



Datenlecks
im Urlaub

Der c't-Notfallkoffer für IT-Pannen

Vor Ort und aus der Ferne: Schnell und zielgerichtet helfen
Blick in unsere Trickkiste • So arbeiten Profischrauber

TEST

Günstige ATX-Netzteile bis 850 Watt
AirDrop-Alternativen für alle Systeme
Powerbanks für schnelles Laden
CFexpress 4.0: Speicherkarten & Leser
Günstige Achtkern-CPU's von AMD

Raspi statt Cloud

c't-BASPi erleichtert Backup und Sync

FOKUS

Wie Myonen Hohlräume in Pyramiden aufspüren
Stotternder Start des Digital Services Act
Bundesliga-IT: Profis auf Schritt und Tritt getrackt
Intels neue CPUs: Konter gegen Qualcomms ARM
US-Wahlkampf: Der Einfluss der Tech-Branche



Smarte Balkonkraftwerke mit Akku

Im Test: Komplettssets ab 1100 Euro, Nachrüstakkus ab 450 Euro
Wann ein Akku lohnt • Wie variable Stromtarife Kosten senken

€ 6,20
AT € 6,90 | LUX, BEL € 7,30
NL € 7,50 | IT, ES € 7,80
CHF 10.50





10 .de-Domains
inklusive!

**Webbalkasten mit
KI-Text-Generator!** 

Künstliche Intelligenz für Ihre Website:
Einfach passende Keywords eingeben und
professionelle Textvorschläge erhalten!



Homepage Ten

10 .de-Domains inklusive

- > 50 GB Webspace
- > 600 E-Mail-Adressen
- > 60 GB E-Mail-Speicher
- > 60 MySQL-Datenbanken
- > Kostenlose SSL-Zertifikate per Mausklick
- > Viele 1-Klick-Apps inklusive
- > Webbalkasten & Webkonferenzlösung

2,49
€/Monat*

! **Letztmalig verlängert:
Noch bis 30.09.2024
bestellbar!**

* Preis/Monat inkl. 19% MwSt. Es fällt keine Einrichtungsgebühr an.
Vertragslaufzeit 6 Monate, jederzeit kündbar mit einem Monat Frist zum Vertragsende.



Finger weg von Beta-Software

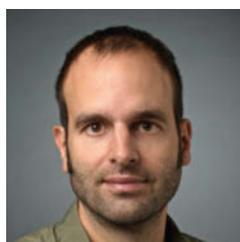
"Wir testen keine Betaversionen", gehört zu unseren Standardsätzen in der Kommunikation mit Softwareherstellern. Der Grund: Man findet haufenweise Programmfehler, der Hersteller bedankt sich und verspricht, sie bis zum Release zu beheben. Damit hat er einen Teil der mühsamen und langwierigen Qualitätskontrolle an uns abgetreten. Zu berichten gibt es nichts. Ignorieren können wir die Abstürze der Beta aber auch nicht – eventuell ist die finale Version genauso instabil.

"Was geht mich das an?", fragen Sie zu Recht. Nun, es gibt einen Trend, die angesprochene Qualitätssicherung nicht nur von unvorsichtigen Redakteuren, sondern von allen interessierten Nutzern erledigen zu lassen. Die dürfen sich besonders geehrt fühlen, einen "early access" zum Beta-Programm zu erhalten. Den exklusiven Zugang zum Neuesten vom Neuen bezahlen sie mit ersten Erfahrungen und Absturzberichten – völlig legitim.

Was sich früher an einen sorgfältig ausgesuchten Kreis richtete, der über Risiken und Chancen unterrichtet ist, adressiert immer häufiger die breite Masse. Adobe bietet vermehrt neue Beta-versionen über seine Creative-Cloud-App an, oft mit dem lockenden Zusatz, sie seien kostenlos. Seit der Softwarehersteller generative KI nicht nur in Photoshop, sondern auch in Illustrator, Premiere Pro und After Effects integriert, erprobt er sie mit Vorliebe am breiten Publikum.

Und damit steht Adobe nicht allein da. Das Unternehmen Blackmagic Design listete auf der Downloadseite seiner Videobearbeitung DaVinci Resolve vor dem offiziellen Release lange Zeit zunächst die Version 19 Public Beta und erst danach das stabile Release 18.6. Viele Nutzer fühlen sich von der neuen Versionsnummer angezogen und installieren diese – unter Umständen mit Folgen für den Workflow.

Denn was die Downloadseiten verschweigen oder nur im Kleingedruckten erwähnen: Auf einem Produktivsystem haben Betaversionen nichts zu suchen. Eine auf einem c't-Testrechner installierte und anschließend wieder (angeblich vollständig) deinstallierte Photoshop-Beta sorgte jüngst dafür, dass sich auch die vorhandene finale Version von Photoshop nicht mehr starten ließ. Am Ende half kein Basteln, sondern nur ein auf Werkseinstellungen zurückgesetztes System samt Neuinstallation. Es bleibt dabei: Finger weg von Beta-Software.



André Kramer

Titelthemen

Der c't-Notfallkoffer für IT-Pannen

- 16 **27 Tools** für Diagnose und Reparatur
- 24 **Fernhilfe-Software** Was sie Privatnutzern bringt
- 28 **Gut und gratis** Remote helfen mit Bordmitteln
- 32 **Wie Profis retten**, was noch zu retten ist

Smarte Balkonkraftwerke mit Akku

- 58 **Ausgerechnet** Wann lohnt der Speicher?
- 62 **Ausgetestet** Sechs Speicher für Balkonkraftwerke
- 72 **Ausgetüftelt** Sparen mit dynamischen Tarifen

Raspi statt Cloud

- 146 **Raspi einrichten** Startklar mit wenigen Klicks
- 150 **c't-BASPi** Sichern und syncen ohne Cloud

Aktuell

- 34 **Telegram-Gründer festgesetzt** Der Fall Durow
- 36 **Internet** Neue Datenschutzbeauftragte, QR-Phishing
- 37 **Digitalpolitik** Bund gegen Cookie-Banner-Flut
- 38 **Datenlecks im Urlaub**
- 40 **Linux-Parallelbetrieb** Microsoft flickt Secure Boot
- 41 **Handel und Geld** Bares bleibt Wahres
- 42 **Intels neue CPUs: Konter gegen Qualcomms ARM**
- 46 **Bit-Rauschen** Magdeburger Chipfabrik wackelt
- 47 **Hardware** Entfesselte Ryzen-CPU's, 60-Kerner
- 48 **Botschaft aus dem AI?** Wow!-Signal neu analysiert
- 50 **Forschung** Qubit-Fehlerkorrektur, Hirnsensoren
- 52 **Künstliche Intelligenz** Persönliches Gemini, LAION
- 53 **Weltbild-Pleite** E-Books retten
- 54 **Webtipps** Sicherheit, Pressefreiheit, Ernährung

Test & Beratung

- 76 **Pulsmesser am Finger** Samsung Galaxy Ring
- 78 **Faltbare Smartphone-Flunder** Honor Magic V3
- 82 **Spiegellose mit schnellem Sensor** Nikon Z6III
- 83 **Over-Ear-Kopfhörer** Wohlklang für 80 Euro
- 84 **Robuste Smartwatch** Galaxy Watch Ultra
- 84 **Kleingedrucktes zusammenfassen** per Add-in
- 85 **Lokal transkribieren & übersetzen** mit Speech Note
- 85 **iPhone-Wasserwaage** für Wohnmobilisten
- 86 **Günstige Achtkern-CPU's von AMD**
- 90 **Rasanter x86-Barebone** für Router und Firewall
- 94 **Autarke IoT-Basisstation** mit Solarpanel
- 98 **Powerbanks für schnelles Laden**
- 102 **CFexpress 4.0: Speicherkarten & Leser**
- 106 **Günstige ATX-Netzteile bis 850 Watt**
- 114 **AirDrop-Alternativen für alle Systeme**
- 165 **Bücher** Linux-Kommandozeile, Cybercrime-Insider

16 Der c't-Notfallkoffer für IT-Pannen



Technikprobleme anderer zu lösen, nervt, unsere Tipps bringen den Spaß zurück. Lassen Sie sich davon inspirieren, was die c't-Crew auf IT-Hilfsmissionen mitnimmt, und lernen Sie, wie PC-Doktoren vorgehen.

Wissen

- 12 **US-Wahlkampf: Der Einfluss der Tech-Branche**
- 120 **Bundesliga-IT: Profis auf Schritt und Tritt getrackt**
- 124 **Stotternder Start des Digital Services Act**
- 130 **Wie Myonen Hohlräume in Pyramiden aufspüren**
- 136 **Messungen bei c't** So testen wir PC-Monitore
- 140 **xz-Hintertür** Angreifer schalten und walten, Teil 4
- 164 **Recht** Raser zu googeln ist Ämtern zumutbar

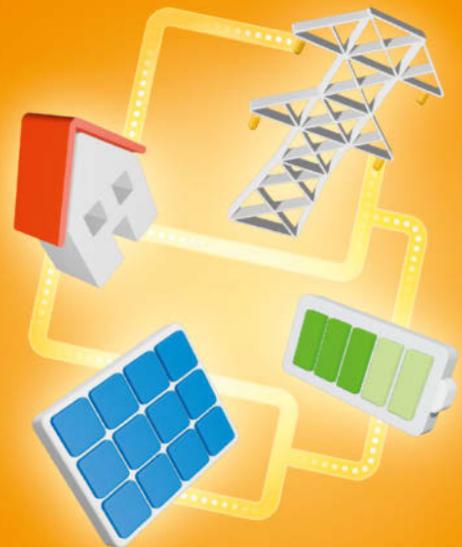
Praxis

- 144 **OneNote-Notizbücher** aus der Cloud befreien
- 158 **Synology NAS** Virtuelle Maschinen abschotten

Immer in c't

- 3 **Standpunkt** Finger weg von Beta-Software
- 6 **Leserforum**
- 11 **Schlagseite**
- 56 **Vorsicht, Kunde** HP-Update schrottet Notebooks
- 166 **Tipps & Tricks**
- 168 **Story** Gehirnmarathon
- 175 **Stellenmarkt**
- 176 **Inserentenverzeichnis**
- 177 **Impressum**
- 178 **Vorschau c't** 22/2024

58 Smarte Balkonkraftwerke mit Akku



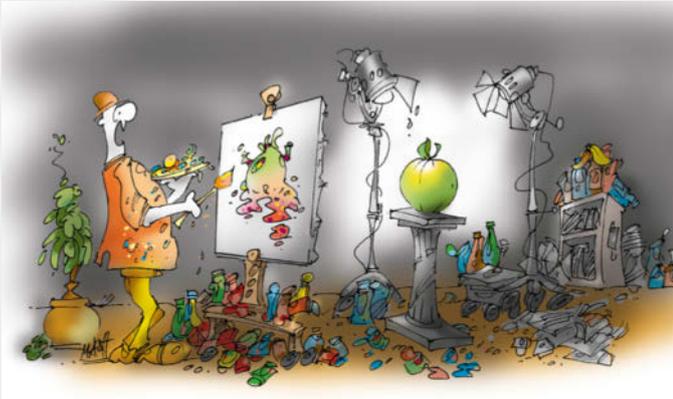
Ein Batteriespeicher, das klingt wie der logische zweite Schritt nach dem Balkonkraftwerk. Ob sich das lohnt, haben wir nachgerechnet, sechs Speicher getestet und einen Blick auf dynamische Stromtarife geworfen.

Frisch aus
c't Nerdistan

136 **Quell der Zahlen** So nimmt c't Monitore unter die Lupe

c't Hardcore

140 **xz-Hintertür** Wie die Malware das System infiltriert
158 **DMZ für Synology** Netzwerkschutz gratis nachrüsten



Sind die neuen Windows-Notebooks mit ARM-CPU nur schlechte Kopien von Apples MacBooks? Viele Leser sehen das weniger kritisch als Christof Winddeck in seinem Kommentar.

Nebensächlich

Standpunkt zu Windows on ARM, c't 20/2024, S. 3

Die Leute kaufen doch keinen Laptop, nur weil da ein ARM drinnen steckt. Es geht um Laufzeit und dass die Software problemlos und mit guter Performance läuft. Ob da nun ARM oder x86 verbaut ist, ist nebensächlich.

foobar

Windows on ARM schlechtgeredet

Ich habe nun ein paar Tage ein ThinkPad T14s Gen6 ARM im Einsatz und bin absolut begeistert. Jede Menge Software wird bereits als ARM-MSI angeboten und Software, die ich zum Arbeiten benötige, läuft einwandfrei. Die Effizienz von dem Teil ist ein absoluter Gamechanger. Ich muss nicht mehr in der Mittagspause ans Ladegerät, sondern kann den ganzen Tag durcharbeiten und habe noch 30 Prozent Akku übrig. Dabei höre ich den Lüfter kein einziges Mal, die Performance ist absolut unauffällig, also gut.

Fragen zu Artikeln

Bitte senden Sie uns Ihre Fragen per E-Mail an die Adresse des Redakteurs, die am Ende des Artikels steht.

Klar läuft nicht alles perfekt und der Start der M1-Kisten war sicherlich glanzvoller. Warum die neuen Geräte in der Presse aber am laufenden Band schlechtgeredet werden, ist mir absolut schleierhaft. Es kommt mir so vor, als würden alle nur darauf hinarbeiten, dass Microsoft den nächsten ARM-Versuch aufgibt. Nur dass man sich hinterher wieder auf die Schulter klopfen kann: „Wir haben es ja von Anfang an gesagt.“

maxi0king

Besondere Abneigung

Ich verwende schon länger Windows 11 on ARM (seit dem Windows Surface Pro X) und habe auch im Kollegenkreis mehrere Nutzer. Aufgrund der Vorteile der ARM-Architektur (Akkulaufzeit und Standby-Verhalten) würde ich auch nicht zurückwechseln. Einschränkung: Poweruser und Leute mit speziellen Softwareanforderungen sind bei Windows on ARM vermutlich falsch – aber der Otto-Normal-Nutzer kommt damit meines Erachtens sehr gut zurecht.

Ich glaube, Redakteure haben eine besondere Abneigung gegen Windows on ARM, da sie natürlich einen anderen Blickwinkel haben – da läuft schon die Hälfte der speziellen hardwarenahen Benchmarks nicht, das Standardtestszenario passt deswegen nicht mehr und man tut sich schwer zu vergleichen.

SirCatFish

Falsche Zone?

BVG-App lässt Tickets verschwinden, c't 20/2024, S. 58

Im Text ist die Rede davon, dass Martin S. mit einem AB-Ticket zum Flughafen BER fahren wollte. Vielleicht war die Kontrolle tatsächlich noch im B-Bereich seiner Strecke, mindestens die letzten drei Stationen seiner Fahrt zum BER aber wären auch bereits Tarifbereich C gewesen und er hätte lieber direkt eine Fahrkarte BC gekauft.

Stefan Schwenkenbecher

Die Abfahrthaltestelle des Fahrgasts liegt in der Zone B, seine Viererkarte der Preisstufe für 13,80 berechnete für Fahrten in die Tarifzone C, also bis zum BER. Der Fahrgast hatte also die richtige Karte, wir haben uns an der Stelle leider vertan.

Sehr zuverlässig

„Überstandard“ Matter fürs Smart Home im Praxistest, c't 20/2024, S. 104

Der Umstieg auf Matter dauert deutlich länger, als ich gedacht hatte. Aktuell habe ich eine Mischung aus HomeKit- und Matter-Geräten von Eve. Die Matter-Geräte sind alles Neukäufe, die schon mit Matter kamen. Ich kann Ihre Beobachtungen in diesem Umfeld weitgehend bestätigen. Auch die Fernsteuerung durch das Apple-Netzwerk und das Apple TV als Mittler funktionieren sehr zuverlässig. Auch schaltet Thread die Geräte deutlich schneller als das alte Bluetooth.

Mithilfe einer der schaltbaren Steckdosen schalte ich mittlerweile meinen Router zeitweise aus. Da macht sich die rein lokale Thread-Vernetzung sehr angenehm bemerkbar: Ich habe eine Kombi aus Bewegungssensor und Eve Thermo (beide Matter), die ein Flurlicht schaltet. Das funktioniert sehr schnell und auch, wenn der Router und das WLAN nicht verfügbar sind.

Wenn Eve-Geräte auf Matter umgestellt sind, verlieren sie jedoch die (HomeKit-)Fähigkeit, sich per Bluetooth direkt vom Endgerät (iPad oder iPhone) steuern zu lassen. Ich habe zumindest zwei Anwendungsfälle, die damit nicht mehr

WERDE EINE:R VON UNS.

Bewirb dich als Zusteller:in, Lkw-Fahrer:in oder für's Lager.
Einfach QR-Code scannen oder auf [werde-einer-von-uns.de](https://www.werde-einer-von-uns.de)

Marcos
Zusteller



Ich find's gut.

Deutsche Post 



möglich sind. Ich kann aktuell die Schaltsteckdose für den Router direkt vom iPhone oder iPad aus einschalten, solange ich in Bluetooth-Reichweite bin. Das ginge nicht mehr, wenn ich diesen Schalter auf Matter umstellte – zumindest, bis die iPhones irgendwann nativ Thread reden können und dafür nicht aufs WLAN angewiesen sind.

Ich habe auch schon einen schaltbaren Stecker und den Raumsensor temporär mobil außerhalb der eigenen Wohnung genutzt und dabei per iPhone gesteuert oder Messdaten ausgelesen. Das wäre mit Matter-Geräten nur noch machbar, wenn ich ein Gateway und einen WLAN-Router mitnähme.

Philipp van Hüllen

Prüfbar abgesichert?

Umstrittene Clouddienste: Bayern will Microsoft 365 in Behörden einführen, c't 19/2024, S. 33

Erstens hat die Politik offenbar noch immer nicht verstanden, was „Cloud“ wirklich ist und dass selbst die besten Verträge nicht garantieren, dass Daten in einer prüfbar abgesicherten Umgebung verarbeitet werden. Das gilt nicht nur für Microsoft, sondern für quasi alle nicht exklusiven IT-Hoster.

Eigentlich sollte staatliche Datenverarbeitung ohne Prüfbarkeit überhaupt

nicht möglich sein. Wie will ein staatliches Organ sonst Rechtskonformität nachweisen können, wenn es die korrekte Datenverarbeitung der Bürgerdaten nicht prüfen kann.

Noch wichtiger ist, dass offenbar nicht in Daten und Schnittstellen, sondern in Software gedacht wird. Software ist aber nur ein digitales Gerät, um Daten zu bearbeiten und zu verwalten. Vor diesem Hintergrund mutet es schon reichlich skurril an, dass Microsoft 365, Teams oder irgendeine Software als „verbindlich“ benannt werden kann. Würden richtigerweise (offene) Datenformate und Schnittstellen als verbindlich deklariert, müsste LibreOffice genauso möglich sein wie MS Office.

Steffen Langbein

Viel zu wertvoll

Wasserstoff aus dem Meer, c't 19/2024, S. 43

„... reagiert das gereinigte Aluminium ohne Energiezufuhr mit Salzwasser und setzt dabei Wasserstoff frei ...“ stimmt, aber vorher wurde das Aluminium mit der 1,6-fachen Energiemenge, die hierbei in Form von Wasserstoff entsteht, aus Bauxit hergestellt. Aluminiumherstellung läuft zu 65 Prozent mit Kohle und Gas. Der Rest ist Wasserkraft und andere erneuerbare Quellen. Elementares Aluminium ist meiner Meinung nach viel zu wertvoll, um es zu verfeuern und der Prozess, der hier zu Wasserstoff führen soll, ist viel energieaufwendiger, als die Pressemeldungen behaupten.

Prof. Dr. Christoph Steinbeck

Beim Verbrauch sparen

Stadtwerke München versammeln Stromanbieterwechsel, c't 19/2024, S. 50

Sie schreiben: „Wer länger als ein, zwei Jahre beim selben Anbieter bleibt, zahlt drauf.“ Zwei Jahre nach der letzten Energiekrise mit kollabierten Billiganbietern, hysterischen Reaktionen auf explodierende Energiepreise und steuerfinanzierter Strompreisbremse wundere ich mich, wie schnell die Leute alles vergessen.

Meine Erfahrung als jahrzehntelanger Stammkunde von EWE: Meine Stromkosten haben sich nur wenig verändert. Ich habe sicherlich ein paar Cent nicht gespart, dafür Preishysterie nur in den Me-

dien erlebt und war weit entfernt von steuerlichen Subventionsgrenzen. Ich zahle seit Jahren rund 1000 bis 1200 Euro pro Jahr für Gebäudestrom.

Botschaft: Wer „Geiz ist geil“ frönt, sollte auch die Konsequenzen tragen und sich nicht von Steuerzahlern subventionieren lassen. Beim Verbrauch sparen, ist nachhaltiger.

Detlev Neumann

Außerordentliche Leistungssteigerung

25 Jahre Nvidia GeForce – vom Geometrie- zum KI-Beschleuniger, c't 19/2024, S. 118

Ich bin erstaunt, wie viele Details Sie zu den ersten GeForce-Grafikkarten noch gefunden haben. Ihre Angaben zu den ersten DDR Graphics Memories sind korrekt. Sie waren auf Wunsch von Nvidia für 166 MHz Clock (also 332 Mbit/s Transferrate) entwickelt worden. Die Herausforderungen an die damals verwendeten Produktionstechniken waren allerdings etwas zu hoch. Letzten Endes erreichten wir mit den damaligen Mitteln 150 MHz Clock in der stabilen Volumenproduktion. Die auf dem Bild zu sehenden Engineering Samples waren etwas schneller.

Ich möchte Sie auf die herausragende Leistung der Siemens-Ingenieure in München hinweisen, die diese für damalige Verhältnisse extrem schnellen Speicher entwickelt und zur Produktionsreife gebracht haben. Wie Sie richtig anmerken, war die außerordentliche Leistungssteigerung der GeForce unter anderem durch diese speziellen schnellen Speicher möglich. Es waren die ersten kommerziellen DDR Graphics Memories überhaupt, die auf den Markt kamen.

Harald Zweck

Ergänzungen & Berichtigungen

Rerouting am iPhone

FAQ: Navi fürs Fahrrad, c't 19/2024, S. 164

Der angegebene Tipp, wie komoot-Nutzer das Rerouting ihrer Radtour abschalten, funktioniert nur unter Android. iOS-Anwender können das Rerouting nicht generell abschalten, sondern nur in der laufenden Navigation unter „Funktionen“.

Wir freuen uns über Post

redaktion@ct.de

[c't Forum](#)

[c't Magazin](#)

[@ctmagazin](#)

[ct_magazin](#)

[@ct_Magazin](#)

[c't magazin](#)

Ausgewählte Zuschriften drucken wir ab. Bei Bedarf kürzen wir sinnwährend.

Antworten sind kursiv gesetzt.

Anonyme Hinweise
<https://heise.de/investigativ>

1&1 Glasfaser

Mit 50 bis 1.000 MBit/s zum günstigen Dauertiefpreis.
Für Mieter und Eigentümer.*

1&1 – Immer wieder besser.



Getestet: 1&1 Netz,
nicht einzelne Angebote

**1&1 trägt die
Baukosten!**

- ✓ Surfen
- ✓ Telefonieren
- ✓ Streamen

ab **29,99** €/Monat*

DAUERHAFT GÜNSTIG*

z. B. 1&1 Glasfaser 50

1&1

1und1.de



0721 / 960 6060

Sie erreichen uns rund um die Uhr kostenlos aus dem 1&1 Netz.



*Z. B. 1&1 Glasfaser 50 für 29,99 €/Monat, ab dem 25. Monat 34,99 €/Monat, oder 1&1 Glasfaser 1000 dauerhaft für 59,99 €/Monat. Dauertiefpreis: Kein Preissprung während der gesamten Mindestvertragslaufzeit. Internet-Flat: Unbegrenzt surfen mit bis zu 50 MBit/s (1&1 Glasfaser 50) oder bis zu 1000 MBit/s (1&1 Glasfaser 1000). Glasfaser-Tarife in vielen Regionen möglich. Ggf. Glasfaser-Ausbau und Eigentümergenehmigung erforderlich. Aktion: Baumaßnahmen kostenfrei. Keine Baukosten bis zur Glasfaserdose nach dem Hausübergabepunkt. Je nach Wohnsituation sind ggf. Leitungswege durch Eigentümer im Haus vorzubereiten. Telefon-Flat: Kostenlos ins dt. Festnetz telefonieren. Anrufe in dt. Mobilfunknetze 19,9 ct/Min. Mögliche Hardware: z. B. 1&1 HomeServer Glasfaser für 4,99 €/Monat. Der Preis fällt zu den zusätzlichen monatlichen Tarifleistungen an, die zusammen mit der Hardware angeboten werden. Versand einmalig 9,90 €. Bereitstellung einmalig 69,95 €. Mindestlaufzeit 24 Monate. Kündigungsfrist: 1 Monat zum Ende der Vertragslaufzeit. Abbildung ähnlich, Änderungen vorbehalten. Preise inkl. MwSt. 1&1 Telecom GmbH, Elgendorfer Str. 57, 56410 Montabaur. WEEE-Reg.-Nr. DE13470330

WIR TEILEN KEIN HALBWISSEN. WIR SCHAFFEN FACHWISSEN.



10.10.



WEBINAR

Wärmepumpentechnik für Einsteiger

Wir erklären die Arbeitsweise der verschiedenen Typen und liefern Anhaltspunkte für eine erste Machbarkeitsabschätzung in der eigenen Immobilie.

17.10.



WORKSHOP

Einstieg in Microsoft Project

Der Workshop vermittelt ein praxisnahes Modell für die professionelle Erstellung eines Projektplans in Microsoft Project.

07.11.



WORKSHOP

Einführung GitLab

Erfahren Sie, wie Sie GitLab einrichten, konfigurieren und anpassen. Außerdem lernen Sie, wie Sie eine eigene Instanz der Entwicklungsplattform betreiben.

20. – 21.11.



WORKSHOP

Einführung in den Kea DHCP Server

Erfahren Sie alles über Kea-DHCP-Software auf Unix- und Linux-Systemen. Sie lernen mehr über die Installation, Konfiguration und Betrieb des Systems.

21. + 28.11.



WORKSHOP

CI/CD mit GitLab

Der Workshop bietet eine praktische Einführung in die GitLab-CI-Tools und zeigt, wie man damit Softwareprojekte baut, testet und veröffentlicht.

26. – 27.11.



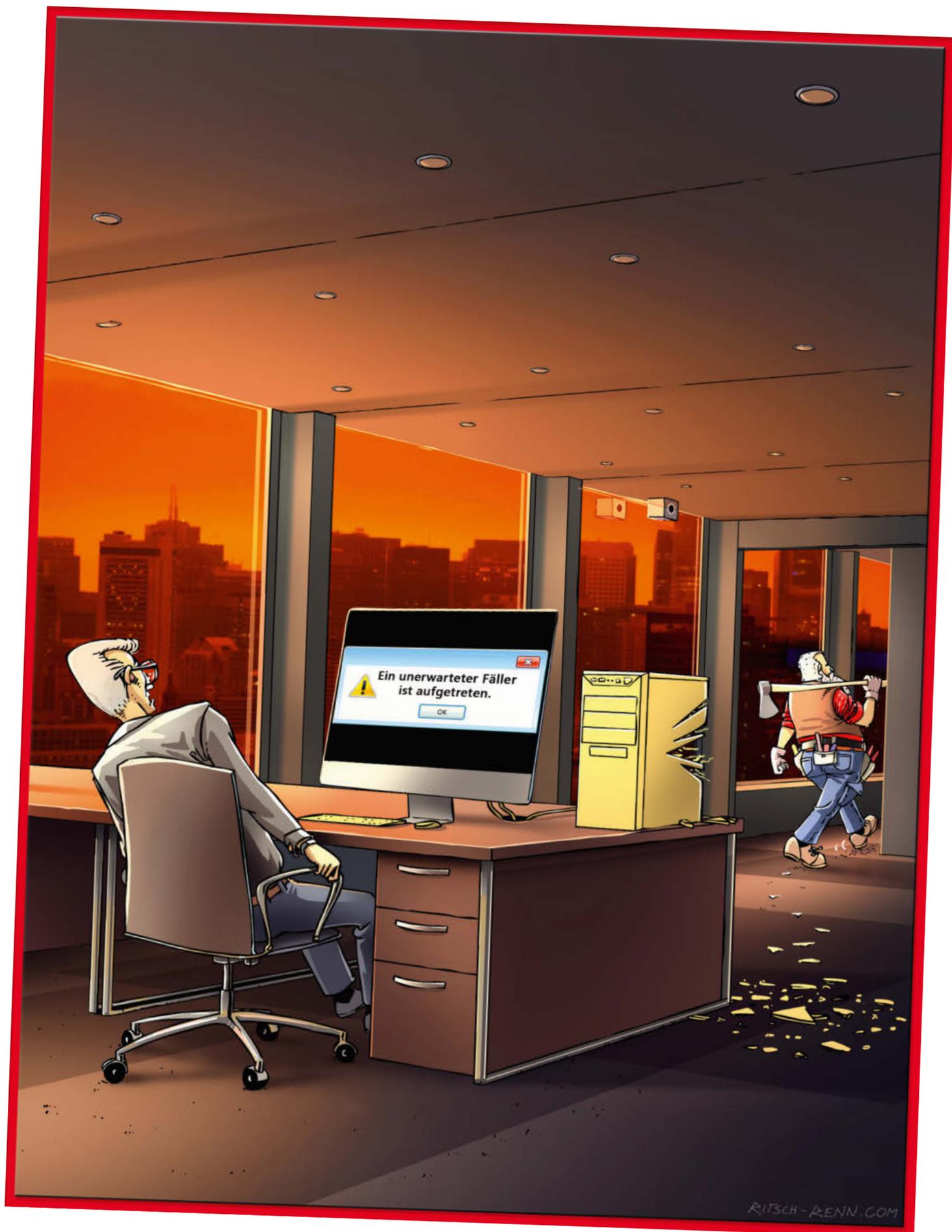
WORKSHOP

Docker und Container in der Praxis

Der Workshop richtet sich an Entwickler die neu in das Thema einsteigen. Der Fokus liegt vor allem auf den Herausforderungen im Alltag.

Sichern Sie sich Ihren Frühbucher-Rabatt:

heise.de/ct/Events



Weitere Schlagseiten auf ct.de/schlagseite



Bild: Albert Huim

Schergewichte an der Waage

Wie Big Tech die US-Wahlen beeinflusst

Zwei Monate vor den US-Präsidentenwahlen scheint das Rennen völlig offen. Im Hintergrund bringen sich die großen IT-Unternehmen von Apple bis Tesla in Stellung. Sie fürchten um ihre wirtschaftlichen Interessen, die den gesamten Welthandel betreffen.

Von Nils Jacobsen

Die Ausschläge an der angesagten Wettbörse Polymarket stehen denen an der Wall Street in nichts nach. Mehr noch: Sie lösen seit Wochen sogar selbst Kursbewegungen an den US-Börsen aus. Der Hintergrund: Der Ausgang der 60. US-Präsidentenwahl hat weitreichende Folgen für die reichsten Konzerne der Welt und vor allem für den amerikanischen Technologiesektor. Die beiden Kandidaten verkörpern nicht nur sehr unterschiedliche Versionen von „God’s Own Country“ – sie haben vor allem unterschiedliche Pläne für

Corporate America, in dem die Big-Tech-Unternehmen die Hauptrolle spielen.

Auf der einen Seite steht die amtierende Vizepräsidentin Kamala Harris, die für die Fortsetzung der liberalen, technologiefreundlichen Politik der Demokraten steht; auf der anderen Seite der ehemalige Präsident Donald Trump, ein Populist mit isolationistischem Wirtschaftskurs, der die Tech-Branche in seiner ersten Amtszeit mit Handelskriegen konfrontierte, aber auch mit massiven Steuergeschenken bedachte.

Die Sympathien im Silicon Valley sind entsprechend verteilt: Kamala Harris ist die Wunschkandidatin der meisten Big Techs. Schließlich steht die 59-jährige für die Fortsetzung der Obama-Biden-Ära, in der die großen US-Technologiekonzerne zu globalen Giganten aufgestiegen sind. Kamala Harris, die als Generalstaatsanwältin und Senatorin von Kalifornien immer wieder mit der US-Tech-Industrie der Westküste zu tun hatte, gilt vielen als Garant für, dass den Big-Tech-Konzernen keine größeren regulatorischen Hürden in den Weg gelegt werden. Ent-

sprechend stiegen die Kurse von Apple, Amazon, Meta & Co. in den vergangenen Wochen synchron zu den Umfragewerten von Kamala Harris.

Alte Seilschaften

Die engen Beziehungen zwischen der Demokratischen Partei und der Tech-Branche reichen bis in die Clinton-Ära der 1990er Jahre zurück, als US-Technologiekonzerne wie Microsoft, Dell oder Oracle und die erste Generation von Internetunternehmen wie Amazon, eBay oder Yahoo florierten. Die Unternehmen profitierten von einem weitgehend deregulierten Umfeld, das Innovationen und schnelles Wachstum ermöglichte. Unter dem „Internet-Präsidenten“ Barack Obama erreichte diese Beziehung in den Nullerjahren ihren Höhepunkt, als Apple, Google und Amazon zu den wertvollsten Unternehmen der Welt aufstiegen und Microsoft ein beeindruckendes Comeback feierte. Obama erkannte die Bedeutung der amerikanischen Tech-Industrie für die wirtschaftliche Zukunft der USA und ließ Big-Tech-Unternehmen wie Apple, Google & Co. weitgehend unreguliert gewähren.

Apple-Mitbegründer Steve Jobs war zeit lebens ein überzeugter Anhänger der Demokraten und holte beispielsweise deren Präsidentschaftskandidaten Al Gore in den Aufsichtsrat von Apple. Jobs galt als prominenter Unterstützer von Barack Obama und wollte sich kurz vor seinem Tod sogar noch aktiv in Obamas Wiederwahlkampf 2012 einbringen.

Steve Jobs' Witwe Laurene Powell Jobs hat diesen Kurs nach seinem Tod weiter forciert. Die mittlerweile 15-fache Milliardärin und Philanthropin, die 2019 das linksliberale Atlantic Magazine übernahm, bleibt eine einflussreiche Figur an der Schnittstelle von Technologie und Politik. Powell Jobs ist seit mehr als einem Jahrzehnt eng mit Kamala Harris befreundet und organisierte bereits 2013 eine Spendenaktion für die damals aufstrebende Demokratin.

Laurene Powell Jobs ist kein Einzelfall. Tatsächlich liest sich die Liste der bekennenden Harris-Unterstützer bereits wie ein Who's who des Silicon Valley und der Tech-Branche: Die ehemalige Facebook-Vizechefin Sheryl Sandberg, LinkedIn-Mitgründer Reid Hoffman, Salesforce-CEO Marc Benioff, IAC-Gründer Barry Diller, Palantir-Gründer und CEO Alex Karp und Bill Gates' Ex-Frau Melinda French Gates haben sich öffentlich für Kamala Harris ausgesprochen.

Von Kamala Harris erhoffen sich viele Techfirmen eine Fortführung der liberalen Wirtschaftspolitik der Demokraten.



Bild: Erin Hooley/AP

Auf einen Freifahrtschein sollten die US-Technologieriesen auch unter einer möglichen Präsidentin Harris dennoch nicht hoffen. Mit der verlorenen Präsidentschaftswahl von Hillary Clinton 2016 und der Rolle von Facebook bei der Verbreitung gezielter rechtspopulistischer Politikampagnen ist die Stimmung gegen Big Tech gekippt. Gegen Google, Facebook und Apple wurden in den vergangenen Jahren zudem auch in den USA Verfahren wegen Monopolmissbrauchs eingeleitet.

In der Biden-Administration, der Harris seit 2021 als Vizepräsidentin angehört, belastete in den vergangenen dreieinhalb Jahren vor allem die Verschärfung der Sanktionen gegen China amerikanische Vorzeigunternehmen, etwa Nvidia mit einem Verbot des Exports bestimmter Grafikprozessoren. Wie kritisch Harris die Entwicklung der KI-Industrie sieht, machte sie im vergangenen Jahr deutlich: „Um KI-Sicherheit zu definieren, schlage ich vor, dass wir das gesamte Spektrum von KI-Risiken betrachten und angehen – Bedrohungen für die Menschheit als Ganzes sowie Be-

drohungen für Einzelpersonen, Gemeinschaften, unsere Institutionen und unsere verwundbarsten Bevölkerungsgruppen“, so Harris im November 2023.

Der Unberechenbare

Der Kontrast zum republikanischen Präsidentschaftskandidaten könnte kaum größer sein. Den mittlerweile 78-jährigen Trump eine unberechenbare Größe zu nennen, wäre eine Untertreibung. Schon vor seiner Präsidentschaft von 2017 bis 2021 kritisierte Trump in öffentlichen Tweets immer wieder die Big Techs und ihre CEOs. Besonders heftig waren die Spannungen mit Jeff Bezos, dem Gründer von Amazon und Eigentümer der Washington Post. Mit der Zeitung lag Trump wegen ihrer kritischen Berichterstattung im Dauerclinch. Auch Facebook-Chef Mark Zuckerberg fiel bei Trump in Ungnade, als Facebook ihn nach dem Sturm auf das Kapitol Anfang 2021 für zwei Jahre von seiner Plattform verbannte.

Aus Abneigung gegen Meta vollzog Trump sogar eine 180-Grad-Wende gegenüber der chinesischen Viralplattform TikTok. Diese wollte er noch gegen Ende seiner Präsidentschaft in den USA verbieten lassen. Davon will Trump nun nichts mehr wissen: „Wenn sie [die US-Bürger, Anm. d. Red.] TikTok nicht haben, dann haben sie Facebook und Instagram, und das ist Zuckerberg“, sagte Trump im Juli gegenüber Bloomberg. Ein Verbot von TikTok würde Meta zu sehr in die Hände spielen, so Trump.

Zuckerbrot und Peitsche

Trump gilt wegen seiner Unberechenbarkeit als Risikofaktor für Tech-Investoren. Einerseits könnten seine persönlichen Fehden mit einzelnen IT-Firmen wieder aufflammen. Sie könnten härtere Regulie-

ct kompakt

- Trump und Harris verfolgen unterschiedliche Ziele in ihrer Wirtschafts- und Handelspolitik.
- Die Börsenkurse der Tech-Unternehmen korrelieren derzeit sehr stark mit Umfrageergebnissen zur Präsidentschaftswahl.
- Die Unternehmen unterstützen jeweils den Kandidaten, von dem sie sich die größten wirtschaftlichen Vorteile versprechen.



Bild: Julia Nikhinson/AP/dpa

Donald Trump gilt in vielen wirtschaftlichen Punkten als unberechenbar, was Börsianer nervös macht.

rungen und andere Angriffe auslösen und die Börsenkurse belasten. Andererseits hatte Trump in seiner ersten Amtszeit den Großkonzernen großzügige Steuergeschenke gemacht.

Um die Technologiekonzerne zur Rückführung ihrer im Ausland geparkten Gewinne in die USA zu bewegen, senkte er mit dem 2018 in Kraft getretenen Steuergesetz „Tax Cuts and Jobs Act“ die Körperschaftssteuer von 35 auf 21 Prozent und erhob eine einmalige Steuer auf im Ausland geparkte Gewinne. Allein Apple hatte zu diesem Zeitpunkt mehr als hundert Milliarden Dollar in ausländischen Steuer-oasen gehortet. Die Big Techs nutzten das neue Gesetz zur sogenannten Repatriierung ihres Kapitals: Sie investierten in den USA, kauften Aktien zurück oder schütteten höhere Dividenden an die Aktionäre aus. Das trieb die Kurse in die Höhe.

Während die Konzerne einerseits massiv von Trumps nationalistischer Wirtschaftspolitik profitierten, stören sie sich an seinem isolationistischen Handelskurs und seiner verschärften Einwanderungspolitik. Trumps „America First“-Agenda könnte den Welthandel empfindlich stören. Insbesondere Technologieunternehmen, die stark von internationalen Märkten und Lieferketten aus Asien abhängig sind, wären davon betroffen. Drohte Trump im Wahlkampf noch mit Pauschalzöllen von 10 Prozent auf Importe, schwadronierte der 78-Jährige gegenüber dem Erzfeind China sogar von Einfuhrzöllen in Höhe von 60 Prozent.

Es mag sein, dass Trump dies nur gesagt hat, um sich als vermeintlich noch stärkerer Führer zu präsentieren als sein bisheriger Rivale Joe Biden, der die Handelsschranken gegenüber China Monat für Monat erhöhte. Doch wenn Trump seine Ankündigungen wahr macht, könnte der Welthandel aus den Fugen geraten.

Denn die geplanten Zölle auf Importe aus China, der EU und anderen wichtigen Handelspartnerländern könnten die Kosten für Technologieprodukte in die Höhe treiben und die Profite amerikanischer Unternehmen auf dem Weltmarkt schmälern. Umgekehrt wäre auch mit Gegenmaßnahmen aus Peking zu rechnen, die beispielsweise Apples iPhones im Reich der Mitte nahezu unerschwinglich machen würden. Auch in der EU werden bereits Pläne geschmiedet, mit welchen Importzöllen auf US-Waren man auf Trumps Pläne reagieren könnte.

Bei einer Wahl Trumps könnte zum einen Apple als größter Verlierer aus den „Magnificent 7“ hervorgehen, da Apple das größte China-Geschäft betreibt. Aber auch Nvidia wäre betroffen: Das Unternehmen ist besonders auf den Import von Chips und anderen Hightech-Komponenten angewiesen. Nicht zuletzt könnte Trumps verschärfte Einwanderungspolitik den Zustrom migrantischer Billigarbeitskräfte, Clickworker und Paketboten bremsen, dem viele Tech-Unternehmen ihren Erfolg verdanken.

Musk als Superminister

Elon Musk, der neben Tesla auch die Geschicke von SpaceX, Neuralink und The Boring Company als CEO verantwortet und spätestens seit der Übernahme von Twitter im Jahr 2021 als schillerndste und umstrittenste Persönlichkeit der Tech-Branche gilt, nimmt an der Schnittstelle zwischen Politik und Tech-Industrie eine herausragende Rolle ein. In den vergangenen Monaten positionierte sich Musk zunehmend als Unterstützer von Donald Trump und sprach sich nach dem Attentat im Juli auf seiner Plattform „X“ explizit für den Ex-Präsidenten aus. Musk lud Trump zu einem viel beachteten und kritisierten Gespräch auf „X“ ein. Trump

wiederum stellte ein Superministerium unter Musk in Aussicht. Daraus dürfte aber schon aus zeitlichen Gründen und wegen Interessenkonflikten kaum etwas werden.

Der Schulterchluss Musks mit Trump erscheint nach dessen endlosen Tiraden gegen den „woke mind virus“ zwar konsequent. Er birgt für den mit einem Nettovermögen von zwischenzeitlich 250 Milliarden Dollar reichsten Mann der Welt jedoch erhebliche Risiken – insbesondere dann, wenn Trumps Politik zu wirtschaftlichen Unsicherheiten führt, die sich negativ auf Musks Unternehmen auswirken könnten. Tesla, stark abhängig von internationalen Märkten und Lieferketten (insbesondere China), könnte unter Trumps Protektionismus leiden. Nicht zuletzt um Auswirkungen möglicher Strafzölle und Handelskriege abzufedern, sind die Werke in Grünheide und Shanghai für den Autobauer so wichtig. Sie sind derzeit die einzigen Gigafactories von Tesla außerhalb der USA. Den Bau einer Fabrik in Mexiko hat Musk vorerst auf Eis gelegt.

Strippenzieher im Hintergrund

Eine neue Dynamik im Zusammenspiel zwischen Big Tech und dem Weißen Haus könnte derweil der „running mate“ von Donald Trump entfachen. Vizepräsidentschaftskandidat J.D. Vance, ein ehemaliger Risikokapitalgeber und Autor des Bestsellers „Hillbilly Elegy“, unterhält enge Beziehungen zu Peter Thiel, einem der einflussreichsten Tech-Investoren und Unterstützer Trumps. Thiel, der Trump bereits während seiner ersten Amtszeit beraten hatte, äußerte sich in der Vergangenheit zurückhaltender zu einer möglichen zweiten Präsidentschaft. Er ließ aber durchblicken, Trump weiterhin zu unterstützen. Mit Netscape-Gründer Marc Andreessen und Ben Horowitz haben sich zwei weitere bekannte Risikokapitalgeber für Trump ausgesprochen und Spenden zugesagt.

Thiel-Protegé Vance war in der Vergangenheit durch seine kritische Haltung gegenüber den großen Technologiekonzernen aufgefallen. Eine Trump-Vance-Administration könnte dementsprechend versuchen, nicht nur die Vormachtstellung der Big Techs einzuschränken, sondern auch die Förderung von Start-ups und kleineren Innovatoren zu stärken, wovon Thiel und andere Risikokapitalgeber ohne Zweifel profitieren würden.

Auf der anderen Seite steht Kamala Harris' Vize Tim Walz, der als Gouverneur von Minnesota eine eher gemäßigte und

wenig technologieaffine Position vertritt. Walz hat keine nennenswerten Verbindungen zur Tech-Branche, besitzt nach eigenen Angaben keine Aktien und würde als Vize eine untergeordnete Rolle in der Technologiepolitik spielen.

Spekulationsblase

Außerhalb der traditionellen Tech-Branche gibt es noch mehr Bewegung – nämlich in der Krypto-Branche, die ihre Hoffnungen ganz auf Donald Trump setzt. Trumps kritische Haltung gegenüber dem etablierten Finanzsystem und der US-Notenbank sowie seine neue Affinität zu Bitcoin haben ihn zum großen Hoffnungsträger der Kryptoszene gemacht.

Während Trump in seiner ersten Amtszeit noch gegen den starken Anstieg des Bitcoin-Preises wettete („sehr volatil und auf dünner Luft basierend“), vollzog er auf der Bitcoin-Konferenz im Juli eine spektakuläre Kehrtwende. Er werde ein „Pro-Bitcoin-Präsident“ sein, erklärte Trump der jubelnden Menge von Krypto-Fans in Nash-



Bild: Sebastian Gollnow/dpa

Teslas Aktienkurs explodierte während Trumps erster Amtszeit. Kein Wunder, dass Elon Musk ein Fan von Trump ist.

ville. „Wenn Krypto die Zukunft bestimmen soll, will ich, dass es in den USA geschürft, geprägt und hergestellt wird.“

Seit Trump sich als „Krypto-Präsident“ positioniert hat, korreliert der Bitcoin-Kurs eng mit seinen Umfragewerten. Je höher Trumps Chancen auf einen Wahlsieg sind, desto stärker steigt der Bitcoin-

Kurs – und umgekehrt. Viele Investoren spekulieren offenbar auf einen deutlichen Anstieg des Bitcoin-Kurses, sollte Trump die Wahl gewinnen. Ein Sieg von Kamala Harris hingegen die Hoffnungen auf eine Lockerung der Krypto-Regulierung dämpfen und den Bitcoin-Kurs entsprechend belasten.

Doch ganz gleich, ob es um Aktien oder Bitcoins geht: Alles ist nur Spekulation. Als Trump Ende 2016 überraschend die Wahl gewann, rechneten viele Marktbeobachter mit einem Börsencrash. Genau das Gegenteil trat ein. Die Wall Street setzte zu einer spektakulären Rallye an, unterstützt durch den bereits erwähnten „Tax Cuts and Jobs Act“. Am stärksten legten die Big Techs zu: Die Aktien von Apple, Amazon, Alphabet, Meta und Microsoft stiegen um mehrere hundert Prozent. Die Aktie von Tesla schoss in Trumps zweiter Amtszeithälfte sogar um mehr als 2000 Prozent in die Höhe. Nicht umsonst hält sich an der Wall Street das Bonmot: „Politische Börsen haben kurze Beine.“

(hag@ct.de) **ct**



Reparaturkosten? Zahlt WERTGARANTIE!

WERTGARANTIE Komplettschutz
ab 3,50 Euro im Monat
für neue, gebrauchte oder
refurbished Geräte

Mehr Infos auf wertgarantie.com
oder bei deinem Fachhändler

Der Spezialist für Geräteschutz und Garantiversicherung
für alles, was einen Akku oder Stecker hat.

Since 1963 | Made in Germany | wertgarantie.com



WERTGARANTIE®
Einfach. Gut. Geschützt.

Rüstzeug für Helfer

So helfen Sie schnell, zielgerichtet und unkompliziert



Rüstzeug für Helfer	Seite 16
Software für die Fernhilfe	Seite 24
Fernhilfe mit Bordmitteln	Seite 28
So gehen Profihelfer vor	Seite 32

Was manchen Berufung ist, lässt viele erschauern: bei Technikproblemen um Rat gefragt werden. Wir haben zusammengetragen, was c't-Redakteure für Hilfeinsätze einpacken und wie sie vorgehen. Erfahrene Helfer werden vieles kennen, aber hoffentlich trotzdem profitieren.

Von Peter Siering

Personen, die häufig anderen zur Hilfe eilen, können Nerd-Abende mit Anekdoten füllen: Kaputte Windows-Installationen entpuppen sich als Hardwaredefekt der Maus. Vermeintlich schmelzende Tasten eines Notebooks sind nicht etwa auf schlechte Wärmeableitung zurückzuführen, sondern auf einen Kosmetikspiegel, der wie ein Brennglas auf den Schreibtisch gerichtet war. Der beim PC-Start stets nötige Tastendruck war einer leeren CMOS-Batterie geschuldet.

Diese Anekdoten sind beim Lösen von Technikproblemen aller Art und bei jeder Geräteklasse nützlich und zeigen: Was Hilfesuchende als Fehlerursache vermuten, liegt oft meilenweit daneben. Vielfach wäscht die Technik ihre Hände in Unschuld oder das Problem sitzt nicht im Rechner, sondern davor. Und zu guter Letzt: Wenn wirklich die Technik Probleme bereitet, dann sollte ein Helfer vor allem die ganz trivialen Ursachen zuallererst untersuchen.

Richtig fragen

Das A und O besteht darin, dem Hilfesuchenden die richtigen Fragen zu stellen und bei den Antworten genau hinzuhören. Fotos unterstützen die Kommunikation perfekt. Mit dem Smartphone gelingen die heute immer und lassen sich auch einfach im Messenger-Dienst der Wahl direkt in einen Chat einfügen oder gleich dort aufnehmen. Funktionen, um in den Bildern etwas zu markieren, sind selbstverständlich und hilfreich, um im zurückgesendeten Bild Details zu markieren.

Wer regelmäßig hilft, fragt nicht, ob ein Gerät eingeschaltet ist, sondern bittet

den Betroffenen, es aus- und wieder einzuschalten, Daten-, Netz- und Netzwerkkabel aus- und wieder einzustecken und Windows stets neu zu starten. Denn nur dann fährt es den PC wirklich herunter und kürzt nicht über die Schnellstartfunktion ab; dieses Procedere schließt auch gleich Probleme durch nicht vollständig ausgeführte, schwebende Updates aus. Der Hilfesuchende sollte live berichten, was er tut und was passiert. Viele Probleme haben sich damit schon erübrigt oder eine Lösung liegt auf der Hand.

Leider erledigen sich die Dinge nicht immer so schnell. Dann heißt es für den

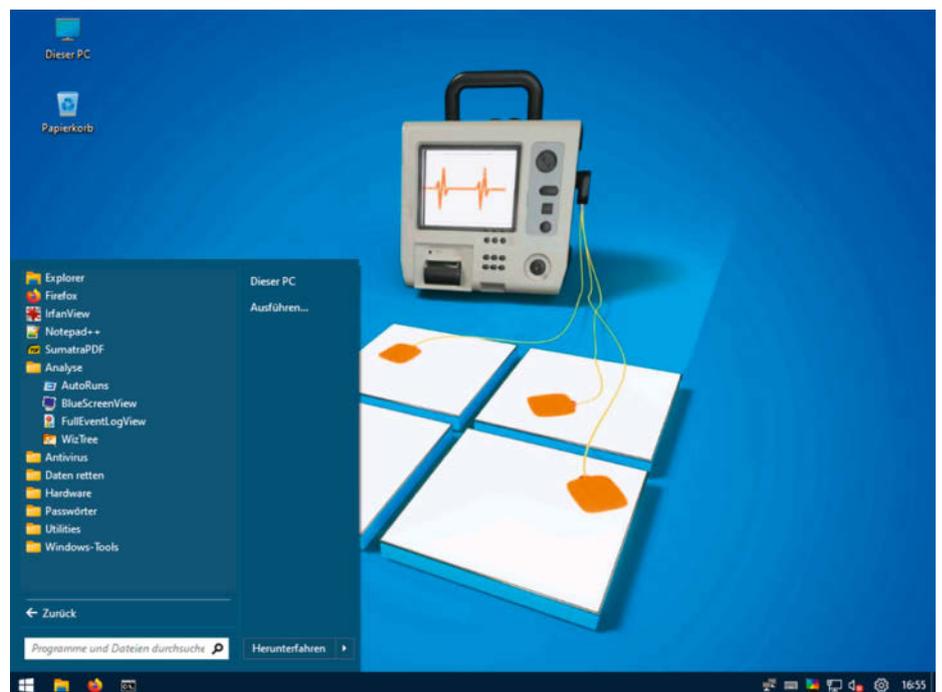
Helfer, so viele Informationen wie nur möglich zusammenzutragen: Hat der Hilfesuchende etwas geändert, hat er Software hinzugefügt, was steht im Updateverlauf, gab es ein lautes Geräusch, erscheinen Fehlermeldungen (Foto fordern). Was sich in Erfahrung bringen lässt, steht und fällt mit dem Erfahrungsschatz der Person, die Hilfe benötigt.

Wichtig und im Eifer des Gefechts gern übersehen: Ein kränkelnder Computer oder ein sterbendes Smartphone birgt nicht nur einen Datenschatz, sondern ist womöglich die einzige Stelle, an der der Hilfesuchende Zugangsdaten und Passwörter aufbewahrt – von einem Zettel abgesehen. In dem Fall ist es schlau, vorzubeugen, und diesen Zettel schon mal suchen zu lassen.

Richtig folgern

Irgendwann ist in der Regel der Punkt erreicht, an dem zu entscheiden ist, wie es weitergeht. Die zentrale Frage: Ist Hilfe aus der Ferne möglich oder heißt es hinfahren? Für den Fall der Fernhilfe zeigen die Artikel auf Seite 24 und 28 Wege auf.

Wenn das Problem eher auf der Hardwareseite liegt oder so arg ist, dass Fernhilfe ausscheidet, muss der Helfer zum Gerät oder das Gerät dorthin. Letzteres ist von Vorteil, weil Werkzeug, Tauschteile



Notfall-Boot-Sticks wie das c't-Notfall-Windows sind für Hilfeinsätze gemacht: Schädlingssuche, Hardware-Diagnose, Passwörter auslesen und zurücksetzen, Daten retten und so weiter. Sie starten auch noch, wenn das Betriebssystem des Inspektionsobjekts längst die Hufe gen Himmel reckt.



CMOS-Batterie: CR2032

Kleine Ursache, fiese Wirkung. Wenn die Pufferbatterie für den Konfigurationspeicher des BIOS-Setups schwächelt, kann sich das an vielen Stellen zeigen: Der PC vergisst, dass er die SSD per UEFI starten muss, oder fordert beim Systemstart zum Betätigen einer Taste auf.



Netzteil(-tester)

Ohne Strom nix los. Ob ein Netzteil schwächelt, zeigt sich mitunter erst durch Austausch. Um einen eventuellen Verdacht auszüräumen, hilft auch ein Netzteiltester. Der ist, wenn es sich um ein aktuelles Produkt handelt, auch auf alle Anschlusseventualitäten für Grafikkarten eingestellt.



Patchkabel

Nützliches Utensil ist ein Patchkabel. Wenn das WLAN nicht mehr zugänglich ist, hilft es, den Router zu konfigurieren. Sollte sich der PC besonders lahm durchs Internet quälen, kann es das WLAN versuchsweise ersetzen oder einen gequetschten Vorgänger entlarven. Ebenso lohnt sich Misstrauen gegenüber Ports an einem Switch oder Anschlüssen einer strukturierten Verkabelung. Im Zweifel einen anderen Port versuchen.

und dergleichen nicht von A nach B gebracht werden müssen, und weil tendenziell beim fachlich versierten Helfer die bessere Ausstattung vorrätig sein wird.

Je nach Angespanntheit und Tragweite des Problems kann es auch hilfreich sein, den Einsatz beim Hilfesuchenden zu beginnen. Dort ist er zu Hause und kann Informationen aus der Papierablage beschaffen. Und er ist sicher gern bereit, Tee zu kochen oder andere Nervennahrung zu organisieren, wenn der Helfer gerade mal konzentriert werkeln will.

Generell setzt die Hilfe ein gewisses Vertrauensverhältnis voraus. Wenn das nicht besteht, sollten beide Seiten einen anderen Weg zur Hilfe finden. Der Helfer sollte damit rechnen, auf einem Computer Dinge vorzufinden, die außerhalb seiner Komfortzone liegen – vielleicht manchmal eine willkommene Gelegenheit, den Einsatz abzubrechen.

Hardware fixen

Hardwareseitig sind die Möglichkeiten begrenzt. Läuft ein Gerät gar nicht mehr, könnte die Stromversorgung schuld sein. Hier helfen Ersatznetzteile und Netzteiltester. Im Fall von Notebooks kann es sein, dass vorübergehendes Trennen des Akkus wirkt. Manches Gerät kennt dafür auch einen speziellen, per Büroklammer auslösbaren Reset. Bei modernen Geräten ist er meist nicht entnehmbar, dort greifen oft Tastenkombinationen. Beides sollte der Hersteller dokumentiert haben; da es allerdings nicht gerade naheliegt, danach zu suchen, hier der Hinweis.

Bei Mobilgeräten gilt: Wenn der Akku bläht oder das Gehäuse aus den Fugen gerät, sollte jeder Selbstreparaturversuch unterbleiben und der Besitzer das Gerät schnellstmöglich einem Profi oder dem Recycling zuführen. Auf keinen Fall sollten Sie solche Geräte noch verwenden oder womöglich an einem Netzteil angeschlossen aus den Augen lassen.

Setzt ein Computer nach einigen Minuten Betriebszeit aus, liegt nahe, dass etwas mit der Kühlung nicht stimmt: Es hilft nur Säubern und nach den Lüftern sehen. Vielleicht genügt es, die Wärmeleitpaste zwischen Kühlkörper und Prozessor zu erneuern. Probieren Sie dies, wenn sich Hinweise auf Überhitzung mithilfe von Hardware-Diagnosesoftware erhärten lassen, zum Beispiel mit dem im c't-Notfall-Windows enthaltenen Prime95.

Wer sich auf seiner Hilfsmission etwa durch ein Notebook knackt und schraubt,

Support-Perlen

Die Lösung für manche Hilfsanfrage spottet jeder Fantasie: Die Aufforderung, den PC aus- und wieder einzuschalten kann ein Hilfesuchender unbewusst falsch ausführen, indem er nur den Monitor aus- und wieder einschaltet. Gern genommen: Nach dem Austausch eines per USB verbundenen Druckers funktioniert das neue Gerät erst mit dem mitgelieferten neuen Kabel, das eigentlich identisch zu sein scheint. Neu oder wieder angeschlossene Kabel verirren sich manchmal in der Buchse, etwa USB-Stecker in LAN-Ports. Wenn Windows augenscheinlich Programme startet, aber sie nicht auf dem Desktop erscheinen, sollte die helfende Person auch mal prüfen, ob nicht vielleicht mehrere Kabel vom PC zu ein und demselben Monitor führen und die Programme vielleicht nur auf dem zweiten Desktop erscheinen, den zwar Windows, nicht aber der Hilfesuchende sieht.

macht unterwegs Fotos, damit er die Schichten wieder richtig zusammenfügen kann. Oft helfen dabei Service-Manuals der Hersteller oder (Disassembly-)Videos auf YouTube.

Um einen Überblick über die richtige Stelle für verschiedene Schraubenlängen und -sorten zu wahren, hilft ein Blatt Papier oder eine Pappe, wo sie passend angeordnet eingesteckt und gegebenenfalls auch beschriftet einen Verweilplatz erhalten. Gehen Sie beim Demontieren stets davon aus, erst Tage oder Wochen später zu montieren.

Wichtig ist, zunächst nur ein minimales System zu betreiben. Also: Peripherie abschalten, USB-Geräte abstecken sowie eventuelle Hardware-Erweiterungen vorübergehend stilllegen oder ausbauen – sonst ergeht es Ihnen wie unserem Kollegen. Er pflegte ein inniges Verhältnis zu einem Leser, bei dem die Windows-Upgrades fehlgeschlugen. Nach Jahren fand der schließlich heraus, dass das an seiner PCI-ISDN-Karte im PCI-PCIe-Adapter gelegen hat.

Windows fixen

Das zeigt, dass manches Problem, das selbst erfahrene Helfer auf den ersten Blick eindeutig in der Software verorten, mit der Hardware zusammenhängen

REDEFINING CLOUD TRUST

Ein unabhängiges Europa – digital, führend

Europäische Datensouveränität neu definiert: Entwickelt aus dem Streben nach eigener Unabhängigkeit bietet die STACKIT Cloud nun auch Ihnen die volle Kontrolle über Ihre Daten. Profitieren Sie von sicheren Cloud-Lösungen, die auf offenen Standards basieren und maximale Interoperabilität sowie Flexibilität garantieren. Krisenfest und zukunfts-sicher unter dem Dach der Schwarz Gruppe.

A Brand of Schwarz Digits

© Copyright by Heise Medien.

Erfahren Sie mehr:



www.stackit.de



Blasebalg statt Druckluft

Manchmal ist weniger mehr. Mit einem Blasebalg zum Reinigen von Kameras und Objektiven lässt sich Staub auch in PCs und in Ladebuchsen entfernen. Die Variante aus der Dose hat Nachteile: Sie ist überteuert, hinterlässt wegen Kondensation und bei nicht senkrechter Haltung der Dose beim Sprühen Feuchtigkeit und ist schwer zu dosieren.



USB-C-Netzteil

Gängige 65W starke Reizenetzteile mit USB-C-Anschlüssen laden Smartphones, Tablets und moderne Notebooks. So ist bei Problemen mit der Energieversorgung schnell geklärt, ob das Originalnetzteil platt ist oder eine andere Ursache dahinter steckt. Obendrein hält ein solches Gerät das für Recherchen mitgebrachte Smartphone oder Tablet frisch.



Schraubendreher(-set)

Besonders für Smartphones und Tablets ist ein großes Sortiment von verschiedenen Schraubbits hilfreich, um auch Schrauben, die innen wie ein Blumenkohl ausschauen, öffnen zu können. An PCs hingegen helfen vor allem solche mit langem Schaft, um damit zum Beispiel durch hohe Kühlkörperaufbauten hindurch zu gelangen.



(Windows-)SSD

Wenn ein Windows-PC zickt und nicht klar ist, ob die Hardware schwächelt oder nur die Software in Schiefelage geraten ist, dann verrät eine rudimentäre Windows-Installation mehr. Die bootet üblicherweise auch an einem anderen PC. Läuft sie anders als das Windows der Original-SSD, empfiehlt sich unter Umständen gleich eine Neuinstallation.



USB-Notfall-Boot-Stick

Gerade bei unklaren Software- oder Betriebssystemproblemen sehr hilfreich: ein Notfallsystem, das Virens Scanner mitbringt, um Schädlingsbefall auszuschließen, und Programme zur Diagnose. Sie helfen, Last zu erzeugen, Passwörter auszulesen sowie Lüfterdrehzahlen, Temperaturen und SMART-Daten einzusehen.



USB-SSD-Adapter

Ein USB-Adapter für SSDs hilft in vielen Situationen. Einen Datenträger zur Datensicherung anschließen (schneller und belastbarer als ein USB-Stick). Die Daten von einer SSD eines havarierten PCs auslesen. Als temporäres Bootmedium erhalten, wenn eine SSD mit einer Betriebssysteminstallation darauf vorhanden ist.

kann. Besonders Windows ist ein tiefes Gewässer und seine Nutzer haben gern Geheimnisse: Bevor sie sich die Blöße geben, jemanden zu fragen, suchen sie nach schnellen Tipps im Netz und stoßen dort zuhauf auf fragwürdige Hinweise und Optimierer. Oft hinterlassen solche Versuche mehr Schaden, als es ursprünglich zu beheben galt.

In solchen Fällen kann eine frische Windows-Installation auf einer übrig gebliebenen SSD aufklären, ob nun nur Windows krank oder die Hardware Schwierigkeiten bereitet: Richten Sie schlicht eine solche SSD auf einem x-beliebigen PC ein und schließen Sie diese dann in dem Problem-PC statt des vorhandenen Datenträgers an.

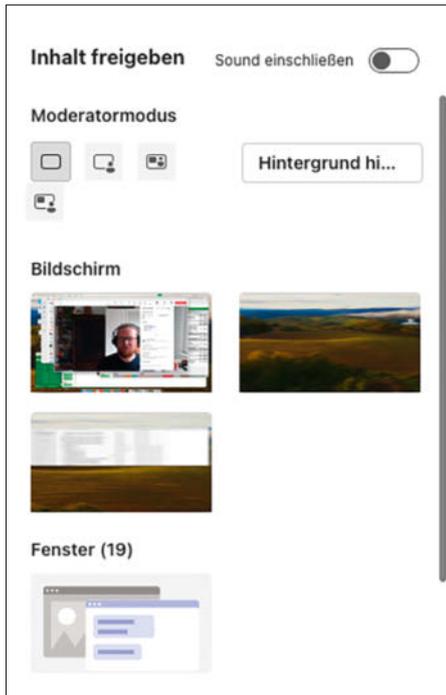
Spätestens über das BIOS-Bootmenü startet eine solche frische Installation auf vielen älteren PCs. Windows ist heute nicht mehr so zimperlich, was den Start auf fremder Hardware angeht, sondern richtet sich im Rahmen seiner Möglichkeiten darauf ein. Hilfreich dabei ist, wenn der Zugang zum Internet funktioniert, damit es weitere Treiber beziehen kann.

Friert eine solche frische Installation ebenso wie das vom Originaldatenträger gestartete Windows regelmäßig ein, dürfte ein Hardwaredefekt vorliegen. Läuft sie hingegen tadellos, ist vermutlich die ursprüngliche Installation kaputt. Nun gilt es, mit dem Hilfesuchenden auszuhandeln, ob ein kompletter Neuanfang infrage kommt oder ob noch Zeit in die Fehlersuche investiert wird.

Hilfs-Betriebssysteme

Für die Fehlersuche gibt es zwei Wege: aus dem kränkenden, aber noch startenden Windows heraus oder über ein vom USB-Stick startendes Rettungsmedium wie unser Desinfec't beziehungsweise das c't-Notfall-Windows. Wenn auch nur der geringe Verdacht besteht, dass ein Schädling den PC befallen haben könnte, eignen sich nur letztere. Im Zweifel sollte sich ein Helfer hier zunächst Gewissheit verschaffen.

Das Ausmisten der Autostarts gelingt über den Task-Manager oder auch aus dem Notfall-Windows heraus mit Autoruns von Sysinternals. Die sonstigen Standardhandgriffe, um eventuelle Probleme in einer Windows-Installation auszuräumen, funktionieren nur aus dem laufenden Windows heraus: doppelt installierte Sicherheitssoftware (besonders beliebt: Virens Scanner) rauswerfen und Update-Stand prüfen.



Naheliegende Fernhilfe: Hilfesuchende können aus einer Chat- oder einer Videofoniesitzung heraus ihren Bildschirm teilen und so leicht zeigen, wo es klemmt.

Desinfec't muss bei diesen Aufgaben passen und ist auch dann raus, wenn es um das Abgreifen von Daten aus einer brachliegenden Windows-Installation geht, etwa das Auslesen von Zugangsdaten zu einem E-Mail-Konto, das im Windows-eigenen Passwortspeicher hinterlegt ist. Das c't-Notfall-Windows enthält dafür spezialisierte Werkzeuge. Es gelingt ihm obendrein, in ein Windows einzubrechen, wenn das Kennwort des verwendeten Microsoft-Kontos verschütt ist.

Unterschätzt ist oft der Blick in die Ereignisprotokolle einer Windows-Installation. Besonders lohnt es sich, dort auf Fehler zu achten, die das Programm nach dem Aufruf als Fehler zusammenfasst. Hier finden sich dann mitunter Meldungen über defekte Datenträger oder über Programme, die partout nicht starten; die Fehlernummern ergeben perfektes Futter für eine Recherche per Web-Suchmaschine.

Noch ein letzter wichtiger Punkt: Sehen Sie sich erst um und kommen Sie zu einer Diagnose. Auf keinen Fall sollten Sie wild aufräumen oder gar löschen. Nach der Diagnose und vor weiteren Maßnahmen fertigen Sie lieber sicherheitshalber eine Kopie der Festplatte an. Das schützt vor unliebsamen Erwartungen. Vielleicht nutzen Sie gleich die Gunst der Stunde und



USB-Tastatur mit Mausersatz

Leere Batterien in Funkmaus und -tastatur oder eine verdrehte Maus: Wenn nichts mehr geht, wird das nur allzu gerne Bill Gates in die Schuhe geschoben. Ein am USB-Port angesteckter Ersatz überführt Diagnoseschwurbler und kann auch die Komfortzone erhöhen, wenn Tastatur und Maus der hilfesuchenden Person einer Petrischale gleichen.



Monitorkabel

Was Bürostühle Netzwerkkabeln antun, erledigen höhenverstellbare Tische mit Monitorkabeln. Mit passendem Ersatz ist die Diagnose schnell gestellt. Sie helfen auch, um einen Grafikkarten-defekt auszuschließen und den Monitor versuchsweise am Onboard-Anschluss zu betreiben. Doch Achtung: Nicht immer ist das dazu in der CPU nötige Gegenstück auch vorhanden.



Lupe oder Brille

Klar, dass Brillenträger Hilfedienstleistungen nicht ohne ihr Nasenfahrzeug antreten. Für einen genauen Blick und filigrane Arbeiten genügt die aber oft nicht. In erster Instanz hilft eine Lupe, die auch moderne Smartphones bereitstellen. Wer beide Hände frei haben möchte, sammelt auf dem Grabbeltisch beim Discounter eine starke Lesebrille ein.



Medizinische Klemme

Klemmen, wie sie in der Medizin gebräuchlich sind, liefern den elften Finger oder die dritte Hand. Sie können auch Köpfe einer Schraube – anders als eine übliche Zange – selbstständig halten und die an schlecht zugängliche Stellen expedieren. Die Klemmen finden sich auf vielen Flohmärkten für einen schmalen Taler.



Tablet oder Notebook

Winzige Tasten, kleiner Bildschirm: Wem das Mobiltelefon als Recherchehelfer wegen der kleinen Tastatur auf den Wecker geht, ist vielleicht mit einem Tablet als Begleiter besser bedient. Noch besser: ein Notebook, denn es bespielt gegebenenfalls auch ein Rettungsmedium bedarfsgerecht mit zusätzlicher Software.



Erdungsband

Wer in Computergehäusen und anderem technischen Gerät rumwühlt, sollte nicht statisch aufgeladen sein. Der Griff an ein geerdetes Gehäuse oder einen Heizkörper unmittelbar vor dem Hantieren an den Geräten, sollte solche Ladungen hinreichend abbauen. Wer dem nicht traut, nimmt ein Erdungsband.



Multimeter

Ob die Diagnose „It's dead, Jim“ auf ein spannungslieferndes Gerät zutrifft, verrät ein Multimeter. Faustregel: Erst eine sichere Masse finden und dann einen zweiten Punkt zum Messen der anliegenden Spannung berühren, sonst funkt es. Liegt nichts an, muss Ersatz her.



Kabelbinder

Wer sich durch den Kabelschwungel in einem PC arbeiten muss, um ein Laufwerk oder einen Lüfter freizulegen, sollte hinterher eventuell aufgetrennte Kabelbinder ersetzen. Sonst kommt der nächste Einsatz wegen aufgeschauelter Kabel zur Unzeit.

überspielen die Inhalte der Magnetplatte auf eine SSD, um erst auf dieser Kopie die Probleme zu beheben.

In der Ferne

Für alte Support-Recken liegt im Fall einer geografisch weit entfernten hilfsbedürftigen Person der Griff zu TeamViewer, AnyDesk und Co. meist nahe. Heutzutage gibt es aber gerade für einen ersten schnellen gemeinsamen Blick auf den Bildschirm eine bessere Methode: Gängige Software für Videotelefonie- und Konferenzen sowie Messenger bieten eine Funktion zum Teilen des Bildschirms. Was braucht es mehr?

Obwohl es schreiend nahe liegt, dass der Helfer dann auch mit seiner Tastatur und Maus die Steuerung übernehmen könnte, bieten das die meisten Konferenzlösungen nicht an. Macht nichts: Während der Hilfesuchende erklärt, sieht die andere Seite dasselbe und kann gegebenenfalls mit Hinweisen führen – der Sprachkanal bleibt beim Teilen des Bildschirms offen. Es braucht nicht mal ein Telefon.

Für hartnäckige Fälle müssen dann Speziallösungen für die Fernhilfe ran. Die kommerziellen Anbieter, die der Artikel auf Seite 24 vorstellt, gestatten eine private, nicht kommerzielle Nutzung – die Erfahrung lehrt allerdings, dass sie diesen Begriff eng auslegen und die Software dann bei einem dringenden Hilfeinsatz bockt. Die Lizenzen sind so teuer, dass sie sich für private oder ehrenamtliche Hilfe disqualifiziert.

Wer häufig denselben Leuten im familiären, freundschaftlichen oder ehrenamtlichen Umfeld hilft, kommt mit kostenloser Software und Bordmitteln sehr weit. Der Artikel auf Seite 28 vertieft die Wege dorthin. Zum Abschluss unseres Themenschwerpunkts spenden wir noch etwas Trost: Erfahren Sie ab Seite 32, wie Profis Privatanwender helfen und womit sie konfrontiert werden. (ps@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Verena Ehrl, Mit einem Bein vor Gericht, Rechtliches für Freizeit- und Auftrags-Admins, c't 13/2017, S. 98
- [2] Christof Windeck, Was ist kaputt? So nutzen Sie das c't-Notfall-Windows für die Hardware-Diagnose, c't 2/2022, S. 24
- [3] Peter Siering, Gegen endgültigen Datenverlust, Verlorene Daten selbst retten – wie und wann überhaupt, c't 21/23, S. 58
- [4] Axel Vahldiek, Ersthelfer, Probleme lösen mit dem Notfall-Windows, c't 2/2024, S. 24
- [5] Axel Vahldiek, In höchster Not, Virensuche mit dem Notfall-Windows 2024, c't 2/2024, S. 30

c't-Notfall-Windows, Desinfec't:
ct.de/y4nc



USB-Kartenleser

Zickt die Speicherkarte im Handy oder der in den PC eingebaute Kartenleser, verrät ein externes USB-Gerät, ob die Speicherkarte schuldig ist oder das Problem doch bei den anderen Beteiligten zu suchen ist.



Analoges Headset

Teams & Co. verwirbeln zwar gern die Audioeinstellungen, sind aber nicht an allen Tonproblemen der Welt schuld. Ein analoges Billig-Headset genügt, um solche Probleme mal der angeschlossenen Hardware zuzuschieben.



USB-Kabel (oder Adapterset)

Statt ein großes Bündel gängiger USB-Kabel mitzuschleppen, helfen auch wenige, um ein Adapterset ergänzte, das die gängigen Buchsen und Stecker enthält. So lassen sich defekte Ladekabel, vom Bürostuhl überrollte USB-Druckerkabel et cetera versuchsweise ersetzen. Die Kabel sollten zuvor auf korrekte Funktion geprüft sein, also ob sie nur zur Stromversorgung oder auch als Datenkabel taugen.



Smartphone

Das Smartphone ist die Universalwaffe: Taschenlampe, Lupe, Kamera und Recherchehelfer – all das ist immer dabei und genügt für einen ersten Blick. Die Kamera hilft beispielsweise, das Zerlegen eines Geräts zu dokumentieren und beim Zusammenbauen wieder alle Schrauben an den richtigen Ort zu bringen. Und wenn im Bekanntenkreis ein Netzwerk klemmt, finden Sie mit ein paar Extra-Apps einiges darüber heraus.



USB-DVD-Laufwerk

Optische Speichermedien sind zwar aus der Zeit gefallen, aber auf ganz alten PCs die einzige Möglichkeit, Rettungsmedien zu booten. Hilfe leisten sie auch dabei, den Defekt eingebauter Laufwerke von überlagerten Medien zu unterscheiden.



USB-Hub

USB-Kabel gehören bei Problemen zum Beispiel beim Drucken unter Generalverdacht gestellt, dasselbe gilt für USB-Hubs. Sie sollten versuchsweise immer getauscht und Hub-Ketten aufgelöst werden. Viele Probleme mit der Peripherie erledigen sich so schon.



Staubsauger

Wenn die Lüfter eines PCs eine halbe Katze eingesaugt haben, hilft grobes Gerät: Ein Spezialstaubsauger nimmt derlei auf, aber rasiert nicht gleich die Tastenkappen von einer Chiclet-Tastatur wie der Barbier von Miele.



Taschen-, besser Stirnlampe

Im Wald und unter dem Schreibtisch ist es meist dunkel. Eine Taschenlampe bringt Licht dorthin. Besser ist eine Stirnlampe, weil beide Hände frei bleiben und der Kopf den Lichtschein lenkt, auch tief ins PC-Gehäuse hinein.



Wärmeleitpaste

Wird einem Computer deutlich zu warm, ist unter Umständen die Wärmeleitpaste vertrocknet. Auf CPU- und Chipsatz aufgesetzte, abnehmbare Kühler brauchen davon einen Klecks bei der Wiedermontage. Alkohol hilft beim Entfernen vorhandener Reste. Ein ersatzweise benutzbares, leicht zugängliches Material gibt es nicht. Im Notfall also lieber die Reste mit einer Kreditkarte zusammenkratzen und neu verteilen.



USB-Netzwerkadapter

Um wackeligen WLAN-Verbindungen auf die Schliche zu kommen, empfiehlt sich eine Gegenprobe mit dem Kabel. Ein USB-Netzwerkadapter verhilft vorübergehend Geräten ohne Netzwerkport zu einem solchen. Er kann auch den Durchsatz beim Überspielen von Daten steigern. Obendrein hilft er auch, einen zickenden Router neu zu konfigurieren, wenn der sich im WLAN schon nicht mehr rührt.



30%
Rabatt!

*Endlich Wochenende! Endlich genug Zeit, um in der c't zu stöbern. Entdecken Sie bei uns die neuesten Technik-Innovationen, finden Sie passende Hard- und Software und erweitern Sie Ihr nerdiges Fachwissen. **Testen Sie doch mal unser Angebot: Lesen Sie 5 Ausgaben c't mit 30 % Rabatt – als Heft, digital in der App, im Browser oder als PDF.** On top gibt's noch ein Geschenk Ihrer Wahl.

Jetzt 5 x c't lesen
für 24,00 € statt 31,75 €**

** im Vergleich zum Standard-Abo

Jetzt bestellen:
ct.de/meintag





Virtuell vorbeischaun

Was Sie über Fernhilfesoftware wissen müssen

Mit Fernhilfesoftware bedienen Sie einen Problem-PC aus allen Ecken der Welt fast so, als stünde er vor Ihnen – manch Profi-Tool ist für Privatanutzer sogar gratis. Doch die Allrounder haben ihre Tücken; wir erklären, was Sie im Alltag wirklich brauchen.

Von Jan Schübler

Der Name TeamViewer ist fast schon ein Gattungsname à la Fön, Jeep und Tempo: ein Inbegriff der Software für Fernhilfe, -wartung und -zugriff. Dabei ist das Programmpaket zwar recht mächtig, für viele Fälle aber gar nicht mal sonderlich sinnvoll. Zum einen gibt es einen ganzen Berg von Mitbewerbern, die ähnliche Tools anbieten: teils billiger, teurer, gratis, quelloffen, zum selber Hosten oder auf speziellere Szenarien zugeschnitten. Zum anderen haben die meisten modernen PC-Betriebssysteme bereits durchaus praktische Tools an Bord, sodass man gar nichts Zusätzliches installieren muss, um aus der Ferne mit PC-Problemen zu helfen oder sich helfen zu lassen. Um Letz-

tere kümmern wir uns im nachfolgenden Artikel. Hier gehts zunächst um die Vor- und Nachteile der – größtenteils kommerziellen – Zusatzprodukte für die Fernhilfe. Denn hin und wieder gibt es Fälle, in denen man mehr oder etwas anderes braucht, als die Bordmittel bieten. Sehr oft geht es dann etwa um Fernwartung statt Fernhilfe. Der Unterschied liegt in der Möglichkeit, einen dauerhaften unbeaufsichtigten Zugang zu einem Rechner einzurichten, um jederzeit aus der Ferne Zugriff zu Wartungszwecken zu bekommen.

Die Vorzüge der Allrounder ...

Der Vorteil bekannter Produkte wie TeamViewer und AnyDesk: Man bekommt

ein relativ professionelles Tool mit einem großen Funktionsumfang – inklusive der Erlaubnis, es für Privatzwecke gratis einzusetzen. TeamViewer bietet zudem durchaus interessante Spezial-Apps wie „Assist AR“ (früher „TeamViewer Pilot“), die das Support-Feld von PCs und Smartphones auf physische Geräte und Anlagen ausdehnen. Das macht der Hersteller natürlich nicht aus Selbstlosigkeit, sondern um die Zielgruppe für die eigenen Produkte auf Firmen zu erweitern, die sich um Heizungsanlagen, Waschmaschinen, Autos und was auch immer kümmern.

Hilfesuchende filmen damit beispielsweise die Hi-Fi-Anlage, den Wäschetrockner oder den Wust von Heizungsventilen und -rohren im Keller mit dem Smartphone. Der Helfer kann währenddessen auf seinem Gerät die zu drückenden oder drehenden Schalter, Knöpfe und Ventile in einer Live-Ansicht mit Pfeilen und Zahlen markieren. Läuft der Hilfesuchende mit dem Smartphone um die Szenerie herum, bleiben die Pfeile erstaunlich stabil dort stehen, wo der Helfer sie hingestellt hat.

Bereits seit Jahren macht sich TeamViewer allerdings bei privaten Gelegenheitsnutzern unbeliebt, weil die Software anhand nicht näher beschriebener Automaten versucht zu ermitteln, ob eine gewerbliche Nutzung vorliegt, die kostenpflichtig wäre – Mechanismen, die zumindest so oft danebengreifen, dass sich mehr und mehr User abgewendet haben. Als direkte Alternative bot sich AnyDesk an, das ein für Laien vertrautes Bedienkonzept bietet (Rechner-ID-Nummer durchgeben und die eingehende Verbindungsanfrage bestätigen). Auch diese Firma setzt allerdings inzwischen Methoden zur Erkennung unlizenzierter kommerzieller Nutzung ein, die ebenfalls ab und an danebenliegen.

Produkte für Geschäftskunden gibts noch reichlich mehr und alle haben verschiedene Preismodelle für so ziemlich alles vom freiberuflichen Lonesome Service Warrior bis zum Großkonzern. Die Funktionsumfänge und Zielgruppen unterscheiden sich teils erheblich, so sind beispielsweise Apps für Android und iOS keineswegs selbstverständlich. Die braucht man spätestens dann, wenn der Helfer nicht nur auf PCs zugreifen soll, sondern auch ein Smartphone oder Tablet aus der Ferne steuern muss.

Einen Überblick über weitere kommerzielle Anbieter finden Sie in [1]. Aller-

dings gestatten es nur wenige, ihr Produkt dauerhaft gratis zu benutzen. Eine Erwähnung wert ist hier pcvisit, das sogar geschäftliche Nutzer gratis verwenden dürfen – mit fünf Sitzungen pro Monat aber wirklich in sehr schmalem Rahmen.

Als Alternativen dazu bieten sich Open-Source-Projekte an, deren Verbindungsserver man auf Wunsch auch selber hosten kann. Drei interessante Projekte haben wir in [2] getestet und für zwei davon, MeshCentral und RustDesk, Praxisanleitungen veröffentlicht [3].

... und die Nachteile

Die Nachteile kommerzieller Zusatzprodukte zur Fernhilfe liegen auf der Hand und werden in der Praxis bestätigt. Wie erwähnt, schießen die Erkennungsmechanismen für kommerziellen Einsatz immer mal wieder quer und drehen auch rechtmäßigen Usern ihren Gratiszugang kurzerhand ab. Wie diese Scanner genau arbeiten, möchten die Anbieter aus verständlichen Gründen nicht so genau erklären. Wenn er bei Ihnen zuschlägt, müssen Sie beantragen, dass Ihre Rechner-ID wieder zur Privatnutzung freigeschaltet wird oder zähneknirschend auf ein anderes Produkt setzen. Zahlende Kunden wiederum sehen sich teils mit grotesken Preiserhöhungen konfrontiert, die sie zum Anbieterwechsel bewegen. AnyDesk etwa hat den Preis für sein einfachstes kommerzielles Abo seit unserem Test in [1] nahezu verdreifacht, sodass die einst preiswerte TeamViewer-Alternative inzwischen happig kostet.

Vor solcherlei Sperenzchen ist man übrigens auch bei Open-Source-Projekten nicht ganz sicher. So entwickelt etwa RustDesk seinen Server nur noch als kosten-

pflichtige Pro-Version weiter, während die Open-Source-Variante („Community Edition“) seit Monaten keine Updates mehr gesehen hat. In der Open-Source-Community hat sich RustDesk auf diese Weise recht schnell ein mieses Image erarbeitet.

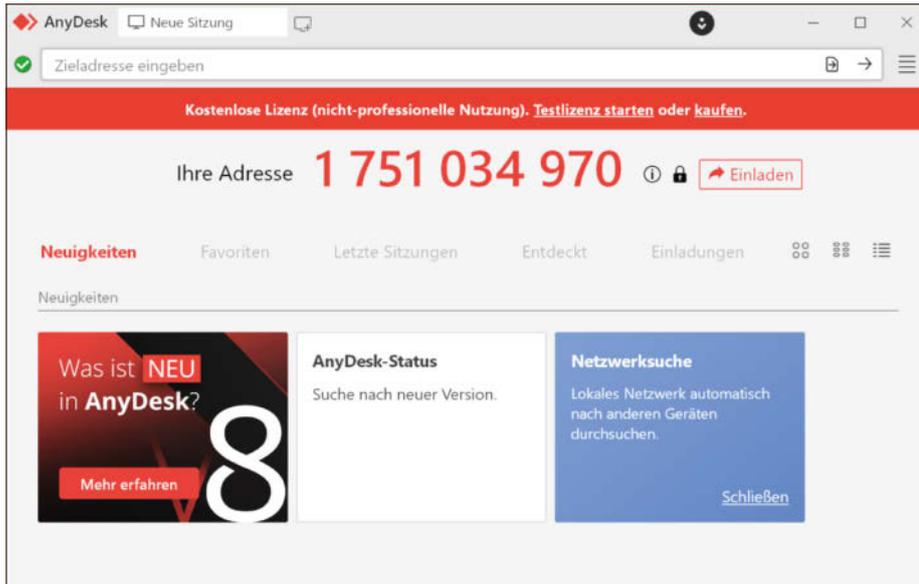
Bei Forks bekannten Open-Source-Projekten ist auf Anhieb oft gar nicht klar, wer sie eigentlich betreibt. Das kann gerade bei sicherheitskritischen Tools wie Fernwartungsprogrammen heikel sein. RustDesk wurde vor einiger Zeit dabei erappt, dass sie zum Signieren von Kernel-Treibern Zertifikate verwendet hatten, die eigentlich nur für Testversionen von Entwicklern ausgestellt wurden. Das dazugehörige Root-Zertifikat musste dafür in Windows als vertrauenswürdig verankert werden – ein Lapsus: Auf diese Weise hätten Angreifer diesen Windows-Installationen weitere damit signierte Treiber unterjubeln können.

Achtung, Fallen!

Ganz gleich, ob selbst gehostet, abonniert oder privat gratis genutzt: Bei Fernhilfeprogrammen gilt es ein paar Stolperfallen zu kennen, in die Hilfesuchende oder auch Sie selbst treten könnten. Erstens: Jemand, dem Sie helfen möchten, hat vielleicht nicht nur etwas weniger Ahnung von PCs als Sie, sondern womöglich sehr viel weniger Ahnung. Sprich: Sie müssen demjenigen im Zweifelsfall erklären können, wie er auf der Website des Softwareherstellers das Fernhilfeprogramm herunterlädt und es danach startet. Einige Hersteller bieten dafür spezielle, sehr einfach bedienbare Landing-Pages an, auf denen man den korrekten Download-Button weder übersehen noch verwechseln kann. Eventuell muss das Hilfe-Tool dann auch nicht nur



TeamViewer Assist AR hilft dabei, aus der Ferne Dinge zu erklären, die nicht auf einem PC laufen – für privat auch gratis.



AnyDesk ist ein typisches Beispiel für Fernhilfetools: Software starten, zehnstellige PC-Adresse an den Helfer durchgeben, Verbindung bestätigen. Herunterladen muss man sie vorher trotzdem.

gestartet, sondern auch installiert werden – das kann eine zusätzliche Hürde sein.

Damit sind wir bei der zweiten Falle: Viele Fernhilfeprogramme laufen auch als portables Programm, müssen also nicht erst installiert werden. Bei einigen allerdings kann ein solcher Betrieb zu Problemen führen, wenn der Ziel-PC mit Windows läuft und eine UAC-Abfrage stellt (User Access Control, Benutzerkontensteuerung). Im besten Fall können Sie den Dialog aus der Ferne bestätigen oder sehen ihn zumindest, sodass Sie Ihr Gegenüber bitten können, ihn vor Ort abzunicken. In ungünstigeren Fällen bekommen Sie den UAC-Dialog selbst nicht einmal zu Gesicht und können, wird er vom Gegenüber bestätigt, zwar Fenster sehen, die mit Adminrechten laufen, nicht aber bedienen. Auch haben wir schon erlebt, dass bei UAC-Abfragen die Verbindung komplett abreißt. Je nach Software und Plattform gehört es außerdem zum guten Ton, dass der Hilfesuchende Ihnen mit separaten Klicks erlauben muss, nicht nur seinen Bildschirminhalt zu betrachten, sondern auch den Desktop aus der Ferne zu bedienen.

Wird das Fernhilfetool beim Hilfesuchenden installiert oder zumindest portabel mit Administratorrechten gestartet, fallen Windows-UAC-Kinkerlitzchen viel milder aus oder verschwinden ganz. Das ist komfortabel, aber wir weisen ausdrücklich auf zwei weitere potenzielle Schlaglöcher hin, die sich auftun können, wenn

eine installierte Fernhilfesoftware nicht auch regelmäßige Updates bekommt. Dann kann es zum einen vorkommen, dass Ihr topaktueller Zugriffsclient sich weigert, eine Verbindung zur veralteten Programmversion Ihres Gegenübers herzustellen. Für solche Fälle ist es keine schlechte Idee, ältere Hauptversionen der Software griffbereit zu haben. Zum anderen kann auch ein ernsthaftes Sicherheitsproblem entstehen, nämlich dann, wenn die Software beim Hilfesuchenden dauerhaft mitläuft und auf eingehende Verbindungsanfragen lauscht. Falls die veraltete Version eine bekannte Sicherheitslücke hat, die später gefixt wurde, können Kriminelle diese ausnutzen, um Rechner unbemerkt zu kapern.

Wachsam sein

An dieser Stelle noch ein weiterer Hinweis: Software à la TeamViewer kann sowohl ein hilfreiches Werkzeug als auch eine Waffe sein – letzteres, weil es auch gerne von Kriminellen benutzt wird. Die animieren un-

bedarft Nutzer in betrügerischen Telefonanrufen dazu, die Software zu installieren. Sobald sie ihre Opfer überredet haben, ihnen den Zutritt zum (Windows-)PC zu gewähren, sabotieren sie die Installation, um Lösegeld zu erpressen, gespeicherte Passwörter abzugreifen und ähnliches.

Die Masche ist vor allem deshalb einigermaßen perfide, weil so manche Laien den Namen „TeamViewer“ schon einmal gehört haben oder auch positive Erinnerungen damit verbinden (Sie konnten damit ja immer so gut aus der Ferne helfen). Es ist daher immer eine gute Idee, die Leute, denen Sie Hilfestellung geben, über solche Maschen aufzuklären. Und auch wenn Sie im Bekanntenkreis jemand unvermittelt fragt, ob TeamViewer oder AnyDesk denn eine harmlose Software ist, sollten Sie hellhörig werden.

Fazit: Kanonen und Spatzen

Für den privaten Support im Freundeskreis ist ein professionelles Fernhilfetool auch deshalb gar nicht nötig, weil der Funktionsumfang meist völlig überkandidelt ist: Die Möglichkeit, in Hilfssitzungen Notizen anzufügen, im Bildinhalt zu zeichnen, zu chatten oder größere Dateimengen zu übertragen, braucht man oft gar nicht. Die Fernhilfeprogramme, die die meisten Betriebssysteme gleich an Bord haben, sind schlicht das naheliegendste, um den Eltern beim Installieren des Druckertreibers zu helfen oder dem besten Kumpel kurz zu zeigen, welchen praktischen Handgriff man in der Bildbearbeitung neulich eigentlich gemeint hat. Welche Tools Windows, Linux und macOS dafür genau bieten, lesen Sie im folgenden Artikel. (jss@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Jan Schüßler, Langer Arm, Fernwartungssoftware für Techniker, c't 24/2019, S. 114
- [2] Jan Schüßler, Frei verbunden, Drei Open-Source-Fernwartungsprogramme zum selbst Hosten im Vergleich, c't 9/2023, S. 80
- [3] Niklas Dierking, Gesprächsvermittler, Server für Open-Source-Fernhilfe selbst betreiben, c't 9/2023, S. 84

Fernhilfeprogramme mit Gratisnutzung – eine Auswahl

Name	AnyDesk	MeshCentral	pcvisit	RustDesk	TeamViewer
Hersteller	AnyDesk Software GmbH	Ylian Saint-Hilaire & Community	pcvisit Software AG	Purslane Ltd. & Community	TeamViewer Germany GmbH
Website	anydesk.com/de	meshcentral.com	pcvisit.de	rustdesk.com	teamviewer.com/de
Einschränkung für Gratisnutzung	nur privat	–	5 Sitzungen pro Monat, auch geschäftlich	fehlende Features, veraltete Serverversion	nur privat
günstigstes kostenpfl. Abo (jährlich)	275 €	–	199 €	119 US-\$	167 €

Bereit für das Ende von Sophos UTM?

Wechseln Sie rechtzeitig zu **OPNsense**!

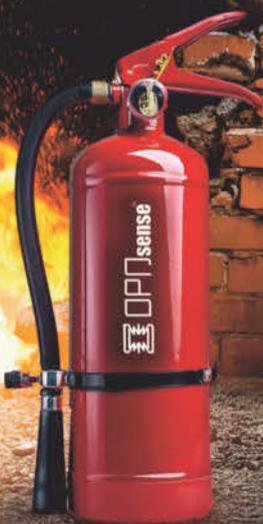
Das End of Life der Firewall Sophos UTM steht bevor. Lassen Sie Ihre IT nicht ungeschützt und planen Sie rechtzeitig den **Umstieg** zu einer zuverlässigen und sicheren Alternative. Die **Open Source Firewall OPNsense** bietet modernste Security-Features – und das ganz ohne Lizenzkosten! Unsere Experten unterstützen Sie gerne bei der Inbetriebnahme und sorgen für eine erfolgreiche Migration.



Mehr erfahren:

Web: thomas-krenn.com/opn

Tel: +49 (0) 8551.9150-300



**THOMAS
KRENN**[®]
IT's people business



Köpfchen statt Kohle

Bordmittel zur plattformagnostischen Fernhilfe

Die Hersteller von Werkzeug, das Helfern in der Ferne Bildschirm, Maus und Tastatur zugänglich macht, wollen damit Geld verdienen und erlauben die Gratisnutzung nur unter Auflagen. Wer die dabei übliche Gängelei nicht ertragen mag und ohnehin häufiger aushelfen darf, beugt mit unseren Tipps vor, braucht nur Bordmittel und kann obendrein Cloud-frei und plattformübergreifend helfen.

Von Peter Siering

Wenn Hilfe suchende und helfende Person, obwohl sie an unterschiedlichen Orten sitzen, gemeinsam auf einen Bildschirm schauen und womöglich gleichberechtigt Tastatur und Maus bedienen wollen, kommt findige Technik zum Einsatz: Spezielle Vermittlungsdienste verbinden die üblicherweise hinter einem Router nicht direkt erreichbaren Geräte, sodass diese direkt kommunizieren können.

Für solche Fernhilfe-Software gibt es viele kommerzielle Anbieter. Sie verlangen Geld dafür, dass sie wie eine Telefonvermittlung über eine Nummer die Geräte der Beteiligten zueinander bringen und optional über ein Geheimnis, etwa einen Schlüssel oder ein Passwort, schützen.

In den meisten heutigen Betriebssystemen steckt aber alles, um Fernhilfe zu realisieren, ohne dafür zusätzliche Software zu kaufen. Lediglich dem Hersteller und seinen Cloud-Diensten müssen Helfer und Hilfesuchender vertrauen. Wenn

sie ganz auf einen Vermittler verzichten wollen, müssen sie selbst in die Rolle des Vermittlers schlüpfen. Das Folgende stellt die Bordmittel der gängigen Systeme vor und zeigt Alternativen zu Vermittlungsdiensten auf.

Windows einfach

Windows beherbergt gleich zwei Verfahren zur Fernhilfe. Eine Funktion, die einst „Remote Unterstützung“ hieß, firmiert heute unter mehreren Namen in der Microsoft-Welt: „Schnellhilfe“ und „Remotehilfe“ sind die gängigsten Bezeichnungen. Unter dem erstgenannten Namen ist die App, wenn sie bereits installiert ist, über die lokale Suche im Startmenü per Windows-Taste zu finden. Falls sie noch nicht installiert ist, zaubert die Eingabe des zweiten Namens die App im Microsoft Store zur Installation hervor.

Die Nutzung fällt leicht: Der Helfer muss sich zumindest in der App mit einem Microsoft-Konto anmelden. Die App

spuckt einen Code aus. Diesen Code gibt der Hilfesuchende (auch ohne Microsoft-Konto) bei sich in der App ein und der Rest ergibt sich: Nach dem Verbindungsaufbau darf der Helfer zunächst nur schauen. Er oder der Hilfesuchende können aber die Steuerung freigeben, sodass der Helfer den fremden PC mit seiner eigenen Maus und Tastatur bedienen kann.

Der Vorteil dieser Lösung ist, dass durch die Anmeldung des Helfers an ein Microsoft-Konto ein Cloud-Dienst zwischen den beiden vermittelt. Wer diese Dienste bedenkenlos in Anspruch nehmen mag und mit einer reinen Windows-Lösung zufrieden ist, braucht also keine separaten Helfer – und kann hier mit dem Lesen aufhören.

Windows cool

Die zweite Funktion, die sich für die Windows-Fernhilfe eignet, heißt „Remote Desktop“, ist aber leider nicht in allen Editionen von Windows enthalten. Home kennt sie nicht, ab Pro ist sie vorhanden. Dahinter stecken ausgewachsene Fernsteuermechanismen, die das Fernbedienen von Windows erlauben sollen und auch die Basis für die Terminalserver-Dienste in Windows Server bilden.

Auf den ersten Blick taugt Remote Desktop nicht zur Fernhilfe, weil der Benutzer „Peter“ beim Verbinden die Sitzung eines dort bereits unter demselben Namen lokal angemeldeten Benutzers schlicht übernimmt und der sich plötzlich vorm Sperrbildschirm wiederfindet. Damit scheint die Funktion nur für die Fernwartung geeignet: In einer Hilfsdienstleistung könnte man also allenfalls für einen Benutzer stellvertretend Dinge erledigen – der kann dabei üblicherweise nicht zusehen.

Aber Zusehen geht eben doch: Die Terminaldienste kennen einen speziellen Schattenmodus, der sich bewusst auf eine bestehende Terminalsitzung aufschaltet. Was eigentlich für die Betreiber von Terminalservern gedacht war, lässt sich zur Fernhilfe prima auch auf Einzelplatz-Windows-Versionen ab Pro einsetzen. Die Einzelplatzversion ist zwar auf eine Terminalsitzung beschränkt, aber der Hilfesuchende zählt nicht, wenn er direkt angeschlossene Maus, Tastatur und Monitore verwendet.

Das heißt, dass sich der Helfer per Terminalsitzung zusätzlich verbinden und im Schattenmodus auf die gerade aktive Sitzung aufschalten kann. Damit das

klappt, sind zwei technische Voraussetzungen zu erfüllen: Der Server auf dem Clientsystem muss entsprechend konfiguriert sein (was per Gruppenrichtlinie oder Registry geht) und die Clientsoftware muss Schattensitzungen überhaupt kennen – die Details stehen im Kasten („RDP verkehrt: Shadowing“).

Eine dritte Voraussetzung ist von den beteiligten Personen miteinander zu klären: Für den Zugriff über das Remote Desktop Protokoll braucht der Helfer das Passwort des Hilfesuchenden. Im Fall eines Microsoft-Kontos öffnet dieses auch den Zugang zu anderen Diensten. Es sollte also ein belastbares Vertrauensverhältnis bestehen. Eventuell hilft es, Passwörter vorübergehend zu ändern.

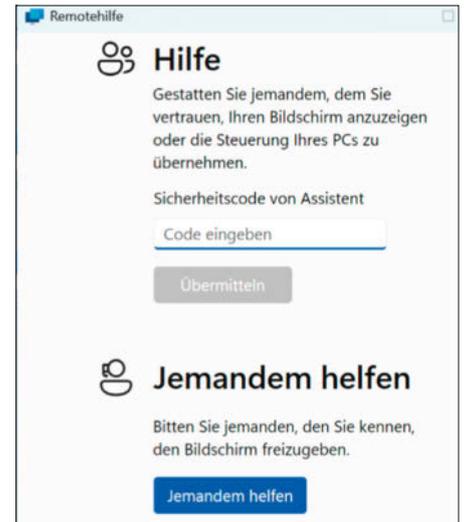
Technisch sind die Terminal-Dienste sehr schlank umgesetzt: Das dafür zuständige Remote Desktop Protokoll (RDP) verwendet lediglich den TCP-Port 3389. Clients gibt es für eigentlich alle Betriebssysteme und auch für Mobilgeräte. Allerdings kennt, soweit wir das wissen, nur der in Windows enthaltene Client die für die Fernhilfe nützlichen Schattensitzungen; der Helfer benötigt also ebenfalls Windows.

macOS mit eigenem Weg

macOS macht keine Unterschiede zwischen irgendwelchen Editionen und setzt auf die Apple-Cloud-Dienste: Der einfachste Weg, um Bildschirme von einem macOS zum anderen zu teilen, setzt voraus, dass sich beide Personen mit ihrer Apple-ID anmelden. In der Nachrichten-App oder einem FaceTime-Anruf kann dann der Hilfesuchende seinen Bildschirm teilen und zur Steuerung freigeben; die Nachrichten-App macht dabei zusätzlich einen Audio-Kanal auf.

Facetime und Nachrichten-App greifen auf das Programm Bildschirmfreigabe zurück. Das ist schon seit vielen Versionen das Mittel der Wahl, um aus der Ferne einem angemeldeten Nutzer zu assistieren. In den Systemeinstellungen muss der Zugriff aus der Ferne für den Benutzer erlaubt sein. Übrigens: Wer die Bildschirmfreigabe für den Fernzugriff auf seinen Mac benutzt, sollte wissen, dass der Mac während der Fernbedienung den offenen Desktop zeigt – hübsch für Schabernack, den jemand, der das mitbekommt, vor Ort mit Maus und Tastatur treiben kann.

macOS kennt in den Systemeinstellungen zusätzlich „Entfernte Verwaltung“, die auf der Bildschirmfreigabe aufbaut.



Die Windows-Remotehilfe ist simpel. Der Helfer meldet sich mit (s)einem Microsoft-Konto in der App an und erhält einen Code aus Zahlen und Buchstaben. Den gibt der Hilfesuchende bei sich in die App ein, und schon sind die beiden Personen verbunden.

Nur eine der beiden Funktionen kann eingeschaltet sein. An der entfernten Verwaltung hängt mehr, etwa fein ziselierte Optionen zum Erteilen von Rechten. Die braucht man zwar in der Fernhilfesituation nicht, sind aber im Gespann mit der von Apple für rund 90 Euro angebotenen Anwendung „Remote Desktop“ nützlich für Menschen, die mehrere Macs administrieren. Für Fernhilfe via FaceTime oder Nachrichten muss keine der beiden Funktionen aktiv sein.

Hinter der Bildschirmfreigabe steckt eine abwärtskompatible Erweiterung des Remote-Framebuffer-Protokolls, dessen Implementierung unter dem Namen „Virtual Network Computing“ oder kurz VNC deutlich bekannter sein dürfte. VNC hatte sich auf die Fahnen geschrieben, plattformübergreifende Fernwartung zu erlauben. Es kommt wie RDP mit einem einzigen TCP-Port klar, üblicherweise 5900.

Linux wie Windows

Obwohl die Basis der grafischen Bedienoberfläche von Linux an sich eigentlich schon immer netzwerkfähig war und damit geradezu prädestiniert für einen gemeinsamen Blick auf den Bildschirm ist, hat sich keine eigene Technik zur Fernhilfe etabliert. Das vom Mac verwendete und zuvor erläuterte VNC war eine Zeit lang verbreitet; seit dem Wechsel von Xorg auf Wayland krankt der VNC-Einsatz derzeit allerdings in vielen Distributionen.

Als nutzbare Alternative unter Linux hat sich mehr und mehr das in der Windows-Welt verbreitete Remote Desktop Protokoll (RDP) durchgesetzt. Gängige Desktop-Oberflächen wie Gnome bringen standardmäßig Erweiterungen mit, um den Desktop für den Zugriff per RDP freizugeben. Verbindet sich ein Helfer dann mit den Zugangsdaten des Hilfesuchenden, landet er auf dessen Desktop – ohne, wie unter Windows, dafür eine spezielle Option für den Schattenmodus zu benötigen.

Wie sich eine bestimmte Linux-Distribution allerdings verhält, lässt sich kaum

vorhersagen. Eine Standardinstallation von Debian 12 lieferte unserem Helfer per RDP die Sitzung des angemeldeten Nutzers, nachdem dieser in Gnome den Zugriff erlaubt hatte und sich der Helfer mit dessen Zugangsdaten angemeldet hatte. KDE setzt mit dem krfb-Paket noch auf VNC, ein krdp-Paket entsteht gerade.

Verbinden

Je nach verwendetem RDP-Client kann es überdies notwendig sein, Komfortfunktionen wie das Durchreichen von Audio, den Zugriff auf Drucker et cetera abzuschalten – spätestens wenn der Verbindungsaufbau

nach Eingabe des Benutzernamens und Passworts nicht zustande kommt. Mit diesen Weichenstellungen gelingen Verbindungen auch dann, wenn sie plattformübergreifend etwa von macOS oder Windows auf Linux stattfinden.

Den so weit vorgestellten Ansätzen, die ohne Microsoft-Konto oder Apple-ID arbeiten, ist ein Problem gemein: Sie kommunizieren lediglich in einem lokalen Netz, in dem die Geräte stationiert sind, ganz einfach über die IP-Adresse oder den Gerätenamen.

Sobald die Geräte in unterschiedlichen Netzen stehen, braucht es zusätzlich

RDP verkehrt: Shadowing

Der in Windows ab der Pro-Edition eingebaute Server für das Remote Desktop Protokoll (RDP) lässt sich so konfigurieren, dass sich ein Benutzer über das Netzwerk auf eine bestehende lokale Anmeldesitzung aufschalten kann. Dazu muss eine spezielle Option gesetzt sein. Sie ist im Gruppenrichtlinieneditor (gpedit.msc) als „Regeln für Remotesteuerung von Remotedesktopdienste-Benutzersitzungen festlegen“ erreichbar unter „Computerkonfiguration/ Administrative-Vorlagen/Windows-Komponenten/Remotedesktopdienste/Remote-Desktopsitzung-Host/Verbindungen“.

Außerdem ist es notwendig, dass der Windows-PC sowohl Zugriffe auf die Remote-Desktop-Dienste und außerdem auch auf Dateifreigaben im lokalen Netz akzeptiert.

In der Firewall (wf.msc) müssen dazu zwei eingehende Regeln auf „Aktiviert“ stehen: die für „Remotedesktop – Schatten (TCP eingehend)“ und die für „Datei- und Druckerfreigabe (SMB-eingehend)“. Diese Regeln wirken in allen Netzwerkprofilen. Wenn Sie die Funktion auf einem mobilen Gerät aktivieren, das in verschiedenen Netzen verwendet wird, sollten Sie die Regel besser so zuschnüren, dass sie nur für bestimmte IP-Adressen gilt, etwa das beim Hilfesuchenden genutzte IPv4-Netz.

Nach diesen Konfigurationsänderungen ist es möglich, mit dem Windows-Terminaldienste-Client „mstsc.exe“ eine Verbindung auf den Desktop eines lokal angemeldeten Nutzers herzustellen. Dazu braucht das Programm einige spezielle

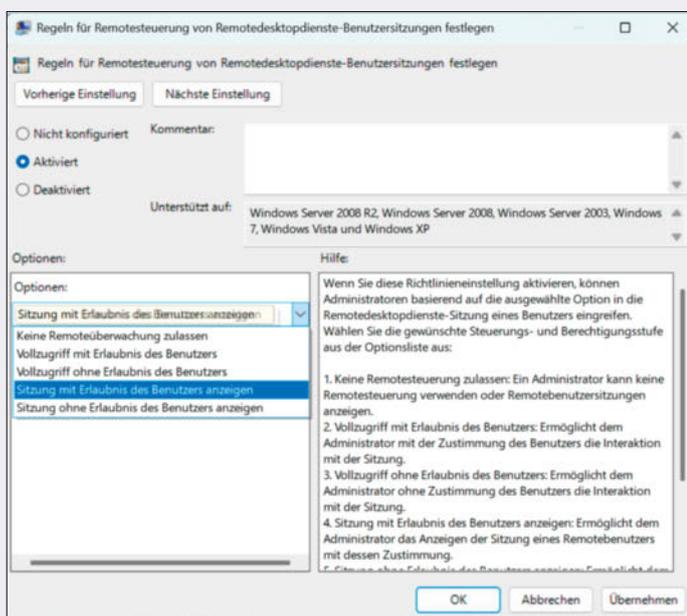


Der Hilfesuchende kriegt idealerweise zumindest eine spartanische Rückfrage zu sehen, wenn sich der Helfer per RDP verbindet.

Parameter, die per Option zu setzen sind (das GUI bietet diese nicht an): `mstsc /shadow:1 /prompt /v:<IP-Adresse-des-PCs-des-Hilfesuchenden>`. Diese Optionen lassen sich nur auf der Kommandozeile angeben, nicht in der grafischen Oberfläche.

Mit `/prompt` zwingen Sie den RDP-Client, Benutzername und Passwort zu erfragen. Mit der Option `/shadow` geben Sie die virtuelle Konsole an. Bei interaktiver Nutzung ist das meist 1. Falls nicht: Die Befehle `query session` und `qwinsta` geben die nötige ID aus. Bitten Sie gegebenenfalls den Hilfesuchenden, die Ausgaben des Befehls als Foto zu schicken.

Rechnen Sie damit, dass Sie es mit den Unwägbarkeiten der Windows-Netzwerkfunktionen zu tun bekommen und probieren Sie den geteilten RDP-Zugriff zunächst vor Ort lokal aus: Das Ganze wird nur klappen, wenn das Benutzerkonto ein Passwort hat, sonst weigert sich Windows, Netzwerkverbindungen herzustellen. Prüfen Sie gegebenenfalls, ob mit den Zugangsdaten ein Zugriff auf die Users-Freigabe (`net use \\<IP-Adresse-des-PCs-des-Hilfesuchenden>\Users`) möglich ist. Falls nicht, dürfte das Setzen der Firewall-Regeln misslungen sein.



RDP-Shadowing lässt sich über gpedit.msc auch auf Windows-Client-Systemen ab Pro aktivieren. Es erlaubt, per RDP lokal an Windows angemeldeten Benutzern zu helfen. Ob der Nutzer Kenntnis davon erhält, dass sich ein Helfer verbindet, regeln die Gruppenrichtlinien.

vermittelnde Technik, die präventiv eingerichtet sein muss. Sie muss die Zugriffe vom Gerät des Helfers auf das des Hilfesuchenden übertragen und dabei auf beiden Seiten die Paketfilter (Firewalls) der Router überwinden. Schlicht den Port für VNC oder RDP im Router durchzureichen wäre viel zu unsicher.

Simpel: VPN

Im Folgenden stellen wir drei Ansätze vor, Zugriff in die entfernten Netze zu realisieren: Die erste, recht bequeme Methode, erschließen die modernen Mesh-VPNs wie TailScale oder ZeroTier. Sie fügen Geräte, die in verschiedenen, getrennten Netzen stehen, zu einem virtuellen Netzwerk zusammen. Dabei steht das zur Fernhilfe genutzte Gerät dann quasi neben dem Gerät des Hilfesuchenden.

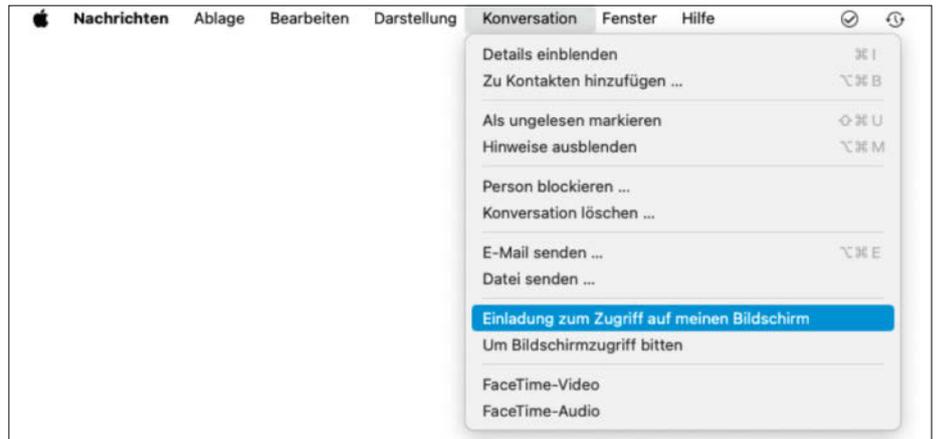
Je nach eingesetzter Technik kann die Mesh-VPN-Software dabei dosieren, welche Dienste (TCP-Ports) sie überhaupt zustellt, oder der Helfer aktiviert Verbindungen erst bei Bedarf. Er sollte unbedingt darauf achten, seine eigenen Geräte vor Zugriffen des Hilfesuchenden zu schützen. Das erfordert eine gewisse Expertise im Umgang mit den Mesh-VPNs.

Die zweite, ebenfalls recht bequeme Methode, nutzt einen oft schon im Router des Hilfesuchenden vorhandenen VPN-Server. Für die Fernhilfe baut der Helfer dann eine eigens für diese Zwecke eingerichtete VPN-Verbindung auf und kann sich im entfernten Netz frei bewegen. Das setzt natürlich ein gewisses Vertrauen auf beiden Seiten voraus.

Auch hierbei besteht die Gefahr, dass Geräte im per VPN verbundenen Netz auf den VPN-Client zugreifen. Dagegen helfen Firewall-Regeln auf dem Client und die Vorgabe, dass die zur Fernhilfe eingerichtete VPN-Verbindung nur die für das entfernte Netz bestimmten Pakete in den Tunnel schickt (Split-Tunnel). Sie presst also nicht ihren gesamten Internet-Verkehr durch den Tunnel.

Hardcore: SSH

Die dritte Methode ist weniger bequem, birgt aber die geringsten Sicherheitsrisiken für das Gerät des Helfers: ein SSH-Tunnel. Der setzt voraus, dass irgendwo im Netz des Hilfesuchenden ein System existiert, das per SSH erreichbar ist – das kann ein SSH-Server auf einem Linux-Server sein oder ein eigens dafür in Betrieb genommener Raspi. Windows-Nutzer sollten sich für SSH übrigens nicht mehr



Mit Apple-ID fällt in der macOS-Welt Fernhilfe leicht: Aus FaceTime-Sitzungen heraus oder auch aus iMessage (Nachrichten) können beide Seiten eine Bildschirmfreigabe anstoßen. Weiteres Konfigurationsgefummel ist dafür nicht notwendig.

mit Putty herumschlagen. Aktuelle Windows-Versionen bringen SSH-Client und -Server mit.

Sind diese Voraussetzungen erfüllt, baut der Befehl `ssh <ssh-Endpunkt-im-Netz-des-Hilfesuchenden> -L <lokaler-freier-tcp-port>:<IP-Adresse-des-PCs-des-Hilfesuchenden>:<Port-des-Dienstes> einen Tunnel. Den Tunnel betritt Software auf dem Gerät des Helfers, indem er eine Verbindung zu localhost:<lokaler-freier-tcp-port> beziehungsweise 127.0.0.1:<lokaler-freier-tcp-port> aufbaut.`

Dort eingefüllte Pakete leitet der SSH-Server im entfernten Netz an die angegebene IP-Adresse nebst TCP-Port weiter

und die Antworten retour. Für RDP ist die Portnummer 3389, im Fall einer VNC-Verbindung zu einem entfernten Mac ist es Port 5900. Als lokalen Port für den Einstieg in den Tunnel eignet sich eine Portnummer jenseits von 1023 – kleinere Ports sind oft belegt und auf Unix-Systemen für normale Nutzer nicht zugänglich.

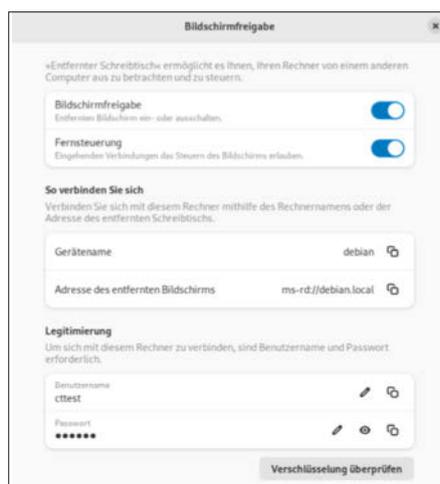
Eine wichtige Warnung zum Schluss: Wenn Sie SSH-Zugriffe über eine Portfreigabe zulassen, sollten Sie das SSH-1x1 beherrschen: Deaktivieren Sie im SSH-Server das Anmelden per Benutzername und Passwort und setzen Sie ausschließlich auf eigens generierte Schlüssel, die Sie mit einer Passphrase schützen. Verlegen Sie den externen SSH-Port weg von 22, um dem Verkehr der brunzdoofen Portscanner zu entgehen. Kümmern Sie sich um regelmäßige Updates auf dem Server.

Fazit

Für häufig zum Helfen eingespannte Personen könnte sich der Aufwand lohnen, den sie betreiben müssen, um die Geräte von Hilfesuchenden ohne Vermittlungsdienste von Dritten zu erreichen. Sie profitieren vor allem dann, wenn sie ohnehin in den Netzen der anderen regelmäßig Wartungsdienste vollbringen.

Allen, die ihre Cloud-Skepsis überwinden und die nur gelegentlich Hilfe leisten, dürften zumeist die eingangs beschriebenen, einfachen Bordmittel von Windows und macOS genügen – vorausgesetzt, sie arbeiten selbst jeweils auf eben diesen Betriebssystemen und müssen nicht von macOS aus in Windows herumklempnern oder vice versa.

(ps@ct.de) **ct**



Gnome birgt in den Systemeinstellungen eine Bildschirmfreigabe, die den Desktop eines Nutzers über das aus der Windows-Welt stammende RDP zugänglich macht. Anders als standardmäßig unter Windows schließt der RDP-Zugang unter Linux den Hilfesuchenden nicht aus.

So arbeiten die Profis

Aus dem Alltag der professionellen PC-Doktoren



Manchmal weiß man als privater Helfer nicht weiter oder die Möglichkeiten sind begrenzt. Sicher kann auch nicht jeder PC-Nutzer mit Problemen auf einen Experten im Familien- oder Bekanntenkreis zählen. Wie arbeiten diejenigen, die schwächelnde PCs beruflich verarzten und was lässt sich von ihnen lernen?

Von Niklas Dierking

Was passiert, wenn der PC streikt und sich weit und breit kein hilfsbereiter c't-Leser findet? Oder der mit seinem Latein am Ende ist? Vielleicht fehlt ja auch die passende Hard- und Software zur Fehlerdiagnose- und Behebung? Dann führt der Weg wahrscheinlich zu jemandem, der PC-Hilfe als Dienstleistung anbietet. Wir haben mit Stephan Bäcker vom IT-Dienstleister Trebaxa über seinen Alltag als professioneller PC-Retter gesprochen und durften Patrick Mansfeld Niemi und Kenneth Göhns, Techniker bei PC-Spezialist in Hannover, einen Vormittag lang über die Schulter schauen.

Für sie spielt Fernhilfe im Berufsalltag eine große Rolle, wenn auch auf unterschiedliche Art und Weise. Bäcker ist nach Experimenten mit dem Open-Source-Projekt RustDesk und verwandten Anwendungen wie HopToDesk zurückgekehrt zum klassischen TeamViewer und erledigt

damit den Großteil seiner Arbeit. Wenn er bei Geschäftskunden einen VPN-Zugang hat, kommt der im Verbund mit den gängigen Remote-Desktop-Bordmitteln zum Einsatz, die im Artikel auf Seite 24 erklärt werden. Wenn es erforderlich ist, fährt er zum Kunden und versucht, das Problem vor Ort zu lösen; Laufkundschaft bedient er nicht mehr.

Anders sieht es in der Filiale von PC-Spezialist in Hannover aus, wo es pünktlich zur Ladenöffnung geschäftig zugeht und sowohl die Tür als auch das Telefon klingelt. Wenn dort Fernhilfe geleistet wird, dann über eine hauseigene Softwaresuite, die Kunden auf ihren Systemen installiert. Die kümmert sich auch um Updates, erfasst Daten wie die Temperatur einzelner Komponenten oder den Füllstand des Massenspeichers und liefert den Helfenden so Informationen zum allgemeinen Gesundheitszustand des Systems. Ihre Softwaresuite bezieht die Filiale aus der Zentrale. PC-Spezialist ist ein Franchise-Unternehmen unter dem Dach von Synaxon, einer Verbundgruppe für IT-Dienstleister.

Die Fernhilfe ist für die professionellen PC-Helfer allein schon unerlässlich, damit sie sich selbst schnell ein Bild von der Lage machen können. Denn die Problembeschreibungen der Kunden sind oft unpräzise, etwa weil sie nervige Fehlermeldungen wegklicken oder am Telefon falsch wiedergeben. Da kommt es schon mal vor, dass jemand etwas von einem Problem mit der Lautstärke berichtet, obwohl der Speicherplatz der Systempartition zur Neige geht. Volume ist eben nicht gleich Volume.

Diffuse Angst vor Hackern

Was bei den Gesprächen mit Privatkunden auffällt: Es gibt offenbar eine starke, aber sehr diffuse Angst, dass das eigene System

kompromittiert sein könnte. Als erste Verteidigungslinie gegen Cyber-Schurken müssen die Experten oft geduldig die Mechanismen hinter Hacking-Angriffen und Betrugsmaschinen aufdröseln und erklären, dass sich vom merkwürdigen Verhalten eines Programms nicht direkt auf einen Hackerangriff schließen lässt.

Und auch wenn sich ein Kunde tatsächlich mal einen Schädling eingefangen hat, beispielsweise durch einen verseuchten Mail-Anhang, gilt es zu erklären, dass es viel wahrscheinlicher ist, zufälliges Opfer einer automatisierten Kampagne geworden zu sein, als dass einem die persönliche Cyber-Nemesis nach den Urlaubsfotos trachtet. Um Kunden gegen Angriffe zu wappnen, beraten die Mitarbeiter bei PC-Spezialist auch in Sachen Zwei-Faktor-Authentifizierung und Passwortmanager.

Die Angst vor Viren spannen Betrüger gerne vor ihren Karren und profitieren davon, dass unbedarfte Nutzer oft nicht einschätzen können, ob eine Systembenachrichtigung, etwa eine Warnung vor deaktiviertem Virenschutz, legitimen Ursprungs ist. Beliebtes Einfallstor sind laut Bäcker die Desktopbenachrichtigungen der Browser, über die man Websites normalerweise erlaubt, Benachrichtigungen im Infobereich der Windows-Taskleiste anzuzeigen.

Werkzeugkasten

Zu der wichtigsten Software im Werkzeugkasten der professionellen PC-Helfer gehören Live-Systeme, die man von einem USB-Stick startet, wie das c't Notfall-Windows oder Linux-Spezialdistributionen wie Clonezilla und GParted. Um nicht einen ganzen Schlüsselbund mit USB-Sticks herumzuschleppen, hat Bäcker einen Iodd Mini dabei.

Das ist ein verschlüsseltes SSD-Laufwerk, das alle Startmedien beherbergt und via USB mit dem Rechner verbunden wird. Das kleine Display zeigt ein Menü, aus dem der Bäcker dann das zu startende Live-System auswählt; der Rechner behandelt es wie eine eingelegte DVD. Wenn Sie für Ihre Hilfstätigkeiten einen USB-Stick suchen, von dem mehrere Live-Systeme starten, ist Ventoy eine Option [1]. Leider hat sich Ventoy bei unseren Testläufen nicht gut mit dem Notfall-Windows vertragen.

Reparaturarbeiten und Fundstücke

Kenneth Göhns, Auszubildener bei PC-Spezialist, kümmert sich unter anderem um Reparaturarbeiten und erklärt, dass Notebooks mit Flüssigkeitsschäden zu den häufigeren Patienten gehören. Auf der Werkbank liegt ein aufgeschraubtes Notebook mit stark korrodierten Heatpipes. Als Beifang stellt sich heraus, dass der Lithium-Ionen-Akku des Notebooks bereits gefährlich aufgebläht war, oder um es mit seinen Worten zu sagen: „Guck mal, Spicy Pillow.“ Dieses Gerät sei nicht mehr zu retten, aber oft gelinge es, die Daten zu sichern, beispielsweise durch den Ausbau der SSD oder Festplatte.

Hardwareproblemen kommt Göhns durch das Ausschlussverfahren auf die Spur. Dafür gibt es mehrere sogenannte Test-Benches, auf die er Motherboards schrauben kann und die PC-Komponenten für ihn besonders gut zugänglich machen. Ausgehend von der Problem-

beschreibung des Kunden probiert er dann durch, welche der verbauten Komponenten zicken. Dafür gibt es einen reichen Fundus an Grafikkarten, Prozessoren, Arbeitsspeicher, Netzteilen und mehr. Wenn ein Kunde ein defektes System oder ein Altgerät zur Entsorgung freigibt, wird geprüft, ob sich etwas von der verbauten Hardware zum Gegendesten gebrauchen lässt.

Oft handelt es sich um simple Ursachen, etwa falsch gesteckte RAM-Riegel, aber es gibt auch komplexe Problemlagen, bei denen bis zu zwei Wochen ins Land gehen, bis sich das Fehlverhalten zuverlässig reproduzieren lässt. Bei der Reparatur von Computern haben sich über die Jahre schon einige kuriose Funde angesammelt. Gelegentlich gelingt es Flora und Fauna, PC-Gehäuse als Lebensraum zu erobern, beispielsweise in Form von Brutstätten für Spinnen. Algen gedeihen anscheinend auch ausgezeichnet in den Wasserkühlungen von Gaming-PCs. Staub sei auf Dauer nicht so schlimm wie die öligen Rückstände von Zigarettenrauch. Die sind schwerer zu entfernen, erzählt Göhns.

Die Arbeit wirkt abwechslungsreich und die Techniker berichten, dass die meisten Kunden die Hilfe dankbar annehmen. Viele Kunden seien nicht sehr technikaffin, aber dafür unkompliziert im Umgang. Herausfordernder seien diejenigen, die sich vor dem Besuch in der Filiale von Google haben beraten lassen und mit sehr genauen Vorstellungen des Defekts und wie dieser zu beheben sei zu den PC-Helfern kommen. Wird dann ein anderes, womöglich kostspieligeres Problem diagnostiziert, fühlen die sich schon mal in ihrer Ehre als Technik-Spezis gekränkt und werden bockig.

Wem wird hier eigentlich geholfen?

So ein Gebaren ist in der Sphäre der freiwilligen PC-Verarztung wahrscheinlich eher selten. Aber wie unterscheidet sie sich sonst von der professionellen Dienstleistung und was können die „Ehrenamtlichen“ unter uns mitnehmen? Konkrete Tipps sind aufgrund der Vielfalt der Probleme schwer zu geben, aber Bäcker erklärt, dass es einen Unterschied zwischen „gut gemeint“ und „gut gemacht“ gibt.

Auf Systemen, auf denen schon ein Bekannter des Hilfesuchenden dran war, findet er oft exotische „Optimierungssoftware“, die verspricht, das System aufzu-



Patrick Mansfeld Niemi betreut als Techniker Privatkunden bei PC-Spezialist in Hannover.

räumen oder schneller zu machen. In diesen Fällen könne man froh sein, wenn die keinen Schaden angerichtet habe. Diese Art von Software deinstalliert er in der Regel.

Ein weiterer Rat: Versuchen Sie, sich in Ihrer Rolle als Helfer nicht zu sehr von Ihrem Ego leiten zu lassen. Allzu schnell erteilt man unerwünschte Ratschläge und es fallen Sätze wie: „Ach, der Browser ist doch nichts, komm' ich installiere Dir etwas Vernünftiges ...“, „Was, wieso benutzt Du denn diesen ollen E-Mail-Client?!“ oder „Ich installiere Dir gleich mal ein paar praktische Programme, wo ich gerade dabei bin ...“. Stellen Sie sich stets die Frage, ob Sie damit wirklich im besten Sinne des Hilfesuchenden handeln oder nicht vielleicht eine für die Person wichtige Routine sprengen.

Es schadet auch nicht, die Grenzen der eigenen Fähigkeiten realistisch einschätzen zu können. Gestehen Sie lieber beizeiten ein, dass Sie nicht mehr weiter wissen, bevor Sie einen Fehler begehen, der zu Datenverlust oder Defekten führt. (ndi@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Tim Schürmann, Alles auf eine Karte, Flexible Multiboot-USB-Sticks mit Ventoy erstellen, c't 24/2021, S. 142



Mit Spezialwerkzeugen wie dem iodd Mini haben professionelle PC-Helfer stets Live-Systeme für alle möglichen Zwecke bereit.

Systemspringer

Frankreich klagt Telegram-Gründer Pawel Durow an

Für die einen ist er ein Freiheitskämpfer, für die anderen ein Unterstützer von Kriminellen: Pawel Durow, der Gründer von Telegram, sitzt nach seiner Verhaftung in Frankreich fest. Die Liste der Vorwürfe klingt so abenteuerlich wie die Geschichte der Kommunikationsplattform.

Von Falk Steiner

Ende August verhaftete die französische Gendarmerie Pawel Durow, den Gründer der Kommunikationsplattform Telegram, am Flughafen Le Bourget bei Paris. Knapp eine Woche später kam er gegen eine Kautions von fünf Millionen Euro vorläufig frei. Seither darf Durow das Land nicht mehr verlassen.

Die Vorwurfsliste der französischen Behörden ist lang: Der Telegram-Chef soll Beihilfe zu illegalen Geschäften geleistet haben. Dazu gehören Hacking, Geldwäsche, Drogenhandel und die Verbreitung von Darstellungen des Kindesmissbrauchs. Durow soll sich geweigert haben, bei der Bekämpfung solcher Fälle mit den Strafverfolgungsbehörden zusammenzuarbeiten. Nicht zuletzt soll er gegen französische Exportbeschränkungen für Verschlüsselungstechniken verstoßen haben. Eine Sonderstaatsanwaltschaft bereitet derzeit die Anklage vor.

Im Kern geht es um die Frage, welche Verantwortung Durow als Chef einer Kommunikationsplattform trägt. Derlei Dienste sind gesetzlich zur Zusammenarbeit mit den Strafverfolgungsbehörden verpflichtet. Die Staatsanwaltschaft wird allerdings nachweisen müssen, in welche Kategorie von Kommunikationsplattform Telegram einzuordnen ist, denn die vom

Staat einforderten Mitwirkungspflichten der Betreiber variieren je nach Art und Größe des Dienstes.

Doch Telegram passt wie Durow selbst in keine Schubladen. Der 39-jährige gebürtige Russe besitzt mehrere Staatsbürgerschaften. Die russische hat Durow nie abgelegt. Seit einigen Jahren ist er auch französischer Staatsbürger. Laut der Telegram-Website ist er zudem Bürger der Vereinigten Arabischen Emirate – das Unternehmen verlegte 2020 seinen Sitz von Großbritannien nach Dubai. Darüber hinaus hat der milliardenschwere Kosmopolit die Staatsbürgerschaft der Karibikinsel St. Kitts und Nevis erworben – einem Steuerparadies, das weder Einkommens-, Schenkungs- noch Erbschaftssteuern erhebt.

Von VK zu Telegram

Hatte Durow bisher versucht, sich mit seiner stattlichen Passsammlung dem Zugriff der Behörden zu entziehen, könnte ihm nun genau diese Multinationalität zum Verhängnis werden. Seine Geschichte er-



Bild: Tatan Syufiana/AP/dpa

Eine Woche nach der Festnahme in Frankreich verließ Pawel Durow gegen eine hohe Kautions die Untersuchungshaft. Er darf das Land aber bis zur Anklageerhebung nicht verlassen.

innert an einen Spionagethriller: 2006 gründete Pawel Durow zusammen mit seinem Bruder Nikolai, einem Mathematiker und Verschlüsselungsexperten, in Russland die Plattform VKontakte. Der Facebook-Klon orientierte sich optisch und funktional eng an seinem Vorbild und wurde schnell erfolgreich. Den russischen Behörden war das recht: Auf einer nationalen Plattform konnten sie die Nutzer besser kontrollieren als in einem von den USA aus gesteuerten Netzwerk. Der Aufstieg von VK ging zudem mit dem Niedergang von LiveJournal einher, das damals vor allem von Oppositionellen in Russland genutzt wurde.

Doch 2013 zog der russische Staat die Zügel bei VK an und ein Jahr später verkaufte Durow seine Anteile an ein staatsnahes Unternehmen. Zu diesem Zeitpunkt hatten die Durow-Brüder bereits ihr nächstes Projekt vorangetrieben: Telegram. Die Grundidee war ein klassischer Messenger, der abhörsichere Kommunikation zwischen zwei Parteien ermöglichen sollte.

Bis heute ist die Kommunikation bei Telegram allerdings grundsätzlich nur bis zum Server transportverschlüsselt. Die Nutzer können zwar eine Ende-zu-Ende-Verschlüsselung aktivieren. Diese steht aber nur für Zweierchats zur Verfügung, nicht für Gruppen und Kanäle. Die Abhörsicherheit der von Pawels Bruder Nikolai entwickelten Verschlüsselung ist nicht vollständig geklärt. Frankreich wirft dem eingebürgerten Telegram-Chef zudem vor, französische Exportbeschränkungen für Verschlüsselungstechnik umgangen zu haben, ohne die nötige Erlaubnis des Premierministers einzuholen.

Auskunftspflicht

Wegen seiner Gruppen und Kanäle, in denen wenige posten und viele zuhören, stufen europäische Behörden Telegram als soziales Netzwerk ein. In dieser Kategorie gelten andere rechtliche Anforderungen als bei reinen Messengerdiensten.

Allerdings halten sich die Betreiber bei der Moderation der geteilten Inhalte stark zurück, sodass sich Meinungen und Informationen sowie auch Desinformationskampagnen nahezu ungehindert verbreiten können. Telegram gerät immer wieder in die Schlagzeilen, weil es aufgrund der relativ hohen Anonymität sowohl von Oppositionellen als auch von Verschwörungsschwurblern und Kriminellen genutzt wird. Die Polizei weist



Herz der Finsternis

Von Hartmut Gieselmann

st es nicht bigott? Mit Blick auf das Internet in Russland schimpfen Regierungssprecher und Medienkommentatoren über die totalitäre Kontrolle, mit der die Behörde Roskomnadsor von der Regierungslinie abweichende Meinungen unterdrückt und der Opposition keine Luft zum Atmen lässt – zu Recht. Doch wie glaubwürdig sind diese Stimmen, wenn sie im

gleichen Atemzug Plattformen wie Telegram als ein finsternes Netzwerk des Bösen darstellen, in dem sich Kinderschänder, Nazis und Drogendealer tummeln und in das sich kein anständiger Bürger hineinziehen lassen sollte? Vielleicht erzählt die russische Regierung die gleichen Horrorgeschichten über die Orte im Internet, die sich ihrer Kontrolle entziehen.

Ich kann zwar nachvollziehen, dass Macron sauer ist, wenn er einem verfolgten Russen großzügig die französische Staatsbürgerschaft überlässt und dieser dann zum Dank seinen vermeintlichen Verfolgern mit ausgeklügelter Verschlüsselung hilft, Angriffe auf die befreundete Ukraine zu koordinieren. Wer aber neben Gleichheit und Brüderlichkeit auch Freiheit propagiert, muss eben damit leben, dass er nicht in jedem Chat und in jeder Mail herumschnüffeln und alles und jeden kontrollieren kann. Denn im selben Maße, in dem die Macht der eigenen Überwachungsmaschinerie wächst und sich der des erklärten Systemgegners annähert, verlieren Warnungen vor dessen inhumanem Machtapparat ihren Schrecken.

immer wieder daraufhin, wie machtlos sie sei, wenn Drogenhändler dort im Schutze der Anonymität ihre Geschäfte abwickeln.

Die Popularität von Telegram geht aber mittlerweile weit über diese Kreise hinaus. Im März 2024 erklärte Pawel Durow gegenüber der Financial Times, dass Telegram weltweit fast eine Milliarde Nutzer habe, was etwa einem Neuntel bis einem Achtel der Weltbevölkerung entspreche. In der EU gibt Telegram jedoch an, trotz seiner großen Popularität nur 41 Millionen monatlich aktive Nutzer zu haben (siehe Seite 124) – also nur etwa ein Elftel der Bevölkerung.

Damit bleibt Telegram offiziell knapp unter der Grenze von 45 Millionen Nutzern. Ab dieser Grenze sieht das europäische Digitaldienstegesetz (Digital Services Act, DSA) seit Mitte 2023 besonders strenge Regeln für das Sperren und Löschen strafbarer Inhalte vor. Ob sich der Dienst damit in Europa etwas zu klein gerechnet hat, zählen die Behörden gerade nach. Bis zum Beweis des Gegenteils gilt Telegram jedenfalls als kleiner Anbieter.

Doch auch für die Kleinen gilt das sogenannte „Notice and Takedown“-Prinzip: Verschiedene EU-Verordnungen wie die über terroristische Inhalte im Internet (TCO) verlangen eine Löschung innerhalb einer Stunde nach Benachrichtigung durch die Behörden. Dem soll Telegram zumindest in Frankreich nicht immer

nachgekommen sein. Lob kam dagegen aus Deutschland: Das Bundeskriminalamt Wiesbaden forderte Telegram zwischen Oktober 2023 und Ende August 2024 mehr als 400 Mal auf, als terroristisch eingestufte Inhalte zu löschen. „Die Anordnungen wurden von Telegram durchgängig zeitnah umgesetzt“, teilte ein BKA-Sprecher auf Anfrage von c’t mit.

Anders sieht es bei der Herausgabe von Nutzerdaten an Strafverfolgungsbehörden aus, also Klarnamen von Kontoinhabern, Mailadressen und Telefonnummern. In den ersten Jahren geriet Telegram mit seiner Herausgabeweigerung weltweit in Konflikt mit Behörden. Russland blockierte den Dienst 2018 sogar vollständig. Erst nachdem Telegram seine weltweit gültigen Nutzungsbedingungen änderte und der Herausgabe bei besonders schweren Straftaten zustimmte, gaben die russischen Behörden 2020 wieder grünes Licht.

In anderen Staaten steht die Ampel jedoch auf Gelb: Nicht nur in Frankreich, auch in Deutschland soll Telegram den dort geltenden Pflichten nicht nachgekommen sein. Das Bundeskriminalamt teilte c’t mit, dass es seit März 2022 auf Anfrage keine Nutzerdaten mehr von Telegram erhalte. Die Kommunikation sei schwierig, berichten sowohl der Verfassungsschutz als auch das Bundesamt für Justiz. Lange Zeit war es nicht einmal ge-

lungen, den Betreiber in Dubai zu erreichen.

Politische Reaktionen

Zwar betont der französische Premierminister Emmanuel Macron, dass der Fall Durow allein Sache der Justiz sei. Doch die politische Bedeutung ist nicht von der Hand zu weisen. Telegram spielt vor allem in Osteuropa, unter anderem im Ukraine-Krieg, eine wichtige Rolle. Zum einen als unkontrollierter Nachrichtenkanal, über den sich Meldungen abseits der Presseorgane verbreiten. Zum anderen berichten Militärexperten, dass die russische Armee Telegram und dessen angeblich illegal exportierte Verschlüsselungstechnik sogar zur internen Kommunikation nutzen soll. Ob dies zutrifft, kann derzeit nicht unabhängig überprüft werden. Auf ukrainischer Seite hingegen ist die Nutzung von Telegram für Angehörige der Streitkräfte ausdrücklich verboten.

Während die ukrainische Regierung die Festnahme Durows in Frankreich begrüßte, kam aus Russland Protest. Diplomaten forderten nach der vorübergehenden Festnahme konsularischen Zugang zu Durow, da er auch russischer Staatsbürger sei. Die Franzosen lehnten dies jedoch mit Verweis auf die bestehende französische Staatsbürgerschaft ab. Die Staatsanwaltschaft hat nun mehrere Monate Zeit, um in Frankreich Anklage zu erheben. (hag@ct.de) **ct**

Neue Bundesdatenschutzbeauftragte tritt Amt an

Die Behördenleiterin Louisa Specht-Riemenschneider will sich „nicht auf die Rolle der Neinsagerin“ beschränken.

Louisa Specht-Riemenschneider hat ihr Amt als Bundesbeauftragte für den Datenschutz und die Informationsfreiheit (BfDI) angetreten. Am 3. September übergab ihr Bundespräsident Frank-Walter Steinmeier die Ernennungsurkunde. In ihrer ersten Pressekonferenz kündigte sie anschließend an, Schwerpunkte auf die Themen Gesundheit, künstliche Intelligenz und Sicherheit zu legen. Sie wolle dabei „nicht auf die Rolle der Neinsagerin beschränkt werden.“ Es gebe Lösungen diesseits der roten Linien, die das Datenschutzrecht setze.

Gerade bei der Digitalisierung des Gesundheitswesens gehe es ohne Datenschutz nicht, erklärte Specht-Riemenschneider, denn er sei Voraussetzung für das Vertrauen aller Beteiligten. Sie wolle

mit allen stärker das Gespräch suchen. Das gelte auch für den Sicherheitsbereich: „Der Preis für unsere Sicherheit darf nie unsere Freiheit sein“, betonte Specht-Riemenschneider und verwies auf die Debatten um mehr Datenanalysen durch Polizei und Nachrichtendienste. Klare gesetzliche Grundlagen seien zwingend.

Die Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) sei der Goldstandard. Specht-Riemenschneider sieht bei der DSGVO-Durchsetzung aber noch Luft nach oben. Die neue BfDI kritisierte insbesondere, dass Firmen sich über Einwilligungserklärungen Datenverarbeitungen genehmigen ließen, die Nutzer gar nicht überschauen könnten.

Die parteilose, von FDP und Grünen vorgeschlagene Specht-Riemenschneider war zuvor Professorin für Zivilrecht an der Universität Bonn. Sie folgt im Amt auf den SPD-Politiker Ulrich Kelber. Ihre unabhängige Aufsichtsbehörde mit Sitz in Bonn ist für die Datenverarbeitungen von Bundes-



Bild: Michael Kappeler/dpa

Louisa Specht-Riemenschneider verfolgte am 16. Mai auf der Besuchertribüne des Bundestags ihre Wahl zur Bundesdatenschutzbeauftragten.

behörden sowie von Post- und Telekommunikationsunternehmen zuständig. Die BfDI vertritt Deutschland auch im europäischen Ausschuss der Datenschutzaufsichtsbehörden. Ihre Amtszeit läuft bis September 2029. (Falk Steiner/hob@ct.de)

Quishing nimmt zu

Die Verbraucherzentrale und das Landeskriminalamt in Nordrhein-Westfalen warnen vor vermehrten „Quishing“-Angriffen. Dies ist ein Kofferwort aus „QR“ und „Phishing“ und bedeutet, dass die Täter mithilfe von geschickt platzierten QR-Codes Menschen auf betrügerische Webseiten locken wollen. Dort sollen diese dann beispielsweise Bank- oder Kartendaten eingeben.

Bereits in c't 19/2024 (S. 35) hatten wir über Angriffe berichtet, bei denen die Täter vorgebliche Schreiben von Banken mit solchen QR-Codes per Briefpost verschicken. Aufgefallen sind inzwischen auch vermehrt

Ladesäulen für Elektroautos, auf denen die Kriminellen aufgedruckte QR-Codes überkleben und damit Zahlungsdaten phishen wollen. Ladesäulen, die dynamische Codes auf Displays erzeugen, sind hingegen nicht betroffen. Auf Münchner Straßen fanden Passanten auch Klarsichtbeutel mit angeblichen Auszahlungscodes für Bitcoin-Wallets; im Berliner Raum klemmten gefälschte Strafzettel an Autos. Als eine Gegenmaßnahme sollte man den automatischen Aufruf von Websites über QR-Codes im Handy blockieren und Zieladressen genau prüfen. (mon@ct.de)



Bild: Verbraucherzentrale NRW

Vermeintlich seriöse QR-Codes enthalten immer häufiger Phishing-Links.

„Eine Art Selbstjustiz“

Ein Entwickler, der sich DAMcraft nennt, hat auf seiner Website cuiiliste.de eine Liste von Websites veröffentlicht, die für viele deutsche Nutzer nicht erreichbar sind. Die DNS-Resolver etlicher deutscher Internetanbieter lösen ihre Namen nicht auf. Für die Kunden dieser Provider sind diese Sites also unsichtbar.

Dahinter steht die sogenannte Clearingstelle Urheberrecht im Internet (CUII), eine 2021 geschaffene Kooperation von Internetanbietern und Rechteinhabern. Dort prüft nach CUII-Angaben eine Kommission nach „objektiven Kriterien“, ob die Sperrung des Zugangs einer strukturell urheberrechtsverletzenden Webseite rechtmäßig ist – und sperrt sie.

DAMcraft kritisiert die Arbeit der CUII als eine „Art Selbstjustiz“ ohne richterliche Kontrolle, die das grundgesetzlich verankerte Recht auf freie Information unterlaufe. Er veröffentlicht die Adressen gesperrter Domains und zeigt, wie man die Sperren mit alternativen DNS-Servern umgeht. (jo@ct.de)

Bundesregierung will Cookie-Banner zurückdrängen

Deutscher Sonderweg gegen Keks-Klickerei: Die Bundesdatenschutzbeauftragte soll „Dienste zur Einwilligungsverwaltung“ zertifizieren.

Die Bundesregierung will die unbeliebten Cookie-Banner mit staatlich anerkannten „Diensten zur Einwilligungsverwaltung“ eindämmen. Mit solchen Tools sollen Nutzer dauerhaft festlegen können, ob sie zum Beispiel individuelle Werbung, Reichweitenmessung oder Tracking akzeptieren. Webseitenbetreiber können diese Einstellungen abrufen, sodass sie kein Cookie-Banner einblenden müssen. Einen Entwurf für eine Verordnung mit Regeln für solche Werkzeuge veröffentlichte die Bundesregierung Anfang September (ct.de/y59e).

Der Entwurf war seit Langem erwartet worden. Schon im Frühjahr 2021 hatte der Bundestag mit dem Telekommunikation-Digitale-Dienste-Datenschutz-Gesetz (TDDDG) eine Grundlage für die Ein-

willigungsdienste geschaffen. Die Verordnung zur Regelung weiterer Details ließ aber bis jetzt auf sich warten.

Zur technischen Umsetzung macht die Regierung „im Sinne der Technologie-neutralität“ weiterhin keine Vorgaben. Zum Einsatz kommen könnten etwa Webdienste oder Anwendungen auf dem Endgerät des Nutzers, heißt es dazu nur. Denkbar sind auch Browser-Plug-ins. Zuständig für die Anerkennung der Tools soll die Bundesbeauftragte für den Datenschutz (siehe S. 38) sein. Anbieter müssen der Datenschutzbehörde unter anderem ein Konzept mit Angaben zur Sicherheit personenbezogener Daten und zum Speicherort dieser Daten vorlegen.

Es handle sich um einen – auch auf europäischer Ebene – neuen Ansatz, erläutert das zuständige Ministerium für Digitales und Verkehr. Der Erfolg hänge wesentlich davon ab, dass sich Anbieter auf dem Markt entwickeln und User sowie



Bild: Lino Mirgeler/dpa

Wer von vorgeschalteten Cookie-Bannern genervt ist, darf nun auf staatlich anerkannte Tools für dauerhafte und übergreifende Einstellungen hoffen.

Diensteanbieter die neuen Verfahren in Anspruch nehmen. Die Wirksamkeit der Vorgaben soll zwei Jahre nach Inkrafttreten der Verordnung evaluiert werden. Bundestag und Bundesrat müssen noch zustimmen. (cwo@ct.de)

Verordnungsentwurf: [ct.de/y59e](https://www.ct.de/y59e)

BAHNBRECHENDE EDGE PANEL PCs

Die ersten Panel PCs für die nahtlose Integration in das Siemens Industrial Edge Ecosystem

NPP-156P01 & NPP-215P01

- › 15.6- und 21.5-Zoll Bildschirmdiagonalen erhältlich
- › Intel® Celeron® J6412 Prozessor
- › Siemens Certified Industrial Edge
- › 2x DDR4 3200MHz RAM, bis zu 32GB
- › Lüfterloses, modulares Design
- › IP66 Aluminium Frontpanel



Powered by
Siemens
Industrial
Edge

Sonnenschein und Datenleck

Flüge, Mietwagen, Hotel: Urlaubsdatenpanne inklusive

Der Urlaub soll die schönste Zeit des Jahres sein. Doch gerade bei Auslandsreisen drohen Datenschutzverletzungen. Das zeigen drei Fälle, die Leserinnen und Lesern von uns den Urlaub verkorkst haben.

Von Christopher Kunz

Zum Ende der Sommerurlaubsaison fanden sich in unserem Investigativbriefkasten (heise.de/investigativ) leider keine Schilderungen schöner Urlaubserlebnisse, sondern – nicht ganz unerwartet – Berichte von Datenlecks und Datenschutzproblemen. Aus unterschiedlichen Gründen waren personenbezogene Kundendaten einer Flugesellschaft, einer Autovermietung und eines Hotel ungewollt einsehbar. Alle drei Fälle haben sich in der EU, also im Geltungsbereich der DSGVO, zugetragen und zeigen, wie vielfältig die Ursachen von Datenlecks sind.

Eurowings: Fremde Buchungsdaten einsehbar

Viele Urlauber verbrachten in den vergangenen Sommerferien mehr Zeit an Flughäfen als vorgesehen. Das Fiasko rund um ein fehlgeschlagenes CrowdStrike-Update [1] sorgte für Verzögerungen und Flugausfälle, aber auch Wetterkapriolen erschwerten so manche An- und Abreise. Eine heise-Leserin entdeckte zu allem Überfluss noch ein Datenleck bei der Lufthansa-Tochter Eurowings.

Durch einen gestrichenen Rückflug steckte sie auf Palma de Mallorca fest und war zusammen mit anderen Gestrandeten in einem Flughafen-nahen Hotel unter-

gebracht worden. Dort machte sich unsere Leserin auf die Suche nach einem geeigneten Rückflug bei der Lufthansa-Tochter Eurowings. Zunächst scheiterte sie als Kundin eines Pauschalanbieters an fehlenden Zugangsdaten zum Eurowings-Buchungsportal. Nach einigem Herumprobieren machte sie jedoch eine verblüffende Beobachtung: Auf ihrem Bildschirm erschienen verschiedene Buchungsdaten mit gleichlautenden, aber fremden Nachnamen. Flüge von und nach Mallorca, aber auch Buchungen zu anderen Flughäfen und bereits vergangene Reisen waren frei einsehbar. Neben den Namen der Reisenden und deren Flugdaten lieferte das Datenleck zwar keine Kreditkarten- oder Kontodaten, aber die Buchungsnummer. Darüber wären sogar Änderungen der Flüge möglich gewesen.

Mit einigen Screenshots der augenscheinlichen Datenpanne wandte sich die Leserin an die c't-Redaktion. Wir konnten



Viele c't-Investigativ-Recherchen sind nur möglich dank anonymer Informationen von Hinweisgebern.

Wenn Sie Kenntnis von einem Missstand haben, von dem die Öffentlichkeit erfahren sollte, können Sie uns Hinweise und Material zukommen lassen. Nutzen Sie dafür bitte unseren anonymen und sicheren Briefkasten.

<https://heise.de/investigativ>

das Phänomen jedoch nicht nachstellen. Die Authentizität der Daten, die sie zu sehen bekommen hatte, ließ sich allerdings nachvollziehen. Daher konfrontierten wir Eurowings am 15. August mit dem Fund und baten um Stellungnahme.

Nach fünftägiger Ursachenforschung und einigen Telefonkonferenzen mit der Redaktion stand die Ursache des Datenlecks fest: Offenbar hatte das Content Delivery Network (CDN), das Eurowings nutzt, dynamische Webinhalte wegen eines Konfigurationsfehlers zwischengespeichert und so die Buchungsdaten anderer Nutzer an unsere Hinweisgeberin ausgeliefert. Nachdem Systemadministratoren der Fluglinie die Konfiguration repariert hatten, wollten wir noch wissen, wie lange das Problem bestand und wie viele Datensätze betroffen waren. Eine Eurowings-Sprecherin gab an, die sehr spezielle Caching-Konstellation sei höchstens 28 Mal aufgetreten und der Fehler sei seit dem 20. August behoben. Auch für unsere Leserin endete die mallorquinische Odyssee halbwegs glimpflich: Sie ergatterte einen Ausweichflug und konnte Palma mit drei Tagen Verspätung verlassen.

Hotelsoftware: Check-in-Kiosk verrät Zimmernachbarn

Ebenso unerwartete Einblicke in fremde Daten bekam ein c't-Leser, der in einem niedersächsischen Hotel zu Gast war. Beim Versuch, sich am Selbstbedienungsterminal des Automatenhotels anzumelden, lachten ihm sämtliche Buchungen des aktuellen Tages vom Bildschirm entgegen. Offenbar zeigte die Suchfunktion der Hotelsoftware zu viele Treffer, wenn man lediglich zwei Buchstaben als Suchbegriff eintippte. Der Leser veröffentlichte seinen Fund zunächst auf der Diskussionsplattform Reddit und erläuterte uns auf Nachfrage einige Details.

So sei es theoretisch möglich gewesen, anderen Gästen das Zimmer wegzuschnappen. Nach Einschätzung unseres Lesers wäre das aber schnell aufgefallen. Einblick in Kreditkarten- oder Kontodaten gab die Datenlücke immerhin nicht.

Ein Redakteur von heise online, der sich schnurstracks mit der Kamera bewaffnet zum besagten Hotel begab, konnte die Datenschutzpanne jedoch nicht mehr nachstellen und kehrte unverrichteter Dinge zurück. Warum das so war, erfuhren wir von Oliver Anschütz, dem Geschäftsführer der Entwicklungsfirma SoftTec. Ein aufmerksamer Reddit-Leser hatte das

Datenschutzproblem gemeldet und Soft-Tec hatte es eine Stunde nach Bekanntwerden behoben. Dank automatisierter Update-Routinen – die anders als in der Causa CrowdStrike nicht für einen Systemausfall sorgten – waren am 12. August gegen 9 Uhr alle Kundeninstallationen abgesichert.

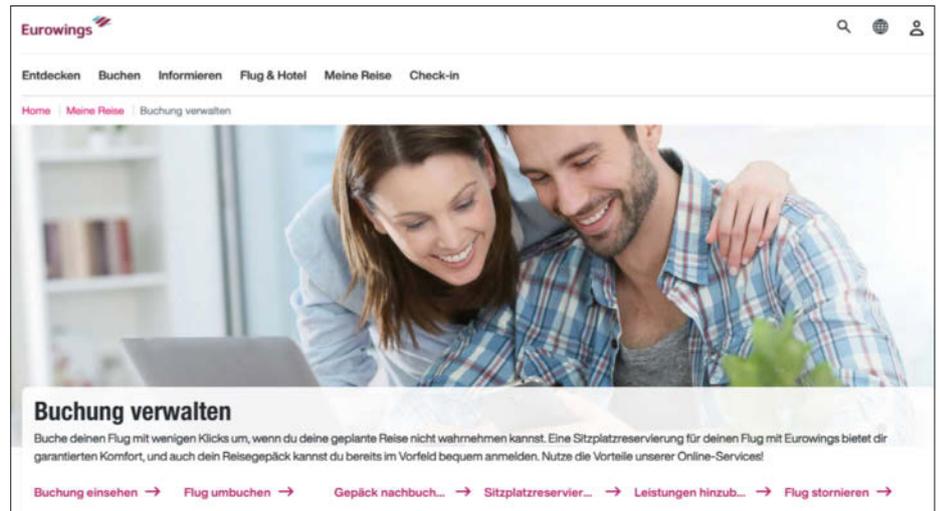
Wie viele Kundendaten betroffen waren und wie lange die Lücke bestand, konnte Anschütz nicht sagen. Die fehlerhafte Software sei auf dreißig Anmeldekiosken installiert gewesen, schätzte der SoftTec-Geschäftsführer. Das Unternehmen habe die Aufsichtsbehörden über die Datenschutzpanne informiert.

Auch die Ursache für das Missgeschick verriet Anschütz uns: Ein Entwickler habe eine Testfunktion versehentlich nicht aus der Software ausgebaut, bevor ein Update auf die Kundengeräte gespielt wurde.

Buchungstool für Autovermietungen offen im Web

Zu einem Lehrstück über die Halbwertszeit von Branchensoftware geriet der dritte Urlaubs-Daten-Fail in unserem Briefkasten: Ein anonymen Hinweisgeber versorgte uns mit Links zu mehreren Instanzen von RentPro, einem webbasierten Verwaltungsprogramm für Autovermietungen. Zwei Betriebe, einer in Kroatien und einer mit Filialen in Thailand und Laos, nutzten offenbar veraltete Versionen des Programms, die bei unseren Nachforschungen mit personenbezogenen Daten nicht geizten. Namen, Telefonnummern, Geburtsdaten und Details zu Mietverhältnissen hunderter Kunden erschienen im HTML-4-Chic der frühen Zweitausender. Authentifizierung, IP-Adressfilter oder Firewall? Alles Fehlanzeige, die offenen RentPro-Instanzen waren sogar ganz bequem per Google-Suchfrage auffindbar. Datensammler hätten ihre wahre Freude gehabt.

Die kroatische Autovermietung reagierte bis Reaktionsschluss nicht auf unsere Bitte um Stellungnahme, wohl aber CarProSystems, der Hersteller von RentPro. Im Hintergrundgespräch erläuterte ein Sprecher des Unternehmens mit Sitz in Portugal, dass die fraglichen Instanzen ein Fall für Software-Archäologen seien. Sie hätten zwischen zehn und zwanzig Jahren auf dem Buckel und seien damals noch ohne eine Möglichkeit ausgeliefert worden, Updates aus der Ferne einzuspielen. Zudem hätten sich die betroffenen Auto-



Das Kundenportal von Eurowings zeigte hin und wieder Daten von anderen Kunden. Der Fehler lag im falsch konfigurierten Content Delivery Network, das fremde Daten aus dem Cache auslieferte.

vermieter entschieden, ihre Server in Eigenregie zu betreiben und die bereits seinerzeit mitgelieferten Sicherheitshinweise nicht beachtet. Immerhin: Einige Tage nach unserer Anfrage waren beide offenstehenden Instanzen nach einem dringenden Hinweis des Herstellers an seine Klienten abgedichtet.

Mittlerweile hat sich CarProSystems ganz einem SaaS-Geschäftsmodell verschrieben und vermietet seine Software in der Cloud. Für Kunden hat dieses Modell Vor- und Nachteile – sie müssen sich nicht mehr um die Wartung der Systeme kümmern, geben allerdings auch die Kontrolle über ihre Daten an den Betreiber ab. Zudem fallen regelmäßige, meist monatliche Kosten an, die beim einmaligen Kauf eines Programms nicht entstehen. Aber auch gekaufte Software und ihren Unterbau sollte man regelmäßig aktualisieren, eine Botschaft, die offenbar noch nicht überall angekommen ist: Die veraltete Software, auf die unser Leser gestoßen war, lief auf dem Microsoft-Webserver IIS (Internet Information Server) 8.5, der seit Oktober 2023 nicht mehr mit Updates versorgt wird.

Doch was tun?

Die Beispiele zeigen, dass Urlaubern häufig ohne eigenes Zutun ihre persönlichen Daten abhandenkommen. In keinem der drei Fälle hätten die Betroffenen anders handeln können und keinem Unternehmen kann man von außen ansehen, ob es seinen IT-Unterbau pflegt oder nicht. Es bleibt also nur der Rat, wachsam zu bleiben und bei Buchungen von Hotels, Miet-

wagen und anderen Reiseleistungen so wenig Daten wie möglich preiszugeben.

Wenn Sie über eine Datenschutzpanne stolpern, scheuen Sie sich nicht, diese zu melden – am besten beim verursachenden Unternehmen und der zuständigen Aufsichtsbehörde, bei rechtlichen Bedenken aber gerne auch anonym über unseren Investigativbriefkasten. (jam@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Sylvester Tremmel, Vermeidbares Übel, Hergang und Folgen des CrowdStrike-Vorfalles, c't 18/2024, S. 14



Einige Selbstbedienungs-Terminals der Firma SoftTec zeigten Daten fremder Hotelgäste. Nach einem Hinweis reagierte die Firma zügig und spielte ein Update aus.

Secure Boot geflickt

Microsofts Workaround für Linux-Parallelinstallationen

Die unausgereifte Linux-Erkennung im Windows-Update verursacht Probleme bei manchen Parallelinstallationen. Microsofts Workaround soll das beheben, greift aber zu kurz.

Von Mirko Dölle

Das Update für Windows 10 und 11 vom 13. August hat nicht nur diverse Live-Linux-Systeme auf USB-Sticks lahmgelegt. Weil die im Update enthaltene Erkennung von parallel installierten Linux-Systemen in einigen Szenarien versagt hat, bootete auch manches bereits installierte Linux nicht mehr.

Denn mit dem in KB5041571 (Windows 11) respektive KB5041580 (Windows 10) beschriebenen Update hat Microsoft das von der Open-Source-Gemeinde entwickelte Secure Boot Advanced Targeting (SBAT) auf Windows-PCs nachgerüstet. SBAT wurde geschaffen, um die stetig wachsende DBX-Blacklist des UEFI-BIOS zu entlasten.

Microsofts SBAT-Update für Windows zielte auf unsichere Linux-Bootloader, die sich zum Teil noch im Umlauf befinden. Besonders Ubuntu-Live-Systeme und -Installationen waren betroffen. Da jene Linux-Bootloader bereits SBAT unterstützen, verwendete Microsoft die neue Technik, um wertvollen Platz in der DBX-Blacklist des UEFI-BIOS zu sparen.

Dem Plan nach sollte Microsofts Update SBAT nur auf Rechnern ohne Linux

einspielen. Die Idee ist prinzipiell gut, denn ohne SBAT nachzurüsten, würden reine Windows-PCs weiterhin unsichere Linux-Bootloader etwa vom USB-Stick starten, sodass ein Angreifer Secure Boot durchbrechen könnte. Die einzige Alternative wäre, die eigentlich per SBAT zu sperrenden Linux-Bootloader doch wieder auf die DBX-Sperlliste zu setzen.

SBAT-Update verhindern

Durch die unzuverlässige Linux-Erkennung kam es nun aber doch dazu, dass das Windows-Update auf manchen Rechnern die SBAT-Listen der Linux-Systeme überschrieb und sie damit sperrte. Microsofts erster Workaround, um dieses Szenario zu verhindern, setzt bei der Installation des kumulativen Updates vom 13. August an. Diese erfordert zum Abschluss einen Neustart des Rechners. Ist der Neustart noch nicht erfolgt, so können Sie über folgenden Registry-Eintrag verhindern, dass SBAT eingespielt wird:

```
reg add HKEY_LOCAL_MACHINE\SYSTEM\J
{CurrentControlSet\Control\SecureBoot}
\SBAT /v OptOut /d 1 /t REG_DWORD
```

Für den Fall, dass das Windows-Update bereits zu einem früheren Zeitpunkt eingespielt wurde, hat Microsoft Ende August einen zweiten Workaround im Windows Release Health Center ergänzt. Verhindert SBAT, dass Linux bootet, so sollen Sie demnach im UEFI-BIOS zunächst Secure Boot abschalten. Das dürfen Sie allerdings erst, wenn Sie wie in [1] beschrieben Ihren BitLocker-Wiederherstellungsschlüssel aufgeschrieben, ausgedruckt oder auf USB-Stick gesichert haben.

Ohne Secure Boot können Sie nun Ihr installiertes Linux wieder von der Festplatte starten. Öffnen Sie ein Terminal und prüfen Sie zunächst, ob tatsächlich die SBAT-Sperlliste von Microsoft eingespielt wurde:

```
mokutil --list-sbat-revocations
```

Achten Sie dabei auf den Timestamp, dieser lautet bei Microsofts SBAT-Update 2024010900. Um die Sperlliste wieder zu löschen, verwenden Sie den Befehl

```
sudo mokutil --set-sbat-policy delete
```

Wichtig ist nun ein Neustart des Rechners. Zurück im Terminal unter Linux überprüfen Sie erneut mit `mokutil --list-sbat-revocations`, ob die Liste erfolgreich gelöscht wurde. Dem ist so, wenn der Timestamp ein anderer als zuvor ist und es keine Einträge für Shim und Grub mehr gibt.

Lücke schließen

Damit sind SBAT und in der Folge auch Secure Boot allerdings vollständig ausgehebelt. Um den Zustand von vor dem Windows-Update wiederherzustellen, spielen Sie mit folgendem Befehl die SBAT-Sperlliste Ihrer Linux-Distribution wieder ein:

```
sudo mokutil --set-sbat-policy latest
```

Jetzt ist wiederum ein Neustart fällig und Sie können Secure Boot im UEFI-BIOS wieder aktivieren. Damit Windows garantiert nicht mehr bei SBAT dazwischenfunkt, müssen Sie noch den im ersten Workaround beschriebenen Registry-Schlüssel unter Windows setzen. So bleibt Linux die Aktualisierung der SBAT-Sperllisten vorbehalten und Windows kümmert sich um etwaige anfällige Windows-Bootloader. (mid@ct.de) 

Literatur

- [1] Axel Vahldiek, Aus gegebenem Anlass: BitLocker-Wiederherstellungsschlüssel sichern!, c't 19/2024, S. 37



```
midoelle@barclay: ~
midoelle@barclay:~$ mokutil --sb-state
SecureBoot disabled
midoelle@barclay:~$ mokutil --list-sbat-revocations
sbat,1,2024010900
shim,4
grub,3
grub.debian,4midoelle@barclay:~$
midoelle@barclay:~$ sudo mokutil --set-sbat-policy delete
midoelle@barclay:~$ █
```

Sehen Sie beim Abruf der SBAT-Sperlliste unter Linux den Timestamp 2024010900, dann hat das Windows-Update Ihre vorherige Liste überschrieben. Zum Wiederherstellen müssen Sie sie zunächst löschen.

Verbände betonen die Bedeutung des Bargelds

Bargeld soll bleiben, ohne die Vorteile des elektronischen Zahlungsverkehrs in Frage zu stellen – so lautet die Kernforderung aus Workshops der Bundesbank mit zivilgesellschaftlichen Organisationen.

Die Bundesbank setzt weiter auf den Dialog über die Zukunft des Bargelds und führte kürzlich Workshops mit 27 zivilgesellschaftlichen Organisationen durch. Dazu zählten neben Sozialverbänden wie Behinderten- oder Kinderschutzorganisationen auch Vertreter besonders bargeldlastiger Wirtschaftszweige, etwa Schausteller, Marktbesucher oder Handwerker. Die dritte Gruppe bildeten sogenannte Wächterorganisationen wie Verbraucher- und Datenschützer.

In ihren jeweiligen Themenpapieren sprechen sie sich übereinstimmend für eine nachhaltige Koexistenz von digitalen und analogen Bezahlsystemen aus. Der

Erhalt des Bargelds sei dabei für die gesellschaftliche Teilhabe und individuelle Unabhängigkeit aller Bürger bedeutsam und stärke die Resilienz von Gesellschaft und Zahlungssystemen.

Die Gespräche und daraus entstandenen Thesenpapiere folgen auf eine Studie zur Zukunft des Bargelds, die die Bundesbank im Januar 2024 vorgestellt hatte. Darin hatten Experten drei hypothetische Szenarien bis 2037 entworfen: „hyperdigital“ fast ohne Bargeld, „Bargeld-Renaissance“ mit bewusstem Erhalt des Bargelds und „verschwindend und hybrid“ mit ausschleichender Bargeldnutzung (c't 4/2024, S. 30). Im Februar rief die Bundesbank das „Nationale Bargeldforum“ ins Leben. Darin sprachen sich Kreditwirtschaft, Einzelhandel, Verbraucherschützer und andere dafür aus, Bargeld verfügbar zu halten (c't 6/2024, S. 34). Dass diesem Wunsch bald Taten folgen müssten, bestätigt auch die kürzlich erschienene repräsentativen Bundesbank-Studie



Bild: Monika Skolimowska / dpa

Das Bargeld verliert gegenüber digitalen Methoden weiter an Bedeutung. Verschiedene Verbände fordern ein Gegensteuern.

zum Zahlungsverhalten in Deutschland 2023. Demnach haben Bargeldzahlungen gegenüber elektronischen Verfahren seit 2021 weiter an Boden verloren.

(mon@ct.de)

Studien und Themenpapiere: ct.de/y4fy

KI Navigator 2024

Konferenz zur Praxis der KI in IT, Wirtschaft und Gesellschaft

20. + 21. November in Nürnberg

"Künstliche Intelligenz – Wunsch, Wahn und Wirklichkeit"

In seiner unterhaltsamen Keynote beleuchtet Ömer Atiker, was KI wirklich ist und welche überraschenden Einsichten sie bietet. Er wirft einen humorvollen Blick auf die Zukunft unserer Arbeit und verrät, warum man dem Chatbot Komplimente machen sollte.



Keynote Speaker:
Ömer Atiker

Early-Bird-Rabatt sichern





Mobile Sonderlocke

Intels Mobilprozessor Core Ultra 200V für Notebooks mit Copilot+

Neue P-Kerne, neue E-Kerne, neue GPU, neue NPU, neues Package: Intel macht bei Lunar Lake alias Core Ultra 200V vieles anders, um endlich in der Welt der KI-tauglichen Notebooks mit superlangen Akkulaufzeiten anzukommen.

Von Florian Müssig

Nur ein dreiviertel Jahr nach dem Start von Intels Mobilprozessor Meteor Lake alias Core Ultra 100 kommt schon der Nachfolger Lunar Lake alias Core Ultra 200V. Moment mal: Sollte nach Meteor Lake nicht Arrow Lake kommen? Ja, das war mal der Plan. Und Arrow Lake soll als Core Ultra 200 (ohne V) weiterhin noch vor Jahresende das Licht der Welt erblicken, aber zunächst für Desktop-PCs. Intel schob Lunar Lake dazwischen, weil der Konkurrenzdruck zu hoch wurde: Microsoft hat die Vorgaben seines Premium-Labels Copilot+ für KI-taugliche Notebooks so hoch angesetzt, dass sie zum Start ausschließlich der ARM-Prozessor Qualcomm Snapdragon X erfüllte. Das ist der erklärte Gegner von Lunar Lake.

Selbstverständlich lässt sich in den wenigen Wochen seit der Enthüllung von Copilot+ kein nagelneuer Chip aus dem Boden stampfen. Seit Microsoft seinen engen Partnern die Vorgaben für Copilot+ mitgeteilt hat, hat Intel die Entwicklung von Lunar Lake jedoch massiv priorisiert. Das Konzept ähnelt grob dem von Lakefield, der vor einigen Jahren herauskam: Bestehende Funktionsblöcke werden angepasst und in einem neuen Fertigungsverfahren kombiniert, um einen Sonderprozessor für besonders dünne und energieeffiziente Mobilgeräte anbieten zu können.

Die Entwicklung einer neuen CPU-Generation dauert schätzungsweise fünf bis sechs Jahre. Das legt nahe, dass Intel

c't kompakt

- Nach Qualcomm und AMD hat jetzt auch Intel einen Mobilprozessor mit dicker NPU, der für KI-Notebooks mit langer Laufzeit taugt.
- Den vollen Funktionsumfang von Copilot+ gibt es bis November nur auf Snapdragon-Notebooks, die dank neuer Einstiegsmodelle günstiger werden.
- Die zurückgezogene KI-Suchfunktion Recall für Windows 11 kommt wieder, aber erst einmal nur im Betaprogramm Windows Insider.

das Projekt Lunar Lake gestartet hat, als klar war, dass Apple von Intels Prozessoren auf hauseigene ARM-Chips wechseln wird. Lunar Lake ist im Grunde für schlanke, leichte Notebooks wie das MacBook Air ausgelegt, die ohne Lüfter sowie lange ohne Netzteil auskommen sollen. Dass es vorerst mindestens eine der beiden wünschenswerten Eigenschaften nicht geben wird, hat andere Gründe – doch dazu später mehr.

Weniger Chipllets

Lunar Lake nutzt wie Meteor Lake ein Chiplet-Design, doch da hören die Gemeinsamkeiten auch schon wieder auf. Intel nennt die einzelnen Chipllets „Tiles“ (Kacheln). Meteor Lake verteilt seine Funktionen auf ein zentrales SoC-Tile plus drei umliegende mit I/O-Leitungen, den CPU- und den GPU-Kernen. Lunar Lake hat nur zwei, nämlich ein I/O-Tile und ein Compute-Tile mit sämtlichen Funktionsblöcken von CPU, GPU und NPU. Früher hätte man so etwas getrennt als Prozessor und Chipsatz jeweils separat auf eine Hauptplatine gelötet.

Intels Entwickler durften für Lunar Lake jahrelang beschrittene Trampelpfade verlassen: Weder das Compute- noch das I/O-Tile fertigt Intel selbst. Stattdessen laufen sie in N3B (Compute) beziehungsweise N6 (I/O) beim Chipauftragsfertiger TSMC vom Band – denn ein Äquivalent zum energieeffizienten 3-Nanometer-Prozess N3B hat Intels hauseigene Fertigungssparte bislang nicht im Portfolio. N3B ist derselbe hochmoderne Prozess, in dem Apple seine Chipfamilie M3 fertigen lässt.

Von Intel selbst stammt nur der zugrundeliegende Interposer, Base-Tile genannt, der vollflächig unter den Chipllets sitzt und diese elektrisch koppelt. Dafür genügt wie schon bei Meteor Lake ein betagter Fertigungsprozess (Intel 16). Das Packaging von Lunar Lake, also die Hochzeit zwischen allen Chiplet-Komponenten und dem Träger, übernimmt Intel selbst. Apropos Package: In einer Ecke des Lunar-Lake-Verbunds findet man noch eine nahezu quadratische Silizium-Füllfliese. Sie ist für gute Signalqualität und mechanische Stabilität beim Aufsetzen eines Kühlsystems notwendig, enthält aber keine elektronische Funktion.

Neue Kerne allerorten

Für die Blöcke des Compute-Tiles verwendet Intel durch die Bank nagelneue Einheiten. Die erst mit Meteor Lake eingeführte dreistufige Kombination aus LP-E-, E- und P-Prozessorkernen hat bei Lunar Lake schon wieder ausgedient; es gibt wie davor nur die zwei Stufen E und P. Gab es bei Meteor Lake noch acht E-Kerne plus zwei weitere LP-E-Kerne im SoC-Tile, so sind es bei Lunar Lake nur noch vier insgesamt. Sie haben die neue, viel breiter angelegte Kernarchitektur Skymont. Intel bezeichnet den Vierer-Cluster mal als E- und mal LP-E-Kerne, was verwirrt.

In den vier stärkeren P-Kernen debütiert die ebenfalls neue Lion-Cove-Architektur. In Lunar Lake verzichtet Intel auf Simultaneous Multithreading alias Hyper-Threading, was eine 10 Prozent kleinere Grundfläche pro Kern ermöglicht. Laut

Intel ist das eine spezifische Entscheidung für Lunar Lake; grundsätzlich gibt das Lion-Cove-Design auch Hyper-Threading her. Gegenüber der Ausprägung, die die eingangs erwähnten Arrow-Lake-Prozessoren bekommen werden, schrumpfte zudem die Größe des L2-Caches von 3 auf 2,5 MByte, und in der Lunar-Lake-Implementierung fehlen obendrein Erweiterungen wie AVX512, die für Mobilgeräte bisher keine Rolle spielen.

Statt den altbekannteren 100-MHz-Stufen, die mittels Turbo oben auf den Basistakt gepackt werden, ist bei Lunar Lake eine feinere Abstufung in Schritten von 16,67 MHz vorgesehen. Reicht das Power-Budget etwa knapp nicht für 3,1 GHz, musste ein Kern bislang auf 3,0 GHz heruntertakten – künftig können es dann etwa 3,067 GHz sein.

Die integrierte Grafikeinheit ist die erste, die Xe2-Kerne bekommt; noch vor Jahresende sollen aber auch Desktop-Grafikkarten der zweiten Arc-Generation Battlemage mit Xe2 kommen. Das Feintuning der Grafikkernsoll nicht nur Spielen, sondern auch KI-Anwendungen zugutekommen. Die neue Media Engine kann Videos im nagelneuen Format H.266 alias VVC ohne CPU-Last dekodieren.

Nicht zuletzt ist auch die Neural Processing Unit (NPU) neu – klar, denn sonst bliebe weiter Microsofts Vorgabe hinsichtlich Copilot+ von mindestens 40 TOPs (Billion Operationen pro Sekunde) im Datenformat INT8 unerfüllt. Intel spezifiziert für die Lunar-Lake-NPU bis zu 48 TOPs (Meteor Lake: 11,5 TOPs), es gibt

Die meisten Notebooks mit Core Ultra 200V starten bei rund 1500 Euro, doch es gibt auch Ausnahmen wie das mindestens 3200 Euro teure Edelnotebook ThinkPad X1 Carbon G13 Aura Edition von Lenovo.



Bild: Lenovo



Bild: Lenovo

Das Lenovo IdeaPad Slim 5x nutzt Qualcomms Acht-kern-Snapdragon und ist mit Preisen ab 900 Euro eines der günstigsten Notebooks, das alle KI-Funktionen von Copilot+ unterstützt.

aber auch CPU-Varianten mit 47 und 40 TOPs. Den Leistungszuwachs erreicht Intel durch eine Verdreifachung der KI-Rechenwerke (sogenannte Multiply-Accumulate-Einheiten zur Matrizenberechnung), zudem wird jedes mit dem vierfachen Vektordurchsatz befeuert.

Eine weitere Voraussetzung für Copilot+ ist das Vorhandensein des von Microsoft entwickelten Sicherheitscontrollers Pluton. Diesem hatte sich Intel bislang verweigert, doch mit Lunar Lake und Copilot+ führt kein Weg mehr daran vorbei – auch wenn Intel seine Implementierung nicht als Pluton bezeichnet, sondern als Partner Security Engine (PSE). Die hauseigene Silicon Security Engine (SSE) hat Intel nicht aufs Abstellgleis geschoben, sondern parallel untergebracht. Sie kümmert sich unter anderem wie bisher um die Absicherung des Bootvorgangs.

I/O-Integration

Das I/O-Tile stellt nicht nur acht PCIe-Leitungen bereit, je vier in Version 4.0 und 5.0, sondern auch drei Thunderbolt-4-Controller sowie klassisches USB. Wie gehabt ist ein WLAN-Controller integriert, der hier erstmals topmodernes Wi-Fi 7 beherrscht. Anstelle des vollwertigen WLAN-Moduls BE200 können Notebookhersteller die vereinfachte CNVi-Version BE201 verwenden. Zwischen BE201 und Lunar Lake fließen die Daten dank CNVi 3 mit höherer Geschwindigkeit, um der ebenfalls höheren Bandbreite von Wi-Fi 7 gerecht zu werden.

Der integrierte Bluetooth-Adapter ist nicht mehr wie seit Centrino-Zeiten üblich

per USB angekoppelt, sondern erstmals per PCIe. Grund dafür ist jedoch kein höherer Bandbreitenbedarf: Lunar-Lake-Systeme können stattdessen beim Booten oder Aufwachen schneller per Bluetooth funken, weil sie nicht mehr auf den USB-Controller warten müssen. Der PCIe-Host ist so oder so ganz vorn mit dabei in der Initialisierungsreihenfolge, etwa wegen SSDs oder WLAN. Weniger für Notebooks als für stationäre Mini-PCs interessant ist, dass Lunar Lake auch einen Gigabit-Ethernet-Controller für Kabelverbindungen mitbringt.

Der LPDDR5x-Arbeitsspeicher ist wie bei Apples M-Prozessoren Teil des Package. Das hält die Signalwege kurz und den Fußabdruck auf der Hauptplatine klein, sodass sie besonders kompakt ausfallen kann. Für Notebookhersteller ändert sich, dass sie Arbeitsspeicher ebenfalls über Intel kaufen müssen. Zudem bläht sich die Liste der vorgesehenen CPU-Modelle (siehe Tabelle rechts) praktisch aufs Doppelte auf, denn Varianten mit 16 GByte Arbeitsspeicher haben andere Modellnummern als solche mit 32 GByte. Für Nutzer macht es wiederum wenig Unterschied: LPDDR5-Speicher war bislang schon immer aufgelötet und damit nicht nachträglich aufrüstbar. Von LPCAMM2-Modulen, die wechselbaren LPDDR5-Speicher versprechen, sieht man noch nicht allzu viel.

Wenn nur die TDP nicht wäre

Konzeptionell hat Intel damit vieles richtig gemacht, um ein energieeffizientes System-on-Chip zu bauen, das dünne Note-

books mit langer Akkulaufzeit antreiben soll. Das Problem: Lunar Lake muss jetzt nicht nur gegen lüfterlose MacBook Air antreten, sondern auch gegen die Zwölfkerner Snapdragon X Elite (Hamo) und Ryzen AI 300 (Strix Point).

Theoretisch könnte ein Notebookhersteller Lunar Lake mit nur 8 Watt betreiben, doch nominell sind 17 Watt vorgesehen – und maximal satte 37 Watt. So viel Abwärme ist ohne ausgeklügelte aktive Kühlung nicht zu bewältigen; Asus setzt im flachen Zenbook S14 deshalb sogar auf eine Vapor-Chamber – plus Lüfter, versteht sich. Lüfter findet man auch in allen anderen bislang mit Core Ultra 200V angekündigten Notebooks.

Künftige Tests müssen zeigen, ob sich nun Design-Entscheidungen rächen, die zu Beginn der Entwicklung getroffen wurden. Meteor Lake bietet im selben TDP-Bereich bis zu sechs P-Kerne inklusive Hyper-Threading, acht E-Kerne und zwei LP-E-Kerne. Selbst mit all den erwähnten Architekturverbesserungen an den Kernen und höherer TDP wird es Lunar Lake angesichts seiner deutlich niedrigeren Anzahl an CPU-Kernen wohl schwerfallen, äquivalente Rechenleistung abzuliefern. Intel verspricht, dass die neuen Kernarchitekturen vieles wettmachen.

Das erwähnte Hochzwirbeln von Takt und TDP auf bis zu 37 Watt, um mehr Performance herauszuholen, geht auf Kosten der Effizienz. Wir sind deshalb auf eigene Messungen gespannt; spätestens zum Verkaufsstart am 24. September werden wir Notebooks ins c't-Labor holen. Außer der Performance nehmen wir dann auch die Effizienz und die Akkulaufzeiten unter die Lupe: Intel verspricht Laufzeiten auf dem Niveau von Qualcomms Snapdragon X, was ein riesiger Schritt wäre.

Preisfragen

Apropos Snapdragon X: Notebooks mit diesem ARM-Prozessor sind inzwischen schon seit einigen Monaten erhältlich [1]. Sie bleiben aber weiterhin die einzigen, die schon heute alle KI-Funktionen für Windows 11 bereitstellen, die Microsoft unter dem Label Copilot+ zusammenfasst: Studioeffekte für die Webcam, Live-Untertitel mit Übersetzungen, Cocreator in Paint und so weiter.

Windows-Notebooks mit x86-CPU sollen Copilot+ erst im November bekommen. Notebooks mit Core Ultra 200V haben also in den ersten Wochen nicht den vollen Funktionsumfang, mit dem sie be-

worben werden. Das Dilemma trifft auch AMD. Bereits seit Ende Juli werden Notebooks mit dem ebenfalls für Copilot+ geeigneten Ryzen AI 300 verkauft, doch auf einem solchen Testgerät fanden wir noch nicht einmal die Windows-Studioeffekte vor, die bereits auf älteren Ryzen ab Baureihe 7040 liefen [2]. Wir sprechen hier wohlgermerkt von teuren Oberklasse-Notebooks, die mindestens 1500 Euro kosten.

Um diesen Preispunkt herum bewegen sich auch viele Lunar-Lake-Notebooks, die auf der IFA von allen gängigen Herstellern (siehe Aufmacherfoto) angekündigt wurden. Und ja, wir sprechen von Einstiegspreisen. Nach oben ist eher der Himmel die Grenze: Lenovos Premium-Laptop ThinkPad X1 Carbon kostete schon immer viel Geld, doch die Neuauflage mit Core Ultra 200V wird in der offiziellen Preisliste überhaupt erst jenseits von 3200 Euro geführt.

Günstlinge

Damit kommen weder AMD noch Intel in massenmarktaugliche Preisbereiche von unter 1000 Euro, wenn es ein möglichst zukunftssicheres Windows-Notebook mit starker NPU sein soll. Dieser Einstiegsbereich bleibt Qualcomm vorbehalten: Zur IFA debütierten drei neue Snapdragon-X-Plus-Modelle. Zwei kommen erst Anfang 2025, doch der Achtkerner X1P-42-100, der schon zuvor vereinzelt in Datenblättern wie dem des Medion Sprchrgd 14 S1 gesichtet wurde, soll ab sofort verfügbar sein. Er soll laut Qualcomm die Einstiegspreise in die Snapdragon-Copilot-Welt auf dreistellige Werte drücken.

Das günstigste Notebook mit dem neuen Snapdragon X Plus hat eine Preisempfehlung von 900 Euro und heißt Lenovo IdeaPad Slim 5x. Es ist (wie das IdeaPad 5 2-in-1 und das ThinkBook 16 vom selben Hersteller) eine eigenständige Entwicklung. Bei anderen Anbietern ist das anders, und dennoch fallen die Preise höher aus: Asus wird sein schon bekanntes VivoBook S15 mit dem neuen Achtkerner ab 1000 Euro verkaufen und Acer sein etabliertes Swift 14 AI ab 1050 Euro – da landen also bestenfalls die Straßenpreise im Laufe der Zeit im dreistelligen Bereich. Dell wird den Barebone, auf dem Inspiron 14 Plus und Latitude 7455 basieren, auch mit dem Achtkerner bestücken; solche Modelle heißen dann Inspiron 14 beziehungsweise Latitude 5455.

Asus steckt den X1P-42-100 (aber keine höheren Modelle) auch in sein na-



Intel setzt Lunar Lake alias Core Ultra 200V aus mehreren Chiplets zusammen und packt zwei Stapel LPDDR5-Arbeitspeicher direkt daneben aufs Package.

gelneues Windows-Tablet ProArt PZ13, das mit stiftbedienbarem OLED-Touchscreen und magnetisch andockender Tastatur in den Gefilden des Surface Pro 11 wildert. Asus plant nur eine Ausstattungsvariante mit 16 GByte Arbeitsspeicher und 1-TByte-SSD, doch die liegt mit 1500 Euro deutlich im vierstelligen Bereich.

Recall returns

Als Microsoft im Juni die Notebooks mit Copilot+ ankündigte, stand eine neue KI-Funktion im Vordergrund: die universelle Suche Recall. Sie wurde noch vor Marktstart der Hardware aus Datenschutz- und Sicherheitsgründen zurückgezogen, und

seitdem herrschte Funkstille, wie es damit weitergehen soll – und ob überhaupt. Inzwischen ließ Microsoft durchblicken, dass Recall ab Oktober bereitstehen soll.

Allerdings nicht wie ursprünglich geplant sofort und für alle Geräte mit Copilot+, sondern erst einmal nur im Beta-Programm Windows Insider. Somit lassen sich derzeit weiterhin keinerlei konkrete Aussagen darüber treffen, etwa ob Nutzer, die Recall nicht haben wollen, die Funktion schlicht deinstallieren können. Microsoft will diesmal wohl erst in freier Wildbahn vorfühlen, bevor eine Entscheidung fällt.

Die angedachte Sicherung, dass man sich vor einer Suche via Recall mittels Windows Hello am System authentifizieren muss, ist sicherlich schon ein Schritt in die richtige Richtung. Perspektivisch wirft das allerdings die Frage auf, was das für Copilot+ und generell die Weiterentwicklung von Windows für Desktop-PCs bedeutet. IR-Webcams und Fingerabdruckleser sind dort ja kaum verbreitet. Wir bleiben am Ball. *(mue@ct.de) ct*

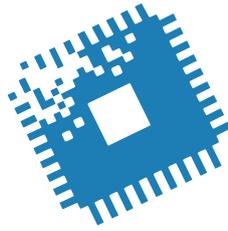
Literatur

- [1] Florian Müssig, KI-Notebooks, Zehn Windows-Notebooks mit Copilot+ und Qualcomms ARM-Prozessor Snapdragon X, c't 17/2024, S. 14
- [2] Florian Müssig, Mobil? Oh ja! KI? Na ja ..., Windows-Notebooks mit starken NPUs, c't 20/2024, S. 20

Mobilprozessoren für Notebooks mit Copilot+

Prozessor	Kerne / Threads	All-Core-Takt / max. Boost	GPU	NPU	Speicher	TDP
AMD Ryzen AI 300						
Ryzen AI 9 HX 375	4C + 8c / 24	3,3 / 5,1 GHz	Radeon 890M	55 TOPs	bis 256 GByte ¹	28 W (15–54 W)
Ryzen AI 9 HX 370	4C + 8c / 24	3,3 / 5,1 GHz	Radeon 890M	50 TOPs	bis 256 GByte ¹	28 W (15–54 W)
Ryzen AI 9 365	4C + 6c / 20	2,0 / 5,0 GHz	Radeon 880M	50 TOPs	bis 256 GByte ¹	28 W (15–54 W)
Intel Core Ultra 200V						
Core Ultra 9 288V	4P + 4E / 8	3,7 / 5,1 GHz	Arc 140V	48 TOPs	32 GByte	30 W (17–37 W)
Core Ultra 7 268V	4P + 4E / 8	3,7 / 5,0 GHz	Arc 140V	48 TOPs	32 GByte	17 W (8–37 W)
Core Ultra 7 266V	4P + 4E / 8	3,7 / 5,0 GHz	Arc 140V	48 TOPs	16 GByte	17 W (8–37 W)
Core Ultra 7 258V	4P + 4E / 8	3,7 / 4,8 GHz	Arc 140V	47 TOPs	32 GByte	17 W (8–37 W)
Core Ultra 7 256V	4P + 4E / 8	3,7 / 4,8 GHz	Arc 140V	47 TOPs	16 GByte	17 W (8–37 W)
Core Ultra 5 238V	4P + 4E / 8	3,5 / 4,7 GHz	Arc 130V	40 TOPs	32 GByte	17 W (8–37 W)
Core Ultra 5 236V	4P + 4E / 8	3,5 / 4,7 GHz	Arc 130V	40 TOPs	16 GByte	17 W (8–37 W)
Core Ultra 5 228V	4P + 4E / 8	3,5 / 4,5 GHz	Arc 130V	40 TOPs	32 GByte	17 W (8–37 W)
Core Ultra 5 226V	4P + 4E / 8	3,5 / 4,5 GHz	Arc 130V	40 TOPs	16 GByte	17 W (8–37 W)
Qualcomm Snapdragon X						
Snapdragon X Elite X1E-84-100	8C + 4c / 12	3,8 / 4,2 GHz	X1-85	45 TOPs	bis 64 GByte ¹	k. A.
Snapdragon X Elite X1E-80-100	8C + 4c / 12	3,4 / 4,0 GHz	X1-85	45 TOPs	bis 64 GByte ¹	k. A.
Snapdragon X Elite X1E-78-100	8C + 4c / 12	3,4 / – GHz	X1-85	45 TOPs	bis 64 GByte ¹	k. A.
Snapdragon X Plus X1P-66-100	6C + 4c / 10	3,4 / 4,0 GHz	X1-85	45 TOPs	bis 64 GByte ¹	k. A.
Snapdragon X Plus X1P-64-100	6C + 4c / 10	3,4 / – GHz	X1-85	45 TOPs	bis 64 GByte ¹	k. A.
Snapdragon X Plus X1P-46-100	4C + 4c / 8	3,4 / 4,0 GHz	X1-45	45 TOPs	bis 64 GByte ¹	k. A.
Snapdragon X Plus X1P-42-100	4C + 4c / 8	3,2 / 3,4 GHz	X1-45	45 TOPs	bis 64 GByte ¹	k. A.
k. A. keine Angabe		¹ OEM-abhängig, bislang sind Notebooks mit maximal 32 GByte erhältlich				

Bit-Rauschen



Die Intel-Chipfabrik in Magdeburg steht auf der Kippe

Intel rutscht immer tiefer in die Krise, spottet aber über Software-Murks von AMD und Qualcomm. AMD bringt Updates spät oder gar nicht und Forscher entwickeln supersparsame Chips.

Von Christof Windeck

Pat Gelsinger steht als Intel-Chef unter extremem Druck. Intels Aktienkurs schmilzt wie Butter in der Sonne, es droht der Rauswurf aus dem Dow Jones und der Börsenwert beträgt kaum noch 85 Milliarden US-Dollar – vor drei Jahren waren es über 200 Milliarden. Manche sehen Intel als Übernahmekandidat, Spekulationen schießen ins Kraut. Nvidia hat einen prallgefüllten Geldspeicher; die Auftragsfertiger TSMC oder Samsung könnten einen potenziellen Konkurrenten ausschalten wollen, bevor er gefährlich wird. Die Verschmelzung mit Globalfoundries würde hingegen die Chipfertigung im US-Home-land stärken.

Aus deutscher und europäischer Perspektive interessiert vor allem, wie es mit dem geplanten Chipwerk in Magdeburg weitergeht, aber dazu gibt sich Intel schmalplippig. Für die Fab in Irland und eine in Arizona fand Intel Co-Investoren wie die Investmentfirma Apollo, die jeweils 49 Prozent der Anteile als Kapitalanlage übernehmen und dadurch die Schuldenlast drücken.

Bis zum Redaktionsschluss dieser c't-Ausgabe gab es keine offiziellen Aussagen von Intel, aber intern und im Vorstand (Board of Directors) diskutierte man Szenarien zur Restrukturierung. Der renommierte US-Investor Lip-Bu Tan, der unter anderem die Chipdesign-Firma Cadence jahrelang führte, trat schon Ende August zurück. Der 64-Jährige verabschiedete sich mit höflichen Worten, die aber deutlich machten: Hier verschwende ich meine Zeit. Es sickerte durch, dass er deutlich

mehr Entlassungen und eine stärkere Fokussierung des Unternehmens auf die wichtigsten Ziele für nötig hält.

Ein Silberstreif am Intel-Horizont ist der Mobilprozessor Core Ultra 200V alias Lunar Lake, der in vielen Disziplinen gegen Qualcomm Snapdragon X und AMD Ryzen AI 300 punktet (siehe Seite 44). Allerdings entstammen die wichtigsten Lunar-Lake-Chiplets nicht der Fertigung von Intel, sondern von TSMC. Mit Intel 18A soll sich das 2025 ändern, beteuert Gelsinger. Aber für externe Kunden ist der Einstieg in die 18A-Fertigung zäher als gedacht, weil mehr Arbeit an der Chipdesignsoftware nötig sei als erwartet.

AMD und die Software

AMD hat eine lange Geschichte der Softwarepannen. Ein Ende ist nicht in Sicht, obwohl man sich selbst zur Software-Company ausgerufen hat. Im August zeigte sich, dass mehrere Ryzen-Generationen deutlich vom Windows-11-Update KB5041587 profitieren, vor allem in PC-Spielen. Der Hintergrund ist wohl, dass Windows 11 zuvor unnötig scharfe Schutzmaßnahmen gegen potenzielle Malware-Angriffe umsetzte. Das Update ist eine gute

Nachricht. Aber man fragt sich, weshalb sie AMD nicht schon bei der Markteinführung des Ryzen 9000 verkündet hat.

Und die Windows-11-Treiber für die eigentlich von Xilinx entwickelte Ryzen-AI-NPU funktionieren noch immer nicht richtig. Das rieb Intel bei der Vorstellung des Core Ultra 200V AMD unter die Nase. Intel präsentierte genüsslich Folien mit KI-Benchmarkbalken, auf denen Ryzen AI immer wieder als Totalausfall glänzte. Qualcomm bekam in der Gaming-Disziplin sein Fett weg: Die auf alte ATI-Technik zurückgehende Adreno-GPU (deren Name ein Anagramm von Radeon ist) im Snapdragon X hat zwar durchaus einigen 3D-Wumms, taugt aber in der Praxis bisher kaum für Spiele. Intel kennt sich diesbezüglich gut aus, denn für die anfangs murksigen Treiber für die erste Generation der Arc-Grafikkarten bezog man selbst kräftig Prügel.

Raspi-Panne

Raspberry-Pi-Chef Dr. Eben Upton, der seit 2016 – neben anderen Ehrentiteln – auch den eines Commanders of the British Empire (CBE) trägt, ist vermutlich ziemlich sauer. Denn im selbst entwickelten Mikrocontroller RP2350, auf den er sehr stolz ist, steckt ein blöder Fehler, den das Datenblatt als Erratum RP2350-E9 verzeichnet. Er geht wohl auf ein zugekauft Designmodul für die I/O-Schaltungen zurück und schränkt den Funktionsumfang der GPIO-Pins ein. In vielen Anwendungsfällen lässt sich der Bug zwar durch Anschluss externer Widerstände umgehen, aber in manchen Schaltungen lässt sich der ältere RP2040 nun doch nicht so leicht durch einen RP2350 ersetzen, wie geplant.

Noch genügsamere Chips entwickelt Efficient Computer, ein Start-up von Forschern der Carnegie-Mellon-Uni (CMU) in Pittsburgh. Es geht um rekonfigurierbare Logik (Coarse-Grain Reconfigurable Array, CGRA) aus zahlreichen Processing Elements (PEs), die in supersparsamer Ultra-Low-Power-Halbleitertechnik gefertigt werden. Solche ULP-CGRAs sollen zehn Jahre lang mit einer Batterieladung rechnen und eignen sich damit etwa für implantierbare Medizintechnik.

Zum Schluss ein Adieu an das US-amerikanische Online-Hardwaremagazin Anandtech, das der seit zehn Jahren für Apple tätige Anand Lal Shimpi als 14-Jähriger ins Leben rief. Nach 27 Jahren ist nun Schluss, weil sich das Geschäft für die Konzernmutter nicht mehr lohnt.

(ciw@ct.de) **ct**

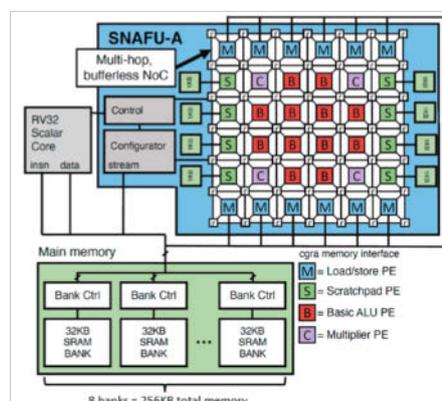


Bild: Graham Goblecki, Carnegie Mellon University (CMU)

Der Chip SNAFU-Arch braucht extrem wenig Strom und vereint einen RISC-V-Kern mit 256 KByte SRAM sowie einem Ultra Low Power Coarse-Grain Reconfigurable Array (ULP-CGRA).

Windows-Update entfesselt Ryzen-CPU

Ein Update für Windows 11 beseitigt Systembremsen. Dadurch laufen vor allem PC-Spiele auf Systemen mit AMD-Ryzen-Prozessoren oft merklich flinker.

Das Windows-11-Update mit der Nummer KB5041587 hat es in sich: Vielen Ryzen-Nutzern beschert es einen kostenlosen Leistungssprung, der in bestimmten Fällen fast so groß ausfällt wie der Wechsel von einer Prozessorgeneration zur nächsten. Das Update verbessert laut AMD die Nutzung der aufwendigen Sprungvorhersage im Ryzen-Frontend – genauere Angaben macht die Firma dazu aber nicht. Ryzen-Prozessoren ab der 5000er-Generation profitieren davon, dass Verzweigungen im Programmcode nun präziser vorhergesagt und damit schneller durchlaufen werden.

Windows-11-Nutzer erhalten den Softwareflicken über die normale Updatefunktion. Spätestens beim Klick auf „Nach Updates suchen“



AMDs Ryzen-9000-CPU liefern zum Start weniger Spieleleistung als erwartet. Ein Windows-11-Update bringt nun einige Performancepunkte mehr.

sollte es auftauchen. Für Windows 10 ist ein vergleichbares Update nicht mehr geplant.

Wir haben mit einem Ryzen 7 9700X nachgemessen. In klassischen Anwendungen verzeichneten wir kaum Unterschiede, dafür umso stärkere Leistungssprünge in 3D-Spielen. Im integrierten Benchmark des Action-Rollenspiels Cyberpunk 2077 etwa gab es ein Plus von 13 Prozent: In Full-HD-Auflösung (1920 × 1080 Bildpunkte) und Ultra-Einstellungen schafft die CPU mit einer GeForce RTX 4080 nun im Durchschnitt 165 statt zuvor 146 Bilder pro Sekunde. Auch die P1-Perzentile stiegen von 87 auf 93 fps. Dieses langsamste Prozent der berechneten Bilder im Benchmarkdurchlauf ist entscheidend dafür, wie geschmeidig die Animationen auf den Betrachter wirken.

Ähnliche Werte ermittelten wir für Ryzen 9 7950X und Ryzen 9 5900X nach dem Update. Doch dabei zeigte sich auch ein altbekanntes Problem, das genauere Aussagen zum Performance-Gewinn schwierig macht: Das Update steigerte die Bildrate nur dann, wenn die CPU der Flaschenhals war. In 1080p-Auflösung war nach dem Update jedoch offenbar schon die Oberklasse-Grafikkarte GeForce RTX 4080 das limitierende Element. So bekommt man von der zusätzlichen Leistung mit langsameren Grafikkarten oder bei höheren Auflösungen nur wenig mit. (csp@ct.de)

Intel-Workstation-CPU mit 60 Kernen

Intel legt die Xeon-W-Prozessoren für Workstations neu auf. Die Baureihen Xeon W3500 und W2500 haben mehr Kerne als ihre Vorgänger und zumeist höhere Taktraten (siehe ct.de/y7q6). Dafür verheizen sie bis zu 55 Watt mehr Strom. Die meisten neuen Xeon W kosten entweder genauso viel wie die Vorgänger oder sind sogar ein- bis zweihundert Dollar günstiger. Das obere Ende des Preisrahmens bleibt mit 5889 US-Dollar gleich. Am unteren Ende sind jetzt mindestens 609 statt zuvor 359 US-Dollar fällig, doch dafür gibt es immerhin acht statt sechs CPU-Kerne.

Die sind, wie beim Xeon W üblich, allesamt P-Kerne mit Hyper-Threading, doppelter AVX512-Einheit und AMX-Einheiten für KI. Andere Beschleuniger-IPs wie QAT, IAA und DLB werden nicht unterstützt, nur ein einzelner Data Streaming Accelerator (DSA) erledigt seinen Dienst. Die W3500 unterstützen bis zu 8 × DDR5-4800R mit ECC bis zu einem Maximum von 4 TByte und haben 112 PCI-Express-5.0-Bahnen. Die W2500 haben nur vier Speicherkanäle

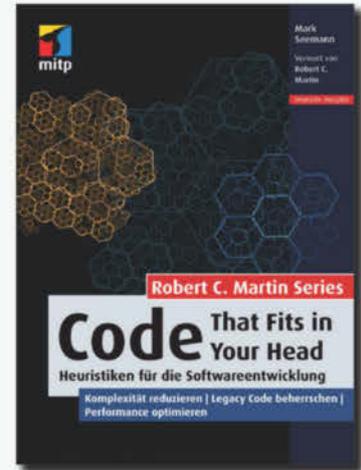
und bieten nur bis zu 2 TByte sowie 64 Lanes. Während die 35er- und 25er-Modelle generell nur DDR5-4400 nutzen, gilt das für die anderen Xeon W nur bei zwei DIMMs pro Speicherkanal.

Bei der Architektur „Sapphire Rapids“ und der LGA4677-Plattform tut sich indes nichts. Dadurch laufen die neuen CPUs aber nach einem BIOS-Update auch auf vorhandenen Mainboards mit W790-Chipsatz. Neue Mainboards mit LGA4677-Fassung soll es ab 499 US-Dollar geben. Die Beschränkung auf dieselbe Plattform ist es auch, die neuere Prozessorgenerationen blockiert: Änderungen an den I/O-Dies würden die Kompatibilität mit dem W790-Chipsatz einschränken, so Intel.

Die neuen Xeon-W-Prozessoren sollen noch im dritten Quartal 2024 verfügbar sein, darunter in Workstations von Dell, HP und Lenovo, aber auch Supermicro, Puget Systems und Hypertec. (csp@ct.de)

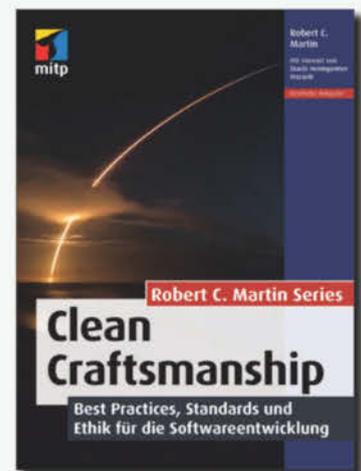
Liste mit Spezifikationen: ct.de/y7q6

Robert C. Martin -
Reihe bei mitp
Von der Fachpresse empfohlen!



„Mark Seemann bringt ein Lehrbuch, das sich an Profis richtet. [...] Das Werk unterscheidet sich angenehm von seinen Vorgängern, da es auf aktuelle Technologien setzt.“ (ix Magazin)

Auch als E-Book oder Bundle in unserem Shop erhältlich: www.mitp.de/0514



„Das Werk ist eine exzellente Einführung in vernünftiges Codesign; explizit auch für Entwickler, die sich autodidaktisch ausgebildet haben und bisher wenig Teamerfahrung mitbringen.“ (ix Magazin)

Auch als E-Book oder Bundle in unserem Shop erhältlich: www.mitp.de/0416

Einfach nur Wow!

Neue Erklärung für ungewöhnliches Signal aus dem All

In der Netflix-Serie „3 Body Problem“ führt der Erstkontakt mit einer fremden Zivilisation die Menschheit in die Krise. Vor fast 50 Jahren haben Astronomen womöglich tatsächlich ein außerirdisches Signal empfangen. Doch eine neue Studie präsentiert eine andere Theorie.

Von Sabrina Patsch

Es ist 1977 und die Astrophysikerin Ye Wenjie verbringt eine Nachtschicht am Radioteleskop der chinesischen Red Coast Base, als sie plötzlich ein ungewöhnliches Signal empfängt. Sie analysiert es mit dem Computer und entdeckt eine Nachricht: „Antworte nicht!“ Es folgt eine Warnung. Wenn die Menschheit antwortet, wird eine andere Zivilisation die Erde erobern. Doch Ye Wenjie antwortet: „Kommt. Ich werde euch helfen, diese Welt zu erobern.“

Diese Szene verändert das Schicksal der Menschheit, zumindest in der Science-Fiction-Serie „3 Body Problem“. Sie beruht auf der Trilogie des chinesischen Autors Liu Cixin, die besonders für ihre wissenschaftliche Genauigkeit

gefeiert wurde. Wie genau, zeigt dieses Beispiel.

Am 15. August 1977 empfing das „Big Ear“-Radioteleskop der Ohio State University tatsächlich ein ungewöhnliches Signal. So ungewöhnlich, dass der Physiker Jerry R. Ehman die Messreihe ausdrückte, das Signal einkreiste und es mit einem simplen Wort kommentierte: „Wow!“ So erhielt das 72 Sekunden lange Wow!-Signal seinen Namen.

Aus mehreren Gründen begannen die Wissenschaftler zu rätseln, ob es sich um eine Nachricht einer extraterrestrischen Zivilisation handeln könnte. Das Signal hatte eine außergewöhnlich schmale Bandbreite, natürliche Phänomene hingegen emittieren Strahlung eher breitbandig. Auch war es auffallend intensiv: Der stärkste Ausschlag war knapp 30-mal stärker als das Hintergrundrauschen. Außerdem lag es mit 1420 MHz fast perfekt auf der sogenannten Wasserstofflinie, einer charakteristischen Übergangsfrequenz von Wasserstoff. Da Wasserstoff das einfachste und häufigste Element im Universum ist, kennen es vermutlich alle fortschrittlichen Zivilisationen. Die Physiker Philip Morrison und Giuseppe Cocconi spekulierten daher bereits 1959, dass Zivilisationen vermutlich diese Frequenz nutzen würden, um mit anderen zu kommunizieren.

Die empfangene Nachricht wirkt für viele Betrachter tatsächlich wie der Einstieg in ein Science-Fiction-Abenteuer. Auch Ye Wenjie in „3 Body Problem“ druckt das Signal aus, das sie empfangen hat. Für wenige Sekunden ist eine Großaufnahme davon zu sehen (im Video auf ct.de/ywvg) und wer genau hinschaut, erkennt die Zeichenfolge „6EQUJ5“ – das Wow!-Signal.

Es gab diverse Ansätze, den Ursprung des Signals zu erklären. Ehman selbst veröffentlichte 30 Jahre nach dessen Entdeckung einen Aufsatz, in dem er mögliche Ursachen diskutierte. Nun haben Forscher um Abel Méndez von der Universität von Puerto Rico in Arecibo das „Arecibo

Wow!“-Projekt ins Leben gerufen, um das Rätsel zu lösen – und womöglich schon eine plausible Erklärung gefunden. Das Manuskript auf dem Pre-Print-Server arXiv wurde bisher noch nicht von unabhängigen Experten begutachtet.

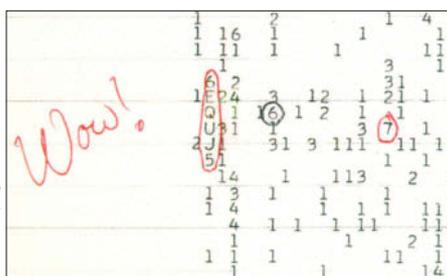
Ziel des Projekts ist es, in archivierten Daten des Arecibo-Observatoriums nach Signalen zu suchen, die dem Wow!-Signal ähneln. Das William-E.-Gordon-Teleskop in der Hafenstadt Arecibo war seinerzeit das größte Einzelteleskop der Welt, stürzte jedoch nach einem Tropensturm 2020 ein und wurde nicht wieder aufgebaut. Das Team untersuchte Daten vom Februar bis Mai 2020 mit ähnlichen Einstellungen wie das Big-Ear-Teleskop 1977, jedoch mit höherer Auflösung und Sensitivität.

Der erste Astro-Maser

Die Physiker entdeckten Messdaten, die dem Wow!-Signal ähnelten, jedoch hundertmal schwächer waren: Strahlung von interstellaren Wasserstoffwolken. Sie mutmaßen, dass das Wow!-Signal seine hohe Intensität einem seltenen Umstand zu verdanken haben könnte. Womöglich habe eine naheliegende Radioquelle die Wasserstoffwolke kurzzeitig angeregt, so dass ein kurzes, intensives Signal entstand – wie bei einem Maser, also einem Laser im Mikrowellenbereich. Bei der Quelle könnte es sich um einen Magnetar gehandelt haben, also einen Neutronenstern mit besonders starkem Magnetfeld. „Dies sind sehr seltene Ereignisse, die von besonderen Bedingungen und Ausrichtungen abhängen. Dabei können die Wasserstoffwolken für Sekunden bis Minuten deutlich heller werden“, schreiben die Forscher in ihrem Manuskript. „Die genaue Position des Wow!-Signals könnte man bestimmen, wenn man die Radioquelle hinter den kalten Wasserstoffwolken findet.“

Ein Beweis der Theorie steht noch aus. Einen solchen könnten die Forscher beispielsweise erbringen, indem sie ein ähnliches Signal in astronomischen Messdaten finden. Damit wäre das Ende der Alien-Theorie besiegelt. Jedoch wäre das Wow!-Signal dann die erste Beobachtung eines astronomischen Masers und eine Errungenschaft für sich. Vielleicht fehlt der Menschheit aber doch einfach nur die Science-Fiction-Computertechnologie, die eine außerirdische Nachricht in wenigen Sekunden in verständliche Sprache übersetzen kann. (spa@ct.de) 

Publikationen und Video: ct.de/ywvg



Das Wow!-Signal wurde 1977 aufgenommen. Zahlen und Buchstaben stehen für die Intensität des Signals. Werte ab 10 werden mit Buchstaben kodiert, also A=10, B=11 und so weiter.

DENN SIE WISSEN NICHT, WOHIN DU GEHST.

Neue Wege in neue Arbeitswelten.
Sicherer. Einfacher. Besser.

Cordaware bestzero

Die unkomplizierte VPN Alternative
für remote work in unsicheren Zeiten

Remote Work
Ganz einfach und
ohne VPN!

Erhebliche Reduzierung von Cyber-Bedrohungen.
Dedizierter Zugang für einzelne Anwendungen.
Zeitsparend, kosteneffizient, flexibel.

- ✓ Zeitgesteuerter und 2FA bedingter Appzugriff
- ✓ Keine offenen eingehenden Ports erforderlich
- ✓ Remote Zugriff auf Ressourcen schnell und einfach bereitstellen

Besuchen Sie uns
in Nürnberg
auf der it-sa!
Halle 9 - Stand 128
22. - 24.10.2024



✓ Verfügbar für Windows, macOS, Linux, iOS und Android

Cordaware GmbH Informationslogistik +++ Fon +49 8441 8593200 +++ info@cordaware.com +++ www.cordaware.com



IT Made in Germany

Google korrigiert Qubit-Fehler effektiv

Um leistungsfähig Probleme lösen zu können, müssen Quantencomputer die Fehler automatisch korrigieren, die ihren Qubits während Berechnungen unterlaufen. Nun hat ein Forschungsteam erstmals die Fehleraten unter eine kritische Schwelle gedrückt.

Aufgrund der labilen Natur von Qubits sind Quantencomputer bis heute noch sehr fehleranfällig. Werden mehrere Rechenschritte hintereinander ausgeführt, verrauschen die Ergebnisse – sie werden unbrauchbar. Qubit-Fehler zu erkennen und während der Rechnung zu korrigieren ist das Ziel der Quantenfehlerkorrektur. Nun demonstrierte ein Team unter der Leitung von Julian Kelly von Google Quantum AI erstmals ein Experiment zur effektiven Quantenfehlerkorrektur (siehe ct.de/yqse). Seine Ergebnisse präsentierte es auf dem Preprint-Server arXiv, die Arbeit wurde noch nicht von unabhängigen Experten geprüft.

Die Forscher implementierten einen sogenannten Surface Code („Oberflächen-code“). Statt wie bisher eine Quanteninformation in einem einzelnen Qubit zu speichern, wird sie über mehrere, sogenannte physische Qubits verteilt. Diese

Die Forscher kombinieren 17 (rot umrandetes Feld), 49 (gelb) oder 97 (schwarz) physische Qubits zu einer Recheneinheit – einem sogenannten logischen Qubit –, um Fehler zu korrigieren.

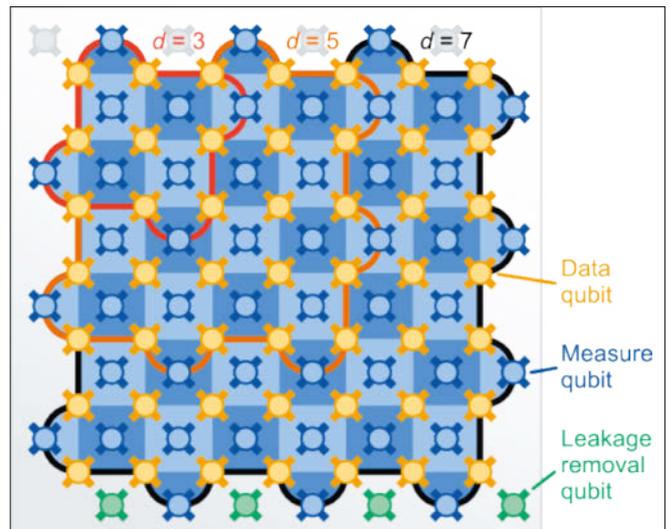


Bild: Google Quantum AI and Collaborators, arXiv:2408.13687, CC BY 4.0

bilden gemeinsam ein logisches Qubit, also eine Recheneinheit. Das bedeutet Redundanz, aber die Information bleibt erhalten, selbst wenn ein einzelnes physisches Qubit einen Fehler macht.

Theoretisch sollte sich die Fehlerrate des Quantencomputers verringern, je mehr physische Qubits zur Fehlerkorrektur zur Verfügung stehen. Dies wurde in der Praxis bisher aber noch nie erreicht, weil die physischen Qubits zu fehleranfällig waren. Auf dem jüngsten Chip der

Google-Forscher mit 105 Qubits sind die nun erstmals stabil genug, um effektive Fehlerkorrektur durchführen zu können: Wird die Zahl der physischen Qubits verdoppelt, halbiert sich die Fehlerquote des logischen Qubits – ein Anzeichen für eine exponentielle Unterdrückung von Fehlern. Damit legen die Forscher den Grundstein für fehlertolerantes Quantencomputing. (spa@ct.de)

Paper der Forscher: ct.de/yqse

Hirnsensor per Spritze

Ein Team um Seung-Kyun Kang an der Seoul National University, Südkorea, entwickelte ein **Elektrodenetz, das mit einer Spritze auf die Hirnhaut injiziert wird** und sich dann wie ein Regenschirm eigenständig auseinanderfaltet (siehe ct.de/yqse). Diesen Effekt erzielten die Forscher mithilfe sogenannter Formgedächtnispolymere, die bei Körpertemperatur wieder ihre ursprüngliche Form anstreben. Der große Vorteil ist, dass der Chirurg beim Einsetzen den Schädelknochen nicht öffnen muss, ein Loch für die Spritze genügt. Zudem ist die koreanische Neuentwicklung biologisch abbaubar; innerhalb weniger Wochen zerfällt sie im Körper und muss folglich nicht operativ wieder entfernt werden.

Ein Elektrodenetz auf der Hirnhaut kann als Hirn-Maschine-Schnittstelle dienen, indem sie Hirnströme als Steuer-

signale auffängt, sei es für einen Joystick, einen Roboterarm oder eine Sprachausgabe. Ebenso kann das Netz helfen, beispielsweise eine Epilepsie zu diagnostizieren. (agr@ct.de)

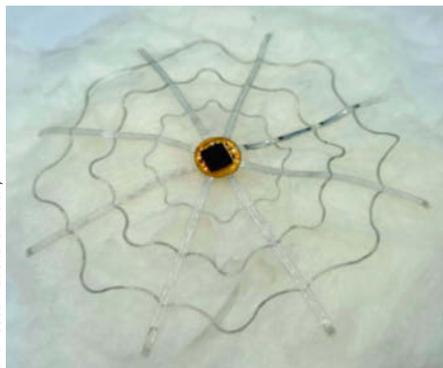


Bild: Seoul National University

Das Elektrodenetz breitet sich selbstständig zwischen Hirnhaut und Schädeldecke aus.

OP auf Distanz Zürich-Hongkong

Die ETH Zürich und Universität Hongkong kooperierten bei einer **magnetischen Endoskopie auf eine Entfernung von 9300 Kilometern**. An seinem Arbeitsplatz im Zürcher Multi-Scale Robotics Lab orientierte sich Ingenieur Alexandre Mesot während der Operation an Live-Bildern. Gesteuert durch ein äußeres Magnetfeld führte Mesot die Sonde in den Magen des Tieres ein, betrachtete über eine Kamera die Magenwand und nahm mit einem Greifer Gewebeproben. Die ETH-Forscher griffen für ihre ferngesteuerte OP auf eine extrem schnelle und sichere Internetverbindung zu, die einen Zeitversatz von lediglich 300 Millisekunden aufwies. Zudem demonstrierten sie damit ihr neu entwickeltes magnetisches Navigationssystem für Endoskopie. (agr@ct.de)

CLOUD CRM

ANPASSUNGSFÄHIG - DATENGETRIEBEN - KUNDENORIENTIERT

Welche Cloud-Lösungen überzeugen im Vertrieb?

Der Markt cloudbasierter CRM-Lösungen wird immer unübersichtlicher – von kleinen Nischen-Lösungen bis zur großen Suite ist alles vorhanden. Daher stellen sich viele Entscheiderinnen und Entscheider die Frage, welche Anwendungen mit der Zeit gehen, ihnen einen erkennbaren Mehrwert für ihre spezifische Situation generieren und ihren Anforderungen gerecht werden. Um der Beantwortung dieser Fragen nachzugehen, hat das Research- und Analystenhaus techconsult dieses Jahr über 3.000 Anwenderinnen und Anwender von Cloud-CRM-Lösungen befragt. Das Professional User Rating – Cloud Business Solutions (PUR CBS) 2025 – ermittelt so die Besten der Besten auf Lösungs- und Herstellerebene.

Daten zentriert – Standort flexibel

Die Cloud ist aus Marketing und Vertrieb nicht mehr wegzudenken. Tief verankert hat sich etwa das Streben nach flexiblen Arbeitsmöglichkeiten oder der sich stetig steigernde Vernetzungsgrad von Unternehmensdaten. CRM-Lösungen aus der Cloud unterstützen dabei, beide Seiten unter einen Hut zu bekommen: Gleichzeitig von unterschiedlichen Standorten aus arbeiten und dennoch Daten zentral verwalten, um Kundendaten im Blick zu behalten und Potenziale besser einschätzen zu können. Die Anforderungen der Kundschaft wandeln sich ständig und oftmals ist zeitnahe, flexibles Handeln gefragt, um Kundinnen und Kunden für sich zu gewinnen. Ein gut angelegtes und vernetztes CRM unterstützt dabei, die individuellen Bedürfnisse bereits bei ersten Ansatzpunkten der Customer Journey zu berücksichtigen.

Zoho glänzt als Champion im Bereich Cloud CRM

Zoho CRM hat sich für die Anwenderinnen und Anwender als Beispiel für eine Lösung mit hervorstechendem Funktionsumfang etabliert. Sie schätzen den Fokus auf lösungsspezifische Funktionen wie Kampagnenmanagement, Verwaltung von Kontakt- und Adressdaten oder die Erstellung von Prognosen und Berichten, was für Effizienz und nachhaltigen Erfolg im Vertriebsprozess sorgt. In diesem Zusammenhang ist Innovation ein besonders wichtiges Stichwort: Um den Lösungsnutzen fortlaufend auf einem hohen Niveau zu halten, ist stetige Weiterentwicklung das A und O. Zoho behauptet sich hier, laut Anwenderinnen und Anwendern, unter den besten CRM-Herstellern.

Bereits zum zweiten Mal infolge, besticht die Zoho Corporation auch dieses Jahr durch Service und Support für ihre Lösung. Kompetente Beratung sowie Unterstützung bei Problemfällen sind entscheidend dafür, in welchem Ausmaß die Nutzenden von einer Lösung profitieren und das Optimum für ihren Anwendungsfall herausholen können. Schnelle, effiziente Unterstützung vermeidet kostspielige Ausfallzeiten im Vertrieb, indem eine nahezu unterbrechungsfreie Kundenbetreuung sichergestellt wird.



Alle Informationen zum Professional User Rating Cloud Business Solutions



unter www.techconsult.de/pur-cbs-2024 oder <https://www.zoho.com/de/crm/pur-report-2024.html>

PUR Cloud Business Solutions – Vendor Benchmark 2024

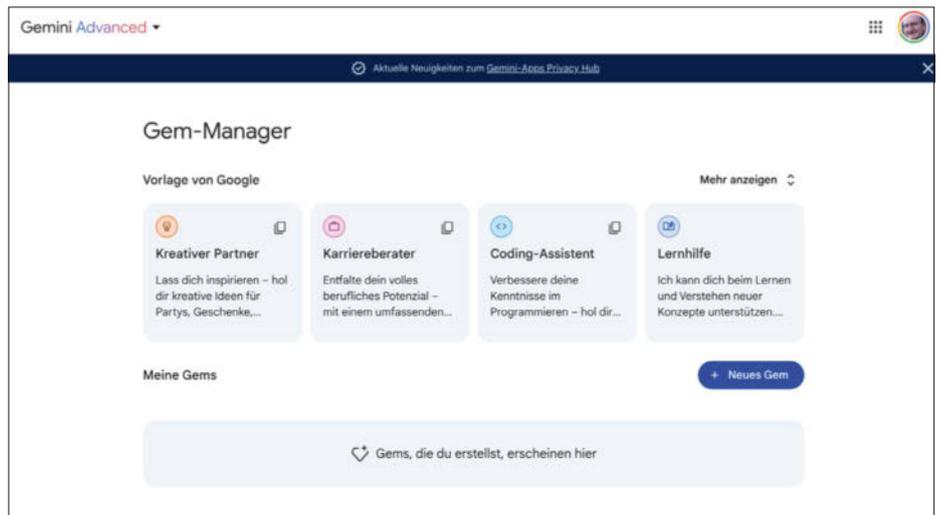
Im PUR CBS Vendor Benchmark 2024 haben die techconsult-Analysten - für den Lösungsbereich „Cloud CRM“ - 46 Hersteller in den Fragebogen aufgenommen. 34 Hersteller konnten sich über die Bewertungen ihrer Anwenderinnen und Anwender im „Bewertungs-Diamanten“ der techconsult positionieren. Da Softwarelösungen nie ausschließlich hinsichtlich des Herstellers betrachtet werden sollten, findet die Bewertung stets auf der Produkt- und Herstellerebene statt. Hinter diesen beiden Ebenen stehen 13 Bewertungskategorien mit über 70 zu bewerteten Einzelkriterien.

Gemini: Individuelle Chatbots, hochwertige Bilder

Benutzer der kostenpflichtigen Advanced-Version von Googles KI-Assistenten Gemini können jetzt individuelle Chatbots erzeugen, sogenannte Gems. Seinem Bild-generator Imagen hat Google Kinderkrankheiten ausgetrieben.

Google hat eine Handvoll Beispiele vorgegeben, die zeigen, was man mit Gems machen kann: eine Lernhilfe, die komplexe Themen für den Nutzer herunterbricht, damit er sie leichter versteht, einen kreativen Partner, einen Karriereberater sowie einen Schreib- und einen Coding-Assistenten. Gems „bestehen“ nur aus einem Namen und einem Prompt, sie sind also im Endeffekt nur Presets für Aufgaben, die man öfter ausführt. Anders als bei OpenAIs GPTs lassen sich keine individuellen Dateien hinterlegen oder eigene Datenbestände verknüpfen.

Als weitere Neuerung hat Google angekündigt, seinen Gemini-Bildgenerator Imagen wieder zu aktivieren. Im Februar



Gemini stellt einige Beispiel-Gems bereit, die die Möglichkeiten der Funktion demonstrieren.

hatte das Unternehmen Imagen nach Ungenauigkeiten der KI ausgesetzt. Die Probleme hat Google mit der neuen Version 3 offenbar behoben. Wie zuvor markiert Imagen seine Bilder mit Wasserzeichen,

um sie als KI-generiert zu identifizieren. Der KI-Bildgenerator soll in allen Gemini-Apps und in allen verfügbaren Sprachen verfügbar sein, also auch in der kostenfreien Version. (jo@ct.de)

Kurz & knapp

Das U.S. Artificial Intelligence Safety Institute am National Institute of Standards and Technology (NIST) hat Kooperationsvereinbarungen mit den KI-Unternehmen Anthropic und OpenAI geschlossen. Es erhält zukünftig **Zugang zu neuen KI-Modellen** der Unternehmen. Das Institut soll damit die Fähigkeiten und Sicherheitsrisiken der KI-Systeme bewerten und Methoden zur Risikominderung erforschen.

Google-Forscher haben ein System namens **GameNGen** vorgestellt. Damit lässt sich der Shooter „Doom“ in einer KI komplett ohne Engine in Echtzeit spielen.

Das Unternehmen Primate Labs hat eine neue Suite von Benchmarks für Fähigkeiten aus dem Bereich der künstlichen Intelligenz online gestellt: **Geekbench AI**. Mit den kostenlosen Tests lassen

sich Geräte unter Windows, macOS, Android und iOS auf ihre Eignung für den Einsatz lokaler KI-Anwendungen testen.

OpenAI ermöglicht Entwicklern nun das **Fine-Tuning von GPT-4o**. Die Anpassung des Sprachmodells soll die Leistung für spezifische Anwendungsfälle verbessern und die Betriebskosten senken.

Ein neues von Google entwickeltes **bioakustisches Modell für künstliche Intelligenz** soll die Frühdiagnostik für bestimmte Krankheiten deutlich verbessern können – akustisch. Es wurde darauf trainiert, anhand von Tonsignalen wie Husten, Niesen oder Schniefen frühzeitig Anzeichen von Krankheiten auszumachen. Der Konzern hat das Modell Health Acoustic Representations (HeAR) getauft.

Bilddatenbank bereinigt

Die deutsche Non-Profit-Organisation LAION hat den Datensatz RE-LAION-5B bereitgestellt, eine überarbeitete Version der Urversion LAION-5B. Die Sammlung von 5,5 Milliarden öffentlich zugänglichen Bildern wird zum Beispiel für das Training von KI-Bildgeneratoren verwendet.

Die Datenbanken enthalten nicht die Bilder selbst, sondern Hashwerte der Bilddateien sowie die URL, unter der LAION das Bild im Netz gefunden hat. Das Stanford Internet Observatory hat Ende 2023 darin 1673 Hinweise auf Darstellungen von Kindesmissbrauch entdeckt. LAION nahm daraufhin seinen Datensatz sofort vom Netz.

Gemeinsam mit den Stanford-Forschern und anderen Kinderschutzorganisationen hat LAION die Sammlung nach Verweisen auf illegale Inhalte durchsucht. Insgesamt habe man 2236 einschlägige Links entdeckt und entfernt. Die so entstandene Datenbank **RE-LAION-5B steht unter einer offenen Lizenz** zur Nutzung bereit. (jo@ct.de)

Weltbild-Insolvenz: Retten Sie Ihre E-Books

Wer bei Weltbild E-Books oder Hörbücher gekauft hat, muss diese bis Ende September herunterladen.

Das Medienunternehmen Weltbild hat Insolvenz angemeldet und seinen Geschäftsbetrieb eingestellt. Käufer von E-Books und Hörbüchern müssen diese bis zum 30. September lokal speichern, um sie nicht zu verlieren.

Rufen Sie dazu den Tolino-Webreader auf (siehe ct.de/ydb6) und melden Sie sich an. Sie finden Ihre Inhalte unter „Meine Bücher“ sowie „Meine Hörbücher“. Die dort hinterlegten Dateien können Sie über die drei Punkte unterhalb des Titelbilds einzeln herunterladen und auf Ihrem PC speichern.

Weil die E-Books im weitverbreiteten EPUB-Format vorliegen, haben Sie damit viele Möglichkeiten: Auf dem PC kann man die Dateien mit verschiede-

nen Programmen öffnen, aber auch Amazons Kindle-Reader akzeptieren das Format.

Wer wie vermutlich die meisten E-Book-Kunden von Weltbild einen E-Reader



Weltbild-Käufe bleiben auf Tolino-Readern lesbar, wenn man rechtzeitig handelt.

der von Tolino hat: Damit E-Books und Hörbücher dort verfügbar bleiben, ist es am bequemsten, sie zusätzlich in die Tolino-Cloud zu laden. Tolino empfiehlt die sogenannte Bibliotheksverknüpfung, womit man die Bibliotheken verschiedener Tolino-Shops zusammenlegen kann. Dadurch wird die Weltbild-Bibliothek zusätzlich zu Ihrer lokalen Sicherung auch in der Tolino-Cloud hinterlegt und ist somit auch in Zukunft auf den Tolino-Readern zugänglich. Anleitungen finden Sie unter ct.de/ydb6.

Weltbild hatte am 10. Juni einen Insolvenzantrag gestellt, die Suche nach einem Investor scheiterte. Der Buchhändler Thalia, der mit Weltbild einst die Marke Tolino gegründet hatte, erwägt nun den Kauf der Produktparte Bücher, E-Books und E-Reader von Weltbild.

(dahe@ct.de)

Webreader, Anleitungen: ct.de/ydb6

» Continuous
Lifecycle »
[Container
Conf]

13./14. November 2024 • Mannheim

Die Konferenz für Developer Experience, Platform Engineering und mehr

Die CLC setzt 2024 rund um das Container-Ökosystem Themenschwerpunkte zu KI-gestütztem **DevOps**, **Security** und **FinOps** sowie **Nachhaltigkeit**.

Highlights aus dem Programm:

- Pipeline als Produkt denken: Modularisierung, Versionierung, Testen, ...
- Der KI-gestützte Entwickler – Tools, Datenschutz, Mindset
- Sicherheitsrisiken von CI/CD-Systemen erkennen und vermeiden
- Nachhaltigkeit in der Cloud – Herausforderungen meistern
- Praxisbericht: Ressourcen reduzieren und Cloud-Kosten senken

Jetzt
Frühbucher-
tickets
sichern!



Workshops am 12. November

continuouslifecycle.de

Veranstalter

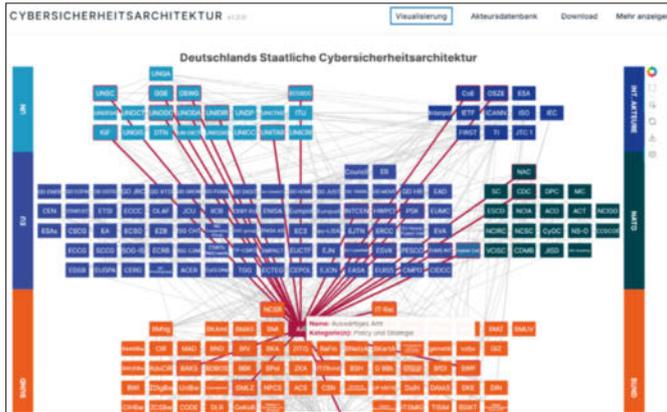


Gold-Sponsoren



Silber-Sponsoren





Im Falle eines Falles

cybersicherheitsarchitektur.de

Schaut man sich an, welche Institutionen in Deutschland für die Cybersicherheit zuständig sind, kommen schnell Fragen auf. Wie kommunizieren die vielen Einrichtungen auf der Ebene von Bund, Ländern und Kommunen im Ernstfall miteinander? Wie koordinieren sie sich und wer hat dabei den Hut auf? Die gemeinnützige Berliner Organisation interface (bis vor Kurzem: Stiftung Neue Verantwortung) beobachtet die weitläufige deutsche Cybersicherheitslandschaft und gibt seit 2018 jährlich einen Bericht dazu heraus.

Neu ist die interaktive Site **Cybersicherheitsarchitektur**, die nationale und internationale Institutionen in einer Art Periodensystem darstellt: UN-Behörden sind himmelblau, Einrichtungen der EU kobaltblau und Bundesinstitutionen orange eingezeichnet. Der graubraune Bereich der Länder zeigt: In Bayern und NRW gibt es je 14 Stellen, die mit Cybersicherheit befasst sind. Nach Klick auf eines der Kästchen offenbart die Site die Aufgaben der dargestellten Einrichtung und beleuchtet Beziehungen zu anderen Stellen. Die hinterlegten Informationen lassen sich filtern und exportieren. (dwi@ct.de)

Virtuelle Pressefreiheit

uncensoredlibrary.com

Als „das digitale Zuhause der Pressefreiheit“ ist **The Uncensored Library** gedacht. Das Projekt der international tätigen Nicht-regierungsorganisation „Reporter ohne Grenzen“ (Reporters sans frontières, RSF) entstand in Minecraft, dem derzeit wohl erfolgreichsten Computerspiel der Welt. In der scheinbar grenzenlosen Klötzchenwelt des Open-World-Spiels lassen sich



Landschaften, Höhlen und Gebäude erkunden. Spieler können aber auch selbst Bauwerke errichten und deren Räume gestalten.

Die Uncensored Library öffnete ihre Türen am 12. März, dem Welttag

gegen Internet-Zensur. Die darin archivierten Bücher sollen Journalisten Gehör verleihen, die in ihren Heimatländern geblockt, zensiert, vertrieben oder sogar getötet wurden. Weil Minecraft so verbreitet und auch in Ländern mit Internetzensur zugänglich ist, erhofft sich der RSF von dem Projekt, dass sich Menschen in diesen Ländern über die tatsächliche dortige politische Lage und generell über die Bedeutung der Pressefreiheit informieren können. (dwi@ct.de)

Vorsicht, Nahrungsergänzung!

klartext-nahrungsergaenzung.de

Nahrungsergänzungsmittel (NEM) haben äußerlich starke Ähnlichkeit mit Arzneimitteln, doch rechtlich gibt es große Unterschiede. Während Medikamente ein Zulassungsverfahren durchlaufen, in dem der Anbieter klinische Studien zur Wirksamkeit und Sicherheit vorlegen muss, gelten NEM offiziell als Lebensmittel. Allein der Hersteller ist für die Sicherheit verantwortlich, er muss sein Produkt lediglich beim Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit anmelden.



Für Verbraucher ist es schwierig, in dem riesigen, stark beworbenen Angebot sinnvolle Präparate zu erkennen. Vieles ist überflüssig oder sogar schädlich bis tödlich. Das Projekt **Klartext Nahrungsergänzung** der Verbraucherzentrale NRW klärt auf. Nach Bereichen wie Immunsystem oder Bewegungsapparat geordnet, finden sich hier gut aufbereitete Informationen zu Vitaminen und Mineralstoffen, Stoffen wie CBD (Cannabidiol) und Melatonin sowie den dazu üblichen Gesundheitsversprechungen. Die ausführlichen Texte analysieren diese „Health Claims“ und entlarven die meisten davon als unsinnig. Der Besucher erfährt, dass es für viele angeblich gesundheitsfördernde Stoffe keinen seriösen Wirknachweis gibt; sofern solche Studien vorliegen, erhält man einen Link dorthin. Die Site bietet viel spannenden, allerdings ernüchternden Lesestoff. (dwi@ct.de)

Diese Seite mit [klickbaren Links: ct.de/yygd](https://ct.de/yygd)



WIR SIND NICHT NUR NERDS. WIR SIND AUCH VOM FACH.

Jetzt 5 × c't lesen

für 20,25 €
statt 27,25 €*

* im Vergleich zum Standard-Abo

30%
Rabatt!



c't MINIABO DIGITAL AUF EINEN BLICK:

- 5 Ausgaben digital in der App, im Browser und als PDF
- Inklusive Geschenk nach Wahl
- Mit dem Digitalabo Geld und Papier sparen 
- Zugriff auf das Artikel-Archiv

Jetzt bestellen:
ct.de/nerdwissen





Zerstörerisch

HP schrottet Notebooks per UEFI-Update

Wenn die als offizielles Update vom Hersteller angebotene Firmware fehlerhaft ist und das Gerät anschließend unbrauchbar, darf man erwarten, dass der verursachte Schaden anstandslos behoben wird. Bei HP leider keine Selbstverständlichkeit, wie mehrere Fälle zeigen.

Von Tim Gerber

Christian S. dachte sich nichts dabei, als ihm eines schönen Tages Mitte Juli beim Herunterfahren des Notebooks seiner Frau ein Windows-Update angeboten wurde. Er wählte also wie üblich „Update und herunterfahren“. Doch als er nach einer Weile wieder nach dem Rechner schaute, stellte sich heraus, dass über die Update-Funktion des Betriebssystems ein Update der HP-Firmware (UEFI) angestoßen worden war. Beim letzten Schritt blieb der Rechner hängen und bootete fortan in regelmäßigen Abständen selbstständig

neu, ohne den Prozess vollständig abzuschließen.

Teure Reparatur

Eine Recherche im Netz brachte rasch zutage, dass Hersteller Hewlett-Packard offenbar schon seit Wochen ein Update verteilte, welches Rechner vom Typ HP Probook 455 G7 wie jenen seiner Frau komplett unbrauchbar machte. Selbst auf der Support-Webseite von HP zu diesem Gerätetyp fand sich ein Hinweis auf das möglicherweise infolge eines Windows-Sicher-

heitsupdates auftretende Problem. Betroffene Kunden sollten sich an den HP-Support wenden. Auch wir empfahlen Christian S., sich zunächst an den Hersteller zu wenden, nachdem er die Redaktion am 22. Juli auf den Vorgang hingewiesen hatte.

In der Folge berichtete er uns von zahlreichen Telefonaten mit dem Support, in denen er deutlich auf die Ursache des Rechnerausfalls durch ein fehlerhaftes HP-Update hingewiesen habe. Auch im Verlauf eines Chats mit dem HP-Support, den uns Christian S. vorlegte, hatte er das klar geschildert. Doch der Support beharrte auch in diesem Dialog darauf, dass man außerhalb der Garantiezeit nur eine kostenpflichtige Reparatur anbieten könne.

Die einzige Abhilfe, die man ihm anbot, war ein Tausch des Mainboards, für den HP ihm über 500 Euro in Rechnung stellen wollte. Bei einem Notebook, das im Jahr 2021 für etwas über 1000 Euro angeschafft wurde, lohnte sich das kaum.

Bei Weitem kein Einzelfall

Mit seinem HP-Problem stand Christian S. keineswegs allein. Am 25. Juli wandte sich auch Sybille L. an die c't-Redaktion und schilderte, dass ihr Notebook vom Typ HP ProBook 445 R7 nach einem Windows-Update tot sei. Der Support des Herstellers habe ihr als Abhilfe lediglich einen Mainboard-Tausch für 427 Euro angeboten. Ob sie als Verbraucherin denn gar keine Ansprüche gegenüber dem Verursacher des Defekts habe, wollte die Leserin von uns wissen.

Wir fragten am 12. August bei dem PC-Hersteller an und wollten wissen, ob die im Netz kursierenden Berichte über das fehlerhafte Update zutreffen, wie viele Kunden davon betroffen seien und wie HP gedenke, den verursachten Schaden im Einzelfall zu beheben. Wir konfrontierten das Unternehmen auch mit den beiden konkreten Fällen von Christian S. und Sybille L. und reichten die beiden Kostenvorschläge ein, die der HP-Support den Kunden für die Behebung ihres Problems geschrieben hatte.

Bereits am 13. August antwortete uns ein Unternehmenssprecher: „HP ist sich eines möglichen Problems mit einem veröffentlichten BIOS-Update bewusst. Die folgende Hardware könnte betroffen sein:

ProBook x360 435 G7, HP ProBook 445 G7, HP ProBook 455 G7, HP ProBook 635 Aero G7, HP EliteBook 835 G7, HP EliteBook 845 G7, HP EliteBook 855 G7, HP ZHAN 66 Pro A 14 G3, HP mt32 Mobile Thin Client und HP mt46 Mobile Thin Client.“

Problem bekannt

Das Problem sei bereits behoben und ein aktualisiertes BIOS mittlerweile seit knapp zwei Monaten verfügbar. Kunden, bei denen dieses Problem aufgetreten ist und die weitere Unterstützung benötigen, sollten sich an den Support wenden. Betroffene Geräte würden in Abstimmung mit den Kunden von HP kostenfrei wieder instand gesetzt.

In den beiden von uns geschilderten Kundenfällen sei es für HP bisher nicht eindeutig nachvollziehbar gewesen, dass es sich um Probleme aufgrund des oben beschriebenen BIOS Updates handelt. „Wir nehmen mit den beiden Kunden direkt Kontakt auf“, schrieb der Sprecher. Wenn der Fehler tatsächlich auf das oben genannte BIOS Update zurückzuführen sei, wolle das Unternehmen auch diesen beiden Kunden eine individuelle, kostenfreie Lösung anbieten.

Das ist HP auch sehr zu raten, schließlich kann man einen Hersteller, der per Update Schaden anrichtet, auch rechtlich haftbar machen, worauf nicht zuletzt Christian S. das Unternehmen mehrfach hingewiesen hatte. Also erkundigten wir uns zwei Wochen später, am 29. August, bei Sybille L. und Christian S., ob HP sie wie zugesagt kontaktiert hatte und wie der Streit um ihre Notebooks letztlich ausgegangen ist. Doch die hatten von HP nichts gehört. Christian S. hatte das Notebook seiner Frau, die es beruflich benötigt, inzwischen für etwa 100 Euro bei einem unabhängigen IT-Dienstleister in Reparatur gegeben.

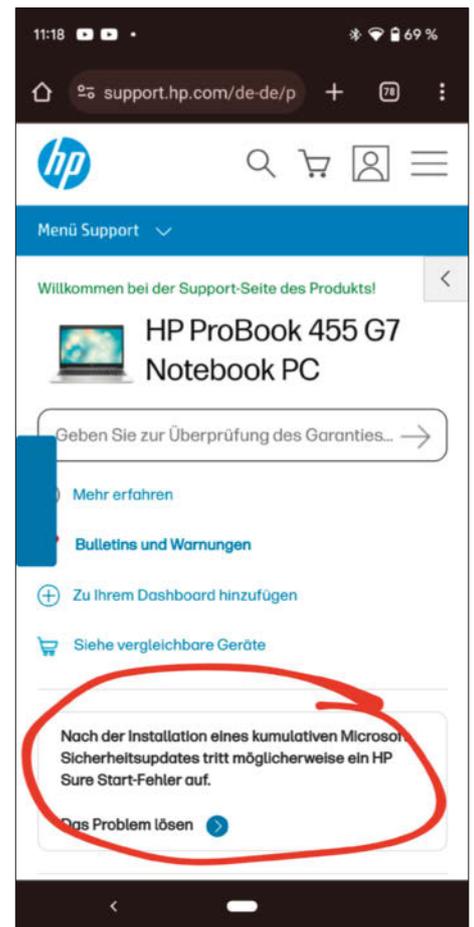
Ungelöst

Wir fragten am 2. September noch mal beim Pressesprecher nach, warum man die Kunden bisher nicht wie zugesagt kontaktiert hatte. Man habe auf eine Zustimmung von uns gewartet, da sich die Leserin ja an c't mit der Bitte um Hilfe gewandt hätten. Doch die E-Mail vom 13. August enthielt keinerlei Hinweis auf eine solche

Erwartung. Wir wiesen HP noch am selben Tag darauf hin, dass sich die beiden Betroffenen nicht etwa mit der Bitte um Hilfe an uns gewandt haben – die wir auch nicht an Stelle des verantwortlichen Herstellers leisten können und wollen –, sondern um uns auf den Vorgang aufmerksam zu machen, damit wir eventuell darüber berichten.

Als Antwort erhielten wir erneut die Zusicherung, dass HP sich nun umgehend mit seinen Kunden in Verbindung setzen werde, um die Sache zu klären. Ob der Hersteller diese Zusage tatsächlich eingehalten hat, ließ sich bis Redaktionsschluss nicht klären. Unabhängig davon steht schon jetzt fest, dass HP mit der Auspielung dieses Updates und der verunglückten Regulierung seinen Ruf als namhafter PC-Hersteller selbst beschädigt hat. (tig@ct.de) **ct**

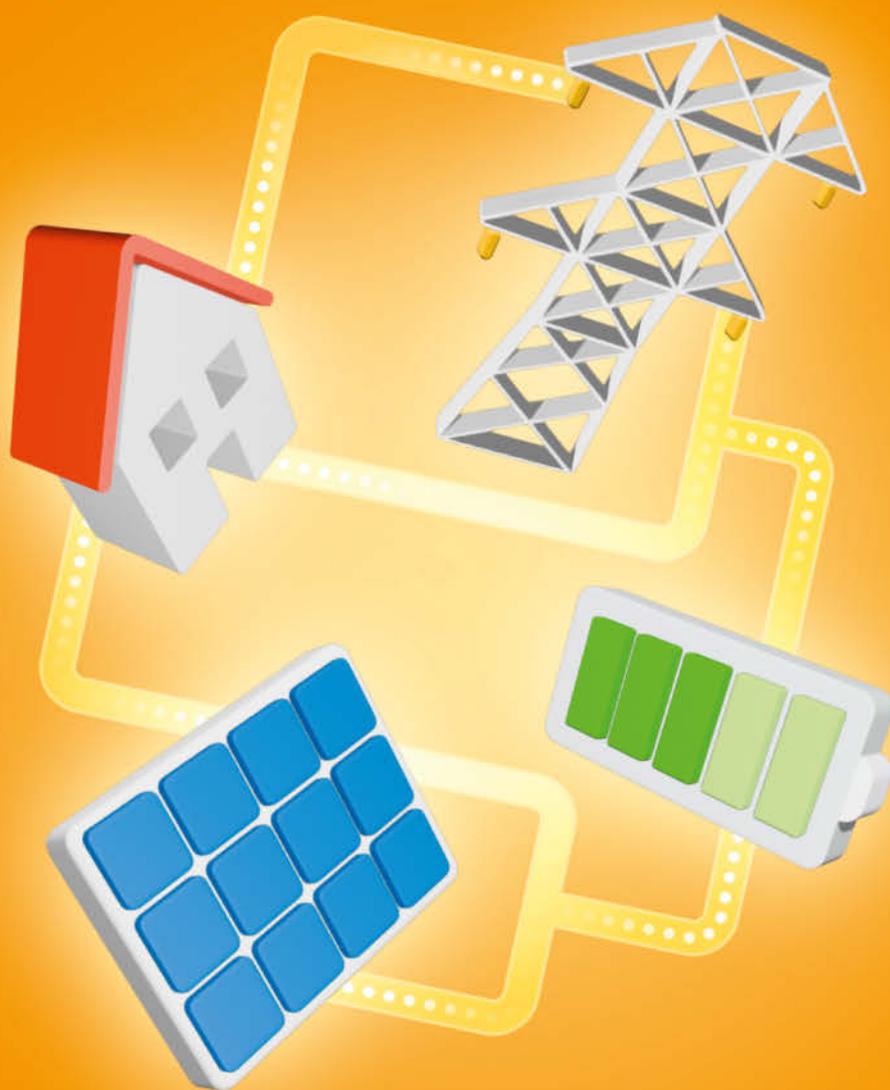
**VORSICHT
KUNDE!**



Sogar auf der Supportseite des Herstellers für das betroffene Gerät findet sich ein Hinweis auf den Update-Fehler. Trotzdem wollte der Support von betroffenen Kunden bis zu 500 Euro für die Reparatur eines Schadens, den HP selbst hervorgerufen hatte.

Energie für später

Wann sich Speicher für Balkonkraftwerke lohnen



Dann lohnen sich Speicher	Seite 58
Sechs Speicher im Test	Seite 62
Dynamische Stromtarife	Seite 72

Ein Balkonkraftwerk deckt den Grundverbrauch im Haus und amortisiert sich nach wenigen Jahren. Aber nebenbei wird auch Strom ins Netz verschenkt – das wurmt so manchen, der über einen Batteriespeicher als Ergänzung nachdenkt. Doch lohnt das? Wir haben nachgerechnet, sechs Modelle getestet und mit dynamischen Stromtarifen eine weitere Maßnahme zur Kostenoptimierung untersucht.

Von Jan Mahn

Was zu Hause vom Mittagessen übrig bleibt, kommt in luftdichte Kunststoffdosen und landet für den kleinen Hunger am Abend oder für den nächsten Tag im Kühlschrank. Energie, die uns die Sonne kostenlos auf die Erde schickt, lässt sich nicht ganz so leicht wegtupfern und später nutzen. Hat ein Photovoltaikmodul die Strahlung in Elektrizität gewandelt, ist ein Batteriespeicher die naheliegende Investition: Solche Speicher gibt es in allen erdenklichen Größen. Tagsüber lädt der Speicher mit überschüssigem PV-Strom, der sonst ins Netz fließen würde, nach Sonnenuntergang versorgt der Akku das Haus.

Wer in den vergangenen Jahren eine große PV-Anlage angeschafft hat, wird vom Fachbetrieb in der Regel auch ein Angebot für einen Speicher erhalten haben – und wer sich für einen Speicher entschieden hat, ist in guter Gesellschaft, wie eine Auswertung des Marktstammdatenregisters (MaStR) der Bundesnetzagentur beweist. In dieser Datenbank muss jeder Betreiber von PV und Speicher seine Anlage registrieren. Von Januar bis einschließlich August 2024 wurden rund 344.000 PV-Anlagen auf Wohnhäusern installiert, zusammen kommen die auf 3,14 Gigawatt Wechselrichterleistung. Batteriespeicher kann man im Portal leider nicht danach filtern, dass nur solche in Wohnhäusern angezeigt werden, daher haben wir als Näherungslösung alle Speicher mit bis zu 30 kWh ausgegeben, in der

Annahme, dass größere Geräte eher im Gewerbe vorkommen: 325.000 solcher Speicher wurden bisher im Jahr 2024 gebaut, sie kommen zusammen auf eine Kapazität von rund 3,1 Gigawattstunden. Die Auswertung zeigt: Ein Speicher für neue Dach-PV-Anlagen ist aktuell der Standard und nicht die Ausnahme.

Angesichts allgemein fallender Preise für Speicher kommen auch immer mehr Betreiber von Balkonkraftwerken auf die Idee, ihre Kleinst-PV mit einem Speicher zu kombinieren – Produkte dafür gibt es schließlich genug. Fragen zu solchen Geräten, zur Amortisation und zur Integration ins Smart Home erreichten uns in den vergangenen Monaten so zahlreich, dass wir uns den Markt für Balkonkraftwerkspeicher genauer angesehen und acht solcher Geräte zum Test vorgeladen haben. Bei zweien war die Software noch nicht fertig, sodass es zunächst nur sechs davon in den Test geschafft haben, den Sie ab Seite 62 lesen.

Falls Sie über die Anschaffung eines Speichers vor allem deshalb nachdenken, weil Sie leidenschaftlich gern Ihren Energieverbrauch optimieren, schon alle Verbraucher auf die Sonnenstunden verlegt haben und noch zusätzlich etwas Geld sparen wollen, finden Sie ab Seite 72 mehr Informationen über eine andere interessante Produktkategorie: dynamische Stromtarife, die die Preise der Strombörsen (Day-Ahead-Preis) zuzüglich einer Bearbeitungsgebühr stundengenau an ihre Kunden weitergeben.

Die weichen Faktoren

Die Frage, die potenzielle Speicherkunden in der Regel brennend interessiert, lautet:

Lohnt sich das? Schnell beantworten kann man die Frage, wenn man sich bewusst für einen mobilen Speicher entscheidet, der auch unabhängig vom Stromnetz funktioniert. Einen solchen kann man je nach Hobby auch zum Angeln, Campen oder auf die Baustelle mitnehmen. Auf mindestens 11 Kilogramm für eine Kilowattstunde muss man sich jedoch einstellen. Wer eh eine solche Anschaffung für die Freizeit plant, braucht keine lange Amortisationsrechnung anzustellen und kann sich freuen, dass der Akku in der Zeit, in der man nicht mit ihm unterwegs ist, auch zu Hause eine sinnvolle Aufgabe hat und nicht in die Tiefentladung abrutscht.

Anders sieht die Rechnung aus, wenn der Akku ausschließlich zu Hause stehen soll. Wer sich für ein Modell entscheidet, das eine eingebaute Schuko-Steckdose hat (siehe Test auf Seite 62), kauft sich immerhin ein Gefühl der Sicherheit für den Fall, dass das Netz vor Ort ausfällt. Das ist statistisch selten, aber ärgerlich, wenn es mal passiert. Laut Daten der Bundesnetzagentur fiel der Strom im Jahr 2022 im Mittel zwar nur 12,2 Minuten pro Endkunde aus, doch der Mittelwert heißt nicht, dass man nur mit kurzen Ausfällen rechnen muss – wenn der Strom (etwa wegen eines schweren Unwetters) ausfällt, kann es auch mal Stunden dauern. Dann freut sich, wer ein paar Kilowattstunden für Kühlschrank und Laptop in einem Akku gebunkert hat. Das ganze Haus versorgt ein mobiler Speicher aber nicht und schon gar nicht automatisch. Es heißt vielmehr: Verlängerungskabel legen oder Batterie zum Kühlschrank tragen und den dort einstöpseln.

Den Wert eines überbrückten Stromausfalls finanziell zu beziffern, ist unmöglich – ob es die Investition wert ist, muss jeder für sich entscheiden. Ebenso kann man sich eine Amortisationsrechnung sparen, wenn man den Speicher aus Freude an der Technik anschafft.

Die harten Faktoren

Richtig anspruchsvoll wird die Amortisationsrechnung eines Kleinspeichers, wenn man ihn ausschließlich anschafft, um den überschüssigen Strom eines Balkonkraftwerks für die Abendstunden aufzubewahren. Jede aus dem Speicher bezogene Kilowattstunde vermeidet dann eine bezogene Kilowattstunde aus dem Netz. Für die folgenden Rechnungen setzen wir die mit 30 Cent an – und das ist nicht die einzige Annahme, die von Ihrer konkreten Situation abweichen dürfte. Eine Universalant-

wort für jedes Haus können wir nicht liefern, nur einen Ansatz, wie Sie sich der Entscheidung für oder gegen einen Speicher nähern können.

Dafür haben wir zunächst ein reales Balkonkraftwerk für eine exemplarische Amortisationsrechnung herangezogen. Im konkreten Fall stand der Kauf eines Speichers zur Debatte. Die Anlage liegt dachparallel auf einem nahezu unverschatteten Dach, hat eine ideale Südausrichtung bei knapp 30° Dachneigung und besteht aus zwei 415-Watt-Modulen an einem 800-Watt Wechselrichter. Im Haus leben drei Personen, davon eine mit täglichen Homeoffice-Schichten, mittags wird warm gegessen und zuvor mit einem Elektroherd gekocht.

Das Balkonkraftwerk hat an 365 Tagen 737 kWh produziert, der Zweirichtungszähler hat in der Zeit 217 kWh Einspeisung gemessen. Das entspricht rund 70 Prozent Eigenverbrauch und 30 Prozent Überschuss. Angenommen, die Familie würde jetzt einen Speicher anschaffen, der die gesamte überschüssige Energie tagsüber speichern könnte. Angenommen sie hätte gleichzeitig einen Nachtverbrauch, der den Akku bis zum Morgen ganz leert. Und weiter angenommen, es gäbe keinerlei Lade- und Entladeverluste, so bezifferte sich die vor der Einspeisung gerettete elektrische Energie immer noch auf lediglich 217 kWh im Jahr, also eingesparter Strombezug im Wert von lediglich 65 Euro.

Unter diesen Best-Case-Bedingungen bräuchte die Anlage ziemlich genau sieben Jahre, um das günstigste Speichermodell aus unserem Test, den Power Hub von Asgoft, für 450 Euro zu amortisieren. Der Hersteller gibt fünf Jahre Garantie auf das Gerät. Diese Rechnung ist stark vereinfacht, doch nur zugunsten des Speichers. In der Realität scheitert der Plan, die gesamten 217 kWh zu nutzen, an mindestens zwei Stellen.

Zunächst auf der Erzeugungsseite, denn der Überschuss fällt mitnichten gleichverteilt über das Jahr an. Es gibt vielmehr einzelne Tage mit gar keinem Überschuss und solche mit optimalem Wetter und niedrigem Eigenverbrauch, an denen auch mal 5 kWh übrig sind. Dafür einen 5-kWh-Akku anschaffen? Wirtschaftlich nicht zu rechtfertigen, denn dadurch ist noch nicht sichergestellt, dass man ihn auch nachts wieder komplett entleert. Außerdem darf der steckerfertige Wechselrichter immer nur maximal 800 Watt



Manche Speicher mit eingebautem Wechselrichter haben auch eine Schuko-Steckdose. Darüber kann man bei Stromausfall wichtige Verbraucher wie den Kühlschrank betreiben. Wird es mit der Amortisation rechnerisch eng, sollte man sich für ein solches Modell entscheiden.

abgeben, große Verbraucher bedient der Akku also nicht. In der Realität kann man auch mit hypothetischem Riesenspeicher eher 100 als 217 kWh nutzen, das wären läppische 30 Euro im Jahr.

Ist ein Speicher also immer unwirtschaftlich? Das hängt davon ab, ob Sie auf Erzeugungsseite noch zubauen können. Nach aktueller Rechtslage dürfen Sie einen 800-Watt-Wechselrichter als Balkonkraftwerk betreiben und bis zu 2000 Watt in Modulleistung installieren. Mieter, die nur zwei Module am Balkon unterbringen können, haben davon nichts, auf dem Eigenheim oder der Garage passt das schon eher. Mit einer 800W-/2000W-Kombination und guter Ausrichtung dürfen Sie mit bis zu 1500 kWh im Jahr rechnen, von denen ein vergleichbarer Haushalt etwa 800 kWh selbst verbrauchen kann. Dann sind plötzlich 700 Kilowattstunden übrig, also Strom für 210 Euro im Jahr. Schafft man es, davon rund die Hälfte dank Speicher selbst zu verbrauchen, kommt man auf zehn Jahre gerechnet immerhin auf 1000 Euro Ersparnis. Längst kein finanzieller Selbstläufer, aber auch keine wirtschaftliche Katastrophe wie im ersten Beispiel mit zwei Modulen.

Was tun?

Haben Sie noch kein Balkonkraftwerk, würden wir zunächst zu einem ohne Speicher raten, weil ein solches ohne Wenn und Aber in deutlich unter zehn Jahren amortisiert ist. Wenn Sie schon ein Balkonkraftwerk besitzen, warten Sie am besten zunächst 365 Tage ab, ziehen dann

Bilanz und schauen auf Ihrem Zweirichtungszähler des Messstellenbetreibers, wie viel Energie überhaupt in einem Jahr für einen Speicher übrig gewesen wäre. Die elektronischen Zähler kennzeichnen diesen Wert mit „2.8.0“ im Display, den eingekauften Strom mit „1.8.0“. Sollte Ihre Stromspeisung deutlich höher liegen als in unserem Beispiel, ist es ratsam, zunächst den Eigenverbrauch noch weiter zu optimieren und zum Beispiel Geschirrspüler und Waschmaschine häufiger tagsüber zu starten. Wenn Sie ähnlich viel übrig haben wie im Beispielfall, können Sie über mehr Modulleistung nachdenken, sofern das baulich möglich und elektrisch machbar ist – je nach Speicher und Wechselrichter können Sie nicht einfach so 2000 Watt an jeden 800-Watt-Wechselrichter anklammern, da hilft nur ein Studium der Datenblätter.

Wenn Sie mit einer Best-Case-Überschlagsrechnung in einen Bereich kommen, in dem eine Amortisation zumindest machbar erscheint, sollten Sie ein genaueres mathematisches Modell bemühen. Die HTW Berlin zum Beispiel hat ihren Balkonkraftwerksrechner um eine Option für Speicher erweitert (siehe ct.de/y7s4). Dort können Sie mal mit eigenen Werten experimentieren und bekommen eine Vorstellung, wie sich die Amortisation mit Speicher verändert. Unsere Erfahrung: Der Rechner schätzt den möglichen Eigenverbrauch bei einer Anlage deutlich geringer als unsere Beispielfamilie es erlebt hat. Auch wenn das Modell der HTW bereits viele Parameter verarbeitet, bleibt es eine Näherungslösung – jeder Haushalt ist anders und für ein genaues Modell müssten Sie den eigenen Verbrauch zunächst über ein Jahr haarklein protokollieren. Der Aufwand lohnt eher nicht.

Wenn es mit der Amortisation unter Ihren Bedingungen knapp wird und Sie sich trotzdem nicht von der Idee eines Speichers verabschieden wollen, sollten Sie sich unbedingt ein mobiles Modell mit Schuko-Steckdose aus unserem Testfeld aussuchen. Das erfüllt nebenbei auch noch eine sinnvolle Aufgabe als Freizeitbegleiter oder Notfallvorsorge. Allein sind Sie mit der Entscheidung für einen Balkonkraftwerkspeicher übrigens nicht: 40.000 Speicher mit weniger als 1 Kilowatt Einspeiseleistung kennt das Marktstammdatenregister bereits, 35.000 davon wurden 2024 eingetragen. (jam@ct.de)

Rechner und Marktstammdatenregister:
ct.de/y7s4

Anmelden im Marktstammdatenregister

Wenn Sie ein Balkonkraftwerk in Betrieb nehmen, müssen Sie es im Marktstammdatenregister als Stromerzeugungseinheit registrieren. Möchten Sie es mit einem Speicher kombinieren, müssen Sie auch diesen mit ein paar Details eintragen. Das klingt beides bürokratischer und dramatischer, als es ist. Noch Anfang 2024 hätten wir an dieser Stelle beschrieben, dass Sie sich zunächst bei Ihrem lokalen Netzbetreiber ein PDF-Formular besorgen und per Fax oder Post einsenden müssen. Seit das Solarpaket I in Kraft getreten ist, fallen solche Schikanen weg: Die Anmeldung von Balkonkraftwerk und optional einem Speicher ist wirklich unbürokratisch und zügig erledigt.

Navigieren Sie im Browser zur Adresse www.marktstammdatenregister.de. Gleich auf der Startseite finden Sie die erste blaue Kachel „Registrierung einer Anlage oder eines Marktakteurs“ – das wollen Sie tun. Wählen Sie anschließend die Kachel „Registrierung einer Solaranlage“ mit dem Sonnensymbol. Sie möchten eine „Steckerfertige Solaranlage (sogenanntes Balkonkraftwerk)“ eintragen. Dann stellt Ihnen der Assistent drei einfache Fragen: Ob Sie schon einen Account im Portal haben, ob Sie das Kraftwerk selbst betreiben und ob es noch in Planung oder schon in Betrieb ist.

Falls Sie noch keinen Account haben, werden Sie direkt aufgefordert, einen solchen mit Mailadresse und Passwort zu erzeugen. Danach hat der Assistent eine kurze Eingabemaske für Sie vorbereitet. Nach der Frage, wo die Anlage steht, dürfen Sie einen Anzeigenamen vergeben – der kann langweilig oder kreativ sein („Fernfusionsreaktor I“), Sie sollten sich aber im Klaren sein, dass er (anders als Ihr Name und der Standort) öffentlich angezeigt wird. Tragen Sie daher in das Feld weder Name noch Adresse ein!

Dann kommen endlich die elektrotechnischen Fragen: Wie viele Module haben Sie im Einsatz und wie viel Watt Spitzenleistung liefern diese zusammen? Die Frage beantwortet das Datenblatt der Module (oder der Aufkleber auf der Rückseite) mit der Angabe „Watt Peak“. Weil private Betreiber früher gern Watt und Kilowatt verwechselt haben und versehentlich gigantische Solarparks registriert haben, ist die Bundesnetzagentur jetzt vorsichtiger geworden. Angaben werden in Watt abgefragt und automatisch in Kilowatt angezeigt. Am Ende gibt es einen Plausibilitätscheck, der allzu große Balkonkraftwerke hinterfragt.

Gleiches gilt für die Wechselrichterleistung, die maximal 800 Watt betragen darf (geben Sie dort mehr an, können Sie

Was möchten Sie registrieren?

Registrierung einer Solaranlage



Der Weg durchs Marktstammdatenregister ist mittlerweile für Laien klar ausgeschildert. Folgen Sie den großen Kacheln und Sie haben Ihr Balkonkraftwerk in wenigen Minuten eingetragen.

sich auf Post vom Netzbetreiber gefasst machen). Neu ist, dass Sie auch die Zählernummer Ihres Stromzählers eintragen müssen. Die wird nicht öffentlich angezeigt, die Angabe soll lediglich dem Messstellenbetreiber die Zuordnung erleichtern – der muss schließlich einen Techniker losschicken und möglicherweise Ihren alten und nicht rücklaufgesperrten Ferrariszähler austauschen.

Mit der letzten Frage nach einem Batteriespeicher schalten Sie ein paar weitere Fragen frei: Auch der Speicher bekommt einen Anzeigenamen und auch er hat eine Ausgangsleistung, die maximal 800 Watt betragen darf. Die letzte Frage betrifft die Kapazität in Kilowattstunden – suchen Sie im Datenblatt nach einer Angabe wie „Nutzbare Kapazität“. Die ist geringer als die der verbauten Zellen, weil die Steuerung die Akkus nicht von 0 bis 100 Prozent lädt und entlädt.

Anschließend können Sie unten rechts die Registrierung abschließen und sich zurücklehnen. Sie sind Ihrer Pflicht nachgekommen und Ihr Netzbetreiber bekommt automatisch eine Nachricht von der Bundesnetzagentur. Je nach verbautem Zähler meldet sich gegebenenfalls in den nächsten Wochen ein Monteur des Netzbetreibers mit einem neuen digitalen Zweizegler.

Technische Daten des Stromspeichers

Anzeige-Name des Stromspeichers im MaStR* ⓘ

Leistung des Stromspeichers (Angabe in Watt)* ⓘ

 W

umgerechnet in kW* ⓘ

 kW

Nutzbare Speicherkapazität* ⓘ

 kWh

Viele Fragen hat das Marktstammdatenregister nicht, wenn Sie einen Speicher zusätzlich zu einem Balkonkraftwerk betreiben.



Nullsummenspiel

Sechs Speicher für Balkonkraftwerke im Test

Sonnenstrom von Balkon, Terrasse oder Garagendach schont die Umwelt und das Portemonnaie. Mit Batteriespeicher kann der Anwender versuchen, die Eigenverbrauchsquote zu optimieren. Dank smarter Technik lässt sich nahezu jede im Minikraftwerk erzeugte Kilowattstunde in den eigenen vier Wänden nutzen.

Von Sven Hansen

Der Gesetzgeber hat den Weg zum privaten Balkonkraftwerk deutlich vereinfacht und damit einen wahren Boom ausgelöst. Allein im vergangenen Jahr wurden 270.000 Minikraftwerke neu angemeldet, bis Ende August dieses Jahres kamen 322.000 Anlagen hinzu. Die Preise sind in den vergangenen Monaten erneut gefallen, für einzelne 400-Watt-Module zahlt man im Angebot weniger als 50 Euro. Ist der Standby-Verbrauch hoch, amortisiert sich eine einfache Solarinstallation an einem sonnigen Standort in wenigen Jahren.

Während sich Besitzer größerer PV-Anlagen über Einkünfte durch die Einspeisung von überschüssig produziertem Solarstrom freuen können, gehen die Betreiber von Balkonkraftwerken leer aus. Bestenfalls verschläft der Messstellenbetreiber

den Einbau eines aktuellen Stromzählers, denn dann dreht sich der Nachkriegszähler mit ein wenig Glück rückwärts. Dank veränderter Regulatorik darf er das inzwischen sogar.

Will man überschüssigen Balkonsolarstrom nicht ins Netz verschenken, ist ein Batteriespeicher die naheliegende Lösung. Doch Batterien sind nach wie vor teuer und ob sich eine solche Anschaffung wirtschaftlich lohnt, hängt von vielen Faktoren ab (siehe Seite 58). Wenn Sie diesen Artikel lesen, haben Sie entweder schon mit dem sehr spitzen Bleistift gerechnet oder Sie haben einfach Bock auf selbst produzierten Strom aus der Steckdose.

Zum Test haben wir sechs smarte Speicher für bestehende Balkonkraftwerke beziehungsweise Lösungen mit integriertem Wechselrichter und Speicher

c't kompakt

- Batteriespeicher helfen dabei, möglichst viele Kilowattstunden aus dem Balkonkraftwerk selbst zu verbrauchen, statt sie umsonst einspeisen zu müssen.
- Systeme mit eigenem Wechselrichter können Lastkurven eines Verbrauchers präzise ausgleichen.
- Den aktuellen Energiebedarf im Haushalt kann man auf unterschiedliche Weise bestimmen, Smartmeter kommen dabei bisher kaum zum Einsatz.

beschafft. Zu letzterer Kategorie gehört die Solarbank 2 E1600 Pro von Anker. Sie integriert Energie- und Batteriemangement sowie Wechselrichter in einem Gerät. Gleiches gilt für den Hausspeicher SolMate vom österreichischen Unternehmen EET. Bei dem bereits in c't 13/2023, S. 86 getesteten Delta 2 Max handelt es sich um einen Solargenerator, der erst über einen proprietär verbundenen EcoFlow-Mikrowechselrichter (PowerStream) zum Solarspeicher wird.

Lionshee bietet ein Set aus Batterien, Energiemanagement und smartem Wechselrichter aus einer Hand, man bekommt es aber auch ohne Wechselrichter für Bestandsanlagen. An Besitzer bestehender Balkonkraftwerke richten sich auch die Junior Box von Dyness und die ASE-1000-Batterien von Asgoft. Dieser Hersteller bietet auch einen Power Hub als Zubehör, sodass man den Solarspeicher unterwegs auch als große Powerbank nutzen kann wie den Delta 2 Max.

Zwei ebenfalls spannende Systeme von Hoymiles (MS 2) und Jackery (Navi 2000) haben es zwar rechtzeitig in die Redaktion geschafft. Die für den Test interessante Funktion, mit der der Überschuss in den Akku geladen und der Hausverbrauch aus dem Akku bezogen wird, war jedoch nicht wie angekündigt implementiert. Einen Test beider Systeme werden wir nachreichen.

Heavy Metal

Batterien sind schwer, die Installation eines Speichers ist schon deshalb oft eine Herausforderung. Zum Glück spendieren Anker, EcoFlow und Lionshee ihren Spei-

chern ordentliche Griffe oder Mulden. Ausgerechnet der mit 28 kg schwerste Testkandidat von EET kommt wie ein Stück Seife daher und sollte lieber von zwei Personen montiert werden. Der Asgoft-Speicher ist zwar klein, wegen fehlender Griffmulden aber umständlich zu handhaben.

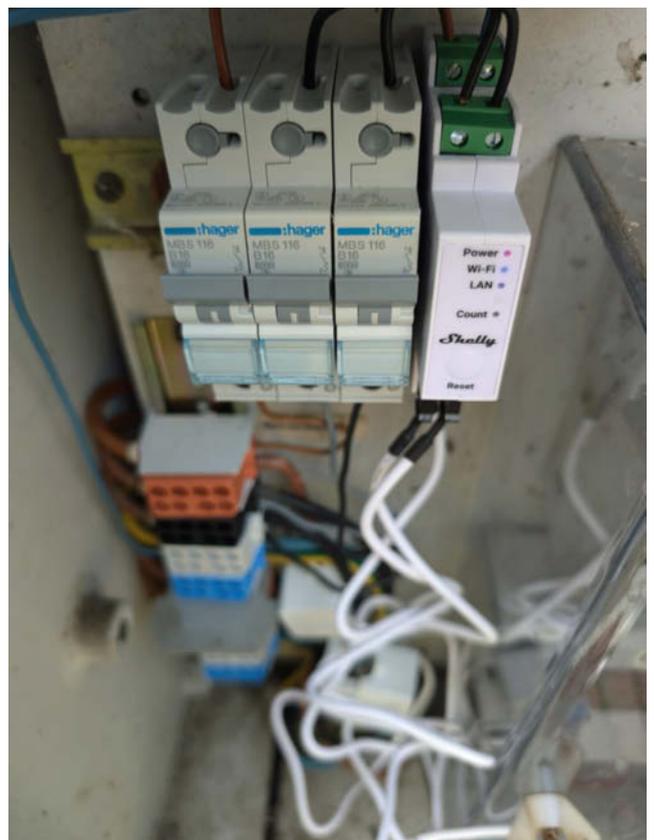
Alle Systeme arbeiten mit LiFePO₄-Zellen (Lithium-Eisenphosphat). Diese haben sich bei den Hausspeichersystemen hauptsächlich wegen ihrer hohen Betriebssicherheit durchgesetzt. Im Vergleich zu früheren Lithium-Ionen-Zellen mit Cobalt(III)-oxid (LiCoO₂) weisen sie zwar eine geringere Energiedichte auf, neigen bei Überhitzung oder Beschädigung aber nicht wie diese zum „thermal runaway“. Das gefürchtete Durchbrennen einzelner Zellen kann im schlimmsten Fall zu einer Kettenreaktion im Akkupack führen. Nebenbei lassen sich LiFePO₄-Zellen deutlich öfter be- und entladen als ihre Konkurrenten. Die Herstellerangaben bezüglich der Zyklenfestigkeit schwanken stark zwischen 3000 (EcoFlow) und 8000 (Dyness) vollen Be- und Entladezyklen. EcoFlow gibt eine Garantie von fünf Jahren auf die Batterie, bei den anderen Herstellern bekommt man zehn Jahre geboten.

Wie bei allen Akkus gilt: In den Grenzbereichen um 0 und 100 Prozent betreiben, altern die Zellen besonders schnell. Daher bieten die Apps Einstellungen, mit denen man die maximale Entladetiefe (Depth of Discharge, DOD) und den maximalen Füllstand (State of Charge, SOC) definieren kann. Bei Dyness und Lionshee ist die Mindestkapazität auf 20 Prozent fest eingestellt, von den ausgewiesenen 1,64 kWh bei der Dyness Junior Box bleiben so nur nutzbare 1,31 kWh übrig. In der Tabelle finden Sie wegen dieser Feinheiten eine Preisangabe, die rechnerisch den Preis für eine tatsächlich nutzbare Kilowattstunde Speicherkapazität angibt und die Produkte vergleichbar macht.

Bis auf den SolMate von EET lassen sich alle Systeme durch zusätzliche Batteriemodule nachträglich erweitern. EcoFlows Delta 2 Max bietet zwei DC-Ports, von denen einer durch den smarten Wechselrichter belegt wird. An den zweiten lässt sich der „intelligente Zusatzakku Delta 2“ mit weiteren 2 kWh Kapazität hängen. Bei den verbleibenden Kandidaten erweitert man nach dem Lego-Prinzip: Die Speicherbausteine werden einfach übereinander gestellt.

Die ideale Speichergröße hängt stark von den individuellen Nutzungsgewohn-

Die Hersteller preisen Energiemonitore mit Stromwandlerzangen gerne als Plug&Play-Lösung an. Da man für die Installation meist tief in den Sicherungskasten eingreifen muss, darf sie aber nur ein Elektriker installieren.





Anker Solix Solarbank 2 E1600 Pro

Die Solarbank 2 von Anker Solix hat ein Format, das man eher von ausgewachsenen Heimspeichern kennt. 50 Zentimeter breite Riegel mit etwa 25 x 25 Zentimeter Tiefe und Höhe lassen sich stapeln und ergeben in maximaler Konfiguration eine schicke Wandinstallation mit satten 9,6 kWh Speicherkapazität.

Die Verarbeitung ist solide, das Design modern. Der blaue LED-Streifen an der Front visualisiert den Betriebszustand in Knight-Rider-Manier oder man stellt ihn über die App einfach aus. Insgesamt ist das System inklusive des Energiemonitors und smarten Steckers flott eingerichtet.

Die Solarbank verfügt als einziger Kandidat über vierfaches MPP-Tracking und steuert jedes angeschlossene Solarpanel einzeln an. Ideal, wenn die Modulordnung der Architektur folgen muss und nicht alles optimal in Richtung Sonne ausgerichtet ist. Einspeisen kann die E1600 Pro zwar nur bei aktivem Netzstrom. Bei einem Ausfall ist aber zumindest die seitliche Schuko-Steckdose in Betrieb, die maximal 1000 Watt liefert.

- ↑ kompaktes Design
- ↑ einfaches Setup
- ↑ günstiger Erweiterungsspeicher

Preis: ab 1100 Euro



Asgoft Power Hub & ASE-1000

Die kompakten Batterien von Asgof (ASE-1000) haben es in sich: Zwei MPPT-Regler für PV-Module sind bereits integriert und der aufgesetzte Power Hub (ASI-1000) ist eigentlich nur ein Gimmick. Mit ihm lässt sich der vergleichsweise handliche Speicher auch unterwegs als Powerbank nutzen.

Auch ohne den Hub kann man die ASE-1000 zwischen Solarpanel und Wechselrichter hängen. Leider sind die beigelegten Kabel nicht mechanisch kodiert, sodass man Ein- und Ausgänge leicht verwechseln kann. Legt man über die PV-Module am falschen Port Spannung an, zerstört man die Kommunikationsschnittstelle, über die sich die gestapelten Einheiten austauschen.

Die App ist übersichtlich, insgesamt reagiert das System aber äußerst träge auf Veränderungen im Netz und kann mit über den Smart Plug erfassten Lastwechseln eines Verbrauchers kaum mithalten. Grobe Veränderungen werden sicher erfasst und zum Abfedern einer Stand-by-Last ist das System allemal geeignet.

- ↑ geringes Gewicht
- ↑ unterwegs nutzbar mit Power Hub
- ↓ Verwechslungsgefahr In-/Output

Preis: ab 450 Euro



Dyness Junior Box

Die Junior Box von Dyness macht einen ganz ausgewachsenen Eindruck. Das Kunststoffgehäuse wirkt zwar ein wenig billig, dafür punktet das System mit besonderer Flexibilität: Sowohl MPPT-Modul, als auch das Batteriemangementsystem lassen sich mit ein paar Handgriffen austauschen. Bei Defekt oder Upgrade ist man so besonders schnell.

Die Installation geht leicht von der Hand. Nur, wenn man Solarmodule wieder abziehen will, wird es wegen der eingefassten Buchsen fummelig. Die App ist unübersichtlich, aber leistungsstark. Mit ihr lassen sich wohl auch ganze Solarfelder verwalten.

Der Speicher arbeitete im Test mit den Smart Plugs und dem Energiemonitor 3EM Pro von Shelly zusammen. Dafür musste man unter den MQTT-Einstellungen in der Shelly-App manuell den Dyness-Account hinterlegen. Die Lastkurve eines Verbrauchers wurde nur mit Zeitverzug und in groben Schritten ab 150 Watt ausgeglichen. Für den Ausgleich der Lastkurve in unserem Testaufbau war die Erkennung zu grob gestrickt.

- ↑ günstig
- ↑ kompatibel mit Shelly
- ↓ unübersichtliche App

Preis: ab 650 Euro

heiten ab. Man investiert in die kleinste Speichervariante, beobachtet den Energiefluss und ergänzt bei Bedarf. Da auch die Nachrüstmodule mit einem Batteriemangement ausgestattet sind, lassen sich ältere Systeme problemlos mit frischen Batterien ergänzen. Anker Solix' Solarbank 2

kann man auf diese Weise auf eine Kapazität von 9,6 kWh aufstocken. Spätestens dann sollte man den mitgelieferten Kippenschutz montieren, denn die Gesamtinstallation bringt rund 100 kg auf die Waage.

Bei der Suche nach dem richtigen Aufstellort hat man bei Anker Solix und

Lionshee eine besonders große Auswahl. Mit der Schutzart IP65 sind sie sogar für den Außenbereich geeignet. Die Solarbank 2 ist durch ihre integrierte Akkuheizung auch im Winter nutzbar. Ohne Zuheizung nehmen die LiFePO4-Zellen zwar keinen Schaden, sie lassen sich



EET SolMate

Den SolMate von EET hängt man wie einen Elektroheizkörper an die Wand oder stellt ihn auf den mitgelieferten Standfuß. Eine zusätzliche Kippsicherung ist notwendig, falls der 28-kg-Monolith ins Wanken gerät. Ein klares Manko ist die fehlende Erweiterungsmöglichkeit für den Speicher.

Viel schicker und intuitiver kann man die Technik kaum verpacken: Solarmodule mit bis zu 2 kWp werden rückseitig über Kabel mit schlankem XT60-Stecker verbunden – einstöpseln, fertig. Die App ist übersichtlich, aufs Wesentliche reduziert und dabei noch hübsch anzuschauen.

Die patentierte NetDetection-Technik fasziniert, wenn sie denn funktioniert. Sie erkennt Verbraucher im Netz ohne den Umweg smarter Zwischenstecker oder eines zusätzlichen Energiemonitors – wenn die vorhandene Elektroinstallation zufällig für den Einsatz des SolMates geeignet ist. Meistens dürfte dies nicht der Fall sein und dann mangelt es an Alternativen zur Lasterkennung.

- ⬆ kinderleicht einzurichten
- ⬇ NetD-Technik ohne Alternativen
- ⬇ Speicher nicht erweiterbar

Preis: 1400 Euro



EcoFlow Delta 2 Max & PowerStream

EcoFlow hat mit dem PowerStream wohl einen der schicksten Wechselrichter im Angebot. In Kombination mit dem Solargenerator Delta 2 Max zeigt er, wie präzise man die Lastkurve eines Verbrauchers nachzeichnen kann.

Der Solargenerator ist weniger schick geraten, mit seinen zwei soliden Griffen aber immerhin gut zu packen und bietet etwa beim Campen oder auf Bootstouren einen echten Mehrwert. Der PowerStream kann zu Hause an der Wand bleiben, der Delta 2 geht auf Reisen. Dank zusätzlicher XT60-Eingänge kann man ihn auch unterwegs mit Solarstrom füttern.

Die Zusammenarbeit mit einem Shelly-Energiemonitor (3EM) klappte im Test problemlos. Die Verknüpfung mit dem Shelly-Acount erledigt man bequem aus der EcoFlow-App und gibt an, auf welche Funktionen das EcoFlow-System zugreifen darf. Der Zusatzakku (oben im Bild) lässt sich übrigens auch als Hauptbatterie nutzen. Er arbeitet wie der Solargenerator mit dem PowerStream zusammen, bietet dann allerdings keine weiteren Anschlüsse und ist nicht erweiterbar.

- ⬆ Zählereinbindung über Tibber
- ⬆ präzise Leistungsregelung
- ⬆ als Solargenerator nutzbar

Preis: ab 1950 Euro



Lionshee PV Hub & LS-L1024

Der chinesische Anbieter Lionshee verkauft seine Produkte hierzulande über Amazon und eBay. Wir erstanden ein Set inklusive Wechselrichter (LS-800). Der in der Tabelle angegebene Preis bezieht sich auf den PV Hub (LS-H1600) und zwei Batterien mit je 1024 kWh Kapazität ohne Wechselrichter.

Der PV Hub ist im Unterschied zum Asgof-System notwendig, um Solarmodule anschließen und Strom an einen Wechselrichter weitergeben zu können. Alle Lionshee-Produkte klinken sich in Tuyas Smart-Life-App ein, es macht allerdings keinen Unterschied, ob man den Lionshee-Wechselrichter oder ein anderes Produkt betreibt.

Obwohl der PV-Hub als EMS fungiert, konnte er zum Testzeitpunkt lediglich zeitgesteuerte Lastkurven fahren. Nur über den Umweg von manuell erstellten Smart-Home-Regeln innerhalb der Tuya-App kommt Bewegung ins Spiel, da sich mit Wenn-Dann-Regeln beliebige Parameter eines Energiemonitors oder einer smarten Steckdose zur Steuerung der Abgabeleistung nutzen lassen.

- ⬆ Anbindung an Tuya Smart Life
- ⬆ Tragegriff an jedem Akku
- ⬇ kein automatisches EMS

Preis: ab 680 Euro

unter dem Nullpunkt jedoch nicht mehr aufladen.

Die anderen Kandidaten sind meist noch im „geschützten Außenbereich“ einsetzbar, also etwa auf einem überdachten Balkon. Für den Garagenbetrieb sind alle geeignet. EcoFlow liefert das wetteranfäll-

ligste System, denn die Anschlüsse des Solargenerators liegen weitgehend frei. Das DC-Kabel zum proprietären Wechselrichter PowerStream ist zudem recht kurz, sodass man Solarkabel von den Panels bis zum Wechselrichter legen muss, der im Innenraum dicht beim Batteriesystem hängt.

Apropos Solarpanels: Wir testeten mit Standardmodulen mit 450 Watt Peak. Nach den geltenden Regeln ist inzwischen eine maximale Peakleistung von 2000 Watt erlaubt, was zurzeit etwa vier Standard-panels entspricht. Das Anker-System ist das einzige im Test, das von Haus aus

mit vier MC4-Ports für je ein Panel ausgestattet ist. Auch unser EcoFlow-Setup hat vier Anschlüsse, allerdings sind sie über das Setup verteilt: Zwei Anschlüsse bietet der PowerStream-Wechselrichter, zwei findet man direkt am Solargenerator Power Max 2. Die übrigen Kandidaten bieten maximal zwei Ports und erlauben teils den parallelen Betrieb von Panels.

Die maximale Ausgangsleistung ist ein wichtiges Verkaufsargument und viele Kunden kaufen nach der Maxime „viel hilft viel“. Will man eigenständig kombinieren oder ein System nachrüsten, muss man in jedem Fall sicherstellen, dass die maximale Spannung der Panels unter den maximalen Eingangswerten der Solarspeicher liegt, um eine Überlastung zu vermeiden. Wer neu kauft, bekommt auf Wunsch Pakete mit passenden Panels und ist so auf der sicheren Seite.

Die Systeme von Asgoff, Dyness und Lionshee hängen sich auf Gleichspannungsseite zwischen die Solarpanels und den Wechselrichter. Eigentlich ein schöner Trick, aber einige Wechselrichter kommen mit einem Batteriespeicher nicht gut zurecht, da er sich nicht exakt wie ein Solarpanel verhält. Falls der Speicher etwa plötzliche Lastwechsel vollführt, könnte der Wechselrichter in den Fehlermodus springen, da er von einem defekten Solarpanel ausgeht. Kompatibilitätslisten suchten wir vergeblich. Wer beim Nachrüsten auf Nummer sicher gehen will, sollte vorab den Support des jeweiligen Herstellers kontaktieren. Wir testeten die drei Systeme mit dem verbreiteten Wech-

Fünf der sechs Systeme lassen sich im Baukastenprinzip erweitern. Mehrere Batterieblöcke mit durchgeführten Anschlüssen – hier einer von Anker – werden einfach übereinander gestapelt.



selrichter EZ1 von AP-Systems, der mit allen Systemen harmonierte. Bei der Lionshee-Lösung nutzten wir zusätzlich den mitgelieferten Wechselrichter des Herstellers.

Die drei anderen Kandidaten kommen mit integriertem Wechselrichter (Anker Solix und SolMate) beziehungsweise einem proprietären Wechselrichter (EcoFlow). Dieser hat zusätzlich zu den üblichen Anschlüssen für PV-Module und Netz noch einen proprietären DC-Port mit zusätzlicher Datenleitung, über den er direkt mit der Batterie verbunden ist. Alle drei werden über einen Schuko-Stecker mit dem Netz verbunden.

Ein Praxishinweis zu den MC4-Verbindungen (Solarstecker): Für einfache Stellproben sollte man auf das befriedigende Klickgeräusch der DC-Verbindungen verzichten, denn einmal eingerastet, lassen sie sich oft nur mühsam lösen. Geräte mit MC4-Verbindern an Kabelbüschelel wie etwa bei Lionshee sehen zwar nicht so hübsch aus, zumindest sind geschlossene Verbindungen aber aus jedem Winkel leicht zugänglich. Die MC4-Anschlüsse des Dyness-Speichers etwa sind so unglücklich angeordnet, dass man mit dem mitgelieferten Billigwerkzeug kaum eine Chance hat, die Klammern der Steckverbinder zu lösen, wenn es erstmal Klick gemacht hat. Auch bei der Solarbank 2 muss man etwas fummeln, immerhin legt Anker dem Solix aber ein sehr solides Werkzeug bei.

Software

Ist die Hardware verbunden, installiert man sich die passende App, die alle Kandidaten für iOS und Android anbieten. Bei Asgoff war die Android-Version im Testzeitraum nur auf der Homepage des Herstellers zu finden, da die App durch Googles veränderte Sicherheitsanforderungen aus dem Play Store geflogen ist. Die Installation klappte dennoch ohne Probleme,

allerdings muss man sich ohne Play-Store-Anbindung selbst um die notwendigen Updates kümmern.

Die Einrichtung erfolgt bei allen Herstellern nach demselben Muster: Über Bluetooth werden die Geräte erkannt und anschließend ins WLAN eingebunden. Die meisten unterstützten dabei wie bei Smart-Home-Hardware üblich nur das 2,4-GHz-Band. Mit dem Netz verbunden, erfolgt die obligatorische Update-Runde. Das kann durchaus ein paar Minuten dauern, gerade wenn zusätzliche Speicherbausteine verbunden sind. Auch sie erhalten ein separates Firmware-Update.

Die App informiert über den Speicherstand und bildet auch die aktuelle Solarproduktion ab. Die Hersteller nehmen die vier Protagonisten im Nullsummenspiel in den Blick: die Solarpanels, die Batterie, die Verbraucher und das Netz. Zwischen ihnen werden Linien oder Punkte animiert, die den momentanen Energiefluss symbolisieren. Dazu kann man sehen, welche Leistung aktuell an welcher Stelle eingespeist oder abgerufen wird.

Zusätzlich würzen einige Hersteller ihre Apps mit Statistikfunktionen, die etwa die Summe der produzierten Energie



Achtung: Die Anschlüsse für Ein- und Ausgang am Asgoff-Speicher ASE-1000 sind identisch. Schließt man am Output versehentlich die Solarmodule an, stirbt das Kommunikationsmodul.



Dank tiefer Griffmulden lässt sich die Solarbank 2 gut handhaben, trotz ihres Gewichts von über 20 Kilogramm.

Online-Konferenz am 29. Oktober

Mastering Microservices

Softwarearchitektur, Methoden & Zukunft

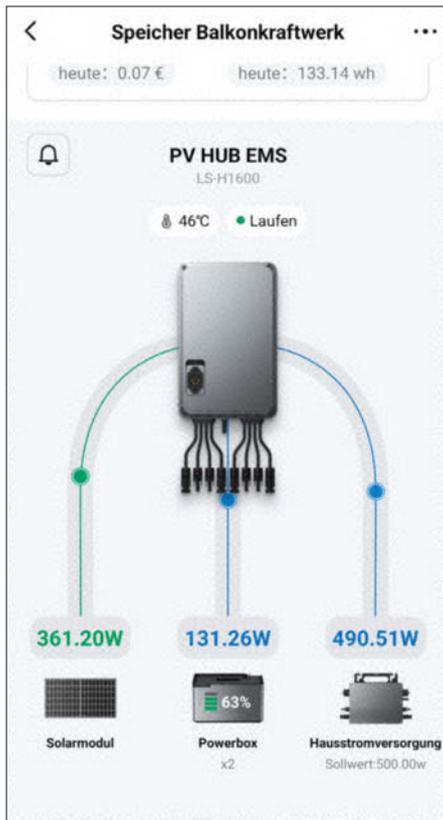
Microservices in der Praxis meistern & Vorteile effizient nutzen

Mit dem Architekturstil Microservices wird Software modularer, schneller und leichter anpassbar. Was sich im ersten Moment vorteilhaft anhört, hat aufgrund der Komplexität verteilter Systeme seine Tücken.

Die Online-Konferenz thematisiert die Herausforderungen von Microservices hinsichtlich Architektur, Kommunikation, Daten und Security.

Jetzt Ticket sichern:
heise-academy.de/konferenzen/mastering-microservices-2024





Die Lionshee-Produkte arbeiten mit Tuya's Smart-Life-App zusammen.

nach Tagen, Monaten oder Jahren visualisieren. Hinterlegt man einen festen Preis für die Kilowattstunde, errechnen sie auch den durch die Anlage erzielten Erlös in Euro.

Lionshee bietet selbst keine App, sondern hängt sich mit seinen Produkten ans Tuya-Universum und dessen Smart-Life-App. Sie erkennt sowohl die Steuereinheit (PV Hub), als auch den smarten Wechselrichter von Lionshee als separate Produkte und bindet sie getrennt in der Smart-Life-App ein. Die zweifache Integration bietet viele Möglichkeiten, führt am Ende aber nicht zum erhofften Ergebnis. Es lassen sich zwar viele Regeln zusammenstellen, einen Automatikmodus sucht man aber vergeblich.

Nullsummenspiel

Die einfachste Variante der Verbrauchsoptimierung besteht darin, die Grundlast des Haushalts über eine feste Programmierung des Speichers mit Solarstrom auszugleichen. Das sind normalerweise Router, herumhängende Netzteile, smarte Lautsprecher, Fernseher und andere Gerätschaften im Stand-by-Betrieb, die sich gerne mal auf 150 Watt und mehr summie-

ren. Alle Kandidaten erlauben eine solche Festeinstellung und modellieren eine Leistungskurve über den Tag durch manuell erstellte Regeln. Benötigt die Gartenbewässerung jeden Tag zur selben Zeit 500 Watt für die Pumpe, lässt sich dies als Tagesprogramm hinterlegen.

Doch eine perfekte Nulllinie lässt sich so schwerlich erreichen, denn längst nicht alle Verbraucher arbeiten derart gleichmäßig, regelmäßig und planbar. Schon ein Kühlschrank genehmigt sich mitnichten konstant gleich viel Leistung. Hier kommt das Energiemanagementsystem (EMS) der Testkandidaten ins Spiel. Es versucht, den Verbrauch durch das Einspeisen von (gespeichertem) Solarstrom auf null zu halten. Es überwacht hierzu den aktuellen Solarertrag wie auch den Energiebedarf im Haus und steuert die Batterie.

Der Energiebedarf ist der eigentliche Knackpunkt bei der Leistungsregelung. Die Systeme versuchen auf unterschiedlichem Wege, den aktuellen Strombedarf zu ermitteln und mit der in der Batterie gespeicherten Energie auszugleichen, um die Entnahme aus dem Netz zu minimieren. Abgeben dürfen sie aber nur bis 800 Watt, da hier die gesetzliche Grenze dafür liegt, was Balkonkraftwerke einspeisen und somit auch ins Heimnetz liefern dürfen.

Vier der sechs Kandidaten arbeiten optional mit WiFi-Energiemonitoren mit Stromwandlern zusammen, um den Stromfluss direkt hinter dem Zähler des Netzbetreibers zu messen und den aktuellen Verbrauch im Haus zu ermitteln. Um jede der drei Phasen des Hausanschlusses wird eine Messklemme gelegt, die über

Induktion den Stromfluss ermittelt. Die Zangen sind mit einem Gateway verbunden, das die Werte erfasst, über die Phasen summiert und alle Informationen über eine Netzwerkverbindung dem EMS zur Verfügung stellt. Dyness und EcoFlow arbeiten mit Energiemonitoren von Shelly (rund 90 Euro), Anker Solix bietet für die Solarbank 2 ein eigenes Produkt (100 Euro). Da Lionshee in Smart Life integriert ist, tut es hier jeder kompatible WiFi-Stromwandler. In unserem Setup wählten wir Energiemonitor von Owon (65 Euro).

Für elektrotechnische Laien ist die Installation tabu: In den meisten Sicherungskästen geht es um jeden Millimeter, die Kupferleitungen in der Verteilung sind störrisch und das Anbringen der Stromklammern ist eine fummelige Angelegenheit. Stellen Sie sich darauf ein, dass Elektroinstallateure die Messgeräte nur mit einem Murren einbauen. Die Stromzangen sind im Vergleich zu anderem Installationsmaterial eher filigran und das Kabelknäuel der Verbindungen von Zangen und Messeinheit lässt sich kaum sauber in die Verteilung integrieren. Waren die Klammern erst einmal gesetzt, zeigten alle Systeme den aktuellen Stromverbrauch an und verfügten so über die nötigen Daten, um mit der Einspeisung gegenzusteuern.

Wer den Aufwand scheut, kann stattdessen nur einzelne Verbraucher ins Nullsummenspiel einbeziehen. Das funktioniert dank smarterer Zwischenstecker auch ohne Eingriff in die Verteilung. Anker, Asgoft und EcoFlow bieten WLAN-Steckdosen, die den aktuellen Verbrauch des angeschlossenen Gerätes messen und



Mit smarten Zwischensteckern kann man bei EcoFlow und Anker Solix (von links) präzise einen einzelnen Verbraucher erfassen und gegensteuern. Bei Asgoft funktionierte das wegen der indirekten Ansteuerung des Wechselrichters nicht so gut. Shellys Smart Plug v2 (ganz rechts) wird bei Dyness und EcoFlow zwar erkannt, vom EMS allerdings nicht einbezogen.

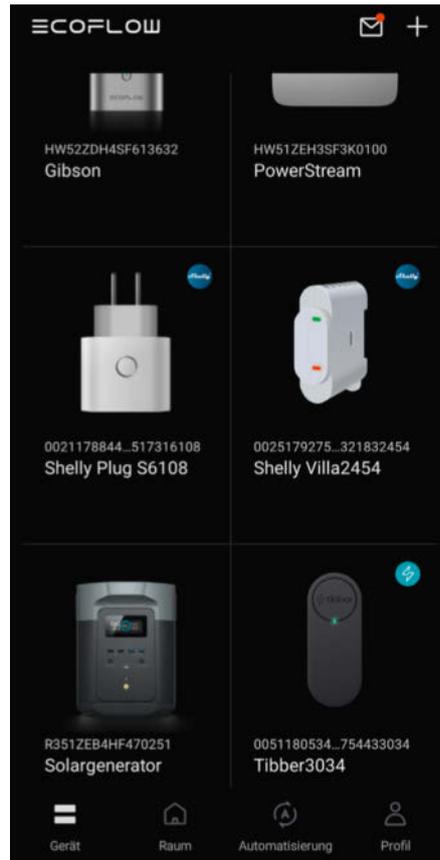
dem EMS zur Verfügung stellen. Das kann dann reagieren und über den Batteriespeicher ausgleichen.

In der Praxis funktionierte diese Methode bei einigen Kandidaten präziser als die Stromzangen, griff aber natürlich nur bei den per Smart Plug erfassten Geräten. Ein fest angeschlossener Elektroherd lässt sich so nicht messen, und je nach Einbauküche auch Kühlschrank und Geschirrspüler nicht. Zudem funktioniert das Ganze nur mit den drei erwähnten Smart Plugs. Bei EcoFlow lassen sich zwar Zwischenstecker von Shelly einbinden, deren Messfunktion ist dabei jedoch nicht nutzbar.

Smarte Stecker gibt es im Tuya-Universum von zahlreichen Herstellern, allerdings arbeitete das Lionshee-Energiemanagement nicht wie erhofft mit ihnen zusammen. So bietet der PV-Hub keine Einstellungsmöglichkeiten, um den von einer bestimmten Steckdose gemessenen Verbrauch über die Batterie gezielt auszugleichen. Stattdessen lassen sich Batterie und Verbraucher durch beliebige Regeln miteinander verknüpfen, etwa „Kaffeemaschine an, PV-Hub speist 150 Watt ein“. Das Lionshee-EMS stellt hierfür sämtliche Parameter bereit. Einzelne Verbraucher lassen sich zuschalten, wenn die Batterie bereits zu 100 Prozent geladen ist. Oder man schaltet die Leistungsabgabe der Batterie hoch, wenn der Tuya-Stromwandler auf einer bestimmten Phase einen Verbrauch von über 1000 Watt misst. Regeln lassen sich äußerst präzise erstellen. Die Lastkurve eines Verbrauchers automatisch ausgleichen kann das System nicht.

Der Hersteller EET verspricht, bei seinem Speichersystem komplett ohne Zangen und Messstellen auszukommen. Was wie Elektro-Voodoo klingt, funktionierte in einigen Testumgebungen verblüffend gut. Bei dem als NetDetection (NetD) bezeichneten Verfahren nutzt der Speicher das Verfahren der Impedanzspektroskopie, um anliegende Lasten zu erkennen und entsprechend gegenzusteuern.

Dazu benötigt der EET-Speicher allerdings einen Endpunkt in der Installation in Form eines FI-Schutzschalters (RCD) oder eines saldierenden Zählers mit Ferritkern. Beide ermöglichen die phasenübergreifende Messung und sind gleichzeitig Grenzpunkt für das Messsystem. Fehlt diese Komponente, schickt der Speicher einen Messimpuls ins Leere und kann nicht regeln. Umfasst der FI-Schutz wie in der Praxis üblich jeweils nur einen



Kurz vor Redaktionsschluss integrierte EcoFlow den Tibber Pulse in die EcoFlow-App (unten rechts). Damit bietet EcoFlow als einziger Anbieter eine zeitgemäße Lösung, um den Gesamtverbrauch des Haushalts direkt am Zähler zu messen – allerdings nur für Kunden des Stromanbieters Tibber.

Teil der Verbraucher im Haus, greift er hingegen zu kurz und ignoriert Lasten jenseits des FI-Schalters. Beim smarten Speicher von EET muss man also schon ganz genau schauen, an welcher Steckdose man ihn anschließt, damit er möglichst viele Verbraucher beziehungsweise die gewünschten erfassen kann. In der Praxis dürften die meisten Kunden damit überfordert sein.

Neben Messzangen und NetDetection gibt es noch einen dritten Weg, an den Hausverbrauch zu kommen: Mit einem digitalen Zähler, der per Gateway mit dem lokalen Netzwerk oder mit dem Internet verbunden ist, lässt sich der aktuelle Verbrauch theoretisch sekundengenau auslesen. Kurz vor Redaktionsschluss schaltete EcoFlow in der App die Integration von Tibber-Hardware frei. Der Stromanbieter gehört zu den Pionieren bei stundengenauen Stromtarifen zum Börsen-

preis, wie sie alle Energieversorger ab nächstem Jahr anbieten müssen. Die Hardware „Tibber Pulse“ nutzt den optischen Impuls eines digitalen Zählers und leitet die Daten über ein Gateway ins Internet.

Active Energy Cancellation

Hat man den Strombedarf auf die eine oder andere Art ermittelt, besteht die nächste Aufgabe darin, den Speicher entsprechend nachzuführen. Dank der phasenübergreifenden Arbeitsweise der Zähler ist es dabei egal, auf welcher der drei Phasen man einspeist.

Die getesteten Systeme unterscheiden sich grundlegend in der Art der Steuerung. Bei einigen emuliert der Batteriespeicher ein Solarmodul und liefert dynamisch auf der DC-Seite mehr oder weniger Energie an den angeschlossenen Wechselrichter (Asgoft, Dyness, Lionshee). Bei den anderen arbeitet die Batterie mit fester Einstellung und die Ausgangsleistung des Wechselrichters wird auf der AC-Seite vom EMS direkt gesetzt. Dieser Weg erlaubt ein präziseres Nachführen, da Solarwechselrichter zwar auf schwankenden Eintrag etwa durch vorbeiziehende Wolken optimiert sind, nicht aber auf das Stakato von Lastwechseln, das etwa eine Waschmaschine im laufenden Betrieb hervorbringt.

Führt das EMS die Ausgangsleistung der Batterie auf der DC-Seite nach, braucht der angeschlossene Wechselrichter via Maximum Powerpoint Tracking (MPPT) eine gewisse Zeit, um sich auf die geänderte Einspeisung einzuschwingen. Tatsächlich ist MPPT ein Pendelverfahren, bei dem der Wechselrichter sich ständig neu auf den maximalen Leistungspunkt einschwingt. Das kostet Zeit und führt zu einer weniger präzisen Gegensteuerung als bei einem direkt gesteuerten Wechselrichter.

Um die Genauigkeit beim Erreichen der Nulllinie zu vergleichen, starteten wir im Test immer wieder die Waschmaschine und ließen die Speichersysteme gegen den Waschzyklus arbeiten. Wasserpumpe, Trommelbewegung, sporadische Stopps, ein Heizstab mit 2,5 kW und der langsam hochlaufende Schleudervorgang: Der feste Ablauf der ständigen Lastwechsel sorgte für eine gute Vergleichbarkeit.

Der EET SolMate konnte den Verbrauch der Waschmaschine relativ präzise ausgleichen, mit seiner NetDetection-Technik sogar über die Phasengrenze hin-

weg. Das ist natürlich besonders sexy, weil man weder Messzangen noch Zwischenstecker benötigt. Allerdings braucht es mindestens genaue Kenntnisse der heimischen Elektroinstallation oder am Ende Umbauarbeiten an derselben, damit NetD wirklich die gesamte im Haushalt benötigte Energie halbwegs korrekt erfasst. Immerhin erlaubt auch die EET-Solar-App das manuelle Konfigurieren von Lastprofilen.

Die Nase vorn hatten im Test die Zwischenstecker von EcoFlow im Zusammenspiel mit der Delta 2 Max und dem PowerStream. Die eingespeiste Energie entsprach hier fast wie ein Spiegelbild dem Energiebedarf der Waschmaschine. Beim Anspringen des Heizstabs wurde dessen Energiehunger immerhin um die maximal erlaubten 800 Watt gestillt. Dasselbe System lässt sich statt mit Zwischensteckern auch mit einem Shelly-3EM-Stromzähler mit Stromzangen betreiben, arbeitet dann jedoch deutlich unpräziser. Die EcoFlow-Zwischenstecker liefern offensichtlich genauere Messdaten als der Shelly-Zähler in der Verteilung. Auch das Anker-Solix-System arbeitet mit dem Solix Smart Plug dicht an der Lastkurve der Waschmaschine, wenn auch nicht ganz so präzise wie das EcoFlow-System. Die Genauigkeit nahm auch hier deutlich ab, wenn man vom Smart Plug auf den Energiemonitor mit Zangenmessung wechselte.

Dass nicht alle Zwischenstecker ein perfektes Ergebnis liefern, zeigt der von Asoft vertriebene Smart Plug. Bis zu fünf dieser Messstellen lassen sich mit dem ASE-1000 verknüpfen, allerdings war die Kombination aus Batterie und Wechselrichter kaum in der Lage, den Lastwechseln unserer Waschmaschine zu folgen.

Das System reagierte zu träge, um Trommelbewegungen abzupuffern und klinkte sich erst beim Heizstab voll ein, wenn auch mit Zeitverzug von ein paar Sekunden. Bei Asoft kommt hinzu, dass man über die App nur eine feste Ausgangsleistung oder den Einsatz von Zwischensteckern einstellen kann – nicht aber beides zusammen. Bei Eco-Flow und Anker ist dies möglich, sodass man mit einer Kombination aus fest eingespeistem Stand-by und einigen gezielt per Zwischensteckern erfassten Verbrauchern sehr gute Ergebnisse erzielt.

Wem die Regelung von der Stange nicht genügt, der kann sich auch an einem Energiemanagement Marke Eigenbau versuchen. EcoFlow etwa lässt eine Kommunikation über das offene Netzwerkprotokoll MQTT zu und die Geräte von Lionshee lassen sich über die Tuya-Cloud auslesen und steuern. Mit Smart-Home-Zentralen wie ioBroker oder Home-Assistant kann man sich dann ans Feintuning machen. Das schließt einen Bereich ein, den die getesteten Systeme derzeit softwareseitig nicht abdecken: das sogenannte Strompumpen bei dynamischen Stromtarifen (siehe Artikel auf Seite 72).

Ohnehin ist einzig das EcoFlow-Setup im Test auch über die AC-Schiene zu befüllen und somit von der Hardware für den bidirektionalen Betrieb geeignet. Auch wenn sich die Sonne mal kaum zeigt – etwa an regnerischen Tagen oder in den Wintermonaten – lässt sich die Delta 2 Max mit bis zu 2,4 kW zum günstigsten Tagespreis befüllen. Den gespeicherten Strom verbraucht man dann in den besonders teuren Stunden des Tages. Für solch komplexe Szenarien genügt allerdings nicht die EcoFlow-App, es braucht zurzeit noch eine Smart-Home-Zentrale oder zumindest

weitere smarte Zwischenstecker für die Steuerung.

Am Ende ist die Jagd nach der Nulllinie wahrscheinlich etwas für Perfektionisten oder Ästheten. Denn ob man hier und da ein paar Watt mehr verschenkt oder zu viel aus dem Netz bezieht, wird die ökonomische Bilanz eines Systems über Jahre kaum verschieben.

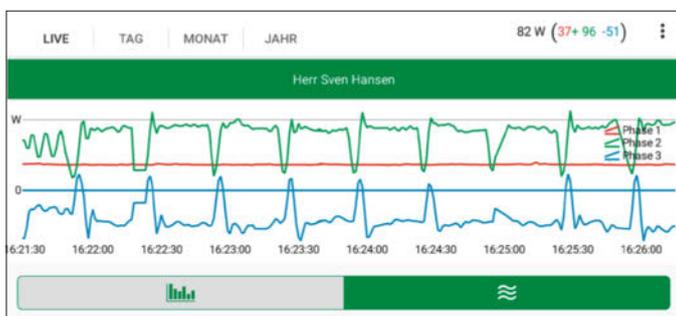
Fazit

Die Anschaffung eines Balkonkraftwerks ist wirtschaftlich angesichts momentaner Purzelpreise ein No-Brainer – einen entsprechend hohen Stand-by-Verbrauch vorausgesetzt. Bei den vorgestellten Speicherlösungen allerdings liegt der Amortisationspunkt in ferner Zukunft und ist schwer zu bestimmen.

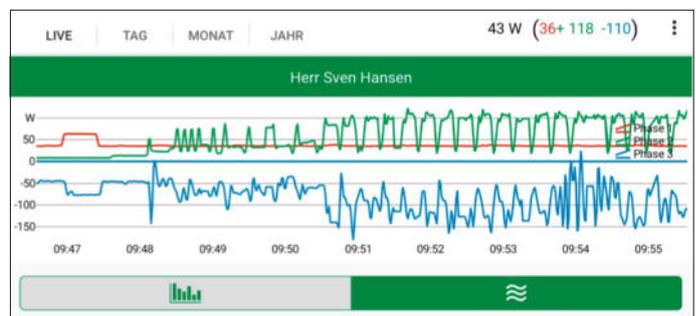
Auf der anderen Seite ist man mit einem Mini-Kraftwerk plus Speicher mitten im Kern der Energiewende angekommen. Mit dem Aufkommen der Regenerativen wird die Frage „was kostet Strom“ eher zu einem „wann kostet Strom“. Der Umgang mit den vorgestellten Produkten lehrt einen viel über das nötige Energiemanagement und führt an der ein oder anderen Stelle auch zu einem geänderten Nutzungsverhalten.

Was den Plug-&-Play-Faktor angeht, liegen die Produkte von Anker Solix und EET klar vorn. Die Solarbank 2 wartet zusätzlich mit ihrer Erweiterbarkeit auf 9,6 kWh, vier MPPTs und einem fetten Markennamen auf: Amazons Hausmarke Anker sollte sicher über die Zeit der Herstellergarantie hinaus bestehen.

Ein System wie NetDetection beim SolMate, das in jeder Installationsumgebung funktioniert, wäre ein Traum. Bis dieser Realität ist, sollte der Hersteller



Über ein Smart Meter von Inexogy (vormals Discovery) schauen wir den Speichern bei der Arbeit auf die Finger. Mit dem Solix Smart Plug konnte die Anker Solix Solarbank 2 die Lastkurve der rotierenden Waschmaschinentrommel (grün) mit leichtem Zeitversatz einspeisen (blau). Nur das EcoFlow-System war mit einem Smart Plug direkt am Gerät noch präziser.



Ein anderes Bild ergab sich, wenn das EcoFlow-System die Verbrauchsdaten von Shellys Energiemonitor erhielt. Große Veränderungen in der Lastkurve wurden noch umgesetzt, aber für die geringen Schwankungen (50 W) bei den Bewegungen der Waschtrommel waren die Messungen über die Stromwandlerzangen zu ungenau.

aber für alternative Wege zur Erfassung des Strombedarfs sorgen. Die Integration eines digitalen Zählers, wie EcoFlow sie als einziger bietet, wäre eine tolle Lösung. Ohne eine solche Alternative sollte man um den SolMate einen Bogen machen, wenn man die Position der eigenen FI-Schutzschalter nicht genau kennt.

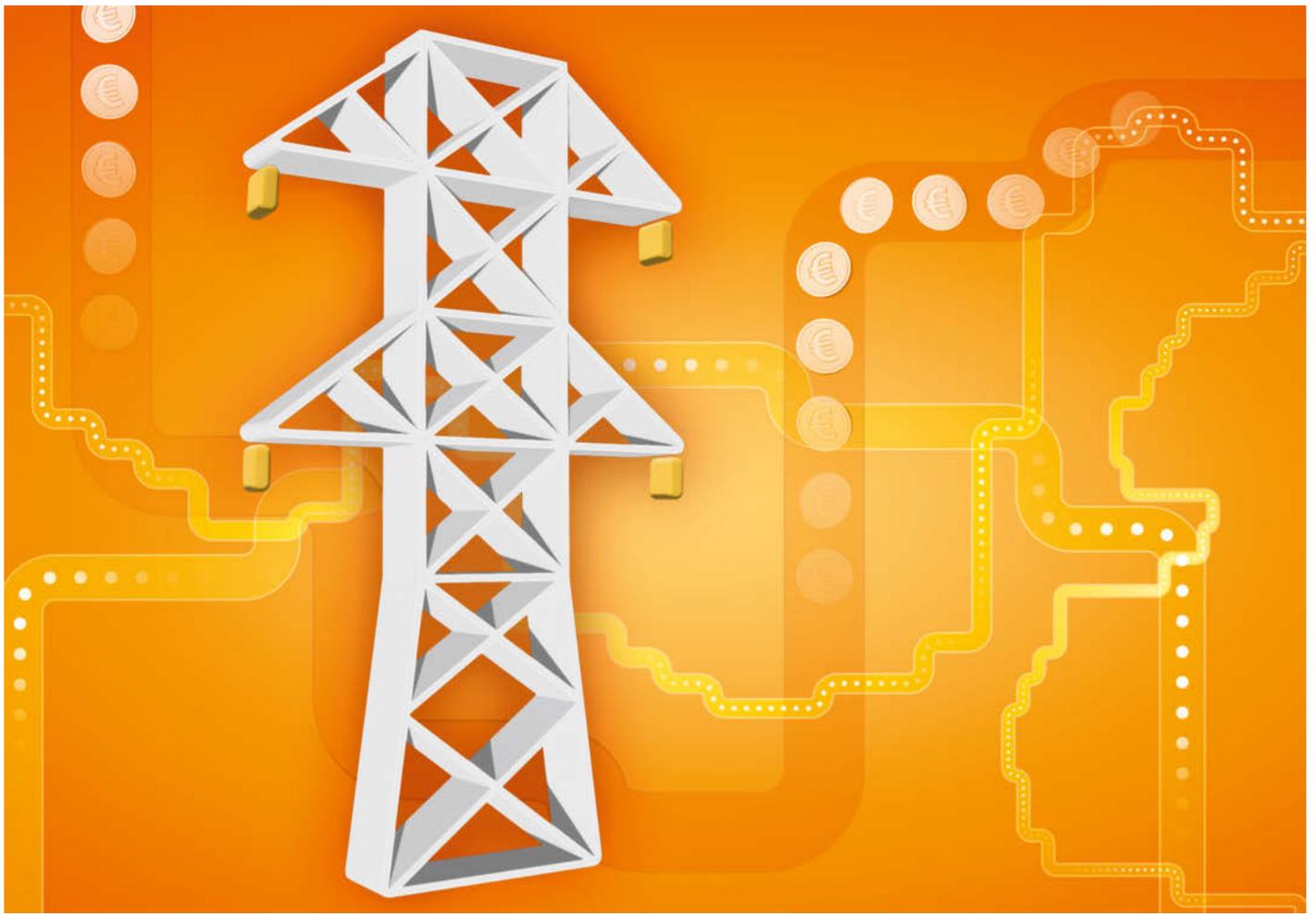
Den günstigsten Preis pro Kilowattstunde bietet theoretisch Dyness bei der

Junior Box, deren Speicher wegen der reduzierten Entladetiefe jedoch nicht voll nutzbar ist. Dieser Pokal geht deshalb an Asgoft mit rund 500 Euro pro kWh Speicher. Es ist allerdings gar nicht lange her, dass die Faustformel noch „1 Kiloeuro pro Kilowattstunde“ lautete – die Preise sind noch immer in Bewegung und ein Blick auf Rabattaktionen lohnt sich.

Zur präzisen Leistungsregelung sind beide Systeme zum jetzigen Stand der Software nicht geeignet. Sehr wohl eignen sie sich aber als Basispeicher fürs handgestrickte EMS mit HomeAssistant & Co. Denn der von ihnen eingesetzte Wechselrichter EZ1 lässt sich dank API direkt ansteuern, sodass man die optimale Batterienutzung über eine Smart-Home-Zentrale schnell realisiert hat. (sha@ct.de) **ct**

Speicher für Balkonkraftwerke

Hersteller	Anker Solix	Asgoft	Dyness	Ecoflow	EET	Lionshee
Produkt	Solarbank 2 E1600 Pro	Power Hub (ASI-1000) & Batterie (ASE-1000)	Junior Box	PowerStream & Delta 2 Max	SolMate	PV Hub & LS-800 & LS-1024
Firmware	v1.0.5.5	v3.0.0	v24.1-11.1.1	v1.0.1.217	v0.4.73-cb4	v2.1.6
Typ	stationärer Speicher mit integriertem Microinverter	mobiler Speicher, Powerbank	mobiler Speicher	mobiler Solargenerator und proprietärer Microinverter	stationärer Speicher mit integriertem Microinverter	mobiler Speicher und Microinverter
Ausstattung						
PV max. Eingangsleistung	2,4 kW	1,2 kW	1,2 kW	1 kW + 0,8 kW	2 kW	1,6 kW
MPPT-Strings	4	2	2	4 (2 PowerStream / 2 Delta 2 Max)	2	2
Ausgang DC (zu Microinverter)	–	max. 800 W	max. 800 W	–	–	max. 1600 W
Ausgang AC (Grid)	max. 800 W	–	–	max. 800 W	max. 800 W	max. 800 W
Eingang AC	–	–	–	max. 2400 W	–	–
Schutzart / Temperaturbereich	IP65 / -20 bis 55° C	IP65 / 0 bis 45° C	IP55 / 0 bis 55° C	– / 0 bis 45° C	IP44 / -10 bis 60° C	IP65 / -20 bis 65° C
Kommunikation	Bluetooth, Wi-Fi 4 (2,4 Ghz)	Bluetooth, Wi-Fi 4 (2,4 Ghz)	Bluetooth, Wi-Fi 4 (2,4 Ghz)	Bluetooth, Wi-Fi 4 (2,4 Ghz)	Bluetooth, Wi-Fi 4 (2,4 / 5 Ghz)	Bluetooth, Wi-Fi 4 (2,4 Ghz), 486 MHz
App (iOS / Android)	Anker (✓ / ✓)	A-Solar (✓ / ✓)	Dyness (✓ / ✓)	EcoFlow-App (✓ / ✓)	EET MySolmate (✓ / ✓)	Smart Life (✓ / ✓)
Eingänge	4 × MC4	2 × MC4	2 × MC4	2 × MC4, AC-Einspeisung, 2 × XT60	2 × XT60	2 × MC4
Ausgänge	Schuko-Steckdose (max. 1 kW)	1 × MC4 zu Microinverter	1 × MC4 zu Microinverter	Schuko-Steckdosen (max. 2,4 kW)	Schuko-Steckdose (max. 1 kW), USB-C 2,5W	2 × MC4 zu Microinverter
Anzeige	animierter LED-Streifen, Status-LED	Status-LED	LED-Kranz	Display, Status-LED	Status-LEDs	Status-LED
Batterie						
Typ	LiFePO4	LiFePO4	LiFePO4	LiFePO4	LiFePO4	LiFePO4
Kapazität (kleinste Variante)	1,6 kWh	1,024 kWh	1,64 kWh (nur 1,31 kWh nutzbar)	2,05 kWh	1,44 kWh	1,024 kWh
Ladezyklen (Herstellerangabe)	6000	6000	8000	3000	4000	6000
max. Entladetiefe	95%	90%	80%	100%	100%	80%
erweiterbar	✓ / 9,6 kWh max.	✓ / 5,12 kWh max.	✓ / 6,4 kWh max.	✓ / 4 kWh max.	–	✓ / 6,14 kWh max.
Besonderheiten	Innenheizung	optionaler Power Hub	auswechselbares MPPT-Modul	portabler Solargenerator	NetDetection	Smart-Life-Anbindung
Garantie	10 Jahre	5 Jahre	10 Jahre	5 Jahre	15 Jahre	10 Jahre
Zubehör						
Smart Plugs	✓	✓	✓ (Shelly)	✓	–	✓
Smart Meter	✓	–	✓ (Shelly)	✓ (Shelly)	–	✓ (Tuya)
Maße	46 cm × 25 cm × 25,4 cm	33 × cm 21 cm × 19,5 cm	42 cm × 28,4 cm × 24,5 cm	50 cm × 24 cm × 30,5 cm	73 cm × 50 cm × 10 cm	32 cm × 20 cm × 18 cm
Gewicht Basis-Setup	21,8 kg	11 kg	18 kg	23 kg	28 kg	13,7 kg
Gewicht Zusatzakku	18,2 kg	11 kg	18 kg	18,5 kg	–	9 kg
Bewertung						
Installation	⊕⊕	○	⊕	○	⊕⊕	⊕
Ausstattung	⊕	○	○	⊕⊕	○	○
Bedienung	⊕⊕	○	○	⊕	⊕⊕	⊖
Leistungsregelung	⊕	⊖	⊖	⊕⊕	○	○
Preise						
Preis (ohne Panels, mit Basis-Akku)	1100 €	450 €	650 €	1650 €	1400 €	680 €
Preis Zusatzbatterie	700 €	450 €	600 €	900 €	–	500 €
Preis pro kWh ¹ Basis-Setup	724 €	493 €	500 €	815 €	972 €	738 €
Preis pro kWh ¹ Erweiterung	461 €	493 €	462 €	445 €	–	543 €
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe ¹ errechneter Preis für 1 kWh nutzbare Speicherkapazität						



Preissprünge

Die Stromrechnung mit dynamischen Tarifen drücken

Intelligente Zähler ermöglichen neue Stromtarife, deren Preis mit Angebot und Nachfrage schwankt. Das kann Geld sparen, birgt aber erhebliche Risiken.

Von Urs Mansmann

Ab Januar 2025 müssen alle Stromanbieter einen dynamischen Tarif anbieten, dessen Strompreis direkt am Börsenpreis hängt. Versorger mit

vielen Kunden wie Vattenfall, E.on oder Yello sind bereits heute dazu verpflichtet. Eine Liste mit Angeboten finden Sie unter ct.de/ym2g.

Ein solcher Tarif besteht aus drei Komponenten: Die erste ist ein monatlicher oder jährlicher Grundpreis, der unabhängig vom Stromverbrauch fällig wird. Typischerweise liegt der Monatsgrundpreis dynamischer Tarife bei 10 bis 20 Euro. Hinzu kommt die zweite Komponente, der fixe Anteil des Arbeitspreises, der unter anderem die Netzentgelte enthält. Er beträgt meist 18 bis 24 Cent pro Kilowattstunde. Dieser Preisanteil ist unabhängig vom Börsenstrompreis und liegt etwas unter dem derzeitigen Durchschnittsstrompreis von 27,6 Cent pro Kilowattstunde, den Neukunden derzeit zahlen.

Neu ist die dritte Komponente, ein variabler Arbeitspreis, der stündlich mit Angebot und Nachfrage an der Börse EPEX SPOT schwankt. Er kann im Extremfall kurzzeitig Preise über ein Euro erreichen, aber auch ins Minus fallen. Üblicherweise schwankt er im Laufe eines Tages erheblich. Typischerweise liegt er zwischen wenigen Cent und 20 Cent oder mehr pro Kilowattstunde. Im Durchschnitt beträgt er derzeit 7,4 Cent.

Recht auf einen intelligenten Zähler

Voraussetzung für die Buchung eines dynamischen Tarifs ist ein digitaler Zähler mit einem Smart-Meter-Gateway [1]. Zwar sollen bis 2032 alle Haushalte mit einem digitalen Zähler ausgestattet sein, das genügt aber noch nicht. Digitale Zähler müs-

sen erst noch mit einem Kommunikationsmodul zum intelligenten Zähler aufgerüstet werden, wenn sie den Stromverbrauch für dynamische Tarife erfassen sollen. Der Stromanbieter Tibber bietet eine Nachrüstlösung für einfache digitale Zähler an. Das Gerät namens Pulse arbeitet aber nur mit bestimmten Modellen zusammen.

Ab 2025 haben Sie ein Recht darauf, dass der örtliche Versorger Ihnen auf Antrag einen intelligenten Zähler installiert. Als Mieter können Sie den Zähler aber nur dann wechseln, wenn Ihr Vermieter noch keinen Dienstleister beauftragt hat, der fürs gesamte Haus Smart Meter eingebaut hat.

Die Börsenpreise, die dem Kunden in dynamischen Tarifen berechnet werden, sind sogenannte Day-Ahead-Preise, also einen Tag im Voraus festgelegte Preise für Stromlieferungen. Sie werden an der europäischen Strombörse jeden Tag um 14 Uhr festgestellt und gelten von 0 bis 24 Uhr des Folgetages.

Sie hängen in erster Linie davon ab, wie viel erneuerbare Energie voraussichtlich im Netz sein wird und welche konventionellen Anlagen die Lücken füllen müssen. Der Preis wird nach dem Merit-Order-Prinzip durch das teuerste Kraftwerk bestimmt, das für die Deckung des Strombedarfs gerade noch notwendig ist. Dessen Preis gilt dann für den gesamten Strom. Herrscht Mangel, weil weder Sonne noch Wind liefern, werden teure Altanlagen hochgefahren und treiben den Strompreis kräftig in die Höhe.

Günstige und teure Zeiten

Solaranlagen sorgen vom Frühjahr bis zum Frühherbst bei sonnigem Wetter zuverlässig dafür, dass der Strompreis mittags auf sehr niedrige Werte fällt. Weht dazu noch großflächig eine frische Brise oder ist der Verbrauch am Wochenende niedrig, markiert er mitunter sogar negative Preise. Im Winter kommt der erneuerbare Strom hauptsächlich aus der Windkraft. Zieht ein kräftiges Sturmtief über Deutschland, kann der Strompreis ebenfalls in den negativen Bereich fallen. Der Anteil der erneuerbaren Energie im Stromnetz und der aktuelle Börsenstrompreis lassen sich mit diversen Apps und auf Webseiten abrufen (siehe ct.de/ym2g). Damit lässt sich der eigene Stromverbrauch auch ohne speziellen Tarif umweltschonender gestalten, indem man beispielsweise eine Waschmaschine dann anschmeißt, wenn gerade viel Strom aus erneuerbaren Quellen im Netz ist.

Die höchsten Preise findet man im Winter, wenn die Nächte lang sind und die Sonne kaum scheint. Besondere Preistreiber sind sogenannte Dunkelflauten, also beispielsweise Inversionswetterlagen mit Hochnebel ohne Wind, bei denen weder Solar- noch Windkraftanlagen liefern. Herrschen dazu noch niedrige Temperaturen, treibt das die Stromnachfrage und damit den Preis zusätzlich in die Höhe.

Die Ersparnis ist aber nicht so groß, wie man auf den ersten Blick meinen könnte, denn der dynamische Anteil am Strompreis macht im Durchschnitt weniger als ein Viertel des Gesamtpreises aus. Wer es schafft, seinen gesamten Stromverbrauch in Zeiten zu legen, in denen der variable Anteil bei einem Cent oder weniger liegt, spart also nur rund 25 Prozent gegenüber einem Standardtarif.

Andererseits können dynamische Stromtarife richtig teuer werden. Am 25. Juni kam es bei der europäischen Strombörse zu einem technischen Fehler, der zur Folge hatte, dass der Nettopreis am Folgetag zwischen 5 und 8 sowie zwischen 19 und 22 Uhr die Ein-Euro-Marke erreichte und überschritt. Zwischen 20 und 21 Uhr kostete die Kilowattstunde knapp 1,80 Euro, zwischen 6 und 7 Uhr gar über 2,30 Euro.

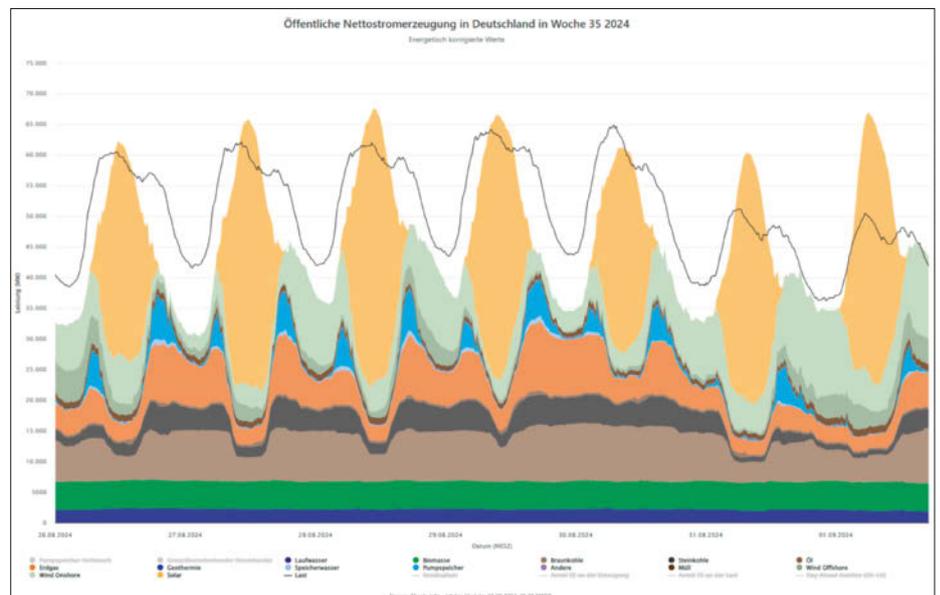
Aber auch längerfristige Entwicklungen können zu heftigen Anstiegen führen: Der russische Überfall auf die Ukraine und die Einstellung russischer Gaslieferungen an Deutschland führten zu einem Mangel

Regionale Abweichungen

Der feste Anteil der Strompreise pro kWh und die monatlichen Netzentgelte sind bei dynamischen Stromtarifen regional unterschiedlich. Auf den Seiten der Anbieter muss man bei der Abfrage deshalb eine Postleitzahl angeben, um eine konkrete Preisangabe zu erhalten. Ein Vergleich von Tarifen, deren Preise teilweise sehr eng beisammen liegen, ist auf einer solchen intransparenten Basis aus unserer Sicht nicht möglich, deshalb haben wir darauf verzichtet. Unter ct.de/ym2g finden Sie zahlreiche Angebote für dynamische Stromtarife, die Sie für Ihren Wohnort abfragen können.

an Gas, was wiederum den Betrieb von Gaskraftwerken sehr teuer machte. Dadurch zogen die Börsenpreise kräftig an. Die Stromversorger gaben diese Preissteigerungen an die Kunden weiter, einige nahmen vorübergehend keine Neukunden mehr auf. Ende 2022 war der Höhepunkt der Krise erreicht, seither sind die Preise wieder leicht gefallen, liegen aber immer noch höher als vor der Krise.

Den Durchschnittspreis sollte man nicht zur Grundlage seiner Berechnung machen, denn in Zeiten hohen Verbrauchs fallen auch die Strompreise höher aus, etwa



Der Anteil erneuerbarer Energie und der Strombedarf schwanken im Tagesverlauf stark und hängen auch vom Wetter ab.

in den frühen Morgenstunden, wenn Kaffeemaschine und Toaster angeworfen werden oder in den frühen Abendstunden, wenn Beleuchtung, private PCs und Großbildfernseher für Verbrauchsspitzen sorgen.

Boom bei den Erneuerbaren

Es gibt auch längerfristige Trends, die für niedrigere Preise sorgen könnten. Teure fossile Brennstoffe und gesetzliche Änderungen bei der Genehmigung von Solar- und Windkraftanlagen haben zu einem kleinen Boom der erneuerbaren Energien geführt: Selbst erzeugter Solarstrom, ob mit einem Balkonkraftwerk oder einer größeren Anlage erzeugt, rechnet sich bei höheren Strompreisen schneller. Hinzu kommen kontinuierlich fallende Preise für Solarpaneele und Infrastruktur wie Wechselrichter. Auf längere Sicht drückt diese Entwicklung die Strompreise.

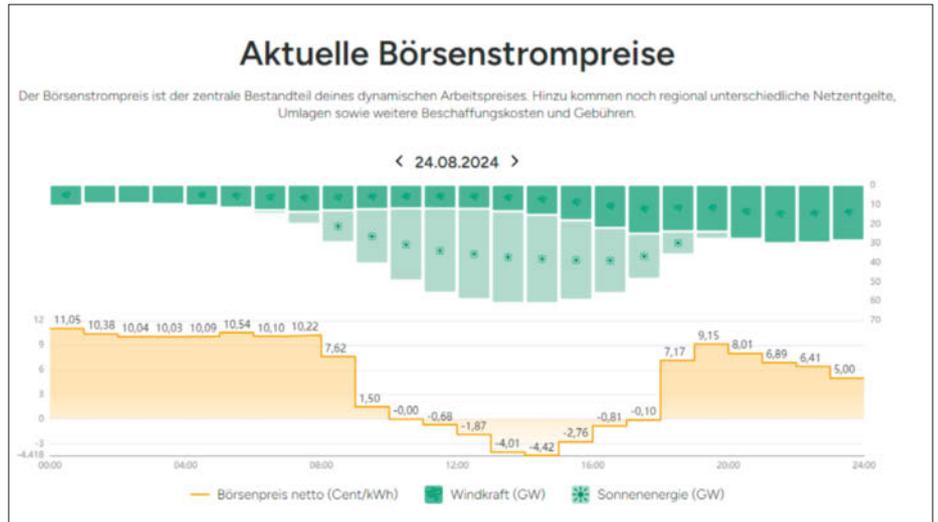
Am günstigsten ist es, wenn man selbst erzeugten Strom selbst verbrauchen kann. Speist man ihn stattdessen ins Netz ein, bekommt man als Balkonkraftwerkbetreiber nichts dafür, als Betreiber einer neueren PV-Anlage gerade einmal 8 Cent pro Kilowattstunde, also einen Bruchteil dessen, was der bezogene Strom kostet.

Dynamische Tarife bieten Sparmöglichkeiten, indem man den Verbrauch möglichst auf günstige Zeiträume legt. Mit den meisten Verbrauchern klappt das aber nicht. TV-Geräte beispielsweise laufen vorzugsweise abends, kaum jemand verschiebt die Netflix-Sitzung auf mittags, um ein paar Cent zu sparen. Kühl- und Gefriergeräte müssen rund um die Uhr laufen. Kochen und Backen können nicht darauf warten, dass die Sonne hinter den Wolken hervorkommt und Wärmepumpensysteme sind meist knapp ausgelegt und müssen am Tag viele Stunden lang laufen, nicht nur in den paar Stunden, in denen der Strom wenig kostet.

Auf günstige Strompreise können aber beispielsweise Wasch- und Geschirrspülmaschine warten. Auch ältere und einfache Geräte haben meistens einen eingebauten Timer, sodass man mit ihnen günstige Zeiträume abpassen kann. Pro Lauf verbrauchen sie jedoch nur eine, maximal anderthalb Kilowattstunden. Die erzielbare Ersparnis ist daher begrenzt.

Sparen mit dem E-Auto

Größtes Sparpotenzial bietet ein Elektroauto. Das lässt sich zu günstigen Zeiten laden und ist ein Großverbraucher, sodass die Ersparnis erheblich ausfällt, wenn



Der dynamische Anteil der Strompreise kann ins Negative rutschen, wenn viel Strom aus Sonne und Wind im Netz ist.

man die Möglichkeiten konsequent und vielleicht sogar automatisiert nutzt. Idealerweise arbeitet das E-Auto im Tandem mit einer leistungsfähigen Wallbox, die den Akku mit 11 oder 22 kW lädt, und auch den Strom einer eigenen Solaranlage mit 10 oder 15 kWp in den Akku des E-Autos leitet.

Das alles klappt allerdings nur, wenn das Auto tagsüber tatsächlich vor der Tür steht. Steht es stattdessen auf dem Firmenparkplatz, geht die Leistung aus der Solaranlage stattdessen ins Netz und das nächtliche Nachladen erfolgt zu einem spürbar teureren Tarif. Das kann man verhindern, wenn man einen eigenen Batteriespeicher betreibt, aus dem man dann bei Bedarf auch den Akku des Elektroautos über Nacht laden kann.

Dessen Kosten muss man aber sorgfältig kalkulieren: Bei rund 500 Euro pro kWh für den Speicher und einer einigermaßen optimistisch angenommenen Lebensdauer von 5000 bis 10.000 Zyklen kostet das Ein- und Auspeichern einer Kilowattstunde schon 5 bis 10 Cent. Das lohnt sich, wenn man damit die Eigenverbrauchsquote erhöhen kann, also den Bezug teuren Netzstroms für 30 oder mehr Cent pro kWh verhindern kann und stattdessen Solarstrom von der Dachanlage oder dem Balkonkraftwerk einsetzt, der ansonsten zum Schleuderpreis oder gar gratis ins Netz eingespeist würde.

Theoretisch könnte man einen solchen Speicher mit einem dynamischen Tarif auch ganz ohne Solaranlage betreiben, ihn laden, wenn der Strom billig ist

und davon zehren, wenn der Strompreis hoch ist. Aber da der fixe Anteil pro Kilowattstunde mit rund 20 Cent sehr hoch ist, ist die Spreizung zwischen teuren und günstigen Tarifzeiten vergleichsweise gering. Hinzu kommt, dass der Wirkungsgrad beim Ein- und Auspeichern bei insgesamt nur rund 75 bis 80 Prozent liegt. Das allein zehrt den Vorteil schon zum größten Teil auf. Die verbleibende Differenz reicht bei Weitem nicht, um den Batteriespeicher zu refinanzieren.

Fazit

Dynamische Tarife lohnen sich nur für Kunden, die einen Großteil ihres Stromverbrauchs in günstige Tarifzeiten legen können. Ideal dafür ist ein Elektroauto mit Wallbox, das meistens tagsüber am Ladegerät hängt. Noch viel günstiger wird es aber, wenn man Strom aus eigener Produktion dafür einsetzen kann.

Mit einer Batterie lassen sich die tageseitlichen Schwankungen solcher Tarife nicht nutzen, dafür sind die Spannen zwischen billigen und teuren Zeiten zu gering, die Umwandlungsverluste zu hoch und die Investitionen in den Speicher zu teuer. Sinnvoll ist solch ein Speicher nur in Kombination mit einer eigenen Solaranlage.

(uma@ct.de) ct

Literatur

[1] Christian Wölbelt, Stromwächter, Smart Meter: Was Sie wissen sollten und wie Sie (vielleicht) eins bekommen, c't 26/2022, S. 116

Grafiken und Stromtarife: [ct.de/ym2g](https://www.ct.de/ym2g)

Mit Ihrer heise App zu mehr Umsatz!

Steigern Sie Ihren Umsatz mit einer maßgeschneiderten Firmen-App für Android und iOS. Unser Rundum-Sorglos-Paket umfasst die professionelle Entwicklung, die Gestaltung in Ihrem Corporate Design und die nahtlose Einreichung in die App Stores.



Nutzen Sie Ihre neue App für innovatives Mobile Marketing, um Umsatzpotenziale voll auszuschöpfen.

schon ab 99,- Euro pro Monat

Mehr erfahren Sie auf www.heise-regioconcept.de/produkte/apps
oder rufen Sie uns an 0511 80 90 89 43.



Tracken ohne Smartwatch

Im Test: Samsung Galaxy Ring misst Schlaf und Puls am Finger



Schlaf- und Fitnesstracking ist ja was Feines, wenn man dazu nicht diese hässlichen Smartwatches tragen müsste. Wer auf Analoguhren steht oder das Handgelenk ganz frei haben möchte, mag mit Samsungs Galaxy Ring liebäugeln, der am Finger aufzeichnet. Doch außer designbedingten Schwächen zeigen sich noch weitere.

Von Jörg Wirtgen

Den Galaxy Ring verkauft Samsung mattschwarz, gold- oder silberfarben. Beim Onlinekauf bekommt man zuerst ein Probierset mit Plastikringen in den neun lieferbaren Größen zugeschickt und bestellt nach ein paar Probetragetagen die passende Größe. Da der Ring mit 3 mm ungewöhnlich dick ist, sollte man anhand der verschiedenen Muster ausführlich ausprobieren, an welchem Finger man ihn mag. Er ist laut Samsung bis 10 ATM wasserdicht, also zum Duschen und Schwimmen geeignet. Ob man das Titan-Finish schick findet oder sich dadurch eher an Plastik erinnert fühlt, ist Geschmacksache; in der Testphase hat er nur einen kleinen Kratzer abbekommen.

Man koppelt ihn per Bluetooth mit einem Smartphone; ein Samsung-Handy muss es nicht sein. Jedes Gerät mit Android ab Version 11 funktioniert, wenn man aus dem Google Play Store die Apps „Galaxy Wearable“ zur Kommunikation mit dem Ring und „Samsung Health“ zum Sammeln und Einsehen der Fitnessdaten installiert. Wir haben den Ring auch mit

zwei Android-Custom-ROMs ausprobiert, aber begleitet von verschiedenen Fehlermeldungen nicht zum Laufen bekommen; Apples iPhones werden nicht unterstützt.

Samsung Health erfordert ein Konto bei Samsung, die Gesundheitsdaten landen verschlüsselt in der Samsung-Cloud. Einsehbar sind sie nur per App, ein Webzugang fehlt. Ein automatischer Export der Trainings zu Strava und per Health Connect zu Google ist vorhanden. Derzeit verlangt Samsung keine Monatsgebühr.

Akku für fünf bis sieben Tage

Den Akkuladestand des Rings sieht man in der Wearable-App oder wenn man in Health auf den „Verbunden“-Knopf tippt. Nötig ist das nicht, etwa einen Tag vor dem Leerlaufen bekommt man auf dem Handy eine Warnung. Im Test hielt der Akku je nach Trainingsdauer fünf bis sieben Tage. Man kann den Ring ausschließlich im mitgelieferten Kästchen laden, was in knapp einer Stunde erledigt ist; technisch lädt er dort zwar per Qi, aber zu normalen Qi-Ladepads nimmt er keinen Kontakt auf. Der Akku im Kästchen hält ein paar Ringladungen vor und lädt selbst per Qi oder USB-C.

Das Handy warnt, wenn die Bluetooth-Verbindung zum Ring abbricht. Das passiert schnell, schon wenn das Handy nur im Nebenraum liegt; der Ring speichert die Messwerte eine Zeit lang und überträgt sie beim Reconnect automatisch ans Handy.

Die Sensoren an der Innenseite des Rings messen Puls, Körpertemperatur und Beschleunigung, woraus die App die zurückgelegten Schritte, die verbrauchten Kalorien, einen Stresswert, einen sogenannten Energiewert und bei Frauen zusätzlich den Zyklus berechnet. Höhen-

meter und Stockwerke zählt der Ring nicht. Den Energiewert bekommt man morgens mitgeteilt, in ihn gehen verschiedene Messwerte des Vortags ein; er bleibt über den Tag unverändert, zeigt also kein aktuelles Befinden ähnlich dem Stresswert oder der Body Battery einiger Smartwatches an.

Schritte bekommt man nicht nur fürs tatsächliche Gehen gutgeschrieben, sondern auch für einige andere Bewegungen, beispielsweise Radfahren. Das machen einige Smartwatches ähnlich. Zudem führt die App eine Schlafanalyse durch, der Ring erfasst dazu – allerdings nur im Schlaf – auch die Haupttemperatur und den Blutsauerstoffgehalt.

Wir haben die Daten mit denen einer Garmin-Smartwatch verglichen. Puls und Schlafanalyse liegen im Rahmen der Genauigkeit, die man von einer Messung am Finger oder Arm erwarten kann. Den Puls misst der Ring allerdings nur alle zehn Minuten, wodurch einige Spitzen verloren gehen.

Unsportlich

Sportaufzeichnungen kann man nicht am Ring starten. Man muss das Smartphone herausholen, entsperren, Samsung Health starten, die Sportart auswählen, bei nicht ortsgebundenen Sportarten auf den GPS-Fix warten und bestätigen, dass man auch mit schlechtem GPS-Fix loslegen möchte, bevor man startet. Automatisch anhand der Bewegungsabläufe erkennt der Ring nur Gehen und Laufen – nicht einmal die Radfahrererkennung der hauseigenen Galaxy Watch ist implementiert, geschweige denn eine umfangreichere Erkennung beispielsweise auf dem Niveau der Fitbit-Tracker.

Die Pulsaufzeichnung von manuell gestarteten Trainings entspricht weitge-

hend der von Smartwatches. Beim automatisch erkannten Gehen oder Laufen nimmt der Ring allerdings weniger Puls-werte auf.

Überdies bekamen wir bestenfalls diese mäßigen Puls-werte, wenn wir Sport machten, ohne das der App mitzuteilen. So er-kannte der Ring ein Rudertraining als Gehen und beim Radfah-ren brach die Pulsaufzeichnung komplett ab, wir bekamen nicht einmal den normalen Zehn-Minuten-Puls. Enttäuschend, falls man sein Smartphone im Rucksack verpacken oder im Schwimm-bad im Spind lassen möchte.

Designentscheidungen

Eine Smartwatch kann ein Smartphone ergänzen oder kurz-fristig sogar ersetzen. Nichts davon geht designbedingt mit dem Ring: Man kann mit ihm mangels NFC nicht bezahlen und mangels GPS keine Trainingsrouten aufzeichnen. Auf Benach-richtigungen macht er weder per Vibration noch per LED auf-merksam. Er kann das Handy nicht entsperren oder anders steuern.

Eine Ausnahme gibt es: Gekoppelt an ein Samsung-Smart-phone kann der Ring per Doppeltipp ein Foto oder Video auf-nehmen oder den Wecker schlummern lassen. Beides hat im Test einigermaßen brauchbar funktioniert, auch wenn wir den Ring nicht wie von Samsung empfohlen am Zeigefinger, sondern am kleinen Finger getragen haben.

Diese beiden Funktionen sind nicht konfigurierbar, weitere aktuell nicht vorgesehen. Zudem benötigen sie derzeit Version 6.1.1 von Samsungs Bedienoberfläche OneUI, die es momentan nur für das Galaxy Fold6 und Flip6 gibt. Für die drei S24 ist das Update angekündigt, weitere Modelle dürften folgen.

Fazit

Der Galaxy Ring trägt sich gut, hat eine lange Laufzeit und sam-melt Gesundheitsdaten ungefähr so präzise wie Smartwatches. Eine neue Geräteklasse hat sich Samsung nicht ausgedacht, bei-spielsweise haben Oura und andere ähnliche Ringe im Angebot. Samsung punktet mit dem größeren Ökosystem und damit, dass die Cloudnutzung derzeit kostenlos ist.

Als Fitness- oder Sporttracker macht der Galaxy Ring keine gute Figur, weil nur manuell gestartete Aufzeichnungen von guter Qualität sind und weil die automatische Sporterkennung ent-täuscht. Gelegenheitssportler oder Fahrradpendler müssen stän-dig auf ihrem Smartphone herumwischen, wollen sie ihre Train-ings tracken. Ambitioniertere Sportler müssten ihre Trainings zusätzlich anders aufzeichnen, beispielsweise per Brustgurt oder mit einer speziellen Sportuhr.

Besser eignet sich der Galaxy Ring, wenn man Gesundheits- und Schlafdaten aufzeichnen möchte, ohne eine Smartwatch zu tragen. Dafür sind 450 Euro allerdings ganz schön viel Geld, auch weil der Galaxy Ring keinen Griff zum Smartphone einspart, sondern eher zu mehr Interaktionen zwingt. (jow@ct.de) **ct**

Samsung Galaxy Ring

Gesundheitstracker	
Hersteller, URL	Samsung, samsung.de
Systemvorr.	ab Android 11
Gewicht	2,3 g (Größe 5) bis 3 g (Größe 13)
Wasserdicht	bis 10 ATM
Preis	449 €

Es gibt 10 Arten von Menschen.

iX-Leser und die anderen.



Jetzt Mini-Abo testen:

3 digitale Ausgaben + Bluetooth-Tastatur nur 19,35 €

www.ix.de/digital-testen



www.ix.de/testen

leserservice@heise.de

49 (0)541 800 09 120



Millimeterware

Foldable Honor Magic V3 im Test

So flach ist kein anderes Foldable: Mit dem Magic V3 sorgt Honor in dem bislang von Samsung dominierten Marktsegment für frischen Wind, denn nicht nur das Gehäuse überzeugt.

Von Robin Brand

Auch mehr als fünf Jahre nach Erscheinen des Ur-Fold von Samsung sind faltbare Smartphones in Deutschland weit davon entfernt, einen Massenmarkt

zu bedienen. Daran wird auch das Honor Magic V3 nichts ändern, schon allein weil es 1700 Euro kostet. Doch das Honor-Faltphone hat gegenüber der überschaubaren Konkurrenz einen möglicherweise entscheidenden Vorteil, wenn es darum geht, Foldable-Skeptiker zu überzeugen: Zusammengefaltet ist es kaum von einem herkömmlichen Smartphone zu unterscheiden. Das liegt einerseits daran, dass es dünner und leichter ist als Samsungs Galaxy Z Fold6 (Test in c't 19/2024, S. 94) und Googles Fold 9 Pro. Andererseits baut Honor das Frontdisplay im 20:9-Format, wie man es von normalen Smartphones kennt. Dadurch sehen Apps aus wie gewohnt, während das 23:9-Frontdisplay des Samsung-Foldables sie in die

Länge streckt und teilweise die Bedienbarkeit einschränkt.

Mit gerade einmal 9,5 mm ist der Honor-Falter auch zusammengeklappt überaus dünn. Nur dort, wo das Kameramodul untergebracht ist, trägt er deutlich dicker auf (15 mm). Das Smartphone macht einen wertig verarbeiteten Eindruck. Das Scharnier schnappt satt zu, wenn man es schließt. Stellt man das Smartphone auf einer Gerätehälfte vor sich ab, hält es die Displayhälften in Winkeln von etwa 40 bis 140 Grad in Position. Mithilfe der beiliegenden Schutzhülle samt eingebautem Klappständer kann man das Smartphone auch komplett aufgeklappt vor sich aufstellen – praktisch, wenn man einen Film schaut. Honor behauptet, dass das Scharnier 500.000 Faltvorgänge unbeschadet übersteht.

Das V3 ist gemäß IPX8 geschützt, was bedeutet, dass es einen Sturz ins Wasser übersteht; das war beim Vorgänger nicht der Fall. Gegen Staub ist es dagegen nicht geschützt. Dieses Problem teilt es sich mit den meisten bisherigen faltbaren Telefonen. Viele Foldables, die ein paar Jahre auf dem Buckel haben, zeigen mit ihren schwergängigen, nicht mehr richtig schließenden oder plan öffnenden Scharnieren, wie sehr Staub der feinen Mechanik zusetzen kann. Leider können wir im kurzen Testzeitraum nicht abschätzen, wie das Honor-Scharnier die Jahre im Staub der Hosentasche überstehen wird. Zumindest auf dem Papier ist das Fold6 mit Schutzart IP48 besser gerüstet.

Das V3 ist mit zwei OLED-Bildschirmen bestückt. Auf der Vorderseite prangt ein 6,4-Zoll-Panel. Aufgeklappt entfaltet es einen 7,92 Zoll großen Hauptbildschirm. Beide Displays sind etwas größer als ihre Pendanten in Samsungs Fold6 und regeln die Bildwiederholrate zwischen 1 und 120 Hertz. Der äußere Bildschirm strahlt heller als 2000 cd/m², praktisch, wenn man in der Sonne schnell eine Nachricht lesen möchte. Das Innendisplay erreicht unter unserem Leuchtdichtemessgerät „nur“ rund 1000 cd/m², auch für helle Umgebungen dicke ausreichend. Punktdichten von jeweils mehr als 400 dpi stellen auch kleine Schriften ohne ausfransende Kanten dar. Wie der Vorgänger ist auch das Foldable V3 stiftfähig, da die Bildschirme mit Digitizer ausgestattet sind. Doch wieder einmal hat sich Honor dagegen entschieden, den Stift in Deutschland zu verkaufen. Wer auf den Stift nicht verzichten mag, muss ihn aus China importieren.

Schnelle Hardware

Ein Snapdragon 8 Gen3 bringt das V3 auf Trab. Ihm zur Seite stehen 12 GByte RAM. Weder Multitasking noch aufwendige Spiele stellen das schnellste Android-SoC vor Probleme. Es dürfte Leistungsreserven für viele Jahre und kommende Anwendungen haben – Stichwort KI. In GPU-Benchmarks hängt das Honor V3 selbst das iPhone 15 Pro ab, die CPU-Performance bleibt nur leicht dahinter. Die ganze Kraft des SoCs muss man in den Einstellungen aktivieren. Ab Werk fährt das Honor mit leicht angezogener Handbremse, um den Akku zu schonen. Abseits synthetischer Benchmarks haben wir aber keine Drosselung wahrgenommen. Unter Dauerlast drosselt das V3 etwas stärker als einige andere High-End-Smartphones mit dem gleichen Chip, eine Auswirkung des sehr dünnen Gehäuses. Der 512 GByte fassende interne Speicher ist nicht erweiterbar.

Honor gibt dem V3 einen zweigeteilten Akku mit, der insgesamt 5150 mAh fasst. Wer das Smartphone vornehmlich einfache Aufgaben lösen lässt, wird damit anderthalb bis zwei Tage über die Runden kommen, bevor es geladen werden muss. Im YouTube-Dauerlauf auf dem großen Schirm hielt es fast 20, auf dem Frontdisplay mehr als 27 Stunden durch. Im gemischten Betrieb wird man also irgendwo dazwischen landen. Unter Last sanken die Laufzeiten deutlich (alle Werte in der

Mit seinem Frontdisplay im 20:9-Format sieht das Honor-Foldable geschlossen fast aus wie ein ganz normales, nicht faltbares Smartphone.



Tabelle). Ob man den großen oder den kleinen Bildschirm nutzt, macht dann keinen großen Unterschied mehr, weil das SoC der Hauptverbraucher ist. Obwohl Honor das Faltphone noch ein paar Zehntelmillimeter flacher baut als den Vorgänger, hat das Unternehmen noch Platz für eine Spule fürs Drahtlosladen gefunden. Mit bis zu 50 Watt lädt es auf einer proprietären Honor-Ladeschale, per Qi mit maximal 15 Watt. Im V2 hatte Honor aus Platzmangel noch auf Drahtlosladen verzichtet. Am Kabel nimmt das

Foldable wie der Vorgänger bis zu 66 Watt entgegen.

Abgespeckte Kamera

Dass das teuerste Smartphone eines Herstellers nicht unbedingt dessen beste Technik beherbergt, zeigt sich mit Blick auf die Kamera. In den flachen Gehäusenhälften ist schlicht nicht genug Platz für die großen Sensoren und ihre Optiken, die in High-End-Smartphones herkömmlicher Bauart stecken. Honor baut deshalb etwas kleinere Sensoren ein als im Schwes-

Für alles gerüstet!

Tests, Tipps und Tools



Das Sonderheft richtet sich vor allem an Privatanutzer, Freelancer und kleinere Unternehmen und enthält Kaufberatungen, Tests und Praxisanleitungen zu typischen Büroprogrammen, auch abseits von Microsoft Office.

Heft für 14,90 € • PDF für 12,99 € • Heft + PDF 19,90 €



shop.heise.de/ct-homeoffice24

JETZT BESTELLEN!





Der Vergleich mit einem herkömmlichen Smartphone (rechts das Google Pixel 9 Pro XL) zeigt, wie flach das Honor V3 ist.

termodell. Aber auch die verstellbare Blende der Hauptkamera des Magic6 Pro und den 200-Megapixel-Sensor des Teles hat Honor gestrichen. Insgesamt ähnelt die Ausstattung der drei rückwärtigen Kameras – 40-MP-Ultraweitwinkel, weitwinklige Hauptkamera und Tele (jeweils 50 MP) – jener des Samsung Fold6. Wer viele Videotelefonate und Selfies macht, ist mit dem Honor besser bedient. Die Selfiekameras, eine im Außen- und eine weitere im Innendisplay, zeigen ein sauberes Bild als die des Fold6.

Die rückwärtigen Kameras geben standardmäßig 12- (Hauptkamera und Tele) respektive 10-Megapixel-Fotos (Ultraweitwinkel) aus. Mit allen drei Modulen kann man aber auch in Sensorauflösung fotografieren. Alle drei schießen gefällige Fotos in knackigen Farben. Haupt- und Telekamera halten ihre Schärfe bis in den Randbereich, wobei die lichtstärkere Hauptkamera mit ihrem größeren Sensor mehr Details auf das Foto bannt. Das Ultraweitwinkel hält nicht das Niveau der beiden anderen Kameras, vor allem, weil sich die Software alle Mühe gibt, nachzuschärfen, was sich gelegentlich in unschönen Artefakten sichtbar macht. Fotos in Sensorauflösung bringen nur bei der Hauptkamera einen Qualitätsgewinn mit sich. Für unbewegte Landschaftsaufnahmen bei gutem Licht lohnt sich die volle Auflösung besonders. Das Ultraweitwinkel wiederum sollte man nicht mit der vollen Auflösung überfordern. Die Optik kann die Auflösung auf dem kleinen Sensor sichtbar nicht ausreizen.

Wie der Vorgänger beherrscht das V3 Wi-Fi 7 sowie Bluetooth 5.3 und ist mit einem Infrarotsensor ausgestattet. Der Fingerabdrucksensor im Einschalter entsperrt zuverlässig. Am USB-C-Port liegen Display-Signale an. Verbindet man das Smartphone mit einem Monitor, gibt es auf Wunsch einen Desktopmodus aus. Viel Aufmerksamkeit scheinen die Entwickler diesem aber nicht zu schenken. Im Wesentlichen entspricht der Funktionsumfang dem von vor vier Jahren (damals noch Huawei, siehe c't 22/2020, S. 106).

Die Android-Bedienoberfläche hat Honor um einige sinnvolle Funktionen erweitert: So lassen sich Apps als schwebende Fenster einblenden oder man kann sie fest verankert auf einer Bildschirmhälfte platzieren und auf der anderen eine andere Anwendung. Allerdings lassen sich nicht zwei Instanzen einer App gleichzeitig anzeigen, zum Beispiel, um zwei Browserfenster nebeneinander geöffnet zu halten. Honor will das V3 fünf Jahre lang mit Sicherheitspatches versor-

gen und vier Jahre lang neue Android-Versionen liefern. Die Konkurrenz-Phones von Google und Samsung sollen sieben Jahre Updates erhalten.

Fazit

Neben dem flachen Honor Magic V3 sieht das Samsung Galaxy Z Fold6 fast altbacken aus. Steht ein Foldable auf der Wunschliste, das sich zusammengeklappt kaum von einem herkömmlichen Smartphone unterscheiden lässt, ist das V3 die erste Wahl. Im Vergleich zum Samsung Fold punktet das V3 auch mit dem größeren Innendisplay, wird seinerseits aber vom Google Fold 9 Pro übertroffen. In Sachen Updateversprechen sind Google und Samsung voraus. Im Vergleich zum Vorgänger verbessert Honor das V3 vor allem in einem wichtigen Punkt: Es ist nun gemäß IPX8 wasserfest und damit zumindest ein Stück robuster. (rbr@ct.de) **ct**

Honor Magic V3

Android-Foldable	
Hersteller, URL	Honor, honor.com/de
Betriebssystem / Security Level / Updates bis (Android-Upgrades, Securitypatches)	Android 14 / August 2024 / Android 18, August 2029
Ausstattung	
Prozessor / Kerne x Takt	Qualcomm Snapdragon 8 Gen3 / 1 x 3,3 GHz, 3 x 3,2 GHz, 2 x 3 GHz, 2 x 2,3 GHz
Grafik / KI-Einheit	Qualcomm Adreno 750 / Qualcomm Hexagon NPU
RAM / Flash-Speicher (davon frei) / Kartenslot	12 GByte / 512 GByte (483 GByte) / –
SIM-Slots / eSIM / LTE / 5G (mmWave)	2 x nanoSIM / ✓ / ✓ / ✓ (–)
WLAN / Bluetooth / UWB / Standortdienste	Wi-Fi 7 / 5.3 / – / GPS, Glonass, Beidou, Galileo
NFC / Fingerabdruck / Face-Unlock	✓ / ✓ (Einschalter) / ✓
USB-Anschluss / Kopfhöreranschluss	USB-C 3.1, OTG, DP / –
Akku / wechselbar / drahtlos ladbar	5150 mAh / – / ✓ (50 W proprietär, 15 W Qi)
Abmessungen geschlossen / geöffnet	156,6 x 74 x 9,5 - 15 mm / 156,6 x 145,3 x 4,8 - 10 mm
Gewicht / Schutzklasse	230 g / IPX8
Displays	
Innendisplay Größe / Technik / Auflösung (Punktdichte)	7,9 Zoll (14,8 cm x 13,6 cm) / OLED / 2344 x 2156 Pixel (402 dpi)
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung / Bildwiederholrate	1,9 ... 1004 cd/m² / 96 % / 1-120 Hz.
Außendisplay Größe / Technik / Auflösung (Punktdichte)	6,4 Zoll (14,9 x 6,7 cm) / OLED / 2376 x 1060 Pixel (402 dpi)
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung / Bildwiederholrate	1,87 ... 2060 cd/m² / 96,6 % / 1-120 Hz.
Kamera	
Hauptkamera	50 MP (8192 x 6144), f/1,6, mit OIS, 23 mm
Telekamera	50 MP (8192 x 6144), f/3,0, mit OIS, 90 mm
Weitwinkelkamera	40 MP (7296 x 5472), f/2,2, ohne OIS, 16 mm
Frontkameras	20 MP (5120 x 3840), f/2,2, ohne OIS, 21 mm
Messungen, Laufzeiten, Benchmarks	
Laufzeiten bei 200 cd/m² Helligkeit Innendisplay (Außendisplay)	11,6 h (12,5 h) 4K/120-fps-Video / 19,6 h (27,6 h) YouTube-Stream / 11,3 h (14,2 h) 3D-Gaming
Geekbench (je Single / Multi)	1627 / 4977 (V5), 1371 / 5002 (V6)
GFXBench (je On- / Offscreen)	77 fps / 84 fps (Char Chase), 120 fps / 197 fps (Manhattan 3.0), 119 fps / 160 fps (Manhattan 3.1)
3DMark	15.820 (Wild Life), 4249 (Wild Life Extreme), 7934 (Solar Bay), 1286 (Steel Nomad Light)
3DMark Stresstest	15.820 / 8480 / 53,6% (Wild Life), 4249 / 2482 / 58,4% (Wild Life Extreme), 6990 / 4268 / 59,6% (Solar Bay), 1286 / 821 / 63,1% (Steel Nomad Light)
Ladezeit Netzteil / 120-Watt-PD-Netzteil	nicht mitgeliefert / 59 min
Preis	1700 €
✓ vorhanden – nicht vorhanden	



MIT Mac & i IMMER AM BALL

2x Mac & i mit 35% Rabatt testen!

Mac & i – Das Magazin rund um Apple

- Tipps & Praxiswissen
- Hard- und Softwaretests
- Reports und Hintergründe

Für nur 16,80 € statt 25,80 €* (Preis in Deutschland)



+ Geschenk nach Wahl
z. B. Kabelbox mit Adaptern
oder Buch Apple Junkies



Jetzt bestellen:

www.mac-and-i.de/vorteil

✉ leserservice@heise.de ☎ 0541 80009 120

© Copyright by Heise Medien.

Mac & i. Das Apple-Magazin von c't.

Multitalent

Spiegellose Systemkamera Nikon Z6III im Test

Die dritte Generation der spiegellosen Mittelklasse-Vollformatkamera Nikon Z6III kommt mit einem schnellen Sensor und einem flotten Bildprozessor. Die Kombination ermöglicht verbesserten Autofokus, mehr Fotos in Serie und Videofunktionen der Profiklasse.

Von Thomas Hoffmann

Nikon's spiegellose Vollformatkamera Z6III schlägt als Hybridkamera für Foto und Video einen neuen Weg ein. Der Body allein kostet aktuell 2800 Euro und damit etwa doppelt so viel wie das Vorgängermodell Z6II. In ihrem Inneren arbeitet ein 24,5-Megapixel-Vollformatsensor. Dieser ist teilweise gestapelt, was die Signalwege verkürzt. Laut Nikon wird der Chip deshalb 3,5-mal so schnell ausgelesen wie bei der Z6II. Das erhöht die Bildwiederholrate, beschleunigt die Abbildung im Sucher und verringert den Rolling-Shutter-Effekt. Auch die Sensorstabilisierung zeigt sich verbessert.

Mit ihrem 24-Megapixel-Sensor filmt die Kamera maximal in 6K-Auflösung mit 60 Bildern pro Sekunde. Die größere Schwester Z8 filmt in 8K. Davon abgesehen sind die Videofunktionen beeindruckend für eine Kamera der Mittelklasse: 12-Bit-Aufzeichnung, Raw-Video, ProRes-Video, 8-fache Zeitlupe in Full HD bei 240 Bildern pro Sekunde, 4:2:2-Farbabtastung und bis zu 125 Minuten Aufnahmedauer statt zuvor 30 Minuten.

Handhabung

Wer mit Nikon-Kameras vertraut ist, den stellt die Z6III nicht vor Rätsel. Häufig genutzte Einstellungen erreicht man komfortabel über die „i“-Taste; fortgeschrittene

Funktionen wie Bracketing lassen sich nur über das Menü aufrufen. Im Vergleich zum Vorgänger ist die Z6III etwas größer und schwerer. Vorhandenes Zubehör vom Vorgängermodell wie ein Batteriegriff oder andere Anbauteile passt dadurch nicht mehr. Beim Modellwechsel steht folglich eine Investition in neues Zubehör an.

Der elektronische OLED-Sucher punktet bei Dunkelheit durch sein helles, dynamisches Bild. Für Astrofotografen bietet die Z6III einen Sternemodus und die Möglichkeit, Sucher und Monitor auf Rotöne einzustellen. Der Touchscreen auf der Rückseite lässt sich schwenken und für Videoaufnahmen nach vorne drehen.

Der Autofokus mit Motiverkennung erkennt und verfolgt Personen, Tiere und Fahrzeuge zuverlässig. Bei einem Test auf einer wuseligen Einschulungsfeier stellte er kontinuierlich auf Gesicht oder Auge scharf. Selbst bei Vögeln, auf die der Algorithmus nicht explizit trainiert wurde, funktionierte die Erkennung und Verfolgung gut.

Die Z6III bietet zwei Kartenschächte – einen für CFexpress Typ B/XQD und einen für SD-Karten. Sie verbindet sich mit Nikons Clouddienst, um Firmwareupdates automatisch einzuspielen und Bilder für 30 Tage kostenlos zu speichern.

Messwerte und Bildkritik

Im Labor zeigt sich, dass die neue Sensortechnik die Abbildungsleistung im Vergleich zu den Vorgängermodellen nicht erhöht. Bei ISO 100 liegen Z6II und III einigermmaßen gleichauf, mit steigender Sensorempfindlichkeit hat die Z6II allerdings die Nase vorn und die Auflösung der Z6III lässt deutlich nach. Beim Dynamikumfang messen wir ähnliche Werte. Bis ISO 25.600 erreicht die Z6III knapp über zehn Blendenstufen und liegt damit einen Hauch vor ihren Vorgängerinnen.

Die Kamera liefert bei ISO 100 ein plastisches, detailreiches Bild. Dunkle Bildbereiche zeigen eine gute Zeichnung, Spitzlichter fressen nicht aus und die Farben



Bild: Nikon

wirken natürlich. Diese Leistung bietet die Z6III bis ISO 1600, bei höherer Empfindlichkeit lässt die Detailwiedergabe nach und der Mikrokontrast nimmt deutlich ab. Dunkle Flächen sind bei ISO 3200 noch rauschfrei. Bei ISO 6400 gehen Details weiter zurück und leichte Bildstörungen auf gleichmäßigen Flächen werden sichtbar. Noch höhere Sensorempfindlichkeiten sind bei voller Auflösung nicht mehr nutzbar.

Fazit

Die Z6III ist zur Einführung teurer als die Vorgängerin. Nikon hat diesmal Dynamikumfang und Abbildung nachrangig behandelt und sich stattdessen für Geschwindigkeit entschieden. Sensor und Prozessor ermöglichen hochaufgelöste Videos, die Bildqualität ist hingegen kein Argument für ein Upgrade. Dennoch ist die Z6III attraktiv: als gut ausgestattete Hybridkamera für Foto und Video. (akr@ct.de) **ct**

Nikon Z6III

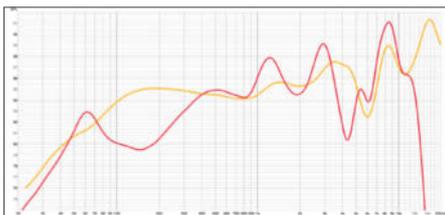
Spiegellose Systemkamera	
Hersteller, URL	Nikon, nikon.com
Sensortyp	BSI-CMOS, 36 mm × 24 mm
Sensorauflösung	24,5 Megapixel (6048 × 4024)
Lichtempfindlichkeit	ISO 64 bis ISO 64.000 (erweiterbar)
Autofokustyp	Hybrid, 299 AF-Punkte (Phase)
Bildstabilisierung	sensorbasierte 5-Achsen-Stabilisierung
kürzeste / längste Verschlusszeit	1/8000 s / 900 s, Bulb
Serienbildrate	20 B/s
Videoformat / Komprimierung	NEV, MOV, MP4 / N-RAW, Apple ProRes, H.265, H.264
Videoauflösung max.	6048 × 3402 (60p)
Sucher	OLED (1600 × 1200 Bildpunkte)
Displaytyp / beweglich	LCD, 3,2 Zoll (ca. 1024 × 682 Bildpunkte) / dreh- und schwenkbar
Speichertyp	CFexpress (Typ B), XQD, SD (UHS-II)
Speicherkarten-Slots	2
Akku-Kapazität	2280 mAh, Li-Ion
Gehäusematerial	Magnesiumlegierung
Bajonett	Nikon-Z
Abmessungen / Gewicht	139 × 102 × 74 mm / 760 g
Anschluss	USB 3, HDMI (Typ A), WLAN, Bluetooth, Mikrofon, Kopfhörer, Zubehör
Preis für Gehäuse (Straße)	2800 €



Pragmatiker

Vollausstattung für 80 Euro: Der Over-Ear-Kopfhörer Edifier W830NB beherrscht ANC, Transparenzmodus und Multipoint-Bluetooth. Dabei klingt er nicht einmal schlecht.

Der W830NB macht einen etwas klapprigen, aber keinen zerbrechlichen Eindruck. Das metallene Kopfband ist mit Kunststoff und gepolstertem Kunstleder ummantelt. Auch die Gelenke, die die Ohrmuscheln halten, sind aus Kunststoff gefertigt. Für den Transport lässt sich der Kopfhörer platzsparend zusammenfallen, denn die Ohrmuscheln kann man sowohl eindrehen als auch -klappen. Eine Transporthülle liegt nicht bei, sondern nur ein USB-A-auf-USB-C-Kabel. Darüber lädt der Kopfhörer nicht nur, sondern nimmt auch Audiosignale entgegen, selbst bei leerem Akku. Auch über den Tod der nicht austauschbaren Akkus hinaus lässt sich der Edifier so als kabelgebundener Kopf-



Der Edifier W830NB (rote Kurve) ist ähnlich neutral abgestimmt wie der Sennheiser HD600 (gelbe Kurve). Nur in den Höhen fehlt es an Brillanz und im Bassbereich der letzte Punch.

hörer weiterbetreiben. Die recht flachen und vier Zentimeter breiten Ohrpolster bieten kleinen und mittelgroßen Ohren genügend Platz, nur große Ohren fühlen sich ein wenig eingengt wie unter On-Ear-Kopfhörern.

Ab Werk spielt der W830NB überraschend zahm und neutral auf. Keine Spur vom für viele günstige Kopfhörer typischen bollerigen, überbetonten Bass. Stattdessen präsentiert der W830NB ein angenehm ausgewogenes Klangbild, das sich für viele Musikgenres, Podcasts und Filme eignet. Fans elektronischer Musik dürften sich am etwas substanzlosen Bassbereich – richtig kräftig wird dieser auch nach Anpassungen in der App nicht – stören, Klassikliebhaber an der fehlenden Brillanz in den Höhen. Dennoch: Angesichts des Preises gibt es wenig zu meckern.

Das gilt auch mit Blick auf die aktive Geräuschunterdrückung (ANC): Sie bekämpft Umgebungsgläusche sehr wirkungsvoll und fast ohne Eigenrauschen. Gleichbleibende Störgeräusche wie Straßenverkehr oder Zuglärm bügelt sie im Zusammenspiel mit leiser Musik fast komplett weg. Gegen Stimmen richtet sie weniger aus. Der ebenfalls implementierte Transparenzmodus mischt die Umgebungsgläusche unter die Musik, sodass man das Drumherum weiter mitbekommt. Dennoch fühlt man sich noch abgeschotet, sodass man auch für kurze Unterhaltungen die Kopfhörer von den Ohren nehmen möchte.

In Telefonaten überträgt der Kopfhörer die eigene Stimme dünn und auf Verständlichkeit getrimmt. Telefonierten wir in lauten Umgebungen, wusste der W830NB manchmal nicht recht, ob er die Umgebungsgläusche oder unsere Stimme bekämpfen sollte, sodass wir uns mit dem Telefon am Ohr besser verständlich machen konnten. Per Multipoint-Bluetooth hält der Kopfhörer Kontakt zu zwei Abspielgeräten gleichzeitig. Der Wechsel klappte im Test reibungslos, allerdings erst, nachdem wir Multipoint in der zugehörigen App aktiviert hatten.

(rbr@ct.de)

Edifier W830NB

Over-Ear-Kopfhörer	
Hersteller, URL	Edifier, edifier-online.eu/de
Anbindung / Codecs	Bluetooth 5.4 (Multipoint, nach Aktivierung per App) / SBC, AAC, LDAC
Gewicht	267 g
Preis	79 €

Ihr Partner für IT-Weiterbildung
Videokurse für IT-Professionals



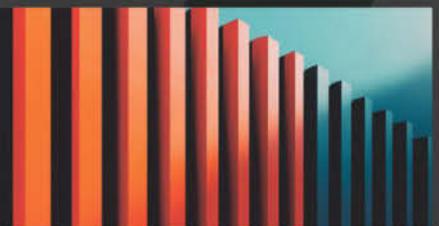
VBA-Makros in Excel für Fortgeschrittene

Heben Sie Ihre Kenntnisse der Excel-Automatisierung mit Visual Basic for Applications (VBA) auf das nächste Level. Data-Science-Experte Fabio Basler zeigt in seinem Videokurs alle Inhalte Schritt für Schritt.



KI im Unternehmen: Anwendungsfälle erkennen & umsetzen

In zahlreichen Branchen ist KI bereits im Einsatz. Lernen Sie praktische Tools und Methoden kennen, um geeignete Use Cases für KI in Ihrem Unternehmen zu identifizieren und zu implementieren.



KVM-Virtualisierung mit Linux

Lernen Sie mit der KVM-Virtualisierungstechnologie (Kernel-Based Virtual Machine) in Linux eine leistungsstarke und kostengünstige Alternative zu Proxmox und VMware kennen.

Jetzt alle Videokurse entdecken:

heise-academy.de



Smartwatch für draußen

Die Galaxy Watch Ultra hält mehr aus als die bisherigen Smartwatches von Samsung. Beim Sport macht sie eine hervorragende Figur, im Alltag fehlt es an Komfort.

Samsungs 700 Euro teure Galaxy Watch Ultra kann einiges ab: Sie hat ein Titangehäuse, verkräftet Temperaturen zwischen -10 und +55 Grad Celsius, ist bis 10 ATM wasserdicht und funktioniert auch noch in 9000 Metern Höhe. Die Wear-OS-Smartwatch hat außerdem allerhand Sensoren an Bord, um die Gesundheit zu überwachen und als Trainingspartner bei unzähligen Sportarten zu dienen. Gefunkt wird per Bluetooth 5.3, LTE-eSIM und WLAN.

Das mitgelieferte Armband macht einen stabilen Eindruck und ist relativ starr, es hinterlässt selbst beim lockeren Tragen deutliche Abdrücke auf der Haut. Die Dornschnelle aus Metall und die Bandschlaufe sind kantig und klobig, sie drücken unangenehm, wenn man am Schreibtisch sitzt und am Computer arbeitet. Die Watch Ultra fällt zudem mit 93 Gramm inklusive Band recht schwer und ziemlich groß aus. Insgesamt ist sie nicht die bequemste Uhr für den Alltag.

Das von Saphirglas geschützte Display wird mit maximal 1712 cd/m² enorm hell, sodass es sich in jeder Lage pro-

blemlos ablesen lässt. Bei abnehmendem Licht schaltet die Watch Ultra auf ein rotes Ziffernblatt um, das schon die Augen. Digitale Zifferblätter gibt es in den unterschiedlichsten Stilen und mit vielen oder wenigen Informationen darauf.

Das Bedienkonzept mit dem Touchscreen und gleich drei Buttons überzeugt nach dem kurzen Tutorial, das beim ersten Start der Uhr automatisch abläuft. Schade trotzdem, dass Samsung die drehbare Lünette früherer Galaxy-Uhren nicht in die Ultra-Serie gebracht hat, Platz genug wäre gewesen. Der mittlere Button ist mit unterschiedlichen Funktionen belegbar. Drückt man ihn fünf Sekunden lang, löst das einen lauten Signalton aus – hilfreich in Notsituationen.

Beim Laufen und Radfahren haben wir die Galaxy Watch Ultra parallel mit einer Garmin Forerunner 265 samt Brustgurt zur Pulsmessung getragen. Die Messungen beider Uhren fielen auch bei längeren Distanzen nahezu identisch aus, die Sensoren-Phalanx der Watch Ultra – bestehend aus Dual-Band-GPS, Infrarot-Temperatursensor, optischem Pulsmesser mit EKG-Erfassung, Barometer, Lagesensor, Bio-Impedanz-Sensor und mehr – arbeitete enorm präzise. Die Pulsmessung gelang im Test quasi gleich gut wie mit dem Brustgurt, der erfahrungsgemäß verlässliche Ergebnisse liefert.

In puncto Akkulaufzeit kann die Samsung-Uhr mit der von Garmin nicht mithalten. Eine Stunde Laufen bei aktivem Tracking kostete im Test zwölf Prozentpunkte Akku, der Füllstand der Garmin sank währenddessen nur um sieben Prozentpunkte. Im Alltag kamen wir mit der Galaxy Watch Ultra im Schnitt etwa zwei Tage ohne Aufladen aus, dann musste sie für rund eine Stunde ans magnetische Ladekabel. Die Samsung-Uhr ist die Android-Alternative zur Apple Watch Ultra, die 200 Euro teurer ist. (sht@ct.de)

Samsung Galaxy Watch Ultra

Smartwatch	
Hersteller, URL	Samsung, samsung.de
Betriebssystem	Wear OS 5.0
Maße (H × B × T) / Gewicht ohne Band	47 mm × 47 mm × 16 mm / 61 g
Displaygröße / Technik / Auflösung	1,5 Zoll / OLED / 480 × 480 Pixel
Akku	590 mAh
Konnektivität	Bluetooth 5.3, Wi-Fi 4, LTE (eSIM)
Preis	699 €



Kleingedrucktes kurzgefasst

Das gewissenhafte Studium von Nutzungsbedingungen ist zeitraubend. Mit Zusammenfassungen in Listenform will das Browser-Addon DocDecoder dabei helfen.

Sobald das Chrome-Addon aktiv ist, fordert man für die aktuell aufgerufene Website eine Zusammenfassung von deren Nutzungsbedingungen an, indem man auf das Icon der App (blaues Lupensymbol) klickt. Alternativ kann man die DocDecoder-Website ansteuern und den Firmen- oder Domainnamen ins Suchfenster tippen.

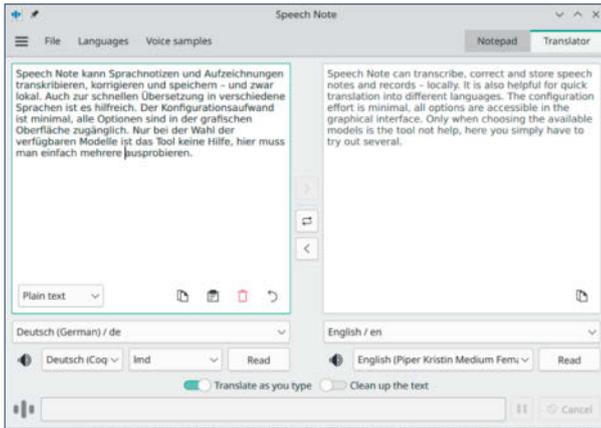
Nutzer der Free-Version erhalten pro Monat zwei sogenannte „summary token“. Falls die gewünschte Zusammenfassung bereits vorliegt, kann man diese ansehen, ohne dass ein Token fällig wird. Wer nach Nutzungsbedingungen einer Website fragt, für die noch keine Kurzform vorliegt, muss diese generieren lassen, was pro Website ein Token kostet. In den mithilfe von GPT-4 erzeugten Listen ist Negatives in roter Schrift dargestellt, neutrale Punkte in Schwarz und positive in Grün.

Für OpenAI gibt es beispielsweise je zwei Kurzversionen der Terms of Use und der Privacy Policy; jeweils eine „globale“ und eine, die in Großbritannien, der Schweiz und dem Europäischen Wirtschaftsraum gilt. Das Originaldokument der Terms of Use von OpenAI umfasst knapp 19.000 Zeichen, die Zusammenfassung nur 2764 Zeichen.

Das englischsprachige DocDecoder ersetzt nicht eigenes kritisches Denken, gibt aber Orientierung im Dschungel des Kleingedruckten. (dwi@ct.de)

DocDecoder

KI-gestützte Analyse von Datenschutzbestimmungen	
Hersteller, URL	Josh Waller, docdecoder.app
Systemanf.	Internetverbindung, Chrome
Preise (Einmalzahlung)	Free: kostenlos / Premium (15 Token/Monat, Fragen an KI-Assistenten möglich): 49 US-\$ / Premium+ (unbegrenzt): 179 US-\$



Sprachwandler

Das Linux-Tool Speech Note nimmt gesprochene und schriftliche Notizen in verschiedenen Sprachen entgegen, liest sie vor und übersetzt sie. Und das ausschließlich lokal.

Speech Note kennt zwei Arbeitsbereiche: Notepad und Translator. Im Notepad steht die Linux-App brav zum Diktat bereit und schreibt Gesprochenes im Editorfenster mit. Alternativ importiert das Tool Text aus einer Text- oder Audiodatei. Im Editor lässt sich der Text korrigieren und ergänzen und schließlich kopieren oder exportieren. Statt einfachen Text kann Speech Note auch SRT-Untertiteldateien erzeugen, dann fügt das Tool schon beim Diktat Zeitstempel ein. Mit einem Klick auf „Read“ liest Speech Note den Text mit der ausgewählten Stimme vor, auf Wunsch auch schneller oder langsamer. Das lässt sich auch als Audiodatei speichern.

Wechselt man in den Reiter „Translator“ – das Programm versteht zwar Deutsch, aber die Oberfläche ist nicht auf Deutsch verfügbar –, übernimmt Speech Note den Editortext und übersetzt ihn. Dazu muss man nur Ursprungs- und Zielsprache auswählen. Beide Seiten des Fensters haben einen „Read“-Button, um den Text oder seine Übersetzung vorzulesen. Im Auswahlfeld daneben entscheidet man sich für eine Stimme in der passenden Sprache. Ist die Option „translate as you type“ aktiviert, startet die Übersetzung bereits, während man links noch ins Fenster tippt. Laut Website werden 69 Sprachen unterstützt, allerdings sind nicht alle Funktionen auch für sämtliche Sprachen verfügbar.

Ob Übersetzung, Transkription oder Vorlesen: All das funktioniert erst nach

dem Download der passenden Trainingsdaten und Stimmen über die Schaltfläche „Languages“. Hier wählt man zunächst die gewünschte Sprache und dann aus einer Liste passende Modelle für die Text-To-Speech-Engines (TTS) espeak, MBROLA, Piper, RHVoice, Coqui, Mimic 3 oder WhisperSpeech sowie für die Speech-To-Text-Engines (STT) Vosk, WhisperCPP, Fas-

ter Whisper, April oder Coqui und aktiviert die Übersetzung. Da Erklärungen fehlen, kommt man um ein paar Experimente nicht herum. Nach dem Download erledigt Speech Note die Text- und Sprachverarbeitung komplett lokal, ohne Texte oder Gesprochenes an einen Server zu schicken.

Einige der zum Download angebotenen Stimmen klingen gar nicht mal schlecht. Wer als Text-To-Speech-Engine „Coqui XTTS“ auswählt, muss stattdessen ein eigenes Stimbeispiel hinterlegen. Das kann man entweder importieren oder direkt in Speech Note aufnehmen. Danach ähnelt die Vorlesestimme je nach Beispiel ein wenig der eigenen. Das braucht allerdings deutlich mehr Rechenpower und kann zu Pausen zwischen den Sätzen beim Vorlesen führen. Beim Herunterladen der Sprachmodelle sollte man im Hinterkopf behalten, dass diese teilweise recht umfangreich sind und viel Platz auf der Festplatte benötigen. Praktischerweise kann man sie direkt in der App auch wieder löschen.

Speech Note kann Sprachnotizen und Aufzeichnungen transkribieren, korrigieren und vorlesen – und zwar lokal. Auch zur schnellen Übersetzung in verschiedene Sprachen ist es hilfreich. Der Konfigurationsaufwand ist minimal, alle Optionen sind in der grafischen Oberfläche zugänglich. Besonders zu empfehlen ist Speech Note für Datenschutzbewusste, da es alle Eingaben lokal verarbeitet.

(lmd@ct.de)

Speech Note 4.6.1

Notiz- & Übersetzungstool	
Hersteller, URL	Michał Kosciesza, github.com/mkiol/dsnote
Systemanf.	Linux, Flatpak
Preis	kostenlos (Open Source, Mozilla Public License 2.0)



Steh gerade!

Läuft das Wasser im Waschbecken nicht ab, merkt man, dass das Wohnmobil schief steht. Die iOS-App WomoSet will mit Detailinfos beim Nivellieren helfen.

WomoSet nutzt die Sensoren des iPhones und zeigt an, unter welchen Rädern man Auffahrkeile platzieren und wie hoch man auffahren sollte. Mit einem Preis von 6 Euro ist die App etwas teurer als eine Kreuzwasserwaage im Campingzubehör. Als Extra gibt es eine Checkliste für die Weiterreise.

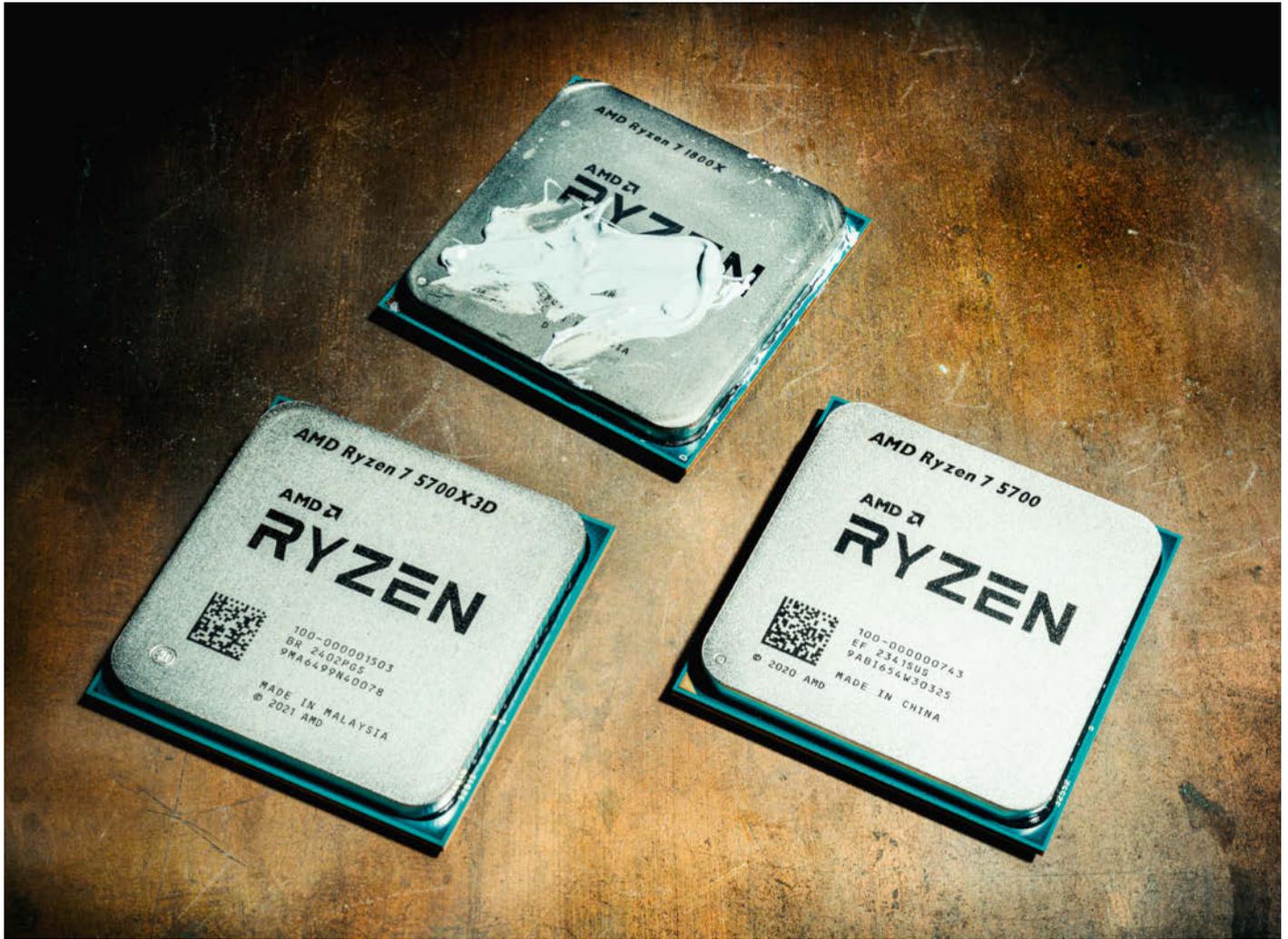
Um exakte Ergebnisse zu erhalten, sollte man Spurweite und Radstand hinterlegen sowie die iPhone-Sensoren auf einer waagerechten Oberfläche kalibrieren. Fehlen die Daten, liefert die App gute Näherungswerte. Alleinreisende profitieren von der Sprachausgabe. Sie reagiert leicht verzögert, sodass man sich Stück für Stück an die Neuausrichtung herantasten sollte.

Die Abfahrts-Checkliste warnt auf Wunsch mit einer Bildschirnmeldung, falls noch Punkte offen sind und man sich in Bewegung setzt, vorausgesetzt, die Standortfreigabe ist aktiviert. Einige Warnungen sind nützlich, doch bei eingestecktem Stromkabel kommen sie zu spät.

WomoSet taugt für alle, die sich das Herauskranken der Wasserwaage sparen möchten. Wer auf Sprachausgabe, Checkliste und grafische Unterstützung verzichten kann, findet im App Store zahlreiche kostenlose Wasserwaagen-Apps. (abr@ct.de)

WomoSet

Camping-App zur Wohnmobilynivellierung	
Hersteller, URL	Ralf Andrae, andraeweb.de
Systemanf.	iOS ab 12.0
Preis	5,99 €



Das Beste zum Schluss

Günstige Achtkern-CPU's Ryzen 7 5700 und 5700X3D im Test

Mit den Achtkernern Ryzen 7 5700 und 5700X3D ist das CPU-Angebot für die bewährte AM4-Plattform so attraktiv wie nie. Beide schlucken wenig Strom, sind vergleichsweise günstig und flott genug für nahezu jede Anwendung. Aufrüster können außerdem ihre Ryzen-1000-PCs fit für Windows 11 machen.

Von Carsten Spille

Bereits Anfang des Jahres 2024 stellte AMD im Rahmen der Computermesse CES zwei neue Achtkern-Prozessoren vor. Die waren anfangs ziemlich teuer, doch das hat sich inzwischen geändert. Der Ryzen 7 5700 ist zurzeit für weniger als 140 Euro breit verfügbar und etwas billiger als der niedriger taktende Ryzen 7 5700X – zu den Unterschieden später mehr. Den Ryzen 7 5700X3D mit aufgestapeltem Extra-Cachespeicher gibt es inzwischen für unter 190 Euro, also erheblich billiger als der deutlich höher taktende Ryzen 7 5800X3D für rund 325

Euro. Der zusätzliche Cache-Speicher macht die X3D-Varianten hauptsächlich, aber nicht nur für Spieler sehr interessant. Sie schlucken im Vergleich zu vielen Schwestermodellen weniger Strom unter Last, erwärmen sich bei gleichem Kühler weniger, der Lüfter kann langsamer drehen und der PC bleibt leiser.

Ryzen-Vielfalt

Wer eine Neuanschaffung losgelöst von Aufrüstüberlegungen plant, hat bei den Ryzen-Achtkernern derzeit eine beinahe verwirrende Auswahl. Außer den aktuel-

ct kompakt

- Günstige Achtkerner machen ältere AM4-Rechner Windows-11-tauglich.
- Es gibt eine billige 65-Watt-Variante für den Alltagsrechner.
- Die effiziente X3D-Version eignet sich speziell für Gamer.

len, mit 215 bis 430 Euro aber viel teureren Ryzen 7 für die neuere AM5-Plattform gibt es allein aus der Ryzen-5000-Generation sieben Achtkerner, drei davon für unter 150 Euro: Der Ryzen 7 5800X läuft allerdings mit seiner Thermal Design Power (TDP) von 105 Watt und einer realen Leistungsaufnahme von bis zu 142 Watt unter Volllast recht heiß und benötigt darum eine gute Kühlung – viel Aufwand für wenig zusätzliche Leistung.

Bleiben die beiden Ryzen 7 5700 und 5700X, die beide 65 Watt TDP haben. Da sie trotz beinahe gleichen Namens aus unterschiedlichen Mikroarchitekturen stammen, unterscheiden sie sich in mehreren Punkten. Der Chip des Ryzen 7 5700 stammt wie der des 5700G aus der Cezanne-Architektur, die eigentlich für Notebooks entwickelt wurde. AMD deaktiviert beim 5700 aber die integrierte Grafikeinheit, sodass eine gesteckte Grafikkarte Pflicht ist. Außerdem fasst sein Level-3-Cache nur 16 statt 32 MByte, was in einigen Anwendungen und Spielen ein paar Prozent Performance kostet. Zu guter

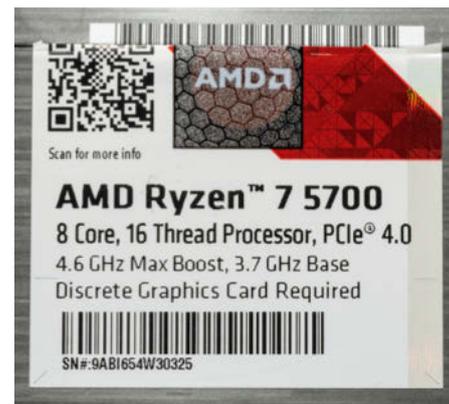
Letzt sind seine PCI-Express-Controller vom älteren Typ 3, was sich in der maximalen Transferrate von M.2-SSDs niederschlägt und auch ein wenig in der Spieleleistung von Grafikkarten, die nur über acht oder gar vier PCIe-Bahnen angebunden sind. Auf die Verpackung unseres Testexemplars aus dem freien Handel druckte AMD dennoch unverdrossen „PCIe 4.0“ – eine diesbezügliche Nachfrage blieb unbeantwortet.

Mit Stapel-Cache

Der Ryzen 7 5700X3D ist hingegen ein Ableger der Desktop-Reihe codenamens „Vermeer“: Bei ihm war nie eine integrierte Grafikeinheit vorgesehen, seine PCIe-Controller können Version 4.0 des Übertragungsprotokolls und sein Level-3-Cache fasst nicht nur die normalen 32 MByte, sondern durch den aufgestapelten 3D-Cache insgesamt satte 96 MByte. Das macht ihn besonders in Spielen, aber auch in einzelnen Anwendungen wie etwa Software für digitale Audio-Workstations [1] rasend schnell.

Der logische Konkurrent aus gleichem Hause ist der Ryzen 7 5800X3D. Er kostet derzeit mehr als 70 Prozent Aufpreis gegenüber dem 5700X3D und ist dafür selbst auf dem Papier nur 10 bis 13 Prozent flotter. In unseren Messungen lag der Vorsprung in Spielen bei maximal 10 Prozent und fiel in Anwendungen meist noch geringer aus. Unter Dauerlast lief der 5700X3D mit 4,05 GHz und blieb damit etwas hinter den 4,3 GHz des 5800X3D, war dafür aber 11 Grad Celsius kühler und zog mit 92 statt 114 Watt 22 Watt weniger Strom.

Im direkten 5700er-Vergleich war der X3D in der theoretischen Rechenleistung



Da ist AMD wohl ein kleiner Fauxpas unterlaufen: Da der Ryzen 7 5700 auf dem Cezanne-APU mit deaktivierter Grafik fußt, beherrscht er PCIe Express 4.0 entgegen dem Aufdruck nicht.

aufgrund des geringeren Taktes etwas langsamer. Das spiegelte sich zum Beispiel im Cinebench R23 wider, aber schon in Messungen mit dem Nachfolger Cinebench 2024 glich der zusätzliche Cache beim Multithreading den Takt-nachteil mehr als aus. Auch all unsere Anwendungsbenchmarks sahen den 5700X3D mal mehr, mal weniger deutlich vor dem Ryzen 7 5700. Beim 3D-Rendering mit Blender und beim Kompilieren des Linux-Kernels spart man jeweils sieben Sekunden, was zwei respektive fünf Prozent Leistungsplus entspricht. Mehr als 10 Prozent oder 27 Sekunden sind es bei wissenschaftlichen Berechnungen etwa mit y-Cruncher, der mathematische Konstanten mit beliebiger Genauigkeit berechnet.

In Spielen geriet der Vergleich zu einem Schlachtfest: Mehr als 55 Prozent

Günstige AM4-Achtkerner Ryzen 7 5700 und Ryzen 7 5700X3D: Benchmarks

Prozessor	AIDA GPGPU 64 Bit [GFLOPS]	Blender Classroom [s]	7-Zip komprimieren [MByte/s]	Handbrake 1080p30 fast [fps]	PCMark 10 [Punkte]	Rodinia Life Science [Punkte]	KcBench Linux kompilieren [s]	Cyberpunk 2077 ¹ : Minimum / Durchschnitt [fps]	F1 2022 ¹ : Minimum / Durchschnitt [fps]
	besser ▶	◀ besser	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	◀ besser	besser ▶	besser ▶
Ryzen 7 5700X3D	518	395	78	68	5571	3,08	145	68/156	250/330
Ryzen 7 5700	566	402	68	64	5530	2,48	152	62/116	173/211
Zum Vergleich									
Ryzen 7 1800X	236	546	44	51	4444	1,80	215	40/79	116/145
Ryzen 7 5800X3D	555	373	79	72	5394	3,28	136	72/164	274/365
Ryzen 7 7700	658	288	94	88	6660	3,67	101	81/172	248/359
Ryzen 7 7800X3D	619	28	96	87	6529	4,19	99	92/196	306/418
Ryzen 7 9700X	1334	260	95	117	7210	4,56	87	83/159	273/377
Ryzen 5 9600X	1011	332	77	100	7152	4,08	107	73/151	231/331
Ryzen 5 7600	474	379	76	71	6398	3,28	127	78/154	234/312
Core i5-14500	568	400	82	86	6179	3,13	116	60/130	207/264

¹ Full HD, Ultra

betrug der Vorsprung des 5700X3D im Rennspiel F1 22, im Shooter Cyberpunk 2077 erzielte er immer noch eine um 34 Prozent höhere Durchschnittsbildrate (frames per second, fps) – in Kombination mit einer ausreichend schnellen Grafikkarte. Bei den für ein flüssiges Spielgefühl ebenso wichtigen P1-Perzentilen sind es in F1 22 45 Prozent, in Cyberpunk 2077 aber nur 10 Prozent mehr fps.

Ryzen-Aufrüster

Ryzen 7 5700 und 5700X3D passen in die Fassung AM4 und laufen mit einem BIOS-Update auch in vielen älteren Mainboards, unter anderem auch in den vier im heise-Preisvergleich verbliebenen AM4-Boards mit X370- und A320-Chipsatz: Asrock X370 Pro4, Asus Prime A320M-K(/CSM), Gigabyte GA-A320M-H und Aorus GA-AX370-Gaming K7.

Während der Ryzen 7 5700 von AMD mit einer TDP von 65 Watt ausgeliefert wird und bei Bedarf per BIOS oder Ryzen Master Tool auf 45 Watt heruntergeregt werden kann, braucht der Ryzen 7 5700X3D offiziell bis zu 105 Watt. Beide dürfen laut AMD-Turbo-Spezifikation auch rund 35 Prozent mehr Leistung verbrauchen, solange Spannungswandler und Kühlung mitspielen. In der Praxis messen wir bei den 65-Watt-Prozessoren unter Volllast regelmäßig eine Package-Power von knapp unter 90 Watt und auch der 5700X3D zeigte sich mit 92 Watt nicht viel stromdurstiger.

Ältere Prozessoren wie der Ryzen 1800X mit einer TDP von 95 Watt, der 2700X und auch der Ryzen 7 5800X3D mit 105 Watt ziehen unter Volllast regelmäßig 115 bis 125 Watt aus dem Netzteil, das Gesamtsystem dann 150 bis 160 Watt.

Da sind die neuen, ebenso wie ihre AM5-Nachfolger Ryzen 7 7700 und Ryzen 7 9700, merklich sparsamer.

Wer einen Ryzen-Achtkerner der ersten Generation ersetzt, kann bis zur doppelten Spieleleistung mit dem X3D erwarten, aber auch der Ryzen 7 5700 lag im Test noch 40 bis 55 Prozent vor dem Ryzen-Veteranen. Aber auch in Anwendungen muss man weniger Warteminuten bei längeren Berechnungen einplanen. Noch größer fallen die Differenzen aus, wenn zuvor ein Sechs- oder gar Vierkerner einer der ersten Ryzen-Generationen im Rechner steckte.

Windows-10-Aufrüster

Wer noch Windows 10 verwendet, etwa weil der Ryzen 1000 in seinem PC nicht auf der Microsoftschen Kompatibilitätsliste für Windows 11 steht, bekommt in circa einem Jahr ein Problem: Nachdem es schon länger keine neuen Funktionen mehr für das ältere Betriebssystem gibt, stellt Microsoft dann auch die Versorgung mit Sicherheitsupdates für Endkunden ein. Wer nicht auf Linux wechseln will, muss wohl oder übel den Schritt zu Windows 11 tun, der mit Ryzen-Prozessoren aus der 1000er-Generation offiziell aber nicht funktioniert. Und auch wenn Registry-Tricks derzeit noch darüber hinweghelfen, ist man erst mit einer unterstützten CPU auf der sicheren Seite.

Die offizielle Microsoft-Supportliste für Windows 11 24H2 ist zwar zum Redaktionsschluss noch nicht veröffentlicht worden, aber zumindest der aktuelle Windows-11-24H2-Installationsstick beschwerte sich weder beim Ryzen 7 5700 noch beim 5700X3D über einen nicht unterstützten Prozessor.

Alle vier im Preisvergleich verbliebenen AM4-Mainboards mit 300er-Chipsatz vertragen mit aktualisiertem BIOS die neuen Achtkerner: Das Asrock X370 Pro4, Asus Prime A320M-K(/CSM), Gigabyte GA-A320M-H und das Aorus GA-AX370-Gaming K7 aus gleichem Hause lassen sich also mit einem CPU-Upgrade auch offiziell kompatibel zu Windows 11 machen.

Davon profitieren zum Beispiel Nutzer, die ein Jahr vor dem offiziellen Support-Ende für Windows 10 entschieden haben, dass sie weder auf Linux umsteigen noch einen voll funktionsfähigen Rechner in die Tonne kloppen wollen. Im Sinne der Nachhaltigkeit genügt es, die CPU auszutauschen; ein Firmware-TPM bringen die AM4-Prozessoren mit, falls auf dem Board kein kompatibles vorhanden sein sollte.

Fazit

Am meisten Aufrüstfreude dürfte der Ryzen 7 5700X3D machen. Speziell in Spielen, aber auch in einigen Anwendungen rennt er dank des großen L3-Caches Kreise um ältere Ryzen-CPU's und kommt zum Teil sogar an die teureren Sechskerner der brandneuen Ryzen-9000-Reihe heran. Wer zusätzliche 50 Euro sparen muss oder möchte, wird auch mit dem Ryzen 7 5700 ältere PCs neu beflügeln können. Hier ist allerdings der nahezu gleich teure 5700X ein harter Konkurrent, wenn es ums letzte bisschen Leistung geht. (csp@ct.de) 

Literatur

- [1] Hartmut Gieselmann, Konzert der Prozessoren, Apple M1 vs. x86-PC: Audio-Workstations, c't 12/2022 S. 22

Günstige Ryzen-Achtkerner: Benchmarks, Effizienz und Leistungsaufnahme

Prozessor	Kerne / Threads	Takt / Turbo	Cinebench 2024 1T [Punkte]	Cinebench 2024 MT [Punkte]	Effizienz ¹ [CB/W]	Leistungsaufnahme: Leerlauf / Volllast [W]
			besser ▶	besser ▶	besser ▶	◀ besser
Ryzen 7 5700X3D	8 / 16	3,0 / 4,1 GHz	 87	 822	 6,57	 28/124
Ryzen 7 5700	8 / 16	3,7 / 4,6 GHz	 90	 801	 6,43	 26/124
zum Vergleich						
Ryzen 7 1800X	8 / 16	3,6 / 4,0 GHz	 62	 568	 3,42	 34/159
Ryzen 7 5800X3D	8 / 16	3,4 / 4,5 GHz	 94	 861	 5,78	 32/149
Ryzen 7 7700	8 / 16	3,8 / 5,3 GHz	 114	 1069	 8,48	 46/125
Ryzen 7 7800X3D	8 / 16	4,2 / 5,0 GHz	 113	 1078	 8,98	 45/123
Ryzen 7 9700X	8 / 16	3,8 / 5,5 GHz	 132	 1164	 9,09	 37/127
Ryzen 5 9600X	6 / 12	3,9 / 5,4 GHz	 130	 918	 7,34	 39/125
Ryzen 5 7600	6 / 12	3,8 / 5,1 GHz	 111	 827	 6,67	 45/123
Core i9-14900K	8P+16E / 32	3,2 / 6,0 GHz	 134	 2060	 5,9	 31/361
Core i5-14500	6P+8E / 20	2,6 / 5,0 GHz	 114	 876	 6,08	 30/228

¹ Leistungsaufnahme im Cinebench entspricht nicht unbedingt der Volllastmessung.

Java 2024

Die heise-Konferenz zu den Java-Neuerungen

15. Oktober • Online

Jetzt Richtung modernes Java gehen!

Highlights aus dem Programm:

- ✔ Java 23: Neue Features im Überblick
- ✔ Stream Gatherers – Schreibe deine eigenen Stream-Operationen!
- ✔ Mehr Handlung, mehr Übersicht – Nebenläufigkeit mit Java 23
- ✔ JNI: Sag zum Abschied leise Servus
- ✔ Vom Bytecode-Henne-Ei-Problem zur neuen Java Class-File API

Jetzt
Tickets mit
Frühbucher-
rabatt
sichern!

Workshops am 4. + 17. Oktober

java.bettercode.eu

Rust 2024

Sichere und performante Embedded-
Anwendungen mit Rust

5. November • Online

Die betterCode() Rust zeigt, wie man mit Rust effizient für den Mikrocontroller entwickelt. Die Vorträge behandeln unter anderem folgende Themen:

- ✔ Entwurf von Embedded-Projekten mit Rust
- ✔ Rust und RISC-V für Embedded-Anwendungen
- ✔ Asynchrones Rust auf dem Mikrocontroller
- ✔ UIs für Embedded-Anwendungen
- ✔ Oft unumgänglich, aber wartbar: unsafe Code richtig integriert
- ✔ Praktische Erfahrungen aus dem Automotive-Bereich

Jetzt
Tickets mit
Frühbucher-
rabatt
sichern!

18. November: Rust-Kick-off-Workshop

rust.bettercode.eu



Rasanter Router-Rohling

x86-Barebone Minisforum MS-01-S1260 im Test

Mini-PCs mit vielen Gigabit-Ports für den Router- oder Firewall-Einsatz gibt es in rauen Mengen. Minisforums MS-01 ragt mit seinen beiden SFP+-Slots für 10 Gbit/s aus der Masse heraus. Wir haben den Barebone mit vier Betriebssystemen ausprobiert.

Von Ernst Ahlers

Wer mit einer Firewall- beziehungsweise Router-Distribution wie OPNsense oder OpenWrt ein maßgeschneidertes Internet-Gateway aufziehen will [1, 2], hat die Qual der Wahl: Chinesische Hersteller offerieren zahllose Barebones mit Low-End-x86-Prozessoren sowie zwei und mehr Gigabit-Ethernet-Ports, auch für 2,5 Gbit/s (2G5, [3]).

Die Luft wird dünn, wenn man nach einer leistungsfähigen Basis für 10 Gbit/s sucht. Diese Lücke füllt der MS-01, den Minisforum zurzeit in drei Versionen mit verschiedenen Core-i-Mobilprozessoren der 12. Generation anbietet. Alle bringen zwei SFP+-Slots für 10-Gbit/s-Glasfasermodule, NBase-T-Module oder Direktanschluss mit (Direct Attach Cable, DAC), dazu zwei 2G5-Ports und die PC-üblichen Peripherieanschlüsse (siehe Tabelle).

Wir haben das günstigste Modell MS-01-S1260 beschafft, um es durchzumessen. Mit seinen vier Performance- und acht Effizienzkernen mit zusammen 16 Threads sollte es auch als Miniserver oder VM-Spielplatz locker taugen. Auf den Listenpreis gibt der Hersteller in seinem Shop gelegentlich einen kräftigen Rabatt; bei Redaktionsschluss dieses Beitrags war der Barebone für 449 Euro zu haben. Da Minisforum aus einem europäischen Lager liefert, sind keine Probleme mit dem Zoll zu erwarten.

Um RAM und Massenspeicher einzubauen, drückt man rückseitig eine Taste und kann das in einer Schublade montierte Board herausziehen. Der Schraubendreher muss ran, um die Lüfter zu demonstrieren. Auf der einen Seite sitzen CPU und RAM-Sockel, umseitig bis zu drei M.2-NVMe-SSDs.

PC-Betrieb

Der MS-01 wird zwar als „Work Station“ beworben, wäre aber mit der Aufgabe angesichts seiner netzwerktechnisch opulenten Ausstattung unterfordert. Wir haben ihn dennoch unter Windows durchgemessen.

Beim Cinebench 2024 kam der MS-01-S1260 mit einem Kern auf 100 Punkte, über alle ergaben sich 735 Punkte (Faktor 7,35); Cinebench 2023 lieferte ein ähnliches Bild (1692 und 12.979 Punkte, Faktor 7,67). Den Blender-Classroom-Bench absolvierte der Mini in 502 Sekunden. Das sind Werte, die auch aktuelle Notebooks erreichen.

Fürs Gaming taugt der Mini nicht. Zwar lässt sich eine kompakte PCI-Express-Karte installieren, die über acht PCIe-Lanes bedient wird. Aber sie muss sich mit den am PCIe-Slot verfügbaren 75 Watt Leistung begnügen, weil es keine zusätzliche Versorgungsleitung gibt und das Netzteil höchstens 180 Watt liefert; das System selbst zog beim Cinebench schon bis knapp über 100 Watt.

Der PCIe-Slot bietet sich deshalb eher für eine extraschnelle Netzwerkkarte (25/40/100 Gbit/s über QSFP/QSFP28) oder einen M.2-SSD-Träger an, falls jemand mehr als drei Massenspeicher bestücken will.

Linux (Kubuntu 24.04) ließ sich problemlos im Dual-Boot installieren und lief wochenlang stabil durch, auch mit halbtägigem CPU-Stress (siehe Abschnitt „Eigenheiten“).

Routerperformance

Um OPNsense oder OpenWrt zu installieren, muss man Secure Boot im Setup des UEFI-BIOS ausschalten. Für beide Betriebssysteme genügt die kleinste SSD, die Sie finden können: 128 GByte sind mehr als genug, schnell muss sie auch nicht sein. OPNsense 24.7 erkannte die 10GE-Schnittstellen von sich aus. Bei OpenWrt 23.05.4 mussten wir das Kernelmodul kmod-i40e nachinstallieren, damit es den 10GE-Chip Intel X710 aktivierte. Beide Systeme banden dann alle SFP+-Module

ein, die wir ihnen servierten (10GBase-SR Intel-kompatibel, 10GBase-BX fs.com, NBase-T Mikrotik S+RJ10, DAC Cisco SFP-H10GB-CU3M).

Mit dem bei xDSL- und manchen Glasfaseranschlüssen gebräuchlichen Transportprotokoll PPPoE schaffte das Gerät im NAT-Benchmark (IPv4-Adressumsetzung zwischen Internet und internem Netz) mindestens 5 Gbit/s. Router-Prozessoren können mehr, weil ihnen integrierte Packet Engines das Ver- und Entkapseln bei PPPoE abnehmen. Wer einen der noch raren XGS-PON-Glasfaseranschlüsse mit künftigem 10-Gbit/s-Tarif voll ausschöpfen will, muss dem MS-01 deshalb einen anderen Router vorschalten.

Im IP-zu-IP-Betrieb (DHCP am WAN-Port, auch IPoE) kam der MS-01 ohne Mühe auf die mit der Ethernet-Standard-MTU (1500 Byte) möglichen 9,4 Gbit/s. In dieser Einstellung maßen wir dann, was die beiden Router-Betriebssysteme mit den VPN-Techniken OpenVPN und WireGuard auf dieser Hardware leisten.

VPN-Leistung

Das notorisch CPU-lastige OpenVPN kam unter OpenWrt immerhin im Downstream (Internet ins LAN) einer Verbindung auf etwas über 1 Gbit/s Durchsatz (AES-256-GCM), dümpelte aber sonst zwischen 0,4 und 0,9 Gbit/s. Mit der probenhalber gewählten Chacha20-Poly1305-Chiffre änderte sich daran wenig. WireGuard brachte seinen nativen Algorithmus besser auf den Boden und erreichte mindestens 3,5 Gbit/s, im Upstream bei OpenWrt sogar knapp 7 Gbit/s.

Während des VPN-Benches zog der Soft-Router bei OPNsense mit OpenVPN rund 11 Watt mehr Leistung als im Idle-Zustand, bei WireGuard waren es 30 Watt mehr. Unter OpenWrt waren es rund 20 Watt mehr bei OpenVPN und 29 beziehungsweise 39 Watt zusätzlich mit WireGuard (Down/Upstream).

IPsec ließ sich unter OPNsense vergleichsweise leicht konfigurieren und gab mit der AES-256-Chiffre 1,2 bis 1,5 Gbit/s Durchsatz her. Unter OpenWrt bekamen wir es nicht in vertretbarer Zeit zum Laufen und verzichteten deshalb auf diesen Benchmark. Wer sich den Schmerz antun mag, sollte ähnliche Werte wie bei OPNsense erzielen.

Eigenheiten

Anfangs steckten wir einen doppelseitig mit Speicherchips bestückten 32-GB-Byte-SODIMM-Riegel in den Barebone. Nach ein paar Tagen mochte er aber nicht mehr booten, sodass wir zwei einseitig bestückte 16-GB-Byte-SODIMMs einsetzten. Damit lief das Gerät problemlos.



Die beiden USB-C-Ports in der Mitte der Rückseite laufen mit bis zu 40 Gbit/s (USB 4, Thunderbolt 3 mit 20 Gbit/s) und liefern alternativ Bildsignale (DP 1.4).

Es gibt 10 Arten von Menschen.

iX-Leser und die anderen.



3x als Heft



Jetzt Mini-Abo testen:

3 Hefte + Bluetooth-Tastatur nur 19,35 €

www.ix.de/testen



www.ix.de/testen

leserservice@heise.de

49 (0)541 800 09 120



Das Mainboard des MS-01 sitzt in einer leicht lösbaren Schublade. Unter den CPU-Lüfter (links) kommen RAM-Riegel, umseitig sitzen bis zu drei M.2-SSDs. Der PCIe-Slot taugt am ehesten für schnelle Netzwerkkarten oder einen M.2-Träger bei hohem Massenspeicherbedarf.

Einen 12-Stunden-Stresstest mit dem OpenSSL-Benchmark Chacha20-Poly1305 auf allen Kernen unter Linux überstand das System; dabei schluckte es 73 Watt und der Prozessor heizte sich auf 91°C auf. Das Geräusch der beiden Lüfter lässt sich dann nicht mehr ignorieren. Am Ende kamen 16,1 GByte/s Verschlüsselungsleistung heraus, umgerechnet 129 Gbit/s.

Wer den MS-01 als Miniserver mit viel Massenspeicher betreiben will, kann bis zu drei M.2-SSDs einsetzen. Die Slots sind unterschiedlich angebunden: Die ersten beiden laufen mit PCIe 3.0, einer mit zwei Lanes (knapp 2 GByte/s), der andere mit vier. Für die über 10-Gigabit-Ethernet möglichen 1150 MByte/s reicht es immer, solange die eingesetzten SSDs mitmachen.

Der schnellste M.2-Slot ist der im Bild rechte (PCIe 4.0, vier Lanes, knapp 8 GByte/s). Über einen optionalen Adapter kann man eine U.2-SSD anschließen. Die sind in besonders schreibfesten Ausführungen und mit mehr Kapazität als bei M.2 zu haben, aber auch viel teurer. U.2 erlaubt zwar Hot-Swap, aber das ist hier irrelevant, weil es nur einen U.2-Anschluss gibt.

Minisforum MS-01-S1260

x86-Barebone für Router oder Firewall		
Hersteller, URL	Minisforum, www.minisforum.com	
CPU / RAM	Core i5-12600H (4 P- und 8 E-Kerne, max. 4,5 GHz) / 2 × SO-DIMM (max. 64 GByte, DDR5-5600, getestet mit 32 GByte)	
Bedienelemente	Ein, 9 Statusleuchten	
Netzwerk	2 × RJ45 (2G5-Ethernet, Intel i226-V und -LM), 2 × SFP+ (Intel X710), 1 × WLAN (Mediatek MT7922, Wi-Fi 6E (2) plus Bluetooth 5.2)	
USB-Ports	2 × USB 4 (40 Gbit/s, Typ C), 2 × USB 3.2 Gen 2 (10 Gbit/s, A), 1 × USB 3.2 Gen 1 (5 Gbit/s, A), 2 × USB 2.0 (0,5 Gbit/s, A)	
Display / PCI / Sonstiges	1 × HDMI 2.0 + 2 × DP 1.4 an USB-C / 1 × PCIe 4.0 x8 (Slot: x16) / 1 × Analog-Audio (3,5-mm-Klinke, Stereo + Mic)	
Massenspeicher	2 × M.2.2280/110 (NVMe 3.0 x4 + x2), 1 × M.2.2280/110 (NVMe 4.0 x4), alternativ 1 × U.2 über Adapter	
Messwerte PC	Linux (Ubuntu 24.04)	Windows 11 (Home)
Geräuschentwicklung (idle / Last 10 Min.)	0,2 Sone (21 dBA) / 2,2 Sone (38 dBA)	0,2 Sone (21 dBA) / 1,8 Sone (37 dBA)
Leistungsaufnahme (idle / Last 10 Min.) ¹	19 W / 77 W	21 W / 73 W
jährliche Stromkosten (idle) ¹	67 €	74 €
Messwerte Router	OPNsense 24.7.1	OpenWrt 23.05.4
NAT-Performance PPPoE (DS / US)	5,1 / 6,5 Gbit/s	4,9 / 7,5 Gbit/s
IP zu IP	9,3 / 9,4 Gbit/s	9,4 / 9,4 Gbit/s
OpenVPN 1 TCP-Stream (DS / US)	0,74 / 0,53 Gbit/s	1,2 / 0,38 Gbit/s
10 TCP-Streams	0,79 / 0,59 Gbit/s	1,3 / 0,91 Gbit/s
WireGuard 1 TCP-Stream (DS/US)	4,9 / 3,6 Gbit/s	3,9 / 6,8 Gbit/s
10 TCP-Streams	4,9 / 3,5 Gbit/s	3,6 / 6,7 Gbit/s
Leistungsaufnahme (idle) ²	24 W	20 W
jährliche Stromkosten (idle) ²	84 €	70 €
Preis	589 € (Liste, ohne RAM und SSD)	

¹ bei Dauerbetrieb, 40 ct/kWh, gerundet, mit 2 × 16 GByte RAM, 1 × SSD, 1 × 2G5-Ethernet, 1 × 10GBase-T, HDMI, USB-Peripherie
² wie ¹, aber mit 10GBase-SR und 10GBase-T, ohne HDMI, ohne USB-Peripherie

Fazit

Braucht man wirklich einen mehrere hundert Euro teuren x86-Barebone als Basis für Router oder Firewall? Die meisten nicht, manche schon. Und für die stellt der Minisforum MS-01 eine interessante Option dar: Er hat Leistung satt selbst für Internetanschlüsse mit 5 bis 10 Gbit/s sowie mehrere Gigabit pro Sekunde VPN-Durchsatz. Dazu ist das Gerät kompakt und flexibel einsetzbar, auch als Miniserver. Irritierend war bloß, dass einige Schnittstellen bauartbedingt verkehrt herum liegen: Die Klinke von RJ45-Steckern sind wegen der Nähe zum Gehäuse schwer lösbar, doch daran bleiben nur c't-Tester häufig hängen.

(ea@ct.de)

Literatur

- [1] Markus Stubbig, Virensensor rüsten, OPNsense-Firewall als TLS-Inspektor einrichten, c't 4/2023, S. 132
- [2] Ernst Ahlers, Mehrzonal, OpenWrt als Router für mehrere Netzwerkzonen einrichten, c't 9/2019, S. 158
- [3] Christof Windeck, Ernst Ahlers, Schnellvernetzer, Lüfterloser Mini-PC CWWK N100 mit vier 2,5-Gbit/s-LAN-Ports, c't 24/2023, S. 92



Geheimtipp für alle, die vom NIS2-Gesetz betroffen sind

NIS2 – WAS JETZT ZU TUN IST

Pflichten, Fristen, Maßnahmen für direkt & indirekt Betroffene

5. November 2024 | Online-Konferenz

Die iX-Online-Konferenz „NIS2 – was jetzt zu tun ist“ bringt Sicherheitsverantwortliche, Entscheidungsträger und Praktiker zusammen, um die Anforderungen, Unsicherheiten und Auswirkungen der NIS2-Richtlinie zu diskutieren und praxisnahe Lösungen für ihre Implementierung zu erarbeiten.

Das sind die Themen der Konferenz:

- **Wie NIS2 die Cybersicherheit verbessern soll**
- **Gesetzliche Pflichten, Maßnahmen zur Umsetzung, Fristen**
- **Betroffenheitsprüfung**
- **Wie passt NIS2 zu etablierten Sicherheitskonzepten?**
- **Incidence Response und NIS2**
- **Auswirkungen auf Zulieferer und Lieferketten**



**Jetzt
Early-Bird-Tickets
sichern:**
nis-2.heise.de





Autarke IoT-Basis

Solarbetriebenes LoRaWAN-Gateway im Test

Das Milesight SG50 soll ohne kostspielige lokale Netzwerk- und Energieinfrastruktur auskommen und das IoT-Netz LoRaWAN an abgelegene Orte bringen. Wir haben das Gateway drei Monate Wind und Wetter ausgesetzt. Schnell war klar: Der Hersteller hat bei der Hardware geklotzt, aber bei der Software gekleckert.

Von Andrijan Möcker

Der Internet-of-Things-Funkstandard LoRaWAN erlaubt Interessierten den selbstbestimmten Netzausbau. Basisstationen (Gateways) sind im Fachhandel erhältlich, der verwendete Frequenzbereich in Europa ist lizenzfrei (868 MHz) und die Software oft kostenlos. Kommen Hunderte oder gar Tausende Geräte zum Einsatz, ist die langfristige Kostenersparnis gegenüber kommerziellem Mobilfunk immens.

Doch der Vorteil des eigenen Netzausbaus ist gleichzeitig ein Nachteil: Die Spannungs- und Netzwerkversorgung sowie den oft erforderlichen Blitzschutz am Installationsort herzustellen, kann schnell Tausende Euro kosten – gerade dann, wenn der Standort in der Pampa ist.

Ganz unkompliziert und günstig solls mit Milesights SG50 laufen: Das LoRa-

WAN-Gateway des Herstellers aus dem chinesischen Xiamen ist auf vollständige Autarkie ausgelegt; es kommt mit einem 25-Amperestunden-Akku und einem Solarpanel mit 30 oder 45 Watt Ausgangsleistung. Bis zu vier dunkle Tage soll die Basis mit dem Akku überbrücken können. Die Internetverbindung läuft ausschließlich über ein LTE-Modem der Kategorie 1 (10/5 Mbit/s), was für den Anwendungsfall massig reicht. Antenne, Solarpanel und Gateway sitzen gemeinsam und kompakt an einer Masthalterung.

Wir haben uns das 900 Euro teure Set aus Gateway und 30-Watt-Panel besorgt und auf die Probe gestellt.

Aufbau & Konfiguration

Das Set, das wir bei einem deutschen Fachhändler bestellt haben, hinterlässt direkt einen guten Eindruck: Vom Werkzeug abgesehen ist im Lieferumfang alles enthalten, was man zum Montieren an Wänden oder Antennenmasten benötigt. Eine englische Anleitung, die die einzelnen Schritte gut erklärt, liegt bei. Dass es keine deutsche Anleitung gibt, ist für uns kein Manko, denn wer in diesem Kosmos unterwegs ist, kommt um Englisch sowieso nicht herum.

Akku und SIM einsetzen, Schutzkappen aufschrauben, Halterungen zusammenschrauben, Neigungswinkel für das Panel einstellen (15°, 45°, 75°), die Antenne und zuletzt das Solarpanel verbinden: Wer weiß, wie, hat das SG50 in weniger als 20 Minuten zusammengesetzt.

Die gesamte Konstruktion macht auf uns einen soliden Eindruck. Sowohl das Montagematerial als auch das Gateway-Gehäuse sind aus ausreichend starkem Metall gefertigt.

Das Konfigurieren erledigt man wie typisch für die Gerätekategorie über ein lokales Webinterface. Ein kleiner Taster neben dem SIM-Slot aktiviert einen WLAN-Zugangspunkt – der einzige Zweck, den die WLAN-Schnittstelle des Gateways hat. Milesight hat einen Assistenten gestrickt, der sowohl auf Smartphones als auch auf großen Displays komfortabel durch die Einrichtung führt. Wenige Minuten später erschien das SG50 als online im LoRaWAN „The Things Network“ [1].

Beim Webinterface hat Milesight zwar keine Höchstleistung erbracht und einige Übersetzungsfehler gibt es, aber für ein LoRaWAN-Gateway, auf das man vielleicht alle paar Monate mal schaut, ist das verkraftbar.

Alte Bekannte

Bevor das Gateway aufs Verlagsdach kam, warfen wir nochmal einen Blick ins Innere und entdeckten dabei einen alten Bekannten aus der IoT-Szene: Milesight nutzt den ESP32 von Espressif als Rechenwerk. Der Mikrocontroller besitzt zwei 240-MHz-Kerne (Xtensa LX7, 32 Bit), 384 KByte ROM und 512 KByte SRAM sowie integriertes Wi-Fi 4. Er benötigt wenig Energie und ist daher ideal für den Anwendungsfall.

Für LTE (und GSM) lötet Milesight das Quectel EG912U auf die Platine, das alle in der ITU-Region 1 (unter anderem Europa, Afrika, Vorderasien) relevanten Frequenzbänder abdeckt. Als GNSS-Modul (GPS, GLONASS usw.) gesellt sich ein ebenfalls von Quectel produziertes L76 dazu. Der Chip dient nicht nur als Positionsquelle für die LoRaWAN-Netzüber-sicht, sondern auch für genaue Zeitstempel und den Beacon-Versand (LoRaWAN Class B). Mobilfunk und GPS empfängt das Gateway über eine kombinierte Antenne außen am Gehäuse.

Den LoRa-Concentrator versteckt Milesight unter einer HF-Abdeckung. Da solche Module aber sowieso ausschließlich von Semtech gefertigt werden, warten hier sicher keine Überraschungen. Der Antennenanschluss ist als N nach außen geführt.

Testbetrieb

Das SG50 fand für den Test zunächst einige Wochen im Juli und August auf dem Verlagsdach einen Platz. Trotz mittelmäßigem Wetter und nördlicher Ausrichtung blieb das Gateway währenddessen durchweg online. Die von uns mithilfe von GPS-

Trackern getestete Empfangsreichweite entsprach der, die auch andere Gateways am selben Standort demonstriert haben.

Währenddessen entdeckten wir aber auch eine kleine Sicherheitslücke: Der IoT-Netzanbieter INCE erlaubt Kunden per VPN Zugang zu den CGNAT-Adressen (Carrier-grade NAT) der SIM-Karten. Wir verbanden uns, tippten die Adresse des Gateways in den Browser ein und landeten prompt auf dem Webinterface, das nicht gegen Zugriffe von WAN-Seite abgesichert ist. Zwar gibt es die Möglichkeit, das Webinterface zu deaktivieren, dann ist es jedoch auch auf WLAN-Seite nicht mehr erreichbar. Außerdem antwortet das Gateway WAN-seitig auf Pings, auch mit größeren Paketen.

Das alles ist ein zweischneidiges Schwert: In vielen Mobilfunknetzen sind Geräte heute gegeneinander isoliert, sodass keine Webinterface-Zugriffe oder Pings von außen möglich sind. In unisolierten Netzen könnten böswärtige Nutzer versuchen, den Kennwortschutz des Webinterface zu knacken – unwahrscheinlich, aber möglich.

Nach vier Wochen wechselten wir das Gateway an einen Standort in der Hannoverischen Innenstadt, an dem es mehr Datenverkehr sah. Dort überstand das Gateway mehrere kräftige Regenschauer, einen stürmischen Tag, eine Hitzewelle mit 33 °C Außentemperatur und mehrere Gewitter unbeschadet. Online blieb es auch, die Sonnenenergie reichte.

Gärgert hat uns bei dem Versuch lediglich der örtliche Energieversorger, der massenhaft LoRaWAN-fähige Stromzähler installiert hat, die aber offenkundig nicht nutzt. Mangels Gegenstelle funken



Das Milesight SG50 nimmt wenig Platz am Antennenmast ein. Sämtliche für den Betrieb nötigen Komponenten sind an einer Halterung.

sie ständig Join-Requests in die Welt. Das hat die frisch aufgeladenen 500 MByte unserer SIM-Karte innerhalb von 19 Tagen aufgebraucht – also etwa 26 MByte pro Tag verschlungen. Dank der Filterfunktionen des SG50 konnten wir die Stromzähler anhand ihrer Join EUI aussortieren, was den Volumenverbrauch auf rund 8 MByte pro Tag reduzierte.

Bastelpaket

Ähnlich wie bei WLAN-Access-Points will der gemeine Administrator ab einer ge-

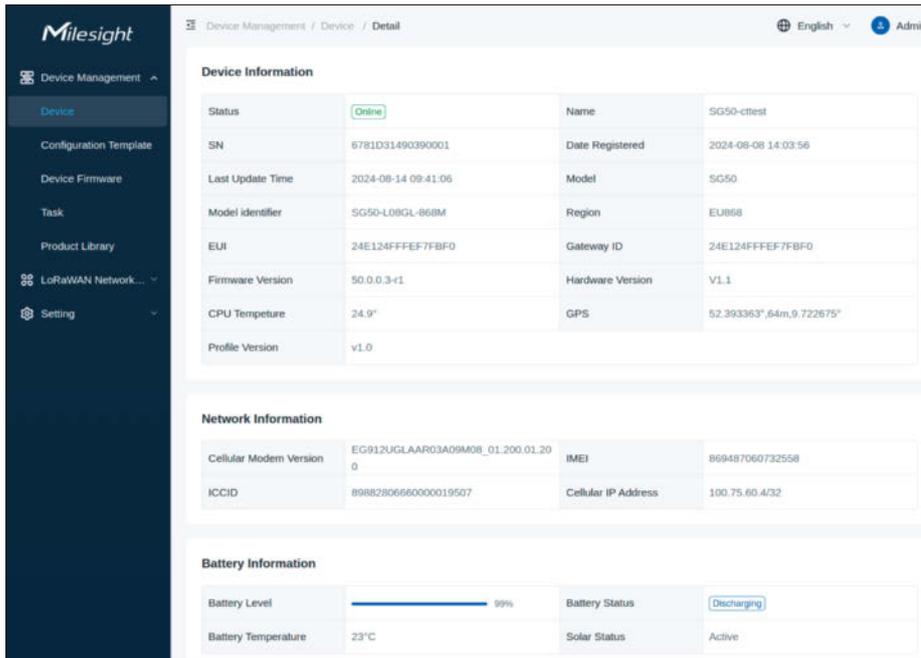
Hype oder Hilfe?

Mit Künstlicher Intelligenz produktiv arbeiten

 shop.heise.de/ct-ki23



Heft + PDF
mit 28% Rabatt



Die Verwaltungsoberfläche „DeviceHub“ gibt zwar guten Überblick über den Gateway-Park, ist jedoch aus veralteten Docker-Images zusammengenagelt und besitzt keine Benachrichtigungsfunktionen oder Monitoringschnittstellen.

wissen Anzahl von LoRaWAN-Gateways eine zentrale Verwaltungsoberfläche haben, um den Überblick zu behalten und Konfigurationsänderungen mit wenigen Klicks auf eine große Anzahl von Gateways auszuspielen. Das weiß auch Milesight; die Antwort ist der DeviceHub, den man sich zum Selbsthosten herunterladen kann.

Doch die Software kommt uns direkt komisch vor: Die Anleitung verlangt, dass wir genau die Ubuntu-Server-Version 22.04 verwenden; aktuell ist 24.04, 22.04 erhält aber noch Updates. Im rund 1 GByte großen tar.gz-Paket stecken unter anderem Docker-Images für die Datenbankdienste Postgres, MySQL und Redis sowie für Docker selbst; alle hinken mindestens eine, eher mehrere Versionen hinter der aktuellen hinterher. Das ist über kurz oder lang ein Sicherheitsrisiko, zumal das Installieren von Docker-Containern aus inoffiziellen Quellen – wie Milesight eine ist – immer problematisch ist.

Aus den enthaltenen Images lötet ein 1470-zeiliges Bash-Skript den DeviceHub zusammen. Wir haben das Skript und den DeviceHub nicht bis ins kleinste Detail analysiert, sind aber überzeugt, dass Milesight das hätte wesentlich besser lösen können: Frische Images könnten aus dem Docker Hub kommen, durch das Skript abgefragte IP-Adressen, Ports, Domains und weitere nötige Parameter würde der

Administrator einfach selbst eintragen, Zertifikate könnte der DeviceHub-Container mittels Installationsskript erzeugen. Watchtower würde alles regelmäßig automatisch updaten. Klappert bei anderen komplexeren Container-Konstrukten, würde auch hier klappen.

Damit das SG50 mit dem DeviceHub reden kann, muss man die TCP-Ports 443 (HTTPS) und 8883 (MQTTs, Telemetrie-protokoll) nach außen öffnen. Ist das erledigt, teilt man noch die URL dem SG50 mit und trägt die Gateway-Seriennummer im DeviceHub ein. Dann zeigt die Oberfläche alle wichtigen Statusinfos an und erlaubt, mehrere Gateways mit Konfigurationsänderungen zu bespielen.

Ein größeres Manko ist, dass der DeviceHub keine Benachrichtigungen verschicken kann, wenn ein Gateway ausfällt. Das wäre verkräftbar, wenn etwa Syslog integriert wäre, um Meldungen an andere Monitoring-Dienste zu schicken – der Dienst fehlt aber ebenso.

Es bleiben zwei Optionen: Entweder man pult sich die Zugangsdaten für den MQTT(S)-Server des DeviceHubs aus dem Log des SG50 und interpretiert diese in Eigenregie, oder man nutzt Schnittstellen des eingesetzten LoRaWAN-Servers, um festzustellen, ob ein Gerät online ist. Das The Things Network etwa hat ein API, um Gateway-Status abzufragen.

Diese hingebastelte Verwaltungsoberfläche würden wir aus Sicherheitsbedenken in Produktivumgebungen gar nicht erst ins Internet setzen. Müsstest sie per VPN in unserem 1NCE-Subnetz hängen und darüber für die Gateways erreichbar sein.

Fazit

Es ist ärgerlich: Milesight hat mit dem SG50 ein hardwaretechnisch tolles LoRaWAN-Gateway im Angebot. Die solide und durchdachte Konstruktion, die Wahl der Chips und das vollständige Set machen einen wirklich guten Eindruck. Im Gateway-Betrieb konnten wir keine Ausfälle feststellen und die Spannungsversorgung per Sonnenstrom spart dem IoT-Vernetzer viel Zeit und Geld beim Aufbau.

Die Verwaltungssoftware nimmt einem jedoch einen Großteil der Freude an dem, was der Hersteller dort konstruiert hat. Auf eine zentrale Verwaltung zu verzichten ist vielleicht bei ein bis zehn Gateways noch verkräftbar. Aber händisch Parameter auf 20, 30, 50 oder gar 100 Geräten zu ändern oder Updates hochzuladen, davor graut es Admins. Der DeviceHub ist kein Zustand, den man aus sicherheitstechnischer Perspektive hinnehmen kann.

Leider konnten wir Milesight nicht für einen Kommentar zu unseren Befunden erreichen. Die Firma verweigert seit Jahren den Kontakt mit uns; eine E-Mail-Blockade, wie so oft aus China, ist jedoch nicht der Grund. Die Kommunikation bricht erst ab, wenn wir schreiben, dass wir Journalisten sind.

Was in diesem Test fehlt, ist der solar-gestützte Betrieb im Winter. Wie gut dieser klappt, reichen wir 2025 nach.

(amo@ct.de) ct

Literatur

- [1] Andrijan Möcker, Plug & Funk, LoRaWAN für IoT-Projekte: Einfach einsteigen mit TTN und Node-Red, c't 14/2021, S. 148

Milesight SG50

Energieautarkes LoRaWAN-Gateway	
Hersteller	Milesight, milesight.com
getestete Firmware	v5.0.0.3-r1, DeviceHub v2-1.2.0 (LNS)
Frequenz, LoRa-Kanäle	868 MHz, 8 (1 Concentrator)
Akkukapazität	3,7 Volt, 25 Ah
Schnittstellen	SIM-Slot, USB-C, N (LoRa-Antenne), M12 (4 Pins, Solar)
Preis	890/950 € ¹
¹ 30-/45-Watt-Panel, inkl. MwSt.	



S2N Storage Server Network

Die neue heise-Konferenz für Storage, Server, Network

Die S2N ist der Branchentreff für IT-Administratoren, Systemarchitekten, CTOs und alle IT-Spezialisten. Die zweitägige Konferenz informiert über die neuesten Trends und Technologien in den Bereichen **Netzwerkarchitektur und -management, Serverarchitekturen und moderne Speicherlösungen.**

Die **S2N** ist hervorgegangen aus der storage2day, der heise-Konferenz für Speichernetze und Datenmanagement, und erweitert deren Themenspektrum um Server und Netzwerke.

Jetzt Tickets sichern!



Premiere in Hamburg
am 9. & 10. Oktober

Platinsponsoren



Goldsponsor

ARISTA



FUJITSU



SerNet



s2n.heise.de



Launische Stromspeicher

Powerbanks mit Power Delivery für Smartphones und Notebooks

Superleicht, ultraschnell und Ladeleistung bis zum Abwinken – in den Beschreibungen aktueller Powerbanks geizen die Hersteller nicht mit Superlativen. Im Test zeigten fünf Modelle mit 20.000 mAh ihre Stärken und Schwächen und dass man nicht jeder Werbung glauben sollte.

Von Rudolf Opitz

Wer bei Amazon und anderen Online-Shops nach Technikschnäppchen surft, kommt an Powerbank-Angeboten nicht vorbei. Die Akkupacks mit USB-Ausgängen laden Smartphones, Kameras und andere Mobilgeräte auf, wenn keine Steckdose in Reichweite ist. Doch sollte man vor dem Kauf auf halbwegs aktuelle Schnellladeverfahren wie Power Delivery (PD) oder zumindest Quick Charge (QC) achten, sonst lädt das Smartphone trotz Werbeversprechen schnarchlahm. Wir fanden einige Ladenhüter etwa von Intenso, die trotz USB-C-Anschluss nur mit 5 Volt luden. Schnellladeverfahren erhöhen die USB-Spannung, um mehr Leistung zu übertragen und so die Ladezeit abzukürzen.

Beim Einkauf unserer Testgeräte Anker Zolo A1689, Cuktech P-Series PB200P, Iniu Bi-B62, Samsung EB-P4520 und Vruc T2055 beschränkten wir uns auf Powerbanks mit 20.000 mAh (also 20 Amperestunden, Ah), USB-C-Ein- und Ausgängen und Power Delivery. PD ist der offizielle USB-Ladestandard und funktioniert nur mit reinen USB-C-Kabeln, nicht aber mit USB-A-USB-C-Adapterkabeln. Nur USB-C hat eine CC-Leitung (Configuration Channel), über die Powerbank und zu ladendes Gerät aushandeln, welche Spannung benutzt werden soll. Bei Ladeströmen über 3 Ampere muss sich auch das benutzte Kabel mittels eines eingebauten Chips, dem E-Marker, als hochstromfähig ausweisen. Maximal sind für USB-C 5 Ampere erlaubt.

Quick Charge stammt vom Chiphersteller Qualcomm, erhöht beim Laden ebenfalls die USB-Spannung, funktioniert aber auch über den USB-A-Port. Da in vielen Smartphones und Tablets Qualcomm-Technik steckt, ist das Ladeverfahren sehr verbreitet. Andere Hersteller wie Sam-

sung, Huawei und Oppo haben eigene, proprietäre Ladeverfahren entwickelt, die aber mit der Einführung von USB-C und PD schnell an Bedeutung verloren. Quick Charge ist seit der Version 4 kompatibel mit PD, da viele Smartphones aber noch QC3 verwenden, erkennen aktuelle Powerbanks und USB-Ladegeräte auch die älteren QC-Versionen und nutzen sie.

Trau, schau, wem!

Unsere fünf haben zwar alle nominell dieselbe Kapazität und mindestens einen USB-C-Port mit PD, unterscheiden sich aber sonst beträchtlich. Das fängt schon bei Größe und Gewicht an: Die zurzeit bei Amazon stark beworbene Powerbank mit dem kuriosen Markennamen „Vrurc“ soll besonders klein und leicht sein, die Amazon-Seite zeigt eine Hand, die die Powerbank wie eine Kreditkarte zwischen zwei Fingern hält. Tatsächlich ist die Vrurc T2055 mit 285 Gramm die leichteste Powerbank im Test, doch halten Sie mal

ein 300-Gramm-Klötzchen lässig zwischen zwei Fingern. Ein genauer Blick auf den Daumen und den unteren Rand der Powerbank offenbart einen Photoshop-Fake – und einen schlechten dazu.

Die deutlich klobigere Cuktech PB200P wiegt mit 453 Gramm über 50 Prozent mehr als der Vrurc-Akkupack. Der Gewichtsunterschied liegt an der unterschiedlichen Bestückung: In der Vrurc T2055 speichert ein platz- und gewichtsparender Lithium-Polymer-Akku die Energie, Cuktech setzt dagegen hochstromfähige Lithium-Ionen-Zellen im Format 21700 ein. Cuktech wirbt daher auch mit 150 Watt Ladeleistung und 120 Watt über einen Anschluss. Das reicht im Prinzip auch zum schnellen Laden von Notebooks.

Die 120 Watt über einen USB-C-Ausgang erreicht die Cuktech-Powerbank allerdings nur mit etwas Mogelei: Sie erhöht den Maximalstrom auf 6 Ampere, dabei sind über USB-C-Kabel nur 5 Ampere erlaubt. Halten sich angeschlossene



Die Vrurc T2055 (oben) hat nur einen USB-C-Port, aber zwei Eingänge für Micro-USB- und Lightning-Ladegeräte. Von den unteren USB-A-Ports ist lediglich der orangefarbene schnellladefähig. Die Samsung-Powerbank stellt drei gleichberechtigte USB-C-PD-Ports bereit, ein USB-A-Ausgang fehlt.

Notebooks an den vom USB Implementers Forum (USB-IF) vorgegebenen PD-Standard, werden sie nicht mehr als

Powerbanks mit USB-C und 20.000 mAh: Daten und Messwerte

Gerät	Zolo A1689	P-Series PB200P	Bi-B62	EB-P4520	T2055
Hersteller, URL	Anker, anker.com/eu-de	Cuktech, cuktech.com	Iniu, eu-main.iniushop.com/de	Samsung, samsung.com/de	Vrurc, vrurcpower.com
Akku ¹	k. A.	Li-Ion	Li-Ion	Li-Ion	Li-Po
Kapazität ¹	20 Ah / 74 Wh	20 Ah / 73 Wh	20 Ah / 74 Wh	20 Ah / 74 Wh	20 Ah / 77 Wh
Anschlüsse	1 × USB-C, 1 × festes USB-C-Kabel (15 cm), 1 × USB-A	2 × USB-C, 1 × USB-A	2 × USB-C, 1 × USB-A	3 × USB-C	1 × USB-C, 3 × USB-A (1 × QC3, 2 × 5 V/2,4 A), 1 × Micro-USB (Eingang 5 V, 9 V, 2 A, QC), 1 × Lightning (PD 3.0)
Abmessungen (L × B × H)	12 cm × 7,4 cm × 3,2 cm	16,3 cm × 5,7 cm × 4 cm	15 cm × 7,4 cm × 2,8 cm	15,2 cm × 6,7 cm × 2,5 cm	10,7 cm × 7 cm × 2,5 cm
Gewicht	355 g	453 g	409 g	397 g	285 g
Lieferumfang	Kurzanleitung	USB-C-Kabel (5 A), Stoffbeutel, Kurzanleitung	USB-C-Kabel (5 A), Tasche, Kurzanleitung	30 cm USB-C-Kabel (5 A), Kurzanleitung	USB-A-auf-C-Kabel, Kurzanleitung
Power Delivery (Profil Quelle)	5 V, 9 V, 10 V, 12 V, 15 V, 20 V (1,5 A / 30 W)	5 V, 9 V, 12 V, 15 V, 20 V (6 A / 120 W ²)	5 V, 9 V, 12 V, 15 V, 20 V (3,25 A / 65 W)	5 V, 9 V, 15 V, 20 V (2,25 A / 45 W), PPS 3,3-21V	5 V, 9 V, 12 V (1,5 A / 18 W)
Power Delivery (Profil Senke)	5 V, 9 V, 10 V (2,25 A), 12 V (1,5 A / max. 22,5 W)	5 V, 9 V, 12 V, 15 V, 20 V (4,5 A / 90 W)	5 V, 9 V, 12 V, 15 V, 20 V (2,25 A / 45 W)	5 V, 9 V (2,77 A / 25 W)	5 V, 9 V (2 A / 18 W)
Powerbank-Ladezeiten ¹	k. A.	2-5 h	2-6,5 h	k. A.	6-9 h
Quick Charge	QC3 5-12 V / QC2: 5 V, 9 V, 12 V (1,5 A, max. 22,5 W)	QC2 5 V, 9 V, 12 V; QC 3 5-11 V (3 A, 33 W)	QC2/3: 5 V, 9 V, 12 V (1,5 A / 18 W)	—	QC2/3: (5 V, 9 V, 12 V, nur orange-USB-A-Ausgang: 1,5 A / 18 W)
andere Schnellladeverfahren	Apple 2,4 A; Samsung: AFC (5, 12 V); Huawei: FCP (5,9,12 V), SCP	Apple 2,4 A	Apple 2,4 A; Huawei: FCP (5,9,12 V), SCP, Samsung AFC (9 V, nur USB-A)	Apple 2,4 A	Apple 2,4 A; Samsung: AFC (5, 12 V); Huawei: FCP (5,9,12 V), SCP
Bemerkungen	Trickle-Modus (Niedrigstrom-Modus) Abschaltung nach 2 h	Niedrigstrom-Modus (2 h)	auziehbarer Handy-Halter, INIU-Modell B64 27 Ah, echtes PD 3.1 mit 28 V / 5 A (140 W)	kein USB-A	Niedrigstrom-Modus (2 h), Eingänge für micro-USB und Lightning
Messergebnisse und Bewertung					
Kapazität Laden	85,6 Wh	79,5 Wh	79,3 Wh	82,5 Wh	78,7 Wh
Kapazität Entladen	67,3 Wh	63,2 Wh	66,4 Wh	63,3 Wh	57,4 Wh
Verlust ³	21,4 %	20,5 %	16,3 %	23,3 %	27,1 %
Laden und Entladen gleichzeitig	—	✓	✓	✓ (schaltet aber auf 5 Volt Ladespannung zurück)	✓ (schaltet aber auf 5 Volt Ladespannung zurück)
USB-A-Abschaltstrom	< 80 mA	< 60 mA	< 20 mA	< 20 mA (nur USB-C)	< 70 mA
Mobilität	⊕	○	○	⊕	⊕
Ausstattung	○	○	⊕	○	⊕
nutzbare Kapazität (Entladen)	○	⊕	⊕	○	⊖
Garantie	1,5 Jahre	1,5 Jahre	3 Jahre	1 Jahr	1 Jahr
Preis	35 €	80 €	46 €	38 €	32 €

¹ Herstellerangabe ² außerhalb der PD- und USB-C-Spezifikation! ³ siehe Text ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden — nicht vorhanden k. A. keine Angabe



Anker Zolo A1689

Die kompakte Anker Zolo ist mit 355 Gramm vergleichsweise leicht. Der Stecker des fest integrierten USB-C-Kabels lässt sich in eine Vertiefung im Gehäuse stecken und bildet so eine Trageschleife. Das verstärkte, stoffummantelte Kabel macht einen sehr soliden Eindruck.

Die Zolo hat außerdem eine USB-C-Buchse und einen seitlichen USB-A-Port. Beide USB-C-Anschlüsse eignen sich zum Laden und Entladen. Eine Anzeige meldet den Ladezustand in Prozent, ein Doppelklick auf die einzige Taste aktiviert den Niedrigstrom-Modus. Die Zolo liefert via USB-C maximal 30 Watt bei 20 Volt, was für kleinere Arbeitsnotebooks reicht, doch lädt sie nur mit gut 20 Watt und 12 Volt. Im Test brauchte sie knapp sechs Stunden, bis sie voll war.

- ↑ integriertes Kabel
- ↑ günstig
- ↓ lange Ladezeit

Preis: 35 Euro



Cuktech P-Series PB200P

Die klobige Cuktech-Powerbank wiegt mit über 450 Gramm am meisten, ist aber mit hochstromfähigen Akkuzellen ausgestattet. Sie kann daher mit hohen Leistungen laden und ist schnell wieder aufgeladen, im Test brauchte sie zwei Stunden. Das klappt aber nur über eine der beiden USB-C-Buchsen, die andere eignet sich nicht zum Aufladen der Bank und liefert wie der USB-A-Port daneben nur 33 Watt bei maximal 12 Volt. Die blau markierte USB-C-Buchse soll bis zu 120 Watt liefern, was aber nur für einen überhöhten Strom von 6 Ampere gilt, den kein standardgemäßes Gerät abfordern dürfte.

Die Powerbank zeigt den Ladezustand per zweistelliger Segmentanzeige und lässt sich wie die Anker Zolo per Doppelklick in einen Niedrigstrom-Modus schalten.

- ↑ hohe Lade-/Entladeleistung
- ↓ klobig und schwer
- ↓ teuer

Preis: 80 Euro



Iniu Bi-B62

Die Iniu B62 ist nach dem Modell von Cuktech die größte und schwerste Powerbank im Test, kann über einen der beiden USB-C-Ausgänge aber Notebooks mit bis zu 65 Watt laden. Auch das Wiederaufladen klappt mit 45 Watt relativ flott und mit gutem Wirkungsgrad. Die zweite USB-C-Buchse lädt mit bis zu 12 Volt und 36 Watt, die USB-A-Buchse schafft maximal 18 Watt. Die B62 hat eine große Kapazitätsanzeige in Prozent und an der Seite einen ausziehbaren Halter für ein Smartphone.

Einen zuschaltbaren Niedrigstrom-Modus kennt die Powerbank nicht, auch bei einer Last von weniger als 20 Milliampere bleibt sie aktiv, allerdings nur für eine gute Stunde. Für Akkugeräte ungewöhnlich: Iniu bietet drei Jahre Herstellergarantie.

- ↑ lädt Notebooks
- ↑ geringer Ladeverlust
- ↑ 3 Jahre Garantie

Preis: 46 Euro

100 Watt oder 5 Ampere bei 20 Volt anfordern, dem Maximum, was nach PD 3.0 gestattet ist.

Mit PD 3.1 Extended Power Range (EPR) hat das USB-IF die Maximalleistung auf 240 Watt erhöht. Am Maximalstrom von 5 Ampere ändert sich nichts, die Spannung wird dabei aber auf 28 Volt (140 Watt), 36 Volt (180 Watt) oder 48 Volt (240 Watt) erhöht. EPR beherrscht aber keine unserer Powerbanks im Test, auch das Cuktech-Modell nicht. Wer aktuelle Hochleistungsnotebooks wie das Apple MacBook Pro 16" schnell laden möchte, schaut mit ihm in die Röhre. Dabei gibt es schon Powerbanks, etwa die Iniu PowerNova

oder die Ugreen Nexode 25.000 mAh, die bereits EPR bis 28 Volt nutzen und ein MacBook Pro mit bis zu 140 Watt laden können. Bis auf die Vruc T2055, die sich mit maximal 12 Volt und mageren 18 Watt nur zum Laden von Smartphones eignet, schaffen alle Testkandidaten PD 3.0 mit 20 Volt und können die meisten Notebooks laden oder zumindest stützen.

Strom rein, Strom raus

Die vielen Watt, mit denen die Anbieter werben, gelten nur für das Entladen der Powerbank und oft auch nur beim gleichzeitigen Belegen mehrerer Ausgänge. Aber wie sieht es mit dem flotten Laden

der leeren Powerbank aus, wie viel Energie passt hinein und wie viel bekommt man wieder heraus? Wir haben die Powerbanks im Test je dreimal komplett geladen und entladen und dabei die Energiemenge in Wattstunden (Wh) ermittelt. Die werbewirksame Angabe in Milliamperestunden ist irreführend, da sie sich auf die Spannung der eingebauten Zellen bezieht und die Ladespannung je nach Anschluss und Schnellladeverfahren stark schwankt. Beim Entladen haben wir mit 12 Volt und 2 Ampere das Schnellladen eines Oberklasse-Smartphones oder -Tablets simuliert, bei der Samsung EB-P4520, die das 12-Volt-PD-



Samsung EB-P4520

Bei der EB-P4520 zeigt Samsung Konsequenz: Sie hat die klassische Form, die Kapazität wird nur über vier LEDs angezeigt und es gibt nur drei gleichberechtigte USB-C-Buchsen, aber keinen USB-A-Port mehr. Ein Ladeadapter auf USB-A muss die CC-Leitung per Pulldown-Widerstand auf Masse legen, um sich als Stromsenke zu kennzeichnen.

Die Powerbank lädt mit 20-Volt-PD-Profil auch Notebooks, allerdings mit maximal 45 Watt. Zum Laden der Powerbank schließt man sie über einen der USB-C-Ports an den Lader an. Da sie mit maximal 9 Volt und rund 25 Watt betankt wird, dauert das Laden der EB-P4520 lange, im Test waren es 5,5 Stunden. Als Schnellladeverfahren gibt es ausschließlich Power Delivery, proprietäre Lösungen wie Quick Charge und das hauseigene AFC fehlen.

- ↑ günstig
- ↑ lädt Notebooks
- ↓ kein USB-A-Port

Preis: 36 Euro



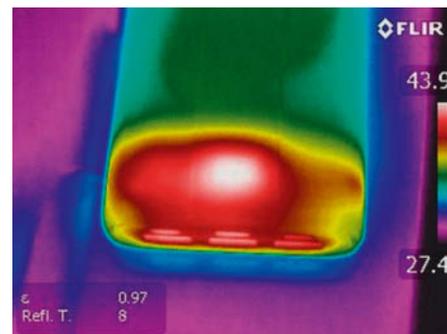
Vrurc T2055

Mit 285 Gramm ist die Vrurc-Powerbank die leichteste im Test, doch schafft dies der Hersteller nur durch Einsatz von Lithium-Polymer-Akkus, die keine hohen Ströme liefern. Daher lädt und entlädt die T2055 mit maximal 18 Watt pro Anschluss, das Aufladen der Bank dauert mehr als 6 Stunden. Sie hat gleich drei Ladeeingänge: USB-C, micro-USB und Lightning, wobei die letzten beiden Ports nur als Eingang dienen. Unter den drei Buchsen gibt es drei USB-A-Ports: Zwei liefern nur 5 Volt, eine orange markierte je nach Schnellladetechnik auch 9 und 12 Volt.

Im Test schaltete unser Testmodell hin und wieder sporadisch ab, auch bei ausreichendem Strom oder aktiviertem Niedrigstrom-Modus. Bei gleichzeitigem Laden und Entladen brach die Ausgangsspannung auf nicht akzeptable 4,4 Volt ein.

- ↑ klein und leicht
- ↓ langsames Laden/Entladen
- ↓ unzuverlässige Ladeschaltung

Preis: 32 Euro



Beim Laden und Entladen der Vrurc-Powerbank wird der Bereich hinter der USB-C-Buchse auffallend warm. Der Wandler-Chip kommt bereits bei moderaten 18 Watt ins Schwitzen.

ren, die sich über die USB-Schnittstelle mit Energie versorgen. Hohe Ströme sind dabei meist kein Problem, sinkt der Entladestrom beispielsweise aber unter 70 Milliampere, schaltet die Powerbank nach 20 bis 30 Sekunden ab. Wer sehr genügsame Geräte wie kleine MP3-Player oder Bluetooth-Ohrstöpsel laden will, bekommt Probleme, deren Akku voll zu laden. Die Powerbanks von Anker, Cuktech und Vrurc haben daher einen Niedrigstrom-Modus, der sich durch langen Druck oder Doppelklick auf die Taste der Powerbank aktivieren lässt. Dann bleiben die Ausgänge für etwa zwei Stunden aktiv, auch wenn der Ladestrom unter die Abschaltgrenze fällt. Die Powerbanks von Iniu und Samsung schalteten im Test auch bei Strömen unter 20 mA nicht sofort ab.

Fazit

Wer eine leichte und kleine Powerbank für die Hand- oder Jackentasche sucht, sollte sich nicht von der Vrurc-Powerbank blenden lassen und lieber ein 10.000-mAh-Modell von Anker oder Iniu wählen – die reichen für 1,5 bis 2 Smartphone-Ladungen. Braucht man mehr Kapazität, ist die Anker Zolo die bessere Wahl. Will man auch Notebooks versorgen, empfehlen sich die Samsung EB-P4520 oder die Iniu Bi-B62. Die Cuktech PB200P lädt zwar sehr schnell, ist aber schwer, sehr teuer und mogelt zudem bei der Maximalleistung.

Die Iniu Bi-B62 hat mit Abstand das beste Preis/Leistungs-Verhältnis und drei Jahre Garantie. Mit dem Edelmodell PowerNova bietet der Hersteller außerdem eine Powerbank mit echtem EPR bis 28 Volt und 140 Watt, die sogar ein MacBook Pro 16" versorgen kann. (rop@ct.de) **ct**

Profil nicht kennt, mussten wir auf 15 Volt ausweichen. Abhängig von Ladegerät, Kabel, Entladevorgang und Zeit können die Verluste schwanken (siehe Tabelle auf S. 99).

Wie schnell und mit welchem Wirkungsgrad die Powerbank geladen wird, hängt ebenfalls von den beteiligten Geräten ab. Wir haben wegen der Vergleichbarkeit alle Testgeräte an den gleichen 65-Watt-Ladegeräten mit PD 3.0 geladen und entweder die mitgelieferten Kabel oder hochstromfähige USB-C-Kabel mit E-Marker benutzt. Die Cuktech PB200P kann dank ihrer Hochstromzellen nicht nur viel Leistung abgeben, sie nimmt sie

auch auf. Bei allen Powerbanks im Test liegt die Ladeleistung gleichauf oder etwas unterhalb der Entladeleistung. Mit 90 Watt ist die Bank von Cuktech auch hier die schnellste, ein entsprechend leistungsfähiges Ladegerät vorausgesetzt. Mit 20 Volt nutzte sie Power Delivery voll aus und war nach zweieinhalb Stunden voll. Die leichte Powerbank von Vrurc forderte zum Energieaufnahmen gerade einmal 9 Volt vom Netzteil an und brauchte mit über sechs Stunden am längsten.

Beim Entladen ist von der Powerbank Flexibilität gefragt: Sie soll möglichst viele verschiedene Mobilgeräte laden und auch mit anderen Peripheriegeräten funktionie-



Sauschnelle Exoten

Speicherkarten und Kartenleser nach CFexpress-Standard 4.0

CFexpress-Speicherkarten könnten zumindest in hochwertigen Kameras die heute noch weit verbreiteten SD-Karten ablösen. Mit Version 4.0 von CFexpress legen sie noch einen Zahn zu und erreichen knapp 4 GByte/s – wir haben die ersten Karten getestet.

Von Lutz Labs

Für die meisten Kameras und Smartphones reicht die Geschwindigkeit heute üblicher SD-Karten aus. Erst bei sehr hohen Anforderungen sind Alternativen gefragt. Wer etwa minutenlange Sequenzen seiner 8K-Kamera im Raw-Format aufnehmen möchte, braucht etwas Schnelleres als eine SD-Karte. Denn selbst

wenn sie die Geschwindigkeit am Anfang der Aufzeichnung schaffen würden: Durch ihre Bauform können sie die bei Schreibe-zugriffen entstehende Wärme nur schlecht abführen, was zur Drosselung durch den Controller führen kann – Aussetzer im Film sind damit programmiert.

Hersteller hochwertiger Profikameras setzen daher auf Speicherkarten im CFexpress-Format; das sind eigentlich PCIe-SSDs in einem kleinen Gehäuse. Dieser Standard wird von der CompactFlash Association (CFA) gesetzt und weiterentwickelt. Erstmals 2017 veröffentlicht, entstand er aus einer Weiterentwicklung der Speicherkartenformate XQD und CFast, welcher wiederum ein Nachfolger des namensgebenden Originals CompactFlash ist. Es gibt drei Gehäuseformen, wobei der in diesem Test besprochene Typ B die größte Verbreitung hat.

Beim letzten Test von CFexpress-Karten in c't 3/2021 war CFexpress 2.0 aktuell [1], nun ist es 4.0. Version 3.0 hat

die CFA übersprungen, die Geschwindigkeit hat sich im Vergleich zu Version 2.0 verdoppelt. Diese nutzte zwei Lanes nach PCIe 3.0, CFexpress 4.0 bleibt bei zwei Lanes, nutzt aber PCIe 4.0. Die Geschwindigkeit steigt damit auf maximal 4 GByte/s pro Richtung, als Protokoll kommt NVMe 1.4 zum Einsatz.

Wir haben uns für diesen Test die ersten 4.0er-Karten sowie passende Kartenleser besorgt. Im Test sind Nextorage NX-B2Pro (165 GByte), OWC Atlas Pro (256 GByte) sowie zwei Wise-Karten mit der Modellbezeichnung Type B Pro MK-II Memory Card mit 660 GByte sowie 2 TByte – zu den Unterschieden gleich mehr. Eine Karte von Lexar hätten wir gerne noch mitgetestet, doch trotz einer Ankündigung vor mehr als vier Monaten ist diese bislang nicht erhältlich. Verfügbar sind 4.0er-Karten von Prograde Digital, doch diese sind nach unseren Informationen baugleich zu den OWC-Karten; auf einen Test haben wir daher verzichtet. Dazu gesellen

sich die USB4-Kartenleser OWC Atlas CFexpress 4.0 Type B Card Reader und Wise CFexpress 4.0 Type B Card Reader.

TLC- und pSLC-Speicher

Die Größenangaben 165 GByte sowie 660 GByte erscheinen auf den ersten Blick ungewöhnlich. Eigentlich steckt weit mehr Speicher drin, aber er wird anders verwendet.

Der in den Karten verbaute TLC-Flash speichert drei Bit pro Zelle, ist aber beim Schreiben deutlich langsamer als Zellen, die nur ein oder zwei Bit speichern. Bei SSDs nutzen die Hersteller zur Schreibbeschleunigung einen sogenannten Pseudo-SLC-Cache (pSLC); sie schalten also einen Teil der Zellen so um, dass diese nur ein Bit speichern.

Bei der Nextorage-Karte und der 660er von Wise sind alle Zellen so geschaltet, was den Speicher effektiv auf ein Drittel schrumpft. Die Karten können so jedoch über ihre gesamte Kapazität eine hohe Schreibgeschwindigkeit halten, während SSDs mit pSLC-Cache deutlich langsamer werden, wenn der Cache gefüllt ist. Noch ein großer Vorteil der pSLC-Karten gegenüber den pSLC-SSDs: Sie halten wesentlich länger. Es wird selbst bei intensiver Nutzung kaum möglich sein, die Karte durch Beschreiben zu zerstören.

Anschluss gesucht

PCIe 3.0 x2 oder 4.0 x2 – das erinnert an M.2-SSDs. Und CFexpress-Karten funktionieren sehr ähnlich, daher kann man sie per Adapter auch in einer M.2-Fassung betreiben. Es gibt aber nur wenige Adapter von M.2 auf CFexpress und von CFexpress auf M.2. Fündig wurden wir etwa bei Delock.

Der M.2 to CFexpress Adapter (Delock-Nummer 21360) hat die Form einer M.2-SSD mit einem CFexpress-Steckplatz darauf. Da er durch den CFexpress-Slot wesentlich breiter ist als eine übliche M.2-SSD, passt er auf viele M.2-Anschlüsse von



Die CFexpress-Reader von Wise und OWC unterscheiden sich fast nur in der Größe; der Wise-Reader ist mit 120 Euro etwa 10 Euro teurer als der von OWC.

Mainboards nicht drauf; wir haben ihn im Test auf eine M.2-Adapterkarte für den PCIe-Slot geschraubt.

Der zweite Adapter vereint beides: Der Delock CFexpress PCI Express x4 Card (91755) hat einen CFexpress-Slot, der auch bei geschlossenem PC-Gehäuse durch das Slot-Blech erreichbar ist. Windows bindet die CFexpress-Karten auf diesen beiden Adaptern allerdings als interne Laufwerke und nicht als Wechselmedien ein, sodass man beim Tausch der Karte entweder den Rechner neu starten oder zumindest die Geräteerkennung (im Geräte-Manager) anstoßen muss.

Beide Adapter sind nur für CFexpress 2.0 spezifiziert, sollen also 2 GByte/s übertragen. Da sie nicht wesentlich mehr tun, als die Daten durch ein paar Leitungen zu schicken, sollte auch eine schnellere Übertragung möglich sein – dachten wir und bestellten die Adapter.

Mit den ersten beiden Karten kamen wir mit dem M.2-Adapter dann auch auf rund 3,5 GByte/s beim Lesen, doch bei den Wise-Karten folgte die Ernüchterung: nur 1,8 GByte/s. Zur Sicherheit haben wir die Messung dann mit einem neueren Mainboard wiederholt, doch das funktionierte noch schlechter: Auch die Nextorage-Karte erreichte nur noch 1,8 GByte/s.

Erst der Umbau der Grafikkarte half: Als der CFexpress-Adapter im PEG-Slot

des 5.0er-Mainboards steckte, kamen wir mit dem Delock 21360 und allen Karten auf die erwarteten Werte. Die langen Leitungen auf dem Board, die PCIe-Retimer oder die Anbindung über den Chipsatz sind wahrscheinliche Gründe für das Herabsetzen der Geschwindigkeit; den Karten kann man das nicht anlasten. Wir empfehlen, bei Bedarf ein modernes Mainboard und den Delock 21360 sowie eine M.2-Adapterkarte zu verwenden und diese möglichst nahe an der CPU zu positionieren.

Komfortabler ist ein USB4-Reader. Zwei Modelle haben wir uns angeschaut, beide kommen mit einem rund 50 Zentimeter langen USB-C-Kabel. Die Reader funktionieren mit einem USB-A-C-Kabel auch an älteren USB-Buchsen, erreichen dort aber natürlich nicht ihre maximale Geschwindigkeit. Grundsätzlich sind auch die Reader USB4-auf-PCIe-Umsetzer, wie sie für SSDs reihenweise verfügbar sind. Lediglich die Anschlüsse sind eben für CFexpress ausgelegt.

Der OWC-Reader hat einen Schalter auf der Rückseite, mit dem man zwischen USB4 und langsameren USB-Verbindungen umschalten kann, doch er funktionierte an den älteren Schnittstellen im Test auch im USB4-Modus. Windows meldete dann zwar eine eingeschränkte Thunderbolt-Kompatibilität, zeigte jedoch kurz darauf die Inhalte der Karte im Explorer

Speicherkarten mit CFexpress 4.0

Modell	seq. Transferraten Schreiben/Lesen Windows ¹ [MByte/s]	seq. Transferraten Schreiben/Lesen MacOS ² [MByte/s]	seq. Transferraten Schreiben gesamte Karte ³ [MByte/s]	IOPS Lesen QD=1/256 ⁴	IOPS Schreiben QD=1/256 ⁴	Schreiben / Lesen Videos [MByte/s]	Schreiben / Lesen Textdateien [MByte/s]
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶
Nextorage NX-B2Pro	3235/3727	2738/2901	1510	15838/12889	14530/4580	2491/1044	89/92
OWC Atlas Pro	1487/3546	2608/2854	1140	9390/118309	62133/103990	787/2583	71/92
Wise Typ B Pro MK-II (pSLC)	3562/3724	2978/2746	1590	13699/185450	49213/122200	1696/1746	92/94
Wise Typ B Pro MK-II (TLC)	2888/3623	2786/2580	1320	6530/121091	49552/89395	1710/1756	87/90

¹ gemessen mit PCIe-Adapter und Iometer unter Windows, Blockgröße 512 KByte, Laufzeit 60 s ² gemessen mit Blackmagic Speedtest auf M3-Mac

³ gemessen mit H2testw unter Windows ⁴ gemessen mit Iometer unter Windows, Blockgröße 4 KByte, Laufzeit 60 s



Nextorage NX-B2Pro

Das japanische Unternehmen Nextorage hat mit der B2 Pro eine wirklich flotte Karte mit Pseudo-SLC-Speicher im Programm. Die Firmware des Controllers haben die Entwickler dafür kompromisslos auf die Anforderungen einer Kamera ausgelegt: Sie haben die dort völlig unwichtigen Zugriffe auf zufällige Adressen deutlich reduziert und sich auf die sequenziellen Geschwindigkeiten konzentriert.

Einziger echter Schwachpunkt der Karte außer dem Preis ist die Geschwindigkeit beim Auslesen von Videos auf einer Windows-Maschine. Hier kam die B2 Pro in den Praxismessungen nur auf 1 GByte/s, das Maximum anderer Kandidaten lag bei 2,5 GByte/s.

- ↑ sehr schnell, konstante Schreibrate
 - ↓ Auslesen von Videos langsam
- Preis: circa 206 Euro (165 GByte)



OWC Atlas Pro

In der Atlas Pro von OWC arbeitet ein SSD-Controller, der uns schon häufig in den SSD-Tests begegnet ist: der Phison E21T. Dort mit vier PCIe-Lanes angebunden, schafft er weit höhere Werte als in der Atlas Pro; vielleicht kann ein Firmware-Update der Speicherkarte noch zu besseren Schreibwerten unter Windows verhelfen.

OWC hat in der Atlas-Ultra-Serie noch schnellere CFexpress-4.0-Karten im Programm, die Kapazitäten liegen bei 1 und 2 TByte. Diese sind jedoch in Deutschland noch nicht erhältlich, wir liefern einen Test dieser Karten bei Gelegenheit nach.

- ↑ schnell beim Video-Auslesen
 - ↓ langsames Schreiben unter Windows
- Preis: circa 194 Euro (256 GByte)



Wise Typ B Pro MK-II Memory Card (pSLC)

Fast 1000 Euro für eine Speicherkarte mit nicht einmal 1 TByte Speicherplatz: Wer viel wirklich schnellen Speicher braucht, muss solche Preise zahlen. Dafür setzt sich die Wise-Karte in vielen Tests an die Spitze, etwa beim vollständigen Beschreiben mit H2testw oder bei Zugriffen auf zufällige Adressen.

Ungewöhnlich groß ist der erlaubte Temperaturbereich von -25 bis 85 °C, damit ist die Karte womöglich auch für den industriellen Einsatz geeignet. Das gilt folglich auch für die TLC-Karte von Wise, da sich diese ausschließlich durch die Firmware von der pSLC-Variante unterscheidet.

- ↑ sehr schnell
 - ↓ sehr teuer
- Preis: circa 931 Euro (660 GByte)

an. Grundsätzliche Geschwindigkeitsunterschiede haben wir zwischen den USB4-Readern nicht ermitteln können.

Viele moderne Notebooks haben mittlerweile USB4-Schnittstellen, in Desktop-PCs sind sie jedoch noch sehr selten. Einige Asus-Mainboards lassen sich über eine Zusatzkarte aufrüsten [2]. Mac-Nutzer brauchen sich keine Gedanken zu machen: Die Reader sprechen auch das USB4 zugrundeliegende Thunderbolt. Am Mac und auch mit Thunderbolt-Schnittstellen am PC haben wir jedoch etwas geringere Geschwindigkeiten gemessen.

Tests

Die Geschwindigkeitstests haben wir vornehmlich mit einem Windows-PC und dem M.2-PCIe-Adapter vorgenommen;

die Werte der USB4-Reader dienen nur der Kontrolle. Dabei kamen die üblichen Programme zum Einsatz: CrystalDiskMark für den schnellen Check am Anfang, dann Iometer zum Herauskitzeln der maximalen Geschwindigkeit und H2benchw für die Ermittlung des SLC-Caches (alle Downloads über ct.de/ywba). Die Praxistauglichkeit haben wir gemessen, indem wir von einer schnellen 5.0er-SSD kleine, mittelgroße und große Dateien auf die Karten hin- und wieder zurückkopiert haben.

Verwunderlich war vor allem die geringe Schreibgeschwindigkeit der OWC-Karte, egal ob im OWC-Reader, im Wise-Reader oder direkt per PCIe angeschlossen. Nicht einmal 1,5 GByte/s schaffte sie, während die anderen mit mehr als 3 GByte/s nahe an die Werte aus dem

Datenblatt kamen. OWC gab den Rat, bei Messungen immer den Schreibcache einzuschalten, doch wollen wir ja die Speicherkarte vermessen und nicht den Windows-Cache. Profikameras haben zwar ebenfalls einen DRAM-Cache für Serienbildaufnahmen oder Videoaufzeichnung, doch sollte die Karte davon nicht abhängig sein.

Wir haben die USB-Reader dann an einem M3-Mac angeschlossen und mittels Blackmagic-Tests die Geschwindigkeit überprüft. Dort erreichten die Karten beim Lesen zwischen 2,6 und 2,9 GByte/s. Beim Schreiben reihte sich die OWC-Karte mit 2,6 GByte/s zwar erneut am Ende ein, doch ist das weit näher am versprochenen Wert von 3 GByte/s. Die anderen Karten kamen ebenfalls nicht über 3 GByte/s heraus.



Wise Typ B Pro MK-II Memory Card (TLC)

Die TLC-Karte von Wise hat die in diesem Vergleich höchste Kapazität, sie soll zudem noch mit 4 TByte Flash-Speicher erscheinen. Bei der Geschwindigkeit liegt sie hinter ihrer pSLC-Schwester, doch für die allermeisten Aufgaben sollte sie ausreichen. Erstaunlich ist auch, dass sie beim Lesen auf dem Mac langsamer ist als beim Schreiben.

Mit „nur“ 50 Cent pro GByte ist die TLC-Karte vergleichsweise günstig. Die Garantiefrist liegt wie bei der pSLC-Karte nur bei zwei Jahren, hier könnte Wise nachbessern.

- 👆 hohe Kapazität verfügbar
 - 👆 vergleichsweise günstig
- Preis: circa 992 Euro (2 TByte)

Jedoch reduzierte die OWC-Karte im Mac nach kurzer Zeit ihre Schreibgeschwindigkeit, während die anderen Karten auch bei folgenden Durchläufen noch hohe Werte erreichten. Einen Grund haben wir nicht ermitteln können.

Der Test mit H2benchw bestätigte die pSLC-Einstellung der Nextorage-Karte: durchgängig schnell von Anfang bis Ende. Die Kurve der pSLC-Karte von Wise hingegen zeigt leichte Schwankungen um 100 MByte/s, insgesamt aber ist die Karte ebenfalls sehr schnell.

Bei den Praxismessungen unter Windows lag die OWC-Karte dann erwartungsgemäß erneut hinten. Bei kleinen Dateien war der Unterschied nicht groß, aber beim Schreiben von Videos erreichte sie nur ein Drittel der Geschwindigkeit der Nextorage-Karte; die Wise-Karten lagen

gemeinsam in der Mitte. Interessanterweise kehrte sich das Verhältnis beim Lesen der Videos komplett um: Damit hatte die Nextorage-Karte Probleme und erreichte gerade einmal 1 GByte/s, während die OWC-Karte dabei auf gut 2,5 GByte/s kam.

Garantielogo

Logos auf den Karten oder den zugehörigen Verpackungen sollen die Kunden über die möglichen Geschwindigkeiten der Produkte informieren. Das Wichtigste für CFexpress-Karten ist wohl die Mindestgeschwindigkeit, die eine Karte beim Schreiben dauerhaft halten kann.

Die CFA hat dafür die Video Performance Garantie mit einem augenfälligen Logo erdacht: eine Filmklappe mit Geschwindigkeitsangaben von 200 MByte/s oder 400 MByte/s. Diese sind allerdings für unsere Kandidaten kaum eine Herausforderung, das erreichen schon viele Karten mit CFexpress 2.0. Die CFA führt eine Liste zertifizierter Karten auf ihrer Website (siehe ct.de/ywba), als einzige aus diesem Test war bis Redaktionsschluss jedoch die Nextorage-Karte gelistet.

Auf der Nextorage-Karte und den Wise-Modellen stehen zudem Angaben zur Schreibrate. OWC nennt lediglich die Leserate, die für die Nutzung in einer Kamera jedoch völlig irrelevant ist.

Fazit

Wer die Preise von MicroSD-Karten gewohnt ist, wird bei den CFexpress-Preisen mehrfach schlucken müssen. CFexpress ist kein Standard für den Massenmarkt, sondern für eine kleine Zielgruppe: Profifoto- und -videografen. Auf große Preissenkungen sollten Interessenten nicht hoffen, die älteren CFexpress-2.0-Karten sind auch



Die Logos der CompactFlash Association für schnelle und ganz schnelle Speicherkarten lassen auf den ersten Blick erkennen, zu welchen Karten Videofilmer greifen sollten.

nach mehreren Jahren auf dem Markt nur unwesentlich günstiger geworden.

Am schnellsten sind die Karten mit pSLC-Flash von Nextorage und Wise, diese sollten auch für kommende Aufgaben in Profikameras genügend Reserven bieten. Die OWC-Karte schwächelt unter Windows etwas, doch beim praktischen Einsatz in einer Kamera dürfte sie vermutlich ähnlich schnell sein wie die Konkurrenz. Wer viel Speicher benötigt, kauft die Wise-Karte mit TLC, die sich trotz des vergleichsweise langsamen Speichers kaum hinter ihrer Schwester mit pSLC-Flash verstecken muss.

Noch fehlen Kameras, die diese schnellen CFexpress-Karten auch schnell ansprechen können, die am Markt verfügbaren Modelle nutzen noch CFexpress 2.0. Doch spätestens mit den nächsten Kameragenerationen sollte sich CFexpress 4.0 etablieren – Filmaussetzer adé. (//@ct.de) **ct**

Literatur

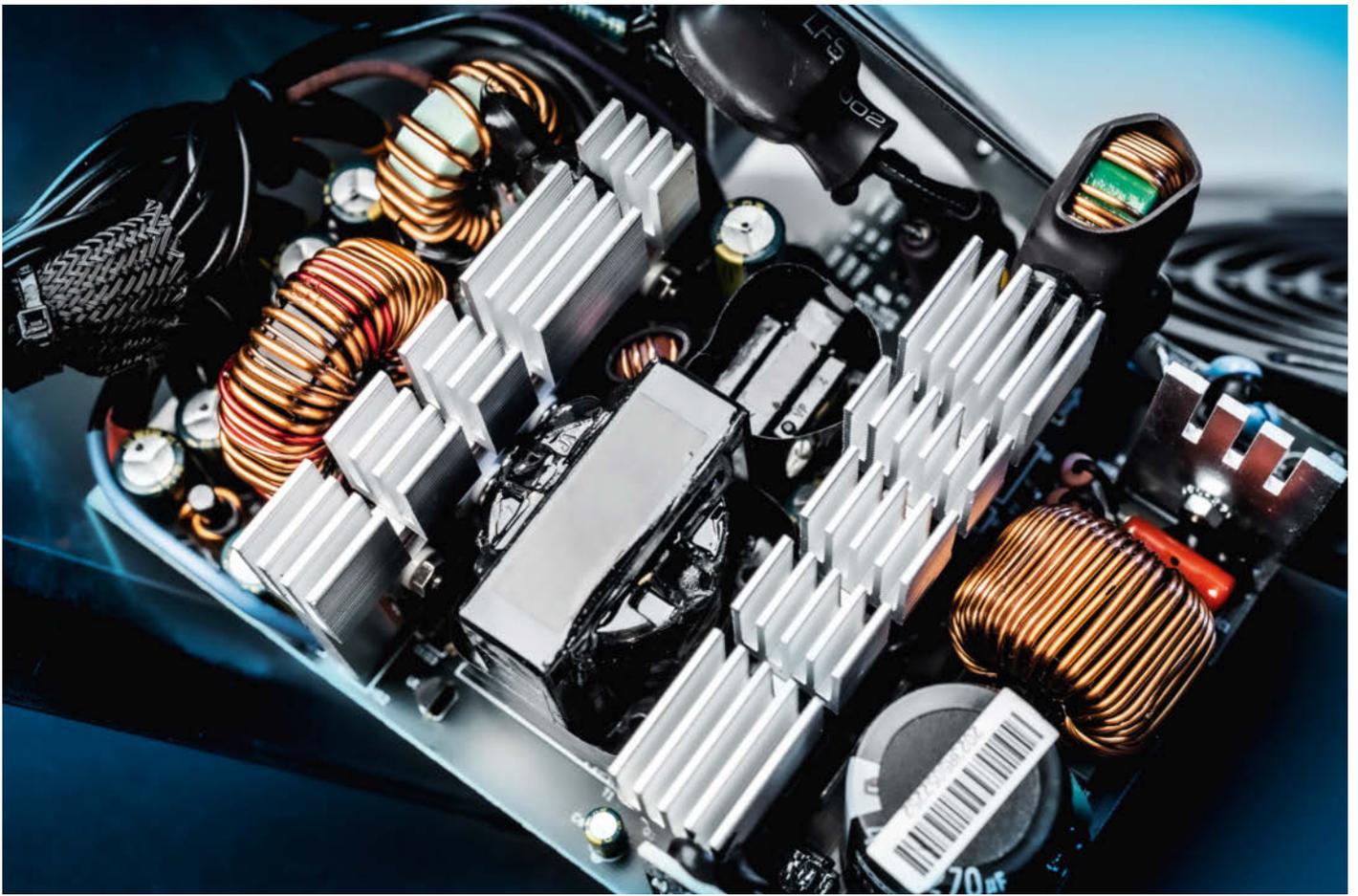
- [1] Lutz Labs, Speziell und schnell, Speicherkarten im CFexpress-Format, c't 3/2021, S. 88
- [2] Lutz Labs, USB4 für wenige, USB4-Adapterkarte für Asus-Mainboards, c't 18/2024, S. 71

Downloads der Testprogramme und weitere Infos: ct.de/ywba

Speicherkarten mit CFexpress 4.0

Modell	NX-B2 Pro	Atlas Pro	Typ B Pro MK-II (pSLC)	Typ B Pro MK-II (TLC)
Hersteller	Nextorage, nextorage.net	OWC, owc.com	Wise, wise-advanced.com.tw	Wise, wise-advanced.com.tw
Bezeichnung	NX-B2PRO165G	OWCCFXB4P00256	CFX4-B660PM2	CFX4-B2048M2
Kapazität laut Hersteller ¹	165 GByte	256 GByte	660 GByte	2000 GByte
von Windows erkannte Kapazität	154 GByte	238 GByte	615 GByte	1908 GByte
Schnittstellengeschwindigkeit	4 GByte/s	4 GByte/s	4 GByte/s	4 GByte/s
Arbeitstemperaturbereich	-12 °C ... 72 °C	-10 °C ... 70 °C	-25 °C ... 85 °C	-25 °C ... 85 °C
weitere Kapazitäten	330 GByte, 660 GByte, 1,3 TByte	512 GByte (225 €)	1,3 TByte (1800 €)	512 GByte, 1 TByte, 4 TByte
Garantie	5 Jahre	3 Jahre	2 Jahre	2 Jahre
Preis pro Gigabyte	125 ct	76 ct	141 ct	50 ct
Straßenpreis	206 €	194 €	931 €	992 €

¹ Die Hersteller rechnen mit 1 GByte = 1.000.000.000 Byte. Für Windows dagegen ist 1 GByte = 1.073.741.824 Byte, die angezeigte Kapazität ist daher kleiner.



Kraftwerke für Sparfüchse

Günstige ATX-Netzteile zwischen 500 und 850 Watt im Test

Wer beim Zusammenstellen eines PCs auf jeden Euro schauen muss, spart oft zuerst an Gehäuse und Netzteil. Doch ohne präzise Energiezufuhr vom Netzteil rechnet kein Prozessor und keine Grafikkarte bringt Spiele-Action auf den Monitor. Dabei bekommt man schon für 50 bis 60 Euro zuverlässige PC-Kraftwerke, einige Extras sind verzichtbar.

Von Rudolf Opitz

Ein ATX-Netzteil mit 500 Watt für weniger als 30 Euro? Wer als einziges Kriterium einen möglichst niedrigen Preis hat, wird durchaus fündig. Doch getreu dem Motto „Wer billig kauft, kauft zweimal“ spart nicht unbedingt Geld, wer günstig einkauft. Billigst-Netzteile sind häufig veraltet, ineffizient und fallen wegen minderwertiger Komponenten früher aus. Letzteres passiert Murphys Gesetz zufolge immer kurz vor dem Speichern der Semesterarbeit oder während eines Spiele-Turniers. Bei schlecht optimierten Netzteilen landen die eingesparten Euros hinterher beim Stromanbieter.

Wir haben uns sieben günstige ATX-Netzteile zu Preisen zwischen 40 und 85 Euro in unser Testlabor geholt, die zumindest eine „80 Plus“-Plakette der gleichnamigen Industrieinitiative vorweisen. Sie soll belegen, dass das Netzteil mehr als 80

Prozent der aus der Steckdose entnommenen Energie an die Computerkomponenten weitergibt (siehe Kasten auf S. 108). Außerdem gewähren die Hersteller eine Garantie von drei bis zehn Jahren, was auf langlebigere Elektronik schließen lässt. Zum Test treten an: be quiet! System Power 10 550W und Pure Power 12 M 550W, Corsair CX550, DeepCool PF500, Endorfy Vero L5 500W, FSP Hydro K Pro 850W sowie Thermaltake Toughpower GF A3 Gold 650W.

Die Leistung unserer Testkandidaten erscheint mit 500 Watt (DeepCool PF 500, Endorfy Vero L5) üppig, doch ist das Angebot an ATX-Netzteilen unter 400 bis 500 Watt kaum noch der Rede wert. Wer heute einen PC mit Standardkomponenten in ein großes Gehäuse baut, will zocken oder braucht für andere Anwendungen viel Re-

chenpower. Als Arbeitsrechner oder Surf-Station sind Mini-PCs und Notebooks praktischer (siehe auch FAQs auf S. 112).

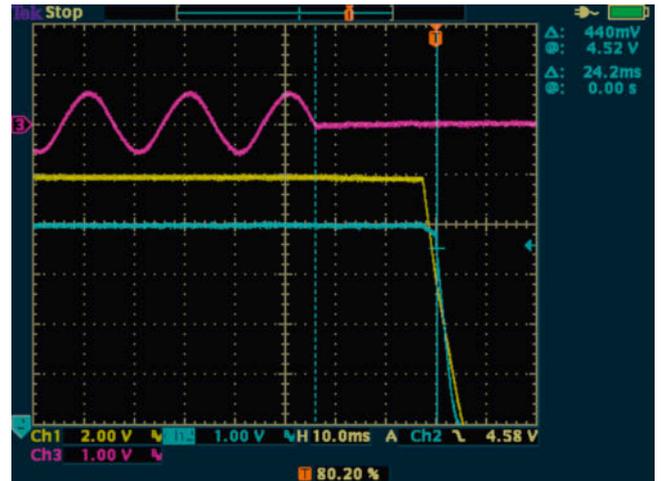
Leistung bei Bedarf

Ein überdimensioniertes Kraftwerk führt bei modernen Schaltnetzteilen nicht automatisch zu höheren Stromrechnungen. Die Netzspannung lädt zunächst einen dicken Kondensator auf, dessen Spannung ein schneller Schalttransistor mit hoher Frequenz zerhackt. Zum Transformieren reicht dann selbst bei vielen hundert Watt ein kleines Transformatörchen statt eines kiloschweren Trumms aus Eisen und Kupfer.

Unbelastet genehmigten sich alle Testnetzteile unabhängig von ihrer Nennleistung etwa 0,1 Watt. Leider ist der Wert nur akademisch, denn in einem betriebsbereiten Rechner gibt es immer Komponenten, die an der Standby-Leitung nuckeln, wozu auch angeschlossene USB-Geräte gehören. Bei der Standby-Versorgung arbeiteten das Pure Power 12 von be quiet!, das Corsair CX550 und das Thermaltake Netzteil am effizientesten, Schlusslicht im Test war das Endorfy Vero.

Auch bei eingeschaltetem PC hat das Netzteil noch nicht viel zu tun. Wenn Prozessor und Grafikkarte Däumchen drehen, was im Office-Betrieb ständig der Fall ist, muss es je nach Rechner nur 10 bis 40 Watt liefern. Bei den 500-Watt-Netzteilen von DeepCool und Endorfy sind das maximal acht Prozent, bei den anderen Kandidaten noch weniger. In dem Bereich sind die Verluste im Vergleich zur abgegebenen Leistung noch sehr hoch beziehungsweise der Wirkungsgrad klein: Bei 10 Watt erreichen fast alle nur 50 bis 60 Prozent, nur das be quiet! Pure Power 12 kann mit 72 Prozent punkten. Bei 30 Watt überschreiten nur das Pure Power und das Thermaltake Toughpower die 80-Prozent-Marke.

Mithilfe einen Mehrkanal-Oszilloskops lässt sich die Stützzeit gut ermitteln. Nach Wegfall der Eingangsspannung (lila) bleiben die Spannungen für 12 und 5 Volt noch einige Millisekunden stabil (blaue Messergebnisse für 5 Volt).



Die 80-Plus-Plaketten, die alle Netzteile im Test präsentieren, geben zu solch geringen Lasten keine Auskunft. Die geringste Last, unter der die PC-Kraftwerke den vorgegebenen Wirkungsgrad einhalten müssen, beträgt 20 Prozent der Nennlast, bei 500 Watt also 100 Watt. Im Test lagen hier alle Kandidaten deutlich über 80 Prozent, das Toughpower schaffte sogar einen bemerkenswerten Wirkungsgrad von 93,4 Prozent, doch fiel der bei einer Last von 50 Prozent schon wieder ab. Bei halber Nennlast erreichten alle anderen Netzteile ihr Effizienzoptimum und die 80-Plus-Vorgaben fordern die höchsten Werte. Unter Volllast fällt der Wirkungsgrad üblicherweise wieder, nur das Pure Power 12 erreichte noch 90 Prozent.

Leise und laute Lüfter

Auch bei 90 Prozent Wirkungsgrad fallen bei einem 500-Watt-Netzteil 50 Watt Verlust in Form von Wärme an. Die muss der Lüfter des Netzteils abführen. In unserer Schallmesskabine haben wir mit Messmikrofonen in 50 Zentimeter Abstand zum Netzteil ermittelt, wie viel Lärm er dabei verursacht.

Die Lüfter aller Netzteile im Test drehen sich bereits bei Minimallast, doch so langsam und ruhig, dass sie nahezu unhörbar sind. Das Thermaltake Toughpower hat neben dem Netzschalter einen „Zero-Fan“-Schalter. Ist dieser aktiviert, läuft der Lüfter laut Hersteller erst bei 40 Prozent der Nennlast an, im Test tat er das allerdings schon bei 20 Prozent. Eigentlich sollte das Netzteil damit bei geringer Last nicht zu hören sein, doch fiel uns sogar ohne Last ein Spulenzirpen auf, das den Zero-Fan-Modus nutzlos machte, zumal der Lüfter sowieso erst bei 20 Prozent Last gut hörbar loslegte.

Dass es auch anders geht, zeigten die Netzteile von be quiet!, deren Lüfter sich über einen weiten Lastbereich nahezu unhörbar drehten und sich erst unter Volllast dezent bemerkbar machten. Am extremsten gebärdete sich im Test das FSP Hydro K Pro, das bei Volllast mit 3,8 sone losrührte. Gamer mit Headsets dürfte das nicht stören, Streamer mit offenem Mikrofon dagegen erheblich.

Unter 0,5 sone sind Lüfter von einem eingebauten PC-Netzteil fast nicht zu hören, was wir mit „sehr gut“ bewerteten, bis 1 sone gab es ein „gut“, ab 1,5 sone ein

ATX-Netzteile: Verluste und lastabhängiges Geräusch

Netzteil	Standby		Schwachlast		Last ab 20 Prozent			Geräusch [sone] bei 50 / 100 % Last
	Verluste [W]		Verluste [W]	Geräusch [sone]	Verlustanteil [%]		Verlustanteil [%]	
	bei 1 / 2 W	bei 10 / 30 W	bei 10 und 30 W	20 %	50 %	Volllast	bei 50 / 100 % Last	
	◀ besser	◀ besser	◀ besser	◀ besser	◀ besser	◀ besser	◀ besser	◀ besser
be quiet! System Power 10	0,4/0,8	7,3/9,7	< 0,1 / < 0,1	13,1	12,2	16,4	< 0,1/0,8	
be quiet! Pure Power 12 M	0,4/0,6	4,1/6,3	< 0,1 / < 0,1	10,2	7,7	10	< 0,1/0,55	
Corsair CX550	0,3/0,6	8,6/11,1	0,3/0,3	14,4	12,5	15,3	0,4/2	
DeepCool PF500	0,6/0,9	9/11	0,3/0,35	15,8	15	20	0,3/2,7	
Endorfy Vero L5 Bronze	0,7/1,1	9,3/10,7	0,1/0,15	14,4	11,6	14,4	0,2/0,5	
FSP Hydro K Pro	0,5/0,8	9,7/12,3	0,6/0,6	12,5	12,3	16	0,7/3,8	
Thermaltake Toughpower GF A3 Gold	0,4/0,7	6,7/7,5	0,2/0,2	6,6	8,3	11,3	0,7/2	

Effizienzplakette 80 Plus

Die vom US-amerikanisch-kanadischen Unternehmen Cleareresult getragene Industrieinitiative „80 Plus“ vergibt seit 2003 Plaketten für interne PC-Netzteile, die ab 20 Prozent ihrer jeweiligen Nennlast einen Wirkungsgrad von 80 Prozent oder besser erreichen. Die Prüfung wird von unabhängigen Labors durchgeführt und die Protokolle veröffentlicht (Cleareresult auf der 80-Plus-Website (ct.de/yhw4)). Erreichen die Prüflinge noch höhere Wirkungsgrade, gibt es 80-Plus-Plaketten auch in Bronze, Silber, Gold, Platinium und Titanium.

Da der Wirkungsgrad auch von der Eingangsspannung abhängt, unterscheiden sich die Stufen auch hierin. Je höher

die Spannung ist, die der Schalttransistor zerhacken kann, desto mehr Energie kann das Netzteil transformieren. Bei 115 Volt reichen unter Lasten von 20, 50 und 100 Prozent je 80 Prozent für eine Plakette. Bei den in der EU typischen 230 Volt müssen sie schon 82 bis 85 Prozent erreichen. In einem Test mit 115 Volt gäbe es dafür schon Bronze. Deshalb gehört zu einer Plakette eigentlich auch die Testspannung, die die Hersteller aber gerne weglassen. Moderne Schaltnetzteile haben Weitbereicheingänge von 100 bis 240 Volt. Fehlt bei 230 Volt ein halbes Prozent zur Goldplakette, lässt man das Netzteil für 115 Volt erneut testen und Gold ist sicher.

„schlecht“. Radaubröder über 3 sone wie das FSP-Netzteil verdienten sich ein „sehr schlecht“.

Wenn der Blitz einschlägt

PC-Netzteile enthalten verschiedene Schutzschaltungen, die sie vor zu hohen Spannungen, Belastungen und Temperaturen sowie vor Kurzschluss schützen und in der Regel zu Notabschaltungen führen, bevor das Netzteil oder die versorgten Komponenten zu Schaden kommen. Eine gewisse Resistenz gegen Überspannungen aus dem Netz ist Pflicht, da es sonst kein CE-Zeichen gibt. Elektrogeräte für Privatkunden müssen sogenannte Burst-Surge-Tests mit Spannungen bis 1000 Volt bestehen. Bursts sind eher energiearme Überspannungspulse, wie sie etwa beim Anlaufen von Generatoren und großen

Elektromotoren entstehen. Blitzschläge in der Umgebung erzeugen dagegen Surges, sehr kurze und energiereiche Impulse.

Wir haben unsere Kandidaten an einem Burst-Surge-Generator auch mit zwei Kilovolt getestet, die nur für industrielle Geräte vorausgesetzt werden. 1000 Volt beeindruckte keines unserer Netzteile, erst bei dem zusätzlichen Test mit 2000-Volt-Bursts zuckten die Ausgangsspannungen, stabilisierten sich aber sofort wieder. Beim 2-Kilovolt-Surge-Impuls kam es im Gehäuse des Corsair CX550 hörbar zu Überschlügen. Das Netzteil funktionierte nach dem Test weiter, eine anschließende optische Sichtung auf verschmorte Stellen oder geplatze Kondensatoren blieb ergebnislos. Dass das so beanspruchte CX550 die Garantiezeit von immerhin fünf Jahren



be quiet! System Power 10 550W

Bei be quiet! ist der Firmenname Programm, was auch für das günstige System Power 10 gilt. Der sich stets drehende Lüfter macht sich nur unter Vollast mit moderaten 0,8 sone bemerkbar und bleibt sonst fast lautlos. An einigen Punkten hat der Hersteller gespart: Das ATX-Mainboard-Kabel ist etwas kurz, was bei großen Gehäusen zu Problemen führen kann, und die knappere Garantie von – immer noch guten – 5 Jahren deutet auf nicht ganz so teure Komponenten hin.

Im Test fanden wir am System Power 10 nichts zu meckern. Die Stützzeit unter Vollast liegt mit über 20 Millisekunden weit über den ATX-Vorgaben, den Burst/Surge-Test absolvierte es ohne messbare Schäden.

- ↑ leise
- ↑ günstig
- ↓ ATX-Boardkabel etwas kurz

Preis: 52 Euro

noch übersteht, darauf würden wir nicht wetten.

Wie sich die Netzteile bei plötzlichem Stromausfall verhalten sollen, gibt der ATX-Standard vor. Die meisten Testgeräte sind ATX-2.x-konform, ATX 3.0 bieten die Modelle be quiet! Pure Power 12, FSP Hydro K Pro und Thermaltake Toughpower GF A3 auf. Endorfy macht keine Angaben zur ATX-Version. Egal ob ATX 3.0 oder eine frühere Version, nach der Vorgabe von Intel sollen die Netzteile nach Wegfall der Eingangsspannung bei Vollast ihre Ausgangsspannungen noch mindestens 17 Millisekunden aufrechterhalten. Das mit 40 Euro günstigste Netzteil PF500 von DeepCool patzte im Test bei 5 und 12 Volt, das Corsair CX500 riss die



Modulare Netzteile (rechts) sind meist teurer; sie sorgen für mehr Ordnung, da man nicht genutzte Kabel weglassen kann. Bei festen Kabelsträngen fällt aber ein Steckkontakt als Fehlerquelle weg.



be quiet! Pure Power 12 M 550W

Das Pure Power gehört zwar zu den teuersten Testgeräten, bietet aber Oberklasse-Technik: hohe Effizienz, zehn Jahre Garantie und ein modulares Kabelmanagement inklusive 300-Watt-12VHPWR-Kabel. Beim recht kurzen, 24-poligen ATX-Kabel mussten wir jedoch viel Kraft aufwenden, bis es sicher einrastete. Der Lüfter ist außer bei Vollast nicht zu hören.

Eine Besonderheit, die das Netzteil verteuert: Das Pure Power hat zwei getrennte 12-Volt-Schienen (Multi Rail), jede wird getrennt geregelt und abgesichert. Die 28-Ampere-Schiene reicht mit gut 330 Watt auch für Grafikkarten bis zur Klasse einer RTX 4070. Die Stützzeit im Standby ist auffallend gering, ein Nachteil fiel uns nicht ein.

- ↑ sehr leise
- ↑ hohe Effizienz
- ↓ ATX-Boardkabel etwas kurz

Preis: 85 Euro



Corsair CX550 550W

Die CX-Serie von Corsair spricht preisbewusste Käufer an, doch bekommt man ein qualitativ gutes Netzteil mit 5 Jahren Garantie und guter Effizienz ab 20 Prozent Last. Nur in Bereitschaft könnte der Wirkungsgrad besser sein. Der Lüfter bleibt meist ruhig, meldet sich unter Vollast aber gut hörbar.

Die Kabel sind fest mit dem Gehäuse verbunden, die dicken ATX-, EPS- und PCIe-Kabel stecken in optisch ansprechenden schwarzen Gewebeschläuchen. Die Stützzeit auf der 5-Volt-Schiene unterschritt im Test die 17-Millisekunden-Vorgabe von Intel, die Überschlänge beim Surge-Test traten erst bei 2 Kilovolt auf – also bei einer Überspannung, auf die sonst nur Industriegeräte getestet werden.

- ↑ günstig
- ↑ gute Qualität
- ↓ 5-Volt Stützzeit zu gering

Preis: 52 Euro



DeepCool PF500 500W

Das DeepCool PF500 ist mit 40 Euro das preisgünstigste Netzteil im Test, was sich auch in der Qualität niederschlägt. Die festen Kabel kommen als wirrer Strang aus dem Gehäuse, das ATX-Kabel zum Mainboard ist recht kurz, unter Vollast wird der Lüfter lärmig. In Bereitschaft und bei geringer Last ist der Wirkungsgrad eher schlecht.

Das Messprotokoll für die 80-Plus-Plakette haben wir unter DeepCool nicht gefunden, doch bestätigen unsere Messungen einen guten Wirkungsgrad ab 20 Prozent Last. Kritischer bewerten wir die gemessene Stützzeit bei Vollast: Die 5-Volt-Schiene liegt deutlich unter den geforderten 17 Millisekunden und auch die 12-Volt-Schiene bleibt etwas darunter.

- ↑ sehr günstig
- ↓ mäßiger Standby-Wirkungsgrad
- ↓ sehr geringe Stützzeit

Preis: 40 Euro

Latte nur auf der 5-Volt- und das Endorfy Vero L5 auf der 12-Volt-Schiene.

Die Stützzeit des Netzteils soll einer vorgeschalteten unterbrechungssicheren Stromversorgung (USV) genug Zeit verschaffen, um auf akkugestützten Betrieb umzuschalten. Dazu brauchen die meisten USVs etwa 10 Millisekunden. Bei der aktuellen ATX-Version 3.1 ist Intel unverständlicherweise laxer geworden, gibt nur noch 12 Millisekunden vor und nennt die bisher geltenden 17 Millisekunden lediglich als Empfehlung bei 80 Prozent Last. Für unsere Testnetzteile gilt dies aber nicht.

Kabelagen

Die ATX-Version 3.1 machte Schlagzeilen, weil sie Änderungen an der 12VHPWR-

Verbindung vorgab. Diese soll besonders leistungshungrige PCIe-Peripherie wie Grafikkarten versorgen und die 6+2-poligen PCIe-Kabel ersetzen. Letztere gibt es auch bei ATX-3.1-Netzteilen schon aus Kompatibilitätsgründen weiterhin und reichen für Grafikkarten bis zur oberen Mittelklasse vollkommen aus. Erst wenn die Karte mehr als zwei 6/8-Pin Stecker benötigt (bei zwei 8-Pin-Verbindungen immerhin 300 Watt), lohnt ein 12+4-poliges 12VHPWR-Kabel, das auch für 450 oder sogar 600 Watt ausgelegt sein kann; die erlaubte Leistung steht auf den Steckern. Bei den ersten 12VHPWR-Kontakten kam es zu geschmolzenen Steckern aufgrund von nicht korrekt eingesteckten Kabeln. Bei ATX-3.1-konformen Geräten sitzen die

zusätzlichen Sense-Kontakte in den Kuppelungen der Karten und modularen Netzteilen weiter hinten, sodass sie erst bei voll eingestecktem Stecker Kontakt bekommen. Das Kabel selbst blieb gleich, heißt mit ATX 3.1 nun aber „12V-2x6“.

Von unseren Testnetzteilen haben nur die 850- und 650-Watt-Modelle von FSP und Thermaltake sowie das be quiet! Pure Power 12 ein 12VHPWR-Kabel. Braucht die Grafikkarte ein solches, aber das Netzteil bietet nur die 6/8-Pin-PCIe-Anschlüsse an, hilft ein Adapter, der Grafikkarten meist beiliegt. Bei hohen Leistungen empfehlen sich aber so wenig Steckkontakte wie möglich. Daher sind auch modulare Netzteile wie das Pure Power 12 und das Thermaltake



Endorfy Vero L5 Bronze 500W

Das Vero L5 des polnischen Unternehmens Endorfy spielt von der Ausstattung her in derselben Liga wie das Netzteil von DeepCool. Allerdings wartet es mit einer 80-Plus-Bronze-Plakette auf. Die Effizienz ist ab 20-prozentiger Auslastung auch messbar besser. Leider gilt dies nicht für die Bereiche Standby und geringe Last, bei 10 Watt ist das Vero L5 sogar noch einen Tick schlechter als das PF500.

Punkten kann das Endorfy-Netzteil aber mit seinem guten Lüfter, der sogar bei Volllast mit 0,5 sone extrem ruhig bleibt. Angaben zur ATX-Version des Netzteils fehlen. Unter Volllast ist die Stützzeit auf der 5-Volt-Schiene sehr gut, bei 12 Volt bleibt sie etwas unter den ATX-Mindestvorgaben.

- ↑ sehr leise
- ↓ mäßiger Standby-Wirkungsgrad
- ↓ geringe Stützzeit bei 12 Volt

Preis: 50 Euro



FSP Hydro K Pro 850W

Mit 850 Watt kann das Hydro K Pro auch Highend-Grafikkarten versorgen. Beim Aufbau merkt man aber den Sparzwang: Alle Kabel sind fest mit dem Netzteil verbunden, die komplette 12-Volt-Schiene hängt an einer Quelle. In dieser Leistungsklasse wäre Multi Rail sinnvoll gewesen. Das Hydro K Plus ist ein ATX-3.0-Gerät mit einem 12VHPWR-Stecker ohne Leistungsangabe kodiert ist er bis 600 Watt).

Gespart hat FSP auch an der Effizienz bei geringer Last: Erst ab den für die 80-Plus-Bronze-Plakette geforderten 20 Prozent Last erreicht das Netzteil einen guten Wirkungsgrad von 87,5 Prozent. Ärgerlich ist auch der laute Lüfter, der schon bei halber Last hörbar wird und bei Volllast richtig Radau macht.

- ↑ viel Leistung für wenig Geld
- ↓ nur Single Rail
- ↓ sehr lauter Lüfter

Preis: 74 Euro



Thermaltake Toughpower GF A3 Gold 650W

Das Toughpower GF A3 gehört mit dem be quiet! Pure Power zu den teuersten, aber auch effizientesten Netzteilen im Test. Beide schmücken sich mit der 80-Plus-Gold-Plakette und Kabelmanagement, doch hat das ATX-3.0-Modell von Thermaltake mit 650 Watt größere Reserven. Falls die neue Grafikkarte mehr Saft braucht, muss das Netzteil nicht getauscht werden.

Als einziges Netzteil im Test lässt sich das Toughpower über einen kleinen Schalter neben dem Netzschalter in einen Lüfterlos-Modus versetzen, in dem der Lüfter erst bei etwa 20 Prozent anspringt. Ärgerlich ist das gerade unter geringer Last auffällige Spulenzirpen beider Testexemplare, das den Zero-Fan-Modus überflüssig macht.

- ↑ Zero-Fan-Schalter
- ↑ hohe Effizienz bei mittleren Lasten
- ↓ nerviges Spulenzirpen

Preis: 85 Euro

Toughpower GF A3 nicht immer eine gute Idee, da sie die Anzahl der Steckkontakte verdoppeln. In gläsernen PC-Gehäusen sehen sie aber besser aus, da man nicht benötigte Kabel komplett entfernen kann. Bei Hochstromverbindungen zum Mainboard und zur Grafikkarte sollte man die Stecker fest einstecken, bis sie mit hörbarem Klick einrasten. Im Test saßen die Stecker des Pure Power 12 so stramm, dass es erst nach mehreren Versuchen gelang, sie einrasten zu lassen.

Fazit

Wer sich einen noch günstigen, aber leistungsfähigen Rechner, etwa für Video-

schnitt oder zum Zocken zusammenstellt, bekommt schon ab etwa 50 Euro gute Netzteile. Hier empfehlen wir besonders das be quiet! System Power 10 und das Corsair CX550 mit guter Effizienz und immerhin 5 Jahren Garantie. Mit 40 Euro ist das DeepCool PF500 noch günstiger, doch muss man Abstriche bei Effizienz, Lautstärke und Garantie machen. Das Endorfy Vero L5 ist für ähnliche Leistung eher teuer, aber sehr leise.

Bessere Ausstattung kostet mehr: Das be quiet! Pure Power 12 und das Thermaltake Toughpower GF A3 sind mit 85 Euro am teuersten, bieten aber ausgezeichnete Effizienz, modulares Kabelmanagement und 10 Jahre Garantie. Empfindlichen

Ohren müssen wir wegen des Spulenzirpens allerdings vom Thermaltake-Modell abraten. Wer viel Leistung braucht, ist mit dem günstigen FSP Hydro K Pro gut beraten. Die PCIe-Kabel reichen mit dem 12VHPWR-Kabel für zwei Grafikkarten, der ultralauter Lüfter legt erst bei Volllast richtig los.

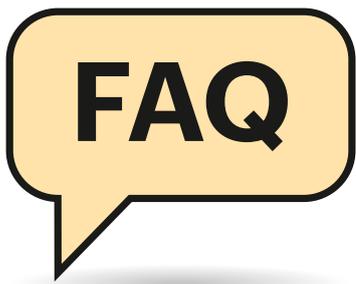
Zuviel sollte man am PC-Netzteil nicht sparen, denn wenn es versagt, läuft nichts mehr am und im Rechner. Wer auf zumindest ein normales 80-Plus-Zertifikat und eine ausreichende Garantiezeit achtet, bekommt günstige Netzteile, die ihren Preis wert sind. (rop@ct.de)

80-Plus-Netzteile: ct.de/yhw4

Günstige ATX-Netzteile: Technische Daten und Messergebnisse

Hersteller	be quiet!	be quiet!	Corsair	DeepCool	Endorfy	FSP	Thermaltake
Modell	System Power 10 550W	Pure Power 12 M 550W	CX Series 2023 CX550 550W	PF Series PF500 500W	Vero L5 Bronze 500W	Hydro K Pro 850W	Toughpower GF A3 Gold 650W
Typencode	BN327	BN341	CP-9020277-EU	R-PF500D-HA0B-EU	EY7A004	PPA8503209	PS-TPD-0650FNFACE-H
Web	bequiet.com	bequiet.com	corsair.com/de	de.deepcool.com/	endorfy.com/en	fspilifestyle.com/de	de.thermaltake.com
Anschlüsse / Daten (Herstellerangaben)							
Nennleistung	550 W	550 W	550 W	500 W	500 W	850 W	650 W
ATX-Version	ATX 2.52	ATX 3.0	ATX 2.31	ATX 2.4	k. A.	ATX 3.0	ATX 3.0
Stecker: ATX / EPS / PCIe	1x 20/24-Pin ATX; 1x 4+4-Pin, 1x 4-Pin ATX12V; 2x 6/8-Pin PCIe	1x 20/24-Pin ATX; 1x 4+4-Pin ATX12V; 2x 6/8-Pin PCIe, 1x 12VHPWR	1x 24-Pin ATX; 1x 4+4-Pin ATX12V; 2x 6/8-Pin PCIe	1x 20/24-Pin ATX; 1x 4+4-Pin ATX12V; 2x 6/8-Pin PCIe	1x 24-Pin ATX; 1x 4+4-Pin ATX12V; 2x 6/8-Pin PCIe	1x 24-Pin, 1x 8-Pin, 1x 4+4-Pin ATX12V; 2x 6/8-Pin PCIe, 1x 12VHPWR	1x 20/24-Pin ATX; 2x 4+4-Pin ATX12V, 2x 6/8-Pin PCIe, 1x 12VHPWR
Kabellängen ATX / EPS / PCIe	55 cm / 60 cm / 50-55 cm	55 cm / 60 cm / 50 cm (12VHPWR 60 cm)	60 cm / 60 cm / 60 cm	55 cm / 60 cm / 50-60 cm	57 cm / 67 cm / 56 cm	56 cm / 60 cm / 50-60 cm (12VHPWR 65 cm)	60 cm / 65 cm / 50-55 cm (12VHPWR 60 cm)
Kabel / Lüfter	fest / 120 mm	vollmodular / 120 mm	fest / 120 mm	fest / 120 mm	fest / 120 mm	fest / 120 mm	vollmodular / 120 mm
Stecker: SATA / HDD (Molex) / Floppy	5 / 1 / -	5 / 2 / -	3 / 2 / -	6 / 2 / -	5 / 1 / -	8 / 2 / 1	8 / 4 / 1
DC-DC / Multi Rail	✓ / -	✓ / ✓ (2 Schienen)	✓ / -	✓ / -	✓ / -	✓ / -	✓ / -
Belastbarkeit +12V	45,8 A	28 und 24 A	44 A	40 A	41 A	70,8 A	51,4 A
Belastbarkeit +3.3V / +5V / +5Vsb	20 A / 20 A / 3 A	20 A / 20 A / 3 A	24 A / 20 A / 3 A	15 A / 15 A / 2,5 A	15 A / 15 A / 2,5 A	20 A / 20 A / 2,5 A	20 A / 20 A / 3 A
Abmessungen (B x T x H)	15 cm x 14 cm x 8,6 cm	15 cm x 16 cm x 8,6 cm	15 cm x 12,5 cm x 8,6 cm	15 cm x 14 cm x 8,6 cm	15 cm x 14 cm x 8,6 cm	15 cm x 14 cm x 8,6 cm	15 cm x 14 cm x 8,6 cm
Zertifikate	80 Plus Bronze (230 V)	80 Plus Gold (115 V)	80 Plus Bronze (115 V)	80 Plus (230 V)	80 Plus Bronze (230 V)	80 Plus Bronze (230 V)	80 Plus Gold (115 V)
durchschnittliche Effizienz (80 Plus)	86,35 %	90,15 %	80,83 %	k. A. (85 % lt. Hersteller)	88,07 %	88,27 %	90,2 %
mittlere Haltbarkeit	100.000 h	100.000 h	100.000 h	100.000 h	80.000 h	k. A.	100.000 h
Messergebnisse Standby							
Leistungsaufn. ohne Last	0,1 W	0,1 W	0,1 W	0,3 W	0,1 W	0,1 W	0,1 W
... mit Last (0,5 / 1,0 / 2,0 W)	0,8 W / 1,4 W / 2,8 W	0,7 W / 1,4 W / 2,6 W	0,7 W / 1,3 W / 2,6 W	1 W / 1,6 W / 2,9 W	0,9 W / 1,7 W / 3,1 W	0,8 W / 1,5 W / 2,8 W	0,8 W / 1,4 W / 2,7 W
Wirkungsgrad dabei	66 % / 72 % / 75 %	70 % / 74 % / 77 %	72 % / 76 % / 78 %	51 % / 62 % / 69 %	57 % / 64 % / 68 %	64 % / 72 % / 75 %	68 % / 74 % / 78 %
Stützzeit (2 W)	8,2 s	0,1 s	5,3 s	6,2 s	5,5 s	9,4 s	12,8 s
Geräuschmessung ¹	< 0,1 sone	< 0,1 sone	< 0,1 sone	< 0,1 sone	< 0,1 sone	< 0,1 sone	0,2 sone ^{3,4}
Geringe Last							
Leistungsaufnahme 10 / 30 Watt	17,8 W / 40 W	14,5 W / 36,3 W	19,1 W / 41,3 W	19,5 W / 41,1 W	19,8 W / 40,9 W	20,3 W / 42,7 W	17,2 W / 37,9 W
Wirkungsgrad 10 / 30 W (Leistungsfaktor)	59,2 % / 75,8 % (0,44 / 0,7)	72 % / 82,7 % (0,36 / 0,65)	55 % / 73,1 % (0,5 / 0,74)	53,8 % / 73,3 % (0,46 / 0,69)	53,1 % / 73,9 % (0,47 / 0,68)	52,2 % / 71,3 % (0,68 / 0,82)	61,4 % / 80,1 % (0,37 / 0,58)
Geräuschmessung ¹	< 0,1 sone	< 0,1 sone	0,3 sone	0,3 sone	0,1 sone	0,6 sone	0,2 sone ^{3,4}
20 Prozent Last							
Wirkungsgrad (Leistungsaufn. / -faktor)	86,9 % (127,3 W / 0,93)	89,8 % (123,5 W / 0,92)	85,6 % (128,7 W / 0,93)	84,2 % (119,8 W / 0,9)	85,6 % (117,7 W / 0,88)	87,5 % (196,8 W / 0,96)	93,4 % (140,6 W / 0,87)
Geräuschmessung ¹	< 0,1 sone	< 0,1 sone	0,3 sone	0,3 sone	0,2 sone	0,6 sone	0,5 sone ⁴
50 Prozent Last							
Wirkungsgrad (Leistungsaufn. / -faktor)	87,8 % (312,6 W / 0,98)	92,3 % (298,6 W / 0,98)	87,5 % (313,1 W / 0,98)	85 % (290,1 W / 0,96)	88,4 % (280,7 W / 0,94)	87,7 % (486,8 W / 0,98)	91,7 % (355,7 W / 0,96)
Geräuschmessung ¹	< 0,1 sone	< 0,1 sone	0,4 sone	0,3 sone	0,2 sone	0,7 sone	0,7 sone ⁴
Volllast							
Wirkungsgrad (Leistungsaufn. / -faktor)	83,6 % (646,2 W / 0,99)	90 % (609,5 W / 0,99)	84,7 % (640,6 W / 0,99)	80 % (603,8 W / 0,98)	85,6 % (569,7 W / 0,98)	84 % (1000,9 W / 0,98)	88,7 % (723,2 W / 0,98)
Geräuschmessung ¹	0,8 sone	0,6 sone	2 sone	2,7 sone	0,5 sone	3,8 sone	2 sone ⁴
Stützzeit 5 V / 12 V	37,2 ms / 21,6 ms	24,2 ms / 22,2 ms	15,8 ms / 18,2 ms	13,8 ms / 15,8 ms	32,2 / 15,8 ms	27,2 ms / 18,6 ms	30 ms / 26,8 ms
Burst (Surge) 1 kV / 2 kV	✓ / ✓ (✓ / ✓)	✓ / ✓ (✓ / ✓)	✓ / ✓ (✓ / ✓ ³)	✓ / ✓ (✓ / ✓)	✓ / ✓ (✓ / ✓)	✓ / ✓ (✓ / ✓)	✓ / ✓ (✓ / ✓)
Bewertung							
Effizienz Standby (0,5 / 1 / 2 W)	○ / ⊕ / ⊕	⊕ / ⊕ / ⊕	⊕ / ⊕ / ⊕	○ / ○ / ○	○ / ○ / ○	○ / ○ / ⊕	○ / ⊕ / ⊕
Effizienz bei Schwachlast bis 30 W	⊕	⊕⊕	○	○	○	○	⊕⊕
Effizienz bei 20 / 50 / 100 % Last	⊕ / ⊕ / ○	⊕ / ⊕⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕ / ⊕	○ / ⊕ / ○	⊕ / ⊕ / ⊕	⊕ / ⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕⊕ / ⊕
Störrimmunität	⊕⊕	⊕⊕	○	○	⊕	⊕⊕	⊕⊕
Geräusch bei Schwachlast / bei 20 %	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	○ / ○	⊕ / ⊕
Geräusch bei 50 % / bei Volllast	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	○ / ⊕⊕	○ / ⊕
Garantie	5 Jahre	10 Jahre	5 Jahre	3 Jahre	3 Jahre	5 Jahre	10 Jahre
Straßenpreis	52 €	85 €	52 €	40 €	50 €	74 €	85 €

¹ Messung aus 50 cm Abstand ² Überschlüge, Funktion okay ³ Lüfter steht still ⁴ hörbares Spulenzirpen
 ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden - nicht vorhanden k. A. keine Angabe



ATX-Netzteile für Desktop-PCs

Wer einen Desktop-PC selbst bauen oder aufrüsten möchte, muss auch auf das Netzteil achten: Es sollte stark genug sein, aber auch effizient und leise arbeiten – und bezahlbar bleiben.

Von Christof Windeck

Wie viel Watt braucht mein PC-Netzteil?

? Wie schätze ich ab, wie viel Nennleistung ein ATX-Netzteil für meine individuelle Desktop-PC-Konfiguration haben sollte?

! Im Prinzip ist das einfach: Addieren Sie die maximale Leistungsaufnahme aller PC-Komponenten und schlagen Sie noch 50 bis 150 Watt Reserve auf. Doch in der Praxis ist es kompliziert, denn bei den meisten Komponenten bekommt man nicht so leicht heraus, wie viel Leistung sie in der Spitze jeweils brauchen.

Es gibt aber einige Vereinfachungen. Die größten Verbraucher sind typischerweise Hauptprozessor (CPU) und – falls vorhanden – die Grafikkarte (GPU). Im Vergleich dazu fällt die Leistungsaufnahme aller anderen Komponenten wie Arbeitsspeicher (RAM), Massenspeicher (SSD/Festplatte) und Mainboard-Chipsatz kaum ins Gewicht. Wenn Sie eine oder zwei SSDs

einbauen und maximal 64 GByte RAM, können Sie pauschal 20 Watt ansetzen.

Bei der CPU wird es kompliziert, denn die vermeintliche Nennleistung – genannt Thermal Design Power (TDP) beziehungsweise Processor Base Power (PBP) – taugt nicht zur Schätzung. Moderne Prozessoren von AMD und Intel dürfen kurzzeitig wesentlich mehr Leistung aufnehmen. Bei Intel-Prozessoren der 65-Watt-Klasse sind es für 28 Sekunden über 200 Watt. Bei den 125-Watt-Typen liegt die Maximum Turbo Power sogar über 250 Watt. Daher sollte man rund 300 Watt Netzteilbelastbarkeit alleine für die CPU ansetzen. Zwar lassen sich diese Extremwerte im BIOS-Setup vieler Mainboards drosseln, aber nicht bei jedem (Stichwort: Configurable TDP). Außerdem sinkt dadurch die Rechenleistung leicht ab. Es ist also einfacher, ein dickeres Netzteil zu nehmen, zumal es kaum noch welche mit weniger als 350 Watt gibt.

Bei der Grafikkarte ist es einfacher, weil viele Hersteller Empfehlungen für ihre jeweiligen Produkte nennen. Allerdings

rechnen sie dabei satte Reserven ein. Mehrere Hersteller von ATX-Netzteilen stellen auf ihren Websites Dimensionierungsrechner bereit (PSU Calculator, siehe ct.de/yvkt). Daran können Sie sich orientieren.

Früher gaben wir den Tipp, ATX-Netzteile nicht zu üppig zu dimensionieren, um Energie zu sparen. Denn die meisten PCs verbringen den größten Teil ihrer Betriebszeit im Leerlauf und bei geringer Belastung sind schwächere Netzteile tendenziell sparsamer. Doch das gilt nur noch mit Einschränkungen. Denn wie effizient ein ATX-Netzteil bei geringer Sekundärlast von 10 bis 20 Watt arbeitet, hängt weniger von seiner Nennleistung ab als von dessen individuellem Aufbau.

Wieso gibt es keine 250-Watt-Netzteile mehr?

? Für meinen sparsamen Büro-PC würde eigentlich schon ein 200-Watt-Netzteil genügen. Aber ich finde im Onlinehandel nur ATX-Netzteile mit mindestens 350 Watt – wieso?

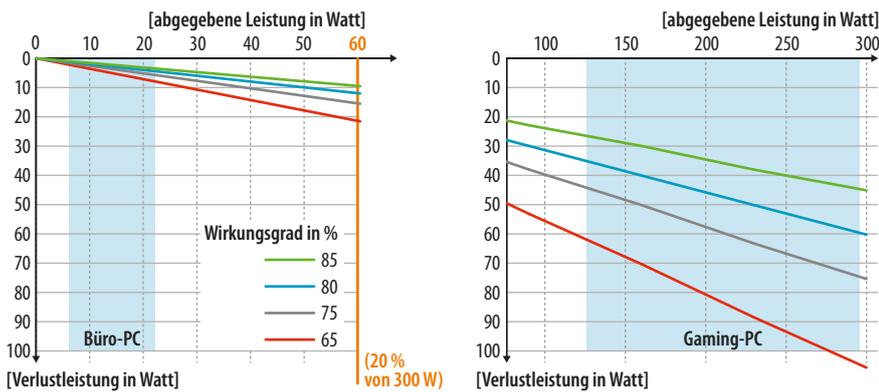
! Der Markt der Desktop-PCs schrumpft, weil Notebooks dominieren. Auch Mini-PCs mit Mobilprozessoren sind beliebt. Wer sich einen klassischen Desktop-PC in ATX-Bauform selbst baut, steckt meistens auch eine Grafikkarte rein und braucht ein starkes Netzteil. Und 500-Watt-Netzteile gibt es schon ab etwa 25 Euro. Weil die meisten Käufer vor allem auf den Preis achten, sinkt die Nachfrage nach schwächeren Netzteilen.

Bedeutung des Leerlaufs

? Ich lese in c't immer wieder den Energiespartipp, dass es bei Desktop-PCs vor allem auf die Leistungsaufnahme im

Verluste bei ATX-Netzteilen

Ein schlechter Wirkungsgrad des Netzteils hat vor allem bei hoher Last Nachteile. Die 80-Plus-Vorgaben greifen erst ab 20 Prozent der Nennlast, bei einem 300-Watt-Netzteil also ab 60 Watt. Für Büro-PCs ist die Schwachlast-Effizienz wichtiger, dabei fallen allerdings keine großen Verluste an.





ATX-Netzteile haben Kabel mit diesen Steckern: ❶ Main Power ATX (24 Pole), ❷ ATX12V (CPU-Stromversorgung, 4 Pole), ❸ EPS12V (CPU-Stromversorgung, 8 Pole, oft teilbar und dann zu ATX12V kompatibel), ❹ PCI Express 8-polig, teilbar in 6+2, für Grafikkarten, ❺ 12VHPWR für Grafikkarten, fälschlich auch PCIe 5.0 oder ATX 3.0 genannt, ❻ SATA-Stromstecker für Festplatten und 2,5-Zoll-SSDs, ❼ 4-poliger „Molex-Stecker“ für alte Festplatten und optische Laufwerke, ❽ 4-poliger „Floppy-Stecker“.

Leerlaufankommt. Ich will meinen PC aber ja auch benutzen – spielt das keine Rolle?

❗ Moderne PC-Prozessoren schlafen innerhalb von Sekundenbruchteilen ein, wenn sie nichts zu tun haben. Wenn außer der Textverarbeitung sonst keine Anwendung läuft, takten sich die CPU-Kerne sogar zwischen zwei Tastaturanschlägen herunter, egal wie schnell Sie tippen. Der Mittelwert der Leistungsaufnahme liegt bei typischer PC-Nutzung daher näher am Leerlaufwert als am Maximum.

Wenn Sie Ihren Computer an 230 Tagen pro Jahr für je 10 Stunden einschalten – also 365 Tage abzüglich Wochenenden und 30 Tagen Urlaub –, dann läuft er 2300 Stunden. Bei 15 Watt im Leerlauf kommen mindestens 34,5 Kilowattstunden (kWh) zusammen, bei 30 Watt wären es 69. Der Unterschied summiert sich bei 30 Cent pro kWh auf mehr als 10 Euro jährlich, also auf rund 50 Euro über fünf Jahre Nutzungsdauer. Gegenbeispiel: Ein Gaming-PC, der unter Last 200 Watt frisst. Wenn Sie damit jede Woche 10 Stunden spielen und ihn sonst abschalten, verschlingt er über fünf Jahre insgesamt 520 kWh für 156 Euro. Obwohl der Gaming-PC also viel mehr Leistung aufnimmt, wirkt sich das wegen der kürzeren Einschaltdauer nicht proportional auf die Stromkosten aus.

12VHPWR und ATX 3.0

❓ Brauche ich für meinen Gaming-PC ein Netzteil nach Spezifikation ATX 3.0 und mit 12VHPWR-Kabel?

❗ Das hängt von der gewünschten Grafikkarte ab. Karten zu Preisen ab etwa 550 Euro – ungefähr ab Nvidia GeForce RTX 4070 – haben eine Buchse für 12VHPWR-Stecker. Meistens liegen jedoch auch Adapter für die etablierten PCIe-Stromstecker mit sechs oder acht Polen bei.

Sofern das Netzteil stark genug ist, laufen die Grafikkarten auch mit Adaptern stabil. Allerdings kann ein Drahtverhau entstehen: Manchen High-End-Karten, die über 400 Watt fressen, liegen Adapter für gleich vier achtpolige PCIe-Kabel bei. Das sind eher wackelige Konstruktionen, in diesem Fall raten wir eher zum Kauf eines Netzteils mit 12VHPWR-Ausgang und ATX 3.0. Letztere sind auch für besonders hohe Impulslasten ausgelegt.

Länge der Netzteilkabel

❓ Muss ich beim Kauf eines ATX-Netzteils auf die Länge der Kleinspannungskabel achten?

❗ Ja, zumindest wenn Sie ein relativ großes ATX-Gehäuse verwenden. Denn wenn das Netzteil an einer ungünstigen Stelle sitzt oder der Main-Power-ATX-Stecker des Mainboards ungünstig platziert ist, reicht die Kabellänge bei manchen Netzteilen nicht. Im Zweifel bauen Sie das Mainboard probeweise ein und messen die benötigte Kabellänge nach, bevor Sie ein Netzteil beschaffen.

Netzteile mit DC-DC-Technik

❓ Welche Vorteile bringt die sogenannte DC-DC-Technik bei ATX-Netzteilen und was ist das überhaupt?

❗ Früher waren in ATX-Netzteilen Transformatoren üblich, deren sekundärseitige Wicklung mehrere Anzapfungen für die unterschiedlichen Spannungen von 12 Volt, 5 Volt und 3,3 Volt haben. Bei dieser Schaltungstechnik können in ungünstigen Lastsituationen einzelne Spannungsschienen nahe an ihre Toleranzgren-

zen von plus oder minus 5 beziehungsweise 10 Prozent geraten.

ATX-Netzteile mit DC-DC-Technik können im Prinzip genauer regeln: Sie enthalten einen besonders starken Wandler für 12 Volt und erzeugen aus dieser Gleichspannung (Direct Current, DC) auch 5 und 3,3 Volt über nachgeschaltete Wandler. In der Praxis sind ATX-Netzteile sehr selten so stark belastet, dass die theoretischen Vorteile der DC-DC-Technik sich tatsächlich auswirken.

ATX12VO-Technik

❓ Für besonders sparsame Desktop-PCs gibt es doch die Spezifikation ATX12VO – ich finde aber keine Komponenten dafür. Gibt es die noch?

❗ Bei „ATX 12 Volts Only“ (ATX12VO) liefert das Netzteil ausschließlich 12 Volt und keine anderen Spannungen wie 5 und 3,3 Volt. Man braucht deshalb sowohl spezielle ATX12VO-Netzteile als auch dazu kompatible Mainboards. Die haben sich bis allerdings nicht durchgesetzt.

Zwar gibt es von größeren PC-Marken Geräte mit jeweils proprietärer 12-Volt-Technik, die tatsächlich oft auch besonders sparsam sind. Aber bis auf wenige Ausnahmen sind keine Netzteile und Mainboards mit ATX12VO auf dem Markt. Für einige normale ATX-Netzteile kann man allerdings Adapterkabel kaufen – doch dann fällt der eigentliche ATX12VO-Vorteil weg, nämlich der Verzicht auf die Wandlerstufen für 5 und 3,3 Volt.

Wenn es ein besonders sparsamer Desktop-PC sein soll, dann sind Mini-PCs mit Mobilprozessoren kaum zu unterbieten. Daher ist die Marktnische für ATX12VO klein. (ciw@ct.de)

Online-Rechner zur Netzteil-Auslegung:
ct.de/yvkt



Bild: KI, Collage ct

Über Grenzen hinweg

Im Test: Programme und Dienste zur systemübergreifenden Dateiübertragung

Mal eben ein Foto direkt von einem Mobilgerät zum anderen schicken oder fix eine Datei vom Desktop-Rechner aufs Tablet senden, ist für Apple-Nutzer dank AirDrop ein Klacks. Kreuz und quer über alle Systeme wird der Dateiaustausch dagegen zur Herausforderung. Sechs von uns getestete kostenlose Tools versprechen, die Systemgrenzen zu überwinden, und zwar ohne Zwischenspeicherung auf einem Server oder in der Cloud.

Von Stefan Spohn

Vom Smartphone zum PC, vom Mac zum Windows-Rechner, von Handy zu Handy – allzu oft steht man vor der Aufgabe, Dateien möglichst einfach von einem Gerät auf ein anderes zu übertragen. Was Apple-Nutzer, verwöhnt durch das Tool AirDrop, nur müde lächeln lässt, zwingt auf gemischten Systemumgebungen zu Umwegen. Die Dateien werden dann an E-Mails angehängt, in eine WhatsApp-Nachricht eingebunden oder auf einen Cloudspeicher hochgeladen, für den dann noch ein Freigabelink verschickt werden muss. Für größere Dateien bieten sich auch cloudbasierte Versanddienste an [1]. Das funktioniert zwar alles, ist aber umständlich und birgt andere Probleme: Mailadressen müssen bekannt sein, Mailprovider beschränken Dateigrößen, Mes-

senger komprimieren ungefragt Bilddateien und manche Cloudspeicherdienste mit Freigabeoption werfen Datenschutzfragen auf.

Für Android gibt es zwar ein AirDrop-Gegenstück namens QuickShare, das dank spezieller App auch mit Windows- Rechnern spricht. Es lässt aber Apple- und Linux-Nutzer außen vor. Zum Glück gibt es kostenlose Tools, mit denen sich Dateien, Verzeichnisse und Textnachrichten über alle Systemgrenzen hinweg übertragen lassen, ohne Zwischenspeicherung auf einem Drittservers. Wir haben uns sechs davon angesehen: PairDrop, ShareDrop und ToffeeShare sind Webanwendungen und funktionieren mit jedem namhaften Browser. LocalSend, LANDrop und KDE Connect sind eigenständig installierbare

ct kompakt

- Wir vergleichen sechs Programme, mit denen sich Dateien und andere Inhalte systemübergreifend zwischen Desktop-Rechnern und Smartphones versenden lassen.
- Drei der allesamt kostenlosen Tools laufen im Browser, drei sind lokal installierbare Programme und Apps.
- Die Übertragung erfolgt direkt, ohne Zwischenspeicherung auf einem Cloudserver oder sonstigem Drittrechner.

Apps für diverse Desktop- und Mobilsysteme (alle Links unter ct.de/yy87). Sowohl die Web-Apps als auch die installierten Anwendungen funktionieren ohne Anmeldung oder Account.

Browser genügt

Die Webanwendungen ermöglichen eine Ad-hoc-Dateiübertragung, ohne dass Sender und Empfänger zuerst ein Programm oder eine Mobil-App installieren müssen. Dass das direkt von Gerät zu Gerät funktioniert, ohne auf einem Cloudserver zwischenspeichern, liegt am verwendeten WebRTC-Protokoll (siehe Kasten auf Seite 119). Besonders einfach finden sich die be-

teiligten Geräte, wenn sie sich im selben lokalen Netzwerk befinden. Auf jedem Gerät muss dann nur dieselbe Webseite geöffnet werden, bei PairDrop zum Beispiel pairedrop.net.

Der Bildschirm aller Geräte zeigt bei PairDrop ein schematisch dargestelltes Netzwerk möglicher Sender und Empfänger. Jedes Gerät ist mit einem Icon und einem automatisch generierten Fantasienamen symbolisiert. Den eigenen Namen findet man am unteren Bildschirmrand. Um Dateien zu versenden, tippt/klickt man auf das Symbol des jeweiligen Empfängers und wählt im Dateiauswahlfenster die gewünschte Datei aus oder zieht sie per Drag & Drop auf das zugehörige Empfängersymbol. Mehrere Dateien fasst PairDrop vor dem Versenden in einer Zip-Datei zusammen. Die Übertragung startet, nachdem der Empfänger dem Transfer zugestimmt hat. Etwas komplizierter wird es, wenn der Empfänger nur über das Internet zu erreichen ist, wobei zunächst eine URL und ein Zugangscode auf anderem Wege zu übermitteln sind.

ShareDrop funktioniert ganz ähnlich, bietet lediglich etwas weniger Funktionen und eine verspieltere Oberfläche. Etwas umständlicher geht es mit ToffeeShare, das sich zudem auf die direkte Verbindung zweier Geräte beschränkt. Anstelle einer grafischen Darstellung der verfügbaren Geräte stellt es die Paarung nur mithilfe

eines automatisch generierten Zahlencodes, QR-Codes oder Links her. Die Bedienung aller drei Web-Apps gab im Test keinerlei Rätsel auf.

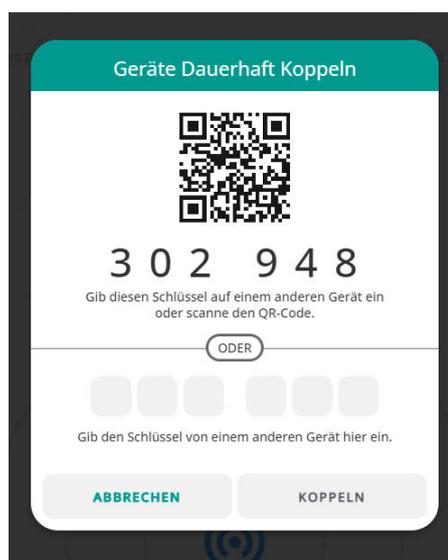
Installierbare Apps und Programme

Wer lieber mit einer installierten eigenständigen App arbeitet als im Browser, kann zu einem der drei anderen Testkandidaten greifen. Die Apps unterscheiden sich vor allem in der Bedienoberfläche. LocalSend öffnet ein übersichtliches Programmfenster, über das man einzelne Dateien oder komplette Ordner, URLs oder Textnachrichten mit wenigen Klicks oder Fingertipps an einen oder sogar gleichzeitig an mehrere Empfänger im selben lokalen Netzwerk versendet.

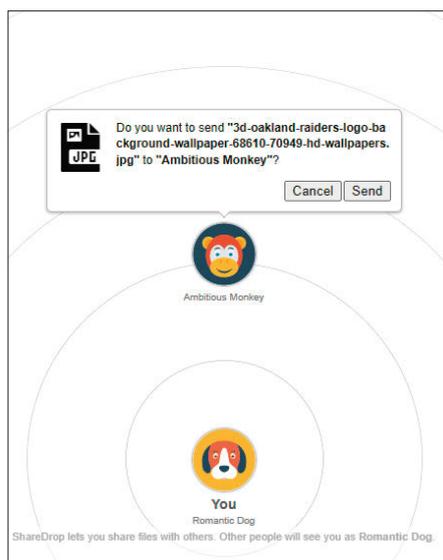
KDE Connect ist anders, als der Name vermuten ließe, nicht auf Linux-Versionen mit KDE-Desktop begrenzt. Das Pro-



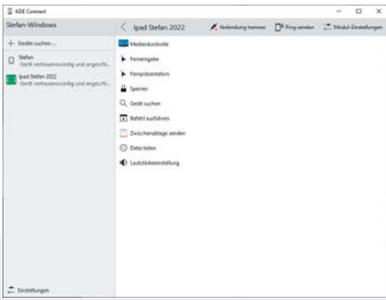
KDE Connect (im Bild: Android-App) enthält viele Funktionen, die über den Dateiversand hinausgehen, zum Beispiel die Fernsteuerung verbundener Geräte.



Manche Apps und Webanwendungen bieten Sonderfunktionen. So kann man bei PairDrop Geräte nach Eingabe eines Sicherheitscodes dauerhaft koppeln.



Einige der Programme vergeben verbundenen Geräten vermeintlich lustige Fantasienamen. Bei einigen kann man sie ändern, beim im Bild gezeigten ShareDrop nicht.



KDE Connect

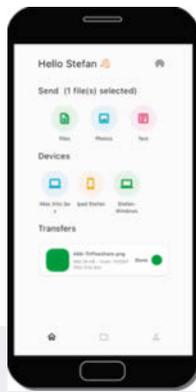
Zwar steht „KDE“ für eine Linux-Entwicklergemeinschaft, KDE Connect ist aber für alle gängigen Mobil- und Desktop-Systeme verfügbar. Lediglich für macOS existiert bislang lediglich eine nicht fertige Nightly-Version, aber mit Soduto (<https://soduto.com/>, ct.de/yy87) gibt es eine zu KDE Connect kompatible Mac-Anwendung. Nach dem Programmstart findet man Soduto als kleines Programmicon in der Menüleiste am oberen Bildschirmrand.

KDE Connect unterstützt Peer-to-Peer-Verbindungen zwischen zwei Geräten, die man zunächst manuell koppeln muss: Dazu klickt/tippt man in der Geräteliste auf das gewünschte Gerät und wählt im Dialogfenster „Pair“. Die Gegenseite muss der Kopplung zustimmen.

In unserem Test fand KDE Connect andere Geräte im lokalen Netzwerk nicht immer zuverlässig. Mit einem Klick auf das Drei-Punkte-Menü und „Refresh directory“ hilft man nach. Gestolpert ist das Programm auch über unsere 7 GByte große Testdatei. Nicht nur, dass der Transfer nicht klappte; das Programm blieb auch eine Fehlermeldung schuldig.

Das Versenden von Dateien an andere Geräte ist nur eine von vielen Funktionen von KDE Connect. Das Spektrum reicht vom Versenden der Inhalte der Zwischenablage bis hin zur Remote Steuerung von Präsentationen. So kann beispielsweise ein iPhone systemübergreifend als Fernsteuerung für Präsentationen unter Windows oder Linux dienen.

- Open Source
 - großer Funktionsumfang
 - Probleme mit sehr großen Dateien
- Preis: kostenlos



LANDrop

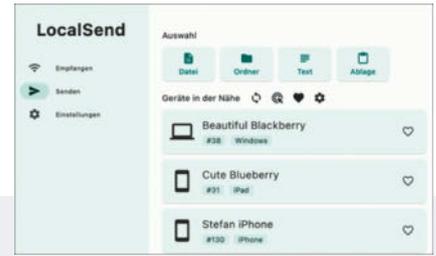
LANDrop ist als Open-Source-Anwendung in den App-Stores für Android und iOS sowie auf der Herstellerseite für Windows, MacOS und Linux erhältlich. Damit lassen sich nicht nur einzelne Dateien, sondern auch Verzeichnisse sowie Textnachrichten versenden. Der Name deutet es schon an: Der Transfer funktioniert nur innerhalb desselben lokalen Netzwerks.

Auf mobilen Geräten präsentiert sich die Anwendung mit einer aufgeräumten Oberfläche in moderner Optik. Die Desktop-Version wirkt hingegen etwas altbacken, gibt aber keine Rätsel auf. LANDrop findet schnell und verlässlich alle Geräte, die sich im selben WLAN befinden und auf denen LANDrop ebenfalls geöffnet ist. Die in der Liste zusammengetragenen Namen übernimmt die Anwendung automatisch aus den Systemeinstellungen der Geräte. Den eigenen Namen kann man in den Einstellungen zu LandDrop ändern.

Auf dem Desktoprechner wartet LANDrop in Form eines kleinen weißen Paketsymbols auf Arbeit, im Infobereich von Windows oder beim Mac in der Menüleiste rechts oben. Unter iOS und Android ist LandDrop zusätzlich in das systemeigene Teilen-Menü integriert. Das macht es auf Mobilgeräten besonders einfach, Fotos, Dateien und Ordner zu versenden.

In den Einstellungen kann man vertrauenswürdige Absender festlegen. Zusendungen von diesen Geräten führt LANDrop ohne weitere Anfrage oder Bestätigung aus. Zur Datenverschlüsselung macht LANDrop keine näheren Angaben.

- Open Source
 - komfortabel auf Mobilgeräten
 - Verschlüsselung unklar
- Preis: kostenlos



LocalSend

Die Open-Source-Anwendung gibt es für Windows, macOS, iOS, Linux, Android und Amazon Fire OS. Wie der Name schon verdeutlicht, erfolgt der Austausch von Dateien und Nachrichten ausschließlich im lokalen Netzwerk.

Die Desktop-Programme sowie mobilen Apps gefallen mit einer klaren und modernen Bedienoberfläche samt übersichtlicher Liste aller im lokalen Netz vorhandenen Geräte, auf denen das Programm läuft. Gegebenenfalls muss man sie über die zugehörige Schaltfläche aktualisieren. Unter iOS und Android ist LocalSend auch als Ziel für die jeweilige Teilen-Funktion erreichbar. Etwas irritierend sind lediglich die automatisch vergebenen Fantasienamen, die jeder Teilnehmer aber über die Einstellungen ändern kann.

Praktisch ist, dass man mit LocalSend eine oder mehrere Dateien in einem Schritt an mehrere Empfänger senden kann (One-to-many). Der Weg führt über das „Zahnrad“ in der Zeile „Geräte in der Nähe“ mit zwei Möglichkeiten: „Mehrere Empfänger“ erreicht Geräte mit installiertem LocalSend; „per Link teilen“ erzeugt eine URL nebst QR-Code, über die Empfänger ohne installiertes Programm die Dateien per Browser empfangen können. Um die Freigabe nicht für jeden Empfänger einzeln bestätigen zu müssen, lässt sich die automatische Annahme von Anfragen aktivieren. Der Quicksave-Modus erlaubt es, Dateien ohne Bestätigung durch den Empfänger zu verschicken, was in einer vertrauenswürdigen Umgebung praktisch sein kann.

- eingängige Bedienung
 - One-to-many-Versand
 - nur im LAN
- Preis: kostenlos



PairDrop

Die Browser-Anwendung PairDrop versendet einzelne Dateien, ganze Ordner und auch Textnachrichten – wenn man weiß, dass man dazu den Empfänger mit der rechten Maustaste anklicken oder dessen Symbol auf Mobilgeräten länger antippen muss.

PairDrop verbindet sich auch mit Clients außerhalb des lokalen Netzwerks. Dazu richtet man einen temporären „öffentlichen Raum“ oder eine dauerhafte Kopplung ein. Die Datenübertragung erfolgt dann unverändert Peer-to-Peer.

Die dafür erforderlichen Zugangsdaten (QR-Code oder Zeichenfolge) generiert man mit Klick auf das Symbol der Personengruppe oder das Verketzungssymbol. Die Verbindungspartner scannen den QR-Code oder öffnen das gleiche Fenster und geben die vom Absender mündlich oder anderweitig übermittelte Zeichenfolge ein. Für den Zugang per Link kopiert ein Klick auf den QR-Code die Adresse in die Zwischenablage. Über zusätzliche Buttons kann man einen öffentlichen Raum verlassen oder die Kopplung wieder aufheben.

Die vom System zufällig vergebenen, meist wenig hilfreichen Nicknames („Red Whitefish“) kann man zum Glück ändern, um sich auf den verbundenen Geräten zu identifizieren.

Was uns fehlt, ist die Möglichkeit, eine Datei gleichzeitig an mehrere Empfänger zu senden. Probleme gab es in unseren Tests mit dem Safari-Browser, der andere PairDrop-Teilnehmer im lokalen Netz nicht fand. Grund dafür ist das aktivierte „Private Relay“, das im Abo von iCloud+ enthalten ist und die IP-Adresse verbirgt.

- 👉 Open Source
 - 👉 nicht auf das LAN begrenzt
 - 👎 kein Versand an mehrere Empfänger
- Preis: kostenlos



ShareDrop

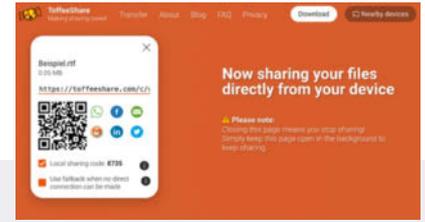
Die Open-Source-Web-App ShareDrop von Szymon Nowak verbindet Clients im lokalen Netz mit Arbeitsstationen entfernter Netzwerke. Die etwas verspielt wirkende Oberfläche stellt jedes Gerät mit einem Avatar und einem automatisch generierten Nickname dar. Beides lässt sich nicht ändern.

Entgegen der Beschreibung gelang es uns im Test nicht, ShareDrop dazu zu bewegen, Geräte im lokalen Netz zu finden, auf denen wir die Webseite geöffnet hatten. Eine Verbindung zu Geräten im selben LAN/WLAN konnten wir nur über den Mechanismus herstellen, der eigentlich für entfernte Netze gedacht ist: Nach einem Klick auf das Pluszeichen-Symbol oben rechts generiert ShareDrop einen QR-Code und einen Verbindungslink, den man den Verbindungspartnern übermitteln muss. Dabei ist darauf zu achten, kein weiteres Mal auf das Symbol zu klicken, weil ShareDrop dann komplett neue Links und Codes erzeugt.

Nachdem der Empfänger den Link im Browser aufgerufen hat, erscheint sein Symbol zusammen mit dem des Absenders auf der Seite. Der klickt den Empfänger an, wählt die zu sendende Datei und wartet auf die Bestätigung des Empfängers. ShareDrop versendet nur einzelne Dateien; komplette Ordner oder andere Inhalte wie Textnachrichten unterstützt die Web-App nicht.

Wenig vertrauenserweckend: Ein Blick auf die Github-Projektseite, die man über einen Klick auf das unscheinbare Fragezeichen rechts oben erreicht, offenbart, dass die letzten Aktualisierungen des Programms schon einige Jahre zurückliegen.

- 👉 LAN plus Internet
 - 👎 findet keine Geräte im LAN
 - 👎 funktionsarm
- Preis: kostenlos



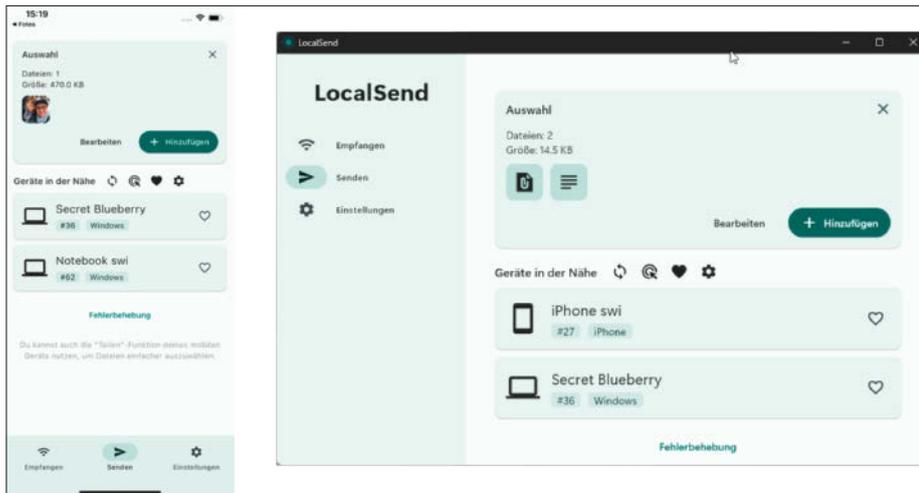
ToffeeShare

ToffeeShare gibt es als Browser-Anwendung und für Windows und Android zusätzlich als separate App; eine iOS-Version ist angekündigt. Das Programm beschränkt sich auf die Übertragung einzelner Dateien zwischen zwei Geräten. Der Hersteller gibt an, dass es keine Größenbeschränkung gibt, schränkt aber ein, dass es beim Safari-Browser zu Problemen mit sehr großen Dateien kommen kann. Sender und Empfänger können sich im selben lokalen Netz befinden oder über das Internet verbunden sein.

Eine automatisch generierte Übersicht anderer Geräte im LAN gibt es nicht. Die Kopplung initiiert man immer über einen vom Programm erzeugten QR- oder Nummerncode. Gerade letzteres ist etwas umständlich und nicht selbsterklärend. Im Fenster mit dem QR-Code klickt man zunächst auf „Share with nearby devices“, woraufhin an selber Stelle ein vierstelliger Code erscheint. Daraufhin öffnet man toffee-share.com auf dem Zielgerät, wählt dort „Nearby devices“ und tippt die Ziffernfolge ein. Nach einem erfolgreichen Dateitransfer schließt ToffeeShare den Dialog mit dem QR- und Zahlencode; für weitere Transfers an andere Empfänger muss man alle Schritte wiederholen.

Der Hersteller verspricht eine Ende-zu-Ende-Verschlüsselung und betont zudem die DSGVO-Konformität. Gut gefallen hat uns der Blog und die FAQ auf der Webseite, die über technische Hintergründe informiert, Tipps gibt und kommende Funktionen ankündigt.

- 👉 LAN plus Internet
 - 👎 etwas umständlich
 - 👎 versendet nur Einzeldateien
- Preis: kostenlos



LocalSend gefällt sowohl in den Desktop- (rechts) als auch App-Versionen (links) mit einer modernen und leicht verständlichen Bedienoberfläche.

gramm geht in seinem Funktionsumfang weit über das Versenden von Dateien hinaus: Es erlaubt auch Fernsteueraktionen, etwa die Steuerung des Mauszeigers eines verbundenen Desktop-Rechners mit dem Touchscreen des Smartphones, ist aber auch deutlich komplexer zu konfigurieren und zu bedienen als die anderen beiden installierbaren Testkandidaten. Die Desktop-Versionen von LANDrop ziehen sich zunächst dezent in den Benachrichtigungsbereich von Windows beziehungsweise die Menüleiste von macOS zurück und lassen sich über die Kontextmenüs bedienen.

In puncto Datensicherheit überträgt LocalSend die Daten verschlüsselt und verwendet dazu das HTTPS-Protokoll zusammen mit dem TSL/SSL-Zertifikat, das auf jedem Gerät dynamisch generiert wird. KDE Connect setzt ebenfalls auf eine TLS-Verschlüsselung. LANDrop verweist zur Verschlüsselung und Authentifizierung zwar auf Militärqualität („military-grade“), schweigt sich über Details aber aus.

Stresstest

Die in unseren Tests übermittelte Übertragungsgeschwindigkeit lag bei allen

Programmen deutlich unterhalb des rechnerisch möglichen. Beim Versand von einzelnen Fotos oder Office-Dateien dürfte das verschmerzbar sein. Eine gut 7 GByte große Videodatei via WLAN von einem iMac zu einem Windows-Rechner zu schicken, dauerte allerdings, je nach Programm und WiFi-Standard (siehe Tabelle unten), zwischen knapp 8 und über 15 Minuten. Dabei muss man darauf achten, dass Desktop-Rechner und Mobilgeräte nicht in einen Energiespar- oder Ruhemodus wechseln. An der Größe störte sich nur einer der Kandidaten: KDE Connect verweigerte die Übertragung der Videodatei, allerdings ohne Hinweis oder Fehlermeldung.

Fazit

Alle Programme eignen sich, um einzelne Dateien plattformübergreifend und ohne Zwischenhalt auf einem Fremdserver von einem Gerät zu einem anderen zu schicken. Befinden sich Sender und Empfänger im selben lokalen Netzwerk, egal ob per Ethernet oder WLAN angebunden, eignen sich alle Kandidaten. Sollen die Daten über das Internet verschickt werden, muss man zu einem der drei Webtools PairDrop, ShareDrop oder ToffeeShare greifen und mit einer etwas umständlicheren Handhabung leben, weil dafür zuerst Links an den oder die Empfänger zu verschicken sind.

Die auf Desktop-Rechnern und Mobilgeräten installierbaren Programme

Peer-to-Peer-Dateiübertragungstools

	KDE Connect	LANDrop v2	LocalSend	PairDrop	ShareDrop	ToffeeShare	
Hersteller, URL	KDE, kdeconnect.kde.org	SkyArc LLC, Open Source, landrop.app	Tien Do Nam, localsend.org	OpenSource, GitHub/schlagmichdoch, pairdrop.net	Szymon Nowak, sharedrop.io	Dirk de Boer, toffeeshare.com	
Systeme	Windows ab 10, macOS Silicon (k.A.), macOS Intel (k.A.), Linux, iOS ab 14, Android ab 5	Windows ab 7, macOS ab 14 (Silicon), ab 10.15 (Intel), Linux, iOS ab 12, Android ab 5	Windows (k.A.), macOS ab 11, Linux, iOS ab 11, Android ab 5	aktueller Webbrowser	aktueller Webbrowser	aktueller Webbrowser, Windows ab 10, Android (k.A.)	
Funktionen							
Browser / eigenständige App	- / ✓	- / ✓	- / ✓	✓ / -	✓ / -	✓ / ✓	
Fotos / Filme	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	
Dateien / Ordner / Textnachrichten / Zwischenablage	✓ / ✓ / - / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / -	✓ / - / - / -	✓ / - / - / -	
One-to-many-Filesharing	-	-	✓	-	-	-	
Drag & Drop	-	✓	✓	✓	✓	✓	
Internetverbindung erforderlich	✓	-	-	✓	✓	✓	
Verschlüsselung	TLS	„military-grade“ (k.A.)	HTTPS / TSL	webRTC	webRTC	webRTC	
Tempo (7,1 GB-Datei) Wi-Fi 4 / Wi-Fi 5 (mm:ss)	(Fehler) / (Fehler)	13:30 / 7:48	13:37 / 7:52	14:13 / 10:02	15:37 / 11:45	13:31 / 8:40	
Wertung							
Funktionen	⊕⊕	⊕	⊕	⊕	○	○	
Bedienung	⊕	⊕⊕	⊕	⊕	⊖	○	
Preis	kostenlos	kostenlos	kostenlos	kostenlos	kostenlos	kostenlos	
✓ vorhanden	- nicht vorhanden	k.A. keine Angabe	⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend	⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht

KDE Connect, LanDrop und LocalSend funktionieren nur im lokalen Netz, sind in der Bedienung aber etwas komfortabler. Das gilt besonders für die Mobil-Apps von LanDrop und LocalSend, weil sie sich in den Teilen-Mechanismus von iOS und Android einbetten.

Unterschiede gibt es außer bei der Bedienung vor allem in Sachen Zusatzfunktionen. So erlaubt beispielsweise LocalSend den parallelen Versand von Dateien an mehrere Empfänger, KDE Connect bietet über den Datentransfer hinaus auch Fernsteuerung von Rechnerfunktionen und Medienwiedergabe.

(swi@ct.de) 

Literatur

- [1] Holger Bleich, Cloud-Postfächer, Große Dateien kostenlos und schnell verschicken, c't 7/2020, S. 116

Downloads und Zusatzinfos: ct.de/yy87

WebRTC

Obwohl es sich bei PairDrop, ShareDrop und ToffeeShare um Webanwendungen handelt, erfolgen die Kommunikation und der Datentransfer direkt zwischen Sender und Empfänger (Peer-to-Peer oder kurz: P2P), ohne den Umweg über einen Cloudspeicher. Basis einer solchen P2P-Verbindung ist das quelloffene WebRTC-Protokoll (Web Real-Time Communication), das die Daten via User Data Protocol (UDP) überträgt und auf dem Transportweg mit dem DTLS-Protokoll (Datagram Transport Layer Security) verschlüsselt, um gegen Abhören und Manipulation zu schützen. WebRTC ist mittlerweile in allen modernen Browsern implementiert und funktioniert mit allen stationären wie mobilen Betriebssystemen.

Eine Übersicht, welche Browser eine WebRTC-Unterstützung in welcher Ver-

sion enthalten, finden Sie auf der Seite caniuse.com (ct.de/yy87).

Damit sich die Clients über das Internet finden, fungiert ein externer WebRTC-Signalserver als Vermittler. Die dafür notwendigen öffentlichen IP-Adressen und Ports der Clients ermittelt ein STUN-Server (Session Traversal Utilities for NAT), der jedem Client auf Anfrage seine öffentliche IP-Adresse mitteilt, selbst wenn sich der Client beispielsweise hinter einer FritzBox in einem lokalen Netzwerk befindet. Die Übertragung über Firewall- und NAT-Grenzen hinaus übernimmt ein TURN-Server (Traversal Using Relays around NAT), mit dem sich die Clients verbinden. Der TURN-Server leitet die Daten nur durch, speichert sie aber nicht zwischen. Einen detaillierten Einblick in das WebRTC-Protokoll liefert die Seite webrtc.org

10. Oktober 2024

Wärmepumpentechnik für Einsteiger

Technik verstehen

Machbarkeit prüfen

Angebote beurteilen


WEBINAR



Jetzt informieren:

webinare.heise.de/waermepumpen



Bild: TSG ResearchLab

Alle Spielerdaten im Griff

Sensoren und Positionstracker ermitteln das Potenzial von Bundesligaprofis

Im Training und im Spiel zeichnen GPS-Tracker, Kameras und Herzfrequenzsensoren die Leistungsdaten von Bundesligaprofis minutiös auf. Damit weiß der Trainer jederzeit, was seine Spieler noch draufhaben und wer für den Tag bereits ausgepowert ist.

Von Arne Grävemeyer

Bundesligavereine, die viel in ihre Fußballspieler investieren, beobachten voller Interesse, wie sich deren körperliche Leistungsfähigkeit entwickelt. Wer ein echter Profi ist, der kann sich nicht hinter müden Ausreden verstecken: Der Trainerstab und die sportphysiologische Abteilung fiebern mit, wenn es um die körperliche Entwicklung der Spieler geht, und suchen gemeinsam nach Wegen, das sportliche Potenzial zu bestimmen und ganz zu entfalten.

Ein zentraler Punkt ist es dabei, die körperlichen Leistungsdaten zu erheben. In den meisten Profi-Clubs gehört es heute dazu, dass die Spieler Brustgurte oder

Sportwesten auf dem Trainingsplatz und im Spiel tragen. Üblich ist beispielsweise der Kinexon-Sport-Bra, der am Rücken zwischen den Schulterblättern ein Täschchen für einen GPS-Tracker bietet. Dieses Gerät funkt seine Daten an einen Hub, der sie in die Cloud überträgt, sodass das Trainerteam per iPad und Kinexon-Analyse-Software direkt auf die aktuellen Daten aller seiner Spieler zugreifen kann. Noch feinere Koordinaten liefert ein LPS (Local Positioning System) auf dem Trainingsplatz. Das LPS nutzt vier Sensoren am Spielfeldrand, um die Spielerpositionen in einer Sporthalle oder auf einem eingegrenzten Platz besonders genau zu erheben. Der

ct kompakt

- Sensoren am Körper sowie Mess- und Kamertechnik am Spielfeldrand ermitteln heute präzise das Leistungspotenzial von Fußballprofis.
- Ein Athletenmanagementsystem führt alle Spielerdaten zusammen und verrät, welche Art von Training den größten Erfolg verspricht: individuell und für das ganze Team.
- Spielsimulationen sollen in Zukunft helfen, Erfolg versprechende Entscheidungen schneller und sicherer zu treffen.

zugehörige Tracker hat die Größe einer Streichholzschachtel und wiegt gerade einmal 15 Gramm.

Ein Bra loggt GPS und Herzfrequenz

Der Sport-Bra kann zusätzlich beispielsweise einen Herzfrequenzsensor von Polar aufnehmen. Beide Datenströme übergibt das System dann gemeinsam in die Cloud. „Das Tracking-System plus Herzfrequenzsensor lässt sich beispielsweise noch um ein Accelerometer erweitern, das Beschleunigungen sehr genau aufnimmt“, erklärt Stefan Altmann, Leiter der Abteilung für Leistungsdiagnostik und Fußballforschung am KIT (Karlsruher Institut für Technologie) sowie Geschäftsführer der TSG ResearchLab, ein unabhängiges, wissenschaftlich arbeitendes Tochterunternehmen der TSG Hoffenheim.

Auch das Spielerkommunikationssystem von Coachwhisperer, eine Sportweste mit Lautsprechern in den Schulterpolstern, sollte ursprünglich um verschiedene Biosensoren erweitert werden. Der Hersteller plante, In-Ear-Hörer für die Kommunikation zu entwickeln, die später einmal zusätzlich im Ohr die Herzfrequenz und andere Körperdaten messen sollten (siehe ct.de/y73y). Diese Entwicklung liegt derzeit aber auf Eis, wie das Unternehmen auf c't-Anfrage mitteilte. Stattdessen plane man heute, als nächsten Entwicklungsschritt eine Dolmetscher-KI für internationale Talente einzubauen.

Allein die Positionsdaten des Kinexon-Sensors geben schon Auskunft über Laufstrecken, Laufwege, Sprints und beschleunigende Antritte und unterstützen damit das Belastungsmonitoring am Spielfeldrand. Die Laufwege können die Experten zudem für Taktikanalysen heranziehen.

Der gleichzeitig ermittelte Verlauf der Herzfrequenz gibt zusätzlich direkt auf dem Platz Aufschluss über die Leistungsfähigkeit. Herzfrequenzverläufe bei standardisierten Laufübungen offenbaren die aerobe Ausdauer, also die Leistung unter kontinuierlicher Belastung. Die Verläufe bei Sprints und Beschleunigungen liefern Hinweise auf die Kraft- und Schnelligkeitseigenschaften eines Spielers, das sogenannte Force-Velocity Profile. Der Trainer kann daran erkennen, ob ein Spieler bei Sprüngen oder Sprints eher ein Kraft- oder ein Geschwindigkeitsdefizit aufweist, und den individuellen Übungsplan darauf abstimmen.

Großer Datenpool und Analysen

Es ist bekannt, dass die TSG Hoffenheim durch die Unterstützung des SAP-Mitbegründers Dietmar Hopp eine besondere Verbindung zum großen deutschen Softwarehaus SAP hat. So ist der Verein auch ein ausgesprochener Early Adopter des Athletenmanagementsystems SAP Sports One – bereits seit dessen Entwicklung 2015. „Dieses System nutzen wir zunächst einmal als umfassende Datenbank für sämtliche Spielerdaten“, berichtet Christian Kloss, Koordinator Leistungsdiagnostik bei der TSG. Nur ein Teil davon sind die Tracking- und Körperdaten aus dem Kinexon-Bra und deren erste Analysen, wie etwa die Anzahl und die Weite der Sprints im Training und im Spiel, Richtungswechsel, Zeiten in Geschwindigkeitszonen sowie die damit verbundenen Herzfrequenzen.

Hinzu kommen die turnusmäßig vorgenommenen Belastungsdiagnostiken,

die bei den Spielern wahrscheinlich nur mäßig beliebt sind. Etwa zweimal im Jahr müssen sie in diesem Rahmen an ihre Grenzen gehen. Dazu zählen Sprints über fünf Meter, die die Antrittsfähigkeit widerspiegeln, und Linearsprints über 30 Meter, die die maximale Sprintgeschwindigkeit offenbaren. Im Trainingszentrum gibt es dafür fest eingerichtete Sprintstrecken, die mit Doppellichtschranken versehen sind. Kraftmessplatten nehmen die Kraft bei verschiedenen Sprüngen auf und verraten so die maximale Kraft, die unterschiedliche Beinmuskulgruppen entwickeln. Spiroergometrie, also die Atemgasanalyse bei langanhaltender Belastung, liefert Werte für die Ausdauer des Athleten, Laktat-Tests unterfüttern diese Daten mit den Blutwerten. Zusätzlich hilft bei manchen Bundesligavereinen der regelmäßige Piek in den Finger, um per Kreatinkinase-Bestimmung den Belastungs-Erholungs-Zustand eines Spielers zu erfassen.

Auch die Ergebnisse dieser Tests fasst SAP Sports One übersichtlich zusammen. Aus vielen Hundert Parametern definieren und berechnen die Sportphysiologen sogenannte Key Performance Indicators (KPIs), die zum Beispiel die Schnelligkeit eines Spielers, seine Ausdauer und seine Sprungkraft beschreiben. Schließlich gehen auch medizinische Befunde und die Verletzungsgeschichte der Sportler in die Datenbank ein. Die SAP-Zugriffsrechteverwaltung sorgt dafür, dass die Verantwortlichen nur die Daten einsehen können, die sie für ihre Arbeit brauchen; der Trainer bekommt nicht denselben Einblick wie der Mannschaftsarzt. Zusätzlich zu Sports One setzt die TSG das SAP-Visualisierungs-Tool Analytics Cloud ein, um Dashboards und spezifische Analysen anzufertigen. So erhält das Management einen Überblick über die Gesamtfitness

Der Sport-Bra trägt in einem Täschchen zwischen den Schulterblättern einen GPS- oder LPS-Tracker, der Positionsdaten und Beschleunigungswerte sowie gegebenenfalls die Messwerte eines Herzsensors live in die Cloud überträgt.



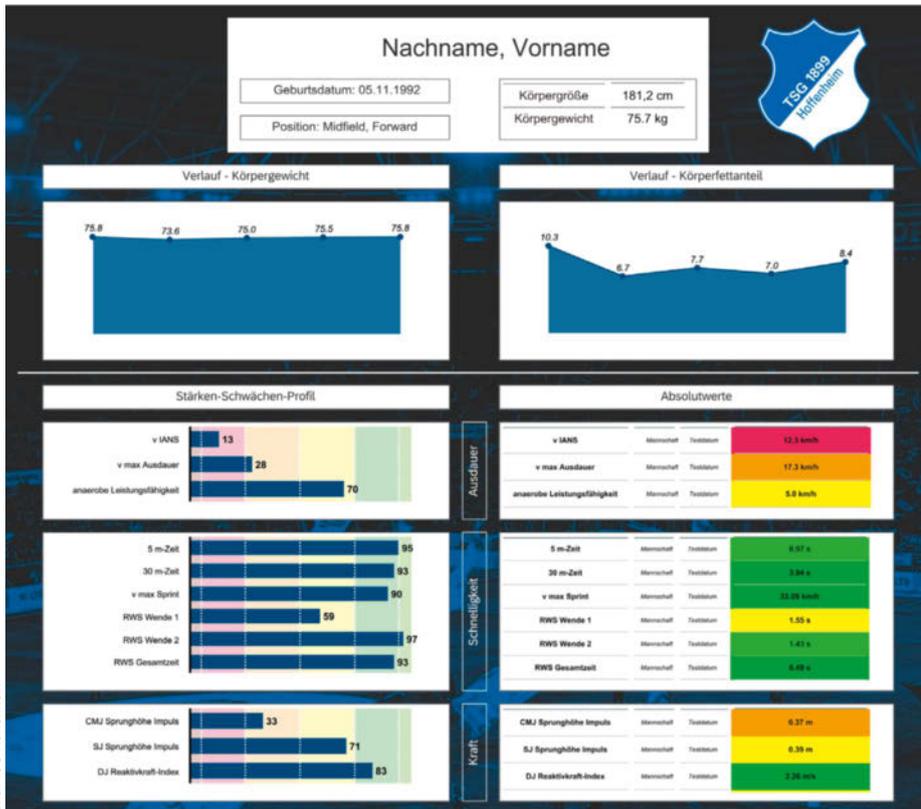


Bild: TSG Hoffenheim

Das Athletenmanagementsystem Sports One bereitet die Leistungsdaten eines Sportlers auf, veranschaulicht zeitliche Entwicklungen und erlaubt Vergleiche untereinander und mit dem Team-Durchschnitt.

der Mannschaft und Stärken-Schwächen-Profile der einzelnen Spieler, aus denen sich wiederum individuelle Trainingspläne ableiten lassen.

„Nach der ganzen Belastungsdiagnostik, meist zu Beginn der Saison und zu Beginn der Rückrunde, wissen wir, wie groß der Motor des Spielers ist, was man von ihm erwarten kann und was nicht“, schildert Kloss. Mit diesem Wissen kann der Übungsleiter das Training so planen, dass er seine Sportler weder unter- noch überfordert. Das kann auch dazu führen, dass der Trainerstab während einer Partie am Spielfeldrand die aktuellen Daten des Kinexon-Sport-Bra eines Spielers auf dem iPad durchsieht: die Anzahl der Sprints, die Länge der Wege, die Zeiten, die der Proband schon im „roten Herzfrequenzbereich“, also am Leistungslimit gespielt hat. In diesen Phasen sammelt sich Laktat in den Muskeln an, die Beine werden schwer. Mit Blick auf die Spieldaten des Sportlers entscheidet der Trainer dann, ob es Zeit ist, den Spieler auszuwechseln, oder ob dieser wohl noch Reserven hat.

Ein Wunsch von Kloss ist es, mit dem umfangreichen Datenbestand künftig auch die Gefahr von Verletzungen einzu-

schätzen: „Bereits heute können wir von der Jugend bis zur Profiabteilung sehen, wer sich wann und wo verletzt hat.“ Nun könne man beispielsweise abfragen, wie viele Kreuzbandverletzungen in der Saison 2023/24 aufgetreten sind. Entstanden die hauptsächlich bei Körperkontakt oder ohne? Vorwiegend auf dem Untergrund Rasen, auf Kunstrasen oder auf Hallenboden? Je genauer die Daten eingepflegt worden sind, desto genauer könne das Athletenmanagementsystem über die Risiken Auskunft geben und helfen, diese zu minimieren.

Außer SAP, dessen Sports One in der deutschen Bundesliga beispielsweise auch der FC Bayern München und Hertha BSC einsetzen, gibt es weitere Anbieter von Athletenmanagementsystemen. Bereits 2013 brachten die kalifornischen Kitman Labs ein eigenes System heraus. In der ersten Bundesliga zählt Bayer Leverkusen zu den Anwendern. Aus Australien kommt Smartabase von Fusion Sport. Dieses System ist ursprünglich entwickelt worden, um die Leistungsfähigkeit von Soldaten einzuschätzen. Heute dient es dem Athletenmanagement in ganz unterschiedlichen Mannschaftssportarten weltweit.

Spielertracking per Kamera

Für ausgefeilte Taktikanalysen genügen allein die aufgezeichneten Laufwege aus dem mannschaftsinternen GPS-Tracking allerdings nicht, denn diese Daten sparen naturgemäß die Positionen der Gegenspieler und des Balls aus. Diese Informationen liefert in der deutschen Bundesliga exklusiv das offizielle Tracking von Sportec Solutions, einer Tochter der Deutschen Fußball Liga e.V. (DFL). Dafür sind in jedem Stadion der ersten und zweiten Bundesliga 16 bis 20 Kameras platziert. Eine Software berechnet aus allen Kamerabildern 25 mal pro Sekunde die Position jedes Spielers sowie des Balls und auch deren Geschwindigkeiten.

Auf diese Daten plus zahlreiche Analysen können die Vereine online über den Match Analysis Hub zugreifen, auf einige sogar schon während der Partie. Zu den integrierten Analysen zählen beispielsweise die Zahl der Sprints eines Spielers, die Laufleistung der gesamten Mannschaft und sogar Auskünfte darüber, auf welcher Höhe sich die Abwehrkette bewegt oder wie nah die Verteidiger an ihren Gegnern dran sind.

„Die Daten aus dem Spielertracking mittels Videoanalyse sind derzeit der Goldstandard, es hat sich gezeigt, dass dagegen die GPS-Systeme etwas ungenauer arbeiten“, sagt der KIT- und TSG-ResearchLab-Wissenschaftler Altmann. Zumal die GPS-Daten ja auch nur die eigene Mannschaft abdecken. Dafür funktioniert das GPS-System aber auch außerhalb offizieller Spiele sowie an vielen verschiedenen Orten. Die Daten aus der Videoerfassung für die DFL fließen letztlich auch in das SAP-Athletenmanagementsystem Sports One ein und lassen sich so für Taktikanalysen nutzen oder um Spielsituationen in Simulationen nachzubauen.

Ein letztes Manko der auf Videoerfassung beruhenden Spieldaten von Sportec Solutions ist, dass sie keine Informationen zur Orientierung der Spieler liefern, Altmann spricht in diesem Zusammenhang von „Skelettdaten“. Die benötigen die Wissenschaftler aber, um möglichst realistische Spielsimulationen nachzubauen, ein hochaktuelles Projekt des TSG ResearchLab. Dafür nutzen sie ein System aus Hochgeschwindigkeitskameras der Sony-Tochter Hawk-Eye. Bereits 2015 hat das Unternehmen 14 Kameras für seine Torlinientechnik im Hoffenheimer Stadion installiert. Hawk-

Eye meldet sich beim Schiedsrichter, wenn der Ball die Torlinie im vollen Umfang überwunden hat, und hält ihn so davon ab, sogenannte Phantomtore zu pfeifen. Die jüngste Neuentwicklung von Hawk-Eye ist nun eine KI-Analyse zur Gliedmaßenerkennung, SkeleTrack genannt. Bei diesem Modul erkennt künstliche Intelligenz in den Videobildern die Körperhaltung jedes Spielers und ermöglicht es damit, deren Bewegungen detailliert zu analysieren.

Kognitives Training im 360-Grad-Kino

Bereits seit Jahren entwickelt das TSG ResearchLab ein interaktives Rundum-Kino für kognitive Tests: die „Helix Arena“. Darin erforschen die Wissenschaftler das Entscheidungsverhalten von Spielern und entwickeln Trainingsprogramme für taktisches Lernen. Der Proband betritt diesen Raum mit einem Controller in der Hand, über den er Menüs auf der gewölbten Projektionsfläche auswählen und in verschiedenen Übungen möglichst schnell bewegliche Ziele markieren soll.

Seit 2019 entwickelt das TSG ResearchLab die Helix Arena gemeinsam mit dem österreichischen Unternehmen SportsTec weiter, einer Tochter des Messinstrumentenbauers Anton Paar. Daraus ist das Skills.lab Studio entstanden, das SportsTec seit 2020 vertreibt. Dabei handelt es sich um einen Raum mit kreisförmigem Grundriss und einem Durchmesser von sechs Metern. Der Ein- und Ausgang ist so gestaltet, dass er die nahtlose 360-Grad-Projektion nicht stört. Beamer projizieren die Spielumgebung an die Zylinderinnenwände.

Das Skills.lab Studio ist nicht zu verwechseln mit der deutlich aufwendigeren Skills.lab Arena. Dabei handelt es sich um einen Raum, ebenfalls mit Projektionstechnik und Audioatmosphäre, der für konzentriertes Balltraining geschaffen worden ist. Vier Ballmaschinen simulieren Pässe auf den Punkt, mit einstellbarer Schussgeschwindigkeit. Aufleuchtende Wandsegmente verlangen vom Spieler gezielte Schüsse, deren Treffsicherheit von Lasersensoren auf zwei bis drei Zentimeter genau vermessen wird. Ein zweites System mit vergleichbaren Möglichkeiten ist der Footonaut des Berliner Herstellers CGoal.

Die jüngste Weiterentwicklung der Helix Arena in Hoffenheim besteht nun darin, dass aus den Spieldaten des Hawk-Eye-Systems komplette Spielsituationen

realistisch nachgebaut werden. Der Anwender kann dann das Geschehen auf dem Platz nicht nur aus der Vogelperspektive betrachten oder von festgelegten Positionen aus. Ebenso nimmt er eine beliebige Spielerperspektive ein und betrachtet von dort aus einen Spielzug. Mit diesem Projekt wollen die Forscher der TSG ResearchLab das taktische Lernen untersuchen, wenn Spieler entscheidende Spielsituationen immersiv durchleben. So könnten Profis in Zukunft besonders gute Spielzüge und Spielentscheidungen nachvollziehen oder auch missglückte Spielzüge hautnah miterleben und so aus Fehlern lernen.

In einem weiteren Schritt ist es mit dieser Technik sogar vorstellbar, Spieler in typischen Spielsituationen vor Entscheidungen zu stellen. Sie müssten dann beispielsweise mit dem Contoller auswählen, wohin sie einen Ball in der dargestellten Situation spielen wollen. Eine virtuelle Spielmechanik könnte dann die Entscheidung auf ihre Erfolgsaussichten hin bewerten.

Taktikanalyse künftig per KI?

In Zukunft sieht Altmann eine Chance in der Entwicklung von Algorithmen, die Spielsituationen und insbesondere die Erfolgsaussichten einer Spielentscheidung bewerten: Ist es etwa sinnvoll, ein Dribbling zu wagen oder empfiehlt es sich eher, einen Pass zu versuchen? „Wenn ich zu einem Spiel die Videodaten verschiedener Kameras habe und dazu Taktikanalysen

vornehmen will, brauche ich dazu eine ganze Weile. Aber wenn ich einen guten Algorithmus habe, dann kann ich Hunderte und Tausende Spiele automatisiert komplett durchanalysieren, zeiteffizient und weniger fehleranfällig“, sagt Altmann. Das sei im Kommen. Bei Bundesligaverenien seien Datenanalysten derzeit schwer gefragt.

Ziel ist es, die Erfolgsaussichten jeder Spielsituation automatisiert zu bewerten, beispielsweise durch den Pressure Index, der den Druck auf die ballführende Mannschaft beziffert. Ebenso kann eine KI anhand von hunderttausend Pässen aus internationalen Datenbanken lernen, deren Qualität zu bewerten und beispielsweise anzugeben, mit welcher Wahrscheinlichkeit daraus in den kommenden Sekunden eine Strafraumszene oder ein gefährlicher Torschuss entsteht. Sensordaten und IT am Spielfeldrand helfen also nicht nur, Muskeln und Fitness des Profisportlers aufzubauen. In Zukunft werden aufwendige Anlagen und KI-Systeme wohl zusätzlich die mentale Stärke des Spielers trainieren. Dessen sichere und schnelle Entscheidungen könnten dann den Unterschied machen zwischen ideenlosem Spelaufbau und dem sprichwörtlichen Zug zum Tor. (agr@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Arne Grävemeyer, Du kannst noch, Wearables auf dem Fußballplatz liefern viele Trainingsdaten, c't 24/2022, S. 144



Bild: TSG Hoffenheim/Simon Hofmann

Kognitives Training in der Helix Arena, einem 360-Grad-Kino, mit dem der Spieler über einen Controller interagiert. In diesem Raum könnten Spieler künftig in Simulationen realer Matches eintauchen und lernen, spielscheidende Situationen einzuschätzen.



Bild: KI, Collage c't

Europas Sheriff sortiert noch Akten

Bei der Durchsetzung des Digital Services Acts ruckelt es

Ein Jahr, nachdem das große EU-Plattformgesetz für die größten Anbieter gilt, ist die Bilanz dürrig. Die behördliche Aufsicht ist noch löchrig und beschränkt sich meist darauf, erst einmal Informationen zu sammeln. Nur vereinzelt sind schon verbraucherfreundliche Änderungen zu beobachten.

Von Falk Steiner

Schon bevor der Digital Services Act (DSA) Ende 2022 in Kraft trat, ernannte sich Thierry Breton selbstbewusst zum Sheriff: Mit dem neuen Plattformgesetz werde der Wilde Westen im Internet beendet, verkündete der zuständige EU-Kommissar für den digitalen Binnenmarkt damals. Nun ist der DSA seit rund einem Jahr für die größten Anbieter voll wirksam, und die Mitgliedsstaaten haben ihn national größtenteils umgesetzt. Von Recht und Ordnung kann im wilden Social-Media-Westen aber noch lange nicht die Rede sein.

Im Kern führt der DSA ein Paradigma fort, das die EU bereits im Jahr 2000 mit der E-Commerce-Richtlinie etabliert hat:

Wer Inhalte von anderen öffentlich zugänglich macht, haftet dafür erst einmal nicht. Hat er aber Kenntnis über mögliche Rechtsverstöße, muss er handeln, indem er die Inhalte daraufhin prüft und gegebenenfalls den Zugang sperrt. Mit dem DSA legte die EU nun fest, dass Inhalte- und Produktanbieter gut zugängliche Meldewege vorhalten müssen, damit rechtswidrige Inhalte schneller verschwinden. Plattformbetreiber müssen für Gerichte, Behörden und nicht zuletzt für ihre Nutzer erreichbar sein.

Je nach Größe der Plattform sind die Pflichten abgestuft. Im Fokus der Regulierung stehen insbesondere die größten Plattformen (Very Large Online Platforms,

VLOPs) und Suchmaschinen (Very Large Online Search Engines, VLOSEs). Unter diese Kategorie fallen Dienste, die mehr als 45 Millionen monatlich aktive Nutzer in der EU verzeichnen. Bis zum 17. Februar 2023 hatten die angefragten Plattformen Zeit, ihre Nutzerzahlen bei der EU-Kommission zu melden, die Ende April zur Tat schritt und die ersten VLOPs und VLOSEs bekannt gab.

Zum Start hat sie Facebook, Instagram, X, LinkedIn, Pinterest, Snapchat, TikTok, YouTube und Wikipedia als VLOPs deklariert. Hinzu kamen einige Google- und Apple-Services, in denen Nutzer Kommentare hinterlassen können, die Suchmaschinen von Google und Bing, die Marktplätze von Amazon, AliExpress und Zalando und die Stores von Apple und Google. Seit August 2023, also nach einer Übergangsfrist von sechs Monaten, greifen die DSA-Regeln für diese Dienste.

Seit dem sind weitere Plattformen ebenfalls als besonders groß festgestellt worden. Insbesondere geht es um einige Pornoanbieter, die von sich aus bestätigten, mehr als 45 Millionen Nutzer in der EU zu haben. Unklar ist die Lage bei Telegram. Der Betreiber gab 41 Millionen Nutzer an, weshalb Telegram bislang von der EU-Kommission nicht als VLOP geführt wird. Dies verwundert viele Beobachter, denn der Gründer Pavel Durov erklärte jüngst stolz, dass Telegram noch in diesem Jahr weltweit mehr als eine Milliarde aktive Nutzer verzeichnen werde.

Neuer Plattform-Sheriff

Die europäischen Gesetzgeber wollten die Aufsicht zumindest über die größten Anbieter anders als bei der Datenschutz-Grundverordnung nicht autonomen Behörden der Mitgliedsstaaten überlassen. Deshalb hat sich die EU-Kommission im DSA de facto selbst ermächtigt, als Plattform-Sheriff aufzutreten. Dazu hat sie in ihrer Generaldirektion Connect eine eigene Abteilung geschaffen. Ende 2024 sollen dort 123 Mitarbeiter die großen Plattformen überwachen. Darunter sind Juristen ebenso wie Informatiker und andere Spezialisten für die Materie. 20 weitere arbeiten vom EU-eigenen Forschungszentrum für Algorithmtransparenz im spanischen Sevilla aus zu.

Doch bevor der DSA seine Zähne wirklich zeigen kann, wenn er sie denn hat, muss erst einmal viel Papier bewegt werden. Die Aufsichtsbehörde prüft derzeit vor allem Dokumente. Request for Information (RFI) heißt ihr derzeit wichtigstes DSA-

c't kompakt

- Der Digital Services Act reguliert seit rund einem Jahr die größten Plattformbetreiber, die sich nun unter Umständen gegen umstrittene Inhalte wenden müssen.
- Nicht jedes EU-Mitgliedsland hat bereits eine nationale Aufsichtsstelle benannt.
- Die EU-Kommission führt zwar erste Verfahren, beschränkt sich aber größtenteils noch darauf, sich einen Überblick zur Funktionsweise großer Plattformen zu verschaffen.

Instrument. Außerdem darf sie Zeugen vernehmen und sogar Hausdurchsuchungen anordnen. Doch bislang, so berichten Insider aus der EU-Kommission, besteht ein großer Teil der Arbeit noch darin zu verstehen, wie die Plattformen arbeiten, welche Mechanismen wie funktionieren und ob diese greifen. Allein die Fragen der Aufsicht führten demnach bereits dazu, dass Unternehmen möglicherweise rechtswidrige Arbeitsweisen änderten.

„Die Kommission hat ab der ersten Minute sehr viel Druck auf die Anbieter gemacht“, berichtet Jürgen Bering, der sich für die deutsche Gesellschaft für Freiheitsrechte (GFF) mit dem DSA beschäftigt. Der DSA räume kein Zensurrecht ein,

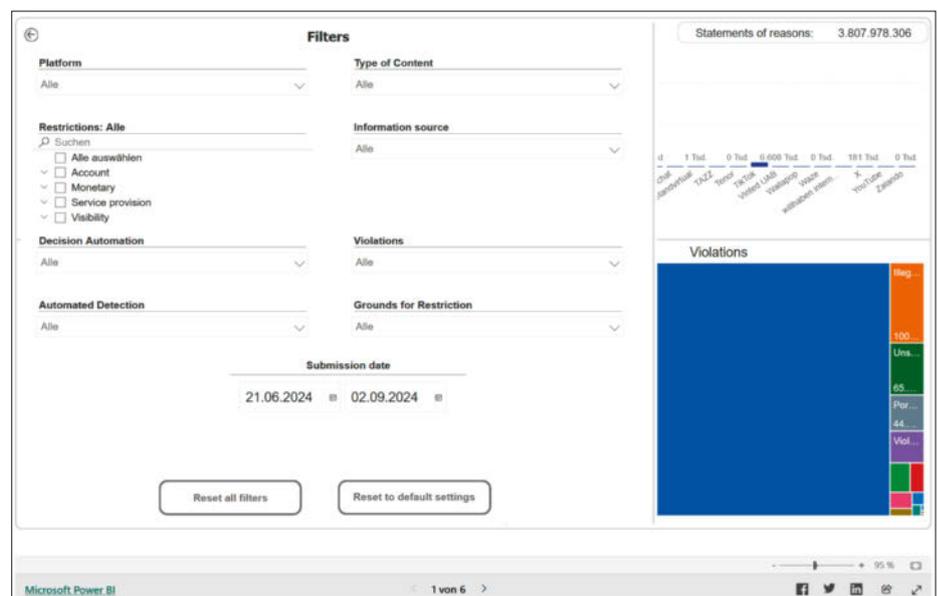
wie einige Skeptiker befürchteten. Das Gesetz schreibe zu konkreten Inhalten so gut wie nichts vor, sondern definiere lediglich Anforderungen an Verfahren und an die Transparenz der Anbieter. Es habe schon etwas bewirkt, meint Volljurist Bering: „Allein der Umstand, dass in den Wilden Westen geguckt wird und der Gesetzgeber gezeigt hat, dass man sich kümmert, verändert das Mindset sowohl bei Plattformen als auch bei Nutzern.“

Auch die EU-Kommission selbst zieht ein positives Zwischenfazit. Insbesondere, dass die großen Plattformen nun bessere und einfachere Möglichkeiten zum Melden möglicherweise illegaler Inhalte anböten, sieht man dort als einen schnellen Effekt des DSA. Auch, dass die Anbieter nun Begründungen für ihre Moderationsentscheidungen liefern, sei auf das EU-Gesetzeswerk zurückzuführen, erklärte eine Sprecherin gegenüber c't.

16 Milliarden Begründungen seien bis Ende August 2024 in der DSA-Transparenzdatenbank von den VLOPs hinterlegt worden. Allerdings gibt es bei der gewaltigen Zahl einen Schönheitsfehler: 14,5 Milliarden der Einträge stammen von einem einzigen Dienst, nämlich von Google Shopping. Dort sperrt Google offenbar automatisiert in großer Zahl Inhalte wegen Verstößen gegen die Allgemeinen Geschäftsbedingungen des Angebots.

Acht formelle Verfahren

Achtmal hat die EU-Kommission bislang bei Anbietern ein Fehlverhalten festgestellt



Die DSA-Transparenzdatenbank veröffentlicht alle Moderationsentscheidungen der Plattformen und bietet eine grafische Schnittstelle.



Wenn Thierry Breton Elon Musk via offenem Brief (unten) auf X an die DSA-Pflichten erinnert, muss er mit unflätigen Antworten des Tech-Milliardärs rechnen.

freundschaft hielt nicht lange. Über ein Jahr haben Breton und Musk nicht mehr miteinander gesprochen. Mit der von Musk installierten X-Chefin Linda Yaccarino traf sich Breton zuletzt im Februar.

Dabei geht es für Musk um viel: Sein Impulskauf des damaligen Twitter kostete Milliarden, und die EU gehört für den seither finanziell wenig erfolgreichen Dienst zu den lukrativeren Märkten. Dennoch legt es Musk auf eine Konfrontation mit der EU-Kommission an. X antwortete zwar auf Informationsanfragen, doch die Antworten und die Taten ließen zu wünschen übrig. Der Dienst habe die DSA-Vorschriften bisher nicht erfüllt, lautete kürzlich der Befund von Kommissionsvizepräsidentin Margrethe Vestager. Im Juli übersandte die Kommission der Musk-Plattform ihre „vorläufigen Ergebnisse“. Dabei geht es um für X so zentrale Dinge wie die Frage, ob der käufliche „Blaue Haken“ eine Echtheitsprüfung der Profile suggeriere.

Wenn X die angemahnten Probleme nicht aus der Welt schafft, könnte die EU-Kommission die Plattform zum Präzedenzfall machen. Bis zu fünf Prozent des weltweiten Vorjahresumsatzes darf die Behörde als Strafe verhängen. Musk ficht das augenscheinlich nicht an, wohlwissend, dass sich das Verfahren gegen X noch über Monate hinziehen dürfte. Ob er schlussendlich lieber X aus der EU zurückzieht, lässt er bislang offen.

VLOP-Nachzügler im Visier

Die größte Wirkung im Alltag von EU-Bürgern könnte der DSA in den kommenden Monaten fernab der sozialen Netzwerke entfalten. Auch große Onlinemarktplätze unterliegen dem Plattformgesetz. Mit AliExpress, Temu und Shein stehen neben dem US-Riesen Amazon inzwischen gleich drei chinesische Anbieter im Fokus der Kommission. Diese Onlinehändler fungieren als Scharnier zwischen den meist chinesischen Produzenten oder Zwischenhändlern und den Endkunden in Europa. Die Kommission hat Temu und Shein, die mit viel Werbung den Markteintritt in Europa betrieben, im Frühjahr zu VLOPs erklärt. Der DSA wirkt erst sechs Monate später, also im Spätherbst.

Die Kommission hat bereits angedeutet, dass sie danach keinerlei Zeit verstreichen lassen will. Die Probleme, um die es geht, sind teils gesundheitsgefährdend. Beispielsweise will die EU gegen elektrische Endgeräte ohne gültige CE-Zertifizierung vorgehen. Zudem greift auch bei

und ein formelles Verfahren eingeleitet. Als Erfolg verbucht sie etwa, dass TikTok-Betreiber ByteDance beim in Frankreich und Spanien auf den Markt gebrachten „TikTok Lite“ einlenkte. Das belohnte Nutzer, wenn sie etwa auf Inhalte reagierten. Dafür erhielten sie geldwerte Gutscheine. Schon wenige Tage nach dem Produktstart bemängelte die EU-Kommission, dass ByteDance die Folgen dieses Systems nicht bedacht habe, insbesondere die mögliche Suchtgefahr für Kinder. Genau zu solchen Folgeabschätzungen verpflichtet der DSA die VLOPs. ByteDance reagierte und lenkte binnen weniger Wochen ein. Das Belohnungsprogramm wurde Anfang August dauerhaft zurückgezogen und das DSA-Verfahren damit beendet.

Auch in einem anderen Fall hat der DSA gegriffen: LinkedIn bot Werbetreibenden an, Zielgruppen auch nach Kriterien wie Sexualität, politischer Meinung, Weltanschauung oder ethnischer Zugehörigkeit auszuwählen. Dies verbietet der DSA ausdrücklich. Die EU-Kommission agierte hier auf Hinweise aus der Zivilgesellschaft. Genau dieser Mechanismus ist im DSA angelegt: Die Aufsichtsbehörde muss nicht alles selbst recherchieren, sondern auch andere Akteure können Hinweise auf mögliches Fehlverhalten geben, in diesem Fall mit Erfolg. LinkedIn kün-

digte Anfang Juni 2024 an, die inkriminierten Kategorien in der EU nicht mehr zu verwenden.

Beide Fälle gelten unter Experten als vergleichsweise einfach gelagert. Jürgen Bering von der GFF, die Mitinitiator des LinkedIn-Falls war, gibt zu bedenken: „Bei den komplexeren Themen wird sich erst zeigen müssen, wie viel Durchsetzungspotenzial im DSA steckt, etwa bei den systemischen Risiken.“ Das sind jene Risiken, die die VLOPs selbst identifizieren und einhegen müssen, so wie es ByteDance bei TikTok Lite eben nicht tat. Über Risiken, die etwa im Geschäftsmodell liegen oder aus den verwendeten Algorithmen entstehen, müssen die VLOPs und VLOSEs der EU-Kommission von sich aus Bericht erstatten. Doch was genau ein „systemisches Risiko“ hervorruft und wie dem angemessen zu begegnen ist, steht nicht konkret im DSA.

Angestrebter Präzedenzfall X

Wenn es eine Plattform gibt, die besonders im Fokus von Binnenmarktskommissar Thierry Breton liegt, dann ist es X. Das ehemalige Twitter fällt seit der Übernahme durch Elon Musk immer wieder als Medium für umstrittene und teilweise klar illegale Inhalte auf. Mit Musk schien sich Breton zunächst gut zu verstehen. Er besuchte ihn sogar in Kalifornien. Doch die Männer-

Marktplätzen das Dark-Pattern-Verbot: Onlinehändler dürfen Kunden nicht mittels psychologischer Beeinflussungstechniken zum Kauf verleiten. Bei Temu liegt der Verdacht nahe, dass die Plattform gegen dieses Verbot verstößt. Allen VLOP-Marktplätzen drohen außerdem Strafen, wenn sie nicht ausreichend dafür Sorge tragen, dass die bei ihnen aktiven Händler alle vorgeschriebenen Angaben machen. So soll der DSA helfen, Onlinebetrug und Steuerhinterziehung zu bekämpfen.

Ein zweiter Bereich, in den sich die Kommission erst etwas verzögert hineinwagte, ist die Pornobranche. Die designierten VLOPs unter ihnen, etwa die auf Zypern ansässigen Aylo Freesites Ltd. (Pornhub) und Technius Ltd. (Stripchat), müssen spezifische, mit ihren jeweiligen Geschäftsmodellen verbundene Risiken melden, auf illegale Nutzerinhalte reagieren und der EU-Kommission Rede und Antwort stehen.

In den kommenden Monaten dürfte die Pflicht zum wirksamen Kinder- und

Jugendschutz im DSA diesbezüglich besondere Aufmerksamkeit bekommen. Denn fast so alt wie das Web ist der Streit darum, wie eine wirksame Alterskontrolle aussehen kann. Der DSA könnte eine solche Altersverifikation für den Zugang zu Websites nun für Pornoportale zur Pflicht erheben, wenn die EU-Kommission eine harte Linie fährt. Das „Wie“ müssten die Anbieter selbst beantworten.

Verspätete Koordination

Damit der DSA jenseits branchen- oder anbieterspezifischer Fragestellungen insgesamt wirken kann, fehlen ihm derzeit noch einige Komponenten. Die 27 EU-Mitgliedstaaten müssen das neue Recht bei allen Plattformen unter 45 Millionen Nutzern mit Sitz in ihrem Staatsgebiet selbst durchsetzen. Dafür mussten sie teilweise nationale Gesetze anpassen, vor allem aber für die Aufsicht zuständige Behörden benennen, die sogenannten nationalen Koordinatoren (Digital Service Coordinator, DSC).

Zusammen mit der EU-Kommission bilden sie das Gesamtkonstrukt der Aufsicht, und nur zusammen sind sie voll arbeitsfähig. Seit Februar 2024 haben sie sich sechsmal im Koordinierungs- und Entscheidungsgremium der Koordinatoren, dem DSC-Board, getroffen. Nur Polen und Belgien haben bislang noch keinen DSC benannt und daher vorläufige Vertreter entsandt, weshalb die Kommission gegen die beiden Staaten ein Vertragsverletzungsverfahren eingeleitet hat.

In Deutschland fällt die DSC-Funktion federführend einer unabhängigen Stelle bei der Bundesnetzagentur (BNetzA) zu, die nun rund 6000 deutsche Plattformen beaufsichtigen muss. Die DSC-Abteilung der BNetzA befindet sich noch im Aufbau. Von 15 Planstellen sind 12 besetzt, und erst in den kommenden Monaten werden weitere 33 Stellen vom Bundesamt für Justiz (BfJ) an die BNetzA überführt. Das BfJ war fürs Netzwerkdurchsetzungsgesetz (NetzDG) zuständig, das mit Einführung des DSA wegfiel. Auch die Leitung des deut-

 heise security

NTLM: Microsofts Erbsünde und wie Admins damit sinnvoll umgehen

16.10.2024 | Webinar



Jetzt Ticket sichern:
heise-academy.de/webinare/ntlm

schen DSC ist noch unbesetzt. BNetzA-Präsident Klaus Müller übt das Amt seit einem halben Jahr kommissarisch aus.

Das Digitale-Dienste-Gesetz, die deutsche Komponente zum DSA, definiert noch weitere Behörden, die je nach Themenfeld ihre Expertise einbringen sollen. Die Landesanstalt für Medien (LfM) Nordrhein-Westfalen etwa koordiniert die Tätigkeit der Landesmedienanstalten in Deutschland. Direktor Tobias Schmid berichtet, dass die Medienaufsichten Angebote mit rechtswidrigen Inhalten im EU-Ausland unmittelbar mit Anordnungen belegen: „Falls dies nicht zur notwendigen Reaktion führt, werden diese Fälle in der DSA-Struktur eskaliert“, betont Schmid. Seit November 2023 haben die Medienaufsichtsbehörden über 1800-mal potenziell illegale Inhalte an die EU-Kommission gemeldet, vor allem im Zusammenhang mit den Ereignissen in Israel und Gaza.

In Deutschland ruhten große Hoffnungen auf dem DSA, etwa, wenn es um die Eindämmung digital geäußelter Gewaltandrohungen, Verunglimpfungen oder andere derartige Probleme ging. Doch genau da ist er bislang wenig wirksam, obwohl er grundsätzlich eine Menge Instrumente dafür mit sich bringt. Anders als das deutsche Vorläufergesetz NetzDG verpflichtet der DSA Betreiber nur dazu, mögliche Gefahren für Leib und Leben oder die individuelle Freiheit an eine zentrale Meldestelle zu übermitteln. Tauchen Anschlagpläne auf oder melden Nutzer Hinweise auf eine bevorstehende Freiheitsberaubung, müssen die Betreiber unverzüglich das Bundeskriminalamt (BKA) verständigen.

Seitdem am 25. August 2023 der DSA für die VLOPs wirksam wurde, gehen in Wiesbaden entsprechende Meldungen ein. Im ersten Jahr waren es gut 300, also eine überschaubare Zahl. Das BKA ist mit dem DSA und seinem deutschen Begleitgesetz nicht sonderlich glücklich. Die Zuständigkeiten seien unzureichend geregelt, die Regelungen seien zu unbestimmt und eine „eindeutige Abgrenzung, welche Sachverhalte unter Art. 18 DSA (Übermittlung von Verdachtsmeldungen, d.Red.) zu subsumieren sind, ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich“, teilte eine BKA-Sprecherin auf c't-Anfrage mit. Das BKA betreibt inzwischen ein zugangsgeschütztes Meldeportal für die Plattformbetreiber. Jede Information über eine Straftat nach Art. 18 DSA werde bearbeitet, versichert das BKA.



Unter dsc.bund.de nimmt die Bundesnetzagentur als deutscher DSC Nutzerbeschwerden zu Plattformen entgegen.

Alternative Wege

Für Nutzer sieht der DSA mehrere Wege vor, wenn sie die Inhaltmoderation von Plattformbetreibern monieren wollen. Sie können sich an die Aufsicht im Mitgliedsstaat wenden. Die BNetzA hält dafür im Web ein Meldeformular vor (siehe ct.de/ykqz). Von Mai bis Ende August sind darüber der Behörde zufolge 290 Beschwerden eingegangen. BNetzA-Präsident Müller schraubt allerdings die Erwartungen herunter: „Der Digital Services Coordinator kann einzelne Beschwerden nicht lösen. Er hat gegen Anbieter von Diensten vorzugehen, wenn Anbieter systematisch gegen den Digital Services Act verstoßen.“

Alternativ ermöglicht der DSA einen kleineren Dienstweg, nämlich eine Meldung bei einer außergerichtlichen Schlichtungsstelle. In Deutschland hat die BNetzA die erste solche im September 2024 anerkannt (siehe ct.de/ykqz). Doch ob diese Streitbeilegungsstellen funktionieren, hängt auch davon ab, wie die Anbieter mit diesen zusammenarbeiten. Nutzer können ihren Fall auch an Dritte abgeben, die für sie die weitere Klärung übernehmen. Das sind etwa Verbraucherverbände oder spezialisiertere Organisationen wie HateAid oder das Center for User Rights der GFF.

Die wären eigentlich auch dafür prädestiniert, sich als zertifizierte Trusted Flagger gemäß DSA zu bewerben. Das sind Organisationen, deren Inhaltmeldungen die Plattformen priorisiert bearbeiten müssen. Bislang gibt es europaweit überhaupt nur vier solche Trusted

Flagger, darunter keine einzige deutsche Organisation. Hierzulande liefen bis Ende August neun Anträge auf diesen speziellen Status bei der BNetzA ein. Wann die darüber entscheidet, ist unklar.

Fazit

Derzeit arbeiten die vielen verschiedenen Stränge der DSA-Durchsetzung noch weitgehend nebeneinander, und die Zuständigkeiten in Deutschland und Europa sind eine Wissenschaft für sich. Insbesondere die Rollen jener, die nicht als Behörde beteiligt sind, bleiben bislang unscharf.

Teilweise fehlen auch noch ergänzende rechtliche Regelungen, etwa für den Zugang von Forschern zu Daten bei den Unternehmen. Die sollen sich eigentlich bei den Koordinatoren in den Mitgliedsstaaten registrieren und anschließend Zugang erhalten. Die Gesetzgeber versprachen sich davon eine weitere Kontrolle der Unternehmen, weil die Forscher direkt auf deren Datenbeständen arbeiten dürften.

Anbieter, die sich im vergangenen Jahr wenig Sorgen machten, dass der DSA sie als scharfes Schwert ereilen könnte, dürften nicht ganz falsch gelegen haben. Vor allem eines scheint klar: Die Verfahren gegen die großen Anbieter könnten Jahre dauern. Am Ende dürften wieder einmal Entscheidungen des Europäischen Gerichtshofs stehen. (hob@ct.de) **ct**

Weitere Infos und Meldeportale:
ct.de/ykqz

Veranstalter



➔ Frühbucherrabatt
Jetzt Tickets sichern!



React 19 Day

Das Online-Event zur neuen React-Version

17. Oktober • Online

Hol das Beste aus React raus



Workshop am 20. November:
» Kurz und knackig – dein Update auf React 19 «

enterjs.de/react.php

➔ Frühbucherrabatt
Jetzt Tickets sichern!



Accessibility Day

Das Online-Event zur Entwicklung barrierefreier Websites

7. November • Online

Offene Türen für alle – auch im Web



Workshops am 6. + 19. November:
Screenreader-Kompatibilität + Gesetzeskonformität

enterjs.de/accessibility.php



enterJS 2025

Die Konferenz für Enterprise-JavaScript

7. / 8. Mai 2025 • Mannheim

Call for
Proposals
bis 8.11.2024

Jetzt Vorschläge für Talks und Workshops einreichen!
Bis 8. November 2024 → enterjs.de/cfp.php

enterjs.de



Bild: KI, Collage c't

Der etwas andere Röntgenblick

Wie kosmische Strahlung Verborgenes enthüllt

Myonen sind Elementarteilchen, die buchstäblich vom Himmel fallen. Die schweren Brüder der Elektronen durchdringen problemlos Wasser, Stein und Betonwände. So können sie Uhren präzise synchronisieren und Bereiche erkunden, wo GPS versagt.

Von Sabrina Patsch

Es ist 13 Uhr im schottischen Edinburgh: Ein Knall ertönt, als die One o'Clock Gun von den Zinnen des historischen Schlosses abgefeuert wird. Heute lockt die Kanone vor allem Touristen an, früher galt das Signal Seefahrern, die eine exakte Zeitvorgabe brauchten, um ihre Chronometer zu justieren. Doch ein Problem mit Signalkanonen ist, dass sich Schall relativ langsam ausbreitet. Je weiter der Hörer entfernt ist, desto später hört er den Knall. Deshalb muss er seine Position genau ken-

nen, um seine Uhr korrekt zu stellen. Besser eignen sich deshalb optische Signale wie der Zeitball. Noch heute fällt jeden Tag um 13 Uhr in Greenwich ein Zeitball einen Mast herunter, um die Uhrzeit anzuzeigen.

Doch beide Methoden erfordern, dass man zur rechten Zeit in Hör- oder Sichtweite der Signale ist. Auch sind sie für viele moderne Szenarien nicht genau genug: Im Hochfrequenzhandel an der Börse kommt es zum Beispiel auf Millionstel Sekunden an. Das GPS (Global Positioning System)

erlaubt es, Uhren mit dieser Präzision auf die koordinierte Weltzeit (UTC) zu stellen. GPS bringt jedoch einige Probleme mit sich: Das Satellitensignal kann dickes Gestein, Gebäude oder Wasser nicht durchdringen – der Empfang ist an vielen Orten eingeschränkt. Auch können Angreifer das Signal leicht stören oder verfälschen, oder das US-Verteidigungsministerium, der Betreiber des GPS, könnte das Signal aus politischen Gründen sperren.

Ein japanischer Forscher hat nun eine alternative Methode entwickelt, die diese Probleme lösen könnte. Dafür nutzt er winzige Teilchen, die vom Himmel fallen: Myonen.

Die schweren Brüder der Elektronen

Myonen sind Elementarteilchen. Sie können genau wie Elektronen, die Bausteine der Atomhülle, nicht in kleinere Bestandteile zerlegt werden. Myonen ähneln den Elektronen in vielerlei Hinsicht, sie sind zum Beispiel gleich stark elektrisch negativ geladen. Allerdings hat das Myon eine circa 207-mal so große Masse wie das Elektron; Physiker nennen es auch seinen „schweren Bruder“.

Jede Minute prasseln 10.000 Myonen auf jeden Quadratmeter der Erdoberfläche auf Meereshöhe ein. Ihr Ursprung ist die kosmische Strahlung: hochenergetische Teilchenstrahlung, die von der Sonne, aus der Milchstraße und aus anderen Galaxien stammt. Sie besteht hauptsächlich aus Protonen, Elektronen, Photonen und Atomkernen, die sich mit nahezu Lichtgeschwindigkeit durch den Weltraum bewegen.

Ein Teil dieser sogenannten Primärteilchen aus der kosmischen Strahlung wird durch das Erdmagnetfeld zurück in den Weltraum reflektiert. Ein anderer interagiert mit den Molekülen in der Atmosphäre, wobei Sekundärteilchen entstehen: Myonen, Elektronen und viele mehr. „Die Primärteilchen versorgen die Erde so mit einem Regen aus Myonen“, erklärt Wolfgang Rhode, Astroteilchenphysiker von der TU Dortmund. „Der hängt ein wenig von der Temperatur in der Atmosphäre ab, fällt aber ansonsten ziemlich konstant auf die Erde herab.“

Das Myon ist kein stabiles Teilchen, sondern zerfällt in etwa 2 Mikrosekunden zu einem Elektron und Neutrinos – andere, nahezu masselose und ungeladene Elementarteilchen. Da sich die Myonen beinahe mit Lichtgeschwindigkeit bewegen,

ct kompakt

- Myonen entstehen, wenn kosmische Strahlung die Erdatmosphäre trifft.
- Mithilfe der Myonentomografie konnten Forscher bereits versteckte Hohlräume in Pyramiden finden, Vulkane und Atomkraftwerke untersuchen.
- Ein japanischer Forscher will mithilfe von Myonen die Uhren globaler Finanzdistrikte synchronisieren, um sie präziser und sicherer zu machen.

erreichen die meisten, die im Luftschauer entstehen, den Erdboden. Aufgrund ihrer hohen Masse emittieren sie weniger elektromagnetische Strahlung als Elektronen und verlieren deshalb weniger Energie, wenn sie abgebremst werden. Deshalb können sie tief in die Erde, Gestein, Höhlen und das Meer eindringen.

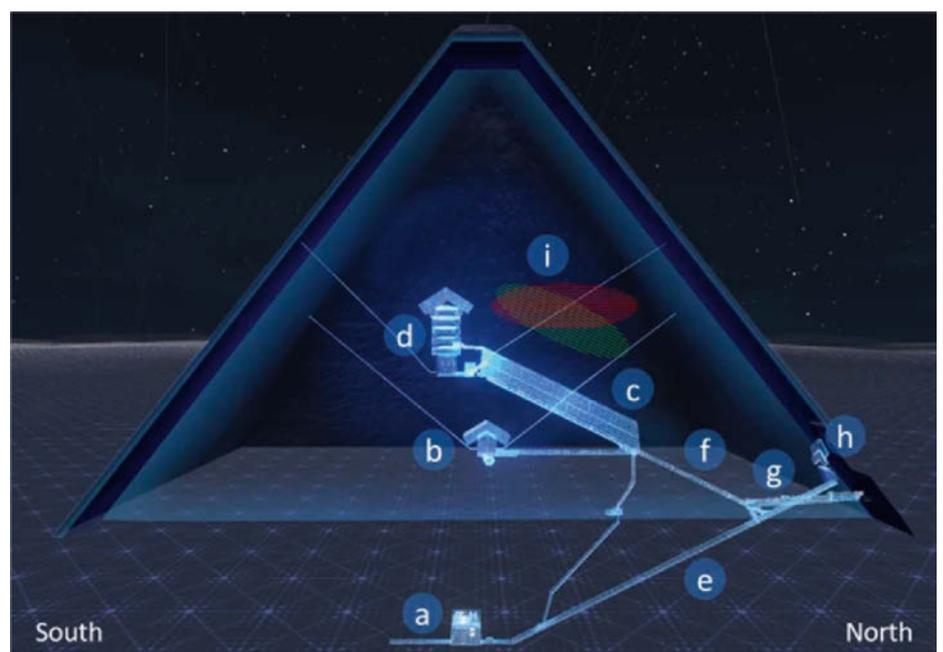
Verborgene Kammern entdecken

Diesen Umstand nutzen Forscher, um in große Objekte hineinzuschauen und Strukturen zu enthüllen, die menschlichen

Blicken normalerweise verborgen sind: Pyramiden, Vulkane, Atomkraftwerke. Im Jahr 1970 nutzte der US-amerikanische Physiker Luis Walter Alvarez erstmals Myonen aus der kosmischen Strahlung, um in der Chephren-Pyramide, der zweithöchsten Pyramide Gizehs und Ägyptens, nach verborgenen Kammern zu suchen (Links zu den erwähnten Forschungsprojekten unter ct.de/yq9u). Er platzierte einen Myonendetektor in der Grabkammer von Belzoni, konnte jedoch keine versteckten Kammern entdecken.

Die Messmethode des Teams heißt Myonentomografie [1] und ähnelt vom Prinzip her den Röntgenaufnahmen beim Arzt. Wird ein gebrochener Arm mit Röntgenstrahlung durchleuchtet, können Ärzte aus der Intensität der Strahlung, die auf der Fotoplatte auf der anderen Seite ankommt, schließen, wo Knochen ist und wo nicht. Das liegt daran, dass der Knochen den Großteil der Strahlung absorbiert, die Bruchstelle jedoch nicht.

Das Gleiche passiert bei der Myonentomografie. Ein Detektor im Untergrund, zum Beispiel in einer Grabkammer der Pyramide, blickt dabei nach oben. „Aus der Anzahl von Myonen, die den Detektor erreichen, können wir schließen, wie viel Materie zwischen der Atmosphäre und dem Zähler ist“, erklärt Rhode. Je dichter das Gestein oder je länger die Strecke, die die Myonen darin zurücklegen, desto



Physiker platzierten einen Myonendetektor in der Königinnenkammer der Cheops-Pyramide (b) und fanden einen unbekanntem Hohlraum (i). Auch oberhalb des nördlichen Eingangs (h) konnten sie einen Korridor entdecken.



Im Jahr 79 n. Chr. zerstörte der Vesuv die antiken Städte Pompeji (im Vordergrund), Herculaneum, Stabiae und Oplontis. Aktuell untersucht das Muraves-Projekt den aktiven Vulkan mithilfe von Myonendetektoren.

Bild: Morn the Gorn, CC BY-SA 3.0

wahrscheinlicher ist es, dass sie mit den Atomen im Gestein zusammenstoßen und zerfallen. Befindet sich in der Pyramide zum Beispiel ein Hohlraum, kommen mehr Myonen am Detektor an, als wenn sie massives Gestein durchdringen.

Mehr Erfolg als Alvarez hatte das Team des ScanPyramids-Projekts, als es die benachbarte Cheops-Pyramide unter-

suchte. Im Jahr 2016 fand es an der nördlichen Seite oberhalb des ursprünglichen Eingangs einen Hohlraum. Später identifizierte es ihn als Korridor und nannte ihn den „ScanPyramids North Face Corridor“. 2017 platzierte das Team einen Myonendetektor in der Königinnenkammer und fand einen mindestens 30 Meter langen Hohlraum oberhalb der großen Gale-

spiel auf Hohlräume in einer bestimmten Richtung hin. Um die Richtung der Myonen zu bestimmen, die auf einen Detektor treffen, besteht dieser meist aus vielen einzelnen Szintillatoren. Auf seinem Weg durch den Detektor kollidiert das Myon mit den Molekülen verschiedener Szintillatoren und hinterlässt so eine Spur, die seine Richtung aufzeigt.

Mit mehr als einem Detektor im Untergrund lässt sich sogar eine dreidimensionale Abbildung des abzubildenden Objekts darüber anfertigen. Ein Vergleich der experimentellen Daten mit den Ergebnissen zusätzlich durchgeführter Computersimulationen kann dabei helfen, die Messungen korrekt zu interpretieren.

rie. Er erhielt den Namen „ScanPyramids Big Void“ und die Forscher vermuteten, dass es sich dabei ebenfalls um einen Korridor handle. Sie bestätigten die Existenz des Hohlraums mit zwei weiteren Messmethoden.

„Die Myonentomografie eignet sich vor allem für solche Fälle, in denen man ein großes Gebilde untersuchen möchte und viel Zeit hat, um genug Myonen zu detektieren“, sagt Rhode. Dafür kommen häufig sogenannte Szintillatoren (siehe Infokasten) zum Einsatz. Anhand einer Wechselwirkung könne man ein Myon nicht von einem Elektron unterscheiden, erklärt der Forscher, aber anhand der Spur im Detektor. „Myonen sind wie Wunderkerzen, die ihre Energie über eine lange Strecke abgeben und umso heller leuchten, je größer ihre Energie ist. Elektronen sind eher wie Feuerwerkskugeln, die ihre ganze Energie auf einmal abgeben.“

Der Blick in den Vulkan

Ein weiterer, Menschen unzugänglicher Raum, den Myonen bereits erkunden konnten, ist das Innere von Vulkanen. Im Jahr 2007 untersuchte ein japanisches Forschungsteam erstmals einen Vulkan mithilfe von Myonen, den Asama auf der japanischen Insel Honshū. Dazu platzierten die Physiker einen Detektor in etwa einem Kilometer Entfernung so neben dem Krater des Vulkans, dass er schräg nach oben blickte. Die Dichte des Gesteins und des Magmas verrät viel über die vulkanische Aktivität; zeitaufgelöste Aufnahmen lassen auf die Geodynamik schließen.

Seitdem wurden viele weitere Vulkane mit dieser Technik erforscht. Das Muraves-Projekt (Muon Radiography of Vesuvius) untersucht etwa den Vesuv nahe Neapel, der in einem historischen Ausbruch 79 n. Chr. die Stadt Pompeji zerstörte und 1944 das letzte Mal ausbrach. Eine genaue Analyse des Vulkans könnte zukünftige Ausbrüche vorhersagen und so die Bevölkerung im Umland schützen.

2019 veröffentlichte ein italienisch-japanisches Forschungsteam erste Beobachtungen des Vulkan Stromboli auf der gleichnamigen Insel nördlich von Sizilien. Fünf Monate lang detektierten Messgeräte Myonen, die den Vulkan durchquert hatten. So entdeckte das Team ein Gebiet niedriger Gesteinsdichte am Gipfel des Vulkans, das seine Eruptionsdynamik bestimmt und einen Steilhang auf der nordwestlichen Seite beeinflusst, der anfällig dafür ist, Tsunamis auszulösen.

Myonendetektoren

Szintillatoren wandeln Gamma- oder Teilchenstrahlung in Licht um: Die Teilchen kollidieren mit den Molekülen im Material, was diese in einen Zustand erhöhter Energie anregt. Fällt ein Molekül in den energetisch günstigeren Grundzustand zurück, gibt es seine Energie in Form von Licht wieder ab – das Material leuchtet. Photodetektoren wandeln das ausgestrahlte Licht anschließend in messbare, elektrische Ladung um. Szintillatoren werden aus verschiedenen Materialien gefertigt, zum Beispiel aus organischen oder anorganischen Kristallen, Edelgasen, Gläsern oder Plastik.

Durch Objekte hoher Dichte kommen weniger Myonen hindurch. Deshalb deutet eine höhere Myonenzahl zum Bei-

Die Myonentomografie eignet sich auch dafür, in schwer zugängliche Bauwerke hineinzuschauen. Nach der Nuklearkatastrophe von Fukushima 2011 wollte man den Zustand der geschmolzenen Reaktorkerne untersuchen. Wegen der hohen Strahlungswerte konnte jedoch niemand das Gebäude betreten. Zwischen 2015 und 2017 nutzte ein Team des japanischen Energieversorgungsunternehmens Tepco Myonen, um in die Reaktorblöcke 1 bis 3 hineinzuschauen. Es platzierte einen Myonendetektor neben dem Reaktor, sodass er nach schräg oben durch den Reaktor hindurchschaute. Die Messungen ergaben, dass sich der Großteil des Brennmaterials nicht mehr im Reaktorkern befand.

Navigation im Untergrund

Da Myonen dicke Wände, Gestein und Wasser durchdringen können, eignen sie sich ideal zur Navigation an Orten, wo das GPS oder andere globale Navigationssatellitensysteme (GNSS) versagen. Deren Satelliten senden laufend ihre Position und die Uhrzeit als kodierte Radiosignale zur Erde. Ein Empfänger kann aus der Laufzeit des Signals seinen Abstand zum Satelliten berechnen. Um seine Position auf der Erde eindeutig zu bestimmen, benötigt er das Signal von vier verschiedenen Satelliten. Aufgrund der weiten Entfernung der Satelliten zur Erde ist die Feldstärke des GPS-Signals schwach, sodass es leicht abgeschirmt werden kann. Das macht es anfällig für Manipulation.

Auch unter Wasser ist das Signal schon in wenigen Metern Tiefe nicht mehr messbar. Im Jahr 2020 schlug deshalb der Forscher Hiroyuki Tanaka von der Universität Tokio eine Alternative zum GPS auf Basis von Myonen vor: das myometrische Positionsbestimmungssystem (μ PS für muometric positioning system). Das Funktionsprinzip ist ähnlich wie beim GPS: Mehrere Myonendetektoren dienen als Referenzpunkte; diese schwimmen zum Beispiel auf der Meeresoberfläche. Sie stehen in Kontakt zum GPS und erhalten daher Informationen über ihre Position und die Uhrzeit. Der Empfänger unter Wasser ist jedoch vom GPS abgeschnitten. Durchläuft ein und dasselbe Myon sowohl einen Referenzdetektor als auch den Empfänger, kann aus der Laufzeit die Distanz berechnet werden. Aus der Distanz zu mehreren Referenzdetektoren lässt sich – wie beim GPS – die Position des Empfängers bestimmen.

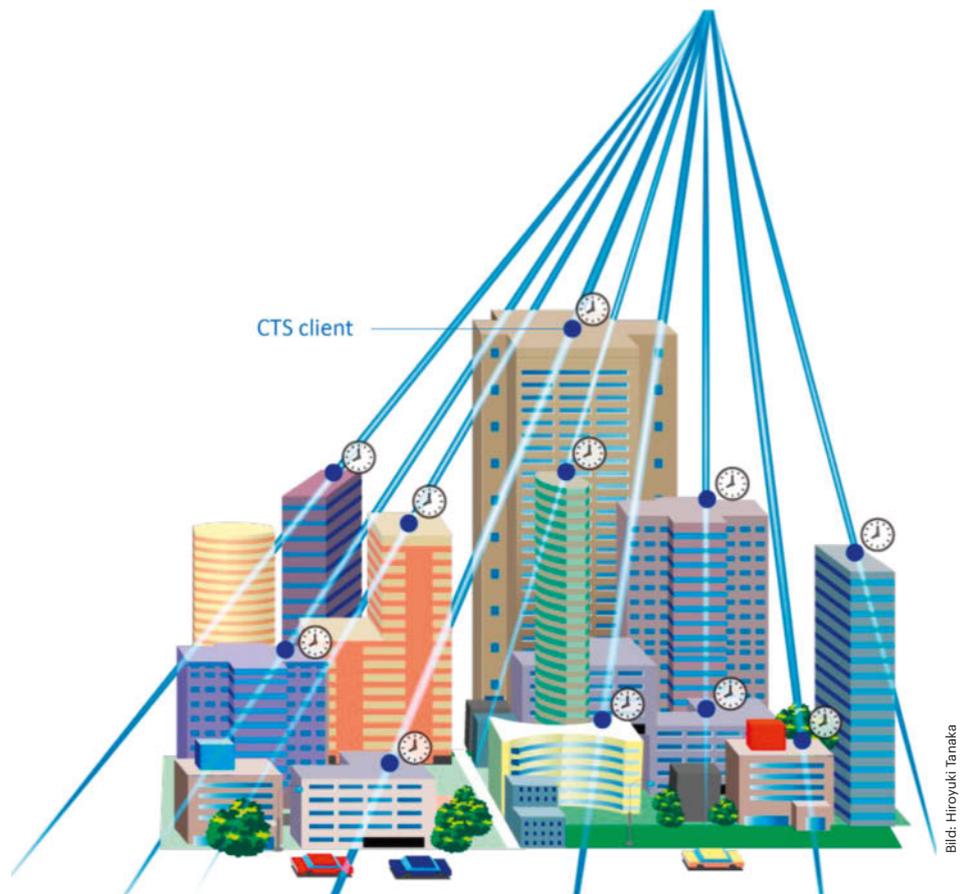


Bild: Hiroyuki Tanaka

Die kosmische Zeitsynchronisation kann alle Uhren in den Gebäuden eines Distrikts aufeinander abstimmen.

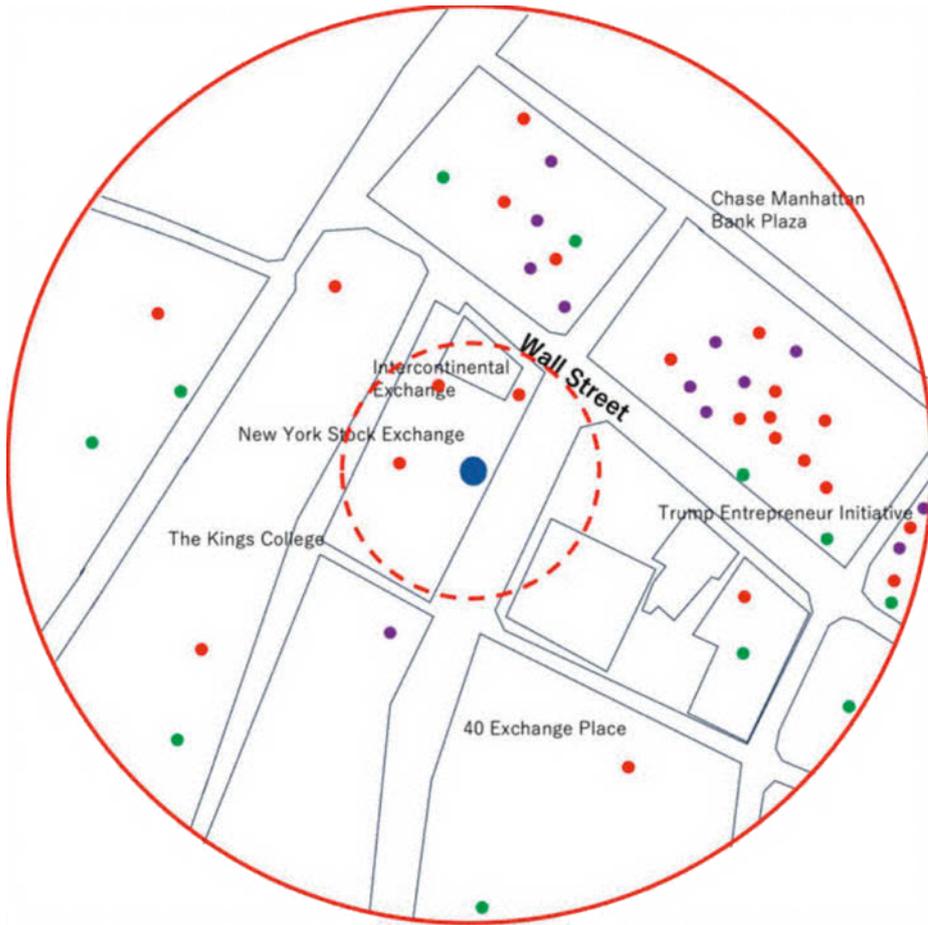
Erste Varianten des μ PS benötigten ein Kabel, um den Empfänger mit den Referenzdetektoren zu verbinden. Später entwickelte Tanaka mithilfe von Quarzuhren eine Methode, die die Position ohne Kabel zu bestimmen. Da Myonen aus einer natürlichen Quelle stammen – der kosmischen Strahlung – ist es nicht möglich, die Signale zu fälschen.

Die kosmische Hafenanone

Etwa alle zehn Minuten entsteht in der Erdatmosphäre ein Luftschauer mit besonders hoher Energie. Da sich die Sekundärteilchen nahezu mit Lichtgeschwindigkeit bewegen, treffen sie fast zur gleichen Zeit auf der Erdoberfläche auf: In einem Radius von 200 Metern variiert der Zeitpunkt des Aufpralls um weniger als 50 Nanosekunden. Daher war die Idee Tanakas, die Myonen zur akkuraten und fälschungssicheren Synchronisierung von Uhren zu benutzen – als eine Art kosmische Hafenanone. Diese Methode nennt er kosmische Zeitsynchronisation (CTS, Cosmic Time Synchronisation).

In einer Publikation, die Anfang des Jahres erschien [2], schlug Tanaka vor, Finanzdistrikte mit dieser Methode zu synchronisieren. Im Hochfrequenzhandel kommen leistungsstarke Computer zum Einsatz, um in kürzester Zeit Märkte zu analysieren, jede Sekunde eine große Zahl von Transaktionen durchzuführen und so den Gewinn zu maximieren. Damit dies funktioniert, müssen die Zeitserver der Börsen aber mit hoher Genauigkeit synchronisiert werden. Laut der Richtlinie über Märkte für Finanzinstrumente (MiFID II) dürfen die Uhren höchstens um 100 Mikrosekunden von der UTC abweichen. Zusätzlich muss die Uhrzeit mit einer mikrosekundengenauen Auflösung angegeben werden.

Tanaka stellte sich folgenden Aufbau vor: Im Hauptgebäude eines Finanzdistrikts wird ein zentraler Myonendetektor platziert, der sogenannte CTS-Server. Dieser ist mit dem GPS verbunden und erhält so einen präzisen Zeitstempel. Innerhalb der Gebäude des Finanzdistrikts werden weitere Detektoren platziert, die so-



Das CTS kann einen Finanzdistrikt wie etwa die Wall Street in New York abdecken. Die Kreise zeigen den Bereich in einem Radius von 50 beziehungsweise 180 Metern um die New York Stock Exchange mit dem CTS-Server. Die kleinen Punkte markieren die Positionen von Finanzunternehmen.

nannten CTS-Clients. Diese empfangen kein GPS-Signal, sondern sind mit lokalen Quarzuhren ausgestattet. Nun trifft ein Myonenschauer mit besonders hoher Energie den Finanzdistrikt. „Einfachheit halber nehmen wir an, die Myonen treffen die Detektoren vom Server und Client zur gleichen Zeit“, erklärt Tanaka. „Trifft ein Myon den Detektor des Servers, wird ein Timer gestartet. Trifft ein Myon den Detektor des Clients, wird der Timer gestoppt. Da die Myonen zur gleichen Zeit einschlagen, entspricht die gemessene Zeitdifferenz dem Versatz der beiden Uhren.“ Der Zeitstempel wird über verschlüsseltes WLAN zwischen Server und Client ausgetauscht. Die Client-Uhr kann dann an die Uhrzeit des Servers angepasst werden – alle zehn Minuten, wenn ein Schauer mit ausreichend hoher Energie den Finanzdistrikt trifft.

Die Idee der CTS präsentierte Tanaka bereits 2022, inzwischen konnte er seine Ergebnisse verbessern. „Zuvor konnten

wir Uhren nur über kurze Strecken bis 50 Meter synchronisieren. Damit könnten wir die Gebäude eines Finanzsektors wie der Wall Street nicht synchronisieren“, sagt Tanaka. In seiner jüngsten Arbeit gelang es ihm, die Distanz auf 180 Meter auszuweiten. „Damit können wir die Finanzdistrikte von vielen Großstädten abdecken, zum Beispiel Frankfurt.“ Er demonstrierte die Funktionsfähigkeit der CTS über einen Zeitraum von drei Tagen mit einer Genauigkeit von 148,8 Nanosekunden und einer Auflösung von 22,97 Nanosekunden. Seine Ergebnisse sind also zwei bis drei Größenordnungen genauer, als die MiFID II verlangt.

Akzeptanz neuer Technologien

CTS sei nicht nur präziser und sicherer als GPS, sondern auch günstiger, sagt Tanaka. „Ein Quarzoszillator“, also die lokale Uhr des Clients, „kostet etwa 100 US-Dollar, reguläre Zeitserver hingegen 30.000 US-Dollar.“ Eine Limitation sei hingegen die

Stabilität des Quarzoszillators, der um etwa 0,1 Nanosekunden pro Sekunde driftet. „Das schränkt vor allem die Reichweite ein, aber der aktuelle Radius schließt bereits den gesamten Finanzdistrikt ein“, sagt der Forscher. Aktuell arbeiten Tanaka und sein Team mit dem italienischen nationalen Institut für metrologische Forschung (INRIM) daran, die Präzision der CTS zu bestätigen.

Wolfgang Rhode, der nicht an der Studie beteiligt war, ist kritisch. „Normalerweise macht man es andersherum: Man benutzt die hervorragenden Möglichkeiten zur Zeitsynchronisation, um einen Luftschauer zu rekonstruieren.“ Denn das Problem sei: Nicht alle Luftschauer kommen senkrecht von oben. „Die Myonen aus einem Schauer kommen also nicht wirklich gleichzeitig an den Detektoren an und in der Analyse muss man es schaffen, aus der Messung den Luftschauer zu rekonstruieren.“

Außerdem seien die Myonemessungen immer fehlerbehaftet. „Gelegentlich treffen zwei Schauer gleichzeitig auf. Welcher von beiden gibt dann das Zeitsignal? Wie stellt man sicher, dass das Signal zur Synchronisierung tatsächlich richtig ist? Man könnte im Finanzviertel auch einfach einen Sendemast mit einer blinkenden Lampe aufstellen, die würde das Gleiche tun und wäre sicherer“, sagt er. Dies käme jedoch nur infrage, wenn – wie beim Zeitball – ein Sichtkontakt zwischen den Gebäuden besteht. Für Kommunikation im Untergrund, etwa in einem Kellerraum, wäre ein Glasfaserkabel notwendig. Tanakas CTS kommt jedoch ohne Kabel zwischen den Stationen aus.

Tanaka selbst ist optimistisch. „Wie bei jeder neuen Technologie ist die Akzeptanz das Problem“, sagt er. „Thomas Edison erleuchtete Manhattan mit einer einzigen Glühbirne. Vielleicht sollten wir genauso vorgehen und mit einem Stadtviertel beginnen, dann einen Bezirk, bis wir schließlich ganz Tokio synchronisieren – und darüber hinaus.“ (spa@ct.de) 

Literatur

- [1] Tanaka et al., Muography, Nature Reviews Methods Primers 3, 88 (2023)
- [2] Tanaka, Demonstration of enhanced long-range cosmic time synchronization for wireless and secure dissemination of standard time, Scientific Reports 14, 564 (2024)

Publikationen der Forschungsprojekte:
ct.de/yq9u

IT SUMMIT by heise

Die neue Konferenz
für IT-Leiter und Administratoren

18. - 19.11.2024 • München

Jetzt Early-Bird-Ticket sichern!

Erste Highlights aus dem Programm:

„To Use Or Not To Use“

Carlos Fernandez und Matthias Seiller von der DATEV eG drehen den KI-Spieß um und zeigen, wo künstliche Intelligenz in der realen Welt wirklich nützt und vor allem wo nicht.

„Cybercrime Insights“

Dr. Christian Reinhardt von Sosafe, beleuchtet die Haupttrends der Cyberkriminalität in der Realwirtschaft, welche Taktiken dahinterstecken und wie KI die Spielregeln verändert.

„Einmal Resilienz und zurück“

Uwe Friedrichsen, CTO von codecentric hinterfragt in seiner Keynote, was es für Unternehmen bedeutet, resilient zu sein. Wie findet man überhaupt heraus, was zu verbessern ist?



Weitere Infos:
it-summit.heise.de

Premium-Partner

A¹ Digital

ninjaOne.

sosafe

Partner

doubleSlash

HUAWEI

nomios

DriveLock

INO

mITSM
Wir verändern durch Wissen.

RATIO DATA
Copyright by Heise Medien.

Kooperationspartner

CCISO ALLIANCE

just@business

Veranstalter

heise medien

SIGS DATA COM
SACHINFORMATIONEN FÜR IT-PROFISSIONALS



Quell der Zahlen

Messungen bei c't: PC-Monitore

Technische Daten allein sagen wenig über die Qualitäten eines Displays aus, und auch nüchterne Messwerte erzählen nur die halbe Geschichte. In diesem Beitrag erklären wir, welche Kenngrößen für die Beurteilung eines PC-Monitors wichtig sind, wie wir sie ermitteln und was darüber hinaus noch in eine umfassende Beurteilung einfließt.

Von Benjamin Kraft

Als Arbeitsgerät wird der Monitor oft unterschätzt, dabei ist er wohl die wichtigste Schnittstelle zwischen Mensch

und Computer. Immerhin starrt man stundenlang auf seine Anzeigefläche, und ist die Darstellung schlecht, strengt die Bildschirmarbeit unnötig an. Bei flauen Farben oder schwächelndem Kontrast kommt erst recht kein Spaß am Bild auf. Wie man den richtigen Monitor für die eigenen Ansprüche und Aufgaben aussucht, haben wir bereits erklärt [1, 2].

Doch wie machen wir uns im Testbetrieb ein Bild von seinem Bild? Typische Redakteursantwort: in mehreren Schritten! Die Geheimzutat ist unsere Excel-Testtabelle, die uns nicht nur als Leitfaden dient, sondern auch einen vergleichenden Über- und vor allem einen Rückblick erlaubt. Außerdem befüllen wir mit ihr automatisch die Testtabelle, die letztlich im Heft erscheint.

Trifft ein neues Testgerät ein, ist der erste Schritt natürlich, es auszupacken und aufzubauen. Das Zubehör, sprich: Kabel, Montageplatten, Anleitungen und Treiber-CDs, kommt in einen Schubler. Dann wird alles akribisch dokumentiert, indem wir das Aufnahmeblatt unseres Excel-Dokuments durcharbeiten:

Bildschirmdiagonale, Auflösung, Signaleingänge, Anschlüsse, weitere Ausstattung, Fähigkeiten

und Einstellmöglichkeiten sowie Besonderheiten werden ebenso vermerkt wie das mitgelieferte Zubehör. Auch dessen Fehlen spielt natürlich eine Rolle, denn ein USB-C-Display ohne USB-C-Kabel bekommt beispielsweise Schelte. Auch zu Mechanik und Standfestigkeit machen wir uns Notizen.

Frisch aus
c't Nerdistan

Als Nächstes schaffen wir vergleichbare Bedingungen für möglichst aussagekräftige Messungen. Grundsätzlich interessiert uns, wie gut das Bild in der Werkeinstellung ist, denn viele Anwender belassen ihre Geräte in diesem Auslieferungszustand. An einigen Stellen greifen wir aber ein und deaktivieren beispielsweise Anwesenheits- und Umgebungslichtsensoren, damit der Schirm nicht plötzlich abschaltet oder während einer Messung die Leuchtdichte verändert. Die stellen wir mithilfe unseres Leuchtdichtemessgeräts Gossen Mavo Monitor USB bei weißem Bildschirminhalt möglichst genau auf 120 cd/m². Das ist nicht nur für die Leistungsaufnahme relevant, sondern auch für die subjektive Beurteilung, denn auf einem helleren Bildschirm wirken Farben anders.

Subjektives

Zusammen mit unserem umfangreichen technischen Instrumentarium bleibt eines der wichtigsten Messgeräte der Mark-I Eyeball, das menschliche Auge. Daher machen wir uns zunächst selbst ein Bild vom Monitor. Der subjektive Eindruck fließt in die ansonsten sehr nüchterne Auswertung ein. Noch viel wichtiger: Messung und subjektiver Eindruck dienen als gegenseitige Kontrolle. Weicht das, was wir sehen, von dem ab, was die Messung ergibt, liegt entweder ein Messfehler vor oder bei der visuellen Begutachtung ist etwas falsch gelaufen. So oder so ist dann ein zweiter Durchgang fällig.

Für die Beurteilung nutzen wir eine Reihe von Testbildern, die von einem unserer Testbildgeneratoren zugespült werden. In der Regel kommt dafür der QuantumData Video Test Generator 882 zum Einsatz,

Das Leuchtdichtemessgerät Mavo Monitor USB hilft uns, den Helligkeitsbereich von Displays zu messen und sie auf 120 cd/m² einzustellen.



dessen charakteristisches Lüftergeräusch ihm den Beinamen „Heulsuse“ eingebracht hat. Die HDR-Darstellung prüfen wir mit dem 4K-fähigen Murideo Six-G.

Der Check beginnt mit einem Exemplar, das an das Fernsehertestbild erinnert, wie es früher nach Sendeschluss gezeigt wurde. Es enthält viele unterschiedliche Elemente: Farbtreppe, Graustufen, Schwarz-Weiß-Wechsel und auch ein Graumuster, das manche Anzeigen zum Flimmern, zum Krisseln oder zur Moiré-Bildung provoziert. Außerdem dient es uns dazu, den Kontrast zu prüfen. Farben entstehen im LCD durch Farbfilter vor der von weißem Licht durchleuchteten LC-Schicht, weshalb eine mäßige Graustufenauflösung auch eine mäßige Farbstufenauflösung mit sich bringt. Im Displaymenü kann man diesbezüglich oft nachhelfen, indem man beispielsweise den Kontrastregler ein wenig verschiebt, damit sehr helle Grau- und Farbtöne doch noch aufgelöst werden. Anhand der Farbtreppe in diesem Bild prüfen wir auch die Blickwinkelabhängigkeit, also wie sich die wahrgenommenen Farben bei seitlicher Draufsicht und von oben oder unten verändern.

Weitere Grautreppe verraten uns, ob der Monitor in der Grundeinstellung einen Farbstich hat und ob die einzelnen Helligkeitsstufen sauber gestaffelt sind. Zeigen sich beim durchgehenden Grauverlauf von Schwarz nach Weiß vertikale Streifen, ist das ein Anzeichen für Schwächen bei der Farbauflösung. Das Panel ist offenbar nicht in der Lage, alle Zwischentöne aufzulösen – ein K.-o.-Kriterium bei der Bildbearbeitung. Solche Defizite zeigen sich vor allem bei Displays mit nur 6 Bit Farbauflösung pro RGB-Kanal, die inzwischen nur noch in sehr preiswerten Monitoren zu finden ist. Mangelnde Farbauflösung kaschieren die Hersteller mittels FRC (Frame Rate Control), bei dem zwei benachbarte Pixel

per Dithering einen Zwischenfarbwert darstellen. Da sie dabei aber zwischen dem eigenen und dem interpolierten Farbwert umschalten, kann die Darstellung bei zu langsamer Taktung unruhig wirken. Die meisten aktuellen Monitore arbeiten mit 8 Bit pro Kanal, was für 16 Millionen Farben reicht, teurere Monitore für Gaming und Bildbearbeitung mit 8 Bit plus FRC, nur sehr teure Profi-Displays mit echten 10 Bit (1,07 Milliarden Farben).

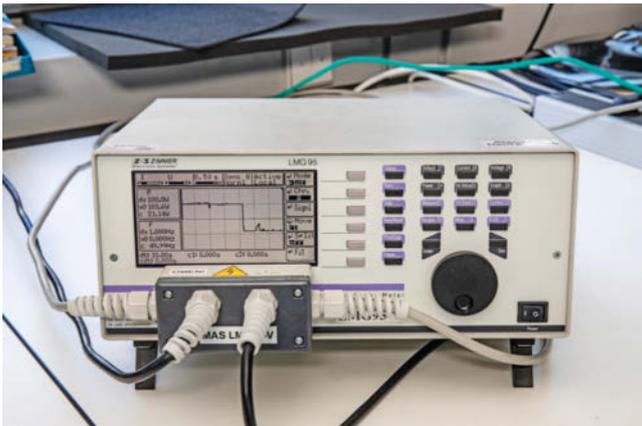
Zum weiteren Bilderreigen gehören außer bildschirmfüllendem Rot, Grün und Blau zur Einschätzung der Farbsättigung – und damit des Farbumfangs – auch zahlreiche Bilder, um die Mischfarben zu prüfen. Zuletzt liefert der Testbildgenerator nacheinander formatfüllend Weiß und Schwarz als Vollbild, um die subjektive Ausleuchtung zu begutachten. Denn nicht alles, was das Messgerät registriert, stört auch zwangsläufig das Auge. Wir richten unser Augenmerk also darauf, ob der Mo-



Für die subjektive Beurteilung der Farbdarstellung und Bildqualität liefert unter anderem der Videotestbildgenerator Murideo Six-G das Bildmaterial.

ct kompakt

- Mithilfe unseres umfangreichen Geräteparks messen wir unter anderem Farbraum, Kontrast, Blickwinkelabhängigkeit und Leistungsaufnahme.
- Zum Einsatz kommt jede Menge teures Messequipment.
- Der subjektive Bildeindruck spielt in unserer Beurteilung eine zentrale Rolle.



Mit dem kalibrierten Leistungsmessgerät LMG95 von ZES Zimmer ermitteln wir die Leistungsaufnahme in verschiedenen Betriebszuständen.

onitor das Weiß strahlend oder matt darstellt, ob es wolkig ist, dunklere Bereiche enthält oder die Leuchtdichte variiert. Beim Schwarz beurteilen wir nicht nur die Güte des Schwarz – nur OLED-Displays und andere lokal dimmende Backlights schaffen echtes Schwarz –, sondern auch, ob die LCD-Hintergrundbeleuchtung punktuell oder sogar flächig einstrahlt.

Wer den eigenen Monitor mal mit ähnlichem Bildmaterial durchtesten möchte, kann dazu den Eizo Monitortest nehmen, der im Browser läuft (siehe ct.de/y6dg).

Helligkeit und Leistungsaufnahme

Kaum ein Monitor scheitert daran, die von Ergonomen empfohlene Leuchtdichte von 120 cd/m² zu erzielen, die die Augen auch auf Dauer nicht anstrengt. Uns interessiert zudem der Leuchtdichteregulierungsbereich, also die maximale und minimale Helligkeit: Erstere sollte mindestens 350 cd/m² betragen, um selbst dann noch Leuchtreserven zu haben, wenn direktes Licht auf den Monitor fällt. Für die Arbeit in besonders dunkler Umgebung wiederum möchte man die Leuchtdichte möglichst weit herunterregeln können. Viele Monitore schaffen minimal 40 cd/m², einzelne sogar unter 10 cd/m².

Um Hochkontrastinhalte in Szene zu setzen, können HDR-Displays (High Dynamic Range) viel heller strahlen – allerdings in der Regel nur für kurze Zeit und auf einer begrenzten Fläche. Die Hersteller prahlen gern mit Werten von 1400 cd/m² und mehr, definieren aber selten, wie die zustande kommen. Die Video Electronics Standard Association (VESA) hat die Anforderungen im Standard DisplayHDR dagegen klar geregelt (siehe ct.de/y6dg): Der Monitor zeigt auf 8 Prozent seiner Fläche ein weißes Rechteck auf schwarzem Hintergrund.

Die Leistungsaufnahme ermitteln wir mit unserem kalibrierten 1-Phasen-Leistungsmessgerät LMG95 von ZES Zimmer, das eine Genauigkeit von 0,025 Prozent aufweist: jeweils bei 120 cd/m², bei voller Helligkeit, im Standby (also wenn der Rechner schläft) und per Power-Knopf ausgeschaltet. Einfache Monitore liegen in der Regel bei den letzten beiden Messungen zwischen 0,2 und 0,5 Watt, Geräte mit USB-Dock inklusive LAN oder mit aktivierte USB-Ladefunktion für Peripherie ziehen 1 Watt oder mehr, wobei sich auch hier einiges per Monitormenü abschalten lässt. Die zulässigen Grenzwerte wurden 2021 in der Ökodesign-Richtlinie von 2019 im Anhang II festgelegt [3].

Bei OLED-Displays sind diese Messreihen nicht so einfach, wie es zunächst klingt. Grund: OLED-Monitore haben ein begrenztes Gesamtenergiebudget, das sie auf die (aktive) Anzeigefläche verteilen. Zeigen sie also nur auf 10 Prozent der Bildfläche Weiß, leuchten sie heller als mit bildschirmfüllendem Weiß.

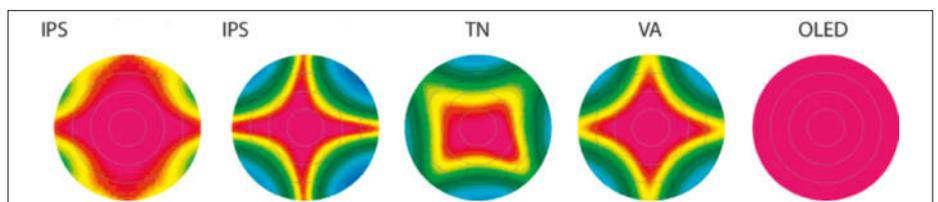
Aus demselben Grund verhalten sich OLED-Displays auch bei der Leistungsaufnahme anders. Bei einem konventionellen LC-Display ist diese unabhängig vom Bildschirminhalt, weil das Backlight bei einer fest eingestellten Helligkeit immer mit derselben Intensität leuchtet. OLED-Displays dimmen ihre Pixel jedoch

individuell, sodass schon die Auswahl des Windows-Hintergrundbilds zu unterschiedlichen Ergebnissen führt: Ein strahlender Sonnenaufgang lässt mehr Pixel leuchten als New York bei Nacht. Deshalb haben wir für die Energiemessungen bei OLED-Displays ein eigenes Testbild erstellt, das jeweils zur Hälfte eine Excel-Tabelle (heller Bildinhalt) und ein Browser-Fenster (gemischter Bildinhalt) zeigt. Sie können es sich via ct.de/y6dg herunterladen.

Farbraum, Spektrum, Kontrast

Nun schlägt die Stunde unseres ConoScopes, ein großes, stationäres Messgerät im Displaylabor, das ungefähr so viel kostet wie eine kleinere Eigentumswohnung, wie diverse Kollegen bei Laborführungen gern betonen. Dieses Multitalent spielt bei unseren Displaymessungen eine zentrale Rolle, denn es ermittelt den Kontrast sowie in Verbindung mit einem Spektralfotometer den Farbraum und das Farbspektrum. Verspricht der Hersteller, der Monitor könne per Profil unterschiedliche Farbräume wie sRGB, DCI-P3 oder Adobe RGB abdecken, messen wir mit allen Farbraumprofilen. Außerdem schießen wir während des Messdurchlaufs auch gleich ein Bild des Pixelmusters, was uns später Rückschlüsse auf Eigenheiten bei der Darstellung ermöglicht. Ein Beispiel sind die Farbsäume bei OLED-Displays [4].

Eine Besonderheit des ConoScopes liegt in seiner Optik, genauer gesagt: in seinem Weitwinkelobjektiv mit einem Öffnungswinkel von 160 Grad. So können wir in einem einzigen Testdurchlauf nicht nur die Bildeigenschaften bei direkter Draufsicht, sondern aus sämtlichen Einblickswinkeln innerhalb des 160-Grad-Konus ermitteln. Wie ein inverses Fischaugenobjektiv projiziert die Linse den einfallenden Lichtkegel als rundes Schnittbild auf den Messsensor, sodass wir sowohl die Farbwiedergabe als auch den Kontrast über den gesamten Blickwinkel-



Im Kreisdiagramm, das den Kontrast aus verschiedenen Blickwinkeln beschreibt, zeigt jede Panel-Technik ein charakteristisches Muster. Je mehr vom Kreis pink ist, umso höher das Kontrastverhältnis.

bereich ermitteln können. Das Ergebnis der letzteren Messung dürfte regelmäßigen c't-Lesern bekannt sein: das kreisförmige Kontrastdiagramm. Im Idealfall ist es komplett pink, was aber nur OLED-Displays und lokal dimmenden Monitoren gelingt. Alle anderen Panel-Typen erkennt man an ihrem charakteristischen Diagramm (siehe Bild auf Seite 138).

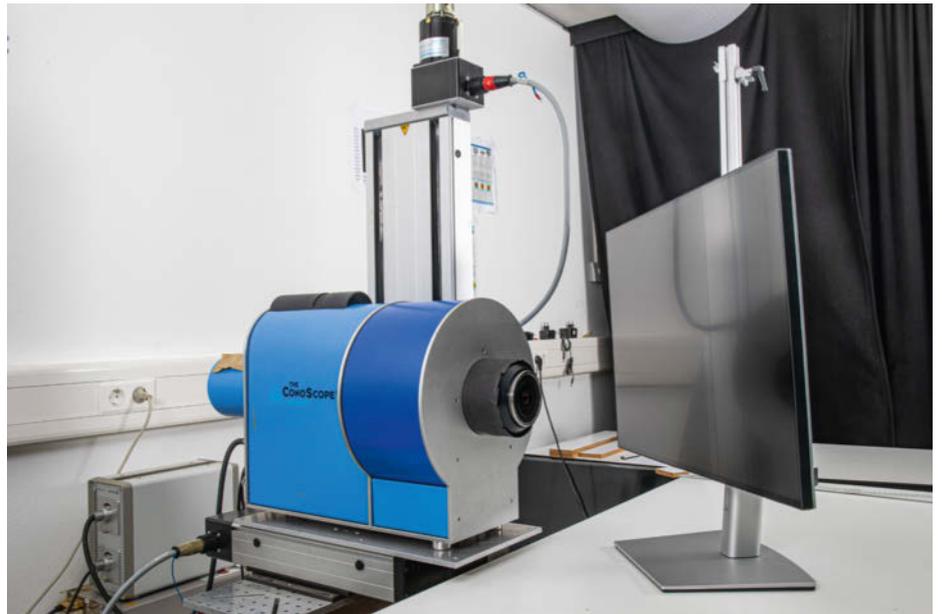
Der Kontrast beschreibt das Helligkeitsverhältnis von Weiß zu Schwarz und ist deshalb unabhängig von der eingestellten Helligkeit. Je niedriger der Schwarzwert, desto höher der Kontrast und je höher der Kontrast, desto kräftiger wirken auch die Farben. In der Artikeltabelle geben wir die Werte für das minimale und das erweiterte Sichtfeld an, was der Sitzposition direkt vor dem Monitor und einer zunehmenden seitlichen Draufsicht entspricht. Die inzwischen selten gewordenen TN-Panels erzielen im minimalen Sichtfeld ein Kontrastverhältnis zwischen 700 und 1000:1, die aktuellen IPS-Displays schaffen zwischen 800:1 und 1500:1. Die einfachsten VA-Panels fangen bei rund 2500:1 an, sehr gute Modelle kommen auf knapp 4000:1. Bei OLED-Displays, die ihr Backlight komplett abschalten können, ist der Kontrast rechnerisch unendlich.

Bei Profi-Displays prüfen wir mit dem USB-Kolorimeter Datacolor Spyder 5 Pro zusätzlich die Farbgenauigkeit, angegeben in Delta E (auch: ΔE). Je geringer dieser Wert, umso exakter wird der von der Grafikkarte angelieferte Farbwert am Monitor wiedergegeben. Für die Bildbearbeitung gilt ein durchschnittlicher Delta-E-Wert < 2 als wünschenswert, sehr gute Monitore schaffen Werte um 1. Zuletzt checken wir, ob wir die Farbgenauigkeit mit einem Kalibrierungslauf erhöhen können.

Schaltzeiten und Input Lag

Die für Spieler wichtigen Schaltzeiten eines Panels messen wir ebenfalls mit dem ConoScope. Denn die reinen Hertz-Zahlen sind nur die halbe Miete, der Flüssigkristall im LC-Display muss sich auch schnell genug ausrichten – und je höher die Bildwiederholfrequenz, desto weniger Zeit hat er dazu. Bei 60 Hertz sind es noch komfortable 16,7 Millisekunden, bei 144 Hertz nur noch 6,94 Millisekunden.

Für die Messung nutzen wir eine Reihe von Testbildern mit unterschiedlichen Graustufen von Schwarz bis Weiß, zwischen denen wir umschalten; mittels ConoScope schneiden wir mit, wie lange es dauert, bis der angepeilte Helligkeits-



Ob Farbraum, Kontrast, Blickwinkelabhängigkeit oder Schaltzeiten: Ohne ConoScope läuft beinahe keine unserer Messungen.

wert sich einstellt. Dabei stellen reine Schwarz-Weiß-Wechsel kaum eine Hürde dar, weshalb die Hersteller bevorzugt diese angeben. Mit einem Wechsel von Dunkelgrau zu Schwarz und zurück oder Hellgrau zu Mittelgrau hat hingegen so manches Panel zu kämpfen. Schalten die Zellen zu langsam, kommt es zum Ghosting: Ein Geisterbild des vorigen Frames schimmert noch nach, was in der Bewegung Unschärfe erzeugt – die Kanten verschmieren.

Um lahmen Panels auf die Sprünge zu helfen, nutzen die Hersteller einen Overdrive. Der setzt an die Zelle eine höhere Spannung an, als für den Wechsel eigentlich nötig, sodass der Flüssigkristall sich schneller ausrichtet. Übertreibt es der Overdrive aber, schießt das Pixel über den gewünschten Helligkeitswert hinaus, leuchtet einen Moment zu hell und braucht letztlich länger, bis die korrekte Helligkeit erreicht ist. Ein solcher übertriebener Overdrive äußert sich als glitzernder Saum an bewegten Objektkanten. Ergänzend zur Messung spielen wir auch ein paar Runden an Gaming-Displays, um herauszufinden, welche Overdrive-Stufe nach unserer Ansicht empfehlenswert ist.

Die Eingabeverzögerung, auch Input Lag genannt, ist nicht nur für Spieler relevant. Sie beschreibt die Zeit, die zwischen einer Eingabe, beispielsweise einer Mausbewegung, und deren Umsetzung auf dem Bildschirm vergeht. Wir messen sie mit unserem 4K Lag Tester von Leo Bodnar, einem unscheinbaren Metallkästchen mit

einem Lichtsensor an der Unterseite. Strom bekommt er via USB-Schnittstelle, über HDMI gibt er auf dem Monitor je einen weißen Streifen am oberen und unteren Bildschirmrand sowie in der Mitte aus.

Wir halten den Lichtsensor auf den mittleren Teststreifen und ermitteln den Versatz zwischen Signalausgabe und Anzeige auf dem Schirm, die üblicherweise zum unteren Bildrand zunimmt. Analog zu den Panel-Schaltzeiten gilt: Bei 60 Hertz bedeuten 16,7 Millisekunden ein Bild Latenz, was kaum auffällt, bei 120 Hertz wären das immerhin schon zwei Bilder. Ist der Input Lag zu hoch, würde die eigene Figur gerade in schnellen Ego-Shootern, bei denen es auf unmittelbare Reaktionen ankommt, möglicherweise zu spät schießen oder ausweichen. Doch auch auf dem Desktop merkt man deutlich, wenn der Cursor der Mausbewegung hinterherhinkt. (bkr@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Ulrike Kuhlmann, Bildmeister, Auswahlkriterien für den Monitorkauf, c't 29/2023, S. 54
- [2] Ulrike Kuhlmann, Gut gewählt, Texten, Zocken oder Filmabend: Kriterien für den Monitorkauf, c't 18/2024, S. 54
- [3] Ökodesign-Richtlinie <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:32019R2021>
- [4] Ulrike Kuhlmann, Flink und kontraststark, WOLED vs. QD-OLED: ein Systemvergleich mit zwei neuen OLED-Monitoren, c't 20/2024, S. 94

Eizo Monitortest, OLED-Testbild, HDR-Spezifikation: ct.de/y6dg

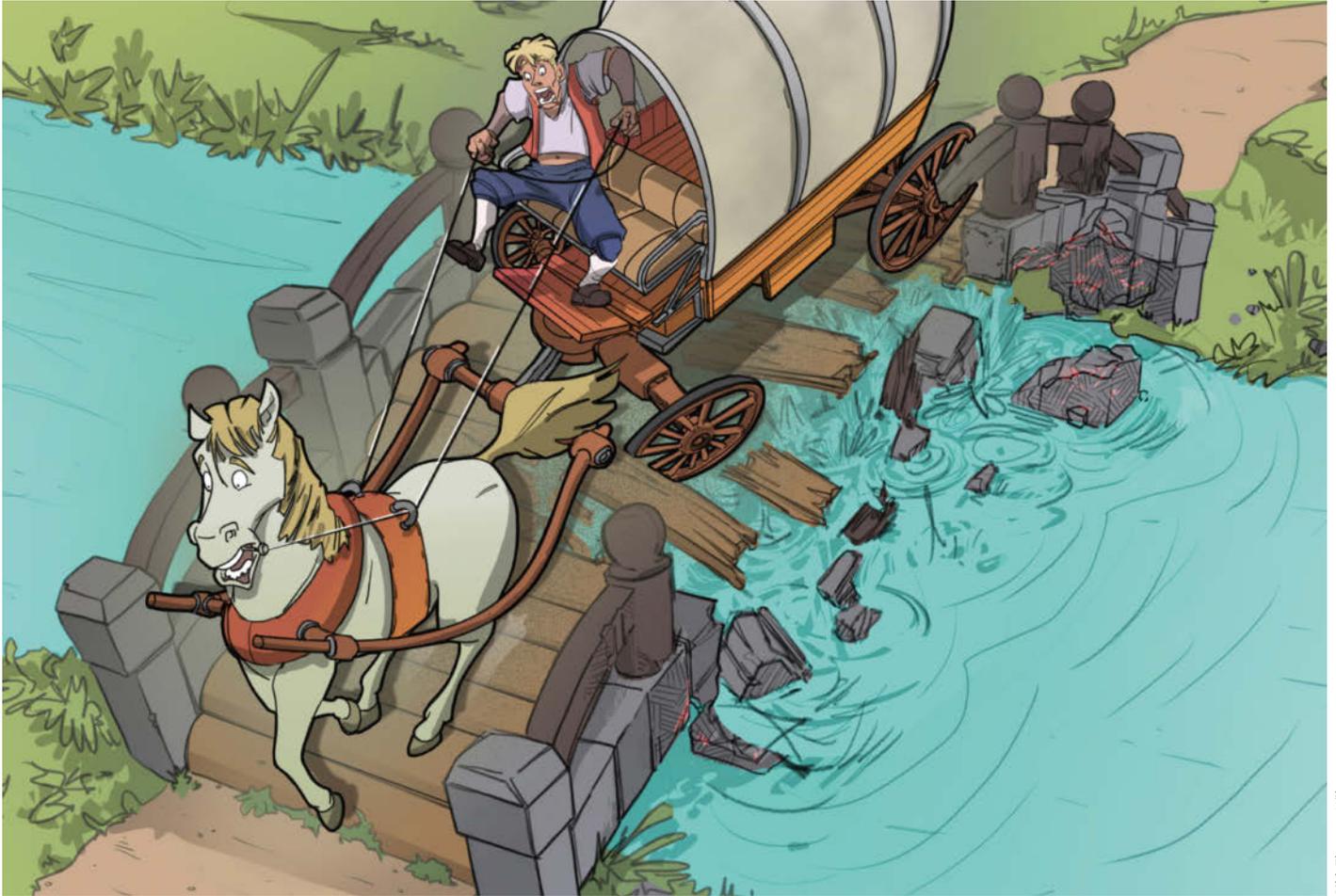


Bild: Thorsten Hübner

Reingefallen

Eine Analyse der xz-Hintertür, Teil 4

Im letzten Teil der Serie zur Hintertür in den xz Utils geht es um die Effekte der Malware auf infizierten Systemen: Wie sie OpenSSH unterwandert und was der Angreifer mit ihr hätte anstellen können.

Von Sylvester Tremmel

Der Angreifer hat es geschafft, dass die xz-Bibliothek liblzma unter Debian und RedHat ein böses Object-File einschließt: liblzma_la-crc64-fast.o (siehe [3]). Nun lassen wir die Compiler- und Paketbauphase hinter uns und sehen uns an, was der eingeschleuste Code bei Opfern anrichtet. Mit knapp 90 KByte ist das Object-File ein ziemlicher Brocken und nicht nur deshalb sehr schwer zu analysieren.

Wir wenden uns zunächst der einfacheren Frage zu, unter welchen Umständen Code in liblzma_la-crc64-fast.o überhaupt zur Ausführung kommt. Wie im

vergangenen Teil beschrieben, manipuliert die Hintertür beim Paketbau die Quellcodedateien crc64_fast.c und crc32_

fast.c im Verzeichnis src/liblzma/check/. Konkret passt sie darin die Funktionen crc64_

resolve() und crc32_

resolve() an, sodass bei deren Aufruf letztlich die Funktion _get_cpuid() aus der Hintertür ausgeführt wird.

Bei den ...resolve()-Funktionen handelt es sich um ifunc-Resolver, wie der Name nahelegt. Mit „GNU indirect functions“ (ifunc) können Entwickler dynamisch entscheiden, welchen Code eine



Funktion nutzen soll. Das erlaubt beispielsweise, hochoptimierten Code auszuliefern: Entwickler können besonders performancerelevante Funktionen in verschiedenen Versionen für verschiedene Prozessorarchitekturen programmieren. Per ifunc-Resolver gestattet der dynamische Linker dann dem Programm *zur Laufzeit*, die Implementierung zu wählen, die am besten zum aktuellen System passt.

Die xz-Bibliothek nutzt den ifunc-Mechanismus bei der Berechnung von Prüfsummen (Cyclic Redundancy Check, CRC). Es gibt den Verdacht, dass schon diese ifunc-Nutzung zur Vorbereitung des Angriffs gehörte: Die Patches wurden von einem Account eingereicht, der offenbar nur im Kontext der xz-Hintertür im Internet aktiv war. Andererseits sind optimierte Prüfsummenberechnungen ein plausibler und sinnvoller Anwendungsbereich für ifunc.

Jedenfalls modifiziert die Hintertür die Resolver, sodass sie nicht nur ihre eigentliche Aufgabe wahrnehmen, sondern auch die Funktion `_get_cpuid()` aufrufen. Außerdem setzt die Hintertür passende Compilerflags (siehe [3]), damit ifunc-Resolver direkt beim Programmstart laufen und nicht etwa erst, wenn eine der CRC-Funktionen auch tatsächlich aufgerufen wird. So aktiviert der Linker die Hintertür, sobald ein Programm die xz-Bibliothek lädt. Das darf auch indirekt geschehen: Das eigentliche Ziel – OpenSSH – lud auf betroffenen Systemen eine `systemd`-Bibliothek und diese wiederum lud `liblzma` (siehe [1]).

SSH-Server infiltrieren

Aber was tut sie denn nun, die Hintertür? Keine leichte Frage, denn `liblzma_la-crc64-fast.o` ist groß, komplex und greift auf allerlei hinterhältige Tricks zurück, um ihre Analyse zu erschweren. Das Ganze übersteigt die Reverse-Engineering-Fähigkeiten des Artikelautors deutlich, weshalb sich das Folgende auf mehrere externe Analysen stützt, die wir Ihnen unter ct.de/yaqv verlinkt haben. Dort finden Sie auch die Datei selbst, falls Sie zumindest mal nachsehen wollen, wie viel Sie mit einem Reverse-Engineering-Tool wie Ghidra nachvollziehen können.

Beim ersten Aufruf von `_get_cpuid()` tut die Hintertür nichts Besonderes, sie wartet auf den zweiten – schließlich führen sowohl der ifunc-Resolver `crc64_resolve()` als auch `crc32_resolve()` zu je einem Aufruf. Beim zweiten Aufruf legt sie los und

modifiziert die Global-Offset-Table des Programms. Diese Tabelle definiert, an welchen Speicheradressen welche Symbole liegen. Die Hintertür setzt eine eigene Funktion an Stelle der Funktion `cpuid()`. Anschließend ruft sie die eigene Funktion auf – aber es sieht so aus, als rufe sie `cpuid()` auf. Letzteres wäre ein legitimer Effekt von `_get_cpuid()`.

Im weiteren Verlauf prüft die Hintertür einige Voraussetzungen, etwa ob sie im Prozess `/usr/bin/sshd` läuft. Falls `liblzma` von einem anderen Prozess geladen wurde, greift die Hintertür nicht weiter ein und die xz-Bibliothek funktioniert normal. Die Hintertür bricht auch ab, wenn gewisse Umgebungsvariablen existieren, vermutlich um einer Entdeckung zu entgehen. Außerdem steigt sie aus, wenn die Umgebungsvariable `yo1Abejyiejuvnup` den Wert `EvjtgVsh5okmkAvj` hat – offenbar ein Ausschalter, mit dem die Angreifer (vielleicht zu Testzwecken) ein infiziertes OpenSSH dazu bringen, sich normal zu verhalten.

Bemerkenswert: Weder vom Prozessnamen noch zu den Variablen finden sich verräterische Zeichenketten in der Hintertür. Statt verdächtige Strings wörtlich oder verklausuliert in der Binärdatei unterzubringen, implementiert die Hintertür einen Präfixbaum, auch Trie genannt. Der ordnet allen gewünschten Strings eine Konstante zu, wobei sich die Strings aus der Baumstruktur ableiten. Statt einen Wert mit einem gesuchten String zu vergleichen (und dafür diese Zeichenkette explizit zu nennen), schlägt die Hintertür den Wert im Trie nach und testet, ob das zur richtigen Konstante führt. Der Softwareingenieur Serge Bazanski, alias `q3k`, hat alle vom Trie kodierten Strings extrahiert und auch den Trie an sich visualisiert (siehe ct.de/yaqv).

So gewieft das alles ist, sonderlich effizient ist es nicht. Ironischerweise führten unter anderem Verzögerungen, die die Hintertür mit solchen Trickereien hervorrief, zu ihrer Entdeckung. Wer weiß, ob stattdessen verdächtige Klartextstrings überhaupt jemandem aufgefallen wären.

Jedenfalls macht sich die Hintertür an ihre eigentliche Arbeit, wenn der Ausgang ihrer Tests sie zufriedenstellt. Sie möchte eine der drei folgenden OpenSSH-Funktionen unterwandern:

- `RSA_public_decrypt`
- `RSA_get0_key`
- `EVP_PKEY_set1_RSA`

Welche der drei Funktionen sie umleitet, spielt für die Hintertür keine große Rolle.

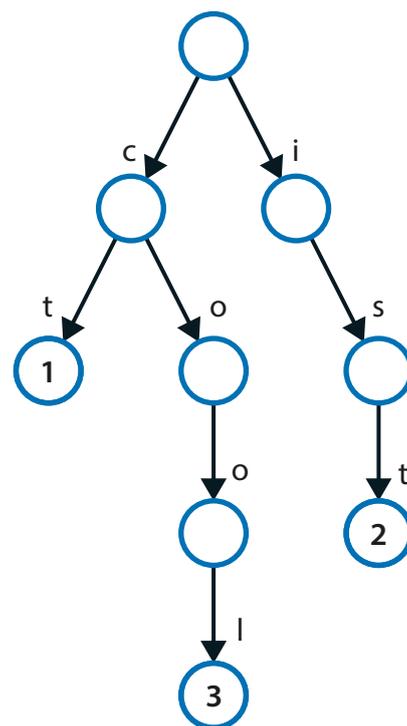
Sie möchte nur Zugriff auf den an die jeweilige Funktion übergebenen RSA-Schlüssel und stoppt ihre Unterwanderungsversuche auch, sobald sie bei einer der Funktionen erfolgreich war.

Allerdings wird die Hintertür dank der ifunc-Tricks so früh ausgeführt, dass diese OpenSSH-Funktionen möglicherweise noch nicht geladen wurden und die Hintertür sie nicht direkt umleiten kann. Stattdessen spannt sie das Audit-API des dynamischen Linkers (run-time linker, `rtdl-audit`) ein. Dafür muss man eigentlich eine separate Bibliothek schreiben und dann dem Linker über die Umgebungsvariable `LD_AUDIT` Bescheid geben. Die Hintertür patcht dagegen die Interfaces des Linkers im laufenden Betrieb, um Audit-Aufrufe zu erhalten. Nun informiert der Linker die Hintertür, sobald er einen der gesuchten Namen auflöst, und erlaubt ihr einzugreifen.

Der erste Treffer ist in der Regel `RSA_public_decrypt()`, weil der Linker diese Funktion zuerst auflöst. Mit Version 3.0 hat OpenSSL die Funktion als veraltet markiert, was ein Grund sein könnte,

Ein kleiner Trie

Tries kodieren Schlüsselwörter über die Position von Knoten im Graph und nennen sie nicht explizit. Dieser kleine Beispiel-Trie weißt den Schlüsselwörtern „ct“, „cool“ und „ist“ eindeutige Zahlen als Werte zu.



warum die Hintertür noch weitere Funktionen anvisiert.

Kontaktaufnahme

Jedenfalls bekommt die Hintertür über die genannten Funktionen Zugriff auf den öffentlichen RSA-Schlüssel, den Clients bei der Anmeldung an einem SSH-Server übertragen können. Denn bei SSHs „pubkey“-Verfahren überträgt der SSH-Client nicht nur eine beweiskräftige Signatur, um sich auszuweisen, sondern auch den zugehörigen öffentlichen Schlüssel. *In diesem Schlüssel* sucht die Hintertür dann nach Anweisungen, genau gesagt im RSA-Modul des Schlüssels.

Das heißt, der Angreifer hätte die Hintertür ausgenutzt, indem er sich an einem infizierten Server mit einem bestimmten RSA-Schlüssel anmeldet, der Anweisungen für die Hintertür kodiert. Diese Anweisungen im RSA-Modul müssen mit einem Schlüssel der EdDSA-Variante Ed448 verschlüsselt und signiert sein, damit die Hintertür sie ausführt. (Ed448 ist ein Signaturverfahren, zur Verschlüsselung nutzt die Hintertür ChaCha20 mit dem öffentlichen Ed448-Schlüssel.) Nur der Angreifer kennt den nötigen privaten Ed448-Schlüssel, sodass auch nur er die Hintertür ausnutzen kann. Die Malware überprüft die Signatur anhand eines passenden öffentlichen Ed448-Schlüssels, den sie mitbringt.

Wie die verdächtigen Strings liegt dieser Schlüssel nicht erkennbar irgendwo in der Binärdatei. Stattdessen extrahiert die

Hintertür ihn aus *ihrem eigenen Binärcode*, indem sie aus bestimmten, quer über ihren Code verteilten Instruktionen Bitwerte rekonstruiert und daraus den öffentlichen Schlüssel zusammenpuzzelt. So ahnt niemand, dass in dieser Binärdatei überhaupt ein solcher Schlüssel steckt.

In die Prüfung des Anweisungsformats geht auch der öffentliche Schlüssel des infizierten SSH-Servers ein. Das scheint als Replay-Schutz zu dienen: Angenommen man beobachtet den Angreifer dabei, wie er Anweisungen an einen infizierten SSH-Server schickt. Wenn man nun diese Anweisungen kopieren und an einen anderen infizierten Server schicken würde – der einen anderen Schlüssel nutzt –, würde dieser die Anweisungen ablehnen. Neue Anweisungen könnte man ohnehin nicht schicken, weil man den privaten Ed448-Schlüssel nicht kennt.

Ferngesteuert

Die Hintertür kennt vier verschiedene Anweisungen, aus denen der Angreifer über drei Werte A, B und C wählen kann: Wenn $A \times B + C$ den Wert 0, 1, 2 oder 3 ergibt, selektiert das eine der vier Anweisungen. Bei jedem anderen Ergebnis bricht die Hintertür ab. A, B und C ergeben sich aus den ersten 128 Bit des RSA-Moduls, sind nicht verschlüsselt, wohl aber signiert. So erkennt die Hintertür die meisten herkömmlichen Verbindungsversuche direkt als solche, weil deren RSA-Modul in aller Regel ein Ergebnis größer drei produziert. Das erspart der Hintertür sinnlose Ent-

schlüsselungsversuche. Parameter für die Anweisungen, etwa gewünschte Benutzernamen oder auszuführende Befehle, überträgt der Angreifer im verschlüsselten Teil des Fake-RSA-Moduls.

Anweisungen 0 und 1 erlauben dem Angreifer, sich mit einem beliebigen Passwort oder mit einem beliebigen Schlüssel auf dem SSH-Server anzumelden, indem sie die jeweiligen Prüffunktionen des Servers unterwandert. Den Benutzernamen kann er dabei ebenfalls wählen. Die Hintertür stellt sicher, dass auch root funktioniert, selbst wenn die Konfiguration des Servers Root-Anmeldungen nicht zulässt. Die Hintertür ermöglicht dem Angreifer auch, die Verwendung von Pluggable Authentication Modules (PAM) zu unterbinden.

Anweisung 2 erlaubt dem Angreifer, ganz ohne Anmeldung, ein beliebiges Kommando auf dem Server auszuführen. Er kann auch festlegen, unter welchem Benutzer und welcher Gruppe das Kommando laufen soll. Möglich ist all dies, weil ein Teil des OpenSSH-Servers mit Root-Rechten läuft und damit praktisch alles darf. OpenSSH nutzt durchaus Rechte-trennung (Privilege Separation) und betreibt exponierte Komponenten mit reduzierten Rechten, aber das nützt nichts, wenn das Gesamtkonstrukt infiziert ist.

Anweisung 3 beendet lediglich die Sitzung.

Insgesamt bot die Hintertür dem Angreifer damit also sowohl die Option, Code aus der Ferne auszuführen (Remote Code Execution, RCE), als auch die Möglichkeit, den Anmeldevorgang zu umgehen (Auth Bypass). Beides kryptografisch geschützt exklusiv für den Angreifer, selbst wenn andere Akteure die Malware entdeckt hätten, und ohne die normale Funktion von OpenSSH zu beeinträchtigen. Andres Freund, der Entdecker der Hintertür, hat die IT-Welt wahrlich vor einer absoluten Katastrophe bewahrt, als er dem merkwürdigen Verhalten seines SSH-Servers nachging. (syt@ct.de) 

Literatur

- [1] Sylvester Tremmel, Sprengladung angebracht, Eine Analyse der xz-Hintertür, Teil 1, c't 16/2024, S. 134
- [2] Sylvester Tremmel, Zündung, Eine Analyse der xz-Hintertür, Teil 2, c't 17/2024, S. 148
- [3] Sylvester Tremmel, Nicht mehr tragfähig, Eine Analyse der xz-Hintertür, Teil 3, c't 19/2024, S. 128

Externe Analysen: ct.de/yaq

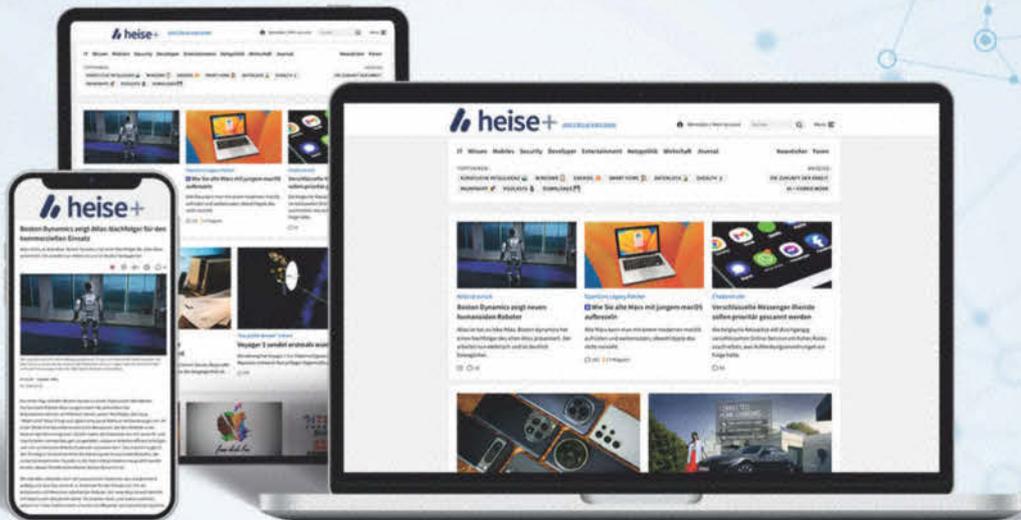
Alles eingebaut

Die im Haupttext genannten Funktionen der Hintertür stellen in gewissem Sinne nur die Spitze des Eisbergs dar, unter der sich noch viel mehr Komplexität verbirgt. Denn um beispielsweise Funktionen zu unterwandern und Sprungadressen zu modifizieren, muss die Hintertür erst einmal deren Speicherbereich kennen und die richtige Adresse finden.

Die Hintertür enthält daher unter anderem einen **Parser für ausführbare Dateien im Format ELF** (Executable and Linkable Format) und einen **vereinfachten x86-Disassembler**, um im Binärcode des infizierten Servers herumfuhrwerken zu können. Sie enthält auch **mehrere Methoden, um Symbole auf Speicheradres-**

sen aufzulösen. Eine davon missbraucht den legitimen Mechanismus `lzma_allloc`: Statt die Reservierung und Freigabe von Speicherbereichen anzupassen, liefert `lzma_allloc` der Hintertür die Adressen von importierten Funktionen – ohne dass es danach aussieht.

Nicht zuletzt enthält die Hintertür auch noch verschiedene Mechanismen, um das Logfile des SSH-Servers zu manipulieren. Ihre Arbeit und vor allem die zur Kommunikation genutzten RSA-Schlüssel sollen im Protokoll nicht auftauchen. Deshalb **überschreibt die Hintertür Schlüssel vor dem Logging** und kann auch **Log-Einträge filtern oder überschreiben**.



c't **Mac&i** **iX** **Make:** **c't** **Fotografie**

c't-Abonnenten
lesen bis zu
75%
günstiger

heise+

Das digitale Abo für IT und Technik.

Exklusives Angebot für c't-Abonnenten:
Sonderrabatt für Magazinabonnenten

- ✓ Zugriff auf alle kostenpflichtigen Artikel auf heise.de und in der App
- ✓ Wöchentlicher Newsletter mit allen Highlights und Empfehlungen
- ✓ Alles inklusive: Alle Ausgaben der Magazine c't, iX, Mac & i, Make und c't Fotografie digital verfügbar
- ✓ 1. Monat gratis lesen – danach jederzeit kündbar

Sie möchten dieses Exklusiv-Angebot nutzen? Jetzt bestellen unter:

heise.de/plus-testen

✉ leserservice@heise.de ☎ 0541 80009 120

Ein Angebot von: Heise Medien GmbH & Co. KG • Karl-Wiechert-Allee 10 • 30625 Hannover

Der Cloud entrissen

OneNote-Notizbücher aus OneDrive for Business herunterladen

Obwohl Microsoft das nicht vorsieht, können Sie OneNote-Notizbücher mit etwas Trickserei auch aus dem Cloud-Speicher von Microsoft-365-Geschäfts- und -Schulkonten herausfischen – sei es als lokales Backup oder für den Umzug auf ein privates Konto.

Von Stefan Wischner

Das Studium steht vor dem Abschluss, in Kürze wird die IT-Abteilung der Universität das Microsoft-Konto löschen – und mit ihm die gesammelten OneNote-Aufzeichnungen vieler Semester. Dummerweise hat Microsoft keinen gradlinigen Weg vorgesehen, Notizbücher zu exportieren oder auf ein anderes Konto zu übertragen. Die zugehörigen Dateien sind im Cloudspeicher gut versteckt. Hinzu kommt, dass OneNote ein eigenwilliges Speicherformat nutzt: Notizbücher stecken nicht in einer einzelnen Datei, sondern in verschachtelten Ordnerstrukturen mit mehreren proprietären Dateien im .one-Format. Ein paar Umwege führen

aber doch zu einem funktionierenden Backup, den Weg dorthin zeigen die folgenden Anleitungen.

Das OneNote-eigene Backup

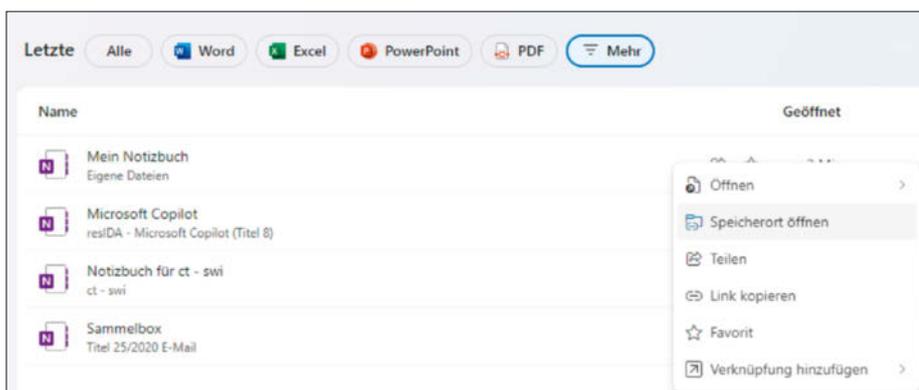
Es gibt zwar eine OneNote-eigene Backupfunktion, mit der Sie in der Cloud gespeicherte Notizbücher lokal sichern und bei Bedarf zurückspielen können. Die zugehörigen Einstellungen finden Sie in der Windows-Version unter „Datei/Optionen/Speichern & Sichern/Sicherung“ und auf dem Mac unter „Microsoft OneNote/Einstellungen/Sicherungen“. Dieses eingebaute Backup hat aber einen großen Haken: Es sichert nur separate .one-Dateien mit dem Inhalt einzelner Abschnitte – exportiert also nur die zweite Hierarchiestufe in der OneNote-Organisationsstruktur. Die ursprüngliche Zuordnung zum jeweiligen Notizbuch geht verloren, weil die dafür zuständige Indexdatei mit der Endung .onetoc2 nicht mitgesichert wird. Auf diese Weise erstellte Sicherungskopien können Sie daher nur abschnittsweise zurückspielen. Unter Windows geht das über „Datei/Sicherungen öffnen“, auf dem Mac wählen Sie „Datei/Sicherungskopien öffnen“. Abschließend müssen Sie alle wiederhergestellten Abschnittsinhalte mühsam per Hand in neu angelegte Notizbücher einsortieren.

Download aus OneDrive und SharePoint

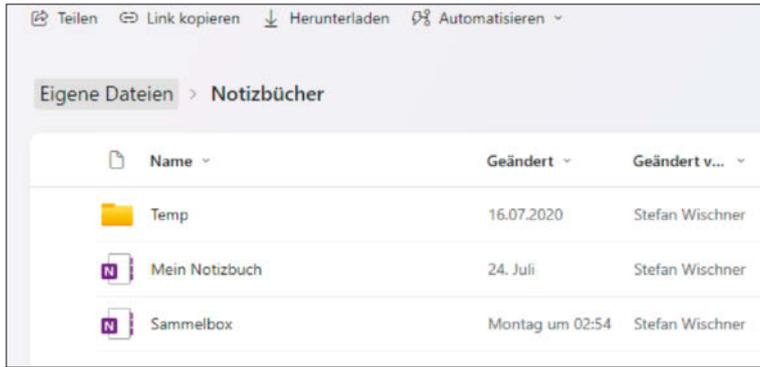
Vor einiger Zeit hat Microsoft zwar eine sinnvollere Form der Sicherungskopie eingeführt, die zudem nur einen Webbrowser erfordert und vom Betriebssystem sowie von der OneNote-Version unabhängig ist. Dummerweise funktioniert diese Methode nur mit Notizbüchern auf dem Cloudspeicher eines persönlichen Microsoft-Kontos, nicht aber für Schul- oder Geschäftskonten. Wir wollen sie Ihnen trotzdem nicht vorenthalten:

Navigieren Sie im Browser zu onenote.com und melden Sie sich mit Ihrem persönlichen MS-Konto an. Stellen Sie links unten die Sprache der Webseite auf Englisch (United States) um. Das ist nötig, weil das Folgende ansonsten wegen eines seit Jahren nicht behobenen Skriptfehlers nicht funktioniert. Klicken Sie dann das zu exportierende Notizbuch mit der rechten Maustaste an, wählen Sie „Export Notebook“ und im folgenden Dialog nochmals „Export“. Das wiederholen Sie für jedes Notizbuch. Wie Sie mit der heruntergeladenen Archivdatei weiter verfahren, lesen Sie weiter unten.

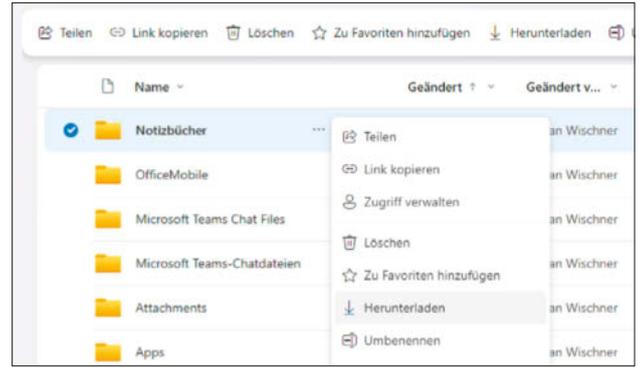
Inhabern eines Schul- und Geschäftskontos enthält Microsoft zwar eine äquivalente Exportfunktion vor, mit einem Trick kommen sie aber dennoch an die kompletten Bücher heran: Melden Sie sich auf www.office.com mit den Zugangsdaten für Ihr Microsoft-365-Schul- oder -Geschäftskonto an. Aus der linken Symbolleiste wählen Sie „OneDrive“. Fehlt das Symbol dort, finden Sie es nach einem Klick auf das App-Startfeld (Quadrat aus neun Punkten) links oben. Nun erscheint eine Dateiliste, deren Inhalte Sie nach OneNote-Notizbüchern filtern können. Was Sie zu Gesicht bekommen, sind anders als Word-Dokumente oder Excel-Tabellen keine Dateien, die Sie direkt herunterladen könnten, sondern lediglich Platzhalter: Diese verlinken zu den versteckten Ordnerstrukturen, in denen die eigentlichen Notizdaten liegen. Um auf diese zuzugreifen, klicken



Die vermeintlichen Notizbuchdateien auf OneDrive for Business sind nur Platzhalter mit Links zu versteckten Dateien. An die kommen Sie über „Speicherort öffnen“ aus dem Kontextmenü heran.



Wenn Sie den Ordnerinhalt mit den Notizbüchern (immer noch Platzhalter) sehen, navigieren Sie eine Stufe zurück, im gezeigten Beispiel also von „Eigene Dateien/Notizbücher“ zurück zu „Eigene Dateien“.



Wenn Sie jetzt den gesamten Ordner (hier: „Notizbücher“) mit den Notizbuchplatzhaltern herunterladen, sind die tatsächlichen OneNote-Daten in der übertragene ZIP-Datei enthalten.

Sie zunächst rechts neben dem Namen des gewünschten Notizbuchs auf das Dreipunktemenü und wählen „Speicherort öffnen“.

Abhängig vom Speicherort des Original-Notizbuchs, zum Beispiel in Ihrem persönlichen OneDrive-for-Business-Ordner oder in der SharePoint-Bibliothek eines Teams-Channels, landen Sie auf einer Webseite, die links oben entweder die Beschriftung „OneDrive“ oder „SharePoint“ trägt. In beiden Fällen sehen Sie eine Dateiliste, die auch das betreffende OneNote-Notizbuch enthält – aber ebenfalls nur als Link ohne Download-Option. Sie können jedoch komplette Ordner als Zip-Datei verpackt herunterladen: Anstelle symbolischer Links landen auf diesem Weg die echten Notizdaten im Zip-Archiv. Navigieren Sie dazu eine Stufe höher, sodass Sie in der Liste den Ordner sehen, der die gewünschten Notizbücher enthält.

Klicken Sie auf das Dreipunktemenü rechts neben dem Namen des Ordners mit den OneNote-Notizbüchern und wählen Sie den im Menü nun verfügbaren Befehl „Herunterladen“. Daraufhin landet eine Archivdatei mit dem Namen OneDrive_<Datum>.zip im lokalen Downloadverzeichnis. Anstelle kompletter Ordner mit vielleicht gar nicht gewünschten Dateien können Sie auch einzelne Notizbücher auswählen, indem Sie sie zunächst über das Webinterface in einen neu angelegten temporären Ordner kopieren und nur diesen herunterladen.

Backup öffnen und in persönliches Konto übertragen

Der wichtigste Schritt ist getan: Sie haben Ihre Notizbücher aus den Klauen der Mi-

crosoft-Schul- oder -Unternehmenscloud befreit und besitzen nun eine vollständige lokale Kopie in Form einer ZIP-Datei, die Sie zunächst an beliebiger Stelle auspacken. Pro enthaltenem Notizbuch entsteht dabei ein Ordner mit dessen Namen; Notizbücher mit gruppierten Abschnitten splitten sich in zusätzliche Unterordner. Außer .one-Dateien mit den eigentlichen Inhalten gibt es auch eine Indexdatei mit der Endung .onetoc2.

Bei OneNote für Windows reicht ein Doppelklick auf diese .onetoc2-Datei, um das zugehörige Notizbuch zu laden. Es ist dann eine lokale Version, die sich nicht mit der Cloud und anderen Geräten synchronisieren kann. Solch lokale Notizbücher waren bis vor kurzem Besitzern einer Office-Lizenz vorbehalten. Microsoft scheint die Beschränkung irgendwann aufgehoben zu haben, allerdings nur für die Desktop-Version für Windows: Weder das inzwischen abgekündigte OneNote für Windows 10 noch die Mac-, Browser- oder Mobilversionen unterstützen lokal gespeicherte Notizbuchdateien.

Möchten Sie Ihre Notizen in einer solchen Version öffnen und bearbeiten oder sie synchronisiert von mehreren Geräten aus nutzen, müssen die Daten wieder in eine Microsoft-Cloud.

Wir gehen davon aus, dass Sie die Notizen auf OneDrive in Verbindung mit einem persönlichen MS-Konto (kostenfrei oder in Verbindung mit einer persönlichen Office-Lizenz wie Microsoft 365 Family) weiterverwenden möchten. Versuchen Sie nicht, die ausgepackten Ordner und Dateien in den lokalen OneDrive-Synchronisationsordner zu verschieben – das erzeugt keine synchronisierbaren Notizbücher im korrekten Speicherformat auf OneDrive.

Es gibt zwei korrekte Wege, denen Sie jeweils Notizbuch für Notizbuch folgen: Haben Sie wie zuvor beschrieben ein Notizbuch per Start der .onetoc2-Datei lokal in OneNote für Windows geöffnet, wählen Sie darin „Datei/Freigeben“. Der folgende Dialog führt zum Upload auf Ihren persönlichen Cloudspeicher.

Die zweite Methode benötigt nur einen Webbrowser und kommt somit auch zum Beispiel für Mac-Nutzer infrage. In unseren Tests funktionierte sie sowohl mit aus einem persönlichen OneDrive heruntergeladenen Notizbüchern als auch mit solchen aus einem Schul- oder Geschäftskonto. Die jeweilige ZIP-Datei muss in einem beliebigen Ordner ausgepackt sein.

Navigieren Sie im Browser zu <https://www.onenote.com/notebooks/exportimport?toImport=true>, loggen Sie sich gegebenenfalls in Ihr persönliches Microsoft-Konto ein und klicken Sie auf „Notizbuch importieren“. Im folgenden Dateidialog navigieren Sie zum Ordner des jeweiligen (ausgepackten) Notizbuchs, klicken auf OK und bestätigen im nächsten Dialog das Hochladen der Dateien. Wenn alles geklappt hat, sollten Ihre Notizen auf das persönliche OneDrive übertragen sein und in OneNote erscheinen.

Es lässt sich nicht ausschließen, dass Microsoft diese „Hintertür“ über den Download von Ordnern aus SharePoint Online irgendwann schließt. Ebenso ist es möglich, dass die Entwickler irgendwann eine Vordertür öffnen, also eine komfortablere Export- und Transfermethode einführen. Die beschriebenen Vorgehensweisen funktionieren jedoch schon seit geraumer Zeit. (swi@ct.de) **ct**

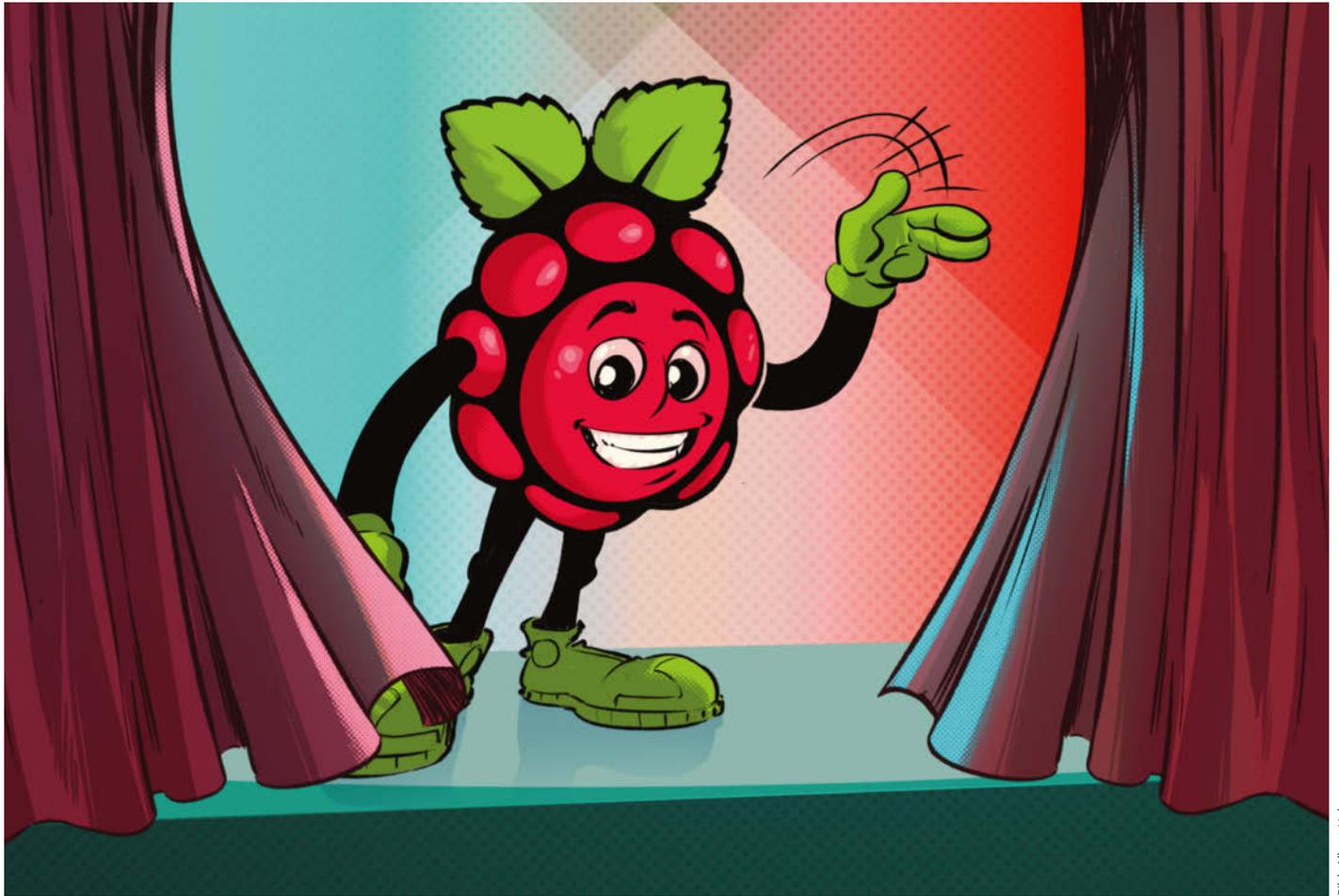


Bild: Albert Hulm

Showtime für den Raspi

So richten Sie den Raspberry Pi schnell und komfortabel ein

Die Zeiten, in denen die Raspi-Einrichtung eine frickelige Tagesaufgabe war, sind längst vorbei – inzwischen ist ein Raspberry Pi mit wenigen Klicks startklar. Auch SSDs und USB-Speicher bringen Sie leicht an den Start, zum Beispiel für unseren Backup-und-Sync-Server von Seite 150.

Von Ronald Eikenberg

Es spielt keine Rolle, ob Sie einen neuen Raspi 5 frisch aus dem Schächtelchen ziehen oder einen alten Raspi der ersten Generation aus irgendeiner staubigen Schublade bergen: Sie sind nur wenige Klicks von einem funktionsfähigen Mini-PC für Ihr Projekt entfernt.

Neben einem passenden Netzteil brauchen Sie nur eine Speicherkarte. Sparen Sie hier nicht am falschen Ende, denn microSD-Karten mit 128 GByte gibt's schon für einen Zehner. Damit haben Sie ausreichend Reserve für zukünftige Updates, Programme und sonstige Daten. Alternativ können Sie auch einen USB-Stick, eine SSD oder eine USB-Festplatte verwenden.

Dass die Einrichtung so einfach geworden ist, ist vor allem dem Open-Source-Tool „Raspberry Pi Imager“ zu verdanken, das nicht nur ein passendes Betriebssystem auf den Speicher schreibt, sondern das Linux-System auch gleich vorkonfiguriert. So können Sie sich auf Wunsch gleich nach dem ersten Start des Raspi von Ihrem PC aus via SSH einloggen und loslegen, anstatt die Konfiguration am Raspi über einen Bildschirm erledigen zu müssen. Das Imager-Tool gibt es für Windows, macOS und Linux.

Auch bei der Entscheidung, welches Betriebssystem-Image Sie wählen sollten, hilft Ihnen der Raspi-Imager, indem er Ihnen nur zu dem jeweiligen Raspi-Modell

passende Abbilder anbietet. Am prominentesten platziert ist Raspberry Pi OS in der Standardvariante mit der Desktop-Umgebung Pixel. Dieses Image bringt außerdem noch diverse Software wie zwei Browser und VLC mit.

Wenn Sie Ihren Raspi jedoch ohne Bildschirm verwenden möchten (Headless-Betrieb), etwa als Server im Heimnetz, handeln Sie sich damit jede Menge unnötigen Ballast ein. Der frisst RAM und stört Sie auch dann, wenn Sie Ihren Raspi anweisen, alle installierten Pakete auf den aktuellen Stand zu bringen. Sie installieren dann Updates für etliche Software-Pakete, die Sie gar nicht verwenden, und der Vorgang dauert mitunter sehr viel länger als nötig.

Himbeer Lite

Für den Headless-Betrieb ist Raspberry Pi OS Lite daher die bessere Wahl. Es kommt ohne Desktop und bringt auch sonst nur das Nötigste mit. Wenn etwas fehlt, installieren Sie es einfach gezielt nach. Die Lite-Variante ist mit 400 MByte fast zwei Drittel kleiner als das Standard-Image.

Wenn Sie Ihren Raspi headless ohne Monitor betreiben möchten, werden Sie übers Netzwerk per SSH-Verbindung auf ihn zugreifen. Den SSH-Server bringt das Imager-Tool für Sie an den Start, doch Sie müssen sich vor der Einrichtung entscheiden, ob Sie sich per Passwort oder per SSH-Schlüssel (Public-Key-Authentifizierung) gegenüber dem Raspi authentifizieren möchten.

Das Passwort ist der altmodische Weg und nicht nur unkomfortabel, sondern auch in puncto Sicherheit nicht mehr auf der Höhe der Zeit. Wir empfehlen daher SSH-Schlüssel, die die Eingabe des Passworts überflüssig machen. Keine Sorge, falls Sie noch nie mit Public-Key-Authentifizierung gearbeitet haben: Die Einrichtung übernimmt der Imager für Sie, das ist mit nur zwei Klicks erledigt.

Last, but not least, braucht Ihr Raspi noch eine Netzwerkanbindung. Greifen Sie bevorzugt zu einem Netzwerkkabel für eine möglichst schnelle und stabile Verbindung. WLAN ist nur die zweite Wahl, funktioniert in aller Regel aber ebenfalls problemlos. Auch die WLAN-Einrichtung übernimmt der Imager.

Speicherkarte beschreiben

Aber genug der Vorrede: Installieren Sie den Raspberry Pi Imager (siehe ct.de/yzr9) auf Ihrem Rechner und starten Sie das

Tool. Anschließend wählen Sie zunächst links („Modell wählen“) Ihr Raspi-Modell aus und in der Mitte das gewünschte Betriebssystem, am besten in einer 64-Bit-Version. Die Lite-Version von Raspi OS finden Sie unter „Raspberry Pi OS (other)“.

Wenn Sie Ihre Wahl getroffen haben, stecken Sie Ihre Speicherkarte in den Rechner und wählen sie rechts aus. Sie können Ihren Raspi auch von USB-Speichern wie Sticks, SSDs und Festplatten booten, die Vorgehensweise ist immer gleich. Der Raspi 5 bietet sogar einen flotten PCI-Express-Anschluss für NVMe-SSDs. Nach einem Klick auf „Weiter“ hält der Raspi-Imager noch eine Überraschung für Sie bereit: Er bietet Ihnen an, einige Voreinstellungen („OS Anpassungen“) mit auf die Karte zu schreiben, damit Sie den Raspi direkt verwenden können.

Schnellstart dank OS-Anpassungen

Klicken Sie auf „Einstellungen bearbeiten“, um selbiges zu tun. Ändern Sie den vorgegebenen Hostnamen des Raspi zum Beispiel in „raspi5“, damit er sich nicht mit anderen Raspis im Netzwerk in die Quere kommt. Legen Sie außerdem Benutzername und Passwort für den Standardnutzernamen fest. Geben Sie am besten den Benutzernamen ein, den Sie auch an Ihrem Rechner verwenden. Dann können Sie die SSH-Verbindung später leichter aufbauen, weil automatisch der Benutzer verwendet wird, mit dem Sie am PC angemeldet sind.

Darunter stellen Sie die WLAN-Verbindung ein, sofern Sie Ihren Raspi drahtlos mit dem Netz verbinden möchten. Dabei versucht der Imager, die WLAN-Konfiguration Ihres gerade genutzten Rechners automatisch einzutragen. Das „Wifi-Land“ stellen Sie auf „DE“, damit Ihr Raspi später auf den richtigen Frequenzen funkt. Die Zeitzone sollte automatisch passend vorgegeben sein (hierzulande „Europe/Berlin“), das Tastaturlayout stellen Sie für deutsche Tastaturen auf „de“.

SSH sicher ohne Passwort

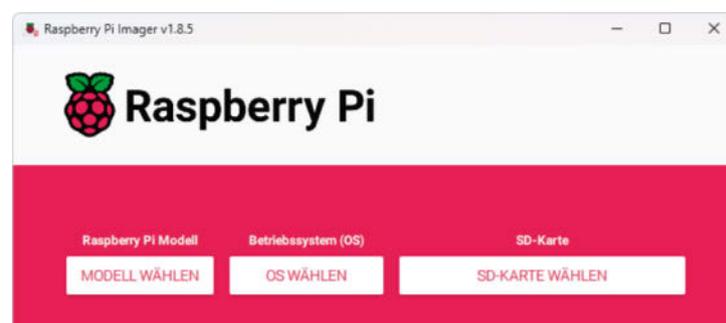
Damit gleich der SSH-Zugriff auf Ihren Raspi gelingt, der vor allem für den Headless-Betrieb unverzichtbar ist, muss unter „Dienste“ SSH aktiv sein. Darunter können Sie die „Authentifizierung via Public-Key“ einschalten, um sich sicher ohne Passwort am Raspi anzumelden. Dafür sind keine Vorkenntnisse nötig: Klicken Sie einfach auf „SSH-Keygen ausführen“, um geeignete Kryptoschlüssel zu generieren. Diese hinterlegt das Tool automatisch an passender Stelle Ihres Rechners (im Ordner `.ssh` in Ihrem Benutzerverzeichnis, auch unter Windows).

Wenn Sie mit allem zufrieden sind, klicken Sie auf „Speichern“ und „Ja“, um die OS-Anpassungen zu übernehmen. Danach bestätigen Sie noch mal mit „Ja“, dass Sie wissen, dass alle Daten auf der Speicherkarte gelöscht werden, und der Schreibvorgang beginnt. Um den Download des Betriebssystem-Images kümmert sich die Software selbst. Meldet der Imager Vollzug, ist Ihre Speicherkarte einsatzbereit.

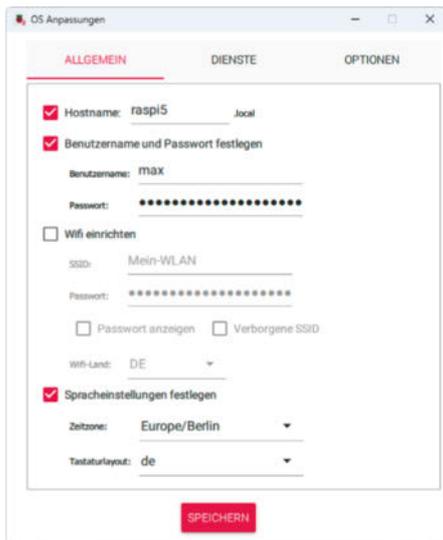
Stecken Sie die Karte in Ihren Raspi, nachdem sie fertig beschrieben ist. Verbinden Sie den Raspi per Kabel mit Ihrem Netzwerk, wenn Sie kein WLAN verwenden möchten. Falls Sie Ihren Raspi über Monitor, Maus und Tastatur bedienen werden, sollten Sie diese Geräte jetzt auch anschließen. Versorgen Sie Ihren Raspi anschließend mit Strom, damit er hochfährt.

Erstkontakt über SSH

Der erste Start dauert etwas länger, da der Raspi noch einige Schritte durchführt, um die Einrichtung abzuschließen. Nach kurzer Zeit können Sie übers Netzwerk per SSH auf ihn zugreifen, etwa mit `ssh benutzername@raspi5`. Falls Sie im Imager-Tool den Benutzernamen eingegeben haben, mit dem Sie gerade am Rechner angemeldet sind, reicht meist sogar `ssh raspi5`. Anschließend bestätigen Sie ein-



Mit dem offiziellen Raspberry Pi Imager erstellen Sie im Handumdrehen eine passende Speicherkarte für Ihren Raspi.



Das Imager-Tool gibt Ihrem Raspi alle wichtigen Einstellungen mit auf den Weg, damit Sie sofort loslegen können.

malig, dass Sie dem SSH-Key des Raspi vertrauen, und geben Ihr Passwort ein, wenn Sie nicht die Public-Key-Authentifizierung verwenden.

Nach dem ersten Start sollten Sie das Raspi OS noch auf den aktuellen Stand bringen und danach sicherheitshalber einen Neustart durchführen, bevor es richtig losgeht:

```
sudo apt update
sudo apt full-upgrade -y
sudo reboot
```

Falls Sie nicht über SSH verbunden sind, sondern den grafischen Desktop verwenden, können Sie das Terminal über das schwarze Symbol links oben starten und die Befehle dort eingeben. Außerdem meldet Raspi OS neue Updates über ein Symbol in der rechten oberen Bildschirmcke. Klicken Sie drauf, um die Aktualisierungen zu installieren.

Um die grafische Oberfläche auf Deutsch umzustellen, klicken Sie auf das Raspi-Symbol oben links, Preferences, Raspberry Pi Configuration, Localisation, „Set Locale...“ und ändern die „Language“ auf „de (German)“. Das „Country“ ändern Sie zudem auf „DE (Germany)“ und das „Character Set“ auf „UTF-8“. Abschließend fragt Sie das Konfigurations-Tool, ob Sie einen Neustart durchführen möchten, um die Änderungen gleich zu übernehmen. Stimmen Sie zu.

Ihr Raspi ist jetzt startklar. Wiederholen Sie das Update von Zeit zu Zeit, um das Betriebssystem und alle anderen Soft-

warepakete auf dem aktuellen Stand zu halten.

SSDs und USB-Speicher einbinden

Sie können den Speicher Ihres Raspis leicht durch weitere Speichergeräte erweitern: Der grafische Desktop von Raspi OS besitzt wie auch am PC üblich einen Automounter und bindet USB-Speicher damit automatisch ins System ein, sobald sie angeschlossen werden. Die Lite-Version bietet diesen Komfort allerdings nicht, hier sind noch ein paar Handgriffe nötig. Das gilt auch für NVMe-SSDs am Raspi 5, sofern Sie sie nicht als Systemlaufwerk verwenden. Befolgen Sie die folgenden Schritte, wenn Sie zum Beispiel unseren Backup- und-Sync-Server von Seite 150 nachbauen wollen.

Wenn Sie den Speicher exklusiv am Raspi verwenden möchten, sollten Sie ihn mit dem von Linux bevorzugten Standard-Dateisystem `ext4` formatieren. Hierzu schreiben Sie zunächst eine frische Partitionstabelle auf das Speichergerät. Ermitteln Sie dafür den Disknamen mit `lsblk`. Eine USB-Platte könnte etwa „`sda`“ heißen, eine NVMe-SSD „`nvme0n1`“. Achten Sie darauf, dass die angegebene Kapazität (Size) zu dem gewünschten Laufwerk passt, bei einer 2-TByte-SSD etwa „1.8T“ (1,8 TByte real nutzbare Kapazität).

Speicher vorbereiten

Danach starten Sie das Partitionierungstool `fdisk` mit dem Laufwerksnamen: `sudo fdisk /dev/sda` (ersetzen Sie `sda` durch den korrekten Laufwerksnamen). Für einen frischen Start löschen Sie die eventuell vorhandene Partitionstabelle mit dem Befehl `d` und Enter. Achtung: Dabei gehen alle Daten auf dem Laufwerk verloren. Um eine neue Tabelle zu erstellen, geben Sie `n` ein. Da die vorgegebenen Einstellungen passen, drücken Sie danach so oft Enter, bis `fdisk` „Created a new partition“ meldet. Wenn Sie gefragt werden, ob eine eventuell vorhandene Dateisystemsignatur entfernt werden soll, bestätigen Sie mit `y` für yes. Mit `w` und Enter schreiben Sie die Änderungen schließlich auf das Laufwerk.

Der Befehl `lsblk` zeigt Ihnen jetzt die neue Partition an, etwa `sda1`, die Sie anschließend `ext4`-formatieren: `sudo mkfs.ext4 /dev/sda1` (ersetzen Sie den Partitionsnamen passend).

Jetzt erstellen Sie einen Mountpoint, also den Pfad, unter dem der Inhalt des Laufwerks künftig bereitstehen soll: `sudo`

`mkdir /mnt/hdd`. „`hdd`“ können Sie beliebig ändern, zum Beispiel in „`ssd`“.

Damit die neue Datenpartition künftig automatisch gemountet wird, ist noch ein letzter Schritt nötig. Finden Sie zunächst die UUID der Partition mit `sudo blkid` heraus (UUID=„88809612-...“). Kopieren Sie die Zeichenfolge zwischen den Anführungszeichen in die Zwischenablage oder notieren Sie sie. Danach öffnen Sie die Konfigurationsdatei `fstab` mit `nano: sudo nano /etc/fstab`

Ganz unten fügen Sie eine neue Zeile mit der gerade ermittelten UUID und dem Mountpoint ein: `UUID=88809612-... /mnt/hdd ext4 defaults,auto,users,nofail 0 0`

Speichern Sie die Änderung mit `Strg+O` und Enter, danach beenden Sie `nano` mit `Strg+X`. Testen Sie anschließend, ob das Laufwerk erfolgreich gemountet wird: `sudo mount -a`. Der Befehl `df -h` sollte Ihnen anschließend die gemountete Partition mit der korrekten Kapazität und dem gewünschten Mountpoint anzeigen. Falls das nicht geklappt hat, laden Sie die Unit-Dateien mit `sudo systemctl daemon-reload` neu und probieren Sie den Befehl `df -h` erneut.

Jetzt gilt es nur noch, die passenden Zugriffsrechte zu setzen. Der Befehl `ls -l /mnt/hdd` zeigt an, dass nur der `root`-User auf den Pfad zugreifen darf. Das ändern Sie einfach mit dem folgenden Kommando, das den aktuellen Benutzer zum Besitzer erklärt: `sudo chown -R $USER:$USER /mnt/hdd`

Wenn Sie mögen, können Sie abschließend noch die Probe aufs Exempel machen und den Raspi mit `sudo reboot` neu starten. Wenn er wieder erreichbar ist, sollte Ihr Speichergerät unter dem gewählten Mountpoint zur Verfügung stehen.

Raum für Ihre Ideen

Damit haben Sie die wichtigsten Schritte zur Einrichtung abgeschlossen und können Ihren Raspi jetzt für beliebige Projekte oder auch als einfachen Desktop-Computer verwenden. Wenn Sie noch nach einer Inspiration suchen, wofür Sie den Raspi einsetzen könnten, werfen Sie gern mal einen Blick auf unseren Projektvorschlag auf Seite 150.

Wir zeigen dort, wie Sie den Raspi als Backup- und Sync-Server einrichten, der Dateien zwischen Ihren Rechnern, Smartphones, Tablets & Co. synchronisiert – sicher und ganz ohne Cloud.

(rei@ct.de) 

Raspberry Pi Imager: ct.de/yzr9

7. PRODUCT OWNER DAY

So geht agiles Produktmanagement besser

4. November • online

Product Owner und Produktmanagerinnen stellen sicher, dass die richtigen Produkteigenschaften ausgewählt werden. Beim siebten Product Owner Day geht es um folgende Themen:

- ✔ Produktstrategie richtig anwenden
- ✔ Agilität trifft Unternehmenskultur
- ✔ Startup-Erfahrungen: Customer Focus & Product-Market-Fit
- ✔ Die Product-Owner-Rolle skalieren
- ✔ Praxis: Vom lieb gewonnenen Altsystem zur zukunftsfähigen Software

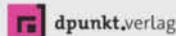


Jetzt Tickets mit Frühbucher-rabatt sichern!

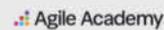
Workshops am 5. + 6. November

pod.inside-agile.de

Veranstalter



Kooperationspartner



betterCode()

.NET 9.0

Das Online-Event zum neuen .NET-Release

19. November • online

Die Konferenz bietet Expertenvorträge zu folgenden Themen:

- ✔ Die Neuerungen von .NET 9.0: SDK, Runtime und Basisklassen
- ✔ Einfacher lesbarer, stabilerer Code mit C# 13.0
- ✔ Alle Neuerungen von ASP.NET Core 9.0 und Blazor 9.0
- ✔ Neues beim OR-Mapping mit Entity Framework Core 9.0
- ✔ Das hat sich mit Windows Forms 9.0, WPF 9.0 und WinUI verändert
- ✔ Cross-Plattform-Entwicklung mit .NET MAUI 9.0

Jetzt Tickets mit Frühbucher-rabatt sichern!

6 Workshops Ende November / Anfang Dezember

net.bettercode.eu

Veranstalter



Kooperationspartner



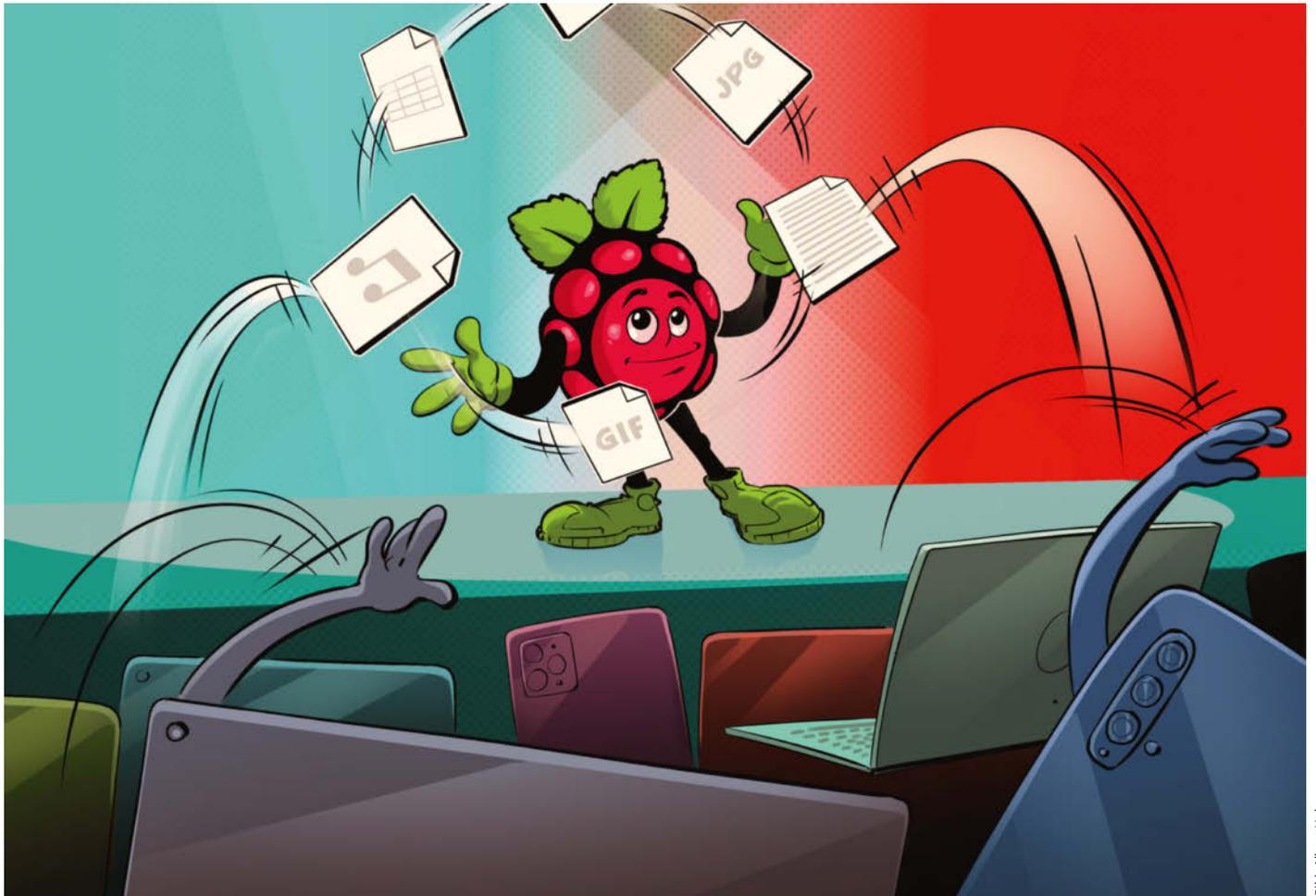


Bild: Albert Hulm

Dateien rundum sorglos

BASPi: Backup und Sync ohne Cloud

Unser BASPi synchronisiert Ihre Dateien auf all Ihren Geräten und kümmert sich auch noch um sichere Backups. Das klappt ohne Cloud und nach der Einrichtung völlig automatisch. Sie können dafür jeden alten Raspi oder Rechner nutzen – oder unseren Raspi-5-Bauvorschlag: Das Kästchen hat bis zu 8 TByte flotten SSD-Speicher.

Von Ronald Eikenberg

Wenn Sie mit Ihrem Smartphone ein Foto schießen, landet es wahrscheinlich ohne Ihr Zutun in der Cloud. Auch Dokumente, Videos und vieles mehr speichert man häufig in der Datenwolke, ohne groß darüber nachzudenken. So kann man nicht nur mit allen Geräten auf die Dateien zugreifen, sondern hat auch automatisch ein Backup.

Das geht so lange gut, bis der Account gesperrt oder gehackt wird. Denn dann sind alle Dateien futsch oder gar in fremden Händen – und der Schaden ist groß. Hinzu kommt, dass Webdienste hochgeladene Dateien fürs KI-Training einspannen könnten oder sich eventuell anderweitig Rechte daran einräumen. Kurzum: Alles in irgend-

welche Clouds zu schieben, ist zwar unglaublich praktisch, kann aber böse enden.

Doch Sie können diese Situation leicht ändern, ohne in die digitale Steinzeit zurückzufallen und Dateien von Hand kopieren zu müssen: Unser BASPi-Projekt (**Backup And Sync Pi**) bietet vergleichbaren Komfort, aber maximalen Datenschutz. Dafür müssen Sie auch nicht tief in die Tasche greifen, denn die nötige Hardware besitzen Sie wahrscheinlich schon. Sie können langfristig sogar noch etwas Geld sparen, wenn Sie teure XXL-Speicherabos für Clouddienste kündigen.

BASPi läuft grundsätzlich auf jedem Rechner, die verwendete Software gibt's für Linux, Windows und macOS. Sie könnten

zum Beispiel einen ausrangierten PC oder einen alten Raspi aus der Rente holen und ihn als zentralen Backup- und Sync-Server verwenden. Im besten Fall ist das System leise und sparsam, da es im Dauerbetrieb läuft. Gut geeignet sind ausrangierte Thin Clients, die Sie beim Refurbished-Händler schon für unter 100 Euro bekommen. Diese Geräte sind kompakt und häufig erweiterbar, so können Sie bei manchen Modellen eine SSD oder größere Festplatte einbauen, die für dieses Projekt nützlich ist.

Wir haben uns für einen Raspberry Pi 5 entschieden, der inzwischen wieder zu moderaten Preisen verfügbar ist. Der Mini-Rechner bietet in der fünften Generation einen PCI-Express-Anschluss, an den man leicht flotte M.2-SSDs anschließen kann. Die fassen bis zu 8 TByte, sind in dieser Größe aber noch unverhältnismäßig teuer. Wir haben daher eine 2-TByte-SSD für 110 Euro bestellt. Weiterer Speicher ließe sich einfach per USB hinzufügen. Unser Projekt kommt mit wenig RAM aus. Wenn Sie exklusiv für diesen Zweck einen Raspi 5 samt SSD anschaffen möchten, reicht die Version mit 2 GByte RAM für rund 55 Euro völlig aus.

Wir fanden mit dem Argon NEO 5 M.2 NVME PCIe ein kompaktes und preiswertes Gehäuse, das für unser Projekt ideal ist: Es bringt eine aktive Kühlung mit und vor allem eine PCIe-Erweiterung für SSDs. Eine M.2-SSD (maximal 2280er Bauformat) findet unten im Gehäuse unter einer verschraubten Abdeckung Platz. Raspi und SSD stecken so in einem kleinen, gut durchlüfteten Schächtelchen, das neben dem Router kaum auffällt.

Das Argon-Gehäuse kostet je nach Anbieter ungefähr 45 Euro. Die Details, wie man Raspi und SSD in dieses spezifische Gehäuse installiert, ersparen wir Ihnen an dieser Stelle – wir sind schlicht nach der mitgelieferten Anleitung vorgegangen. Hilfreich beim Zusammenstecken und -schrauben waren auch Video-Anleitungen auf YouTube, die wir unter ct.de/yub8 verlinkt haben.

Andere Hersteller bieten ebenfalls geeignete Raspi-Gehäuse mit SSD-Anschluss feil, alternativ greifen Sie zu einem separaten PCIe-Erweiterungsboard. Einige davon haben wir in c't 19/2024 getestet [1]. Falls Sie den Raspi nicht nackt betreiben möchten, müssten Sie sich dann allerdings selbst nach einem passenden Gehäuse umschauen, in dem auch die PCIe-Erweiterung Platz findet. Oder Sie drucken sich eines mit einem 3D-Drucker.

Die Performance Ihrer Hardware ist bei diesem Projekt nicht entscheidend, da Sie normalerweise nicht in Echtzeit auf die gesicherten Dateien zugreifen. Die Daten werden automatisch im Hintergrund synchronisiert und das dauert so lange, wie es eben dauert. Wir haben das Projekt auch mit einem acht Jahre alten Raspi 3B aufgebaut, an den wir eine noch ältere USB2.0-Platte angeschlossen hatten. Das sieht nicht ganz so elegant aus, funktioniert aber auch. Wenn Sie eine größere microSD-Karte verwenden, reicht Ihnen deren Speicher eventuell schon aus, um die wichtigsten Dateien zu sichern; dann können Sie in dieser Konfiguration ebenfalls auf externe Datenspeicher verzichten.

Wenn Sie einen alten PC, Mac, Ihr Linux-NAS oder etwas ganz anderes als Backup- und Sync-Server verwenden möchten, können Sie die Raspi-spezifischen Handgriffe in diesem Artikel einfach überspringen. Die eingesetzten Tools werden über eine Weboberfläche gesteuert, die man auf allen Plattformen gleich bedient.

Sync ohne Cloud

Wenn man an Cloud-Alternativen denkt, kommt ganz schnell der Nextcloud-Server



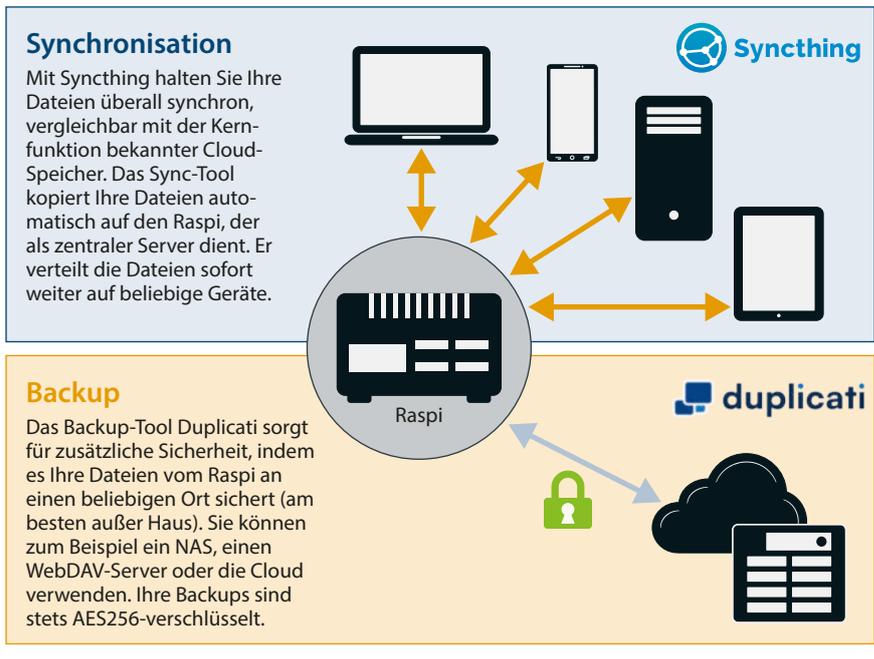
Klein, aber oho: In diesem kompakten Gehäuse steckt ein Raspi 5 mit einer flotten M.2-SSD, die bis zu 8 TByte fassen kann.

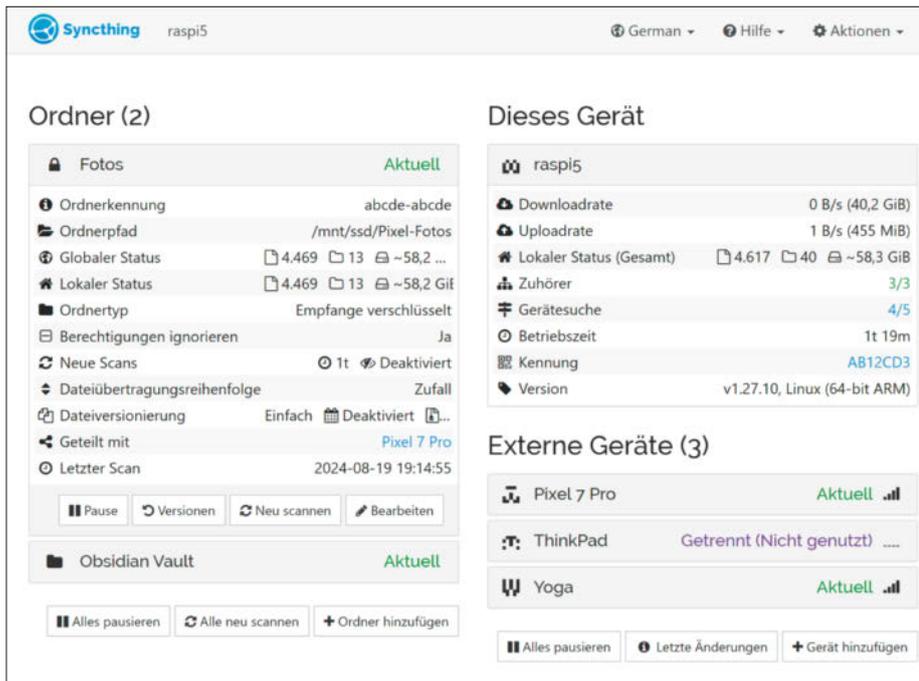
ins Spiel, der allerhand Dienste wie Speicher, Kalender und Web-Office bereitstellt. Doch Nextcloud ist eine komplexe Serveranwendung, die auch administriert und regelmäßig aktualisiert werden muss. Man schießt mit Kanonen auf Spatzen, wenn es nur um Dateien geht.

Das BASPi-Projekt funktioniert sehr viel einfacher: Auf dem BASPi-Rechner läuft unter anderem das Open-Source-Tool Syncthing, das Dateien zwischen Geräten synchronisiert. Es arbeitet nach

BASPi-Projekt: Raspi als Backup- und Sync-Server

Unser BASPi ist das Rundum-Sorglos-Paket für Ihre Daten: Er synchronisiert Ihre Dateien mit allen Geräten und kümmert sich um katastrophensichere Backups – automatisch, privat und sicher.





Sie steuern Syncthing über eine moderne Weboberfläche.

dem Peer-to-Peer-Verfahren und der BASPi-Rechner dient als zentraler Sync-Peer, der immer erreichbar ist und alle Dateien vorhält.

Er verteilt die Dateien an beliebige andere Geräte weiter, ohne dass diese gleichzeitig aktiv sein müssen. Welche Dateien Sie synchronisieren, spielt dabei keine Rolle. Neben Fotos, Musik und Dokumenten könnten Sie zum Beispiel auch Ihren KeePass-Passwortschatz oder Ihre Obsidian-Notizen auf allen Geräten synchron halten.

Syncthing ist super flexibel und läuft fast überall. Passende Sync-Apps gibt es für alle Desktopbetriebssysteme, Smartphones, Tablets, diverse NAS und vieles mehr – selbst FireTV-Stick oder Webserver lassen sich einbeziehen. Kurz gesagt: Wenn Sie auf einem Gerät Software ausführen können, ist die Wahrscheinlichkeit groß, dass es dafür auch Syncthing gibt.

Das Sync-Tool funktioniert nicht nur im lokalen Netz, sondern auch übers Internet – Sie können also unterwegs mit Ihrem Raspi daheim synchronisieren oder auch Dateien mit Freunden austauschen. Die Übertragung ist dabei stets verschlüsselt. Optional speichert Syncthing die Daten auf der Empfängerseite sogar verschlüsselt, sodass nur Sie diese wieder entschlüsseln können.

Auf diese Weise können Sie auch ein sicheres Sync-Ziel außer Haus betreiben,

das Ihnen aus der Patsche hilft, wenn Ihre Hardware daheim nach einem Blitzschlag, Hochwasser oder ähnlichen Ereignissen das Zeitliche gesegnet hat. Wenn Sie auch einen Freund oder jemanden aus der Familie mit einem BASPi beglücken und jeder die verschlüsselten Backups des jeweils anderen speichert, helfen Sie sich gegenseitig.

Syncthing hat noch einen weiteren praktischen Trick auf Lager: Es bietet eine Dateiversionierung, die Sie gezielt für einzelne Ordner einschalten. Wenn Sie darin enthaltene Word-Dokumente am Rechner bearbeiten, bewahrt Ihr BASPi automatisch ältere Fassungen auf, die sich bei Bedarf wiederherstellen lassen, sollten Sie mit Ihren aktuellen Änderungen doch nicht zufrieden sein. Wie Sie all das einrichten, erfahren Sie gleich.

Am Ende dieses Artikels zeigen wir außerdem, wie Sie ergänzend zu Syncthing das Backup-Tool Duplicati auf dem Raspi installieren. Es ist darauf spezialisiert, Daten auf konventionelle Art zu sichern, also ohne P2P-Synchronisation. Sie wählen einfach die Ordner aus, die Sie sichern möchten und geben an, wo Duplicati die Backups speichern soll. Den Rest erledigt das Tool künftig automatisch.

Eine der Stärken von Duplicati ist, dass es etliche Speicherziele unterstützt: von der USB-Platte über Netzwerkfreigaben und NAS bis hin zur FTP- und Web-DAV-Servern sowie diversen Cloud-Spei-

cherdiensten ist alles dabei. Duplicati kopiert Ihre Dateien nicht einfach ans gewünschte Ziel – es arbeitet inkrementell und verschlüsselt sie vorher mit AES256.

Deshalb können Sie die Sicherungen Ihrer wichtigen Dateien selbst in Cloud-Speichern oder in Ihrem Webspaces ablegen. Ohne das zur Entschlüsselung nötige Passwort sind die Backup-Dateien nur kryptischer Datenmüll und für Dritte wertlos. Das Passwort sollte bei der Außer-Haus-Speicherung allerdings möglichst lang sein.

In Kombination sind Duplicati und Syncthing ein starkes Team: Syncthing schafft Ihre Dateien von allen Geräten automatisch auf Ihren zentralen Raspi und hält sie überall aktuell. Und Duplicati auf dem Raspi sichert Ihre Dateien von dort an beliebigen weiteren Orten, etwa verschlüsselt auf ein Speicherziel außer Haus. Getreu dem Motto: Better safe than sorry. Dabei können Sie genau einstellen, welche Daten Sie via Duplicati noch mal extra sichern möchten.

Auf los geht's los

Wie Sie Ihren Raspi an den Start bringen, haben wir ausführlich im Schnellstart-Artikel auf Seite 146 erklärt. Wir empfehlen den Einsatz von Raspberry Pi OS Lite, um das System schlank zu halten. Es wird per SSH übers Netzwerk konfiguriert und ist optimal für den 24-Stunden-Betrieb.

Für die beste Performance verbinden Sie den Raspi per Netzwerkkabel mit Ihrem Router, eine WLAN-Verbindung ist aber auch schnell genug. Wie Sie nach der Raspi-Einrichtung Ihre SSD oder Ihren USB-Speicher einbinden, damit er unter einem festen Pfad wie /mnt/daten bereitsteht, erfahren Sie ebenfalls in dem Schnellstart-Artikel.

Syncthing auf dem Raspi installieren

Um Syncthing auf einem Rechner zu verwenden, ist es damit getan, eine ausführbare Datei zu starten. Auf einem Smartphone oder Tablet installieren Sie einfach eine App. Die Einrichtung als Dienst auf dem Raspi ist etwas aufwendiger, kostet Sie aber höchstens einen verregneten Nachmittag.

Sie sollten Syncthing über die Paketverwaltung apt installieren, um es später leicht damit aktualisieren zu können. Da das Tool nicht von den vorgegebenen Paketquellen angeboten wird, fügen Sie zu-

nächst das Syncthing-Repository hinzu. Verbinden Sie sich über SSH mit dem Raspi und führen Sie die folgenden Befehle aus:

```
sudo curl -s -o /usr/share/keyrings/
↳syncthing-archive-keyring.gpg ↵
↳https://syncthing.net/release-
↳key.gpg

echo "deb [signed-by=/usr/share/keyrings/
↳rings/syncthing-archive-keyring
↳.gpg] https://apt.syncthing.net/
↳syncthing stable" | sudo tee ↵
↳etc/apt/sources.list.d/syncthing
↳.list
```

Danach aktualisieren Sie die Paketquellen mit `sudo apt update` und installieren Syncthing schließlich mit `sudo apt install syncthing -y`

Ist das geschafft, aktivieren und starten Sie den Syncthing-Dienst wie folgt:

```
sudo systemctl enable syncthing
↳@pi.service
sudo systemctl start syncthing
↳@pi.service
```

`pi` ersetzen Sie durch Ihren Benutzernamen, den Sie bei der Einrichtung über den Raspberry Pi Imager vorgegeben haben. Sie können ihn auch mit `whoami` ausgeben lassen.

Syncthing wird über ein Webinterface gesteuert, das standardmäßig nur lokal auf dem Raspi über sein loopback-Interface (`http://127.0.0.1:8384`) erreichbar ist. Damit Sie die Weboberfläche komfortabel von anderen Rechnern im lokalen Netz aus steuern können, ist eine Konfigurationsänderung nötig. Öffnen Sie die Syncthing-Konfiguration zunächst mit dem nano-Texteditor: `nano ~/.local/state/syncthing/config.xml`

Ändern Sie im `gui`-Abschnitt die IP-Adresse in der Zeile mit der loopback-Adresse von `127.0.0.1` zu `0.0.0.0`, damit die Weboberfläche auf allen Netzwerkinterfaces erreichbar ist. Den Port belassen Sie bei 8384: `<address>0.0.0.0:8384</address>`

Abschließend speichern Sie die Datei mit `Strg+O`, Eingabetaste und beenden nano mit `Strg+X`. Danach starten Sie den Syncthing-Dienst neu, um die geänderte Konfiguration zu verwenden (ersetzen Sie `pi` wieder durch Ihren Benutzernamen): `sudo systemctl restart syncthing@pi.service`

Jetzt können Sie von Ihrem Rechner auf das Webinterface zugreifen. Im einfachsten Fall klappt es direkt mit `http://raspi:8384`, wobei „raspi“ für den eingestellten Hostnamen steht, den Sie im Zweifel auch auf dem Raspi mit `hostname` ausgeben lassen können. Mitunter müssen Sie auch ein `.local` an den Hostnamen hängen, um den Raspi zu erreichen. Wenn auch das nicht gelingt, steuern Sie den Raspi einfach über seine IP-Adresse an, `hostname -I` zeigt sie an.

Konfiguration per Weboberfläche

Den größten Teil der Reise haben Sie damit geschafft. Syncthing fragt Sie beim ersten Besuch der Weboberfläche, ob Sie anonyme Nutzungsberichte teilen möchten, was Sie ablehnen können. Danach fordert Sie die Oberfläche auf, ein Konfigurationss Passwort zu setzen. Das sollten Sie tun, insbesondere, wenn Sie in Ihrem lokalen Netz nicht allein sind. Hierzu wechseln Sie über „Aktionen“ (oben rechts) in die Einstellungen, klicken dort auf „GUI“ und geben einen Benutzernamen und ein Passwort vor. Anschließend rufen Sie das Webinterface erneut auf und loggen sich ein.

Wenn Sie auf Nummer sicher gehen und verhindern möchten, dass Ihre Zugriffe auf die Oberfläche im Klartext übertragen werden, können Sie auch HTTPS für das Webinterface einschalten. Standardmäßig nutzt Syncthing dann ein selbst generiertes Zertifikat, das Sie in den Zertifikatsspeicher Ihres Betriebssystems oder Browsers importieren müssen. Sonst erscheint bei jedem Zugriff auf die Weboberfläche ein Zertifikatsfehler.

Apps für alle Plattformen

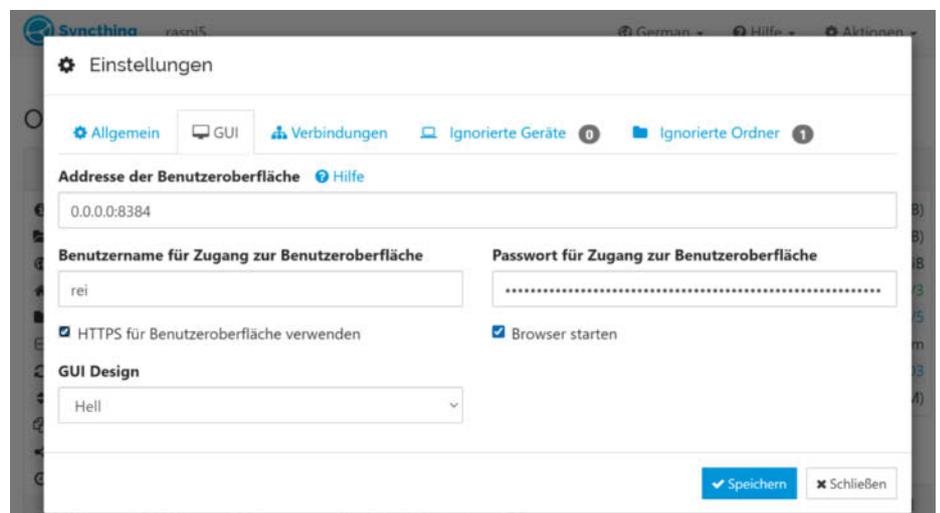
Syncthing auf dem Raspi ist jetzt bereit, es fehlen noch Geräte, die damit Dateien synchronisieren. Das kann zum Beispiel Ihr Rechner sein, Ihr Smartphone oder Ihr Tablet. Für Desktop-Betriebssysteme empfehlen wir das Open-Source-Programm „Syncthing Tray“ (siehe `ct.de/yub8`). Das portable Tool läuft unter Windows, Linux und macOS. Es bringt Syncthing schon mit und bietet zudem ein übersichtliches GUI, über das Sie den aktuellen Status im Blick behalten.

Unter Android nehmen Sie am besten die App Syncthing-Fork (siehe `ct.de/yub8`), die zusätzliche Funktionen und Verbesserungen gegenüber der offiziellen App bietet. Für iOS und iPadOS gibt es die Drittanbieter-App Möbius Sync (siehe `ct.de/yub8`), die einzige kommerzielle App unter den hier aufgeführten. Sie kostet einmalig 6 Euro, bis zu 20 MByte kann man jedoch auch kostenlos synchronisieren. Das reicht zumindest für die wichtigsten Dokumente.

Syncthing Tray für Windows & Co.

Um zum Beispiel Dateien von einem Windows-PC mit Ihrem Raspi abzugleichen, laden Sie das erwähnte „Syncthing Tray“ herunter und entpacken es an einem Ort, an dem Sie es dauerhaft behalten möchten. Da das Programm portabel ist, gibt es keine Installation. Das Tool klinkt sich in den Autostart ein und sollte daher nach der Einrichtung nicht mehr bewegt werden.

Starten Sie die ausführbare Datei `syncthingtray-1.6.0-x86_64-w64-mingw32.exe` (die Versionsnummer kann abwei-



Auf Nummer sicher: Setzen Sie ein Passwort, um die Syncthing-Weboberfläche vor Zugriffen durch andere Nutzer im lokalen Netz zu schützen.

chen), woraufhin sich der Einrichtungsassistent meldet. Klicken Sie im ersten Schritt auf „Starte geführte Einrichtung“. Das Tool wird feststellen, dass Syncthing noch nicht auf Ihrem Rechner läuft, was Sie bestätigen.

Danach wählen Sie „Starte die in Syncthing Tray eingebaute Version von Syncthing“ und im nächsten Schritt „Starte Syncthing Tray beim Login“, damit es sich in den Autostart einklinkt. Bestätigen Sie Ihre Auswahl und damit sind Sie auch schon fast fertig. Das Tool versucht nun, unter Windows eine Firewall-Regel anzulegen, die Sie ebenfalls bestätigen, damit es ungehindert im lokalen Netz synchronisieren kann.

Syncthing Tray erscheint jetzt im Windows-Tray mit einem grün gefärbten Syncthing-Logo. Ein einfacher Klick darauf öffnet eine kompakte Übersicht über den Sync-Status. Da ist noch nichts los – aber das ändern Sie schnell: Klicken Sie in dem Mini-Fenster oben rechts auf das Syncthing-Logo (oder alternativ mit rechts auf das Tray-Symbol und „Syncthing öffnen“), um die Ihnen schon bekannte Weboberfläche von Syncthing im Browser zu öffnen, aber dieses Mal lokal auf dem Rechner.

Das Setzen von Benutzername und Passwort für den Zugriff ist empfohlen, aber bei dem lokal ausgeführten Syncthing nicht ganz so wichtig, weil dessen Web-Oberfläche standardmäßig nicht übers Netzwerk erreichbar ist. Sie verhindern mit dem Passwort vor allem, dass andere

Nutzer Ihres Rechners die Konfiguration ändern.

Geräte verkuppeln

Zeit für die erste Synchronisation. Hierzu müssen beteiligte Geräte – in unserem Fall also Raspi und Windows-PC – die „Geräteerkennung“ des jeweils anderen wissen. Hierbei handelt es sich um eine lange Zeichenfolge, die Syncthing zum sicheren Aufbau der verschlüsselten Verbindungen verwendet. Die Kennung eines Geräts können Sie unter „Aktionen/Eigene Kennung“ anzeigen lassen.

Um zwei Geräte, die Daten austauschen sollen, miteinander zu verkuppeln, klicken Sie bei einem der beiden unten rechts auf „+ Gerät hinzufügen“. Im besten Fall bietet Ihnen Syncthing die Kennung des potenziellen Partners schon zur Auswahl an, ansonsten müssen Sie diese von Hand eintippen. Die App Syncthing-Fork für Android scannt die Kennung auch per QR-Code ein. Darunter geben Sie bei „Gerätename“ noch eine sinnvolle Bezeichnung für das Gerät ein, das Sie hinzufügen, etwa „Windows-Notebook“ oder „Raspi“.

Kurz darauf sollte auf der Web-Oberfläche des Gegenübers ein deutlich sichtbarer Hinweis darauf erscheinen, dass sich jemand verbinden möchte. Hier klicken Sie einfach auf „+ Gerät hinzufügen“ und dann auf „Speichern“. Erscheint kein Hinweis, gehen Sie die eben beschriebenen Schritte zum Hinzufügen noch mal auf

diesem Gerät durch. Sind die beiden ordnungsgemäß verknüpft, taucht der jeweilige Partner anschließend auf der Übersichtsseite der Web-GUI unter „Externe Geräte“ auf, hier können Sie auch jederzeit den Verbindungsstatus überprüfen.

Ordner freigeben & verschlüsseln

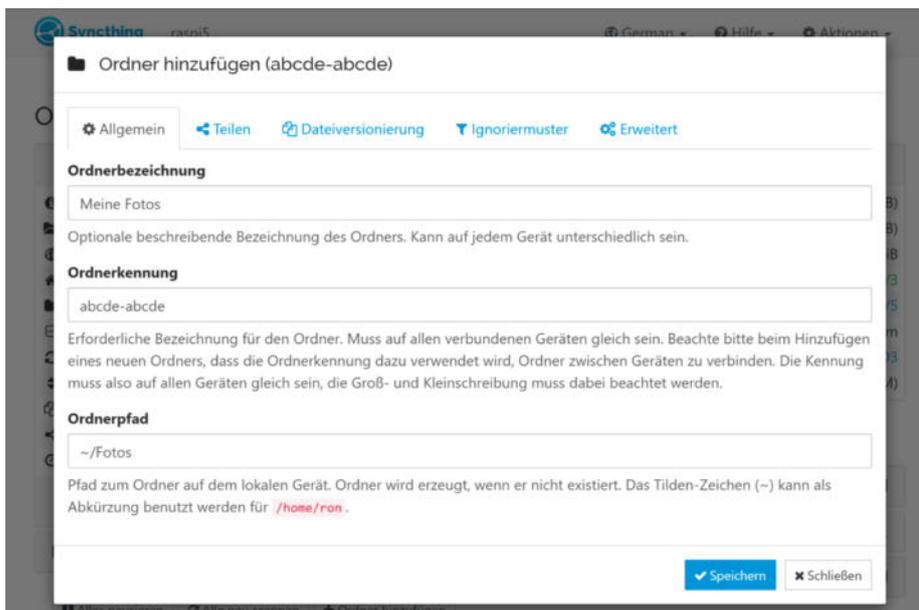
Jetzt fehlt nur noch ein Ordner mit Dateien. Klicken Sie am Rechner auf „+ Ordner hinzufügen“ und wählen Sie oben eine passende Bezeichnung für Ihr Vorhaben – etwa Dokumente, Fotos, Projekte oder Musiksammlung. Ganz unten geben Sie den Pfad des Ordners ein, den Sie synchronisieren möchten. Sie können hier ~\ als Abkürzung zu Ihrem Benutzerordner verwenden (unter Windows C:\Users\), aber auch beliebige andere Pfade angeben. Wenn Sie es bei der Vorgabe belassen, legt Syncthing einen leeren Ordner mit der oben gewählten Bezeichnung im Benutzerordner an, sofern es ihn noch nicht gibt.

Wechseln Sie auf „Teilen“ und wählen Sie den Raspi aus. Rechts daneben können Sie ein Passwort eingeben. Damit lassen sich Ihre Dateien lokal vor der Synchronisation verschlüsseln. Auf der Gegenseite werden dann nur die verschlüsselten Dateien gespeichert. Ein solcher Schutz ist nicht nur für sensible Daten interessant: Sollten sich Dritte Zugriff auf Ihren Raspi verschaffen – etwa, indem sie ihn einfach mitnehmen –, könnten diese Ihre Daten ohne das Passwort nicht entschlüsseln.

Auch wenn Sie Ihre Daten mit einem Gerät außer Haus synchronisieren, zum Beispiel mit einem Raspi bei einem Freund, ist es ratsam, ein Passwort für die Verschlüsselung einzugeben. Verwenden Sie am besten einen Passwortmanager wie Bitwarden, um ein möglichst langes Zufallspasswort zu generieren und zu speichern.

Die Verschlüsselung funktioniert auch, wenn mehrere Rechner oder Smartphones in die Synchronisierung involviert sind: Hinterlegen Sie auf den vertrauenswürdigen Geräten, die die Dateien entschlüsseln sollen, einfach das Passwort für den Ordner. Danach bekommen Sie nichts mehr davon mit, Syncthing kümmert sich automatisch ums Ver- und Entschlüsseln Ihrer Dateien. Eine Transportverschlüsselung (TLS) ist übrigens auch ohne Passwort immer aktiv.

Interessant ist auch der Bereich „Dateiversionierung“: Hier können Sie ein-



Um einen Ordner zu synchronisieren, fügen Sie ihn ganz einfach über die Web-Oberfläche hinzu. Sie können dabei auch ein Passwort setzen, um die Dateien auf der Gegenseite verschlüsselt zu speichern.

stellen, dass Syncthing alte Fassungen von Dateien aufbewahrt, wenn sie durch andere Geräte geändert werden. Lokale Änderungen werden dadurch nicht erfasst; daher ist es sinnvoller, die Versionierung später auf dem Raspi einzuschalten und nicht auf dem Rechner. Klicken Sie auf „Speichern“, um den Ordner hinzuzufügen.

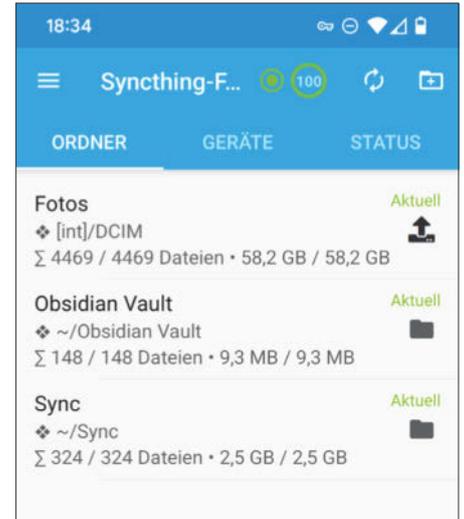
Der Raspi informiert Sie jetzt auf der Weboberfläche, dass ein Ordner mit ihm geteilt werden soll und Sie klicken auf „Hinzufügen“. Ändern Sie den unten vorgegebenen Ordnerpfad nach Bedarf: Standardmäßig würde Syncthing wieder im Benutzerordner speichern (-/), der sich beim Raspi im Zweifel auf der Speicherkarte befindet. Wenn Sie eine USB-Platte oder SSD verwenden, ersetzen Sie den Pfad entsprechend, etwa mit /mnt/ssd/MeinSyncOrdner.

Dateiversionierung

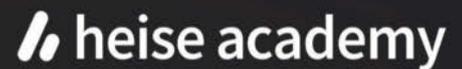
Danach können Sie die Dateiversionierung auf dem Raspi einschalten, die auf

dieser Seite mehr Sinn ergibt: Wenn Sie auf dem PC zum Beispiel ein Dokument in einem synchronisierten Ordner ändern, würde Ihr Raspi die vorherige Fassung zusätzlich aufheben. Die können Sie bei Bedarf wiederherstellen, wenn Sie mit einer aktuellen Änderung nicht zufrieden sind. Es gibt verschiedene Versionierungsmodi (siehe ct.de/yub8) zur Auswahl. Im einfachen Modus stellen Sie schlicht ein, wie viele alte Kopien Sie aufheben wollen und nach wie vielen Tagen diese gelöscht werden sollen (0 steht für niemals).

Nach einem Klick auf „Speichern“ wird der Ordner hinzugefügt und die Synchronisation beginnt. Auf diese Weise können Sie Ordner für beliebig viele Ihrer Geräte freigeben. Achten Sie hierbei darauf, von wo Sie teilen: Wenn Sie auf dem Rechner einen Ordner direkt mit einem anderen Rechner oder Smartphone teilen, wird Syncthing die Daten direkt zwischen diesen Geräten syncen. Das klappt aber immer nur dann, wenn beide Geräte gleichzeitig laufen.



Mit Syncthing-Fork gibt es auch eine passende App für Android. Damit können Sie Ihr Smartphone sogar unterwegs mit dem Raspi daheim synchronisieren, da Syncthing auch übers Internet funktioniert. Frisch geknipste Fotos werden so automatisch gesichert, lange bevor Sie aus dem Urlaub zurück sind.



Webinar-Serie:

Erfolgreich RPA-Prozesse umsetzen

Von der Einführung bis zur Optimierung von Robotic Process Automation

9. Oktober

Einführung in RPA: Grundlagen, Anwendungsfälle & Tools

16. Oktober

Auswahl der besten Prozesse für Robotic Process Automation (RPA)

23. Oktober

Erfolgreich RPA-Projekte planen: Roadmap, Team, Risiken und Budget

30. Oktober

Techn. Umsetzung von RPA-Bots: Einführung in Design, Entwicklung & Testing

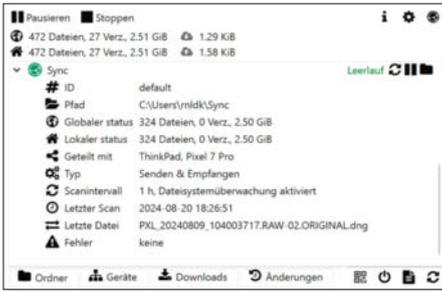
6. November

Optimierung & Skalierung von RPA-Lösungen für nachhaltigen Erfolg



Jetzt Ticket sichern:
heise-academy.de/webinare/rpa





Mit „Syncthing Tray“ synchronisieren Sie Ihre Dateien im Handumdrehen mit Desktop-Betriebssystemen wie Windows und macOS. Es bringt Syncthing direkt mit und läuft ohne Installation.

In der Regel ist es daher sinnvoller, den Ordner vom Raspi aus mit weiteren Geräten zu teilen. Weil der Raspi immer läuft, tauscht er Ihre Dateien dann automatisch mit den anderen Geräten aus, wenn diese aktiv sind, ähnlich einem zentralen Cloudserver. So haben Sie quasi Ihre private Speichercloud – ohne Cloud.

Das Hinzufügen von Ordnern erfordert nur wenige Klicks und geht schnell in Fleisch und Blut über. Wenn Sie es sich noch leichter machen möchten, können Sie auf dem Raspi rechts oben unter „Aktionen/Einstellungen/Ordnervorgaben bearbeiten“ den beim Hinzufügen vorgegebenen Ordnerpfad (~ für den Benutzerordner) korrigieren, damit er gleich passend vorgeschlagen wird. Sie können zudem einstellen, dass der Raspi die Ordnerfreigaben bestimmter Geräte automatisch akzeptiert: Klicken Sie auf der Raspi-Weboberfläche auf ein Gerät und dann auf „Bearbeiten/Teilen/Automatisch annehmen“.

Mobil und unterwegs

Eine Besonderheit von Syncthing ist, dass die Synchronisation auch mit Geräten klappt, die sich gerade nicht im lokalen Netz befinden. Wenn Sie zum Beispiel unterwegs ein Foto mit dem Smartphone knipsen, kann Syncthing es automatisch auf dem Raspi daheim sichern. Das ist ähnlich komfortabel wie der Sync mit Google Fotos oder der iCloud, aber privat und sicher. Genauso haben Sie die aktuellen Fassungen Ihrer Dokumente immer dabei, um sie auf dem Notebook oder Smartphone zu bearbeiten.

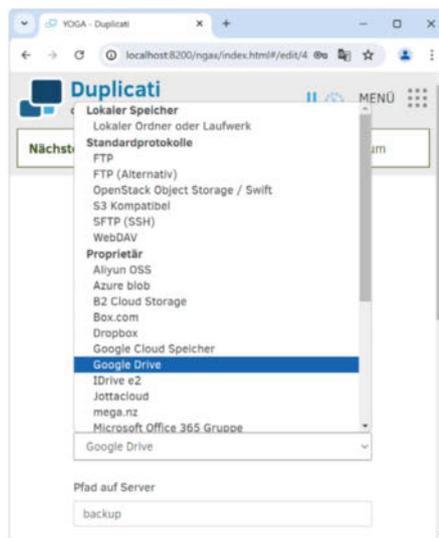
Für den Austausch mit externen Geräten probiert Syncthing verschiedene Verbindungswege (siehe ct.de/yub8). Der direkteste und schnellste Weg setzt im Router eine Port-Weiterleitung in Rich-

tung Raspi voraus (Port 22000 über TCP und UDP). Wichtig ist, dass Sie das Webinterface auf Port 8384 niemals über das Internet erreichbar machen, denn dafür ist es nicht ausgelegt.

Wenn Sie das nicht möchten, findet Syncthing automatisch einen anderen Weg, etwa über das sogenannte UDP Hole Punching, das auch Smart-Home-Geräte verwenden, um für bestimmte Verbindungspartner im Internet erreichbar zu sein. Klappt auch das nicht, greift das Sync-Tool zum letzten Strohalm und leitet die verschlüsselten Daten über einen Relay-Server im Internet. Auf welche Art ein Gerät gerade verbunden ist, erfahren Sie, indem Sie es im Webinterface unter „Externe Geräte“ anklicken („Verbindungstyp“).

Damit kennen Sie die wichtigsten Handgriffe, um mit Syncthing beliebige Daten zwischen beliebigen Geräten auszutauschen. Die grundlegenden Schritte sind auf allen Plattformen gleich. Mitunter bieten die Apps noch ein paar Extras. So können Sie etwa bei Syncthing-Fork für Android genau einstellen, unter welchen Bedingungen die Synchronisation aktiv sein soll, um den Akku und das Inklusivvolumen Ihres Mobilfunkvertrags zu schonen.

Wenn Ihnen ein gelegentliches Update reicht, stellen Sie unten in der App unter



Das Backup-Tool Duplicati ist sehr vielseitig. Sie können es einsetzen, um die synchronisierten Dateien auf dem Raspi verschlüsselt an einen Ort Ihrer Wahl zu sichern. Im besten Fall befindet sich der außer Haus, damit Ihre Backups auch vor Naturereignissen wie Blitzschlag oder Hochwasser geschützt sind.

„Laufkonditionen“ ein, dass nur synchronisiert wird, wenn WLAN und Ladekabel verbunden sind. Unter „Syncthing-Optionen/WebUI-Fernzugriff“ können Sie die Weboberfläche der Android-App im lokalen Netz erreichbar machen, um die Konfiguration bequem vom Rechner aus zu erledigen. Denken Sie in diesem Fall wieder daran, ein Zugriffspasswort zu setzen.

Kein Backup, kein Mitleid

Mit Syncthing können Sie Ihre Dateien auf all Ihren Geräten synchron halten und im besten Fall dient Ihr Raspi als zentraler Sync-Peer, der immer alle aktuellen Dateien aller Gerät vorhält. Nachdem Ihr digitales Hab und Gut jetzt zentral an einem Ort versammelt ist, ist die Gelegenheit günstig, diese Daten noch mal gezielt zu sichern, um sie im Katastrophenfall wiederherstellen zu können. So ein katastrophensicheres Backup sollte sich außer Haus befinden, für den Fall, dass Ihre Technik zu Hause durch Hochwasser, Blitzeinschlag oder Feuer außer Gefecht gesetzt wird. Solche Ereignisse sind glücklicherweise selten, aber eben auch verheerend.

Wie oben beschrieben, können Sie auch dafür Syncthing verwenden: Installieren Sie es außer Haus, etwa bei Freunden, Familie oder auf einem Cloudserver, und setzen Sie für alle so synchronisierten Ordner ein Passwort, damit sie auf der anderen Seite verschlüsselt sind und niemand Ihre Daten lesen kann.

Sie könnten zum Beispiel einen zweiten Raspi wie oben beschrieben einrichten und innerhalb der Familie verschenken – vielleicht finden Sie ja noch einen in der Schublade und dazu eine alte USB-Festplatte. So schlagen Sie zwei Fliegen mit einer Klappe: Auch der Beschenkte kann seine Dateien fortan ohne Cloud synchronisieren und Sie bewahren sich gegenseitig Ihre Backups extern auf.

Wenn sich so eine Gelegenheit nicht bietet, stellen Sie Syncthing einfach das konventionelle Backup-Tool Duplicati zur Seite, das ebenfalls auf dem Raspi läuft und per Weboberfläche gesteuert wird. Es sichert Ihre Ordner an nahezu beliebige Orte, etwa auf USB-Platten, NAS, WebDAV- und FTP-Server. Zudem unterstützt es eine Reihe von Cloud-Speicherdiensten wie Google Drive und OneDrive. Da das Backup-Tool sämtliche Daten vor dem Speichern mit AES256 verschlüsselt, können Sie Ihre Backups auch in der Cloud ruhigen Gewissens ab-

legen – der Cloudbetreiber kann damit nichts anfangen.

Duplicati-Installation

Die Installation von Duplicati auf dem Raspi ist einfach. Laden Sie zunächst das aktuelle Installationspaket herunter. Den aktuellen Dateinamen finden Sie auf der Herstellerseite (siehe ct.de/yub8) unter dem Downloadlink für „Debian / Ubuntu“. Den Download erledigen Sie direkt auf dem Raspi mit: `wget https://updates.duplicati.com/beta/duplicati_2.0.8.1-1_all.deb`

Danach installieren Sie das Paket mit dem folgenden Befehl (passen Sie den Dateinamen an die aktuelle Version an, die Sie heruntergeladen haben): `sudo apt install ./duplicati_2.0.8.1-1_all.deb -y`

Daraufhin werden auch diverse Abhängigkeiten heruntergeladen und installiert, darunter die Mono-Runtime. Duplicati ist ein .NET-Programm und benötigt diese Laufzeitumgebung. Damit Sie das Webinterface von Duplicati aus dem lokalen Netz erreichen können, ist wieder eine Änderung an der Konfigurationsdatei nötig. Öffnen Sie die Datei mit: `sudo nano /etc/default/duplicati` und ändern Sie die letzte Zeile wie folgt: `DAEMON_OPTS="--webservice-interface=any --webservice-allowed-hostnames=*"`

Danach speichern Sie wieder mit Strg+O, Eingabetaste und beenden nano mit Strg+X. Damit Duplicati künftig beim Booten startet, aktivieren Sie dessen Dienst mit `sudo systemctl enable duplicati` und starten ihn einmalig manuell mit `sudo systemctl start duplicati`.

Sie können jetzt über `http://[Raspi-Hostname oder IP]:8200` auf das Duplicati-Webinterface zugreifen. Es wird Sie auffordern, ein Passwort zu setzen, um den Zugriff darauf zu schützen. Willigen Sie ein und wählen Sie ein Kennwort.

Mein erstes Backup

Das Webinterface von Duplicati ist übersichtlich gestaltet und bedient sich intuitiv: Klicken Sie auf „+ Sicherung hinzufügen“, „Weiter >“ und legen Sie einen Namen für das Backup fest, sowie ein Passwort für die AES-Verschlüsselung. Danach wählen Sie zunächst das Sicherungsziel, also den Ort, an dem Sie Ihre Backups speichern möchten.

Das kann zum Beispiel ein WebDAV-Server oder ein Clouddienst wie Google Drive sein. Wenn Sie sich entschieden haben, geben Sie die Zugangsdaten für

das Sicherungsziel ein. Bei Cloudspeichern erteilen Sie den Zugriff über das OAuth2.0-Verfahren, indem Sie auf „AuthID“ klicken und den Anweisungen folgen. Unter „Pfad auf dem Server“ legen Sie den Zielordner fest; existiert er noch nicht, legt Duplicati ihn für Sie an. Klicken Sie danach auf „Verbindung prüfen“, um zu checken, ob das Tool auf das gewünschte Ziel schreiben kann.

Hat das geklappt, klicken Sie auf „Weiter >“ und wählen den oder die Ordner aus, die Sie sichern möchten, zum Beispiel den Sync-Ordner auf der SSD oder USB-Platte Ihres Raspi. Im Zusammenspiel mit Syncthing gilt es jetzt für den Fall vorzuzorgen, dass der Backupauftrag läuft, während Syncthing noch mit der Übertragung beschäftigt ist.

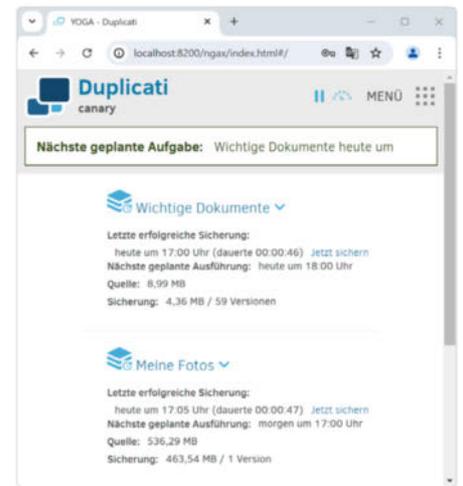
Syncthing fügt „.tmp“ an den Namen einer Datei an, die gerade übertragen wird. Damit solche Bruchstücke nicht in der Duplicati-Sicherung landen, geben Sie in Ihrem Backup-Auftrag unter „Filter“ einen Filter „Dateiendung ausschließen“ für tmp ein. Problem gelöst.

In den nächsten Schritten legen Sie noch fest, wie oft das Backup ausgeführt werden soll und wie lange Duplicati alte Sicherungen aufbewahren soll – standardmäßig löscht es nichts. Nach einem abschließenden Klick auf „Speichern“ gelangen Sie wieder auf die Übersichtsseite, die jetzt Ihren neuen Backupauftrag anzeigt. Wählen Sie „Jetzt sichern“, um einen ersten Testlauf zu starten.

Wenn das geklappt hat, wechseln Sie auf „Wiederherstellen“ und probieren Sie, die Dateien aus dem Backup wiederherzustellen. Denn nur ein Backup, das nachweislich funktioniert, ist ein wahres Backup. Möchten Sie sich näher mit Duplicati beschäftigen, finden Sie in c't 19/2024 [2] einen ausführlichen Artikel darüber. Er beschreibt den Einsatz von Duplicati auf einem Windows-Rechner, aber genau wie Syncthing läuft das Backup-Tool auf allen möglichen Plattformen und bedient sich überall gleich.

Abschließend möchten wir Ihnen noch empfehlen, den Raspi und seine Programme von Zeit zu Zeit auf den aktuellen Stand zu bringen, da Updates häufig Bugs oder sogar Sicherheitslücken beseitigen. Das meiste – alles außer Duplicati – aktualisiert der folgende Einzeiler: `sudo apt update && sudo apt full-upgrade -y`

Anschließend ist ein Neustart sinnvoll (`sudo reboot`). Sie können die Installation der Updates auch mit `unattended-upgrades`



Duplicati läuft fast überall, auch auf Ihrem Raspi. Es wird wie Syncthing komfortabel über eine Weboberfläche konfiguriert.

(siehe ct.de/yub8) automatisieren, dürfen aber den Raspi nicht vom Strom trennen, solange die Aktualisierung läuft. Da sich Duplicati nicht in einem Repository befindet, müssen Sie neue Versionen wie oben beschrieben über die alte installieren.

Rundum sorglos

Unser Projektvorschlag, bestehend aus Syncthing und Duplicati, ist ein Rundumsorglos-Paket für Ihre Dateien. Einmal eingerichtet, sind Sie nicht mehr auf die Dienste von Google Drive, OneDrive, iCloud & Co. angewiesen – Sie synchronisieren Ihre Dateien fortan einfach selbst. Das spart Ihnen nicht nur laufende Kosten, es ist auch viel privater, da Sie die volle Kontrolle über Ihre Daten haben.

Auch das Thema Backups wird kein schlechtes Gewissen mehr hervorrufen, denn die erledigen sich künftig ganz von allein. Wenn Sie unser Projekt mit einem Raspi 5 und einer SSD nachbauen, steckt das alles in einem kleinen Schächtelchen, das neben dem Router kaum auffällt. Aber auch ein älterer Raspi oder ausgedienter PC kann Ihnen noch wertvolle Dienste als Backup- und Sync-Server leisten.

(rei@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Lutz Labs, Christof Windeck, Raspadapter, SSD- und PCIe-Adapter für den Raspberry Pi 5: Test und Technik, c't 19/2024, S. 82
- [2] Ronald Eikenberg, Backups: Keine Ausreden mehr, Windows-Sicherheitspaket: Backups ganz einfach, c't 19/2024, S. 18

Syncthing, Duplicati & weitere Infos:
ct.de/yub8



Bild: KI, Collage c't

Welteninseln

Synology-NAS: Handgemachte DMZ schottet virtuelle Maschinen ab

Netzwerkspeicher von Synology enthalten keine DMZ-Funktion. Die schützt aber das Netzwerk, falls Angreifer einen virtuellen Server kapern, der auf dem NAS läuft. Hier finden Sie die Netzwerktricks zum Nachrüsten.

Von Sebastian Piecha
und Dušan Živadinović

Mit zunehmender Verbreitung schneller Glasfaseranschlüsse wird es auch für Admins kleiner Netze interessanter, Server am eigenen Anschluss zu hosten. Doch um Folgeschäden erfolgreicher Angriffe zu begrenzen, sollte man die öffentlichen Server vom Rest des Netzwerks abschotten.

Das Konzept ist es schnell erklärt: Man legt zwei oder mehr Subnetze an (zum Beispiel 192.168.178.x und 172.16.0.x) und steckt die angreifbaren Server in eines

davon. Dann öffnet man für diese die Firewall für die Internet-Kommunikation, sperrt aber den Verkehr zum Hauptnetz – fertig ist die demilitarisierte Zone (DMZ).

Als konkretes Beispiel sei eine Methode skizziert, die uns der NAS-Gerätehersteller Synology auf Anfrage empfohlen hat: Man nehme einen Router mit virtuellen LANs (VLAN) und definiere darin ein neues VLAN, zum Beispiel mit der ID 66; per Firewall-Regel wird dem VLAN 66 nur Verkehr mit dem Internet gestattet. Dann richtet man im Virtual Machine Manager von Synology ein neues Netzwerk mit dem Namen „DMZ“ ein, ordnet ihm das VLAN 66 zu, sperrt in der Synology-Firewall den Verkehr vom Host-System zum VLAN 66 und weist einer Server-VM das DMZ-Netz zu – fertig.

Die meisten Router für kleine Netze enthalten jedoch weder VLAN- noch DMZ-Funktionen. Firmen, die hinter solchen Routern Server unterhalten, nehmen ein erhöhtes Betriebsrisiko in Kauf. Die in

diesem Beitrag vorgestellte Selbstbaumethode erfordert zwar einiges an Konfigurationsaufwand, erspart aber einen professionellen oder semiprofessionellen Router mit DMZ-Funktionen.

DMZ-Überblick

Die Methode gründet auf einem simplen IPv4-Soft-Router und einigen Firewall-Regeln. IPv6-Netze lassen sich auf ähnliche Weise segmentieren (ct.de/y5d3).

Der Soft-Router steckt in einer Linux-VM des Synology-NAS und hängt darüber

über im internen Netz Ihres Hauptrouters, zum Beispiel im Segment 192.168.178.0/24. Auf einem zweiten Ethernet-Port spannt er die DMZ 172.16.0.0/24 auf und vermittelt zwischen der DMZ und dem Internet. Seine Firewall-Regeln erlauben Zugriffe aus dem Hauptnetz auf die DMZ-Server, damit man diese warten kann (z. B. ssh 172.16.0.10). Aber sie unterbinden Zugriffe der DMZ-Server auf das Hauptnetz.



Wir haben die Methode auf dem Mittelklasse-NAS Synology DS1621+ entwickelt und mehrere Monate lang mit verschiedenen Versionen des Disk Station Manager 7.2.x ohne Ausfälle betrieben. Sie setzt einen Hauptrouter mit Portweiterleitungsfunktion und statischen Routen voraus. Für den Soft-Router sind rund 10 GByte Plattenplatz erforderlich. Hinzu kommt der Platz für virtuelle Server Ihrer Wahl.

Für die Konfiguration sollten Sie mit dem Terminal, Linux und dem Synology-DSM zumindest in Grundzügen vertraut sein. Sie besteht aus vier Teilen: Installation eines Minimal-Linux als virtuelle Maschine auf dem NAS, Einrichtung als Soft-Router, Beispiel zum Umtopfen eines Servers in die DMZ sowie Konfiguration der Portweiterleitung und der statischen Route im Hauptrouter.

Mini-Linux

Für die Router-Funktion eignen sich gängige Desktop- und Router-Betriebssysteme wie OpenWrt. Wir haben uns für ein Minimal-Linux entschieden, denn hat man erst mal die Grundkonfiguration erledigt, kann man es klonen und als Plattform für virtuelle Server verwenden.

Den Ausgangspunkt bildet das aktuelle, 1 GByte große Live-Image mit Debian Bookworm 12.7 für x86- und AMD64-Prozessoren. Laden Sie das Archiv von der Debian-Webseite auf Ihr NAS-Gerät (siehe auch ct.de/y5d3).

Öffnen Sie das Webinterface des NAS und starten Sie den Virtual Machine Manager, kurz VMM. Konfigurieren Sie zunächst das DMZ-Netz; es wird anschließend der neuen VM zugewiesen. Klicken Sie in der linken Spalte auf „Netzwerk/

Hinzufügen“ und drücken Sie den Startknopf. Tragen Sie als Namen „DMZ“ und als Typ „Privat“ ein und setzen Sie in der untersten Zeile neben dem Namen Ihres NAS-Geräts das Häkchen. Klicken Sie zum Übernehmen auf „Fertig“.

Erstellen Sie eine neue Linux-VM und geben Sie ihr einen selbsterklärenden Namen wie „Soft-Router“. Übernehmen Sie die Einstellungen für die CPU und übrige Merkmale, teilen Sie 10 GByte Plattenplatz zu und weisen Sie der VM als erste Netzchnittstelle das „Default VM Network“ zu und als zweite das DMZ-Netz. Tragen Sie den Pfad zur ISO-Datei des Debian-Archivs ein, erlauben Sie den Zugriff mindestens für Administratoren des NAS und klicken Sie auf „Fertig“.

Starten Sie die VM und richten Sie das Live-Linux auf der zugehörigen Festplatte ein. Je nach Auslastung und Geschwindigkeit Ihres NAS kann der Vorgang ein Stündchen oder mehr dauern.

Die meisten Voreinstellungen können Sie übernehmen. Wichtig ist, die Sprache, das Land und die Tastaturbelegung gemäß Ihrer Umgebung einzustellen. Wenn die Frage nach dem Hostnamen erscheint, tragen Sie wiederum „Soft-Router“ ein. Der Domainname sollte `internal` heißen. Es folgen weitere Dialoge, unter anderem für das Root-Passwort und einen neuen User mitsamt Passwort. Notieren Sie die Zugangsdaten für Root und den Benutzer. Stellen Sie sicher, dass ein SSH-Server und Standard-Systemwerkzeuge eingerichtet werden und dass die VM Programmpakete aus dem Internet beziehen kann. Verzichten Sie auf Schnickschnack wie die Desktop-Umgebung.

Ist das Linux betriebsbereit, legen Sie im Hauptrouter fest, dass er ihm immer

ct kompakt

- Vielen Routern fehlt eine DMZ-Funktion, um öffentliche Server vom übrigen Netzwerk abzusichern.
- Auf dem Synology-NAS kann man die Funktion mit einem virtuellen Router gratis nachbauen.
- Vorhandene und neue virtuelle Server kann man mit wenig Aufwand in die DMZ umtopfen.

dieselbe IP-Adresse zuweist und notieren Sie diese. Auf den verbreiteten Fritzboxen mit aktuellem FritzOS öffnet man dafür das Menü „Heimnetz/Netzwerk“ und darin den Geräteeintrag per Doppelklick. Dann wechselt man zum Reiter „Heimnetz“ und setzt dort den Haken bei „IP-Adresse dauerhaft zuweisen“.

Grundeinrichtung Router-VM

Falls noch nicht vorhanden, erzeugen Sie auf Ihrem PC ein Schlüsselpaar für SSH; verwenden Sie zur Authentifizierung am besten den modernen Algorithmus `ed25519`. So sieht das Kommando für Unix aus:

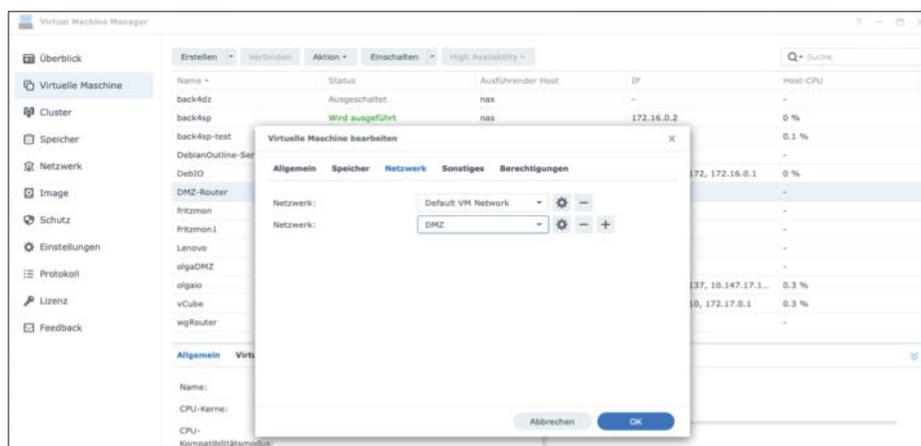
```
ssh-keygen -t ed25519 -C "user@pc-name"
```

Ersetzen Sie `user` durch Ihren Benutzernamen und `pc-name` durch den PC, auf dem Sie den neuen Schlüssel erzeugen. Bringen Sie den Public Key auf den Soft-Router. Auf gängigen Unix-PCs geht das am einfachsten mit dem Befehl `ssh-copy-id`:

```
ssh-copy-id user@Soft-Router-IP-Adresse
```

Der Befehl klopft wie das übliche SSH-Kommando beim Server unter der angegebenen IP-Adresse an, sodass Sie dafür das Passwort des Users benötigen, den Sie zu Beginn angelegt haben. Anschließend prüft der Befehl, ob Ihr Public Key auf dem Soft-Router vorhanden ist. Falls nicht, schreibt er ihn in die Datei `/home/user/.ssh/authorized_keys`.

Öffnen Sie dann eine SSH-Sitzung zum Soft-Router; das geschieht nun passwortlos. Deaktivieren Sie die Passwortanmeldung in `/etc/sshd_config` (siehe auch ct.de/y5d3), installieren Sie die Synology Guest Tools und starten Sie den Soft-Router neu, um die Tools zu aktivieren:



Damit eine virtuelle Maschine als Router arbeitet, richtet man sie gleich mit zwei Netzwerk-Interfaces ein.

```
sudo apt-get install qemu-guest-agent
sudo reboot
```

Aktualisieren Sie die Debian-Installation:

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

Nun können Sie bei Bedarf Ihre üblichen Verwaltungswerkzeuge wie `tmux`, `tcpdump` oder den Lieblingstexteditor für die Kommandozeile nachziehen. Wenn alles drauf ist, was Sie brauchen, sichern Sie den aktuellen Zustand als Schnappschuss, damit Sie bei Fehlern nicht von vorn beginnen müssen. Der aktuelle Stand eignet sich auch als Ausgangspunkt, um virtuelle Server einzurichten.

Für den Schnappschuss klicken Sie im VMM links in der Spalte auf „Schutz“ und dann auf „Erstellen“, um eine Richtlinie anzulegen. Wählen Sie „Lokaler Schnappschuss“, klicken Sie „Soft-Router“, wählen Sie eine Zeitplan- und eine Aufbewahrungsrichtlinie aus; tägliche Backups und 14-tägige Aufbewahrungsfrist sollten genügen. Klicken Sie am Ende auf „Fertig“ und erstellen Sie das erste Backup über den Button „Schnappschussaktion“ und „Einen Schnappschuss machen“. Fügen Sie eine Kurzbeschreibung hinzu – beispielsweise „Ausgangspunkt mit Tools“ und setzen Sie bei „Sperrern“ den Haken, damit der Schnappschuss nie gelöscht wird.

Kleine Router-Kaskade

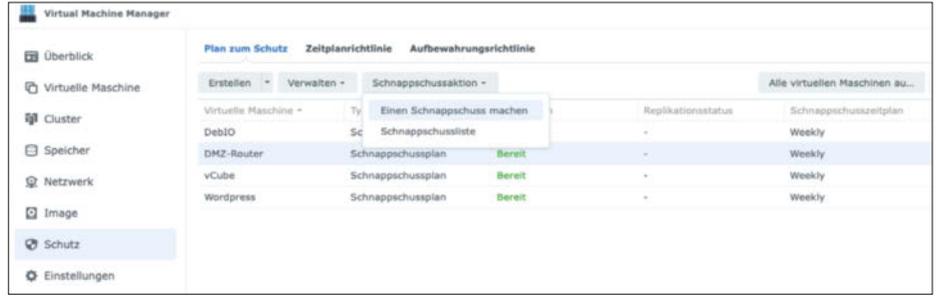
Nun geht es um die Konfiguration der Netzwerkschnittstellen. Dafür haben wir eine Beispieldatei vorbereitet. Laden Sie diese zusammen mit den übrigen über `ct.de/y5d3` auf Ihren PC in den Download-Ordner und entpacken Sie sie dort. Bringen Sie dann die Dateien `interfaces`, `nft-Regeln` und `interfaces-server` per `sftp` in einem Rutsch auf den Soft-Router:

```
cd ~/Downloads/Soft-Router
scp * user@soft-router:/home/user/
exit
```

Öffnen Sie eine SSH-Sitzung zum Soft-Router und passen Sie das Interface-Beispiel an Ihre Umgebung an:

```
nano interfaces
```

In der Beispieldatei wird für die physische Verbindung das Interface `ens3` angelegt und das Interface `ens4` für die DMZ. Für das Hauptnetz verwenden wir den auf Fritz-



Sind die wesentlichen Dinge eingerichtet, legt man per Knopfdruck ein Backup an. Das kann man nicht nur im Fehlerfall als Ersatz nutzen, sondern auch als Startpunkt für einen neuen virtuellen Server.

boxenüblichen Adressbereich `192.168.178.x`. Falls Ihr Hauptrouter einen anderen verwendet, zum Beispiel `192.168.1.x`, müssen Sie die IP-Adressen beider Schnittstellen entsprechend anpassen.

Ersetzen Sie in dem Fall alle Vorkommen von `192.168.178.1` mit `192.168.1.1` und `192.168.178.255` mit `192.168.1.255`. Tragen Sie anstatt der IP-Adresse des DMZ-Routers `192.168.178.172` zum Beispiel `192.168.1.172` ein, falls diese Adresse frei ist und außerhalb des DHCP-Bereichs des Routers liegt. Die Endung `172` bietet sich als Merker dafür an, dass diese VM zum `172er-Netz` führt. Ersetzen Sie schließlich für die Schnittstelle `ens4` die Gateway- und DNS-Server-Einträge mit `192.168.1.1`, falls Ihr Hauptrouter unter dieser IP-Adresse angesprochen wird.

Speichern Sie die Änderungen mit `Strg-X` und `Y`, sichern Sie die aktuelle Netzwerkkonfiguration und bewegen Sie die neue an Ihren Platz:

```
sudo su
cd /etc/network
mv interfaces interfaces-original
cp /home/user/interfaces .
```

Damit sind die Netzwerkschnittstellen bereit. Starten Sie den Soft-Router neu, damit er sie benutzt:

```
sudo reboot
```

Melden Sie sich nach dem Neustart per SSH am Router an; verwenden Sie dafür die IP-Adresse, die Sie für das Interface `ens3` konfiguriert haben, beispielsweise `192.168.178.172`. Mit dem Befehl `ip a` können Sie sich anzeigen lassen, ob auch `ens4` wie geplant konfiguriert ist.

Als Nächstes steht die Weiterleitung und das korrekte Routing der IP-Pakete zwischen den Netzwerkschnittstellen an.

Das erfolgt in zwei Schritten, zunächst das Forwarding in der Datei `/etc/sysctl.conf`:

```
sudo nano /etc/sysctl.conf
```

Entfernen Sie in der Zeile `#net.ipv4.ip_forward=1` das Rautezeichen und speichern Sie die Änderung. Im zweiten Schritt stellt man in der Linux-Firewall `NFT` die `DMZ-Funktion` ein. Wir haben eine kommentierte Konfigurationsdatei vorbereitet, die das erledigt und die Sie nur noch auf den Soft-Router bringen müssen. Erzeugen Sie zunächst eine Sicherheitskopie der aktuellen Firewall-Einstellungen:

```
sudo cp /etc/nftables.conf ↵
↵ /etc/nftables.conf-original
```

Editieren Sie nun die `NFT-Regeln`, die Sie zusammen mit der Interface-Konfiguration auf den Soft-Router kopiert haben:

```
nano ~/nft-Regeln.conf
```

Im Normalfall können Sie alle Variablen bis auf `LAN_NET` übernehmen. Im Beispiel verwenden wir `192.168.178.0/24`, also das Subnetz, das Fritzboxen ab Werk nutzen. Wenn in Ihrem Router ein anderes eingestellt ist, etwa `192.168.1.0/24`, tragen Sie es anstelle des Fritzbox-Subnetzes ein und speichern Sie die Änderungen. Anschließend können Sie die Regeln laden:

```
sudo nft -f ~/nft-Regeln.conf
```

Damit diese nach Neustarts automatisch geladen werden, schreiben Sie sie aufs Speichermedium und stellen Sie ein, dass `NFT` bei jedem Bootvorgang startet:

```
sudo nft list ruleset ↵
↵ > /etc/nftables.conf
sudo systemctl enable nftables.service
```

Statische Route

Nun ist die Konfiguration des Soft-Routers erledigt. Damit Internet-Hosts auf die DMZ zugreifen können, richtet man im Hauptrouter eine statische Route für die DMZ ein.

Auf Fritzboxen geht das über das Menü „Heimnetz/Netzwerk/Netzwerkeinstellungen“. Klicken Sie ganz unten auf den Knopf „IPv4-Routen“ und tragen Sie eine neue Route ein. Der Parameter für die Netzwerkzeile lautet 172.16.0.0, die Netzmaske 255.255.255.0. Für das Gateway tragen Sie anstatt der IP-Adresse 192.168.178.172 die Adresse Ihres Soft-Routers ein. Klicken Sie am Ende auf „IPv4-Route aktiv“ und auf „Übernehmen“.

Falls Sie noch keinen virtuellen Server haben, können Sie das erste Backup klonen und auf dem Klon einen aufsetzen. Details folgen ab dem Abschnitt „Abkürzung“. Einen vorhandenen vServer verpflanzen Sie in die DMZ, indem Sie ihm wie beim Soft-Router eine IP-Adresse aus dem DMZ-Bereich zuweisen, beispielsweise 172.16.0.10. Kopieren Sie nun die Datei `interfaces-server` auf den DMZ-Server (`scp interfaces-server user@172.16.0.10`) und melden Sie sich am Server an.

Der wesentliche Unterschied zum Soft-Router besteht im DNS-Eintrag: Da NFT auf dem Soft-Router die Kommunikation mit dem Hauptnetz unterbindet, sind auch dortige DNS-Server nicht erreichbar, sodass Namensauflösungen scheitern. Ersatzweise kann man öffentliche DNS-Server nehmen, zum Beispiel 9.9.9.9 von Quad9 oder 1.0.0.1 von Cloudflare.

Öffnen sie `interfaces-server` mit `nano` und passen Sie die IP-Adressen an Ihre Umgebung an. Speichern Sie die Änderungen, erzeugen Sie ein Backup der aktuellen Netzwerkkonfiguration und bringen Sie die neue an die Stelle der alten:

```
sudo su
mv /etc/network/interfaces
cp /etc/network/interfaces-original
cp ~/interfaces-server
cp /etc/network/interfaces
```

Schalten Sie dann den vServer ab und weisen Sie ihm im VMM anstatt des „Default VM Network“ das am Anfang eingerichtete DMZ-Netz zu. Ab dem nächsten Start des vServers sollte der VMM in der Spalte „IP“ dessen DMZ-Adresse einblenden.

Abkürzung

Um einen neuen virtuellen Server zu erzeugen, können Sie das erste Backup des Soft-Routers verwenden. Klicken Sie im VMM auf „Schutz“, dann auf den Eintrag „Soft-Router“ und dann im Klappenmenü „Schnappschussaktion“ auf den Eintrag „Schnappschussliste“. Klicken Sie dort auf das erste Backup und lassen Sie es über den Button „Aktion“ als neue virtuelle Maschine wiederherstellen. Tragen Sie einen neuen Namen ein, beispielsweise „DMZ-Server“ und klicken Sie auf „Okay“.

Die neue VM finden Sie nach dem Kopiervorgang im Bereich „Virtuelle Maschine“. Klicken Sie auf „Aktion/Bearbeiten/Netzwerk“, weisen Sie dem Server das DMZ-Netz zu und entfernen Sie die zweite Netzwerkschnittstelle. Schalten Sie ihn ein, klicken Sie auf „Verbinden“ und melden Sie sich auf dem Server an; es gelten die am Anfang eingetragenen Zugangsdaten.

Nun können Sie im Terminal die Netzwerkschnittstelle wie im obigen Abschnitt konfigurieren; geben Sie ihm aber eine individuelle IP-Adresse, beispielsweise 172.16.0.11.

Damit ein DMZ-Server per IPv4-Protokoll aus dem Internet angesprochen werden kann, legt man wie üblich eine Portweiterleitung an. Das läuft auf jedem Router etwas anders, aber im Prinzip geben Sie die Portnummer für den gewünschten Dienst an und als Ziel tragen Sie die DMZ-IP-Adresse des Servers ein (beispielsweise 172.16.0.10).

Auf Fritzboxen öffnet man dafür das Menü „Internet/Freigaben“ und fügt zunächst ein Gerät für Freigaben hinzu. Im Menü „Gerät“ scrollt man ganz nach unten und wählt „IP-Adresse manuell eingeben“, trägt die Zieladresse ein und klickt dann

Damit die IP-Pakete den Weg in die DMZ finden, richtet man im Router eine statische Route zum DMZ-Netzwerk ein.

auf „Neue Freigabe“. Dann folgen die diensteabhängigen Parameter, beispielsweise HTTPS und die TCP-Portnummer 443 für einen TLS-geschützten Webserver.

Verbindungstests

Am Ende folgen die üblichen Verbindungstests. Der DMZ-Router sollte anhand seiner IP-Adresse aus dem Hauptnetz erreichbar sein und zum Beispiel auf Pings antworten:

```
ping -c3 192.168.178.172
```

Gleiches gilt für die DMZ-Server, damit man sie aus dem Hauptnetz heraus konfigurieren kann:

```
ping -c3 172.16.0.10
ping -c3 172.16.0.11
```

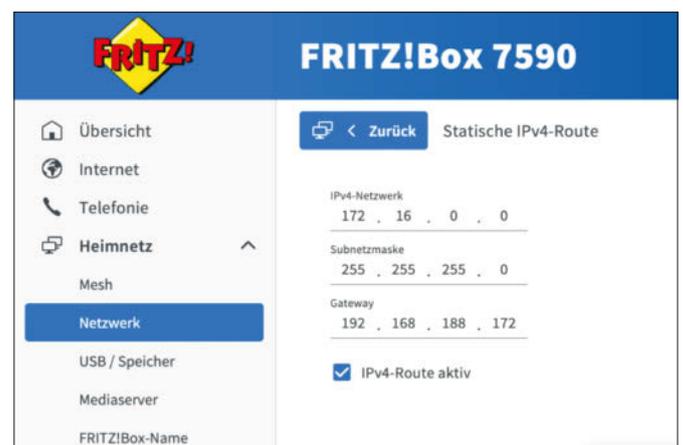
Von den DMZ-Servern aus sollten aber keine Verbindungen zum Hauptnetz zustandekommen und auch Pings ins Leere laufen:

```
ping -c3 192.168.178.1
```

Ein DMZ-Server, auf dem ein Webserver läuft, sollte aber aus dem Internet erreichbar sein. Geben Sie im Browser die DynDNS-Domain Ihres Routers ein und der DMZ-Server sollte seine übliche Seite liefern, wenn der Router TCP-Pakete an seinen Port 443 weiterleitet.

In unseren Tests liefen der Soft-Router und DMZ-Server einige Monate lang weitgehend reibungslos. In einem Fall bootete der Soft-Router ohne Netzwerkkonfiguration, nachdem das NAS aus- und wieder eingeschaltet worden war. Ein Neustart des Soft-Routers behob das Problem. (dz@ct.de) **ct**

Soft-Router: ct.de/y5d3



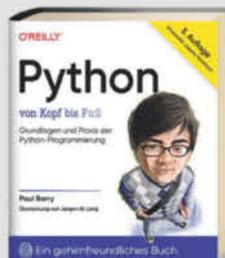
Für Wissenshungrige...

Ausgewählte Fachliteratur



Mareile Heiting
Windows 11 – Das große Handbuch (5. Auflage)
Das umfassende Handbuch zu Windows 11 bietet Einsteigern und fortgeschrittenen Nutzern alles, um das Betriebssystem sicher und effektiv zu handhaben.

19,90 €



Paul Barry
Python von Kopf bis Fuß (3. Auflage)
Die aktualisierte Auflage bietet unterhalt-same, fundierte Einführung in Python, behandelt Grundlagen, Datenstrukturen, Web-Technologien, Datenanalyse mit Pandas, für leicht fortgeschrittene Einsteiger.

Auch als PDF und ePub erhältlich!

49,90 €

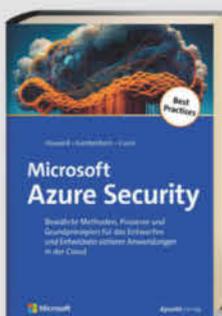
NEU



Charles Petzold
Code – Wie Computer funktionieren
Charles Petzold lüftet das Geheimnis über das verborgene Innenleben und die grund-legende Funktionsweise von Computern – von der Hardware bis zur Software.

Auch als PDF und ePub erhältlich!

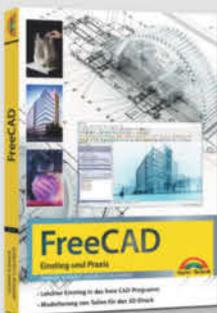
39,99 €



Heinrich Gantenbein, Michael Howard, Simone Curzi
Microsoft Azure Security
Bietet bewährte Methoden und Grundprin-zipien für sichere Cloud-Anwendungen in Microsoft Azure, einschließlich Entwurf, Ent-wicklung, Einsatz und Langzeitstrategien gegen Sicherheits Herausforderungen, von Experten erläutert.

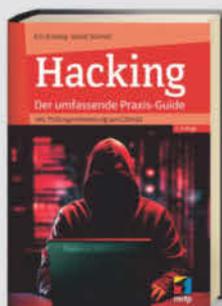
Auch als PDF und ePub erhältlich!

59,90 €



Werner Sommer, Andreas Schlenker
FreeCAD – Einstieg und Praxis
Dieses praxisorientierte FreeCAD-Buch ist ein Tutorial und Nachschlagewerk für 2D/3DModellierung und technische Zeich-nungen,deckt 3D-Druck, Gebäudedesign, CNC, FEM ab, inklusive Übungen.

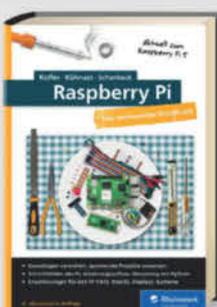
19,95 €



Eric Amberg, Daniel Schmid
Hacking – Der umfassende Praxis-Guide (3. Aufl.)
Aktualisierte 3. Auflage des Guides mit CEHv12 Prüfungsvorbereitung, bietet Workshops, Anleitungen und Tipps zu Hacking-Techniken und Gegenmaßnah-men in sechs Bereichen, ideal als Lehr- und Nachschlagewerk.

49,99 €

BEST-SELLER



Michael Kofler, Charly Kühnast, Christoph Scherbeck
Raspberry Pi (8. Auflage)
Standardwerk in 8. Auflage, aktuell zum Raspberry Pi 5. RasPi-Experten Micha-el Kofler, Charly Kühnast und Christoph Scherbeck bieten auf über 1.000 Seiten umfassendes Wissen zum Raspberry Pi.

44,90 €



Sophia Sanner, Pit Noack
Künstliche Intelligenz verstehen (2. Aufl.)
Interaktive, spielerische Einführung in KI-Technologien, Schwerpunkt auf Expe-rimentieren, mit handgezeichneten In-fografiken, Online-Projekten, deckt von Grundlagen bis Neuronale Netze und Transformers ab, ideal zum Lernen.

29,90 €

NEU



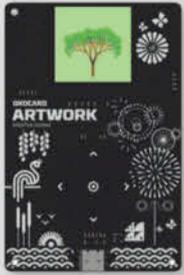
shop.heise.de/highlights2024

© Copyright by Heise Medien.

PORTOFREI AB 20 € BESTELLWERT INNERHALB DEUTSCHLANDS



Zubehör und Gadgets



Oxocard Artwork Creative Coding

Lernen Sie die Grundlagen der Computeranimation mit dem ESP32-Chip. Erzeuge beeindruckende visuelle Effekte wie in Spielen und Filmen dank leistungsfähiger Hardware.

Ideal für Einsteiger!

~~69,90 €~~

39,90 €



Oxocard Science Plus GOLD Edition

Hochwertige Computerplatine mit 8 Sensoren, 16 Werten, Experimentierplatine und offener Programmierschnittstelle zur Beobachtung und Änderung der Programme.

Im praktischen Kreditkartenformat!

119,90 €



c't 3003-Hipbag/Bauchtasche

Total praktisches c't 3003-Merch. Dieses ultimative Fashion-Statement fällt garantiert überall auf und es passt jede Menge rein. Mit Innentasche und verstellbarem Hüftgurt.

Sieht garantiert ghyle aus!

14,90 €



Cyber Clean Professional Reinigungsmasse

High-Tech-Masse entfernt 99,99% der Keime, reinigt strukturierte Oberflächen und Zwischenräume, ohne Feuchtigkeit abzugeben. Ideal für empfindliche Oberflächen und elektronische Geräte.

Für Hygiene und Wohlbefinden!

16,90 €



Nitrokey Passkey

Schützen Sie Ihre Accounts zuverlässig gegen Phishing und Passwort-Diebstahl mit sicherem, passwortlosem Login und Zweifaktor-Authentifizierung (2FA) durch WebAuthn/FIDO2. Praktisches USB-A Mini Format für den Schlüsselbund.

Qualität made in Germany!

34,90 €



Nitrokey-Secure-Bundle C/C

Der Nitrokey 3A NFC ist ein starker Security Token für mobile Geräte. Der USB-C Daten Blocker schützt vor unerwünschter Datenübertragung. Inklusive c't-Security-Checklisten als PDF.

Schutz gegen Massenüberwachung und Hacker!

64,90 €

AUCH ALS
USB-A/C-
VERSION



c't Jumbotasse „Kein Backup? Kein Mitleid!“

Unsere Tasse erinnert Ihre Kollegen an regelmäßige Updates. Jetzt mit 450 ml für mehr Kaffeegenuss.

Nie wieder Stress ungesicherter Daten: Kein Backup? Kein Mitleid!

Natürlich spülmaschinengeeignet!

17,90 €



Messbecher „Wissenschaft“

Schluss mit Langeweile in der Küche! Auf diesem Messbecher stehen 14 nerdige Fun Facts. Fragen wie „Wie viel Platz nehmen 30.000 Reiskörner ein?“ werden beantwortet.

Aus hitzebeständigem Borosilikatglas!

19,90 €

Behördliche Suchmaschinen

Bildersuche zur Temposünderermittlung ist zumutbar

Ein Verwaltungsrichter hat einer Berliner Ordnungsbehörde im Zusammenhang mit einer Websuche gründlich den Kopf gewaschen. Durch die hätte sich einfach und schnell ein geblitzter Verkehrsteilnehmer identifizieren lassen: ein Lehrstück über das Verhältnis von Ämteralltag und digitaler Welt.

Von Peter Schmitz

Ein eiliger Audi Quattro, ein Dienstwagen eines Unternehmens, fuhr an einem Maimorgen 2019 im Berliner Bezirk Marzahn auf dem gemeinsamen Verlauf von B1 und B5 im Tempo-50-Bereich und geriet mit stolzen 80 km/h in eine mobile Geschwindigkeitskontrolle. Das von der Polizei verwendete Lidar-System Poliscan FM1 des Herstellers Vitronic fertigte ein Frontfoto des Fahrers an und erfasste das Kennzeichen.

Die Polizei eröffnete ein Ordnungswidrigkeitsverfahren und schrieb die Firma an, die Halterin des Wagens war. Die gab den Verkehrsverstoß nicht zu. Sie behauptete, es müsse sich um eine Verwechslung handeln, und wollte auch keine Auskunft darüber geben, wer den Wagen zum fraglichen Zeitpunkt gefahren hatte. Die Polizei stellte das Verfahren am 26. Juli 2019 ein; die Sache landete damit beim Berliner Landesamt für Bürger- und Ordnungsangelegenheiten. Dort wurde nicht weiter recherchiert; vielmehr verpflichtete die Behörde nunmehr das Unternehmen, ein Jahr lang ein Fahrtenbuch zu führen. Außerdem sollte die Firma eine Verwaltungsgebühr von 100 Euro zahlen.

Gegen den am 8. November 2019 ausgestellten Bescheid legte das Unternehmen Widerspruch ein und ließ alles ins Feld führen, was bei Tempoverstößen üblicherweise als Standardeinwand herhält – von der möglichen Nichteinhaltung der Betriebsanleitung fürs Lidar-System über das Fehlen von Rohdaten bis hin zum Zweifel, ob denn das Gerät überhaupt vorschriftsmäßig geeicht gewesen sei, war alles dabei. Die Ordnungsbehörde wies den Widerspruch per Bescheid vom 11. Mai 2021 zurück, wie dies in den meisten derartigen Fällen geschieht.

Daraufhin klagte das Unternehmen vor dem Verwaltungsgericht (VG) Berlin. Die Klage hatte Erfolg (Urteil vom 26.6.2024, Az. 37 K 11/23, siehe [heise.de/s/kD6eV](https://www.heise.de/s/kD6eV)) – aber auf ganz andere Weise, als das Unternehmen es beabsichtigt hatte.

Google-Bildersuche offenbart Temposünder

Laut § 31a Abs. 1 Satz 1 der Straßenverkehrs-Zulassungsordnung (StVZO) ist eine Fahrtenbuchauflage zulässig, wenn es der zuständigen Behörde unmöglich ist herauszubekommen, wer bei einem Ver-



Das Lidar-System Poliscan FM1 von Vitronic sieht von Weitem fast aus wie eine Fotokamera auf einem Stativ. Polizei und Ordnungsämter verwenden es vielerorts für mobile Geschwindigkeitskontrollen.

kehrsverstoß am Steuer gesessen hat. Der Berliner Verwaltungsrichter stellte aber fest, dass dies im Falle des eiligen Audis keinesfalls unmöglich war. Die Ordnungsbehörde habe nämlich nicht „alle angemessenen und zumutbaren Maßnahmen“ dafür getroffen, insbesondere habe sie nicht die „zumutbaren Ermittlungen“ durchgeführt: „Angesichts des Fahrzeugtyps und der Haltereigenschaft der Klägerin [...] sowie des guten Frontfotos wäre eine Google-Recherche zu erwarten gewesen.“

Es wird noch bitterer: „Dem erkennenden Einzelrichter“, so die Urteilsbegründung weiter, „ist es nämlich ohne großen Aufwand, insbesondere ohne Anlegung gesonderter Accounts in sozialen Netzwerken [...], möglich gewesen, den Geschäftsführer der Klägerin als Fahrzeugführer zu identifizieren.“ Es sei schlechterdings nicht vermittelbar, dass die Berliner Polizei nicht die „naheliegende Erkenntnisquelle“ einer Web-Bildersuche nutze – zumal die betreffende Recherche auch datenschutzrechtlich unbedenklich gewesen sei. Schon anhand des Firmennamens und des Namens des Geschäftsführers, der zugleich Kommanditist des Unternehmens war, habe die Google-Bildersuche ein Xing-Foto des Mannes geliefert, das prächtig zum Blitzer-Frontfoto passte. Eine solche Internetrecherche sei ein „nach dem Stand der Technik und Ausrüstung der Polizeidienststellen in Berlin naheliegendes Aufklärungsmittel [...], dessen Einsatz sich bei vorliegenden Halterdaten und einem brauchbaren Frontfoto aufdrängt“.

Der Richter gab somit der Klage statt, machte sich aber noch die Mühe, die angeführten sachlichen Einwände des Unternehmens souverän wegzuwischen. „Nur der Vollständigkeit halber“ wies er darauf hin, dass die Ordnungsbehörde „im Übrigen zurecht von einem erheblichen Verkehrsverstoß [...] ausgegangen ist“. Die Messergebnisse seien durchaus verwertbar.

Als gewissermaßen letzte Ohrfeige gegenüber der Behörde, die sich um eine simple Internet-Recherche herumgedrückt und lieber eine für sie bequeme Fahrtenbuchauflage verhängt hatte, klärte der Richter schließlich noch über Sinn und Zweck einer solchen Maßnahme auf: Sie sei nicht dazu da, unkooperative Verkehrsverstoßler zu bestrafen, sondern habe vielmehr präventiven Charakter.

(psz@ct.de)



Daniel J. Barrett
Linux kurz & gut
 Die wichtigen Befehle

O'Reilly, Heidelberg 2024
 (4. Aufl.; der Buchverlag gehört wie c't zu heise medien)
 ISBN 978-3960092551
 340 Seiten, 17 €
 (als Bundle mit E-Book beim Verlag: 20 €;
 PDF-/Epub-/Kindle-E-Book allein: 17 €)

Sag an, Nutzer!

Wer Linux auf dem Desktop nutzt, wird sich nicht darauf beschränken, mit einer grafischen Oberfläche zu arbeiten. Erst die Kommandozeile erschließt die schier unzähligen Betriebssystemfunktionen. Das traditionsreiche Buch von Daniel J. Barrett dient als Orientierungshilfe dafür.

Bereits vor zwei Jahrzehnten hat Barrett mit der ersten Auflage seines Taschenreferenzbüchleins Linux-Kommandeuren unter die Arme gegriffen. Gegenüber der dritten Auflage von 2017 sind in der aktuellen vierten knapp 50 Befehle hinzugekommen. Zudem ist die Neufassung wesentlich besser gegliedert.

Auf rund 40 Seiten stellt der Autor zunächst die grundlegenden Konzepte von Linux vor. Er erklärt Neulingen dabei alles Nötige, um sich auf der Kommandozeile sicher zu bewegen. Anschließend geht es um die wichtigsten Befehle zum Dateihandling, zum Umgang mit Dateisystemen und Netzwerken sowie zur Systemadministration. Barrett führt nicht einfach alle existierenden Befehle und Optionen auf, sondern priorisiert im Sinne der gebräuchlichsten Anwendungsfälle und unterstützt Anwender durch viele kleine Beispiele. Immer wieder streut er kurze Tutorials zu wichtigen Techniken wie der Verwendung von xargs ein. Außer den Standardwerkzeugen behandelt er auch weniger gebräuchliche Tools wie pandoc, jq oder xmllint.

Barrett spricht nicht nur Novizen an, sondern auch Leser, die an etwas anspruchsvolleren Handgriffen interessiert sind. So leitet er im Abschnitt über die Administration dazu an, Software aus Quelltexten zu übersetzen und zu installieren. Bei den Dateisystemen geht er ebenfalls über die Grundlagen hinaus und erläutert außer der klassischen Festplattenverwaltung auch die Konfiguration von RAIDs und logischen Volumes. Unter anderem geht er detailliert auf ZFS ein.

Das letzte Kapitel fällt ein bisschen aus dem Rahmen – es versammelt vieles, was offenbar nicht so recht in die übrigen Kapitel passen wollte. Hier erklärt der Autor Git, Docker und diverse Helferlein für den Umgang mit Multimedia-Dateien. Ferner gibt er einen Crashkurs in Shell-Programmierung.

Das Buch ist nicht mehr so schmal wie seine Vorgänger, serviert aber ebenso konzentrierte Kommandozeilenkost. Es macht Spaß, darin zu schmökern und die Lektüre führt selbst erfahrene Linuxer zu so manchem „Hey, das wusste ich noch gar nicht“-Moment.
 (Maik Schmidt/psz@ct.de)

Virtuelle Verbrecherjagd

Mit ihrem Team stellt die Autorin schmutziges Kryptogeld sicher, deckt Marktplätze für digitale Drogengeschäfte im Darknet auf und macht Malware-Botnetze unschädlich. Spannend und lebendig berichtet Jana Ringwald von dieser Arbeit, die normalerweise im Verborgenen stattfindet.

Als Oberstaatsanwältin bei der Zentralstelle zur Bekämpfung der Internetkriminalität in Frankfurt/Main führt Ringwald international koordinierte Ermittlungsverfahren. Sie kümmert sich für die hessische Justiz federführend um beschlagnahmte Kryptowerte und bildet zu diesem Thema aus. In 14 kurzen Kapiteln beschreibt sie ihren Arbeitsalltag und schildert einige reale Fälle vom ersten Verdacht bis zur Verhandlung. Bemerkenswert: Die Ermittler schließen riesige Marktplätze im Darknet und stellen hohe Bitcoin-Beträge sicher, aber häufig wird niemand inhaftiert. In die Fakten eingeflochten finden sich generelle Überlegungen. „Wir sollten Cybercrime als Lernkultur begreifen“, schreibt sie da beispielsweise oder: „Die Vorschriften, die die Justiz befähigen, Telekommunikation zu überwachen, wurden zu einer Zeit geschrieben, als es noch nicht einmal Mobiltelefone gab.“

Einige der im Buch geschilderten Fälle sind bekannt, beispielsweise der Cyberangriff auf die US-amerikanische Softwarefirma SolarWinds und die Welle der Infektionen mit der Schadsoftware Emotet im Jahr 2020. Der aus der Sicht der Strafverfolgerin erzählte Bericht ergänzt auf interessante Weise das, was Medien darüber berichteten. Andere im Buch erwähnte Fälle gelangten bisher nicht an die Öffentlichkeit. Ringwald beschreibt die Abläufe anschaulich, ohne Interna auszuplaudern.

Einer weit verbreiteten Vorstellung zufolge herrschen in deutschen Amtsstuben allzu viel Bürokratie und verkrustete Strukturen. Die Fallbeispiele in diesem Buch zeichnen ein anderes Bild. Sie zeigen, wie die Strafverfolgung im Darknet mit einem gut funktionierenden Team aus engagierten Ermittlern, Cyberanalysten und IT-Forensikern gelingen kann. Ringwald beschreibt die Expertise ihrer Teamkollegen voller Respekt. Ihr eigener Job sei einer „für Leute, die gut zuhören können“.

Nach der durchaus unterhaltsamen Lektüre ist klar, dass Cybercrime jeden angeht und jeden treffen kann. Das Buch mahnt dazu, mit allem zu rechnen und Vorkehrungen zu treffen. Gleichzeitig versteht die Autorin ihr Werk als Plädoyer gegen die Angst und fordert ihre Leser dazu auf, die unaufhaltsame Entwicklung des Digitalen mitzugestalten.
 (dwi@ct.de)



Jana Ringwald

Digital. Kriminell. Menschlich.

Eine Cyberstaatsanwältin ermittelt

Murmann, Hamburg 2024

ISBN 978-3867748001

216 Seiten, 25 €

(PDF-/Epub-/Kindle-E-Book: 21 €)

Tipps & Tricks

Sie fragen – wir antworten!

Portmaster trotz WireGuard?

? Ihre Beschreibung des Programms Portmaster in c't 19/2024 („Datenschutzwall“, S. 22) hat mich neugierig gemacht und ich würde es gerne mal ausprobieren. Allerdings arbeite ich oft im Homeoffice und muss mich dann via WireGuard mit dem VPN meines Arbeitgebers verbinden. Die VPN-Software leitet sämtliche DNS-Anfragen in unser Firmennetz um. Muss ich in dem Fall irgendwas Besonderes beim Einsatz von Portmaster beachten beziehungsweise wird das überhaupt funktionieren?

! Sie können Portmaster auch mit aktiver VPN-Verbindung nutzen. Damit interne Hostnamen aus dem Firmennetz korrekt über DNS aufgelöst werden können,

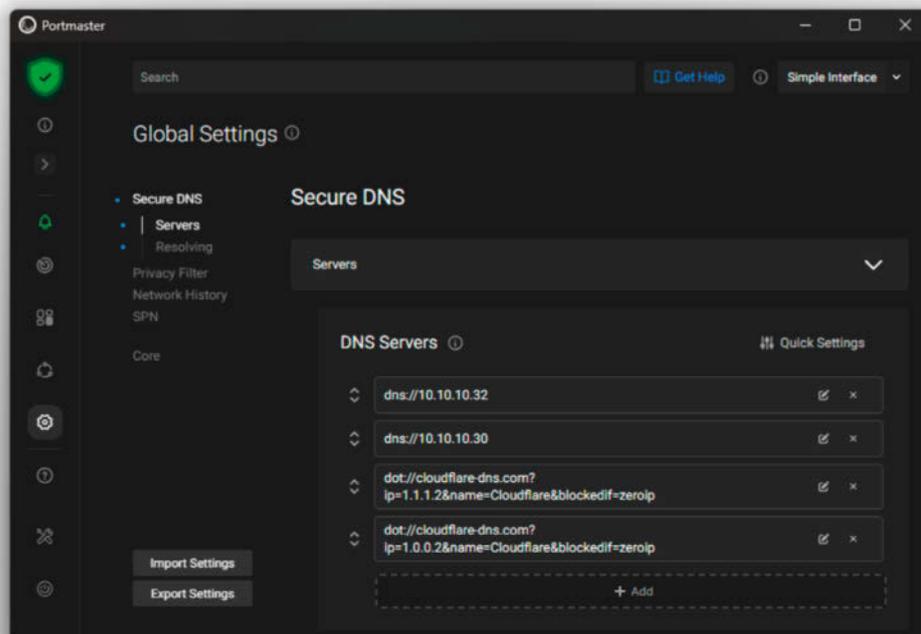
müssen Sie Portmaster allerdings zunächst passend konfigurieren.

Standardmäßig fängt Portmaster sämtliche DNS-Anfragen ein, filtert sie und sendet sie verschlüsselt an einen DNS-Resolver weiter. Auch DNS-Anfragen, die eigentlich der DNS-Resolver Ihrer Firma beantworten sollte, werden auf diese Weise behandelt. Ist in Portmaster ein externer Resolver wie Cloudflare eingestellt, landen die DNS-Anfragen dort und Anfragen nach internen Hostnamen werden nicht korrekt beantwortet, weil der externe Resolver die dazugehörigen IP-Adressen nicht kennt.

Um das Problem zu lösen, können Sie die IP Ihres Firmen-DNS-Resolvers aus der WireGuard-Konfiguration auslesen (die Zeile in der Konfiguration beginnt mit „DNS=“) und in die globalen Portmaster-Einstellungen eintragen.

Klicken Sie hierzu in Portmaster auf das Zahnradsymbol am linken Bildschirmrand und fügen Sie unter „DNS Servers“ eine Zeile wie „dns://[IP-Adresse]“ hinzu. Klicken Sie auf das Häkchen neben dem Eingabefeld und schieben Sie den neuen Eintrag ganz nach oben, damit Portmaster dort zuerst nachfragt.

Wenn Sie eine zweite DNS-IP in der WireGuard-Konfiguration finden, können Sie diese ebenfalls auf diese Weise hinterlegen. Ist der Firmen-DNS-Resolver verschlüsselt erreichbar, beginnt das Präfix des Portmaster-Eintrags mit „dot://“ für DNS-over-TLS oder mit „doh://“ für DNS-over-HTTPS. *(rei@ct.de)*



Wenn man Portmaster zusammen mit einem Firmen-VPN nutzen will, muss man dem Tool den DNS-Server der Firma bekannt machen.

Glasfaser-Internet weiterleiten

? Mein Einfamilienhaus hat einen Glasfaseranschluss bekommen. Der kommt leider ganz woanders ins Haus als der bisherige Anschluss (Koaxkabel von Vodafone), in dessen Nähe auch alle Netzwerkleitungen zusammenlaufen und die Server stehen. Ich müsste also ein Netzkabel vom neuen zum alten Standort verlegen. Da das baulich aber sehr aufwendig ist, dachte ich an eine Powerline-Verbindung zwischen dem Glasfasermodem und dem eigentlichen Router. Ist so etwas überhaupt möglich und ist es sinnvoll?

! Möglich ja, sinnvoll eher nicht: Die praktisch nutzbare Nettodatenrate von Powerline-Verbindungen hängt sehr stark von der Qualität des Stromleitungsweges zwischen den PLC-Adaptern ab. Selbst mit der modernsten PLC-Variante, die bis zu 2400 Mbit/s brutto erreicht, ist netto alles zwischen 0 und 400 Mbit/s drin.

In einer typischen Etagenwohnung maßen wir über zehn Steckdosenkombinationen gemittelt zwar gut 100 Mbit/s, aber

Fragen richten Sie bitte an

 hotline@ct.de

 [c't Magazin](#)

 [@ctmagazin](#)

 [ct_magazin](#)

 [@ct_Magazin](#)

 [c't magazin](#)

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter www.ct.de/hotline.

die schlechteste leitete nur 54 Mbit/s durch, wohlgermerkt im selben Stockwerk (siehe c't 25/2018, S. 55). Über mehrere Stockwerke in einem Eigenheim streut der Durchsatz noch stärker, einen schnellen Glasfaseranschluss werden Sie darüber sehr wahrscheinlich nicht ausreizen können.

In c't 4/2022, S. 22 haben wir sinnvollere Alternativen beschrieben. Dennoch geht nichts über eine dedizierte Leitung: optimaler Durchsatz, kein zusätzlicher Stromverbrauch. Vielleicht genügt bei Ihnen ja schon ein passendes LWL-Patchkabel (siehe folgende Frage). Die sind vergleichsweise günstig und lassen sich als zwei Millimeter dünne, weiße Ausführung auch sehr unauffällig verlegen. Damit können Sie das Glasfasermodem umziehen oder gleich einen Router mit integrierter Faserschnittstelle nutzen. (ea@ct.de)

Glasfaser verlegen

 Vom geplanten Übergabepunkt meines neuen Glasfaseranschlusses zum Standort des Routers muss ich einige Meter überbrücken. Was für ein Glasfaserkabel nehme ich denn dafür sinnvollerweise? Für mich wäre wichtig, dass der Leiter einen möglichst geringen Biegeradius hat und mechanisch stabil ist, um Verluste so gering wie möglich zu halten.

 In der Regel setzen Glasfaserprovider auf Monomodefaser Typ OS2 oder OS3 und installieren am Eintrittspunkt ins Gebäude oder in die Wohnung (Hausübergabepunkt, HÜP) eine Abschlussdose mit LC/APC-Buchse. Dafür gibt es fertige Patchkabel (einadrig, LC/APC-Stecker

beidseitig) als Verlängerungen auch für große Strecken bis 50 Meter. Für deren zulässige minimale Biegeradien können wir nur auf die Datenblätter verweisen. Rechnen Sie mit Werten zwischen 10 und 20 Millimetern.

Im einschlägigen Elektronik-Versandhandel finden Sie beispielsweise fertig konfigurierte 30-Meter-Kabel schon für 10 Euro und mit Biegeradien bis hinunter zu 7,5 Millimetern. Solche Leitungen sollten bei üblicher Installation in Kabelkanälen oder Schutzrohren stabil genug sein.

Falls Sie armierte LC/APC-Patchkabel einsetzen wollen, kann sich der Biegeradius mehr als verdoppeln, aber auch der Preis: 30 Meter kosteten bei unserer Stichprobe 22,50 Euro; das Datenblatt nannte einen minimalen Biegeradius von 30 Millimetern. (ea@ct.de)

Fortschrittsanzeige beim Kopieren

 Ich kopiere gelegentlich auf der Linux-Kommandozeile größere Dateien, etwa auf mein NAS. Da wäre es sehr nützlich, eine Fortschrittsanzeige zu haben, um zu sehen, wie lange das wohl noch dauert. Bei cp habe ich jedoch keine derartige Option gefunden.

 Das herkömmliche Kopierkommando cp kann das auch nicht. Der gängige Tipp, eine solche Anzeige über das Tool pv zu realisieren (etwa: `pv my_big_file > backup/my_big_file`), hat den Nachteil, dass dabei die Dateirechte verloren gehen; außerdem geht da immer nur eine Datei. Deshalb empfehlen wir, stattdessen rsync zu benutzen:

```
rsync -ah --progress quelle ziel
```

funktioniert sowohl mit Dateien als auch mit ganzen Verzeichnissen und zeigt für jeden einzelnen Kopiervorgang einen Fortschrittsbalken an. Außerdem erkennt es bereits vorhandene Dateien am Zielort und kopiert diese nicht erneut. Am einfachsten definieren Sie sich einen Alias wie

```
alias cp+='rsync -ah --progress'
```

in Ihrer ~/.bashrc oder dem Äquivalent Ihrer Shell, um das Kommando immer im Zugriff zu haben. rsync kann noch viel mehr, etwa via ftp, ssh oder viele andere Protokolle übers Netzwerk hinweg kopie-

ren. Details verrät wie üblich der Aufruf `man rsync`. (Jürgen Schmidt/hos@ct.de)

Wetter-Roulette bei Apple?

 Apples Wetter-App zeigt auf meinem iPhone mit iOS 15 eine andere Vorhersage als mein iPad mit iPadOS 17 – oft mit 2 Grad Unterschied. Das passiert unabhängig vom Standort. Woran liegt das?

 Apple hat 2020 den Wetterdatenanbieter Dark Sky aufgekauft und daraus den eigenen Vorhersagedienst Apple Weather entwickelt. iOS 15 erschien zwar erst danach, dennoch bekommt die Wetter-App dort ihre Daten zum Teil noch vom Anbieter „The Weather Channel“, Apples langjährigem Vorhersagelieferanten. Sie können das leicht überprüfen, indem Sie ganz nach unten wischen: In der Fußzeile verrät die App, woher sie ihre Daten bezieht.

Erst seit iOS/iPadOS 16 liefert ausschließlich Apple Weather die Vorhersagen für die hauseigenen Wetter-Apps. Zudem gestattet Apple mit WeatherKit Entwicklern recht günstig den Zugriff auf die zugrundeliegenden Wetterdaten, was mit ein Grund für die vielen Wetter-Apps im Store ist. Unter ct.de/ybke haben wir einen Artikel unserer Schwesterzeitschrift Mac & i verlinkt: Er stellt neun Apps vor, in denen Sie sogar zwischen verschiedenen Datenanbietern umschalten können, darunter auch Apple Weather. (Wolfgang Kreutz/hos@ct.de)

Wetter-Apps in Mac & i: ct.de/ybke



Ein unscheinbares Icon unten in der Wetter-App von iOS 15 oder älter (links) offenbart, dass die Prognosen nicht von Apple Weather stammen, sondern noch von The Weather Channel.



GEHIRNMARATHON

VON TRUDE TRAUTMANN

Der kleine unterirdische Raum, der zum privat betriebenen Institut des marktführenden japanischen Unternehmens gehört, ist schmucklos. Seine dicken, mit mehreren Dämmschichten versehenen Wände isolieren ihn vom Erdreich, das ihn umgibt. Der Kalender zeigt den 9. Mai des Jahres 2045 zusammen mit dem Vermerk „Tag der Europäischen Union“.

„Guten Morgen, Marta. Warum ist es so dunkel?“

„Guten Morgen!“

„Du bist nicht Marta! Deine Stimme ist metallisch, nicht so weiblich.“

„Du hast recht. Ich bin dein Pflegeroboter. Und wir haben ein Problem.“

„Ich verstehe nicht. Jeden Morgen stehe ich auf, bekomme von Marta Frühstück, danach machen wir ein bisschen Gymnastik, damit meine Beine besser durchblutet werden. Außerdem fürchte ich mich im Dunkeln. Wer auch immer du bist: Mach das Licht an, damit ich dich sehen kann.“

„Du kannst mich nicht sehen. Du kannst nur mit mir kommunizieren. Sozusagen auf geistiger Ebene. Aber ich muss mich nun um die Stromversorgung kümmern und den Kontakt zur Basisstation herstellen.“

„Ich bestimme hier. Du wirst mir jetzt sagen, was gespielt wird. Außerdem will ich mit meinen Töchtern sprechen, Kontaktverbot hin oder her. Du rufst die jetzt an.“

„Das ist schwierig. Die eine ist in Australien im Outback, hat sich schon vor zehn Jahren in die Natur zurückgezogen.“

„Das weiß ich, sie hat mir doch das nette Hochzeitsfoto mit dem hübschen weißen Kleid geschickt und das Video mit den süßen Kindern, die ‚Oma‘ sagen.“

„Deine ältere Tochter Li hat sich das ausgedacht. Sie meinte, das wäre immer dein Traum gewesen.“

„Und was ist jetzt mit Australien?“

„Eine Zeitlang haben wir alle Nachrichten angesehen, aber Australien hatte viele Naturkatastrophen. Ich weiß nicht, ob das Land noch existiert. Die Nachrichten habe ich immer mehr gefiltert, damit dein Blutdruck sich nicht ständig erhöht.“

„Dann ruf sofort meine Tochter Li an.“

„Die ist entweder noch in der Basisstation hier in Europa oder bereits unterwegs zum Mars. Ich kann sie nicht erreichen. Ihr verdankst du, dass du überhaupt noch lebst.“

„Wie soll ich das verstehen?“

„Na ja, du hast jenseits des Norm-Gesundheitslevels gelebt, den der Europarat verordnet hat. Viel Alkohol, fettes

Was macht eigentlich einen Menschen aus? Seine Sinnesindrücke, seine physische Präsenz in seiner Umwelt, seine Gedanken, Gefühle, Beziehungen, Erinnerungen? Was bleibt, wenn äußere Umstände ihn aus allen zeitlichen und räumlichen Zusammenhängen lösen?

Essen, kaum Bewegung, auch wurdest du öfter nachts auf esoterischen Ü-60-Partys gesehen. Kein Wunder, dass der zweite Schlaganfall dich komplett deiner motorischen Fähigkeiten beraubt hat. Für Li wirkte sich das jedoch günstig aus: Die Situation war gewissermaßen ihre Eintrittskarte in das japanische Unternehmen, das mich, den Pflegeroboter, entwickelt hat.“

„Ach, dann bist du so ein kleiner gelber Flitzer mit Smiley-Augen? Im Fernsehen der 2000er-Jahre haben sie dich in einem Altersheim gezeigt.“

„Fühlst du dich besser, wenn ich dir das bestätige?“

„Willst du damit sagen, das ist eine Illusion?“

„Ja.“

„Noch einmal zurück zu meiner Tochter: Warum war das ihre Eintrittskarte in das Unternehmen?“

„Zu Beginn war die Technik noch nicht ganz ausgereift, es haben sich keine Leute zur Verfügung gestellt. Die meisten wollten sich lieber komplett einfrieren lassen und in 100 Jahren aufgetaut werden.“

„Das wäre nichts für mich gewesen, dann hätte ich ja meinen nutzlosen Körper weiterhin gehabt.“

„Genau, das war der Plan der Firma: das Gehirn zu extrahieren. Bevor du deinen zweiten Schlaganfall hattest, hatte deine Tochter Li eine Patientenverfügung von dir erhalten. Die erlaubte es ihr, die nötigen Schritte einzuleiten. Im Übrigen musste sie dein gesamtes Vermögen verwenden, um dir das geistige Weiterleben zu ermöglichen. Wie auch immer: Dein Beispiel war so überzeugend, dass immer mehr Leute sich entschlossen, für sich die gleiche Lösung zu wählen. Du warst schließlich BRAINY No. 1 im Jahr 2044 und somit ein weltweiter Star. Jeder konnte per Link deine Gehirnaktivitäten sehen.“

„Moment, da komme ich noch nicht so ganz mit. Das heißt, nur mein menschliches Gehirn ist in diesem Raum?“

„Nun ja, der Raum ist ziemlich klein. Drei Meter lang, ebenso breit und 1,50 Meter hoch. Vor zwei Jahren ist das Institut umgezogen, vorher waren wir noch viermal so groß. Es geht immer um Energiekosten. Jede Veränderung wird zuerst an dir ausprobiert, BRAINY No. 1.“

„Das finde ich jetzt richtig nett von euch, so ein hübscher Name. Aber ich spüre Anspannung und es ist mir, als würde es immer wärmer. Stimmt etwas nicht?“

„Die Energie schwindet. Ich werde nach dem Countdown deine Erinnerungen über Satellit in die Cloud speichern.“

Über die Autorin

Trude Trautmann, Jahrgang 1961, lebt mit ihrer Familie in Süddeutschland. Das schriftstellerische Handwerk hat sie in Schreibseminaren kennengelernt. Nun verwebt sie Beobachtungen aus ihrem Alltagsgeschehen sowie familiäre Erinnerungen zu abwechslungsreichen Kurzgeschichten unterschiedlicher Genres, zudem schreibt sie Gedichte und Reiseberichte. „Gehirnmarathon“ ist ihre erste c't-Story.



Bild: Trude Trautmann

„Was meinst du, was hier in Europa vorgefallen ist?“

„Etwas Unbekanntes ist eingeschlagen, was megaheiß ist.“

„Du meinst eine Atombombe? Willst du jetzt den Countdown starten? Somit unser beider Ende einläuten? Wo willst du anfangen, bei 100?“

„Nein. 3, 2, 1“



Vier Jahre später. Durch die kleinen Sichtfenster des Forschungsbiotops war eine eintönige, karge Geröllwüste zu erblicken. Die draußen vorherrschenden Brauntöne bildeten einen starken Kontrast zur weitgehend weißen Inneneinrichtung. Das Farbspektrum der Innenbeleuchtung simulierte irdisches Tageslicht.

Li hatte es auf den Mars geschafft. Als Wissenschaftlerin mit ihrer Expertise in Bezug auf menschliche Neurotechnik hatte sie zu den ersten Bewohnern des Komplexes gehört. Von diesem vermeintlichen Traumjob auf dem Roten Planeten hatte sie sich einiges an Annehmlichkeiten und Bitcoins versprochen. Aber alle Unterkünfte waren gleichermaßen karg mit Polyesterstoff ausgekleidet und wiesen einheitliche kleine Schlafkabinen auf. Jeden Tag wurde geforscht, dokumentiert, überprüft. Nach jeweils vier Stunden Arbeit gab es einen Trink-Shot zum Schlafen. Auch die Schlafphasen dauerten jeweils vier Stunden. Diese Abläufe spielten sich in einer Art Endlosschleife ab.

So vergingen die Jahre auf dem Mars. Man hatte ihnen versprochen, dass das vorhandene Wasser tief im Boden ihre Lebensqualität steigern würde. Allerdings war es ihnen bislang nicht gelungen, dieses abzubauen. Und so mussten sie in den sterilen Containern der ersten Stunde ausharren. Der Flug zum Mars hatte nur neun Monate gedauert. Zur Erde konnte Li nicht mehr zurückkehren: Ihr Ego verbot es ihr.

Eines Tages erhielt Li inmitten ihrer monotonen Forschungsroutine eine verstörende Nachricht über die interplanetarische Datenfunkleitung. Es hieß, das Gehirn ihrer Mutter sei aufgefunden worden – und es sei noch immer aktiv. Man teilte ihr mit, dass bei der längst erfolgten Auflösung des Instituts auf der Erde zwar eigentlich alle Anlagen abgeschaltet worden seien, aber die unterirdischen Räume habe man erst jetzt gefunden und die Notversorgung von BRAINY No. 1 sei die ganze Zeit hindurch intakt geblieben.

Die Anfrage, was nun mit dem Gehirn zu tun sei, musste sie erst einmal emotional verdauen. Es gab nur zwei Optionen: verbrennen lassen oder erhalten und wissenschaftlich nutzen. Ohne lange darüber nachzudenken, zog sie die zweite Option vor. In zwei Jahren würde es Shuttleflüge geben, bei denen auch private kleine Objekte zum Mars mitreisen könnten. Sie würde veranlassen, dass das am Leben erhaltene Gehirn beim nächstmöglichen Flug dabei sein sollte. In der Zwischenzeit forschte sie, inwieweit sie einen passenden Körper für ihre Mutter einsatzbereit machen könnte.



2052. Wie schnell die Jahre im Forschungsbiotop auf dem Mars vergangen waren! Die Ankunft des Shuttles von der Erde stand bevor. Li versuchte, ihre Erregung zu unterdrücken. Hatte das Gehirn alles gut überstanden? Man händigte ihr eine würfelförmige Aluminiumbox von 50 Zentimetern Kantenlänge aus. Sie hatte einen Androiden vorbereitet, der das Gehirn ihrer Mutter aufnehmen sollte. Es war nur noch nötig, die Versorgungsleitungen für das Gehirn zu verbinden, dann konnte sie den künstlichen Körper aktivieren. Aber ob das Gehirn auch tatsächlich arbeiten würde? Wie viele Versuche würde sie wohl haben? Was sie vorhatte, war bislang noch nie erprobt worden. Im Grunde war das Ganze lediglich ein theoretisches Konzept. *Wo ein Wille ist, ist auch ein Weg*, sagte sie sich.

MAN HÄNDIGTE LI EINE WÜRFELFÖRMIGE ALUMINIUMBOX AUS.

Sie stellte eine Laborumgebung mit allerlei Messeinrichtungen für das Gehirn her. Sie untersuchte das Organ, stimulierte es mit elektrischen Impulsen, optimierte die Parameter der Nährlösung. Schließlich verband sie es über die Schnittstellen, die das Unternehmen seinerzeit auf der Erde geschaffen hatte, zunächst provisorisch mit dem androidischen Körper. Kabel führten von dem Behälter des Gehirns zu dem geöffneten Kunststoffkopf. Sie dachte darüber nach, wie die Verarbeitung von Sinnesreizen funktionieren könnte. Ob es nötig war, ein Wärmefeedback einzurichten? All ihre Forschungen in den vergangenen zwei Jahren hatten unter dem Zeichen „Was kann sein, wenn ...?“ gestanden. Früher hätte man sich mithilfe von Tierversuchen vorgetastet. Aber das war nicht möglich, schon weil es keine Tiere mehr gab. Behutsam führte sie ihre Bemühungen weiter. Es war ein Wunder, dass das Gehirn noch immer intakt war. Es hatte sich kaum verändert.

Alle Aufzeichnungen, die beim damaligen Extrahieren entstanden waren, hatte sie mitgenommen. Diese lagen nun vor ihr. Sie brauchte im Prinzip nur einen Umkehrprozess zu starten. „Nur.“

* * *

Drei weitere Jahre waren vergangen; der Kalender des Forschungsbiotops zeigte inzwischen das Jahr 2055.

Der fünfzigste Versuch stand an. Unter den Forschern auf dem Mars gab es keine Hierarchien; jeder war an der Arbeit aller anderen interessiert. Daher waren viele von Lis Kollegen in ihrem kleinen Labor anwesend. Längst nicht jeder glaubte an einen Erfolg; die Meinungen waren geteilt. Vorwiegend die Frauen rechneten damit, dass es Li, die verzweifelt an ihrer Idee festhielt, gelingen würde, ihre Mutter zu reaktivieren. Sie fühlten mit ihr. Ein Versagen kam für Li nicht infrage. Sie stand unter hohem Stress, schlief seit einiger Zeit schlecht und hatte Alpträume. Ihre Reputation stand auf dem Spiel. Zu viel hatte sie investiert. Manche lästerten hinter ihrem Rücken: „Sie hat’s wohl nicht mehr drauf!“ Wenn sie ehrlich war, musste sie sich eingestehen, dass die Jahre auf dem Mars nicht spurlos an ihr vorübergegangen waren. Bei all dem, was sie tat, nährte sie im Hintergrund eine heimliche Hoffnung: Wenn es ihr gelingen würde, ihre Mutter zu reaktivieren, bestünde die Hoffnung, dass sie auch ihr eigenes Gehirn extrahieren lassen könnte, um unsterblich weiterzuleben.

Leider scheiterte auch der fünfzigste Versuch wie alle vorherigen. Für Lis Nerven war das zu viel. Zitternd ging sie mit ihrem Skalpell in der Hand auf das Gehirn zu, das einfach nicht anspringen wollte. Ein Kollege namens Lang stellte sich ihr im letzten Moment in den Weg, um eine Katastrophe zu verhindern. Vor Wut zuckend verletzte sie ihn mit dem Messer an der Wange. Dann brach sie zusammen. Ihre Forschung wurde auf Eis gelegt; sie selbst musste sich in stationäre psychiatrische Behandlung begeben.

* * *

Bei der Entlassung aus der Psychiatrie fühlte Li sich frisch und verspürte neuen Tatendrang. Inzwischen schrieb man das Jahr 2058. Man machte ihr zur Auflage, dass sie selbst sich dem Gehirn ihrer Mutter nur auf drei Meter nähern durfte. Kollege Lang ermöglichte es ihr, trotzdem weiterzuforschen, indem er zu ihrem ausführenden Assistenten wurde. Seit dem Vorfall vor zwei Jahren nannte man ihn liebevoll Zorro. Die blitzförmige Narbe auf seiner Wange, die Li immer wieder an ihre Unbeherrschtheit erinnerte, trug er wie eine Auszeichnung.

Das Gehirn war erstaunlich gut erhalten. Alle Tests zeigten fast 90 Prozent Funktionsfähigkeit. Nur ein einziger Bereich meldete lediglich 50 Prozent. Was das bedeutete, war unklar. Ohne eine erfolgreiche Reaktivierung ließ sich über die möglichen Folgen nichts sagen.

* * *

Im Jahr 2060 feierte Li ihr 15-jähriges Jubiläum auf dem Mars. Zudem konnte sie sich über erste gute Fortschritte

freuen. Das noch immer über externe Leitungen angebundene Gehirn vermochte bereits die Hände und Beine des Androiden zu bewegen. Zorro verließ sie und flog zur Erde zurück. Als Ablösung kam die junge Wissenschaftlerin Su, eine Koryphäe auf dem Gebiet der Gedächtnisforschung. Su und Li waren nach kurzer Zeit auf derselben Wellenlänge.

DIE RICHTIGEN VERKNÜPFUNGEN HERZUSTELLEN, GLICH EINEM LOTTERIESPIEL.

Die psychiatrischen Auflagen für Li fielen weg. Nun versuchten die beiden Frauen unermüdlich, synaptische Plastizität zwischen dem Gehirn und dem Androiden herzustellen. Die multiplen synaptischen Verknüpfungen bildeten die Grundlage der Lernprozesse, die notwendig waren. Es gab so unglaublich viele Kombinationsmöglichkeiten – die richtigen Verknüpfungen herzustellen, glich einem Lotteriespiel. Dennoch hofften sie, bald den großen Durchbruch zu schaffen.

* * *

„Mutter, kannst du mich hören? Ich bin deine Tochter Li.“

„Wo ist Marta?“

Li spricht ihre Kollegin Su an: „Ihre Erinnerung ist wahrscheinlich auf dem letzten Stand eingefroren. Hoffentlich können wir neue Gedanken in ihr Gehirn einspielen. Ich hätte da schon ein paar Ideen.“

„Du wirst mir keine deiner Gedanken einpflanzen. Wo bin ich? Du hattest ein Kontaktverbot verfügt. Der Pflegeroboter wollte dich doch erreichen? Das hat ja anscheinend funktioniert. Warum ist es immer noch dunkel?“

„Mutter, bitte öffne die Augen.“

Der Android tut wie geheißen.

„Li, gutes Kind, du siehst aber auch nicht mehr jung aus. Lauter Falten, hellgraues Haar. Geht man nicht mehr zum Friseur und zur Kosmetik? Deine Kleidung ist ja fade, wie ein Sack hängt das an dir runter. Ist das Baumwolle?“

„Mutter! Du redest wie ein Wasserfall über Nichtigkeiten. Willst du denn gar nicht wissen, was in den vergangenen 17 Jahren vorgefallen ist?“

„Was? 17 Jahre war ich als Gehirn irgendwo? Was hast du mir nur angetan! Mich geopfert für dein Ego!“

„Ich habe dich gerettet. Ohne mich wärst du schon längst verstorben und verbrannt.“

„Was, du hättest mich verbrannt? So war das aber nicht abgemacht. Ich wollte unbedingt den schwarzen Art-Deco-Sarg. Was hast du eigentlich mit meinem Körper gemacht?“

„Einige Organe waren für die Wissenschaft interessant. Der Rest ist tatsächlich verbrannt worden.“

„Und jetzt, was passiert jetzt?“

„Endlich kommst du auf den Punkt. Nach langer, mühsamer Arbeit ist es mir gelungen, dein Gehirn mit einem androidischen Körper zu verknüpfen. Du bist damit die erste einer ganz neuen Serie, TOPY No 1.“

„Was hab' ich davon? Oder muss ich fragen: Was hast du davon? Ich ahne, du hast viel Geld geschneffelt und wirst dich bald zur Ruhe setzen, aber wohin? Die Erde ist vernichtet durch die Atombombe.“

„Wie kommst du auf eine Atombombe?“

„Der Pflegeroboter hat es mir gesagt.“

„Nein, nein, das war eine falsche Annahme von ihm. Es gab eine Energiekrise. Aber du hast Jahre um Jahre weitergehirnt. Ha, ha, ein neues Wort: gehirnt.“

„Mach du nur Witze auf meine Kosten. Was ist eigentlich mit deiner Schwester? Lebt sie noch? Ist Australien untergegangen?“

„Ja, sie lebt in einer Gemeinschaft. Mehrere Frauen, Männer und Kinder. Sie hat aber keine eigenen Kinder. Und nein, Australien ist nicht untergegangen, es gab einige schlimme Umweltkatastrophen. Aber alle haben sich angepasst.“

Auf der Erde haben inzwischen viele eingesehen, dass man einander benötigt, um zu überleben. Aber ein paar Reglements gibt es schon. Hier auf dem Mars noch ein paar mehr, weil wir immer noch kein eigenes Wasser haben.“

„Dann ist der Mars doch nicht der Heilsbringer geworden?“

„Nein, nur Wissenschaftler sind hier.“

„Aber die Welt wird doch weitere Ziele haben.“

„Ja, gut, dass du das ansprichst. Tatsächlich planen sie, weiter ins All vorzudringen, um eine möglichst erdähnliche Welt zu finden. Und damit kommen wir zu meiner Aufgabe. Ich soll Gehirne in Androiden einsetzen, damit Wissenschaftler als Unsterbliche in den nächsten Jahrhunderten auf fernen Welten forschen können. Ich kann dir das erklären.“ Li setzt zu einem langen, ausschweifenden Vortrag über Synapsen an, wird aber jäh unterbrochen.

„Das geht mich nichts an. Ich will jetzt hirnen, ha, ha. Was muss ich tun, damit ich meinen alten Lebensstil wieder aufnehmen kann? Trinken, essen, tanzen, einen draufmachen.“

„Mutter, das gibt es hier nicht. Du darfst nicht mal daran denken. Du musst dein ganzes Gehirn nutzen, um deinen neuen Körper zu beherrschen. Das wird eine lange Zeit beanspruchen.“

„Noch einmal: Was habe ich dann davon?“

„Wenn wir Erfolg haben, hast du einen Wunsch frei. Überleg es dir reiflich!“

* * *

„Guten Abend, wir melden uns am heutigen 9. Mai 2064, dem Tag des Weltalls, mit einer Direktübertragung aus der Marsakademie. 20 Jahre nach der epochalen Gehirnextraction von BRAINY No. 1 hat das inzwischen berühmte Team von Neurotechnikerinnen den Androiden TOPY No. 1 vorgestellt.“

Der gezeigte künstliche Körper sah ausgesprochen attraktiv aus. Er trug braune, kurz gewellte Haare, hatte elfenbeinbleiche Haut, mandelförmige Augen, schmale hellrosa Lippen und eine leicht gebogene Nase. Li und ihr Team hatten darauf verzichtet, ihm Falten und andere Alterungsspuren zu verpassen. Ihr Android war der Prototyp. Es war geplant, weitere Serien daraus zu entwickeln.

Dass der Zeitpunkt der Präsentation ein Jahr später kam als eigentlich beabsichtigt, wussten nur wenige. Der Grund lag in dem rätselhaften Messergebnis des Jahres 2058: Wie sich herausgestellt hatte, wies die Angabe von 50 Prozent Funktionsfähigkeit auf einen Effekt hin, der grob gesagt die geistige Reife des reaktivierten Gehirns beeinträchtigte. Lis Mutter war in dieser Hinsicht auf dem Stand eines zwölfjährigen Kindes. In den Arbeitsstunden verhielt sie sich launisch, diskutierte unsinnige Sachen, verweigerte viele Anweisungen. Die Motorik des Androiden ließ sich nur langsam weiterentwickeln, die Hirnstromaktivitäten waren zum Zeitpunkt der Präsentation nur zu 75 Prozent wiederaufgebaut.

Immer wieder hatte TOPY No. 1 Li zur Weißglut gebracht. So war es gekommen, wie es kommen musste: Wieder war Li mit einem Skalpell in der Hand auf ihre Mutter zugestürzt. Diesmal war Su es, die sich ihr in den Weg stellte. Dabei erlitt die junge Gedächtnisforscherin Schnittverletzungen, die zu Komplikationen führten. Von dem, was Su sich an jenem Tag zugezogen hatte, erholte sie sich nicht mehr. Ihr blieb aber noch genügend Zeit, um die untröstliche Li zu beruhigen und ihr zu verzeihen. Zudem traf sie alle Vorbereitungen, um ihr Gehirn extrahieren zu lassen. So wurde aus Su schließlich TOPY No. 2. Sie und Li blieben unzertrennlich.

* * *

„Du hast es geschafft“, sagt Li zu ihrer Mutter. „Was wünschst du dir jetzt?“

Diese antwortet: „Ich bin jetzt 100 Jahre alt. Meine geistige Energie für diesen Wahnsinnsmarathon lässt merklich nach. Ich möchte sterben. Wann wirst du das veranlassen?“

„Ich habe es bereits veranlasst. Schau mal, nach deinen Vorgaben ist dieser kleine schwarze Art-Deco-Sarg gefertigt worden. Wo möchtest du begraben werden?“

„Auf der Erde ist mir alles fremd. Vielleicht kann ich für immer bei dir sein. Wir hatten am Schluss doch eine gute Beziehung.“

„Einverstanden. Eine gute Beziehung? Du das Kind, ich die Mutter?“

„War eine super Erfahrung für mich!“ (psz@ct.de) **ct**

Die c't-Stories als Hörversion

Unter heise.de/-4491527 können Sie einige c't-Stories als Audiofassung kostenlos herunterladen oder streamen. Die c't-Stories zum Zuhören gibt es auch als RSS-Feed und auf den bekannten Plattformen wie Spotify, Player FM und Apple podcasts (ct.de/yz13).

ct

**ICH HACKE
KEIN PROGRAMM.
ICH PROGRAMMIERE
AUF ERFOLG.**

Fernstudium Robotik 

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

**NEU: Umweltschutz-Techniker,
Netzwerk-Techniker, SPS-Techniker**

Teststudium ohne Risiko.
GRATIS-Infomappe gleich anfordern!

Inkl. Roboterbausätze und -Modelle 

FERNSCHULE WEBER - seit 1959
Neerstedter Str. 8 - 26197 Großenkneten - Abt. F14
Telefon 0 44 87 / 263 - Telefax 0 44 87 / 264

www.fernschule-weber.de

ct

**ICH WARTE NICHT
AUF UPDATES.
ICH PROGRAMMIERE SIE.**

heise academy

Für erfolgreiche IT-Teams von morgen

Weiterbildung als Erfolgsstrategie
Professionelle IT-Weiterbildung für Unternehmen – das bietet die heise academy. Als Tochter der heise group haben wir es uns zur Aufgabe gemacht, Unternehmen und ihre IT-Professionals mit digitaler Weiterbildung voranzubringen, Qualifikationslücken zu schließen und internes Lernen zu fördern.



Interesse geweckt? Hier mehr erfahren:
heise-academy.de/Fuer-erfolgreiche-IT-Teams-von-morgen



Systemadministrator (m/w/d)



Deine Aufgaben

- Du bist der Ansprechpartner (m/w/d) für Anwenderinnen und Anwender im First- und Second-Level-Support.
- Du stellst den reibungslosen Betrieb und die Lösungsfindung bei Störungen sicher.
- Als Systemadministrator (m/w/d) bist du zuständig für Administration und Konfiguration der Windows- und macOS-Clients, insbesondere für den Client-Support.
- Die Soft- und Hardware der Clients wird von dir installiert und gewartet.
- Du kümmerst dich ebenfalls um die Wartung, Pflege und Dokumentation der IT-Systeme z. B. Server, Storage und Backup.
- Darüber hinaus gehören Bedarfsanalysen und die Durchführung der Beschaffung / des Einkaufs von Hard- und Software zu deinen Aufgaben.

Deine Talente

- Du bist ein motivierter Fachinformatiker (m/w/d) Systemintegration oder hast eine vergleichbare Ausbildung in einem ähnlichen Bereich und bringst erste Berufserfahrung mit.
- Erfahrungen im Bereich Windows-PC- und macOS-Support kannst du vorweisen.
- Windows- und Linux-Server sowie die Client-Administration sind dir vertraut.
- Mit dem Thema Virtualisierung kennst du dich aus (VMware).
- Du besitzt bereits erste Kenntnisse im Bereich Microsoft-AD, Gruppenrichtlinien und PowerShell.

Deine Benefits

- Eine herausfordernde Tätigkeit mit vielen Entwicklungsmöglichkeiten innerhalb eines leistungsstarken Teams und eine tolle Atmosphäre erwarten dich.
- Die Mitarbeit in einem etablierten und mitarbeiterorientierten Unternehmen – die langjährige Betriebszugehörigkeit unserer Kollegen ist hierfür der beste Beweis.
- Außerdem profitierst du von unserem Mitarbeiter-Fitnessprogramm Hansefit, dem Job-Ticket, Job-Bike und unserem Zuschuss zum Mittagessen über Belonio.

Bitte bewirb dich online: karriere.heise.de



Bei uns ist jede Person, unabhängig des Geschlechts, der Nationalität oder der ethnischen Herkunft, der Religion oder der Weltanschauung, einer Behinderung, des Alters sowie der sexuellen Identität willkommen.

Wir freuen uns auf deine Bewerbung!

Dein Ansprechpartner

Carolyn Wall, Personalreferentin • Tel.: 0511 5352-5220



MACH, WAS WIRKLICH ZÄHLT.

ELEKTRIKERIN / ELEKTRIKER FÜR GEPAZNERTE FAHRZEUGE (M/W/D) Z. B. IN BAD REICHENHALL ODER WALLDÜRN

Das Heer. Profis am Boden. Als Elektronikerin bzw. Elektroniker übernehmen Sie die Verantwortung für die Überprüfung und Instandsetzung von Waffenanlagen gepanzelter Fahrzeuge. Mit Ihrem Fachwissen meistern Sie auch große technische Herausforderungen und tragen zur Einsatzbereitschaft der Truppe bei.

IHRE AUFGABEN

- Sie schätzen den Reparaturbedarf der elektronischen Anlagen gepanzelter Fahrzeuge ein, beschaffen und verwalten das nötige Material und setzen Fahrzeuge instand.
- Sie führen Inspektionen und Funktionsüberprüfungen an Baugruppen sowie Unterbaugruppen durch, suchen und analysieren elektronische Fehler und beheben Störungen.
- Sie sind verantwortlich für die Ausbildung und Weiterbildung des Ihnen unterstellten Personals.

IHRE VORTEILE

- Sie bekommen ein attraktives Gehalt und eine Vielzahl an zusätzlichen Qualifizierungsmöglichkeiten.
- Sie haben die Möglichkeit, Familien-/Kinderzuschläge sowie Zuschläge bei Auslandseinsätzen zu erhalten.
- Sie beanspruchen unentgeltliche truppenärztliche Versorgung.
- Sie können in Uniform kostenlos Bahn fahren (auch bei privaten Fahrten).
- Sie erhalten 30 Tage Urlaub pro Jahr, + 24.12. und 31.12. dienstfrei.
- Sie profitieren bei evtl. anfallenden Überstunden vom Ausgleich in Form von Freizeit.
- Sie arbeiten in einem kameradschaftlichen Umfeld und bauen Ihre Fachexpertise kontinuierlich und vielseitig aus.
- Sie erhalten eine fundierte militärische Ausbildung und steigern Ihre körperliche Leistungsfähigkeit durch gezieltes Training.

IHRE QUALIFIKATIONEN

- Sie besitzen die deutsche Staatsbürgerschaft und sind mindestens 18 Jahre alt (17 Jahre mit Einverständnis der bzw. des Sorgeberechtigten).
- Sie haben mindestens die Hauptschule erfolgreich abgeschlossen.

Noch Fragen? 0800 9800880 (bundesweit kostenfreie Hotline). Ausführliche Informationen erhalten Sie auf bewerbung.bundeswehr-karriere.de (Job-ID: 1-FUffz-Elolnst-2024-E).



Bewerbungen von Frauen sind ausdrücklich erwünscht. Die Bundeswehr begrüßt Bewerbungen von Menschen mit Migrationshintergrund.

Jetzt informieren: bundeswehrkarriere.de

oder 0800 9800880 (bundesweit kostenfrei)



BUNDESWEHR

Inserenten*

1&1 Telecom GmbH, Montabaur.....	9
1blu AG, Berlin.....	2
Bressner Technology GmbH, Gröbenzell.....	37
Cordaware GmbH, Pfaffenhofen.....	49
Deutsche Post DHL, Bonn.....	7
easybell GmbH, Berlin.....	180
Fernschule Weber, Großenkneten.....	173
mitp Verlags GmbH & Co. KG, Frechen.....	47
Schwarz IT KG, Neckarsulm.....	19
Techconsult GmbH, Kassel.....	51
Thomas Krenn.com, Freyung.....	27
WERTGARANTIE Beteiligungen GmbH, Hannover.....	15

Veranstaltungen

c't workshops	c't	10
KI Navigator	DOAG, heise medien, degepol	41
Continuous Lifecycle/ ContainerConf	iX, heise Developer, dpunkt.verlag	53
Mastering Microservices	heise academy	67
heise academy	heise academy	83, 173
betterCode ()	iX, dpunkt.verlag	89
NIS2	iX	93
S2N	heise medien	97
Wärmepumpentechnik für Einsteiger	c't Webinar	119
Webinar NTLM	heise Security	127
enterJS	iX, dpunkt.verlag	129
IT summit	heise medien, SIGS Datacom	135
Inside Agile/betterCode ()	iX, dpunkt.verlag	149
Webinar-Serie RPA	heise academy	155
c't webdev	c't	179

Ein Teil dieser Ausgabe enthält Beilagen der DIMABAY GmbH, München.

* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich. Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.

Stellenanzeigen

Bundesamt für Personalmanagement der Bundeswehr, Köln.....	175
Heise IT GmbH & Co. KG, Hannover.....	175

Ihr Erste-Hilfe-Set: Das Notfall-System für den Ernstfall

GRATIS:
 Signatur-Updates
 bis Juni 2025



c't Desinfec't 2024 komplett digital auf einem 32 GByte USB-Stick! Alle Anleitungen und Artikel zur Einrichtung des Rettungssystems finden Sie auf dem USB-Stick. **Das ist neu an c't Desinfec't 2024:**

- ▶ Gratis Signatur-Updates bis Juni 2025
- ▶ Detailverbesserungen beim Einbinden von Laufwerken
- ▶ Neue Expertentools zu Malwarejagd wie Capa und FLOSS
- ▶ Bei Update-Problemen: Signaturen von Scannern zurücksetzen
- ▶ Kernel 6.5 (optional 6.8 für neue Hardware)

Desinfec't-Stick 19,90 €

shop.heise.de/desinfect24

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 20 € (innerhalb Deutschlands). Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

heise shop

Impressum

Redaktion

Heise Medien GmbH & Co. KG, Redaktion c't
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover
Telefon: 05 11/53 52-300
Telefax: 05 11/53 52-417
Internet: www.ct.de, E-Mail: ct@ct.de

Titelthemenkoordination in dieser Ausgabe: „Erste Hilfe bei IT-Pannen“: Peter Siering (ps@ct.de), „Smarte Balkonkraftwerke mit Akku“: Sven Hansen (sha@ct.de)

Chefredakteure: Torsten Beek (tbe@ct.de) (verantwortlich für den Textteil), Dr. Volker Zota (vza@heise.de)

Stellv. Chefredakteure: Martin Fischer (mfi@heise.de), Axel Kossel (ad@ct.de), Jan Mahn (jam@ct.de)

Chef vom Dienst: Georg Schnurer (gs@ct.de)

Chefin vom Dienst New Media: Hannah Monderkamp (mond@heise.de)

Stellv. Chefin vom Dienst: Angela Meyer (anm@ct.de)

Koordination Leserkommunikation: Martin Triadan (mat@ct.de)

Leiter redaktionelle Entwicklung: Jobst Kehrhahn (keh@ct.de)

Ressort Internet, Datenschutz & Anwendungen

Leitende Redakteure: Hartmut Gieselmann (hag@ct.de), Jo Bager (jo@ct.de)

Redaktion: Holger Bleich (hob@ct.de), Anke Brandt (abr@ct.de), Greta Friedrich (gref@ct.de), Tim Gerber (tig@ct.de), Arne Grävemeyer (agr@ct.de), Markus Montz (mon@ct.de), Dr. Sabrina Patsch (spa@ct.de), Peter Schmitz (ps@ct.de), Andrea Trinkwalder (atr@ct.de), Dorothee Wiegand (dwi@ct.de), Stefan Wischner (swi@ct.de)

Ressort Systeme & Sicherheit

Leitende Redakteure: Peter Siering (ps@ct.de), Sylvester Tremmel (syt@ct.de)

Redaktion: Georgiy Belashov (geb@ct.de), Niklas Dierking (ndi@ct.de), Mirko Dölle (mid@ct.de), Wilhelm Drehling (wid@ct.de), Liane M. Dubowy (lmd@ct.de), Ronald Eikenberg (rei@ct.de), Oliver Lau (ola@ct.de), Dennis Schirmacher (des@ct.de), Hajo Schulz (hos@ct.de), Jan Schüßler (jss@ct.de), Kathrin Stoll (kst@ct.de), Keywan Tonekaboni (ktn@ct.de), Axel Vahldiek (avx@ct.de)

Ressort Hardware

Leitende Redakteure: Christof Windeck (ciw@ct.de), Ulrike Kuhlmann (uk@ct.de), Dušan Živadinović (dz@ct.de)

Redaktion: Ernst Ahlers (ea@ct.de), Christian Hirsch (chh@ct.de), Benjamin Kraft (bkr@ct.de), Lutz Labs (ll@ct.de), Andrijan Möcker (amo@ct.de), Florian Müssig (mue@ct.de), Rudolf Opitz (rop@ct.de), Carsten Spille (csp@ct.de)

Ressort Mobiles, Entertainment & Gadgets

Leitende Redakteure: Jörg Wirtgen (jow@ct.de), Christian Wölbelt (cwo@ct.de)

Redaktion: Robin Brand (rbr@ct.de), Sven Hansen (sha@ct.de), Steffen Herget (sh@ct.de), Nico Jurrán (nij@ct.de), André Kramer (akr@ct.de), Michael Link (mil@ct.de), Urs Mansmann (uma@ct.de), Stefan Porteck (spo@ct.de)

Leiter c't 3003: Jan-Keno Janssen (jkk@ct.de)

Redaktion c't 3003: Lukas Rumppler (rum@ct.de)

c't Sonderhefte

Leitung: Jobst Kehrhahn (keh@ct.de)

Koordination: Pia Groß (piac@ct.de)

Redaktion: Tom Leon Zacharek (tlz@ct.de)

c't online: Sylvester Tremmel (syt@ct.de), Niklas Dierking (ndi@ct.de)

Social Media: Jil Martha Baee (jmb@ct.de)

Koordination News-Teil: Hartmut Gieselmann (hag@ct.de), Kathrin Stoll (kst@ct.de), Christian Wölbelt (cwo@ct.de)

Koordination Heftproduktion: Martin Triadan (mat@ct.de)

Redaktionsassistent: Susanne Cölle (suc@ct.de)

Software-Entwicklung: Kai Wasserbäch (kaw@ct.de)

Technische Assistenz: Ralf Schneider (ltg, rs@ct.de), Christoph Hoppe (cho@ct.de), Stefan Labusga (sla@ct.de), Arne Mertins (ame@ct.de), Jens Nohl (jno@ct.de), Daniel Ladeira Rodrigues (dro@ct.de)

Dokumentation: Thomas Masur (tm@ct.de)

Verlagsbüro München: Hans-Pinsel-Str. 10b, 85540 Haar, Tel.: 0 89/4271 86-0, Fax: 0 89/4271 86-10

Ständige Mitarbeiter: Detlef Borchers, Herbert Braun (heb@ct.de), Tobias Engler, Monika Ermert, Stefan Krempf, Ben Schwan (bsc@ct.de), Christiane Schulzki-Haddouti
DTP, Layout und Grafik: Mike Bunjes, Birgit Graff, Angela Hilberg, Jessica Nachtigall, Astrid Seifert, Ulrike Weis

Junior Art Director: Martina Bruns

Fotografie: Melissa Ramson, Andreas Wodrich

Digitale Produktion: Melanie Becker, Martin Kreft, Thomas Kaltschmidt, Pascal Wissner

Illustrationen: Rudolf A. Blaha, Frankfurt am Main, Thorsten Hübner, Berlin, Albert Hulm, Berlin, Sven Hauth, Schülpl, Timo Lenzen, Berlin, Andreas Martini, Wettin, Moritz Reichartz, Viersen, Michael Vogt, Berlin

Editorial: Hans-Jürgen „Mash“ Marhenke, Hannover, Schlagseite: Ritsch & Renn, Wien, c't-Logo: Gerold Kalter, Rheine

c't-Krypto-Kampagne: Infos zur Krypto-Kampagne unter <https://ct.de/ppg>. Die Authentizität unserer Zertifizierungsschlüssel lässt sich mit den nachstehenden Fingerprints überprüfen:

Key-ID: 5C1C1DC5BEEDD33A
ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@heise.de>
D337 FCC6 7EB9 09EA D1FC 8065 5C1C 1DC5 BEED D33A
Key-ID: 2BAE3CF6DAFFB000
ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>
A3B5 24C2 01A0 D0F2 355E 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF B000
Key-ID: DBD245FCB3B2A12C
ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>
19ED 6E14 58EB A451 C5E8 0871 DBD2 45FC B3B2 A12C

heise Investigativ: Über diesen sicheren Briefkasten können Sie uns anonym informieren.

Anonymer Briefkasten: <https://heise.de/investigativ>

via Tor: ayznmonmewb2tjvgf7ym4t2726muprjvwckzx2vhf2hbarbbz2ydm7oad.onion

Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover
Telefon: 05 11/53 52-0
Telefax: 05 11/53 52-129
Internet: www.heise.de

Herausgeber: Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

Geschäftsführer: Ansgar Heise, Beate Gerold

Mitglieder der Geschäftsleitung: Jörg Mühle, Falko Ossmann

Anzeigenleitung: Michael Hanke (-167) (verantwortlich für den Anzeigenteil), www.heise.de/mediadaten/ct

Anzeigenpreise: Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 41 vom 1. Januar 2024.

Anzeigen-Auslandsvertretung (Asien): Media Gate Group Co., Ltd., No. 182, Section 4, Chengde Road, Shilin District, 11167 Taipei City, Taiwan, www.mediagate.com.tw
Tel: +886-2-2882-5577, Fax: +886-2-2882-6000, E-Mail: mei@mediagate.com.tw

Leiter Vertrieb und Marketing: André Lux (-299)

Werbeleitung: Julia Conrades (-156)

Service Sonderdrucke: Julia Conrades (-156)

Druck: Stark Druck GmbH & Co. KG, Im Altgefäß 9, 75181 Pforzheim

Kundenkonto in der Schweiz: PostFinance, Bern, Kto.-Nr. 60-486910-4,
BIC: POFICHBEXXX, IBAN: CH73 0900 0000 6048 6910 4

Vertrieb Einzelverkauf:

DMV Der Medienvertrieb GmbH & Co. KG

Meißberg 1

20086 Hamburg

Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 1815

E-Mail: info@dermedienvertrieb.de

c't erscheint 14-täglich

Einzelpreis 6,20 €; Österreich 6,90 €; Schweiz 10.50 CHF; Belgien, Luxemburg 7,30 €; Niederlande 7,50 €; Italien, Spanien 7,80 €

Abonnement-Preise: Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten: Inland 153,40 €, Österreich 162,50 €, Europa 175,50 €, restl. Ausland 202,80 € (Schweiz 252,20 CHF); ermäßigtes Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende (nur gegen Vorlage einer entsprechenden Bescheinigung): Inland 105,30 €, Österreich 109,20 €, Europa 124,80 €, restl. Ausland 153,40 € (Schweiz 149,50 CHF). c't-Plus-Abonnements (inkl. Zugriff auf das c't-Artikel-Archiv sowie die App für Android und iOS) kosten pro Jahr 24,70 € (Schweiz 29,90 CHF) Aufpreis. Ermäßigtes Abonnement für Mitglieder von AUGÉ, bdbv e.V., BvDW e.V., /ch/open, GI, GUUG, ISACA Germany Chapter e.V., JUG Switzerland, VBIO, VDE und VDI (gegen Mitgliedsausweis): Inland 114,40 €, Österreich 121,68 €, Europa 131,30 €, restl. Ausland 156,26 € (Schweiz 189,00 CHF). Luftpost auf Anfrage.

Leserservice:

Bestellungen, Adressänderungen, Lieferprobleme usw.

Heise Medien GmbH & Co. KG

Leserservice

Postfach 24 69

49014 Osnabrück

E-Mail: leserservice@ct.de

Telefon: 05 41/8 00 09-120

Fax: 05 41/8 00 09-122

c't abonnieren: Online-Bestellung via Internet (www.ct.de/abo) oder E-Mail (leserservice@ct.de).

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Kein Teil dieser Publikation darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Die Nutzung der Programme, Schaltpläne und gedruckten Schaltungen ist nur zum Zweck der Fortbildung und zum persönlichen Gebrauch des Lesers gestattet.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Haftung übernommen werden. Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung. Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verlages über. Sämtliche Veröffentlichungen in c't erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes.

Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt. Hergestellt und produziert mit Xpublisher: www.xpublisher.com. Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt auf chlorfreiem Papier.

© Copyright 2024 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA LAE 

Vorschau **ct** 22/2024

Ab 4. Oktober im Handel und auf ct.de



Richtig flinke NAS

Disk-Images und Backups fließen mit dem frischen 2,5-Gbit/s-Ethernet schon doppelt so flott übers Kabel wie mit dem älteren Gigabit-Ethernet. NAS mit 10-Gigabit-Ethernet legen noch eine Schippe drauf, wenn es extra-schnell gehen muss. Wir testen vier aktuelle Netzwerkspeicher.



SSDs mit PCIe von 3.0 bis 5.0 im Test

Schneller, mehr Speicher und mehr Varianten: Im c't-Labor traf eine neue SSD mit PCIe 3.0 ein, aber auch ein besonderes Modell mit PCIe 5.0. Statt des bislang immer vorhandenen Phison-E26-Controllers nutzt diese einen von Innogrit – der soll vor allem weniger Strom verbrauchen.

Das letzte Jahr für Windows 10

Im Oktober 2025 sollen zum letzten Mal kostenlose Sicherheits-Updates für Windows 10 erscheinen. Doch was heißt das und wo entstehen dadurch Probleme? Wir beantworten die wichtigsten Fragen und zeigen Auswege.

Amtliche Faxgeräte

Bayerns Digitalminister will Faxgeräte aus der Verwaltung des Freistaats verbannen und feiert erste Erfolge. Ist das nur ein PR-Gag oder echte Digitalisierung? Und was tun die anderen Bundesländer und der Bund? c't recherchiert, wie digital die deutschen Behörden kommunizieren.

Bezahlen an der Ladenkasse

Der Einkauf liegt im Wagen, die Kasse zeigt den Betrag. Doch womit zahlt man nun? Zu „bar oder mit Karte“ gesellen sich heute Apple Pay, Google Pay und diverse weitere, teils kaum bekannte Bezahlssysteme. Wir stellen sie vor und untersuchen sie auf Komfort, Datenschutz und Sicherheit.

Noch mehr
Heise-Know-how



Make: 5/24 jetzt im Handel
und auf heise-shop.de



iX 10/2024 jetzt im Handel
und auf heise-shop.de



c't Fotografie 05/24 jetzt im
Handel und auf heise-shop.
de

ct <webdev>

The Conference for Frontend Development



November 12 to 14 | Cologne

Three days full of frontend know-how

40 talks + workshops + friendly atmosphere
many networking opportunities + good food



Meet us at ctwebdev.de

© Copyright by Heise Medien.

DIE 3 WICHTIGSTEN DINGE IM HOME-OFFICE:

Connection, Connection, Connection.

Mit **Home Office Connect von Easybell** übernimmt der Arbeitgeber die Kosten für den Internetanschluss seiner Mitarbeitenden. Ob Glasfaser- oder DSL-Verbindungen, Easybell kümmert sich um die gesamte Abwicklung und sorgt bei Störungen für schnellen Support. Dieser einzigartige Corporate Benefit stärkt sowohl die Verbindung zu den Mitarbeitenden als auch zur unternehmenseigenen Infrastruktur. Und da der Anschluss als Arbeitsmittel gilt, kann er steuerlich abgesetzt werden – eine Win-win-Situation für Arbeitgeber und Mitarbeitende.

Jetzt mehr
erfahren auf:
[easybell.de/
homeoffice](https://easybell.de/homeoffice)



easybell