



Überwachung am Arbeitsplatz

Wie sie funktioniert • Was der Chef darf •
Wie Sie sich wehren

TEST

Windows 11 Version 23H2
Linux-Distribution Ubuntu 23.10
Google Pixel 8 und Pixel 8 Pro
Festplattengehäuse mit USB oder Thunderbolt
EcoFlow: Balkonkraftwerk mit Speicher

Kompakte Notebooks mit Ryzen 7040U

Endlich da: AMDs schnellste Mobilprozessor mit KI-Einheit

FOKUS

Keylogger missbraucht Apples Ortungsnetz
Rufmord per Google-Maps
Neue Haftungsregeln fürs Onlinebanking
Kein Gratisupgrade mehr von Windows 7 auf 10/11



Linux: Der große Gaming-Guide

Die richtige Distribution, praktische Tools, Troubleshooting
Blockbuster-Games wie unter Windows spielen

€ 5,90
AT € 6,50 | LUX, BEL € 6,90
NL € 7,20 | IT, ES € 7,40
CHF 9.90 | DKK 64,00



Immutable Storage – the last defense line zum Schutz gegen Verschlüsselung Ihrer Daten



Yowie
APPLIANCE

POWERED BY **CLOUDIAN** HyperStore



Machen Sie Ihre Daten unveränderbar mit Enterprise-Funktionen für Unternehmen jeder Größe!

Stellen Sie sich vor, Ihre Daten wurden verschlüsselt und Ihr Backup liegt in der Cloud. Sie sind offline und ein Restore ist dadurch nahezu unmöglich.

Wir liefern Ihnen Ihre letzte Verteidigungslinie für das eigene Netzwerk. Storage, der unveränderbar ist und damit nicht verschlüsselt, gelöscht oder überschrieben werden kann.

**Fragen Sie nach Ihrem individuellen Angebot. Sie erreichen uns unter +49 7243 5929-499
oder per E-Mail an sales@rnt.de**



Backup Schutz gegen Verschlüsselung

Enterprise Klasse für
Datenmengen ab 2TB



Unveränderlicher Objektspeicher

Wir setzen für Sie neue
Sicherheitsmaßstäbe



Optional Cloud Storage zum monatlichen Festpreis

Erweitern Sie Ihre Yowie® Appliance
durch ein Bundle mit Cloud Storage



Ihre Daten sind es wert

auch für kleine Budgets



Überwachung: Vom Angreifer zum Komplizen

Als Malware-Entwickler hat man es heute nicht leicht. Ständig muss man seine Trojaner an die Updates der Virens Scanner anpassen. Und mit all den KI-Spammern wächst die Konkurrenz. Dank der KI ist inzwischen ja jedes Script-Kiddie in der Lage, seine Phishing-Mails einwandfrei zu formulieren und massenhaft zu versenden. Das drückt auf unsere Margen und bedroht unser Geschäftsmodell als alteingesessene Erpresser.

Aber es entstehen auch neue Geschäftsfelder: Dank Homeoffice fürchten immer mehr Chefs, dass ihre Mitarbeiter zu Hause Däumchen drehen oder Videospiele daddeln, statt Excel-Tabellen auszufüllen und Kunden zu akquirieren. Doch diese linksversifften Arbeitsrechtler verbieten einem ja, die Webcams und Mikrofone anzuzapfen und Tastatureingaben zu protokollieren. Und dann wollen die Betriebsräte auch noch immer ein Wörtchen mitreden, wenn es um neue, innovative Methoden zur Leistungssteigerung geht. Aber wer will denn nicht das Beste aus sich herausholen und zum nächsten Mitarbeiter des Monats aufsteigen?

Und genau hier kommen wir ins Spiel: Dank unserer erprobten Tarntechniken sind wir heute in der Lage, Überwachungsprogramme zur Verfügung zu stellen, von denen kein Schwein merkt, dass sie auf den Rechnern installiert wurden. Wir lassen uns die Spionage sogar bezahlen und werden ganz

offiziell über die Fernadministration verteilt. Die Admins tragen gar Ausnahmen der Virens Scanner für uns ein. Wie geil ist das denn?

Unbemerkt von Mitarbeitern, Betriebsrat und Gewerbeaufsicht kontrolliert der Chef von Welt mit unseren Tools seine Belegschaft. Für die nächste Rationalisierungsrunde haben wir gleich die passenden Statistiken parat. Da genügen bereits ein paar Metadaten, um herauszufinden, wer im Betrieb gut vernetzt ist und wer isoliert.

Und bitte nicht verraten: Auch wir protokollieren alles mit. Die abgeschöpften Daten landen in unserer KI. Wer weiß, ob wir damit nicht später selbst in die Branche einsteigen oder unsere Erkenntnisse an die Konkurrenz verkaufen? Glauben Sie bloß nicht, was ab Seite 18 alles über uns geschrieben steht. Wir sind ehrbare Leute!



Hartmut Gieselmann

Hartmut Gieselmann

TERRA MOBILE 1470U

*Außergewöhnlich.
Flach.
Leistungsstark*



Holen Sie sich mit Windows 11 Pro das bisher sicherste Windows

Die neuen Windows 11-Geräte integrieren Hardware und Software und bieten so einen leistungsstarken, sofort einsatzbereiten Schutz, der Berichten zufolge die Zahl der Firmware-Angriffe um das 3,1-fache reduziert.¹ Schützen Sie das Herzstück mit hardwarebasierter Sicherheit wie dem neuesten TPM 2.0, Sicherheit auf Chipebene sowie Schutzmaßnahmen für

Daten und Identitäten. Damit Sie von Anfang an sicher sind, verhindert Windows 11, dass Schadsoftware beim Starten geladen wird. Darüber hinaus können Sie Ihren Zero-Trust-Schutz verstärken, indem Sie Ihre Daten und Ihr Netzwerk durch einen hardwarebasierten Root-of-Trust-Support unterstützen, der die Integrität von Geräten aufrechterhält und verifiziert.

ERHÄLTlich BEI IHREM TERRA FACHHÄNDLER

IBN Gesellschaft für Systemtechnik mbH, **14478** Potsdam, Tel. 0331/888400 • Capeletti & Perl GmbH, **20097** Hamburg, Tel. 040/23622 0 • Computer-Service-Buchholz GmbH, **21244** Buchholz i.d.N., Tel. 04181/137373 • Caligrafika, **26133** Oldenburg, Tel. 0441/9250095 • T&S Computech GmbH, **30175** Hannover, Tel. 0511/884817 • B.I.T. Datentechnik GmbH, **31675** Bückeburg, Tel. 05722/95040 • Systemhaus Przykopanski, **31848** Bad Münder, Tel. 05042/933160 • MBörso-Computer GmbH, **33100** Paderborn, Tel. 05251/28818-0 • Microtec GmbH, **33649** Bielefeld, 0521/9455274 • bits+bytes Computer GmbH & Co. KG, **35745** Herborn, Tel. 02772/94990 • RODIAC EDV-Systemhaus GmbH, **42551** Velbert, Tel. 02051/989000 • ServeNet Computervertrieb, **42279** Wuppertal, Tel. 0202/266166 • Rose Computer GmbH, **46395** Bocholt, Tel. 02871/244400 • Kortenbreite Datentechnik GmbH, **48161** Münster, Tel. 02533/930802 • Großbecker & Nordt Bürotechnik-Handels-GmbH, **50859** Köln, Tel. 02234/40890 • Franken & Vogel GmbH, **55124** Mainz, Tel. 06131/14406-34 • SURE DataSystems, **57627** Hachenburg, Tel. 02662/95830 • Pauly Büromaschinen Vertriebs GmbH, **65555** Limburg, Tel. 06431/500466 • Krieger GmbH & Co. KG, **68163** Mannheim, Tel. 0621/833160 • G+S Computer GmbH **68519** Viernheim, Tel. 06204/607921 • KAISYS.IT GmbH, **72793** Pfullingen, Tel. 07121/145330 • Danner It-Systemhaus GmbH, **72760** Reutlingen, Tel. 07121/56780 • MP-Datentechnik GmbH, **73730** Esslingen, 0711/3609163 • SCHUCK it.GmbH • **78194** Immendingen • Tel. 07462/9474-18 • Resin GmbH & Co. KG, **79589** Binzen, Tel. 07261/6660 • Office Komplett, **79664** Wehr, Tel. 07762 / 708860 • bil computersysteme GmbH & Co. KG • **89077** Ulm, Tel. 0731/18488-0 • Schwarz Computer Systeme GmbH, **92318** Neumarkt, Tel. 09181/48550 • K&L electronics GmbH, **95466** Weidenberg, Tel. 09278/98610-0 •

WORTMANN AG empfiehlt Windows 11 Pro für Unternehmen.



Magnesium-
gehäuse



TERRA MOBILE 1470U

- Intel® Core™ i5-1235U Prozessor
[12M Cache, bis zu 4.40 GHz]
- Windows 11 Pro
- Displaygröße 35.6 cm [14"]
1920 x 1080 FHD Auflösung
- 16 GB RAM
- 500 GB SSD
- 20 Stunden Akkulaufzeit
- Intel® Iris® XE Graphics

Artikel-Nr.: 1220801

1.199,-*

Preis UVP inkl. gesetzl. MwSt.

* Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Preise in € inklusive gesetzlicher Mehrwertsteuer. Es gelten die AGB der Wortmann AG, zu finden unter www.wortmann.de. Solange der Vorrat reicht. Keine Mitnahmegarantie.

Ultrabook, Celeron, Celeron Inside, Core Inside, Intel, das Intel-Logo, Intel Atom, Intel Atom Inside, Intel Core, Intel Inside, das „Intel Inside“-Logo, Intel vPro, Itanium, Itanium Inside, Pentium, Pentium Inside, vPro Inside, Xeon, Xeon Phi, Xeon Inside und Intel Optane sind Marken der Intel Corporation oder ihrer Tochtergesellschaften in den USA und/oder anderen Ländern.

¹ Windows 11 Survey Report. Techaisle, Februar 2022. Ergebnisse für Windows 11 basieren auf einem Vergleich mit Geräten mit Windows 10.

www.wortmann.de

WORTMANN AG
IT. MADE IN GERMANY.

Titelthemen

Überwachung am Arbeitsplatz

- 18 Leistungskontrolle** Wie die Software spioniert
- 23 Schnüffel-Tools** auf dem eigenen PC aufspüren
- 24 Rechtslage** Was Chefs und Angestellte dürfen
- 28 Interview** Überwachung im Niedriglohnsektor

Linux: Der große Gaming-Guide

- 64 Überblick** Warum Linux jetzt auch für Spiele taugt
- 66 Distributionen** für Gamer
- 70 Tools** für Spiele von Steam, Epic & Co.
- 78 Cloud-Gaming** als Alternative für schwierige Fälle

Kompakte Notebooks mit Ryzen 7040U

- 78 Vergleichstest** Vier Ryzen-Notebooks ab 900 Euro

Aktuell

- 16 Kein Gratisupgrade mehr von Windows 7 auf 10/11**
- 34 EU-Kommission** Ernstfall für Digital Services Act
- 36 Internet** Perfide Malware-Werbung bei Google
- 37 Digitaler Euro** EZB schafft die Voraussetzungen
- 38 Bit-Rauschen** RISC-V weiterhin langsam
- 40 AMD** High-End-CPU Threadripper 7000
- 41 Hardware** All-in-One-PC mit Akku, Steam-Sperre
- 42 Gedruckte Elektronik** in Displays und Autos
- 44 Qualcomm** Neue Snapdragon-Prozessoren
- 45 Apple** Sammelklage wegen AirTag-Stalking
- 45 Photovoltaik** Hessen erlaubt größere Module
- 46 Rufmord per Google Maps**
- 48 Adobe** KI-Modelle für Bilder, Grafik und Design
- 50 Netflix** Werbung schauen oder mehr zahlen
- 52 Netze** Nokia-Router mit Wi-Fi 7
- 53 Passkeys** WhatsApp und Amazon machen mit
- 54 Forschung** Bionische Hand, Teilchenbeschleuniger
- 56 Web-Tipps** Windparkbau, Dashboard Deutschland

Test & Beratung

- 86 EcoFlow: Balkonkraftwerk mit Speicher**
- 88 Mini-PC** aus Notebook-Innereien
- 90 Midi-Tower-Gehäuse** für Bastler
- 90 Externe SSD** von Samsung mit 20 Gbit/s
- 91 Satellitenmodem** als Bluetooth-Dongle für Handys
- 92 Tintentank-Mufu** mit Fronteinzug
- 94 E-Book-Reader** Pocketbook Verse Pro
- 101 Linux-Distribution** elementary OS 7.1
- 101 Fotofilm-Simulation** DxO FilmPack 7
- 102 Linux-Distribution Ubuntu 23.10**
- 104 Raw-Entwickler** DxO PhotoLab 7
- 106 Kamera-Smartphone** Sony Xperia 5V
- 108 Google Pixel 8 und Pixel 8 Pro**
- 112 Fitnessarmband** Whoop mit OpenAI-Coach
- 122 Festplattengehäuse mit USB oder Thunderbolt**

18 Überwachung am Arbeitsplatz



Bildschirmaufzeichnung, Keylogger, Webcam-Spionage: Überwachungstools aus den USA kennen keine Tabus. Aber auch mit DSGVO-konformer Software können Unternehmen ihre Mitarbeiter drillen. Wir beleuchten die Methoden, klären die Rechtslage und zeigen, wie man sich wehrt.

126 Windows 11 Version 23H2

130 Apple-Workstation Mac Pro mit M2 Ultra und PCIe

166 Bücher Machine Vision, Internet-Monopolisten

Wissen

60 Rätsel Flaggen sammeln für ein iPad Pro

80 Keylogger missbraucht Apples Ortungsnetz

140 Zahlen, Daten, Fakten Rechenzentren

142 Klimabilanzen Webtool für Kommunen

146 WLAN Broadcast-Bremse lösen mit VXLAN

150 Neue Haftungsregeln fürs Onlinebanking

154 Historische Kryptografie Die Vigenère-Chiffre

160 40 Jahre c't Betriebssystem Minix im Test

Immer in c't

3 Standpunkt Überwachung am Arbeitsplatz

10 Leserforum

15 Schlagseite

58 Vorsicht, Kunde! Samsung verweigert Reparatur

162 Tipps & Tricks

164 FAQ E-Perso

168 Story Billard

175 Stellenmarkt

176 Inserentenverzeichnis

177 Impressum

178 Vorschau c't 27/2023

64 Linux: Der große Gaming-Guide



Wer spielen will, braucht kein Windows, denn die meisten Games laufen auch unter Linux. Wir geben Tipps zur Wahl der richtigen Distribution und stellen die besten Gaming-Tools sowie Lösungen für Problemfälle vor.

Frisch aus
c't Nerdistan

154 Kryptografie Vigenère-Chiffre in 15 Zeilen Python

c't Hardcore

146 VXLAN optimiert WLAN-Kapazität

09. + 10. November 2023 HALLE 45, Mainz

Die IT im Mittelstand hat eine neue Heimat

MiTEXX

powered by  DILK

VIP Relation Event

- Exklusiver Teilnehmerkreis
- Intensives Networking
- Praxisnahe Masterclasses
- Hochkarätige Keynote-Speaker aus der IT-Branche

Jetzt
Ticket sichern!

499 € statt 549 €

Gültig bis 09.11.2023

Aktionscode:
MTXX23ct0411

Rabatt nicht kombinierbar

Mehr Informationen unter: www.mitexx.de

Partner 2023

box

CAST
Software Intelligence for Digital Leaders

kaspersky

krankikom

ninjaOne

outsystems

LOW CODE
TECHNOLOGIE
EXTENSIO

veeAM

Freuen Sie sich auf ...



Michael von Roeder
Group Chief Digital und IT Officer,
Elia Group / 50Hertz Transmission



Daniel Domscheit-Berg
Informatiker, ehemaliger Sprecher der
Enthüllungsplattform WikiLeaks,
Gründer von OpenLeaks, Autor



Sarah Steffen
Gründerin von Anything Agile



Dr. Bela Waldhauser
Sprecher für eco Allianz,
Verband der Internetwirtschaft e.V.

Und viele mehr!

powered by  **DILK**



Zu unserer Titelgeschichte „So kaputt ist E-Mail“ gab es zahlreiche teils kontroverse Kommentare und Zuschriften. Einig war man sich aber darin, dass wir uns mit E-Mail und den damit verbundenen Unzulänglichkeiten wohl noch sehr lange herumärgern müssen.

Neuentwicklungen fehlen

So steht es um das dezentrale System E-Mail, c't 24/2023, S. 16

Ein Ausblick auf immer noch stattfindende Neuentwicklungen beim Thema E-Mail kommt in dem Beitrag leider etwas zu kurz. So hat der Mailhoster Fastmail schon seit einiger Zeit erheblichen Aufwand in die Entwicklung eines zeitgemäßen Übertragungsprotokolls (JMAP) gesteckt, das mittlerweile auch Teil eines Standardisierungsprozesses durch die IETF ist.

Marcus Wille

All die Arbeit umsonst

Leider kommt Jan Mahns E-Mail nicht an, da er vor das abschließende QUIT auf Seite 21 keinen einzelnen Punkt gesendet hat.

Markus Gohl

250 2.0.0 Ok

Nicht abschrecken lassen!

Mailserver in Eigenregie: Was Sie heute brauchen, c't 24/2023, S. 28

Ihr Artikel schreckt vom Betrieb eines privaten Mailservers ab, unter anderem mit Aussagen wie „Ganz wichtig ist, dass ein Server eine feste IP-Adresse erhält.“ Für den Versand von E-Mails stimmt diese Aussage, da Mails von dynamischen IPs abgewiesen werden. Die einfache Lösung ist die Nutzung eines SMTP Relay Hosts.

Für den Empfang hingegen ist eine dynamische IP, die nächtlich via DynDNS

aktualisiert wird, gar kein Problem. Ich kann Ihnen meine Mailserver-Konfiguration gerne beschreiben:

- Nutzung einer Ubuntu-VM, auf der Mail-Cow als Mailserver-Lösung über Docker betrieben wird
- Nutzung einer Domain bei Variomedia.de, die auch eine Gratis-E-Mail-Adresse als SMTP Relay zur Verfügung stellt
- Hinterlegung von SPF, DKIM und DMARC bei Variomedia als entsprechende TXT-Einträge

Die Lösung läuft bei mir seit vielen Monaten mit vier Domains, Mails werden problemlos zugestellt und versendet, ich habe keine abgewiesenen Mails seitens Yahoo, Gmail oder Ähnlichem feststellen können.

Diese Mail wird übrigens über Mail-Cow und Variomedia versendet, von einem DSL-Anschluss ...

Stefan Preishuber

Impressumpflicht

Ich kann das von Ihnen beschriebene Verhalten der Telekom bestätigen. Als ich im Frühjahr 2021 einen eigenen Mailserver für meine Domain aufgesetzt hatte, verweigerte die Telekom auch die Zustellung von E-Mails an @t-online-Adressen, die von dieser Domain kamen. Damals hatte ich mich an die Bundesnetzagentur gewandt, da mir das Verhalten der Telekom sehr seltsam vorkam.

Am 19.04.2021 antwortete die Bundesnetzagentur wie folgt: „Die Möglichkeit eines Vorgehens der Bundesnetzagentur gegen die Telekom aufgrund der von Ihnen näher geschilderten Nichtzustel-

lung von E-Mails wurde unter verschiedenen Aspekten geprüft. Dazu gehörte einerseits die Möglichkeit eines Verfahrens nach § 42 Telekommunikationsgesetz (TKG). In Verfahren nach § 42 TKG kann die Bundesnetzagentur eine Entscheidung treffen, um die missbräuchliche Ausnutzung einer marktmächtigen Stellung durch ein Unternehmen mit beträchtlicher Marktmacht zu beenden. Dafür müssten E-Mail-Dienste einem nach dem TKG als regulierungsbedürftig erkannten Markt im Sinne der §§ 10 f. TKG zugeordnet sein, was derzeit nicht der Fall ist. Die Möglichkeit einer Vorgehensweise auf der Grundlage der Vorschrift zur Marktmachtregulierung nach § 42 TKG ist daher nicht gegeben. Auch ein Verstoß gegen die geltenden Regelungen zum Datenschutz wie zum Kundenschutz ist nicht gegeben. Es besteht keine gesetzliche Grundlage für ein Einschreiten seitens der Bundesnetzagentur in Bezug auf die Blockade von E-Mails oder den Einsatz von Block-Listen, so dass ich Ihnen derzeit bezüglich Ihres Anliegens leider nicht weiterhelfen kann. Die Bundesnetzagentur ist aber weiter bemüht, u. a. durch Fortsetzung des Dialogs mit der Telekom, eine Lösung der Problematik herbeizuführen.“

Offensichtlich hat sich die Haltung der Telekom seitdem nicht geändert. Würden die Akteure bei der physischen Briefpost ein solches Gebaren an den Tag legen (sei es nun ein Zustellunternehmen oder ein Immobilienbesitzer gegenüber seinen Mietern), so würde es zu Recht einen riesigen Aufschrei geben. Ich bin mir ziemlich sicher, dass dann auch auf bereits Jahrzehnte alte Gesetze verwiesen würde, die genau so ein Verhalten untersagen. Verwunderlich, warum diese Gesetze hier bei E-Mails nicht greifen sollen ...

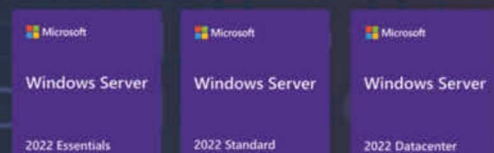
Die Telekom scheint darauf zu vertrauen, dass Einzelpersonen (und nur die sind in diesem Fall die Geschädigten) das Prozessrisiko scheuen. Da das Verhalten der Telekom ein allgemeines Ärgernis zu sein scheint, frage ich mich, ob es nicht vielleicht eine Institution gibt, die hier ein Verbandsklagerecht hat, oder es eine andere Möglichkeit gibt, die Telekom dazu zu bringen, von ihrer selbstherrlich eingeführten Impressumpflicht Abstand zu nehmen.

Name der Redaktion bekannt

Windows Server 2012 End of Support

Jetzt umsteigen auf
Windows Server 2022

Mehrschichtige Sicherheit auf fast allen Ebenen!
Die EXTRA Computer GmbH empfiehlt Windows Server 2022



ACHTUNG
SICHERHEITSLÜCKE



exone Server-Experten

informieren Sie über die Risiken



Keine IP-Adresse im MX

Im Artikel steht: „Um all das selbst erledigen zu können, dreht man am MX-Record und trägt dort den eigenen Server ein (genauer seinen Namen oder seine IP-Adresse).“ Tatsächlich ist davon abzuraten, eine IP-Adresse als MX-Wert in das DNS einzutragen: Da RFC1035 keine IP-Adressen, sondern nur Hostnamen vorsieht, kommt es in solchen Fällen immer wieder zu Problemen mit manchen Implementierungen.

Franz Georg Köhler ✉

Danke für den korrekten Hinweis.

SPF-Problem bei 1&1

Sie schreiben, dass nur GMX aus dem 1&1-Unternehmensuniversum und keine anderen Marken mit SPF-Einträgen ein Problem hätten. Das ist leider falsch. Das Problem betrifft auch 1&1 direkt. 1&1 kann keine SPF-Einträge für meine dort gehosteten Domains erstellen. Von dort ist ein Versand an Gmail seit Monaten häufig/regelmäßig nicht möglich!

Name der Redaktion bekannt. ✉

Danke für den Hinweis. Wir gehen dem nach.

Klare Worte

Was KIs lesen, c't 24/2023, S. 114

Es ist erschreckend, mit welcher Blauäugigkeit oder gar simpler Frechheit manche Institutionen sämtliche Webserver für ihre Interessen abgrasen, aber anderen juristisch auf die Pfoten hauen, wenn man auch nur ein Bildchen ohne Erlaubnis benutzt. Und einmal mehr wird klar, was für eine Gratwanderung das Anlernen einer KI ist. Weil die notwendigen Datenmengen zu groß sind, um einen Menschen sinnvoll entscheiden zu lassen, muss man auch das automatisieren, teilweise durch ML-Mechanismen. Was kann dabei schon schiefgehen?

Aus meiner Sicht ist das ein deutliches Signal, dass das Trainieren über gigantische Mengen an Beispielen wohl nicht der Weisheit letzter Schluss ist. Das, was heutzutage als KI benannt wird und durch diese Bezeichnung hohe Erwartungen schürt, ist meiner Meinung nach letztendlich strunzdumm und beinhaltet mehr oder weniger den gleichen Käse, den man

Fragen zu Artikeln

✉ **Mail-Adresse des Redakteurs am Ende des Artikels**

☎ **Artikel-Hotline
jeden Montag 16–17 Uhr
05 11/53 52-333**

auch so im Netz findet, nur auf „pseudo-intelligente“ Weise verknüpft. (Verknüpfungsmüll als „Halluzination“ zu bezeichnen, hat ja auch wieder unterschwellig einen menschlichen Bezug.)

Daher: Danke für Ihre kritischen Worte, gerne mehr davon! Während an vorderster Front der Hype langsam der Realität weicht, versucht die freie Wirtschaft gerade massiv auf diesen Zug aufzuspringen, der mit hoher Geschwindigkeit ins Ungewisse rast, siehe den Artikel über den Arbeitsmarkt für KI-Experten in Ihrer Schwesterzeitschrift iX. Ich hoffe, wir kommen mit einem blauen Auge davon.

Patrik Schindler ✉

Wartezeit locker getoppt

Schleppende Gewährleistung bei Aldi und Jeep E-Bikes, c't 23/2023, S. 54

Drei Monate für den Austausch eines defekten Akkus kann ich locker toppen. Bei meinem E-Bike von Canyon, gekauft September 2022, ließ sich Anfang April der Akku nicht mehr aufladen. Ich gab das Rad bei einem sogenannten Service-Partner von Canyon ab, um das aufwendige Einsenden des Rads zu vermeiden. Dort wurde festgestellt, dass der Akku kaputt ist. Dann tat sich zwei Monate lang nix. Durch Zufall erfuhr ich von einem ehemaligen Canyon-Service-Partner, dass die Bearbeitung von Gewährleistungsfällen über Service-Partner nicht funktioniere. Ich habe das Rad Ende Juni wieder nach Hause geholt und nun direkt bei Canyon reklamiert. Obwohl schon bekannt war, dass der Akku defekt ist, wurde das ganze Rad nach Koblenz geschickt. Die Reparatur dauerte über einen Monat, obwohl offenbar nur der Akku gewechselt und die Firmware aktualisiert wurde. Anfang September bekam ich das Rad zurück – schlappe 5 Monate nach meiner Reklamation! Man sollte es sich gut überlegen, ob man ein E-Bike bei einem Online-Händler kauft.

Carlo Bies ✉

Alternative Lösung

Sechs Notiz- und Wissensmanagementprogramme im Vergleich, c't 23/2023, S. 102

Ich habe schon mit Interesse auf diesen Artikel gewartet, denn ich hatte jahrelang mit Evernote gearbeitet. Dabei war die geräteübergreifende Funktion für mich am wichtigsten. Also die Möglichkeit, von zu Hause vom PC, Laptop, Handy, Tablet und vom Firmen-PC Zugriff zu haben. Die Wahl fiel schließlich auf den „Synology Note Station Client“. Ich finde, dieses Programm könnte auch für viele andere Leser mit einem Synology-NAS sehr hilfreich sein.

Uwe Neugebauer ✉

Ergänzungen & Berichtigungen

Keine Fake-News

Run auf Bluesky, c't 24/2023, S. 34

Im Artikel „Run auf Bluesky“ heißt es, dass Elon Musk eine Falschmeldung zur deutschen privaten Seenotrettung geteilt habe. Tatsächlich handelte es sich bei der geteilten Meldung von Musk aber nicht um eine Falschmeldung. Wir entschuldigen uns für diesen Fehler.

Nicht Rieux sondern Rioux

Das Linux des Cloudservers, c't 24/2023, S. 126

Im Interview „Das Linux des Cloudsektors“ haben wir den Namen unseres Gesprächspartners Christien Rioux falsch geschrieben. Wir entschuldigen uns für den Fehler!

Wir freuen uns über Post

✉ **redaktion@ct.de**

💬 **c't Forum**

📘 **c't Magazin**

🐦 **@ctmagazin**

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

Antworten sind kursiv gesetzt.

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

Für diesen heiklen Job braucht der Cyberdealer seine Crew!

Doppelter RAM am Orange Friday!

24.11.2023

Da gehen selbst dem Cyberdealer die Hände aus: Am Orange Friday zieht er bei Thomas-Krenn seinen nächsten großen Coup durch, und **schenkt allen Bestellern** ohne Aufpreis den **doppelten Arbeitsspeicher** für ihre gewählte Konfiguration. Und als wäre dieser verboten gute Deal nicht genug, ist außerdem ein mysteriöses **Glücksrad** mit wertvollen Sachpreisen in unserer Produktionshalle aufgetaucht...



Vorab Infos unter:
thomas-krenn.com/of23
+49 (0) 8551.9150-300

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



20. – 21.11.

Dienste mit SELinux absichern

SELinux einfach abzuschalten, wenn es Probleme gibt, ist üblich, aber unklug. Der Workshop zeigt, wie man das System stattdessen so nutzt, dass alles besser abgesichert ist und trotzdem funktioniert.



23.11.

Einführung in GitLab

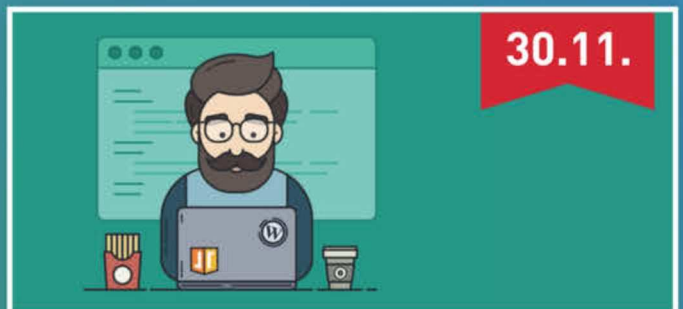
Der Workshop bietet einen Einstieg in den Betrieb einer eigenen GitLab-Instanz. Sie lernen GitLab initial aufzusetzen, sowie Ihre Instanz zu konfigurieren und an eigene Anforderungen anzupassen.



28. – 29.11.

Docker und Container in der Praxis

Der Workshop für Entwickler und Administrierende behandelt neben theoretischem Wissen über Container auch Herausforderungen im Alltag und eigene Container-Erfahrungen auf der Kommandozeile.



30.11.

WordPress für Einsteiger

Der praxisorientierte Workshop richtet sich an Neu- und Quereinsteiger in WordPress und bietet eine grundlegende und fundierte Einarbeitung in die aktuelle Version des populären CMS.



30.11.+07.12

CI/CD mit GitLab

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



07.12.

Kluge Strukturen für Microsoft 365 entwickeln

Lernen Sie in dem Workshop, wie Sie gemeinsam mit Ihrem Team Leitlinien entwickeln, um in Zukunft das volle Potenzial für die Zusammenarbeit auszuschöpfen.



Weitere Schlagseiten auf ct.de/schlagseite

Jetzt wirklich

Aus für das Gratisupgrade von Windows 7 auf 10 und 11

Seit 2015 war der Umstieg von Windows 7, 8 und 8.1 auf Windows 10 und später sogar auf Windows 11 kostenlos. Damit ist nun Schluss: Microsofts Aktivierungsserver akzeptieren die alten Installationsschlüssel nicht mehr.

Von Axel Vahldiek

Es begann im Jahr 2015, Stichtag war der 29. Juli: Damals startete Windows 10 offiziell, und Microsoft machte allen Nutzern der Vorgängerversionen Windows 7 und 8.1 ein Angebot: Sie durften ihre Installation kostenlos auf Windows 10 aktualisieren („Gratis-Upgrade“). Das Angebot war zeitlich begrenzt, und zwar auf ein Jahr. Doch der 29. Juli 2016 kam und ging und der Umstieg war trotzdem weiterhin möglich.

Microsoft erleichterte ihn später sogar, indem es dem Setup-Programm von Windows 10 beibrachte, auch während einer frischen Neuinstallationen von Win-

dows 10 alte Installationsschlüssel von Windows 7 und 8.1 zu akzeptieren. Dadurch klappte der Umstieg nun nicht mehr nur für das Upgraden einer bereits bestehenden Installation. Weil so etwas nicht aus Versehen passiert, ist davon auszugehen, dass es Microsofts volle Absicht war, dass das Upgrade weiterhin kostenlos möglich blieb. Dafür spricht auch, dass die Entscheidung darüber, ob ein alter Schlüssel für das Aktivieren von Windows 10 akzeptiert wird, ausschließlich von Microsofts Aktivierungsservern gefällt wird. Der Konzern hätte deren Verhalten jederzeit ändern können, er tat es aber nicht: Er ließ das Gratisupgrade also nicht nur stillschweigend weiterhin zu, sondern half beim Umsteigen nach dem Auslaufen des Angebots noch kräftiger mit als zuvor.

Doch damit ist nun Schluss. Microsofts Aktivierungsserver akzeptieren keine alten Schlüssel mehr zum Aktivieren von Windows 10 und 11. Das gilt für alle (!) alten Schlüssel für Windows 7, 8 und 8.1, egal, woher sie stammen. Schlüssel, die beispielsweise zu System-Builder- oder OEM-Lizenzen gehören, sind also ebenso betroffen wie 8/8.1-Schlüssel, die in der Firmware des Mainboards stecken. Über die Gründe schweigt Microsoft.

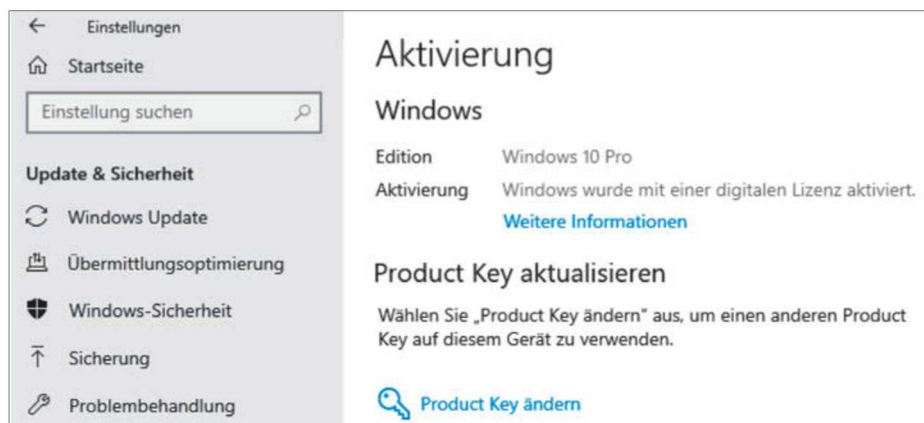
Neuinstallation

Die Änderung betrifft Sie dann, wenn Sie Windows 10 oder 11 mit einem alten Schlüssel neu installieren wollen. Der Erfolg hängt nun ausschließlich davon ab, ob Windows 10 oder 11 auf dem PC schon mal installiert und vor allem aktiviert war. Genauer: Wenn eine „digitale Lizenz“ vorhanden ist, können Sie Windows 10 oder 11 jederzeit neu installieren.

Doch was ist eine „digitale Lizenz“? Während der Aktivierung bildet Windows einen Hash über die typischen Komponenten eines PCs wie CPU, Netzwerkkarte und Festplatte. Dieser Hash landet zusammen mit dem Installationsschlüssel auf den Aktivierungsservern. Die prüfen zudem die Gültigkeit des eingegebenen Schlüssels. Ist das erfolgreich, speichern sie den Hardware-Hash und aktivieren Windows. Damit besitzt Windows nun eine „digitale Lizenz“. Das spielt im laufenden Betrieb keine Rolle, doch anders sieht es beim erneuten Installieren von Windows 10 oder 11 aus. Wenn Sie dabei die Nachfrage des Setup-Programms nach dem Installationsschlüssel einfach überspringen, läuft die Installation trotzdem durch. Beim anschließend fälligen Aktivieren bildet Windows erneut den Hash und schickt ihn an die Server. Erkennen die den Hash als bekannt, aktivieren sie Windows, und zwar – das ist das Bemerkenswerte – ohne erneute Schlüsseingabe. Die Installation erhält dann einfach erneut eine „digitale Lizenz“.

Ob Ihre Windows-Installation über eine digitale Lizenz verfügt, können Sie in den Einstellungen prüfen unter „Update & Sicherheit“ im Abschnitt „Aktivierung“. Sofern eine digitale Lizenz vorhanden ist, macht es also nichts, dass die alten Schlüssel nicht mehr funktionieren, denn bei einer erneuten Installation klappt das Aktivieren auch ohne Schlüssel. Voraussetzung ist aber, dass der Hash wiedererkannt wird, die Hardware also unverändert ist. Als relevante Änderung gilt nach unseren Tests vor allem der Tausch des Mainboards. Berichten von Lesern zufolge kann sogar ein BIOS-Update dazu führen, dass die Server einen PC nicht wiedererkennen, nachvollziehen konnten wir das bislang aber noch nicht.

Eine digitale Lizenz lässt sich weder irgendwo als Backup sichern noch auf einen anderen PC übertragen. Für einen frischen Selbstbau-PC benötigen Sie also nun einen passenden Schlüssel, wenn ein aktuelles Windows darauf laufen soll.



Wurde Windows 10 oder 11 auf einem PC schon mal aktiviert, entsteht dabei eine „digitale Lizenz“. Mit ihr können Sie Windows auf genau diesem PC auch künftig erneut installieren, wann immer Sie wollen. Das gilt selbst dann, wenn Windows ursprünglich mal mithilfe eines Windows-7, 8 oder 8.1-Schlüssels aktiviert wurde.

Ein Detail sei noch erwähnt, weil es in Diskussionen immer wieder zu Verwirrungen führt: Es ist ein Unterschied, ob das Setup-Programm, Windows selbst oder die Aktivierungsserver einen Schlüssel akzeptieren. Während Setup und Windows derzeit noch alte Schlüssel annehmen, aktivieren die Server nur noch neue, und Letzteres ist das Entscheidende. Es ist aber absehbar, dass auch Setup und Windows demnächst die alten Schlüssel nicht mehr wollen: Im Testprogramm „Insider“ [1] existiert bereits eine erste Vorabversion der nächsten Fassung von Windows 11, bei der es bereits so weit ist.

Billigschlüssel

Das Ende des Gratisupgrades kann jene treffen, die alle rechtlichen Bedenken beiseite gewischt und im Internet einen der dubios billigen 5-Euro-Schlüssel gekauft haben. Es mag durchaus sein, dass dieser bislang tadellos funktionierte, doch besteht die Gefahr, dass die Aktivierungsserver ihn bei der nächsten Neuinstallation nicht mehr akzeptieren. Denn viele der Schlüssel, die da gern mal ausdrücklich als solche für Windows 10 oder 11 angepriesen wurden, sind in Wirklichkeit welche für eine der Vorgängerversionen, die bislang nur dank Gratisupgrade auch bei aktuellem Windows funktionierten.

Ob Ihr Schlüssel betroffen ist, lässt sich ihm auf den ersten Blick nicht ansehen. Wir haben aber mittlerweile mit dem c't-KeyFinder ein Skript veröffentlicht, das beim Identifizieren hilft. Dessen Aufgabe: Es liest alle (!) Schlüssel aus allen Windows-Installationen auf allen angeschlossenen Datenträgern aus. Zudem versucht das Skript, die Funde zu identifizieren, also die dazugehörige Windows-Version



Geht nicht mehr: Der Versuch, Windows 10 oder 11 mit einem Installationsschlüssel zu aktivieren, der zu einem der Vorgänger Windows 7, 8 oder 8.1 gehört, endet nun mit einer Fehlermeldung.

und -Edition zu nennen. Im Paket steckt zusätzlich ein kleines Skript namens ct-PID-Check.bat (unter „Sources“). Wenn Sie es mit einem Schlüssel als Parameter aufrufen, versucht es, ihn zu identifizieren. Bitte lesen Sie vor dem Einsatz des KeyFinders die Anleitungen. Sie finden sie zusammen mit einem Forum und dem Skript selbst unter ct.de/keyfinder.

Beachten Sie dabei: Das Skript erkennt nur Windows-Schlüssel, also keine von anderen Anwendungen. Außerdem muss die Windows-Version, unter der das Skript läuft, mit der Product-ID des Schlüssels etwas anfangen können. Das führt dazu, dass das Skript beispielsweise unter Windows 10 alte Windows-7-Schlüssel nicht zuordnen kann („Unbekanntes Produkt“). 10er-Schlüssel hingegen werden in diesem Fall erkannt. Bei angeblich unbekannten Schlüsseln können Sie davon ausgehen, dass sie nicht zur laufenden Installation passen und von Microsofts Aktivierungsservern bei einer Neuinstallation nicht akzeptiert werden.

Was sich nicht ändert

Trotz Ende des Gratisupgrades werden die alten Schlüssel keineswegs ungültig. Sie können sie unverändert für genau das nutzen, für das sie ursprünglich mal von Microsoft herausgegeben wurden: Ein Windows-7-Schlüssel wird auch heute noch unverändert beim Aktivieren einer Windows-7-Installation akzeptiert. Dasselbe gilt analog für 8er- und 8.1er-Schlüssel. Sie können eine solche Installation nur nicht mehr gratis auf Windows 10 oder 11 umstellen.

Die alten Schlüssel bleiben zudem alte Schlüssel, und zwar auch dann, wenn sie in der Vergangenheit schon mal im Rahmen eines Gratisupgrades eingesetzt wurden. Sie wurden dabei also nicht in Schlüssel für Windows 10 oder 11 umgewandelt.

Ausblick

Immerhin: Das Upgrade von Windows 10 auf 11 bleibt laut Microsoft auch künftig gratis (Statement siehe ct.de/ybfj). Die

Aktivierungsserver akzeptieren beim Aktivieren von Windows 11 also zwar keine Schlüssel mehr für Windows 7, 8 oder 8.1, sehr wohl aber weiterhin solche für Windows 10.

Ganz kostenlos wird der Umstieg von 10 auf 11 in vielen Fällen dennoch nicht gehen, denn Windows 11 stellt erheblich höhere Hardwareanforderungen. Das ist zwar nachzeitigem Wissensstand reine Schikane und dient nur dem Ankurbeln von PC-Verkäufen [2], doch ändert das nichts daran, dass Windows 11 nicht läuft, wenn die Anforderungen nicht erfüllt werden. Alle derzeit bekannten Tricks zur Abhilfe sind mit Fallen verbunden [3]. Zumindest bis Oktober 2025 braucht Sie das aber kaum zu kümmern: Bis dahin läuft der Support für Windows 10, und wer weiß schon, was sich Microsoft bis dahin noch alles ausdenkt. Änderungen verkündet der Konzern ja gern mal anlasslos, so wie nun halt das Ende des Gratisupgrades.

Falls Sie nach dem Ende des Gratisupgrades einen neuen Schlüssel für Windows 10 oder 11 brauchen: Tipps zum Thema „Windows kaufen“ finden Sie in unserer FAQ [4]. Falls Sie Windows nur für Testzwecke brauchen: Dafür gibt es ganz offiziell von Microsoft sogar kostenlose Lizenzen [5].

Vielleicht nutzen Sie die Gelegenheit aber auch, um über den Umstieg auf ein Betriebssystem eines Herstellers nachzudenken, der seine Kunden nicht mit Aktivierungsschikanen nervt. (axv@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Jan Schüßler, FAQ: Windows Insider, c't 12/2022, S. 178
- [2] Christof Windeck, Reine Willkür, Hintergründe und Tipps zu den Hardware-Anforderungen von Windows 11, c't 10/2023, S. 70
- [3] Axel Vahldiek, Microsofts Upgrade-Skandal, Das Support-Ende für Windows 10 hat Auswirkungen auf alle, c't 10/2023, S. 62
- [4] Axel Vahldiek, FAQ: Windows kaufen, c't 22/2020, S. 174
- [5] Axel Vahldiek, Lizenz zum Testen, Windows 10 zum Ausprobieren, c't 3/2021, S. 146

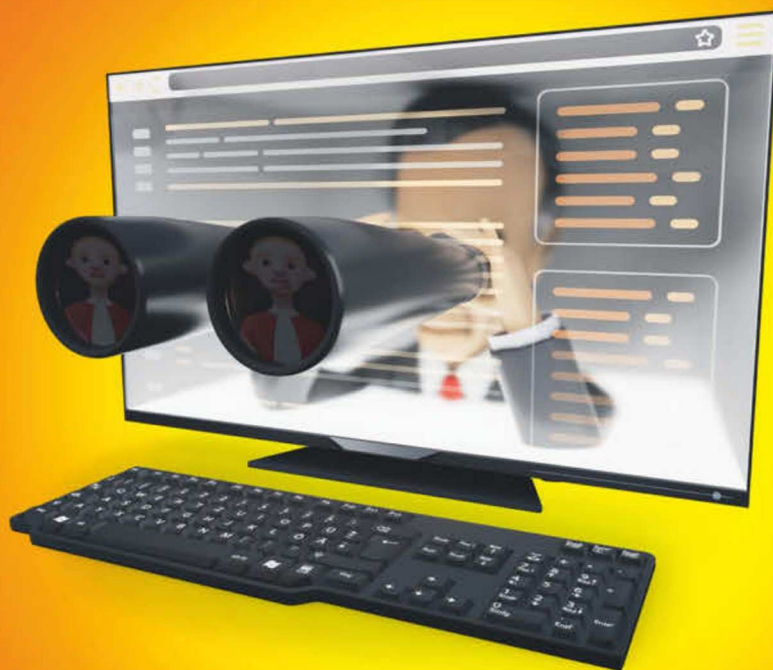
Microsoft-Statement: ct.de/ybfj

ct kompakt

- Egal aus welcher Quelle: Schlüssel für Windows 7, 8 und 8.1 lassen sich nicht mehr zum Aktivieren von Windows 10 und 11 verwenden.
- Verfügt der PC über eine „digitale Lizenz“, bleibt eine Neuinstallation des Betriebssystems dennoch möglich.
- Dubiose Billigschlüssel aus dem Internet sind oft falsch bezeichnet und dann auch betroffen.

Horch und Guck 4.0

Wie Überwachungsprogramme
Mitarbeiter minutiös ausspionieren



Neue Überwachungsmethoden am Arbeitsplatz Seite 18
Überwachungsprogramme aufspüren Seite 23
Wie das Arbeitsrecht vor Überwachung schützt Seite 24
Interview: Wie sich Arbeitnehmer wehren Seite 28

In den USA boomen Überwachungsprogramme, die Tastatureingaben, Webcams und Mikrofone ohne Wissen der Mitarbeiter anzapfen. In der EU ist das (noch) verboten. Doch die Hersteller entwickeln neue Systeme zur Leistungskontrolle, die Datenschutzbedenken umgehen sollen.

Von Hartmut Gieselmann und
Andrea Trinkwalder

Nicht jeder Hersteller von Software zur Überwachung von Mitarbeitern preist die Fähigkeiten seines Produkts so vollmundig an wie das US-amerikanische CleverControl in seinen online veröffentlichten Fallstudien: „Wie man mit CleverControl einen toxischen Mitarbeiter entlarvt“ oder „Die Wichtigkeit einer konsequenten Überwachung“. Insgesamt übt sich die Branche aber nicht gerade in Diskretion: Vor allem Human-Resources-Dienstleister wie Teramind und Hubstaff, die überwiegend den US-amerikanischen Markt bedienen, werben unverhohlen mit Videoüberwachung, Gesichtserkennung, E-Mail-Scans, Aktivitätstrackern und großformatigen Dashboards, die alle Informationen zusammenführen, visualisieren und zu einem Mitarbeiterprofil verdichten.

In der EU setzt die Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) dem Tracking enge Grenzen, weshalb die meisten dieser Praktiken hierzulande illegal oder nur unter bestimmten Voraussetzungen erlaubt sind: Zum Beispiel dürfen Unternehmen die Leistung ihrer Mitarbeiter durchaus messen, aber nicht kontinuierlich. Systematisch beobachten dürfen sie ihn nur dann, wenn ein begründeter Verdacht vorliegt. Auch heimliches Tracking untersagt der Gesetzgeber. Der Betriebsrat hat ein Mitbestimmungsrecht darüber, mit welcher Technik die Leistung von Mitarbeitern gemessen werden darf.

Das bedeutet aber nicht, dass sich die Chefetagen hierzulande mit Stechuhr und Vertrauen begnügen (müssen). Arbeitsleistungstracker verkleiden sich für den europäischen Markt als persönliche Assis-

tenten und Mittel zur Selbstoptimierung. Will nicht jeder zur besten Version seiner selbst werden und seinen Workflow möglichst perfekt organisieren? Diese Fördern- und Fordern-Werkzeuge versprechen, sich im Rahmen dessen zu bewegen, was die DSGVO erlaubt. Das auf europäische Verhältnisse zugeschnittene Microsoft 365 und diverse HR-Systeme übermitteln nur anonymisierte, aggregierte Daten an den Vorgesetzten und spiegeln die persönliche Performance zum Zwecke der Leistungsverbesserung direkt an den Mitarbeiter. So landen zwar alle Rohdaten korrekterweise nur dort, wo sie laut DSGVO hingehören, können aber eine ähnlich verheerende Wirkung haben wie eine offensichtliche, illegitime Überwachung: das Gefühl von Druck, Kontrollverlust und Überforderung.

Überwachung spielt sich häufig in einem Grenzbereich zwischen der DSGVO und einem längst überfälligen Beschäftigtendatenschutzgesetz ab, das technischen Entwicklung Rechnung tragen würde. Vor

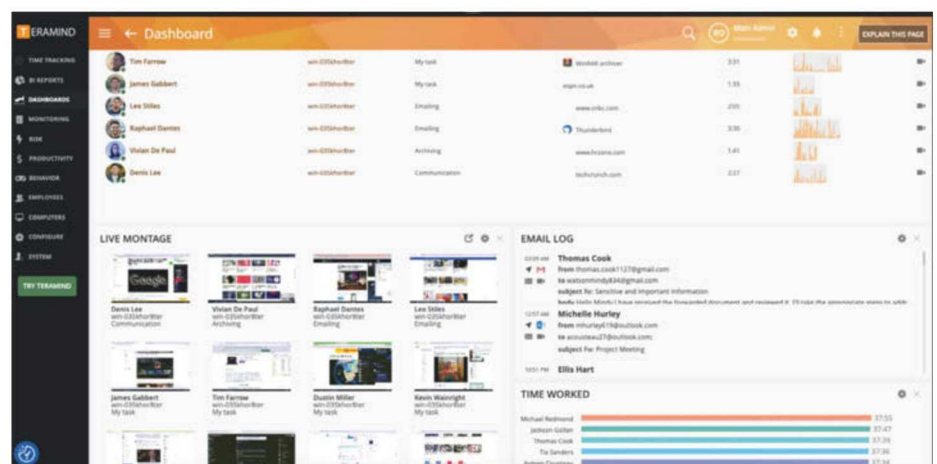
mehr als einem Jahrzehnt gab es einen ersten Anlauf, das bereits beschlossene Gesetz wurde aber nie verabschiedet. Nun steht es auf der Agenda der Ampel-Koalition – eigentlich für dieses Jahr. Bleibt zu hoffen, dass die Entscheidungsträger den Kern des Problems erfassen.

Denn wie immer beim Einsatz von Algorithmen, Datenanalyse und automatisierten Entscheidungen geht es primär darum, die Mechanismen zu verstehen und die Annahmen beziehungsweise Ziele zu kennen, auf deren Grundlage ein Algorithmus entscheidet. Mitunter stimmen sogar Betriebsräte grenzwertigen Praktiken zu, weil sie lediglich die formelle DSGVO-Konformität prüfen und die Prozesse entweder nicht betrachten, nicht durchdringen oder keinen Einblick bekommen.

Auf den folgenden Seiten geben wir einen Überblick über den Stand der Überwachungstechnik, ab Seite 24 beleuchten wir die Rechte von Arbeitnehmern und Arbeitgebern. Außerdem haben wir mit dem Soziologen Simon Schaupp gesprochen, der für seine Studien bei einem Lieferservice angeheuert und die Auswirkungen der Arbeit unter einem algorithmisch gesteuerten System am eigenen Leib erfahren hat. Das Interview lesen Sie auf Seite 28.

Algorithmisches Management

Von Kommunikations- und Dokumenteninhalten über Metadaten bis hin zu automatisiert gestarteten Bildschirm-, Video- und Tonaufzeichnungen sammeln einige Überwachungsdienste alles an Informationen, die sie technisch aus einem Arbeitsrechner herausziehen können – unabhän-



Alles im Griff? Das Teramind-Dashboard trägt minutiöse Informationen über das Arbeitsverhalten von Mitarbeitern zusammen, bereitet sie grafisch auf und schlägt bei unerwünschtem Verhalten Alarm.

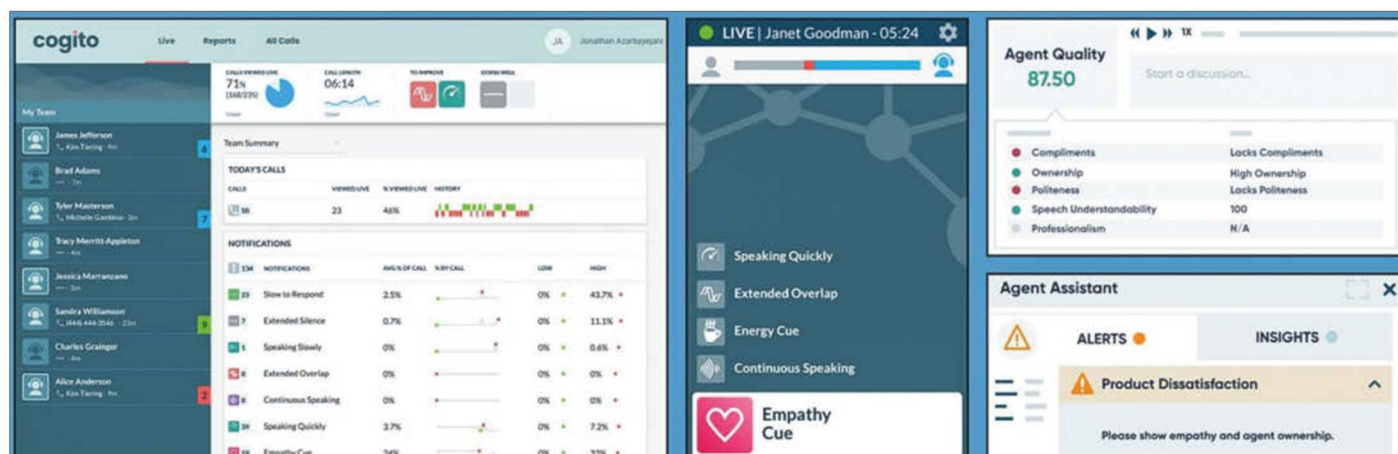


Bild: Wolke Christ, Quelle: Cogito und Callminer

Die Algorithmen von Cogito und Callminer bewerten per Emotionserkennung, ob Callcenter-Mitarbeiter angemessen kommunizieren. Reagieren diese vermeintlich nicht empathisch genug, greift die Software sofort ein und gibt Verhaltensanweisungen.

gig davon, ob sie tatsächlich valide Rückschlüsse auf die Arbeitsleistung zulassen. Sie versprechen sich Erkenntnisse darüber, wie produktiv und motiviert Mitarbeiter sind oder wie stark sie sich dem Unternehmen verbunden fühlen. Oft werben die Hersteller auch damit, Sicherheitsrisiken frühzeitig zu erkennen, zum Beispiel wenn Mitarbeiter nicht regelkonform mit internen Dokumenten umgehen.

Wer sich auf die Schnelle einen Überblick über das Spektrum verschaffen möchte, probiert am besten die Online-Demo von Teramind aus: Sie öffnet ein Dashboard mit professionell gestalteten Grafiken und übersichtlich angeordneten Statistiken – das Kontrollzentrum des Vorgesetzten. Das Hauptfenster listet alle Angestellten einer fiktiven Firma akkurat untereinander und beschreibt in den Spalten, womit sie sich gerade beschäftigen, mit welchem Tool sie diese Aufgabe ausführen, wie lange sie schon gearbeitet haben und wie aktiv sie dabei waren. Ein Klick aufs Kamerasymbol zeigt, was sich im Tagesverlauf inhaltlich auf dem Monitor des Mitarbeiters abgespielt hat. Welche Aktivitäten als produktiv gewertet werden und welche nicht, kann man für jedes Team getrennt definieren: Hält sich etwa der Recruiter der Personalabteilung längere Zeit auf einem Jobportal auf, dürfte sein Produktivitäts-Score steigen. Sieht sich der beste Softwareentwickler dort um, schrillen vermutlich die Alarmglocken.

Doch der lange Arm des Arbeitgebers reicht mittlerweile immer weiter über Monitor und angeschlossene Peripherie hinaus: Über die Notebook-Kamera filmt er den Mitarbeiter und dessen Umgebung. Objekt-, Gesichts- und Emotionserken-

nung werten die Kamerabilder aus und versuchen, von Gesichtsausdruck und Stimme auf die Gefühls- und Motivationslage zu schließen. Weil eine solche dauerhafte Überwachung per Videokamera einen erheblichen Eingriff in die Persönlichkeitsrechte darstellt, ist sie hierzulande grundsätzlich unzulässig und nur als Ultima Ratio unter strengen Auflagen zur Aufklärung von Straftaten erlaubt, siehe Artikel auf Seite 24.

Viele der genannten Methoden klingen nicht nur unwissenschaftlich, sondern sind es auch. Insbesondere die KI-gestützte Emotions- und Stimmanalyse ist in die Kritik geraten, weil viele Verfahren auf wissenschaftlich wackligem Fundament stehen und die Systeme demzufolge mit ungeeignetem oder fehlerbehaftetem Material trainiert wurden, wie die Psychologin Lisa Feldman Barrett in einer 2019 durchgeführten Metastudie nachweist. (siehe ct.de/yrdk); trotzdem erfreut sie sich unter Personalern wachsender Beliebtheit. Überhaupt sei der Arbeitsplatz mit seinen schier unerschöpflichen Möglichkeiten, Daten zu sammeln, zu einem riesigen Experimentierlabor für das sogenannte algorithmische Management geworden, wie Forscher der University of California Berkeley feststellen, und sie betonen: „Es ist wichtig zu wissen, dass der datengetriebene Arbeitsplatz ein kommender Trend ist. Wir stehen erst am Anfang von beidem, der Entwicklung und der Implementierung dieser digitalen Technologien.“

Deutsches Panopticon

Auch in Deutschland kommt es immer wieder zu Auswüchsen. Besonders spektakulär war eine 2019 veröffentlichte Fallstudie der

Hans-Böckler-Stiftung über ein System namens Zonar beim Onlineversandhändler Zalando. In diesem „umfassenden System der allseitigen Bewertung“ sollten Beschäftigte Kollegen aus ihrem Umfeld hochfrequent und in Echtzeit bewerten. Dazu sollten sie in verschiedenen Kategorien zunächst bis zu fünf, später sechs Sternchen verteilen: Kollegen, die sich hundertprozentig engagierten, sollten sie mit einer Drei bewerten, die Bestnote so gut wie nie vergeben. Auch wenn sie es eigentlich nicht wollten, wurden Mitarbeiter dazu gedrängt, negative Bewertungen abzugeben. Die Einzelnoten wurden ähnlich wie bei Amazons „Anytime Feedback Tool“ über eine App gesammelt und mithilfe eines Algorithmus aggregiert. Anschließend teilte das System die Mitarbeiter in drei Gruppen ein: die Low-Performer, die Good-Performer und die Top-Performer. Aufgrund der Bewertungsvorgaben des Algorithmus schafften es jedoch nur zwei bis drei Prozent in die höchste Gruppe der Top-Performer. Der Studie zufolge diene Zonar als Legitimation, Beförderungen und Gehaltszulagen zu verweigern und so die Lohnkosten zu senken.

Wer die Ergebnisse der Soziologen Philipp Staab und Sascha-Christopher Gesche liest, fühlt sich an Praktiken aus Überwachungsstaaten oder Dystopien aus der Serie Black Mirror erinnert. Durch die lückenlose Rundumüberwachung entwickelte sich „ein Betriebsklima der Angst und ein Motiv des permanenten Stuserhalts“, das Beschäftigte in Interviews mit Stasi-Methoden verglichen. Kein Wunder, dass die Zalando-Geschäftsführung nach der Veröffentlichung juristisch gegen die Hans-Böckler-Stiftung vorging. Diese gewann aber vor Gericht und musste später ledig-

lich die Aussage zurückziehen: „Wir konnten keine Hinweise darauf finden, dass hier irgendeine Form der Mitbestimmung [durch Betriebsräte] erfolgte.“

Feedback statt Überwachung

Immer mehr Überwachungssysteme schalten den menschlichen Faktor einfach aus und setzen auf automatisiertes Feedback – die Privatsphäre bleibt gewahrt, die DSGVO wird nicht verletzt. Der österreichische Forscher und Datenschutzaktivist Wolfie Christl hat für seine Studie „Surveillance and algorithmic control in the call center“ Callcenter-Mitarbeiter in Europa und Großbritannien befragt und stieß dabei unter anderem auf die Software Cogito, die laut Eigenwerbung „Empathie im großen Maßstab implementiert“, und zwar mithilfe einer am Massachusetts Institute of Technology entwickelten Emotionserkennung.

Während eines Gesprächs kann Cogito angeblich 200 Schlüsselmerkmale des emotionalen Zustands einer Person erkennen. Diese analysiert der Algorithmus in Echtzeit und leitet daraus konkrete Ad-hoc-Handlungsanweisungen ab: schneller sprechen, verständnisvoller reagieren, Stimmlage anpassen und so weiter. Mitarbeiter empfanden das permanente Feedback nicht nur als belastend, sondern mitunter auch als willkürlich. Oft konnten sie nicht nachvollziehen, warum die Software ein bestimmtes Verhalten als unempathisch oder nicht angemessen einstufte. Das wiegt doppelt schwer, weil von

dieser Art der Leistungserhebung, deren wissenschaftliche Grundlage von Experten angezweifelt wird und im konkreten Fall meist nicht überprüft werden kann, letztlich die Weiterbeschäftigung abhing.

Allgegenwärtige Daten

Je weiter die Digitalisierung voranschreitet, umso seltener benötigen Unternehmen dedizierte Software oder illegale Methoden fürs Tracken und Drillen. Sogar ein datenschutzfreundliches Open-Source-Chatprogramm lässt sich zweckentfremden, um das Verhalten von Mitarbeitern zu analysieren: Wer kommuniziert öfters mit wem, wer bekommt viel positives Feedback, wer steht im Zentrum der Kommunikation und wer am Rand? All dies verraten allein schon die Metadaten, dazu muss niemand mitlesen.

Noch mehr vermeintlich aufschlussreiche Produktions- und Kommunikationsdaten fallen bei Cloud-Büropaketen wie Microsoft 365 an, das über die Jahre seine klassischen Office- und Mailprogramme mit modernen Kommunikations- und Organisationstools angereichert hat und in vielen Firmen mittlerweile das halbe Intranet ersetzt. Die Informationen laufen auf Microsofts Servern beziehungsweise beim Admin des Unternehmens zusammen.

Im Jahr 2020 bewarb Microsoft schließlich mit dem „Productivity Score“ eine Methode, die die Nutzungsdaten von Office, Teams und Co. auswerten und darüber die Leistung von Mitarbeitern erfassen

sollte, um deren Produktivität zu steigern. Diese eher schlichte Metrik registrierte inaktive und produktive Phasen: Produktiv war demzufolge beispielsweise, wer in einem Meeting saß oder PowerPoint geöffnet hatte. Als inaktiv galt, wessen Rechner ruhte. Liest man etwas auf Papier oder hilft einem Kollegen, droht demzufolge Punktverlust. Insgesamt flossen 73 von Microsoft definierte Best-Practice-Parameter in die Bewertung ein, unter anderem wie lange Nutzer in Videomeetings die Kamera aktiviert und ihren Bildschirm geteilt haben oder ob sie Dokumente zur gemeinsamen Bearbeitung in der Cloud freigeben.

Dass alle Mitarbeiter ähnlich wie bei den dedizierten Überwachungstools namentlich in den Übersichten erschienen und deren Leistung somit minutiös getrackt und verglichen werden konnte, rief Datenschützer auf den Plan. Microsoft ruderte zurück, entfernte den persönlichen Bezug und taufte die Funktion 2022 in „Adoption Score“ um. Dieser spiegelt nur dem Mitarbeiter selbst seine Performance-Daten, auf dass er sich steigern möge. Vorgesetzte erhalten lediglich aggregierte Werte, also zum Beispiel die Bilanz der eigenen Abteilung über die letzten x Tage oder die unternehmensweite Statistik. Die individuellen Daten habe man mit „Differential-Privacy“-Methoden aufbereitet, man bemühe sich um Einhaltung der DSGVO (zur Differential Privacy siehe auch Seite 24).

Funktionen wie der neue Adoption Score folgen dem Trend hin zu subtilen,

Überwachungsprogramme im Überblick

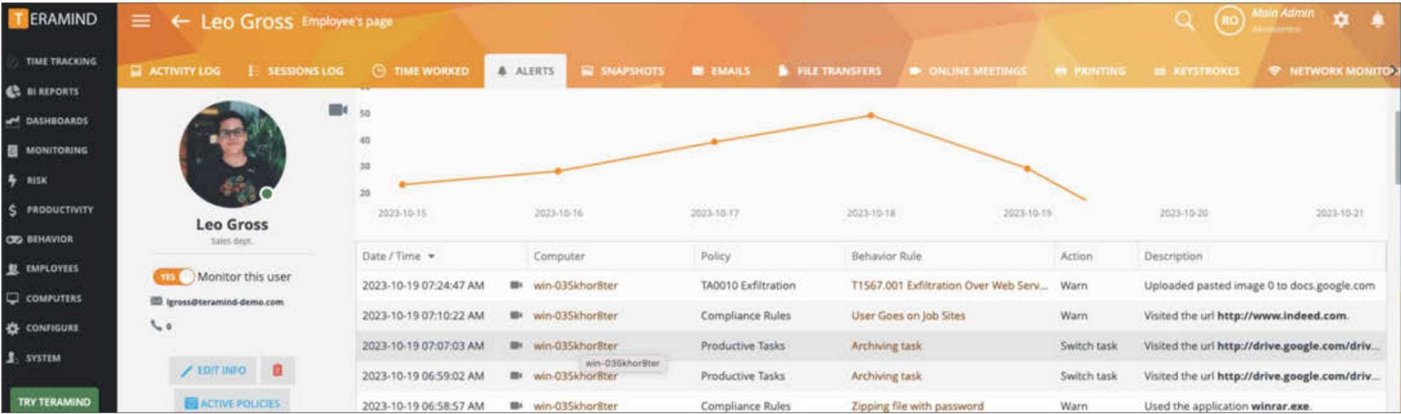
In der Tabelle auf Seite 22 haben wir zehn Beispiele aufgelistet, um einen ungefähren Eindruck der Vielfalt an Überwachungsprogrammen zu vermitteln. Das Onlineverzeichnis Capterra listet darüber hinaus über 60 Programme in der Kategorie „Mitarbeiterüberwachung Software“, siehe ct.de/yrdk. Der Großteil stammt aus den USA; aus Russland haben wir mit StaffCop von Atom Security nur einen Anbieter gefunden. Deutsche Hersteller halten sich in diesem Bereich zurück. Sie konzentrieren sich auf Zeiterfassungsprogramme. Viele US-Entwickler bieten aber mittlerweile deutsche Versionen an. iMonitor wirbt sogar damit, bei Siemens eingesetzt zu werden.

Die Dienste bezahlt man in der Regel als monatliche Abonnements, die Preise schwanken etwa zwischen 5 und 30 Dollar pro Monat; aufwendigere Überwachungsfunktionen sind oft teurer. Alle Programme lassen sich in kostenlosen Demos ausprobieren, einige sogar direkt im Browser mit Beispieldaten.

Allen Programmen gemeinsam ist, dass Chefs online umfangreiche Statistiken über die Aktivitäten ihrer Mitarbeiter erhalten. Außerdem können sie Trigger-Warnungen einstellen. Dazu überwachen sie alle Browseraktivitäten und Programmstarts, viele protokollieren sämtliche Tastatureingaben und Mausbewegungen. Alle paar Minuten wird ein

Screenshot gemacht. Viele arbeiten im Verborgenen (Stealth-Modus), sodass der Mitarbeiter nicht bemerkt, dass er überwacht wird, Details dazu siehe Artikel auf Seite 23. Automatisiertes Leistungsfeedback an die Mitarbeiter bieten bisher nur wenige Programme wie Kickidler.

Hubstaff und SentryPC verfolgen auch die Bewegungen ihrer Mitarbeiter und stellen ihren Ort per GPS oder IP-Adresse fest. Nur vereinzelt werben Hersteller wie Kickidler oder CleverControl bislang mit einer Webcam- und Mikrofonüberwachung. Letztere rühmen sich sogar mit einer automatischen Gesichtserkennung, um zu erfassen, ob auch tatsächlich der richtige Mitarbeiter vor dem PC sitzt.



In Teramind und anderer Monitoring-Software kann man für jede Abteilung eigene Compliance-Regeln festlegen. Hier schlägt die Software beispielsweise Alarm, wenn der Mitarbeiter eine Job-Website besucht oder Dateien in ein passwortgeschütztes Archiv packt.

formal datenschutzkonformen Methoden der Überwachung beziehungsweise Verhaltenssteuerung. Im Unternehmen vermessen sie die Arbeitsleistung anhand von meist intransparenten Leistungskriterien, deren Eignung mitunter fragwürdig erscheint.

Fazit

Überwachung am Arbeitsplatz kommt nicht immer so plump und kaltherzig daher wie bei CleverControl und Zonar. Sie verwebt sich immer enger mit Standard-Bürosoftware oder vollautomatisierten Produktionssystemen in Fabrikhallen. Algorithmisches Management ist ein rie-

siges Experimentierfeld, auf dem sich allerhand Glücksritter tummeln, die viel heiße Luft verkaufen. In Europa setzt die DSGVO der Überwachung enge Grenzen, weshalb sich hier eher eine subtile Form des Trackings durchsetzen dürfte: Algorithmen unterstützen den Mitarbeiter bei der Selbstoptimierung am Arbeitsplatz und suggerieren dabei, auch die Work-Life-Balance zu verbessern. Doch soziologische Studien erzählen eine andere Geschichte. Mitarbeiter fühlen sich eher gegängelt, zu Maschinen degradiert und intransparenten Systemen ausgesetzt, die nach nicht nachvollziehbaren Kriterien urteilen.

Abgesehen von diesen ethischen Problemen könnten Unternehmen eines Tages ein böses Erwachen erleben, wenn Personalverantwortliche und das Management ihre Arbeit allzu leichtfertig an KIs und Dashboards delegieren, deren Funktionsweise sie nicht ansatzweise verstehen. Denn eine Überwachungssoftware, die „den Mitarbeiter besser kennt als er sich selbst“ (so das häufige Versprechen), wird auch die internen Prozesse besser kennenlernen, als dem Unternehmen lieb sein dürfte.

Studien und Links zu Überwachungsprogrammen: ct.de/yrdk

Überwachungsprogramme für Arbeitsplätze (Auswahl)

Name	CleverControl	Hubstaff	iMonitor EAM	Interguard	Kickidler	Monitask	SentryPC	StaffCop	Teramind DLP	Work Examiner Controlio
Webseite	clevercontrol.com	hubstaff.com	de.imonitorsoft.com	interguardsoftware.com	kickidler.com	monitask.com	sentrypc.com	staffcop.com	teramind.co	workexaminer.com
überwachte Systeme	Windows, macOS	Windows, macOS, Linux, iOS, Android, ChromeOS	Windows, macOS, Terminal Server, Citrix	Windows, macOS, ChromeOS, iOS	Windows, macOS, Linux	Windows, macOS, Linux	Windows, macOS, ChromeOS, Android	Windows, macOS, Linux	Windows, macOS	Windows, macOS
Fern-(De-)Installation	✓	—	✓	✓	✓	—	✓	✓	✓	✓
Stealth-Modus	✓	—	✓	✓	✓	—	✓	✓	✓	✓
Sprachen	Deutsch, Englisch	Englisch	Deutsch, Englisch	Englisch	Englisch	Deutsch, Englisch	Englisch	Deutsch, Englisch	Englisch	Englisch
Überwachungsfunktionsumfang										
Browser	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
E-Mail	✓	—	✓	✓	✓	—	—	✓	✓	✓
Programme	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Dateisystem, Drucker	✓	—	✓	✓	✓	—	✓	✓	✓	✓
Keylogging	✓	zählt Anschläge	✓	✓	✓	zählt Anschläge	✓	✓	✓	✓
Bildschirmaufzeichnung	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Webcam	✓	—	✓	—	✓	—	—	✓	—	—
Geolocation	—	✓	—	✓	✓	✓	✓	—	—	—
Auto-Feedback an Arbeitnehmer	—	✓	—	—	✓	—	—	—	—	—
Preis pro Nutzer	ab 4,70 US-\$/Monat	ab 5 US-\$/Monat	auf Anfrage	ab 12 US-\$/Monat	ab 10 US-\$/Monat	ab 5 US-\$/Monat	ab 70 US-\$/Jahr	ab 25 US-\$/Monat	ab 10,50 US-\$/Monat	8 US-\$/Monat
alle Angaben laut Hersteller ✓ vorhanden — keine Erwähnung										

Spioniert mein Chef?

Tipps zum Aufspüren von Überwachungsprogrammen auf dem Arbeitsrechner

Unsichtbare Programme können Mitarbeiter ohne deren Wissen überwachen. In Deutschland ist das zwar illegal, trotzdem ist es gut zu wissen, ob und wie man Schnüffelprogramme aufdecken kann.

Von Hartmut Gieselmann

Viele Überwachungsprogramme verfügen über einen sogenannten Stealth-Modus, der es dem Arbeitgeber ermöglicht, sie ohne Wissen des Arbeitnehmers einzusetzen und etwa den Browserverlauf einzusehen, Programmaufrufe zu protokollieren, E-Mails und Chats zu lesen, regelmäßig Screenshots zu machen, Tastatureingaben aufzuzeichnen oder Mikrofon und Webcam zur Raumüberwachung einzuschalten. In Deutschland ist dies verboten, in einigen Bundesstaaten der USA jedoch erlaubt. In einer Untersuchung der Elektronik Frontier Foundation waren 2020 bereits neun von zehn sogenannter Employee-Management-Programme mit Tarnfunktionen ausgerüstet. Die Hersteller überlassen die rechtliche Verantwortung der Firmenleitung, die ihre Software einsetzt.

Im Tarnmodus verhalten sich die Überwachungsprogramme wie ein Schädling. Vorgesetzte, die solche Programme einsetzen, sollten sich bewusst sein, dass sie damit die Kontrolle über ihre Firmenrechner und Daten vollständig in die Hände des Herstellers der Überwachungssoftware legen. Es gibt keine Garantie dafür, dass dieser die Überwachungsdaten nicht für eigene Zwecke missbraucht.

Firmen-PCs werden in vielen Fällen vom Administrator über ein Remote-Management-Tool aus der Ferne verwaltet. Mitarbeiter haben dann in der Regel keine Adminrechte. Manchmal lassen sich sogar

nur bestimmte Programme starten, die auf einer Allowlist stehen.

Zudem müssen viele Angestellte Verpflichtungserklärungen unterschreiben, die es verbieten, bestimmte Geräte anzuschließen oder Programme zu installieren. Wer sich nicht daran hält, riskiert arbeitsrechtliche Konsequenzen. Beispielsweise kann ein Mouse Jiggler, der Nutzeraktivität am Computer vortäuscht, eine andere USB-Kennung haben als die offiziell erlaubte Maus. Wenn ein Admin ein unbekanntes USB-Gerät oder Programm im Protokoll entdeckt, kann er Sie leicht ertappen.

Überwachungsprogramme tauchen nur selten im Programmverzeichnis von Windows auf. Und einfach im Task Manager nachzuschauen, welche Prozesse laufen und deren Namen zu googeln, bringt nur bei sehr plumpen Versuchen Gewissheit. Clevere Programme laufen unter einem unverdächtigen Namen und beenden oder verstecken sich, sobald der Task Manager aufgerufen wird.

Was lädt denn da?

Um herauszufinden, was so alles beim Systemstart ausgeführt wird, können Sie das kostenlose Microsoft-Tool Autoruns nutzen (siehe c't 19/2018, S. 174). Es listet sofort alle Programme, Dienste und Treiber, die Windows beim Systemstart ausführt. Unbekannte Namen können Sie googeln und den Administrator um eine Erklärung bitten. Wenn Sie in Autoruns unter „Opti-

ons/Scan Options/Check VirusTotal.com“ aktivieren, unterzieht das Tool alle Funde automatisch einem Onlinevirencheck. Um auf Nummer sicher zu gehen, dass laufende Prozesse nicht in die Analyse eingreifen können, können Sie Autoruns mit unserem Notfall-Windows ausführen, das unabhängig von der Windows-Installation läuft (siehe c't 2/2022, S. 20).

Ebenso verdächtig sind Ausnahmeeinträge, die der Virens Scanner ignorieren soll, denn der schlägt bei Überwachungsprogrammen mitunter Alarm. Wenn Sie also in der Windows-Systemsteuerung unter „Sicherheit/Viren- und Bedrohungsschutz/Scanoptionen/Zulässige Bedrohungen“ Einträge finden, sollten Sie ebenfalls nachfragen, um welche Programme es sich handelt. Genauer können Sie diese mit den drei Virenscannern unseres Desinfec't untersuchen. Das ist ebenso wie beim Einsatz des Notfall-Windows allerdings nur möglich, wenn die Admins weder das Booten von USB-Speichern im BIOS oder UEFI unterbunden, noch die Festplatte des Rechners verschlüsselt haben.

Schließlich können Sie mit dem c't-Raspion den Netzwerkverkehr auf ungewöhnliche Aktivitäten scannen. Da einige Überwachungsprogramme ihre Daten zeitverzögert senden, müssen Sie den Datenverkehr über einen längeren Zeitraum beobachten. Die Firmen-IT kann den Verkehr allerdings per VPN verschlüsseln, sodass Sie keinen Einblick in die Datenpakete erhalten. Details zu Desinfec't und c't-Raspion erklären wir unter ct.de/yc89.

Die genannten Punkte können helfen, eine illegale Überwachung aufzudecken. Wenn keine Methode Alarm schlägt und auch die LED der Webcam nie aufleuchtet, kann man dennoch nicht sicher sein, dass kein Überwachungsprogramm aktiv ist. Es könnte sich zu gut verstecken. Deshalb ist es umso wichtiger, sich juristisch und organisatorisch zu wappnen, wie die folgenden Seiten erläutern. (hag@ct.de) **ct**

EFF-Untersuchung und Analysetipps: ct.de/yc89



Manche Arbeitnehmer versuchen, einfache Überwachungsprogramme mit einem Mouse Jiggler oder diesem Vaydeer Mouse Mover auszutricksen, um Arbeit vorzutäuschen. So kommt es zu einem Wettüsten mit den Herstellern.



Bild: Moritz Reichartz

Grenzenlose Überwachung?

Wie Arbeitnehmer überwacht werden dürfen – und wo die Grenzen liegen

Moderne, oft KI-gestützte Überwachungstechnik macht es möglich, dass kein Tastendruck, kein gesprochenes Wort und keine im Büro verbrachte Minute ohne Kenntnis des Arbeitgebers bleibt. Doch auch Arbeitnehmer tricksen, etwa indem sie der Arbeitszeiterfassung mit technischen Hilfsmitteln ihre Anwesenheit vorgaukeln. Wo liegen die rechtlichen Grenzen beim Einsatz derartiger Technik und welche Konsequenzen drohen bei ihrer Überschreitung?

Von Joerg Heidrich

George Orwell hätte es die Sprache verschlagen, hätte er bei der Recherche für seinen dystopischen Roman „1984“ schon einen Blick auf die technischen Möglichkeiten werfen können, die Systeme zur Arbeitnehmerüberwachung heutzutage bieten. Bildschirm- und Sprachaufnahmen zählen zu den gängigen Methoden, ebenso Aufzeichnen von Videos über die Webcam, Überwachen einzelner Benutzeraktivitäten oder gar detaillierte Berichte über alle Aktivitäten eines Mitarbeiters. Derartige Software, die sogenannte Bossware, stammt fast immer aus den USA. Sie wird aber auch hierzulande angeboten, sogar in deutscher Sprache.

Um es vorwegzunehmen: Der verdeckte Einsatz solcher Technik in deut-

schen Büros ist in nahezu allen Fällen verboten. Unter Umständen können sich Vorgesetzte sogar strafbar machen, etwa wenn sie Keylogger einsetzen, was unerlaubtes Ausspähen von Daten darstellen kann und damit gegen § 202a des Strafgesetzbuches verstößt. Allerdings gibt es auch jede Menge graue und dunkelgraue Bereiche, die von Arbeitgebern ausgetestet werden.

Persönlicher Schutz

Bei der Ausgestaltung der juristischen Grundlagen des Verhältnisses zwischen Arbeitgeber und -nehmer ist der Gesetzgeber bemüht, das bestehende Machtgefälle zwischen den Parteien auszugleichen. Von zentraler Bedeutung ist dabei das vom Grundgesetz geschützte allgemeine Persönlichkeitsrecht der Beschäf-

tigten. Hieraus resultiert insbesondere ein Schutz vor einer „lückenlosen technischen Überwachung am Arbeitsplatz“, wie es das Bundesarbeitsgericht (BAG) formuliert. Permanenter psychischer Anpassungs- und Leistungsdruck, etwa durch anlasslose dauerhafte Videoüberwachung, muss demnach vermieden werden.

Dies bedeutet auf der anderen Seite nicht, dass gar keine Form von Überwachung möglich und erlaubt ist. Arbeitgeber haben verständlicherweise ein Interesse daran nachzuvollziehen, ob Beschäftigte ihren arbeitsrechtlichen Pflichten nachkommen. Aus juristischer Perspektive kollidieren hier Persönlichkeitsrechte mit Interessen der Arbeitgeber. Welches Interesse überwiegt, ist im Rahmen einer Güter- und Interessenabwägung zu bestimmen, was naturgemäß Raum für Streitigkeiten bietet – und damit für jede Menge Urteile der obersten Gerichte.

So ist eine dauerhafte Überwachung per Video am Arbeitsplatz als erheblicher Eingriff in die Persönlichkeitsrechte grundsätzlich unzulässig. In Ausnahmefällen kann sie aber als Ultima Ratio zur Aufklärung von Straftaten zulässig sein, soweit sie sich auf einzelne Beschäftigte beschränkt und es keine mildereren Mittel zur Überwachung gibt. Ebenfalls zulässig sind Kameras an besonders gefährlichen Stellen, etwa bei Banken oder in Maschinenhallen – aber nur, falls sich Mitarbeiter dort nicht dauerhaft aufhalten.

Die Rolle des Datenschutzes

Arbeitgeber müssen beim Umgang mit den Daten ihrer Mitarbeiter zudem die Vorschriften des Datenschutzes beachten. Eine besondere Rolle spielt Paragraph 26 des neben der DSGVO bestehenden Bundesdatenschutzgesetzes (BDSG), der diesen Bereich regelt. Persönliche Daten der Beschäftigten dürfen danach unter anderem dann verarbeitet werden, wenn dies zur Durchführung des Arbeitsverhältnisses erforderlich ist. Nach einem Urteil des EuGH ist zwar unklar, ob diese Regelung noch rechtswirksam ist – ähnliche Abwägungen gelten aber auch nach den allgemeinen Bestimmungen der DSGVO. Ein neues Beschäftigtendatenschutzgesetz soll helfen, „Rechtsklarheit für Arbeitgeber sowie Beschäftigte zu erreichen und die Persönlichkeitsrechte effektiv zu schützen“ – so stand es bereits 2021 im Koalitionsvertrag der Ampel. Die seit vielen Jahren überfällige Einführung eines solchen Gesetzes ist nun für Ende 2023 angekündigt.

The screenshot shows the website 'DIE DIGITALE ARBEITSGESELLSCHAFT' with a navigation bar in German (DE), English (EN), and a search icon. The main article is titled 'Beschäftigtendatenschutz' and is part of a series of 5 articles. The article text states: 'Dass Daten von Beschäftigten gesammelt werden, ist bereits gängige Praxis in der digitalen Arbeitswelt. Doch wo hört berechtigte Kontrolle auf und wo fängt unzulässige Dauerüberwachung an? Wie können die Daten der Arbeitnehmer*innen auch im Zuge neuer technologischer Anwendungen geschützt werden?'. Below the article is a 'WEITERLESEN' button. To the right, there is a section titled 'Beirat zum Beschäftigtendatenschutz' with a sub-header 'Mit einem interdisziplinären Expert*innenbeirat will das BMAS Perspektiven eines zukunftsweisenden Beschäftigtendatenschutzes erörtern und prüfen, inwieweit zusätzliche, konkretisierende Regelungen für den Schutz der Rechte von Beschäftigten in der digitalen Arbeitswelt notwendig sind.'.

Beim Bundesarbeitsministerium berät derzeit noch ein Expertengremium über das geplante Beschäftigtendatenschutzgesetz.

Bei der derzeitigen Rechtslage ist das Merkmal der Erforderlichkeit von zentraler Bedeutung. Gerade für Überwachungsmaßnahmen braucht ein Unternehmen also sehr gute Argumente und zwingende Notwendigkeiten. Die Interessen der Beschäftigten überwiegen umso stärker, je tiefer in geschützte und sensible Bereiche wie etwa Informationen über Erkrankungen eingegriffen wird.

Umfangreiche technische Überwachungsmaßnahmen bei der Nutzung der IT, auch mithilfe von KI, setzen ein Verbot der Privatnutzung der Infrastruktur voraus. Doch auch wenn ein Arbeitgeber dieses Verbot wirksam ausgesprochen hat, darf er entstehende Daten nur stichprobenartig prüfen. Für eine weitergehende Einsichtnahme braucht er überragend wichtige Interessen, die dies ausnahmsweise erlauben. Vorstellbar ist das etwa im Banken- oder Versicherungssektor, wo ein hohes Regulierungs-, aber auch ein hohes Missbrauchsrisiko besteht.

Teure Datensammlungen

Von Arbeitgebern gerne für eine Überwachung angeführte Argumente wie Produktivitätsgewinne reichen dagegen im Rahmen einer Abwägung im Normalfall nicht aus. Gleiches gilt für tiefgreifendes Durchleuchten von Mitarbeitern hinsichtlich ihrer Kompetenzen. Programme, die dazu alle möglichen erreichbaren Daten erfassen, sind unter der Bezeichnung „People Analytics“ insbesondere im HR-Bereich im Einsatz. Der US-amerikanische Anbieter Humanyze hat etwa einen Hausausweis mit je zwei Mikrofonen entwickelt, der in Echtzeit Stimmlage und Gemüts-

zustand des Ausweisinhabers ermittelt. Solche Analysemöglichkeiten sind nach europäischem Recht grundsätzlich tabu.

Ein deutscher Bekleidungshersteller wurde wegen unzulässiger Datensammlung im Jahr 2020 zu einem Datenschutzbußgeld von 33,5 Millionen Euro verurteilt. Das Unternehmen hatte höchst private Daten seiner Mitarbeiter erfasst und gespeichert. Die umfassende Sammlung enthielt auch Krankheitssymptome und Diagnosen. Zusätzlich eigneten sich einige Vorgesetzte über Einzel- und Flurgespräche ein breites Wissen über das Privatleben ihrer Mitarbeitenden an, das von eher harmlosen Details bis zu familiären Problemen sowie religiösen Bekenntnissen reichte. Die Quittung für diese verbotene Datensammelei war das bislang höchste deutsche DSGVO-Bußgeld.

Alles möglich per Einwilligung?

Alternativ ist es möglich, Daten im Beschäftigungsverhältnis auf Basis einer Einwilligung des jeweiligen Mitarbeiters zu erfassen und zu verarbeiten. Ob eine Einwilligung in diesem Bereich überhaupt rechtswirksam sein kann, war angesichts des potenziellen Machtungleichgewichts zwischen den beiden Parteien lange arbeitsrechtlich umstritten. Denn eine Einwilligung muss immer freiwillig erfolgen, und gerade dies ist in der Arbeitswelt naturgemäß nicht immer der Fall. Allerdings sehen sowohl die Arbeitsgerichte als auch die Datenschutzvorschriften eine Einwilligung inzwischen grundsätzlich vor.

Paragraph 26 BDSG definiert, wann eine solche Einwilligung als freiwillig zu bewerten ist. Dies ist dann der Fall, „wenn

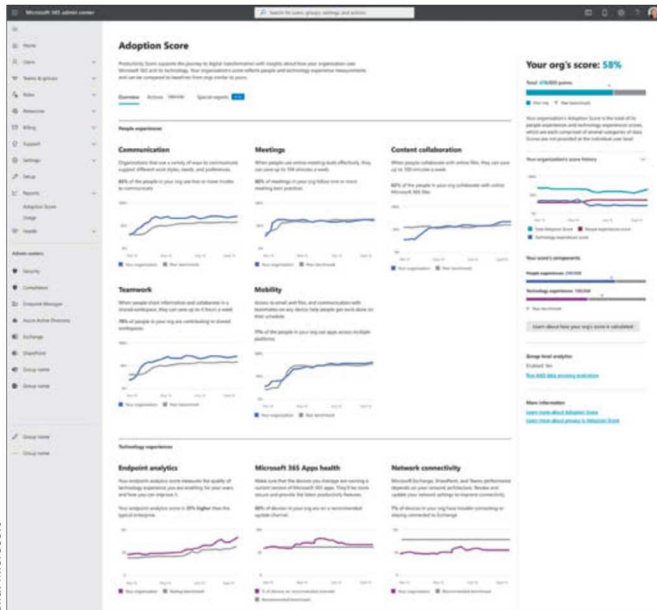


Bild: Microsoft

Der Produktivitäts-score, den Microsoft 365 anhand von Nutzerdaten erstellt, soll Aussagen zum Kommunikationsverhalten innerhalb von Teams ermöglichen. Admins erkennen etwa, dass Dokumente per Mail und nicht über Sharepoint geteilt werden.

durchzuführen sein. Ein solches Gutachten analysiert die geplante Datenverarbeitung und beantwortet die Frage, ob die geplanten technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen dem daraus entstehenden Risiko angemessen sind.

Umfangreiche Mitbestimmung

Die betriebliche Mitbestimmung hat in Deutschland traditionell einen hohen Stellenwert. So hat der Betriebsrat gemäß Paragraph 87 des Betriebsverfassungsgesetzes (BetrVG) ein Mitbestimmungsrecht bei der Einführung und Anwendung von technischen Einrichtungen, die „dazu bestimmt sind, das Verhalten oder die Leistung der Arbeitnehmer zu überwachen“. Diese Regelung dient dem Schutz des Persönlichkeitsrechts der Mitarbeiter und soll verhindern, dass der Arbeitnehmer zum Objekt von Überwachungstechniken gemacht wird.

Bei der Einführung von Verfahren wie People Analytics ist also zwingend auch der Betriebsrat zu beteiligen. Dies dient drei Zielen: Schutz der Mitarbeiter vor rechtlich unzulässigen Eingriffen, Mitgestaltung im Rahmen von rechtmäßigen Maßnahmen sowie Mitbestimmung bei der bisweilen schwierigen Beurteilung, ob sich ein geplantes Vorhaben noch im Rahmen eines zulässigen Eingriffs befindet.

Nach dem Wortlaut des Paragraphen 87 BetrVG muss eine technische Einrichtung „dazu bestimmt“ sein, das Verhalten oder die Leistung der Arbeitnehmer zu überwachen. Dies liest sich so, als müsse das Gerät, die Software oder das Verfahren gerade den Zweck haben, Mitarbeiter zu überwachen. Allerdings geht die Mitbestimmung noch weiter und umfasst bereits

für die beschäftigte Person ein rechtlicher oder wirtschaftlicher Vorteil erreicht wird oder Arbeitgeber und beschäftigte Person gleichgelagerte Interessen verfolgen“. Zu berücksichtigen sind die im Beschäftigungsverhältnis bestehende Abhängigkeit sowie die Umstände, unter denen die Einwilligung erteilt worden ist.

Unter diesen Gesichtspunkten wäre die Einwilligung von Mitarbeitern in eine umfangreiche Überwachung ihrer Aktivitäten nach US-Vorbild mit hoher Sicherheit unzulässig. Es ist offensichtlich, dass hieraus für die Betroffenen kein rechtlicher oder wirtschaftlicher Vorteil entsteht und die Maßnahme ausschließlich dem Interesse des Arbeitgebers dient. Anders kann es aussehen, wenn es um Selbstanalysen geht, die etwa Microsoft und andere Unternehmen anbieten. Solange diese nur dem Beschäftigten selbst zugänglich sind, dürfte deren Einsatz möglich sein, sofern eine Einwilligung vorliegt.

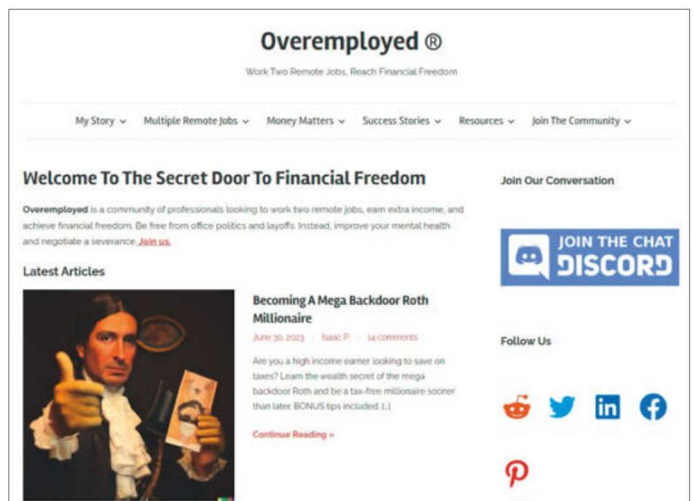
Microsoft nennt dies „Differential Privacy“ (DP): Den Vorgesetzten ist ein Blick auf die Details individueller Auswertungen verwehrt. Statistische Ergebnisse zum gesamten Team, die sich aus den zusammengeführten Daten ableiten lassen, darf das Unternehmen dagegen nutzen. Solange die Bezugsgruppe solch einer Auswertung groß genug ist, um keine Rückschlüsse auf einzelne Beschäftigte zuzulassen, ist dieses Verfahren datenschutzrechtlich unbedenklich.

DP umfasst verschiedene Anonymisierungs- und Aggregationsverfahren, um den Personenbezug aus einem Datensatz zu entfernen. Fallstricke gibt es allerdings

auch hier, denn nicht jede Methode ist gleich robust und es gilt insbesondere zu verhindern, dass über eine geschickte Kombination von Anfragen und statistischen Auswertungen letztlich doch persönliche Daten extrahiert werden können. Details zu den verwendeten DP-Techniken verrät Microsoft nicht.

Wie bei jeder Form der Erfassung von Daten gilt es aber, möglichst umfangreiche Transparenz herzustellen und die Mitarbeiter zu informieren. Dies ergibt sich aus den allgemeinen Vorschriften der DSGVO, die natürlich auch bei Überwachungsmaßnahmen aller Art gelten. Zu den Obliegenheiten zählen neben Informationspflichten auch technische Schutzmaßnahmen für die Daten, Löschpflichten und Auskunftsmöglichkeiten. Schließlich wird in vielen Fällen vor der Verarbeitung von Daten eine Datenschutzfolgenabschätzung

Im Subreddit „Overemployed“ tauschen sich Menschen über Möglichkeiten aus, mehrere Jobs gleichzeitig zu erledigen, ohne dass die parallele Arbeit bei den Arbeitgebern auffällt.





Personal- und Betriebsräte sollten sich auf dem Laufenden halten über technische und juristische Entwicklungen rund um die Mitarbeiterüberwachung. Informationen gibt es zum Download im Web (siehe ct.de/yt17).

Vorhaben, die zur Überwachung des Verhaltens oder der Leistung der Arbeitnehmer lediglich geeignet sind.

Im Rahmen seiner Mitbestimmung ist es dem Betriebsrat möglich, ganze IT-Projekte zu kippen oder auch nur gezielt einzelne Softwarenutzungen zu unterbinden. So hat 2018 etwa das Landesarbeitsgericht Hamm entschieden, dass ein Unternehmen es zu unterlassen habe, ohne Zustimmung des Betriebsrats in einer Excel-Tabelle mit der Überschrift „Anwesenheitsliste“ entsprechende Daten über Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer zu erfassen (Az.: 7 TaBV 113/16). Moniert wurde dabei nicht die Arbeitszeiterfassung als solche, sondern die Verwendung von Excel für diese Aufgabe.

Anti-Überwachung

Missbrauchsmöglichkeiten gibt es aber nicht nur auf Arbeitgeberseite. Gerade im Homeoffice hat sich bei nicht wenigen Angestellten eine Kultur entwickelt, ihren Arbeitseinsatz zu reduzieren oder gar für mehrere Unternehmen gleichzeitig zu arbeiten. Dies ist arbeitsrechtlich fragwürdig, weil Mitarbeiter durch ihren Arbeitsvertrag in der Pflicht stehen, am Arbeitsplatz innerhalb der vereinbarten Zeiten auch tatsächlich zu arbeiten – dafür erhalten sie Lohn als Vergütung. Täuscht ein Beschäftigter über die Dauer seiner Anwesenheit am Arbeitsplatz, spricht man von Arbeitszeitbetrug, der sowohl arbeits- als auch strafrechtlich relevant sein kann.

In den USA hat sich ein Phänomen namens „Overemployed“ entwickelt. Gemeint sind Situationen, in denen eine Person parallel in mehr als nur einem Job arbeitet. Mittlerweile hat sich eine regelrechte Industrie entwickelt – etliche Hersteller

bieten Hard- oder Software an, die Arbeitsaktivität vortäuschen soll. Viele dieser technischen Hilfsmittel sind auch in Deutschland erhältlich.

So täuschen sogenannte Mouse Jiggler während Onlineschulungen, bei Videokonferenzen oder im Rahmen der Homeoffice-Arbeit Aktivität vor. Die Software AutoClicker beispielsweise simuliert immer wieder Linksklicks und erzeugt so den Glauben, am PC säße ein Mensch, der den Rechner bedient. Wie verbreitet solche Programme sind, zeigt auch die Tatsache, dass diese Software zu Beginn der Pandemie das beliebteste Programm im Angebot von heise Downloads war.

Nutzt man solche Angebote für einen Toilettengang, um einen Kaffee zu kochen oder kurz zu telefonieren, ist dies rechtlich unbedenklich. Anders sieht es aus, wenn man Mouse Jiggler oder andere Schummelsoftware am Schreibtisch allein lässt und Einkaufen geht oder ein Fitnessstudio besucht, ohne diese Abwesenheit festzuhalten. In diesem Fall spricht man juristisch von einem Arbeitszeitbetrug, also gezieltem Vortäuschen von tatsächlich nicht erbrachten Leistungen.

Undercover

Wer bei einer solchen Manipulation erwischt wird, muss mit unangenehmen Konsequenzen rechnen, denn über den materiellen Schaden hinaus entsteht auch ein erheblicher Vertrauensbruch, der in vielen Fällen sogar eine fristlose Kündigung rechtfertigt. Exemplarisch ergibt sich dies aus einem Fall, über den das Hessische Landesarbeitsgericht zu befinden hatte (Az. 16 Sa 1299/13).

In dem Fall hatte ein Mitarbeiter einer Großmetzgerei gegen seine Kündigung

geklagt. Sein Arbeitgeber hatte zur Arbeitszeiterfassung ein Chipssystem installiert. Beim Verlassen des Produktionsbereichs ebenso wie bei der Rückkehr mussten die Mitarbeiter das System mithilfe des Chips aktivieren, wobei ein akustisches Signal ertönte. Ein seit 25 Jahren im Unternehmen beschäftigter Mitarbeiter wurde dabei beobachtet, wie er den Chip mit der Hand abschirmte, wenn er diesen zum An- oder Abmelden vor das Zeiterfassungsgerät hielt. Da kein akustisches Signal ertönte, habe er gewusst, dass er den Chip erfolgreich abgedeckt hatte, argumentierte das Gericht.

Eine Kontrolle durch den Arbeitgeber ergab, dass der Kläger im Verlauf von 6 Wochen so Pausen von mehreren Stunden gemacht hatte, ohne sich ab- und wieder anzumelden. Die Zeiten waren bezahlt worden. Das Landesarbeitsgericht bestätigte wie die Vorinstanz, dass eine fristlose Kündigung in diesem Fall gerechtfertigt sei. Es läge ein Fall eines vorsätzlichen Betrugs vor, sodass es dem Arbeitgeber nicht zumutbar sei, den Betroffenen weiter zu beschäftigen. Der entstandene Vertrauensbruch wiege auch schwerer als die lange Betriebszugehörigkeit.

Zu einem ähnlichen Ergebnis dürfte ein Arbeitsgericht mit hoher Wahrscheinlichkeit auch dann kommen, wenn mithilfe von technischen Hilfsmitteln im Homeoffice Anwesenheit lediglich vortäuscht wird. In extremen Fällen, etwa wenn ein Mitarbeiter gleichzeitig in Vollzeit bei mehreren Unternehmen arbeitet, kann sogar eine Strafbarkeit wegen Betrugs nach § 263 des Strafgesetzbuches (StGB) angenommen werden. Urteile dazu sind aber bislang selten.

Fazit

Das deutsche Arbeits- und Datenschutzrecht gewährt Beschäftigten sowie Betriebs- und Personalräten vergleichsweise starken Schutz gegen ausufernde Überwachung am Arbeitsplatz. Wer sich dennoch unberechtigt im Visier seines Unternehmens wiederfindet, sollte sich gegen diese Überwachung zur Wehr setzen und Verbündete suchen. Neben den Personalvertretungen und Gewerkschaften können Datenschutzbeauftragte und Compliance-Abteilungen erste Ansprechpartner sein. Auch die Einschaltung der zuständigen Landesdatenschutzbehörde ist möglich.

(dwi@ct.de) **ct**

Informationen, Urteile: ct.de/yt17



Bild: Moritz Reichartz

Außer Kontrolle

Simon Schaupp über den Widerstand gegen Überwachung am Arbeitsplatz

Der Arbeitssoziologie Simon Schaupp hat monatelang unter prekär Beschäftigten gearbeitet, die minutiös überwacht wurden. Im Interview deckt er Hintergründe auf und erläutert, wie sich die Betroffenen dagegen wehren.

Von Hartmut Gieselmann

C't: Herr Schaupp, Sie haben als Soziologe in Ihrem Buch „Technopolitik von unten“ unter anderem Plattformunternehmen untersucht. Dazu haben Sie als Fahrradkurier mehrere Monate Essen ausgeliefert und in der Montagelinie einer Maschinenbau-fabrik gearbeitet. Haben Sie wie Günter Wallraff in seinem Buch „Ganz unten“ undercover recherchiert?

Simon Schaupp: Ich habe die Arbeitskontrolle durch Algorithmen ethnografisch untersucht. Ethnografisch heißt, wissenschaftlich und nicht journalistisch. Das war nicht undercover und ich habe mir nicht das Gesicht geschminkt. Alle, die ich bei ihrer Arbeit beobachtete, wussten, dass ich das als Wissenschaftler mache.

c't: Wo ziehen Sie die Grenze zwischen legitimer Arbeitskontrolle und illegaler Überwachung?

Schaupp: Laut Datenschutz-Grundverordnung der EU ist es so, dass es keine automatisierte individuelle Profilierung von Beschäftigten geben darf, die dann zu Disziplinarzwecken genutzt wird. Das heißt aber nicht, dass sie nicht stattfindet. Mich beschäftigte die Frage, was solche Überwachungsformen mit den Leuten machen. Ich habe mir insbesondere diese Feedbacks angeschaut, die einen dazu anhalten, sich kontinuierlich zu optimieren. Man kann sich relativ leicht vorstellen, dass dabei jeder menschliche Körper psychisch und physisch an seine Grenzen stößt.

Selbstoptimierung

c't: In Ihrem Buch sprechen Sie in diesem Zusammenhang von einer kybernetischen Feedbackschleife. Was hat es damit auf sich?

Schaupp: Bei der klassischen tayloristischen Arbeitsrationalisierung versucht das Management, jeden einzelnen Arbeitsschritt zu optimieren. Dafür sind die so-

genannten Arbeitsvorbereiter zuständig. Das sind Spezialisten, die im Labor quasi Zehntelsekunden für bestimmte Bewegungsabläufe messen. Danach wird das alles standardisiert und man kann die Leute darauf festnageln, dass sie die festgelegten Abläufe exakt einhalten.

Das kybernetische Modell ist darauf ausgelegt, den Beschäftigten in Echtzeit Feedback zu ihrem Arbeitshandeln zu geben. Dazu wird das Arbeitshandeln mit Trackingsoftware minutiös erfasst. Die Daten werden aber nicht an den Vorgesetzten übermittelt, sondern aufbereitet und automatisiert an den Beschäftigten zurückgespielt.

Die Idee ist, dass er sich aufgrund der Feedbacks selbst optimiert. Die Maschinen spielen mir beispielsweise einen Ton vor, oder ein Datenhandschuh vibriert, wenn meine Arbeitsgeschwindigkeit abfällt, sodass ich wieder über meinen Durchschnitt komme und mich so kontinuierlich verbessere.

c't: Welchen Vorteil hat das für den Arbeitgeber?

Schaupp: Die klassische Überwachung, die sich viele Manager eigentlich wünschen, ist illegal. Man kann die Leute nicht automatisiert auswerten und rausschmeißen, wenn sie nicht schnell genug arbeiten. Die kybernetische Kontrolle ist im Sinne der Datenschutz-Grundverordnung in Deutschland hingegen legal, weil sie

Daten nicht zur Auswertung weiterleitet, sondern die Ergebnisse direkt an den Arbeitnehmer zurückspielt.

In dem Industrieunternehmen, mit dem ich gearbeitet habe, hatte der Manager voll umfassende Überwachungsfantasien: Er wollte die Augenbewegungen und sogar den Schweiß über Sensoren im Stuhl tracken, um zu sehen, bei welchen Arbeitsschritten die Nervosität wuchs. Ihm wurde dann aber relativ schnell zurückgemeldet, dass das nicht geht und dass es sich sehr einfach rechtlich verhindern lässt.

Aber was geht, und das hatte tatsächlich der Gewerkschaftssekretär als „Kompromissvorschlag“ angeregt, ist: den Leuten Feedbacks zu geben, die sie dann scheinbar freiwillig befolgen. Bei den Beschäftigten hat das permanente Feedback aber großen Stress ausgelöst.

Sabotageakte

c't: Die Feedbackschleife setzt also darauf, dass die Arbeiter aus ihrem Berufsethos heraus eigentlich gute Arbeit abliefern wollen. Aber die engmaschige Überwachung torpediert deren intrinsische Motivation?

Schaupp: Ich habe tatsächlich versucht, gegen diese Feedbacks zu verstoßen. Und da merkt man, dass es psychologisch sehr schwerfällt, absichtlich schlecht zu arbeiten. Das ist genau die Idee der Feedbackmethode. Sie stößt jedoch an eine Grenze, wenn man sie mit einer Dequalifikation der Arbeit kombiniert. Und insbesondere dieses Gefühl, zum Roboter gemacht zu werden, hat bei vielen die Würde angekratzt und sie so sehr provoziert, dass sie informelle Protestaktionen starteten, die bis zur Sabotage gingen.

c't: Können Sie Beispiele nennen?

Schaupp: Das fängt an damit, dass man intuitiv versucht, im Kopf eine Art Reverse Engineering dieser Algorithmen durchzuführen. Wie kommen die eigentlich zu ihren Anweisungen und zu ihren Feedbacks? Und dann fängt man damit an, das

System auszutricksen. Einige Fahrradkuriere haben zum Beispiel in der App die Auslieferung verspätet bestätigt, um noch eine kurze Verschnaufpause zu bekommen.

c't: Ging kein rotes Lämpchen an, wenn die Auslieferung zu lange dauerte?

Schaupp: Genau, das war der nächste Punkt, damit setzte eine Form von Wettrüsten ein. Als Folge führte das Management eine zusätzliche Metrik ein, die die Zeit beim Kunden minimieren sollte. Die Fahrer begannen darauf-

hin, das GPS der Smartphones mit speziellen Apps zu manipulieren. Daraufhin wurde die Steuerungs-App gepatcht, um solche Manipulationen zu erkennen.

c't: Sind diese Überwachungsprogramme überhaupt so allmächtig, wie die Hersteller behaupten, oder suggerieren sie dies nur?

Schaupp: Da gibt es quasi immer massive Lücken. Das ist in der sozialwissenschaftlichen Überwachungsforschung ein Standardbefund. Allein das Gefühl, vom Turm überwacht zu werden, trägt bereits zur Disziplinierung bei, auch wenn man tatsächlich gar nicht beobachtet wird.

Deswegen bauen viele dieser Überwachungstechniken darauf auf, bei den Beschäftigten eine Illusion von Kontrolle zu erzeugen. Gerade in Deutschland spielt das eine ganz große Rolle. Die permanenten Feedbacks sollen den Beschäftigten immer wieder daran erinnern, dass er unter Beobachtung steht.

c't: Steigt durch die ständige Illusion der Überwachung nicht die Zahl der Krankheitstage oder mehren sich Fälle von Burnout?

Schaupp: Ja, in meiner Befragung haben die Leute durchweg davon gesprochen, dass die Überwachung großen Stress verursacht, bis hin zur Schlaflosigkeit. Aus Sicht der Arbeitgeber ist zudem problematisch, dass die Identifikation mit dem Unternehmen nachlässt. Wenn ich als Beschäftigter das Gefühl habe, der Arbeit-



Bild: Simon Schaupp

Simon Schaupp ist Arbeitssoziologe an der Universität Basel. In Deutschland untersuchte er Reaktionen von Beschäftigten auf Überwachungsprogramme in der Industrie und bei Lieferdiensten.

geber misstraut mir quasi bei jeder Bewegung, stellt sich ein spiegelverkehrtes Misstrauen ein. Damit provoziert die Überwachung in vielen Fällen überhaupt erst das abweichende Verhalten, das das Management eigentlich verhindern wollte.

Kommunikationsdaten für die KI

c't: Seitdem das Arbeiten im Homeoffice en vogue ist, setzen viele Firmen für ihre Büroangestellten Videokommunikationsprogramme wie Microsoft Teams ein. Mit jedem Update kommen dort neue Analyse- und Kontrollfunktionen hinzu. Steuern wir da auch auf eine Rundumüberwachung zu?

Schaupp: Diese Software gewinnt alle Informationen, indem sie Metadaten sammelt. Anschließend werden die Daten zum Kommunikationsverhalten völlig losgelöst vom Inhalt ausgewertet. Mit KI-gestützter Software versucht man herauszufinden, ob das Kommunikationsverhalten mit Leistungs- und Produktionsdaten korreliert. Frei nach dem Motto: Wir sammeln erstmal alle Daten und werfen sie später einer KI vor. Die wird dann schon irgendwelche Muster erkennen.

c't: Die Programme haben oft jede Menge Einstellungen. Da ist es schwierig, den Überblick zu behalten, nicht nur für Administratoren und Personalmanager, sondern auch für Betriebsräte, die nach § 87 Betriebsverfassungsgesetz unumgänglich ein Mitspracherecht haben. Welche Möglichkeiten haben diese?

Schaupp: Die Verantwortlichen des Unternehmens sind verpflichtet, sich einen genauen Überblick zu verschaffen, welche Funktionen sie updaten und aktivieren. Der Betriebsrat kann auf Kosten des Arbeitgebers Sachverständige hinzuziehen.

Ich habe tatsächlich einen Betriebsrat in einem Unternehmen begleitet, das Microsoft 365 als umfassende Enterprise-Resource-Planning-Software einsetzte. Der

Betriebsrat hatte ein Mitglied abgestellt, das sich allein um dieses System kümmerte. Er sollte nicht nur prüfen und aushandeln, welche Funktionen freigeschaltet und aktiviert werden, sondern vor allem Klarheit bekommen: Was passiert da eigentlich?

Gerade wenn es um Optimierungsideen geht, bedeuten diese oft eine Arbeitsverdichtung. Der Betriebsrat konnte sich der Rationalisierung nicht komplett versperren, aber immerhin zusammen mit der Gewerkschaft zusätzliche Urlaubstage zum Ausgleich durchsetzen.

Hire and fire

c't: In Ihrem Buch beschreiben Sie eine Abwärtsspirale, bei der die Arbeit durch digitale Anleitungen immer weiter dequalifiziert wird. Wie funktioniert das?

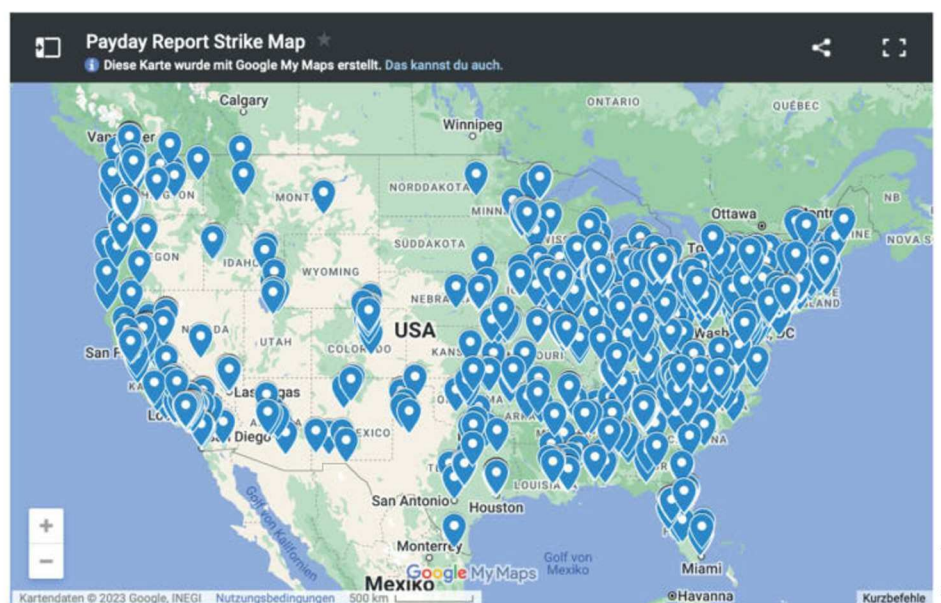
Schaupp: In der Fabrik, in der ich gearbeitet habe, wurden die Facharbeiter aufgefordert, ihr Arbeitswissen in diese Arbeitsleitsysteme einzuspeichern. Danach wurden diese Leitsysteme dazu verwendet, ungelernte Beschäftigte den Job der bisherigen Fachkräfte machen zu lassen. Das unterstützt Hire-and-fire-Praktiken, weil sich die Anlernzeit reduziert. Und weil die algo-

rithmische Arbeitssteuerung sprachlich konfigurierbar ist, lässt sich die Arbeit einfacher an schlechter bezahlte Migranten auslagern.

c't: Wie reagierte die Belegschaft?

Schaupp: Man kann drei Phasen unterscheiden: Zunächst wird um die Deutung bestimmter Technologien gerungen. Das Management verkündet ihre zukunftsgerichteten, positiven Visionen mit futuristischen Namensgebungen, die oft irgendwas mit Weltraum zu tun haben. Die Belegschaft versah die Geräte aber mit Namen, die sie lächerlich machten. Ein Handschuh mit Vibrationsfeedback wurde beispielsweise als Sex-Toy oder Elektroschocker bezeichnet. Mit solchen Formen humoristischer Aneignung versichern sich die Beschäftigten einer gemeinsamen, kritischen Haltung.

In der zweiten Phase kann der Betriebsrat dies aufgreifen und Probleme offen aussprechen. Er kann versuchen, zu einer Betriebsvereinbarung mit dem Arbeitgeber zu kommen. Im Fall des Handschuhs hatte der Betriebsrat aber kein Problembewusstsein und winkte ihn durch, weil er nur auf den Datenschutz schaute und dort keine Probleme sah. Die von mir beschriebene kybernetische Feedbackschleife war für ihn kein Thema. Dieses permanente Feedback scheint mir aber wesentlich problematischer zu sein als der Datenschutz, weil es für steigende Arbeitsbelastung und Stress verantwortlich ist.



In den USA, wo Arbeitsplatzüberwachung und Hire and fire an der Tagesordnung sind, registrierte der Payday-Report über 3000 Arbeitskämpfe seit März 2020.

MACH, WAS WIRKLICH ZÄHLT.



ZIVIL

FOLGE DEINER BERUFUNG.



Werde Ingenieur/in (m/w/d) im technischen
Verwaltungsdienst in Koblenz oder Lahnstein!
bundeswehrkarriere.de



BUNDESWEHR

Die Ignoranz des Betriebsrates führte dann zur dritten Eskalationsstufe, in der die Beschäftigten wirklich sauer wurden und anfangen, die Geräte zu manipulieren und zu sabotieren, sodass das Management sie schließlich wieder entfernte.

c't: Bei den Liefer- und Shoppingplattformen sind die Mitarbeiter nur selten in Gewerkschaften organisiert und die Firmen bekämpfen die Bildung von Betriebsräten. Weshalb kommt es dort trotzdem immer wieder zu Arbeitskämpfen?

Schaupp: Die These, dass deren Mitarbeiter alle so vereinzelt und atomisiert sind und sich gar nicht wehren können, hat sich als völlig falsch erwiesen. Der Konfliktgrad ist viel höher als in allen vergleichbaren Branchen, die nicht nach diesem Plattformmodell laufen.

80 Prozent der Arbeitskampf- und Protestaktionen in der Plattformökonomie gehen aber nicht von Gewerkschaften oder Betriebsräten aus, sondern von selbstorganisierten oder autonomen Betriebsgruppen.

Jenseits der Gewerkschaften

c't: Wie wirkt sich das aus?

Schaupp: Empörte Beschäftigte organisieren sich in radikaleren Basisgewerkschaften, die eine stärkere antagonistische Position einnehmen. Das hat aus Sicht der Beschäftigten den Vorteil, dass es dort oft kämpferischer zugeht und man sich nicht so viel gefallen lässt. Es hat aber auch den Nachteil, dass man nicht auf die Machtressourcen der Gewerkschaften zurückgreifen kann.

Nach dem großen Streik von 300 „Gorillas“-Fahrern [im Herbst 2021 in Deutschland – Anm. d. Red.] hat das Unternehmen diese einfach entlassen. Mit einer durchsetzungskräftigen Gewerkschaft hätte man das vermutlich verhindern können.

Das zeigt nochmal, welche arbeitspolitische Rolle der algorithmischen Arbeitsleitung zukommt. Nur weil man quasi keine Anlernzeit hat und die Leute vom Algorithmus gesagt bekommen, was sie machen sollen, ist es überhaupt ökonomisch möglich, so viele Leute auf einmal zu entlassen, ohne sich selbst in den Ruin zu treiben. Kein normales Unternehmen könnte sich das leisten.

c't: Welche Unterschiede sehen Sie zur Bürowelt, wo KI-Systeme Einzug halten



Bild: FAU

Anarchosyndikalisten der FAU organisieren prekär Beschäftigte von Plattformdienstleistern, die von sozialpartnerschaftlichen Gewerkschaften enttäuscht sind. Die Organisation kämpft um ihren Gewerkschaftsstatus und steht unter Beobachtung des Verfassungsschutzes.

und als Copilot eingesetzt werden sollen? Werden dort alle zu Clickworkern degradiert, oder gibt es auch Gewinner, die künftig beispielsweise Programmieren lernen und besserbezahlte Jobs finden?

Schaupp: Dort gibt es eine Polarisierungsdynamik, mit dem Algorithmus als Trennwand. Auf der einen Seite stehen die Gewinner, die neue Algorithmen programmieren sowie optimieren und das Management vorantreiben. Auf der anderen Seite stehen die Verlierer, deren Arbeit abgewertet wird und die von diesen Algorithmen kontrolliert werden.

Gewinner und Verlierer

c't: Wo verläuft die Trennlinie?

Schaupp: Der große Verlierer ist das mittlere Management, das ist schon heute relativ klar. Der Teamleiter, der durch die Fabrik patrouillierte, in der ich arbeitete, und den Leuten sagte, wie sie es machen und schneller arbeiten sollten, wurde durch ein algorithmisches Arbeitssteuersystem ersetzt.

In Callcentern ist es meistens billiger, noch mehr Niedriglöhner einzustellen, als sich avancierte Technologie anzuschaffen.

Natürlich könnte man das automatisieren, es ist nur ökonomisch unrentabel, das zu tun. Wenn man das versucht, dann sind die Kunden verärgert, wenn sie einen Bot an der Leitung haben. Da stößt man an Grenzen. Alle, die irgendetwas mit Menschen zu tun haben, sind deshalb relativ safe.

c't: Führt auch die Arbeit mit einer KI tendenziell zur Dequalifizierung?

Schaupp: Wenn Sie mit einer KI arbeiten, dann übernimmt die KI als Copilot auf Dauer immer mehr Fähigkeiten. Irgendwann ist es dann nicht mehr der Mensch, der die KI steuert, sondern das Verhältnis dreht sich um.

Durch Algorithmen und KI können zudem Entscheidungen einfacher legitimiert werden. Bei den Lieferkurieren zahlte das Management mit großer Regelmäßigkeit den Lohn verspätet oder nicht korrekt aus. Zur Begründung wurde immer gesagt, das geschehe automatisch, da könne man nichts machen. Die Beschäftigten gehen viel weniger auf die Barrikaden, wenn man ihnen sagt, es liege an einem Softwarefehler.

c't: Was können also Angestellte aus den Kämpfen der Plattformbelegschaften lernen?

Schaupp: Man kann mitnehmen, dass man einen Betriebsrat gründen sollte, weil der einem Informationen verschafft, zu denen man sonst keinen Zugang hat. Zweitens ist es besonders wichtig, sich nicht isolieren zu lassen. Gerade in Bezug auf das Homeoffice ist aus meiner Sicht die größte Gefahr, dass man einfach nicht mehr miteinander spricht und sich deshalb auch leichter gegeneinander ausspielen und in Konkurrenz zueinander setzen lässt. Das sollte man vermeiden, indem man eigene, autonome Kommunikationsstrukturen einrichtet, die nicht unter Kontrolle des Arbeitgebers sind. Welche Plattform man dazu nutzt, ist eigentlich egal.

Kommt es zu einem Konflikt, ist viel Vertrauen notwendig. Das kann man allein durch Chats aber nur sehr schwierig aufbauen. Dazu braucht es Face-to-Face-Kommunikation im Büro. (tag@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Simon Schaupp, Technopolitik von unten, Algorithmische Arbeitssteuerung und kybernetische Proletarisierung, Matthes & Seitz Berlin, 2021



1blu

12

**.de-Domains
inklusive!**

Explosives Angebot: **Homepage XL**

12 .de-Domains inklusive

- > 100 GB Webpace
- > 1.000 E-Mail-Adressen
- > 80 GB E-Mail-Speicher
- > 80 MySQL-Datenbanken
- > Kostenlose SSL-Zertifikate per Mausklick
- > Viele 1-Klick-Apps inklusive
- > Webbaukasten & Webkonferenzlösung

2,49
€/Monat*



**Angebot gültig
bis 30.11.2023!**
Preis gilt dauerhaft.

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

030 – 20 18 10 00 | nur unter **www.1blu.de/xl**

Warnschuss

EU-Kommission leitet Verfahren gegen X ein

Weil die zuständige Aufsichtsbehörde bei der EU-Kommission die Content-Moderation von X im Zusammenhang mit dem Terrorangriff auf Israel mangelhaft findet, verlangt sie nun förmlich Auskünfte.

Von Holger Bleich

Diese Situation ist wohl nicht im Sinne der Erfinder: Viel schneller als geplant muss der Digital Services Act (DSA) zeigen, was er kann. Grund dafür ist die aktuelle weltweite Krisensituation, ausgelöst durch den Angriff der Terrororganisation Hamas auf Israel. Die sozialen Medien wie X und Facebook quellen über vor jugendgefährdenden Inhalten, strafbaren Äußerungen und zweifelhaften Informationen unbekannter Herkunft.

Mitten in dieser Situation entfaltet das EU-Plattformgesetz DSA noch nicht seine volle Wirkung, überschreibt aber bereits nationale Regelungen wie das deutsche Netzwerkdurchsetzungsgesetz (NetzDG), zumindest was seine Anwendung auf sehr große Plattformen (Very Large Online Platforms, VLOPS) angeht. Offensichtlich wurmt die EU-Kommission diese kritische Phase so sehr, dass sie zu ungewöhnlichen Maßnahmen greift.

In öffentlichen Briefen erinnerte etwa der EU-Binnenmarktkommissar Thierry Breton am 11. Oktober X, Meta und TikTok an ihre Pflichten aus dem DSA zur Content-Moderation, die seit ihrer Benennung zu VLOPS Ende August gelten (siehe c't 21/2023, S. 30). Breton kündigte in den Schreiben an, die DSA-Vorgaben rigoros durchzusetzen, verlangte Auskünfte und drohte indirekt mit Verfahren und Bußgeldern.

Meta hat umgehend auf Bretons Schreiben reagiert. Laut einer Mitteilung hatte der Konzern bereits eine spezielle Einsatzzentrale mit Experten, darunter

auch solchen mit hebräischen oder arabischen Sprachkenntnissen, eingerichtet, um schnell auf die Entwicklungen reagieren zu können. Ziel sei es, Beiträge mit Verstößen gegen die Community-Richtlinien sowie Fehlinformationen rasch zu entfernen. In den drei Tagen nach dem Anschlag am 7. Oktober habe man mehr als 795.000 Inhalte in arabischer oder hebräischer Sprache entfernt oder als verstörend markiert, weil sie gegen diese Richtlinien verstießen.

TikTok versicherte Breton, man habe „umfangreiche Ressourcen und Personal“ mobilisiert, um die Sicherheit der Community und die Integrität der Plattform zu gewährleisten. Eigenen Auskünften zufolge hat TikTok eine Reihe von Maßnahmen zum Schutz der Nutzerinnen und Nutzer ergriffen: Das Unternehmen habe



In einer Gesprächsrunde mit Journalisten rechtfertigte EU-Kommissar Thierry Breton sein Vorgehen: „Ich dachte, ich sollte die Plattformen warnen und sie an ihre Verpflichtung erinnern, vor allem, weil wir eine Zunahme von terroristischen Aufrufen und Bildern auf einigen Plattformen beobachten konnten.“

eine Kommandozentrale aus Sicherheitsexperten eingerichtet und mehr Moderatoren eingestellt, die Arabisch und Hebräisch sprechen, „um Inhalte im Zusammenhang mit diesen Ereignissen zu überprüfen“. Verletzende Inhalte und Konten würden entfernt.

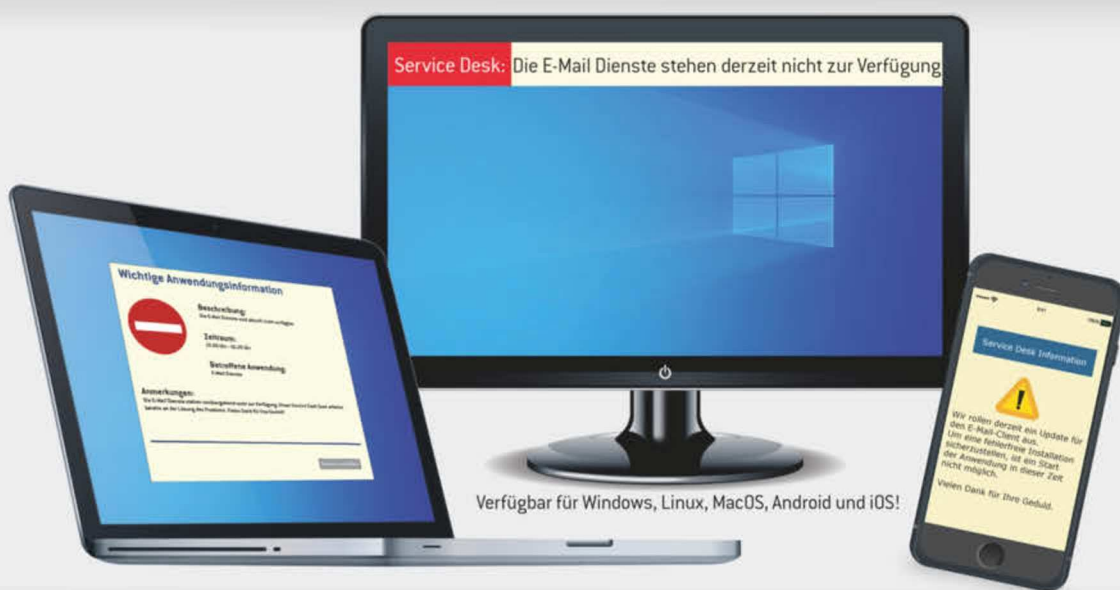
Überforderte EU-Aufsicht

Während X-Besitzer Elon Musk Breton auf seiner eigenen Plattform erwiderte, über seinen Kurznachrichtendienst würden viel weniger Desinformationen verbreitet als auf anderen sozialen Plattformen, hat X-Geschäftsführerin Linda Yaccarino Bretons ursprüngliche Fragen schriftlich beantwortet. Ihre Antworten genügten allerdings der für die Aufsicht zuständigen Generaldirektion (DG) Connect nicht. Diese richtete am 13. Oktober ein förmliches Auskunftsverlangen gemäß Art. 67 DSA an X. Ob X darauf fristgerecht bis zum 31. Oktober geantwortet hat, war bis zum Redaktionsschluss dieser Ausgabe noch offen. Die DG Connect wies zumindest darauf hin, dass sie anderenfalls ein Verfahren nach Art. 66 DSA einleiten könne, dann drohen X Geldbußen und Zwangsgelder.

Anders als in der Tagespresse oft dargestellt hat die DG Connect explizit nicht den Krisenreaktionsmechanismus nach Art. 36 DSA aktiviert, der beispielsweise in Terrorlagen strengere Vorschriften für VLOPS vorsieht. Dies hätte sie auch gar nicht gekonnt, denn dazu benötigt sie die Zustimmung des sogenannten „Gremiums“ oder „Boards“, einer Art Aufsicht, die sich aber erst im Februar 2024 konstituiert. Erst dann wird der DSA voll wirksam, und dann müssen auch alle Mitgliedsstaaten ihre Aufsichtsorganisationen benannt haben. Weil diese Unterstützung derzeit noch fehlt, wirkt die DG Connect mit ihren rund 120 Mitarbeitern bei der Durchsetzung etwas überfordert.

Abhilfe sollen nun zwei Vereinbarungen mit bereits benannten Behörden bringen, die die DG Connect am 23. Oktober unterzeichnet hat: Ab sofort arbeiten ihr die Medienregulierungsbehörden Frankreichs (Arcom) und Irlands (Coimisiún na Meán) zu. Man wolle gemeinsam „Fachwissen und Fähigkeiten“ aufbauen, und das „bereits vor Ablauf der Frist, ab der die Mitgliedstaaten dann ihre eigene Rolle bei der Durchsetzung des DSA zu spielen haben werden“, teilte die EU-Kommission mit. (hob@ct.de) **ct**

MAIL WAR GESTERN



Verfügbar für Windows, Linux, MacOS, Android und iOS!

Jetzt zielgenau informieren

- ✓ Verschiedene Darstellungsmöglichkeiten (Laufband, Popup, Mobile, etc...)
- ✓ Kritische Informationen werden direkt wahrgenommen
- ✓ Zielgenaue Anwenderinformation bei IT-Störungen
- ✓ Bildschirmalarmierung und Evakuierung per Tastendruck



Malware per Google-Suche

Die IT-Sicherheitsfirma Malwarebytes warnt vor Schadsoftware, die über Werbung in der Google-Suche verbreitet wird.

Kriminelle platzieren Google-Werbung für bekannte Programme, um Links auf Schadsoftware zu verbreiten. Im einfachsten Fall ist die in der Malware-Werbung angezeigte URL zwar nicht die richtige, das wird aber allzu leicht übersehen. Die IT-Sicherheitsfirma Malwarebytes beschreibt beispielsweise eine Kampagne, die sich als Werbung für den Editor Note-

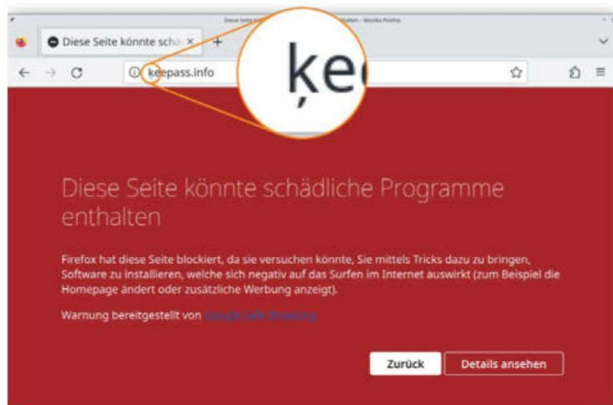
pad++ ausgab. Wer auf die Anzeige klickte, gelangte über eine automatische Weiterleitung zu einer Kopie der Notepad++-Webseite. Die bot Opfern statt dem Editor Malware zum Download an.

Mittels der Weiterleitung fangen die Kriminellen Anfragen ab, die von bekannten Analysesystemen und dergleichen kommen, und präsentieren ihnen eine harmlose Dummyseite. Als zweite Stufe versuchte die falsche Notepad++-Seite per JavaScript, virtuelle Maschinen, Emulatoren und andere Testumgebungen zu erkennen. Ihnen wurde der echte

Editor zum Download angeboten, wodurch die Malware-Werbung lange unerkannt blieb.

In einem zweiten Fall beschreibt Malwarebytes ein noch gewiefteres Vorgehen: Die Anzeigen – diesmal für den Passwortmanager KeePass – zeigten das Logo und die korrekte URL des Programms: keepass.info. Google verlangt nämlich nicht, dass Anzeigen *direkt* auf die dargestellte URL verlinken. Eine Umleitung ist erlaubt, was Kriminelle wie beschrieben nutzen, um Prüfungssysteme auf die korrekte Seite zu verweisen und potenzielle Opfer auf eine gefälschte.

Die Fälschung nutzte außerdem einen internationalisierten Domainnamen (IDN) und war optisch von keepass.info kaum zu unterscheiden (siehe Bild). Browser versuchen zwar bei Verwechslungsgefahr die IDN-Codierung Punycode anzuzeigen, die Regeln dafür sind aber nicht perfekt und zudem komplex (siehe ct.de/yf2a) – immerhin soll Nutzern so selten wie möglich unlesbarer Zeichensalat angezeigt werden. Dadurch finden sich immer wieder Domainnamen, bei denen die Regeln nicht greifen. (syt@ct.de)



Das K hat keinen Fussel unter sich, sondern ist ein lettischer Buchstabe – und die Domain damit die falsche.

„Prebunking“ gegen Desinformation

Google hat zusammen mit seinem Tochterunternehmen Jigsaw, dem Start-up Moonshot und diversen Partnern in Deutschland (Amadeu Antonio Stiftung, Alfred Landecker Foundation, Correctiv, Das NETTZ, Klicksafe, Neue deutsche Medienmacher*innen) eine **Kampagne gegen Desinformation durchgeführt und ausgewertet**.

Drei als Anzeigen auf YouTube, Facebook und Instagram ausgespielte Videos sollten Zuschauer für die Manipulationstechniken Dekontextualisierung, Panikmache und Whataboutism sensibilisieren. Bei der „prebunking“ (Kofferwort aus pre = vorher und engl. debunk = widerlegen) genannten Methode wird die Manipulation in einer leicht durchschaubaren Variante präsentiert und anschließend erklärt.

Im Vergleich zur Kontrollgruppe, die keines der Videos gesehen hatte, gelang es im Anschluss etwa 5,4 Prozent mehr Teilnehmern, Manipulationstechniken zu erkennen. Schon bei den 21,9 Millionen

Nutzern, die die Kampagne auf YouTube erreichte, entspreche das etwa 1,1 Millionen Menschen. Das mache diese Kampagne in Deutschland zur erfolgreichsten, die Jigsaw bislang durchgeführt hat, so Google. (syt@ct.de)

Blogpost und Prebunking-Paper:
ct.de/yf2a



Ausschnitt aus einem Video zur Dekontextualisierung von Nachrichten.

Zwei WhatsApp-Konten

WhatsApp-Nutzer können in der Android-App ab sofort **zwei Konten auf einem Smartphone einrichten**. Besonders Menschen, die beruflich den Messenger benutzen, aber auch einen privaten Account haben, sollen laut WhatsApp profitieren: „So musst du dich nicht mehr jedes Mal abmelden, zwei Handys mitnehmen oder dir Sorgen machen, dass du versehentlich vom falschen Konto aus Nachrichten sendest“, erklärte das Unternehmen im Blog.

Wer ein zweites Konto in der App führen möchte, braucht allerdings auch zwei Telefonnummern und ein Smartphone, das entweder Multi-SIM- oder eSIM-fähig ist. In den Einstellungen von WhatsApp gibt es dann die Möglichkeit, über den Pfeil neben dem Namen ein Konto hinzuzufügen. Die Privatsphären- und Benachrichtigungseinstellungen gelten jeweils pro Konto. Ob die Funktion irgendwann auch in der iOS-App verfügbar sein wird, ließ WhatsApp offen. (hob@ct.de)

EZB treibt digitalen Euro weiter

Die Untersuchungsphase ist beendet, die Vorbereitungsphase beginnt: Europas Zentralbank will ab November die Voraussetzungen schaffen, damit die Politik den digitalen Euro einführen kann, sofern sie es will.

Innerhalb von zwei Jahren möchte die Europäische Zentralbank (EZB) laut einer Mitteilung die Regeln für den digitalen Euro festlegen. Außerdem wolle sie Anbieter auswählen, die eine Plattform und die Infrastruktur für die digitale Währung entwickeln können. Zuvor hatte die EZB zwei Jahre lang gemeinsam mit Marktteilnehmern wie Verbrauchern und Händlern technische Fragen und den Datenschutz evaluiert. Ein Ergebnis war, dass ein hohes Maß an Anonymität möglich sei,

sofern man offline mit dem digitalen Euro zahlen könne.

Bereits im Juni hatte die EU-Kommission begleitend den Entwurf eines Rechtsrahmens vorgelegt und betont, dass der digitale Euro Bargeld ergänzen, nicht aber abschaffen solle. Mit der digitalen Zentralbankwährung (CBDC) will die EU sowohl anderen Ländern mit eigener CBDC als auch privaten Initiativen wie PayPals Stablecoin etwas entgegenzusetzen. Zustimmung, aber auch Kritik kommt weiterhin von Banken: Sie fordern beispielsweise Mengenbegrenzungen für Verbraucher, um die Finanzmarktstabilität sicherzustellen. Die Bundesbank rechnet daher angesichts der zu erwartenden Debatte nicht vor 2027 mit einer Einführung des digitalen Euro.

(mon@ct.de)



Bild: dpa / Daniel Karmann

Europas Zentralbank hat die Untersuchungen zum digitalen Euro beendet und will nun den Start vorbereiten. Die politische Debatte soll parallel stattfinden.

Klimageld frühestens 2025 direkt vom Staat

Die Bundesregierung will auf drei Wegen die IBANs von Bürgern erfassen, um ihnen künftig **Fördergelder wie das Klimageld direkt überweisen** zu können. So sollen Familienkassen die Bankverbindungen von Kindergeldempfängern ab Dezember ohne Nachfrage an das Bundeszentralamt für Steuern (BZSt) übermitteln.

Das BZSt speichert die IBAN dann zusammen mit der Steuer-ID des Kontoinhabers. Banken sollen die IBAN an das BZSt übermitteln dürfen, wenn ein Kunde sie dazu ausdrücklich auffordert. Eine dritte freiwillige Option soll das Steuerportal Elster bieten.

Der genaue Zeitplan, bis wann das BZSt die IBANs einsammeln und mit den

Auszahlungen beginnen will, ist jedoch noch unklar. Laut Finanzminister Lindner könnte dies frühestens 2025 passieren. Dann will der Bund voraussichtlich 13 Milliarden Euro aus dem nationalen CO₂-Preis einnehmen. Die Ampelkoalition ist sich aber noch uneins, ob und wie viel die Regierung davon tatsächlich an Bürger auszahlen soll.

(mon@ct.de)

WIBU
SYSTEMS

CodeMeter – Eine Symphonie von Software-Monetarisierungs-Tools

- Komponieren Sie Ihren eigenen Code
- Orchestrieren Sie Ihre Lizenzstrategie
- Stimmen Sie Ihren IP-Schutz genau ab
- Verbreiten Sie Ihr gestaltetes Werk

Klingt einfach, oder?
Und das ist es auch
mit CodeMeter



formnext

Halle 12
Stand B01D



sps

Halle 6
Stand 428

Treffen Sie uns!

+49 721 931720

sales@wibu.com

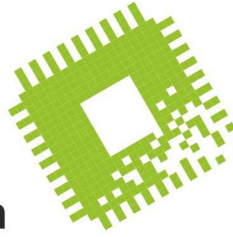
www.wibu.com



**SECURITY
LICENSING
PERFECTION IN PROTECTION**

Bit-Rauschen

Der bisher schnellste RISC-V-Prozessor rechnet eher langsam



Die offene RISC-V-Technik hat viele Vorteile, schwächt bisher aber bei der Rechenleistung. Samsung und Qualcomm stellen Chips fürs Smartphone Galaxy S24 vor. Nvidia verspricht noch stärkere KI-GPUs.

Von Christof Windeck

Die RISC-V-Technik ist erfolgreich, laut RISC-V Foundation wurden schon mehr als 10 Milliarden Chips damit produziert. Meistens geht es dabei jedoch um simple 32-Bit-Kerne (RV32) für (eingebettete) Mikrocontroller, bei denen es auf Rechenleistung nicht so ankommt. RV64GC-Kerne für Linux findet man hingegen noch nicht häufig und die meisten rechnen lahm. Das zeigte sich schon beim ersten bezahlbaren Raspi-Konkurrenten mit RISC-V, dem StarFive VisionFive 2, dessen Vierkerner JH7110 mit den vor fünf Jahren vorgestellten SiFive-U74-Kernen nicht die Wurst vom Brot zieht.

Schottische Supercomputer-Experten nahmen nun den chinesischen 120-Watt-Chip Sophgo Sophon SG2042 mit 64 RISC-V-Kernen vom Typ XuanTie C920 unter ihre Benchmark-Lupe. Sie vermaßen Berechnungen mit den fürs High-Performance Computing (HPC) wichtigen Gleitkommazahlen mit einfacher und doppelter Genauigkeit (FP32/FP64). Dabei schlägt der SG2042 zwar den erwähnten JH7110 um Längen, doch Intels sieben Jahre alter Xeon E5-2695 v4 (Broadwell) mit nur 18 x86-Kernen ist vier- bis zwölfmal so schnell. Dabei haben die 64 C920-Kerne sogar 128-Bit-Vektorrechenwerke, takten mit 2 GHz und haben ähnlich große L2- und L3-Caches wie der alte Xeon, der nominell ebenfalls 120 Watt schluckt.

Nun werden zwar immer wieder schnellere RISC-V-Kerne angekündigt,

kürzlich etwa der SiFive P870. Doch es dauert Jahre, bis sie endlich in System-on-Chip (SoCs) aus der Serienfertigung auf dem Markt erscheinen. Das ist ein Hase-und-Igel-Rennen mit den etablierten ARM- und x86-Prozessoren. So hatte SiFive 2021 beispielsweise den P550 angekündigt als damals schnellsten RISC-V-Kern, der es mit einem ARM Cortex-A75 aufnehmen sollte. Doch P550-SoCs sind noch nirgends zu finden, während der Raspberry Pi 5 mit flinken Cortex-A76-Kernen vergleichsweise günstig ins Rennen geht.

Samsung-ARMe

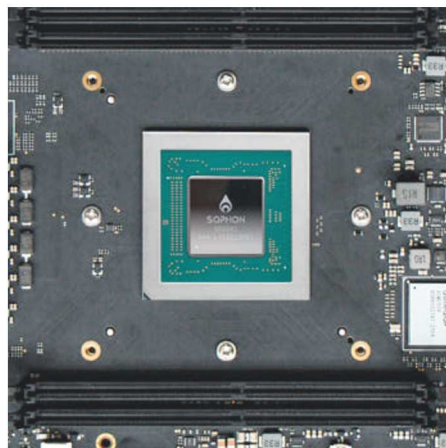
Samsung entwickelt schon seit vielen Jahren ARM-SoCs für Smartphones, nämlich die Exynos-Serie. Immer wieder bleibt diesen in den hauseigenen Galaxy-Smartphones aber nur der Katzentisch, die Spitzengeräte bekommen Qualcomm-Snapdragons. Letztere sind oft noch einen Tick schneller und vor allem aber effizienter, müssen sich also bei längerer Belastung nicht so schnell drosseln, um nicht zu überhitzen. In diesem jahrelangen Wettrennen zwischen den Samsung-internen

Entwicklern und Qualcomm übernehmen bald Exynos 2400 und Snapdragon 8 Gen 4 die Staffelstäbe, beide haben je einen „Prime Core“ vom ARM-Typ Cortex-X4. Vorab entwichene Ergebnisse des Geekbench 6.2.0 zeigen den Drachen wieder leicht in Führung. Möglicherweise liegt es daran, dass der Snapdragon wie Apples A17 Pro der TSMC-Fertigungstechnik N3 entstammt, während Samsung den Exynos 2400 mit „4LPP“ fertigt. Das überrascht, weil Samsungs hauseigene 3-Nanometer-Technik mit Gate-All-Around-Transistoren angeblich schon seit Mitte 2022 in Serie läuft. Bloß kennt man bis heute keinen Chip, der sie nutzt – wir bleiben gespannt.

Samsungs Chipsparte musste auch fürs dritte Quartal 2023 Verluste melden, aber die fielen kleiner aus als befürchtet. Man erwartet, 2024 wieder Gewinn zu machen. Die Preise für NAND-Flash zogen schon wieder an, auch weil die Produktion gekürzt wurde, um das Angebot zu verknappen. Auch bei DDR5-Arbeitspeicher sollen Nachfrage und Preise anziehen.

Nvidias KI-Roadmap

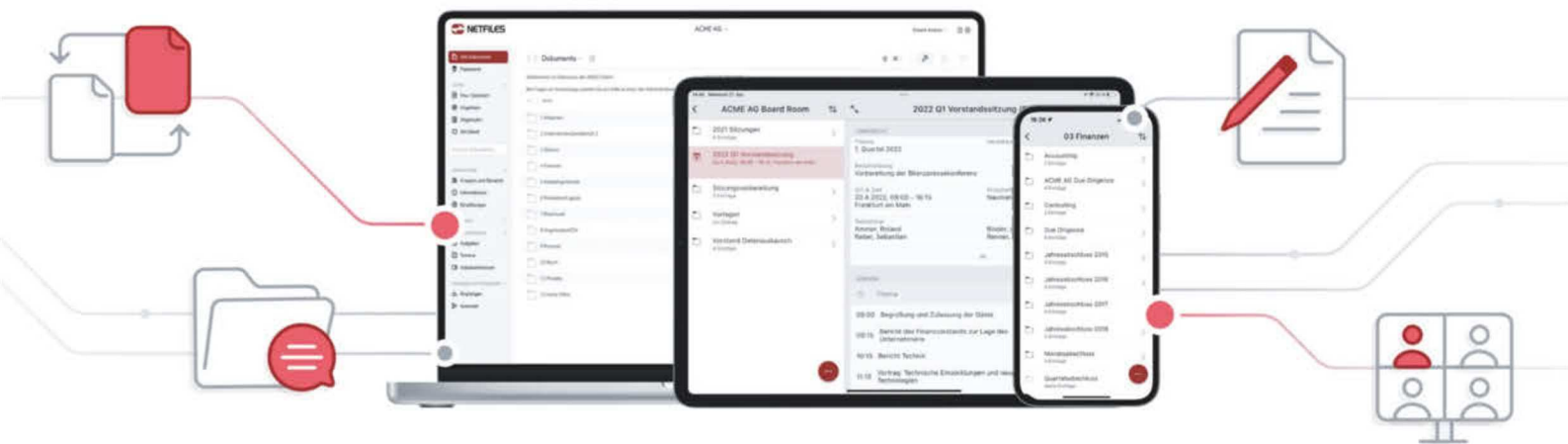
Fast jeder Hersteller, der eigene KI-Beschleuniger entwickelt, vergleicht sie mit denen von Nvidia, aktuell also vor allem mit Hopper (H100). AMD-Chefin Lisa Su meint lustigerweise trotzdem, es hätte sich noch kein klarer Marktführer bei KI-Beschleunigern etabliert. Und immer wieder preisen Firmen mutig Chips an, die schneller, effizienter oder billiger sein sollen als eine H100. So mancher angebliche Nvidia-Killer hat aber das eine oder andere Problemchen – einige sind nicht wirklich fertig, anderen fehlt noch Software. Jetzt machte Platzhirsch Nvidia eine Ansage in Form einer Roadmap bis 2026: 2024 kommt nicht bloß ein H200, also vermutlich eine neue Hopper-Variante, sondern auch ein B100 – das B steht für Blackwell. 2025 will Nvidia wieder einen Neuling bringen, genannt „X100“ – das „X“ ist vermutlich ein Platzhalter. Am ARM-Prozessor Grace scheinen keine wesentlichen Änderungen geplant, die Kombiprozessoren für 2024 und 2025 heißen GH200, GB200 und GX200. Die Varianten fürs KI-Training mit supergroßem RAM bekommen den Zusatz NVL, die erste Version GH200NVL kommt 2024 mit 144 GByte HBM3E-RAM. AMD will beim Instinct MI300X mit 192 GByte HBM3 allerdings noch mehr bieten. (ciw@ct.de) **ct**



Die 64 RISC-V-Kerne der chinesischen CPU Sophon SG2042 verarbeiten FP64-Gleitkommazahlen viel langsamer als die 18 x86-Kerne eines sieben Jahre alten Intel Xeon.

Bild: Milky

Sichere Cloud-Lösungen für Datenaustausch und Collaboration



Einfach

Der netfiles Datenraum ist besonders einfach zu bedienen, bietet umfangreiche Funktionalität und steht Ihnen sofort, ohne Installation von Software oder Plugins zur Verfügung. Ein Webbrowser genügt.

Sicher

Im netfiles Datenraum sind Ihre Daten sowohl bei der Speicherung als auch Übertragung durch 256-bit Verschlüsselung sicher und Compliance-gerecht geschützt.

Bewährt

netfiles gibt es seit mehr als 20 Jahren. Profitieren auch Sie von unserer langjährigen Erfahrung und dem zuverlässigen Betrieb. Wir sind ein deutsches Unternehmen und hosten ausschließlich in Deutschland.

www.netfiles.com

Testen Sie jetzt netfiles 14 Tage kostenlos
oder vereinbaren Sie einen Termin für eine Online-Präsentation.

Gipfelstürmer

AMD-Threadripper-7000-CPU's für Workstations und Highend-PCs

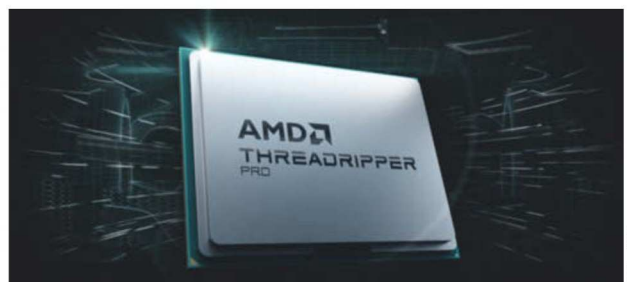


Bild: AMD

AMDs neun neue Threadripper-Prozessoren sollen einen fetten Performancesprung für Workstations und High-End-Desktopsysteme bringen. Dazu nutzt AMD die aus Epyc-Servern bekannte Zen-4-Chiplet-Technik und pflanzt bis zu 96 Kerne in einen Prozessor.

Von Carsten Spille

Die neuen Threadripper-7000-Prozessoren teilen sich in sechs Pro-WX-Versionen für Workstations und drei X-Varianten für High-End-Desktop-PCs (HEDT) auf. Die Pro-CPU's wird es in Konfigurationen von 12 bis 96 Kernen geben, für HEDT sind Modelle mit 24, 32 und 64 Kernen im Programm.

Alle machen den Sprung auf DDR5 und PCI Express 5.0 und erfordern deswegen neue Mainboards. Die Workstation-Versionen haben acht Speicherkanäle für je ein Registered DIMM (RDIMM) mit 5200 MT/s (DDR5-5200) und ECC-Speicherschutz. Diese Entscheidung sei zugunsten der Zuverlässigkeit bei den erwarteten Aufgabengebieten gefallen, so AMD auf Nachfrage gegenüber c't. Man arbeite mit den Speicherherstellern daran, dass zum Launch der neuen Plattform auch im Einzelhandel passende Speicherkits verfügbar seien. Die Threadripper Pro 7000 WX passen auf die Plattformvariante WRX90 und unterstützen maximal 2 TByte Arbeitsspeicher. Die drei Non-Pro-CPU's für TRX50 dürfen nur vier DDR5-5200-RDIMMs mit zusammen maximal 1 TByte nutzen.

Gegenüber der Vorgängerreihe Threadripper Pro 5000 WX hat die 7000er-Generation bis zu 50 Prozent mehr Kerne, die Konnektivität verbessert sich mit PCIe 5.0 anstelle des rund halb so schnellen PCIe 4.0 und die Taktfrequenzen steigen um bis zu 18 Prozent auf 5,3

GHz im Boost-Modus für einen Kern. Der Preis dafür ist eine nominale Leistungsaufnahme von 350 Watt für alle Modelle – 70 Watt mehr als die Vorgänger.

Ganz schön flott

Die Performance der Threadripper Pro 7000 WX und Threadripper 7000 X sieht AMD als Hersteller naturgemäß über alle Zweifel erhaben – wir werden die Behauptungen in einer der kommenden Ausgaben von c't auf den Prüfstand stellen. Gleichzeitig gibt man ehrlicherweise aber auch zu, dass nicht alle Aufgaben von einem 96-Kern-Prozessor oder auch nur von einem Threadripper mit 64 Kernen profitieren. Speziell 3D-Offline-Rendering liefere auf den Vielkernern aber sehr schnell, weshalb viele Special-Effects-Studios in Hollywood Threadripper-Workstations nutzen.

In den Videobearbeitungsprogrammen Adobe After Effects und Premiere läge laut AMD jedoch selbst der 96-Kerner TR Pro 7995WX nur 9 beziehungsweise 18 Prozent vor Intels 56-kernigem Xeon w9-3495X. Fast doppelt so schnell (+91 Prozent) sei er dagegen in Autodesk Maya und mehr als doppelt so schnell (+121 Prozent) im V-Ray-Renderer von Chaos.

Wer unbedingt möchte, kann auch die teureren Workstation-CPU's in der HEDT-

Plattform betreiben – dann aber nur mit vier Speicherkanälen. Dafür lassen sich die Threadripper Pro hier innerhalb der Limits von Kühlung und Stromversorgung ebenfalls überbieten.

Die HEDT-Boards können wiederum nicht auf die AMD-Pro-Features zurückgreifen und der Hersteller glaubt, dass zum Beispiel Fernwartung über BMC/IPMI nicht zum Einsatz kommt. Dafür dürfte zugunsten besseren Overclockings die Spannungsversorgung umfangreicher ausfallen und die eine oder andere RGB-LED zum Einsatz kommen. AMD rechnet mit Mainboard-Preisen oberhalb von 500 Euro, aber noch im dreistelligen Bereich.

Für Workstations

Die sechs Workstation-Threadripper werden zunächst nicht separat in den Einzelhandel kommen, sondern in OEM-Geräten, unter anderem von Dell, HP und Lenovo, aber auch kleineren regionalen Anbietern gebaut. Daher nennt AMD derzeit auch noch keine Preise.

Die Workstations Dell Precision 7875 und HP Z6 G5 A konnten wir uns vor Ort in Austin bereits kurz anschauen, sie sollen Anfang Dezember lieferbar sein. HP setzt dabei auf ein Mainboard mit PCIe-Steckplätzen beidseits der etwa in der Mitte des Boards platzierten CPU. Das, so HPs Produktmanager Chris Kowalk, vereinfache das Boarddesign und verbessere die PCIe-5.0-Signalstabilität.

Wer die PCIe-Lanes zum Beispiel mit mehreren Grafikkarten ausnutzen will, für den validieren Dell und HP zwei Dual-Slot-Karten oder eine Triple-Slot-Karte wie die Radeon Pro W7900.

Die Threadripper 7000 sollen ab dem 21. November in den Handel kommen.

(csp@ct.de)

Transparenzhinweis: AMD hat den Autor zur Produktvorstellung ins Firmenhauptquartier nach Austin eingeladen. AMD zahlte Flug und Unterkunft.

AMD Threadripper 7000

Workstation	Kerne/ Threads	Preis zzgl. Steuern	Level- 3-Cache	Basis-/ Turbotakt
Pro 7995WX	96 / 192	k. Angabe	384 MByte	2,5 / 5,1 GHz
Pro 7985WX	64 / 128	k. Angabe	256 MByte	3,2 / 5,1 GHz
Pro 7975WX	32 / 64	k. Angabe	128 MByte	4,0 / 5,3 GHz
Pro 7965WX	24 / 48	k. Angabe	128 MByte	4,2 / 5,3 GHz
Pro 7955WX	16 / 32	k. Angabe	64 MByte	4,5 / 5,3 GHz
Pro 7945WX	12 / 24	k. Angabe	64 MByte	4,7 / 5,3 GHz
High-End Desktop	Kerne/ Threads	Preis zzgl. Steuern	Level- 3-Cache	Basis-/ Turbotakt
7980X	64 / 128	4999 US-\$	256 MByte	2,5 / 5,1 GHz
7970X	32 / 64	2499 US-\$	128 MByte	3,2 / 5,3 GHz
7960X	24 / 48	1499 US-\$	128 MByte	3,2 / 5,3 GHz

Alle: Fassung sTR5; TDP 350 Watt; WX: WRX90-Plattform mit 8 × DDR5-5200 RDIMM (1 DPC) und bis zu 144 nutzbaren PCIe-Lanes (128 × PCIe 5.0). X: TRX50-Plattform mit 4 × DDR5-5200 RDIMM (1 DPC) und bis zu 88 nutzbaren PCIe-Lanes (48 × PCIe 5.0).

Mobiler All-in-One-PC mit Akku

Der HP Envy Move soll die Lücke zwischen Desktop-PC und Notebook schließen. Seine Spezialität: Ohne Steckdose soll er bis zu vier Stunden durchhalten.

Auf den ersten Blick sieht der Envy Move wie ein typischer All-in-One-PC aus. Das 24-Zoll-Display mit IPS-Technik zeigt WQHD-Auflösung (2560 × 1440 Pixel). Mit seinem Tragegriff, einem auf der Rückseite angebrachten Fach für die Tastatur und Standfüßen lässt sich der 4,1 kg schwere Rechner aber vergleichsweise einfach bewegen. Der integrierte Akku mit 83 Wh Kapazität soll den Envy Move nach Herstellerangaben bis zu vier Stunden autonom mit Energie versorgen.



Bild: HP

Der HP Envy Move mit 24-Zoll-Display funktioniert auch ohne Stromkabel.

Als Zielgruppe sieht HP Nutzer, denen die Bildschirmfläche eines Notebooks nicht ausreicht, die aber an ihrem Rechner innerhalb der eigenen vier Wände flexibel in unterschiedlichen Räumen arbeiten wollen. Damit das komfortabel klappt, liefert der Hersteller eine Bluetooth-Tastatur mit integriertem Touchpad mit. Ins Netzwerk gelangt man über Wi-Fi 6E.

Im Inneren des All-in-One-PC rechnet ein Core i5-1335U, ein aktueller Mobilprozessor der 15-Watt-Klasse mit zwei Performance- und acht Effizienzkernen und maximal 4,6 GHz Takt. Die Grafikausgabe übernimmt die integrierte Xe-GPU mit 80 Ausführungseinheiten. Sie ist für opulente 3D-Spiele aber zu schwach. Dem Prozessor stehen 16 GByte LPDDR5-4800-RAM und eine NVMe-SSD mit 512 GByte Kapazität zur Seite.

Die Idee eines stationären PCs mit integriertem Akku ist nicht neu. 2013 bauten Dell und Sony große Tablet-PCs, Asus nutzte ein abnehmbares Android-Tablet als Bildschirm und Lenovo hatte einen großen All-in-One-PC, der flachgelegt als Spieltisch dienen konnte (siehe c't 18/2013, S. 118). (chh@ct.de)

Steam sperrt Spieler wegen Radeon-Grafiktreiber

AMD hat den Grafiktreiber Adrenalin Edition 23.10.1 für Radeon-Grafikkarten zurückgezogen. Die darin enthaltene Funktion Anti-Lag+ führte bei zahlreichen PC-Spielern dazu, dass sie wegen eines angeblichen Cheats zum Beispiel im 3D-Shooter Counter-Strike 2 durch das automatisierte Valve Anti-Cheat-System (VAC) gesperrt wurden.

Das schon länger verfügbare Feature Anti-Lag verringert die Eingabeverzögerungen bei Shootern und E-Sport-Titeln, indem die CPU mit ihren Berechnungen der 3D-Pipeline auf die GPU wartet. Das kürzlich von AMD eingeführte Anti-Lag+ greift für noch niedrigere Latenzen darüber hinaus in die Render-Engine von 3D-Spielen ein, was nach Ansicht des Spieleentwicklers Valve unzulässig ist, weil viele Cheatprogramme auf ähnliche Art und Weise funktionieren.

Inzwischen gibt es von AMD die aktualisierte Version 23.10.2 des Adrenalin-Treibers ohne Anti-Lag+ zum Download. Valve verspricht, dass betroffene Steam-Nutzer wieder freigeschaltet werden. (chh@ct.de)

Download Adrenalin Edition 23.10.2:
ct.de/yuhn



Bild: Valve

Counter-Strike-2-Spieler wurden wegen eines AMD-Grafiktreiber-Update gebannt.

KONTROLLE ÜBERNEHMEN



40 Gefahren – Eine Lösung

Alles auf einen Blick

Monitoring, Zutrittskontrolle,
Video, PDU und mehr

KentixONE, die geniale IoT-Lösung, sorgt für volle physische Sicherheit in Ihrer IT-Infrastruktur und Rechenzentrum. Einfach, skalierbar, jederzeit von überall



KENTIX
Innovative Security

Abgedruckt

Flexibel bleiben mit gedruckter Elektronik

Auf der Reshaped in Berlin zeigte die Branche ihre neuesten Entwicklungen bei der gedruckten Elektronik. Diese findet man im Auto, in Turnschuhen oder Displays und künftig auch auf Hausdächern.

Von Ulrike Kuhlmann

Es steckt bereits jede Menge gedruckte Elektronik im Auto, selbst große Displays lassen sich im Tintendruckverfahren herstellen, ebenso organische Solarzellen auf flexiblen Substraten. So werden Sitzheizungen im Auto mit selbstregulierenden Heizmatten aus gedrucktem PTC-Material (Positive Temperature Coefficient) ausgestattet. PTC ändert seinen Widerstand exponentiell mit steigender Temperatur und begrenzt so ohne weitere Sensorik den Stromfluss und damit die Wärmeentwicklung in der Matte. In solche Matten kann man Drucksensoren integrieren, die prüfen, ob das Anschnallsignal ausgelöst werden muss. Für die Lenkradheizung nutzen die Autohersteller ebenfalls bedruckte Folien, da sich diese einfach an die Lenkerform anpassen lassen. Ähnliches gilt für die Integration von Touchoberflächen in der Mittelkonsole oder Lichtleisten in den Türen. Auf der Reshaped in

Berlin zeigte die Branche ihre neuesten Entwicklungen im Bereich der gedruckten Elektronik und deren Integration in komplette Systeme.

Gegenüber herkömmlichen Schaltungen besticht die gedruckte Elektronik durch Flexibilität respektive Formbarkeit, geringes Gewicht und Platz sparende Einbaumöglichkeiten. Sie muss dabei nicht zwingend preiswerter sein, gibt den Designern aber deutlich mehr Gestaltungsfreiheiten als modular aus Einzelbauteilen, Schaltern und Sensoren zusammengesetzte Systeme. Die Integration der 3D-geformten Substrate in ein Gesamtsystem hat allerdings auch Nachteile: Ist etwas defekt, wird eine Reparatur meist zu aufwendig und stattdessen das vergossene Gehäuse komplett ausgetauscht.

Organische Photovoltaik

Zu den größten Einsatzgebieten zählen derzeit die Bereiche Displays und Beleuchtung, erklärte Wolfgang Mildner. Der Vorsitzende der Fachmesse LOPEC (Large Area, Organic & Printed Electronics Convention) sieht aber auch großes Potenzial für die organische Photovoltaik (OPV). PV-Module aus organischen Zellen kann man auf flexible Träger aufbringen und an geformte Oberflächen anpassen, sie sind 1000-mal dünner und deutlich leichter als PV auf Siliziumbasis.

Der Wirkungsgrad der organischen Variante bleibt mit derzeit maximal 15 Prozent weit hinter der klassischen PV (bis

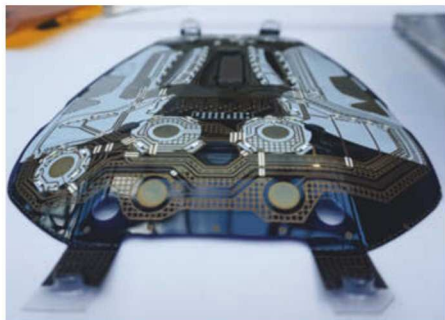
etwa 25 Prozent) zurück. Er lässt sich jedoch durch Beschichtung mit sogenannten Perowskiten deutlich verbessern. Diese Metalloxide werden auch für Tandemzellen in klassischen PV-Modulen verwendet. Dank ihrer höheren energetischen Bandlücke erzeugen Perowskite aus den hochenergetischen blauen und grünen Photonen elektrischen Strom, herkömmliche (O) PV-Zellen wandeln vor allem die roten Lichtanteile um. Tandemzellen aus Perowskit sehen deshalb dunkel aus.

Allerdings enthalten die meisten Perowskit-Solarzellen derzeit gesundheits- und umweltschädliches Blei, zudem müssen die Kristalle vor Feuchtigkeit geschützt werden und ihre Lebensdauer ist noch gering. Das Fraunhofer Institut für Angewandte Polymerforschung IAP in Potsdam forscht im Rahmen des EU-Projekts SUNREY zusammen mit 13 Partnern aus der EU an Perowskit-Solarzellen.

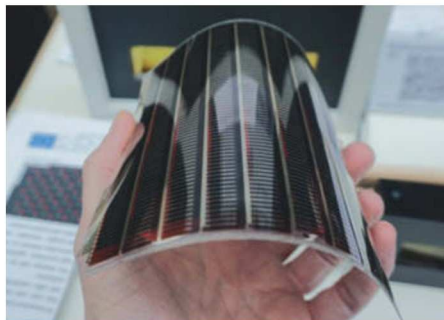
Displays von der Rolle

Eine preiswerte Fertigung gedruckter Elektronik sollen Rolle-zu-Rolle-Verfahren sicherstellen. So werden bereits große organische Displays von der Rolle gedruckt – aber noch nicht verkauft. Auf der Display Week im Mai dieses Jahres zeigte der chinesische Displayspezialist TCL CSOT ein in Tintenstrahltechnik gedrucktes, 65-zölliges OLED-TV mit 8K-Auflösung (7680 × 4320 Pixel), das sich zusammenfalten ließ. Solche Prototypen geben die Richtung vor, in die sich die Drucktechnik bewegt: ultrafeine Strukturen auf flexiblen Substraten.

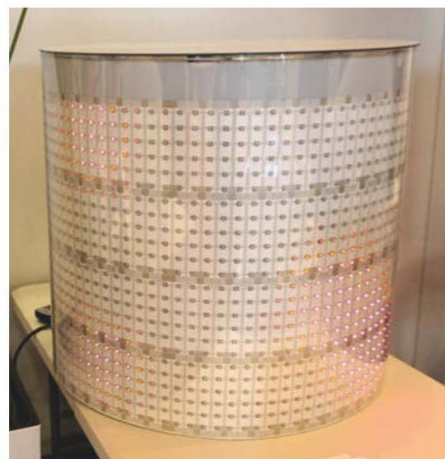
Auch das niederländische Start-up Tracxon druckt Displays von der Rolle. Allerdings haben diese deutlich weniger



Ein bedrucktes, mit LEDs bestücktes und 3D-geformtes Substrat für die Integration in ein Deckenlicht fürs Auto



Photovoltaik-Zellen aus organischem Material sind wesentlich leichter und flexibler als PV-Zellen aus Silizium.



Tracxon druckt Ansteuererelektronik und farbige LEDs im Rollenverfahren auf flexible Substrate.

Auflösung und nutzen farbige Leuchtdioden auf dem flexiblen Substrat. Die Leuchtstreifen können zum Beispiel als großflächige Werbedisplays dienen.

Daneben entwickelt Tracxon gedruckte Elektronik für den Sport, darunter flexible, mit Sensoren bedruckte Pads für die Kontrolle der Körperhaltung. Solche körpernahe Sensorik eignet sich prinzipiell auch für den Medizinbereich. Allerdings stehen hier vor jedem Einsatz medizinische Studien und die Medizin-CE-Zulassung an. Deshalb streben viele Firmen zumindest vorerst mit smarten Textilien in den Lifestyle- und Sportbereich. Tracxon will dennoch zusammen mit einem Kunden den Schritt in Richtung Medizin wagen und hat derzeit einige Produkte in klinischen Studien.

Drucker

Auf der Reshaped waren solchen Rolle-zu-Rolle-Drucker nicht ausgestellt, wohl aber Geräte für den Makerspace, den Prototypenbau und die Reparatur von Leitungen

in integrierten Schaltungen. BotFactory zielt mit dem SV2 auf den Makerspace oder die Kleinserienfertigung. Der Drucker nutzt thermischen Tintendruck und kann sowohl eine Platine als auch flexible Trägerfolien oder Stoff bedrucken.

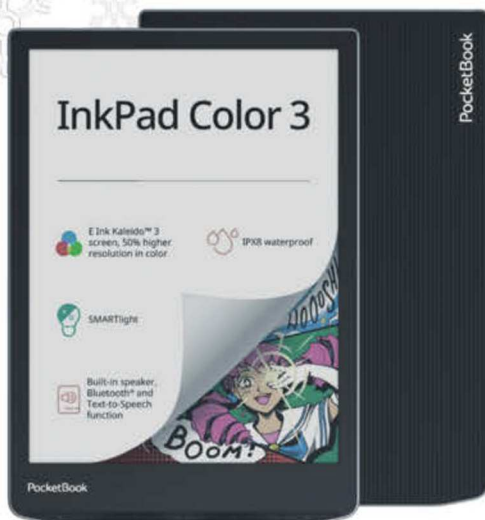
Ähnliches gilt für Volteras Nova, der vor jedem Druck ein Höhenprofil des Substrats erstellt, um den Druckkopf exakter platzieren zu können. Das macht auch XTPL bei seinem Drucker. Er produziert laut Hersteller mit leitenden Tinten Strukturbreiten von unter einem Mikrometer. Bei Hummink sollen sogar Strukturen im Sub-Mikron-Bereich (0,1 bis 50 µm) möglich sein. Das Start-up aus Paris bringt die Tinte über Kapillarkräfte von der Druckerspitze auf das Substrat. Mit derart feinen Werkzeugen lassen sich die Hummink-Drucker sogar für die industrielle Reparatur von Halbleiter-ICs und Displays einsetzen. Den Beweis der Praxistauglichkeit müssen sowohl XTPL als auch Hummink aber noch erbringen.

(uk@ct.de) **ct**



Der SV2-Drucker von BotFactory bringt leitende Tinte im thermischen Druckverfahren auf beliebige Substrate.

PocketBook
E-Books & E-Reader



Farbenfrohe Lesemomente genießen

- Reflexionsfreier 7,8" E-Ink Kaleido™ 3 Touchscreen mit 50 % höherer Auflösung farbiger Seiten & SMARTlight
- Integrierter Lautsprecher & Bluetooth-Schnittstelle zur Kopplung von kabellosen Kopfhörern
- Wasserschutz gemäß IPX8



JETZT PROFITIEREN! Beim Kauf eines **PocketBook InkPad Color 3** Kombi-Angebotes in unserem Onlineshop erhalten Sie vom **04.11. bis 17.11.2023** einen Rabatt von **15 %**. Bitte nutzen Sie dafür den Gutscheincode **25CT23**.

Dieses Angebot gilt, solange der Vorrat reicht.

www.pocketbook.de

Eine Handvoll Chips

Neue Snapdragon-Prozessoren für Smartphones, Tablets und Notebooks



Bild: Qualcomm

Qualcomms neue Prozessorgeneration soll Smartphones und Tablets schneller und schlauer machen. Im Snapdragon X für Notebooks kommen erstmals die lange erwarteten Oryon-Kerne zum Einsatz.

Von Steffen Herget

Alljährlich im Herbst, dieses Jahr etwas früher als zuletzt, lässt Qualcomm seine neuen Snapdragon-Prozessoren vom Stapel. Das nun vorgestellte System-on-Chip (SoC) für Mobilgeräte geht nach der Änderung der Nomenklatur vor zwei Jahren als Snapdragon 8 Gen 3 an den Start, kommt allerdings nicht alleine.

Das neue SoC besitzt eine 1+5+2-Struktur: Der schnelle Prime-Core vom Typ Cortex-X4 erreicht bis zu 3,3 GHz Taktfrequenz, die fünf Performance-Kerne mit Cortex-A720-Einheiten sind mit 3,2 GHz kaum langsamer. Für den stromsparenden Betrieb sind zwei Kerne vom Typ Cortex-A520 verantwortlich, die maximal 2,2 GHz erreichen. Qualcomm verspricht für die Adreno-GPU eine um 25 Prozent gegenüber dem Vorjahreschip gesteigerte Leistung.

Die KI-Leistung des Snapdragon 8 Gen 3 hat Qualcomm deutlich nach oben geschraubt. Die nächste Generation der Hexagon-NPU (Neural Processing Unit) soll fast die doppelte Leistung bieten wie im 8 Gen 2, die Energieeffizienz stieg laut Hersteller gleichzeitig um 40 Prozent. Der neu entwickelte Qualcomm AI Stack, der auf der NPU läuft, beherrscht wie der Vorjahres-Chip INT4-Berechnungen. Davon sollen vor allem generative KI-Funktionen profitieren: StableDiffusion soll lokal Bilder in unter einer Sekunde erzeugen kön-

nen. Ähnlich wie in Photoshop können Fotos um künstlich berechnete Bildbereiche erweitert werden, die Berechnung erledigt der Prozessor lokal. Über Kooperationen mit Meta für das Sprachmodell Llama 2, SnapChat und PyTorch will Qualcomm den Einsatz von KI-gestützten Funktionen auf mehr Apps und Programme ausweiten.

Auch der Bildsignalprozessor (ISP) soll von der Leistung der NPU profitieren. Beim Fotografieren soll der neue Snapdragon bis zu zwölf Bildebenen erkennen und verarbeiten können. Ein verbesserter Nachtmodus und ein magischer Radierer zum Entfernen von Objekten arbeiten für Foto und Video gleichermaßen lokal auf dem Gerät auch ohne Internetverbindung. Weitere Verbesserungen im Snapdragon 8 Gen 3 betreffen 3D-Spiele. Der Chip unterstützt Raytracing mit der Unreal Engine 5.2 Plus. Qualcomm verspricht ruckelfreies Spielen mit bis zu 240 fps.

Snapdragon X mit Oryon-Kernen

Leistungsstärker als die Chips für Smartphones und Tablets soll der neue Snapdragon X werden, der für Windows-Notebooks gedacht ist. In dem SoC kommen zum ersten Mal die „Oryon“-CPU-Kerne zum Einsatz, welche die von Qualcomm 2021 zugekaufte Firma Nuvia entwickelt hat. Gegründet wurde Nuvia wiederum von ehemaligen Apple-Chip-entwicklern.

Im Snapdragon X Elite stecken zwölf Kerne, die allesamt eine maximale Taktfrequenz von 3,8 GHz erreichen. Zwei davon lassen sich kurzzeitig bis auf 4,25 GHz übertakten, wenn noch mehr Leistung gebraucht wird. Schwächere, auf Effizienz getrimmte Kerne gibt es nicht. Der Snapdragon X Elite wird wie der Snapdragon 8 Gen 3 im Vier-Nanometer-Verfahren hergestellt, Apple baut den M2 mit fünf Nanometer Strukturbreite. Qual-

comm verspricht bei der Vorstellung bis zu 50 Prozent mehr Leistung als der Apple M2, der allerdings nur acht Kerne besitzt, davon vier stromsparende. Der Snapdragon X Elite soll die gleiche Leistung wie ein gängiger PC-Prozessor mit 14 Kernen schaffen und dabei nur ein Drittel der Leistung aufnehmen. Die Grafikeinheit des SoC schafft 4K-Ausgabe mit 120 Hertz Bildwiederholfrequenz; bis zu drei externe Displays (einmal 5K, zweimal 4K) kann man in einem solchen Gerät betreiben.

Die KI-Einheit des Snapdragon X bringt INT4-Support mit und erreicht bis zu 45 TOPS (Trillion Operations per Second). Unterstützung für 5G und Wi-Fi 7 ist ebenso vorhanden wie ein eigener Bildsignalprozessor und verlustfreie Audioausgabe. Sicherheit für die eigenen Daten soll der Kryptografieprozessor Microsoft Pluton schaffen, der eine Chip-zu-Cloud-Architektur auf Zero-Trust-Prinzip verwendet. Beim RAM setzt der Snapdragon X Elite, wie auch der 8 Gen 3, auf LPDDR5X.

Ob Notebooks mit dem Snapdragon X Elite mit oder ohne Lüfter kommen, hängt von der genauen Ausgestaltung des SoC ab. Die Hersteller haben die Möglichkeit, die Leistung für unterschiedliche Formfaktoren zu skalieren. In der stärksten Stufe dürfte die Abwärme für lüfterlose Systeme zu groß sein.

Erste Smartphones mit dem Snapdragon 8 Gen 3 sind schon bald zu erwarten. Zu den Herstellern, die bereits angekündigt haben, das SoC einzusetzen, gehören Asus, Honor, Sony und Xiaomi sowie zahlreiche Marken, deren Geräte nicht offiziell in Deutschland zu kaufen sind. Bis der Snapdragon X seine Premiere in den Regalen der Händler feiert, wird es unterdessen etwas länger dauern. Erst Mitte 2024 dürften die ersten Notebooks mit diesem Prozessor erhältlich sein.

(sht@ct.de)

Sammelklage gegen Apple wegen AirTags erweitert

Weitere Stalking-Opfer haben sich in den USA einer Sammelklage gegen Apple angeschlossen. Sie werfen dem Hersteller Design- und Produktfehler bei den AirTags vor.

Apples AirTags seien aufgrund ihrer Genauigkeit und der geringen Kosten die „Lieblingsschurke von Stalkern“, heißt es in der erweiterten Klageschrift von Anfang Oktober (siehe [ct.de/y8n8](https://www.ct.de/y8n8)). Obwohl Apple die Gefahren kenne, schütze der Hersteller auch zwei Jahre nach dem Verkaufsstart Kunden und andere Menschen nur unzureichend vor Missbrauch. Der Hauptvorwurf lautet, dass **Apples Anti-Stalking-Funktionen unzureichend** sind. Apple reagiere fortgesetzt nur auf Schäden, anstatt diese zu verhindern. Apple hat die Klage bislang nicht kommentiert.

Mit den AirTags und der Vielzahl seiner ans Internet angeschlossenen Geräte hat Apple ähnlich anderen Tracking-Herstellern ein Netzwerk zum Auffinden von Schlüsselbündeln oder Gepäck aufgesetzt.

Die batteriebetriebenen Tracker senden Bluetooth-Signale aus, welche beliebige Apple-Geräte (zum Beispiel iPhones, iPads, Macs) in der Nähe erfassen und mit ihrer aktuellen Position an Apples Server melden. Das nutzen Stalker, um Bewegungsmuster von Opfern mitzu-



Apples AirTags sind zwar zum Auffinden verlorener Gegenstände gedacht, lassen sich aber auch zum Tracken von Personen missbrauchen.

schneiden, denen sie heimlich AirTags zustecken. iPhones warnen vor fremden AirTags oft erst spät, **etwa bei der Ankunft zu Hause**. Auch Smartphones ab Android 6.0 warnen inzwischen vor AirTags. Ohne Smartphone sind Verfolgte solchem Tracking schutzlos ausgeliefert.

Der ursprünglich im Dezember 2022 eingereichten Klage haben sich jetzt viele weitere Betroffene angeschlossen. Den Angaben zufolge haben Stalker AirTags unter anderem in Autositzen, Kuscheltieren oder Schuhsohlen versteckt. Neben Schadenersatz fordern die Kläger eine Verfügung, die Apple den Verkauf der AirTags mit den derzeitigen Schutzmechanismen untersagt.

Apple steht stellvertretend für andere Tracker-Hersteller am Pranger. Zusammen mit Google hat die Firma einen Branchenstandard für erweiterte Tracking-Warnungen definiert. Sobald Apple die Funktionen in iOS integriert hat, will auch Google ein Netzwerk auf Basis von Bluetooth-Trackern aufspannen. (dz@ct.de)

Größere PV-Module: Hessen legt vor

Die neue Standardgröße für PV-Module überschreitet das in Deutschland zulässige Maß von zwei Quadratmetern. Das Land Hessen hat das schon mal abgenickt.

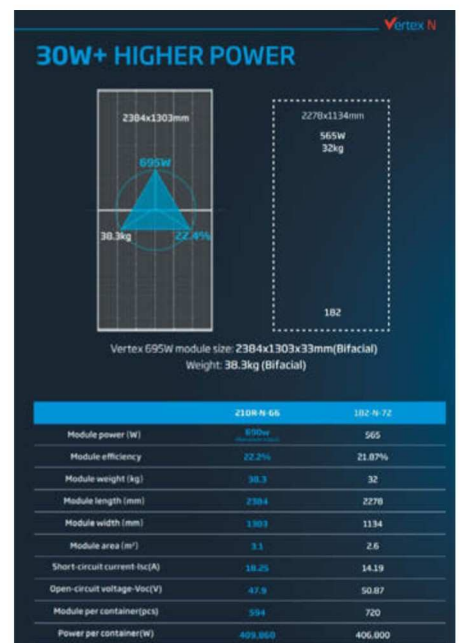
Die hessische Landesregierung hat die hessische Verwaltungsvorschrift „Technische Baubestimmungen“ aktualisiert, um der neuen Standardgröße für Solarmodule gerecht zu werden. Die am 1. August veröffentlichte Regularie lässt Glasdeckflächen bis drei Quadratmeter zu (Lfd. Nr. B 3.2.1.25). Erlaubt sind die Module auf Dachflächen mit weniger als 75° Neigung. Zusätzliche Anforderungen nach DIN 18008 (Heißlagerungstest etc.) gelten, wenn man die Module über Verkehrsflächen als Überkopfverglasung installiert.

Den Anstoß gaben Ende Juli neun chinesische Hersteller von Photovoltaikmodulen, die sich auf die neue Standardgröße von 2382 × 1134 Millimetern geeignet haben. Mit diesen Rahmenmaßen kann man den Platz in einem in der Seefahrt üblichen 40-Fuß-Container optimal ausnutzen. Mit von der Partie waren unter

anderem JinkoSolar, Trina Solar, JA Solar und Canadian Solar – die dominierenden Hersteller von Solarmodulen.

Der Trend zu immer größeren Modulen zeichnet sich in der Solarindustrie schon länger ab. Während typische Module vor 10 Jahren noch rund 1,5 Quadratmeter groß waren, kratzen in Europa übliche Platten bereits an der Zwei-Quadratmeter-Grenze. In China hat man diese Grenze längst gerissen und viele Hersteller bieten riesige Module: Trina etwa bietet das Vertex N 210R-N-66 mit 695 Watt Spitzenleistung, das 2,38 × 1,30 Meter (3,09 m²) einnimmt; Jinkos Tiger-Neo-78-Serie liefert rund 630 Watt und misst 2,46 × 1,13 Meter (2,77 m²).

In Deutschland sind diese großen Module noch ein Problem, denn die derzeitige Musterbauvorschrift „Technische Baubestimmungen“, an der sich die Länder orientieren, gestattet Solarmodule als unregelmäßige Bauprodukte nur bis zu einer Fläche von zwei Quadratmetern – außer, man stellt sie im Freien auf. Eine Änderung auf Bundesebene ist schon im Gespräch. (amo@ct.de)



Der Trend zu größeren Solarmodulen geht weiter; Hessen reagiert und lässt Module bis 3 m² zu. Dieses 695-Watt-Modul von Trina darf somit auf hessischen Dächern installiert werden. Am Rahmen gemessen ist das Modul zwar minimal größer als 3 m², ausschlaggebend ist aber die reine Glasdeckfläche, die etwas kleiner ist.

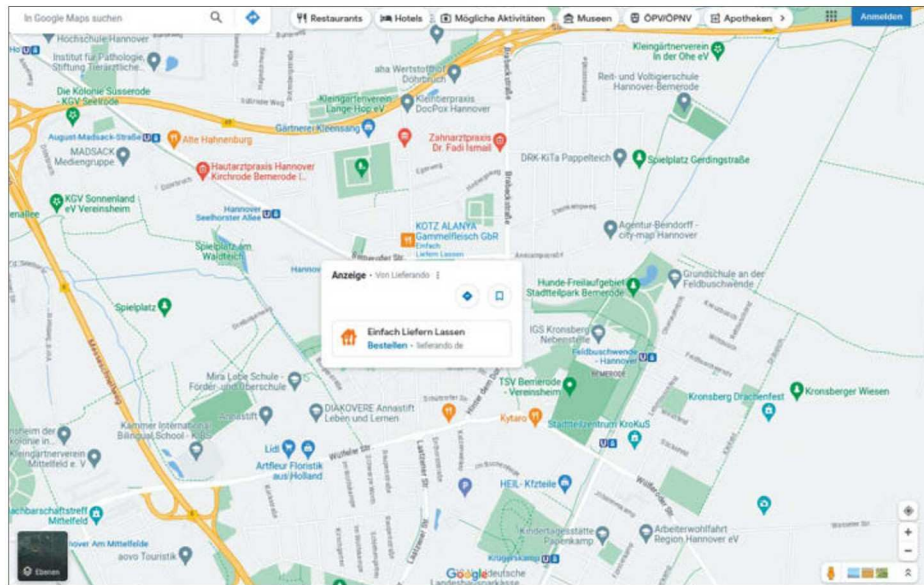


Bild: Google Maps

Ausgeliefert

Lieferando bewirbt Hate-Profil auf Google Maps

Über Wochen warb eine Lieferando-Anzeige auf Google Maps prominent für ein Döner-Restaurant mit dem vorgeblichen Namen „Kotz Alanya Gammelfleisch“ in Hannover. Doch der Lieferservice will dafür genauso wenig die Verantwortung übernehmen wie Google: Schuld seien ein unbekannter Betrüger und Googles Algorithmen.

Von Mirko Dölle

Lust auf Döner? Wie wärs mit etwas vom Kotz Alanya Gammelfleisch, dem Top-Döner-Restaurant in Hannover? Es war auf Google Maps einer der prominentesten Orte in der Region und wurde bereits beworben, wenn man sich auch nur für das Umland der niedersächsischen Landeshauptstadt interessierte. Werbung für Gammelfleisch-Döner, wer macht denn sowas?

Das fragte sich die Redaktion verwundert, als wir zufällig auf die Anzeige stießen.

Man erkennt solche Werbeanzeigen daran, dass sie in Google Maps mit einem quadratischen Symbol statt der sonst üblichen tropfenförmigen Markierung angezeigt werden. In unserem Fall war es ein orangefarbenes Quadrat mit weißem Besteck als Symbol für ein Restaurant, was vor dem Firmennamen „KOTZ ALANYA Gammelfleisch GbR“ stand. Näher heranzoomt entpuppte sich der auffällige Eintrag als „Anzeige von Lieferando“. Sollte etwa der größte deutsche Essenslieferdienst auf Google Maps eine Schlammschlacht mit einem möglicherweise abtrünnigen Partnerrestaurant austragen? Oder hatte sich jemand als Lieferando ausgegeben und aus Spaß eine Werbung für einen fiktiven Döner-Imbiss geschaltet?

Die letzte Frage beantwortete uns unmittelbar Google Maps: Die Werbung wurde tatsächlich von Lieferando beauftragt und bezahlt, genauer gesagt von der niederländischen Muttergesellschaft Just Eat Takeaway.com. Google habe die Identität des Werbetreibenden sogar verifiziert.

In der höchsten Zoom-Stufe von Google Maps war außerdem zu erkennen, dass es an der gleichen Adresse wie der „Kotz Alanya Gammelfleisch GbR“ das Firmenprofil eines „Öz Alanya Döner & Restaurant“ gab. Ein Besuch vor Ort bestätigte: Das Öz Alanya ist echt, und nein, dort gibt es kein Gammelfleisch. Wir haben probiert!

Unstreitig

Wir sprachen die Betreiber des Öz Alanya auf die merkwürdige Google-Maps-Anzeige an und fragten, ob man sich vielleicht im Streit mit Lieferando befinde. Nein, man habe keine Schwierigkeiten mit Lieferando, man zeigte uns sogar das betriebsbereite Lieferando-Terminal unter der Theke. Aber man kenne die diffamierende Anzeige bereits seit einigen Wochen und habe bislang vergeblich versucht, zuletzt mit anwaltlicher Hilfe, sie aus der Welt zu schaffen.

Wir wandten uns mit den Screenshots aus Google Maps direkt an Lieferando Deutschland und baten um eine Erklärung, wie es dazu kommen konnte, dass Lieferando diese rufschädigende Anzeige beauftragt hat. Einen solchen Fall habe man noch nicht gehabt, antwortete Pressesprecher Oliver Klug, er sei ebenso verwundert. In die Aufklärung schaltete sich auch die niederländische Muttergesellschaft Just Eat Takeaway ein. Deren Pressesprecherin Janina Baldin entschuldigte sich für den Vorfall, die Recherchen mit zwei verantwortlichen Teams von Google hätten ergeben, dass es sich um ein gefälschtes Firmenprofil gehandelt haben müsse.

Just Eat Takeaway nehme keinen Einfluss auf die Firmenprofile von Partnern und bearbeite diese auch nicht: „Unsere Anzeigenschaltung in den Unternehmensprofilen unserer Partner erfolgt automatisch auf Basis von übereinstimmenden, validierten Adressdaten.“ Für weitere Details, etwa welche Angaben übereinstimmen müssten, damit ein Firmenprofil auf Google Maps automatisch auf Rechnung von Lieferando beworben wird, verwies man uns an Google.

Schwierige Spurensuche

Google bestätigte in seiner Stellungnahme gegenüber c't, dass es sich bei dem in der Anzeige beworbenen Firmenprofil um eines gehandelt habe, das die Richtlinien verletzte, weshalb es entfernt wurde. Ein solches Firmenprofil lässt sich mit jedem beliebigen Google-Account innerhalb von wenigen Minuten anlegen. Gemäß

Google-Richtlinien durchläuft es jedoch erst einen nicht näher spezifizierten Prüfungsprozess, bevor es schließlich auf Google Maps öffentlich angezeigt wird. Wer das Firmenprofil der „Kotz Alanya Gammelfleisch GbR“ angelegt hat, offenbarte Google genauso wenig wie Details zum Prüfungsprozess beziehungsweise zum Abgleich der von Lieferando gestellten Adresslisten und Firmenprofile bei Google: Da „Kriminelle diese Informationen häufig nutzen, die Bemühungen [Googles] zu untergraben“, werde man sich nicht zu Details äußern.

Der Internetriese war auch nicht bereit zu bestätigen, ob eines der von uns recherchierten Angriffsszenarios genutzt wurde. Insofern können wir den Fall nicht lückenlos rekonstruieren. Das nach unseren Ergebnissen wahrscheinlichste Szenario ist, dass das diffamierende Firmenprofil von einem enttäuschten Kunden oder einem Konkurrenten zunächst mit dem korrekten Namen „Öz Alanya“ angelegt wurde. So überstand der Eintrag die obligatorische Prüfung, die vor der Freischaltung durch Google erfolgt. Erst als das Profil öffentlich war, änderte der Täter den Firmennamen in „Kotz Alanya Gammelfleisch GbR“.

Den Google-Richtlinien zufolge hätte der Eintrag nun erneut geprüft werden müssen. Wir vermuten, dass dies entweder automatisiert oder durch eine Person ohne ausreichende Deutschkenntnisse passierte, weshalb „Kotz“ und „Gammelfleisch“ nicht als diffamierend und damit unzulässig erkannt wurde. Dass Google die Einträge durchaus auch automatisiert prüft, bestätigte man uns in der Stellungnahme. Denkbar ist auch, dass die Änderung als geringfügig eingestuft und deshalb nur automatisch und nicht von einem Menschen geprüft wurde.

Unverantwortlich

Für Geschädigte stellt sich die Frage, bei wem die Verantwortung für eine solche Diffamierungskampagne liegt, schließlich steht hier ein möglicher Schadensersatzanspruch im Raum. Google schob Just Eat Takeaway als Werbetreibenden vor, der für die Anzeige bezahlte. Dort ist man sich jedoch keiner Schuld bewusst, denn man habe das Firmenprofil nicht für die Werbekampagne ausgewählt und sieht die Schuld bei Googles Algorithmus, der den Abgleich zwischen Partnerunternehmen Lieferando und den Firmenprofilen übernimmt.

Nach Einschätzung unseres Juristen müssen Betroffene ihren Schadensersatz-

anspruch bei dem demjenigen geltend machen, der das diffamierende Profil erstellt hat. Doch auch dazu wollte sich Google nicht äußern: „Wann und wer das Unternehmensprofil mit dem falschen Firmennamen erstellt hat, ist uns von Google nicht mitgeteilt worden“, so die Stellungnahme von Just Eat Takeaway gegenüber c't.

Doch auch Google ist in der Verantwortung, spätestens ab dem Zeitpunkt, an dem man Kenntnis von einem eindeutig rechtswidrigen Eintrag bekommen, ihn jedoch nicht entfernt hat. Doch das kann dauern, im Fall des Öz Alanya wurde das gefälschte Profil erst entfernt, nachdem sich die Pressestelle von Just Eat Takeaway eingeschaltet hatte.

Dabei mussten wir uns auf die Angaben der Lieferando-Mutter verlassen, denn Außenstehende können nicht feststellen, ob es auf Google Maps nicht doch eine ähnlich geschäftsschädigende Werbeanzeige gibt. Google Maps nutzt personalisierte Werbung, zeigt gewisse Anzeigen also nur dann an, wenn es ein entsprechendes Nutzerinteresse vermutet. So bekamen wir die Anzeige für die „Kotz Alanya Gammelfleisch GbR“ zunächst lediglich im Browser angezeigt, nicht jedoch auf unserem iPad. Andere wiederum bekamen die Werbung auch auf dem Smartphone zu sehen. Dass man bei einer zufälligen Kontrolle keine unerwünschte Werbung sieht, bedeutet also nicht, dass es keine gibt.

Gegenmaßnahmen

Unser Rat lautet: Nicht nur Firmen, sondern auch Ärzte, Freiberufler und alle anderen mit einem Google-Maps-Eintrag sollten regelmäßig in höchster Zoom-Stufe die nähere Umgebung nach gefälschten Profilen absuchen. Der Zoom-Faktor ist deshalb entscheidend, damit Google Maps einander überlappende Einträge nicht automatisch ausblendet. So können Sie

sich zumindest sicher sein, dass Ihr eigenes Firmenprofil nicht von einer gefälschten Werbeanzeige überdeckt wird, wie es im Fall des Öz Alanya der Fall war.

Für Franchise-Unternehmen, zu denen auch Lieferando zählt, ist die Lage problematisch. Solange unklar ist, welche Kriterien beim Abgleich der Adresslisten mit den Firmenprofilen auf Google Maps erfüllt werden müssen, laufen sie Gefahr, auch in Zukunft unwissentlich Fake-Firmenprofile zu bewerben und so ihren Partnerunternehmen zu schaden. Hier müssen Franchise-Geber darauf vertrauen, dass ihre Partner selbst regelmäßig nach etwaigen gefälschten Profilen suchen.

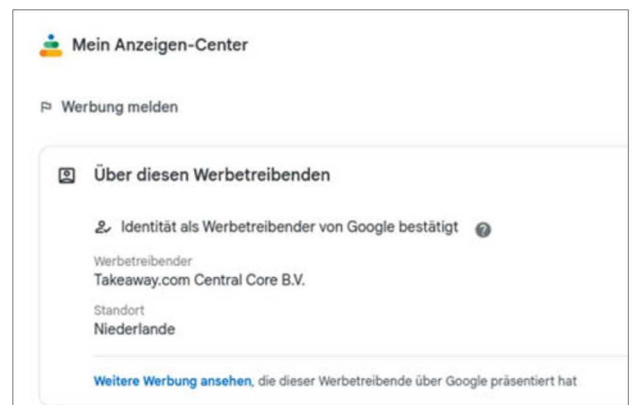
Doch gefälschte Firmenprofile können auch weit abseits des eigentlichen Firmensitzes gefährlich sein. Ein Angreifer könnte etwa mitten in einer Großstadt ein falsches Firmenprofil anlegen und prominent bewerben, um Kunden auf eine ebenfalls gefälschte Website zu locken. So gelingt es etwa Phishern immer wieder, auf Google Maps sogar falsche Polizeidienststellen oder Sparkassenfilialen überall in der Welt einzutragen und freizuschalten [1]. Google ist sich des Problems bewusst, man nutze „eine Kombination aus menschlichen Bedienern und branchenführender Technologie, um rund um die Uhr betrügerische Inhalte genau zu überwachen und Muster für potenziellen Missbrauch zu identifizieren“. So habe man allein in 2022 rund 20 Millionen Versuche unterbunden, gefälschte Firmenprofile anzulegen. Warum trotz allem eine „Kotz Alanya Gammelfleisch GbR“ nicht auffiel, bleibt Googles Geheimnis.

(mid@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Tobias Schrödel, Achtung, Achtung! Hier spricht die Polizei!, Anrufernamen-Spoofing unter Android, c't 14/2023, S. 62

Google schiebt die Verantwortung für die diffamierende Werbeanzeige auf die Lieferando-Mutter Takeaway. Takeaway wiederum sieht die Schuld bei Google, ein Algorithmus hätte eigenständig das gefälschte Firmenprofil beworben.



Kreativer Computer

Adobe Firefly: generative KI für Bild, Grafik und Design

Die generative KI von Adobe Firefly erzeugt in zweiter Version detailreichere und höher aufgelöste Bilder. Neue Modelle generieren außerdem Vektorgrafiken und Layouts. Künftig kommen Audio, Video und 3D hinzu. So soll Firefly die gesamte kreative Bandbreite abdecken.

Von André Kramer

Unter der Marke Firefly hat Adobe drei neue KI-Werkzeuge veröffentlicht: eine verbesserte Version des im März 2023 vorgestellten Bildgenerators, ein neuartiges Modell, das aus Texteingaben Vektorgrafiken beispielsweise für Logos, Icons oder Illustrationen erstellt, und eines, das aus Prompts Designvorlagen für Flyer, Poster, Einladungen und andere Druckereignisse generiert.

Die drei Modelle halten jeweils Einzug in die Bildbearbeitung Photoshop, das Zeichenprogramm Illustrator und das Designtool für Einsteiger Adobe Express.

In der Web-App auf firefly.adobe.com steht bisher nur der neue Bildgenerator Firefly Image 2 zur Verfügung. Die Web-App bietet neben dem generativen KI-Werkzeug „Text zu Bild“ außerdem die Hilfswerkzeuge „Generative Füllung“, „Texteffekte“ und „Generative Neufärbung“. Das Vektor- und das Designmodell finden sich hier nicht. Mehr als ein halbes Dutzend weitere Funktionen wie „3D zu Bild“, „Skizze zu Grafik“ und „Text zu Vorlage“ listet die Webseite weiterhin als „in Entwicklung“, ohne nähere Informationen zu nennen. Modelle für Audio und Video versprach Adobe lediglich mündlich auf der Keynote der Adobe Max 2023 in Los Angeles.

Bildgenerator Firefly Image 2

Kern von Adobe Firefly bleibt der Bildgenerator. Firefly Image 2 gibt bei quadratischem Seitenverhältnis Bilder mit 2048 Pixeln Kantenlänge aus statt wie zuvor etwas mehr als 1000 Pixel. Die Gesamtauflösung vervierfacht sich damit. Bei anderen Seitenverhältnissen verschiebt sich die Pixelzahl, beispielsweise auf 2304 × 1792 Pixel im Verhältnis 4:3.

Die neue Version soll kulturelle Symbole und Sehenswürdigkeiten besser in-

terpretieren können als der Vorgänger. Sie zeigt sich aber oft ratlos: Das Brandenburger Tor, Big Ben und Angkor Wat konnte sie generieren, den Eiffelturm und die Freiheitsstatue nicht. Insgesamt erzeugt sie deutlich detailreichere Bilder mit weniger Fehlern.

Die Funktion „Generative Match“ passt die Ausgabe anhand von Referenzbildern stilistisch an. Die App selbst bietet eine Liste stilgebender Bilder an; bei eigens hochgeladenen Bildern müssen Nutzer bestätigen, dass sie berechtigt sind, das Bild zu nutzen, und die Adobe-AGB abnicken.

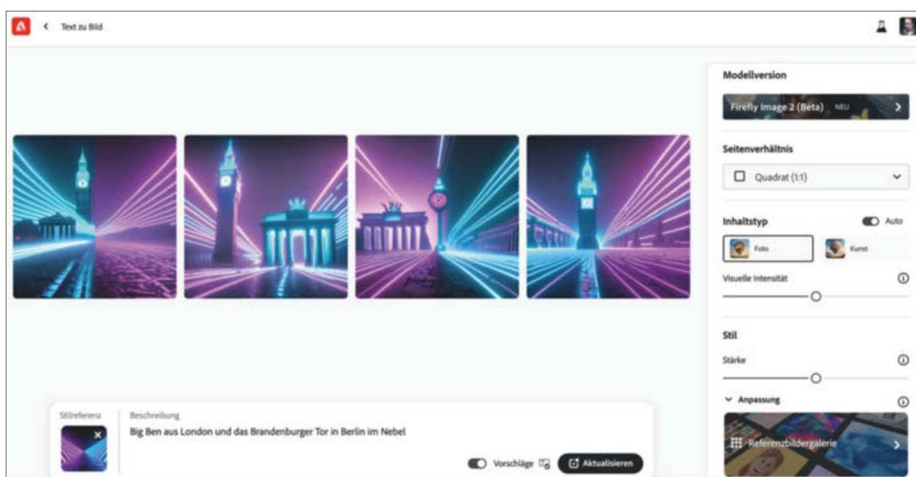
Ein Werkzeug für Fotoeinstellungen bietet drei Regler: „Blende“ stellt die Tiefenschärfe ein, „Verschlussgeschwindigkeit“ die Bewegungsunschärfe und „Sichtfeld“ die Brennweite – sie lässt sich auch numerisch in mm eingeben. Ein Automatikmodus wendet selbsttätig fotografische Einstellungen an und erspart Zusätze wie „shot with Canon EOS 5D Mark IV“.

Schließlich will Firefly auch Vorschläge für die Texteingabe unterbreiten. Das soll Nutzern helfen, einen wirksamen Prompt zu formulieren. Im Test hatte der Dienst aber auch bei absurden Eingaben nichts anderes in petto als „Für diese Eingabe sind keine Vorschläge verfügbar“ und „Dein Prompt sieht gut aus“.

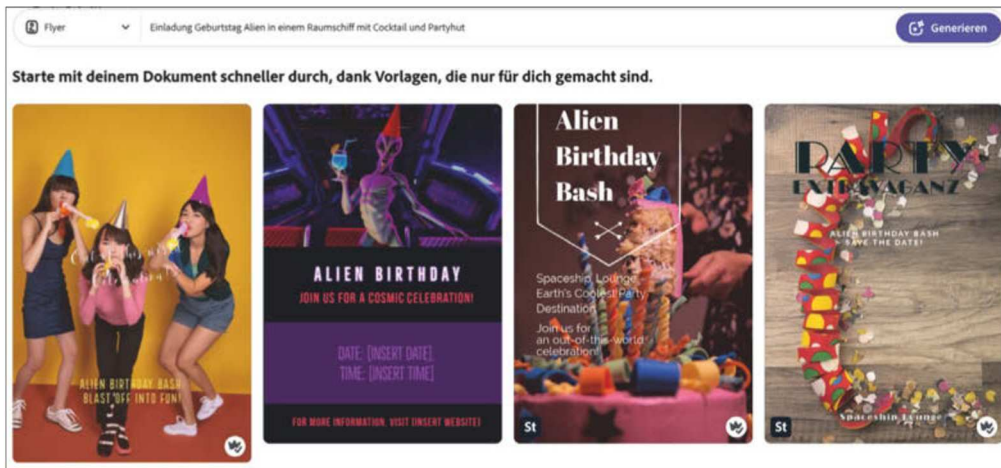
Adobe integriert seine Firefly-KI in die Anwendungen der Creative Cloud. Das Montage-Tool „Generative Füllung“ ist bereits Bestandteil der Bildbearbeitung Photoshop. Künftig steht das KI-Tool zusammen mit „Generativ Erweitern“, das die Bildfläche nach außen KI-generiert ergänzt, auch in der Web-App von Photoshop zur Verfügung.

Vom Prompt zur Vektorgrafik

Das KI-Modell für Vektorgrafik, Illustration und Muster generiert aus Prompts bearbeitbare Grafiken. Es steht bisher ausschließlich in Illustrator 28.0 zur Verfügung. Vektormuster erzeugt Firefly als Kacheln, die sich nahtlos aneinanderfügen.



Adobe Firefly Image 2 steuert man nicht nur über Prompts. Das aus Neonlinien bestehende Bild unten links dient als Stilreferenz.



Die Layout-KI von Firefly generiert Designvorlagen beispielsweise für Geburtstageinladungen in der Web-App Adobe Express.

Wie bei der Bild-KI können Nutzer das Werkzeug „Generative Match“ nutzen, um die Grafik an den Stil einer Referenzdatei anzulehnen. Die KI organisiert Grafiken übersichtlich in Gruppen.

Der bereits erwähnte Eintrag „Skizze zu Grafik“ auf der Firefly-Webseite kündigt eine Ergänzung für das KI-Modell an. Unter dem Arbeitstitel „Project Draw & Delight“ zeigte Adobe, wie sie aussehen kann. So sollen künftig wenige Pinselstriche genügen, um eine Vektorgrafik zu skizzieren.

Firefly-Design für Adobe Express

Mit Adobes Design-KI soll drittens ein Text-Prompt unerfahrenen Nutzern den Weg von der weißen Leinwand zum Layout beispielsweise eines Flyers oder Posters ebnen. Das Modell ist nicht Bestandteil des Satzprogramms InDesign, sondern der Tool-Sammlung für Social-Media-Grafik Adobe Express.

Es nutzt die Bild-KI Firefly Image 2 sowie Adobe Stock und Adobe Fonts, um Vorlagen in gängigen Seitenverhältnissen für Print, Onlinewerbung und soziale Medien zu erzeugen. Die präsentierten Vorlagen wirken in ersten Tests eher ausgewählt als generiert: Der Auftrag, eine Geburtstageinladung zu gestalten, produzierte mit unterschiedlichen Prompts mehrfach dieselben Vorlagen.

Ein KI-Dolmetscher übersetzt fertige Dokumente in 45 gängigen Sprachen. Adobe Express enthält außerdem die Photoshop-Funktion „Generative Füllung“. Werkzeuge zum Zeichnen und Malen ergänzen gut 50 mehrfarbige Pinsel, die unter anderem Kohle, Bleistift und Wasserfarben simulieren. Damit möchte Adobe insbesondere Schüler für Adobe Express begeistern.

Kommerzielle Nutzung

Nach Angaben von Adobe sind die Firefly-Modelle sicher für den kommerziellen Einsatz:

Der Softwarehersteller hat seine künstliche Intelligenz mit Bildern und Vektorgrafiken trainiert, die aus Adobe Stock stammen, sowie mit solchen, die gemeinfrei nutzbar oder deren Urheberrechte erloschen sind. Adobe-Stock-Nutzer, deren Inhalte Adobe fürs Training verwendet hat, erhalten im Rahmen des „Firefly-Bonusvergütungsplans“ eine Sonderzahlung.

Die Firefly-Dienste versehen jede Ausgabedatei mit sogenannten „Content Credentials“: Metadaten, die den Namen des Urhebers sowie das Datum und den verwendeten Dienst ausweisen. Somit sind sie als KI-generiert identifizierbar.

Preise und Verfügbarkeit

In der laufenden Betaphase lässt sich Firefly noch kostenlos nutzen. Im Anschluss greift ein Bezahlmodell. Jedes generierte Bild-, Grafik- oder Design-Element kostet dann einen Credit. Abonnenten erhalten monatlich 25 Credits kostenlos. Im Abo für 5,49 Euro kommen pro Monat 100 Credits hinzu. Am Ende des Monats verfallen ungenutzte Kontingente.

Das vollständige Creative-Cloud-Paket mit Zugriff auf ein gutes Dutzend Profianwendungen inklusive Photoshop, Illustrator, InDesign, Lightroom, Premiere Pro und After Effects schlägt mit 61,95 Euro pro Monat zu Buche. Ein Abo für eine Einzelanwendung kostet 23,79 Euro monatlich.

Adobe Express ist in der Basic-Ausgabe mit einer Handvoll Vorlagen und Inhalten kostenlos. Für 11,89 Euro monatlich lassen sich in Express Premium 160 Millionen Stockfotos, 20.000 Adobe Fonts und 100 GByte Cloudspeicherplatz nutzen. Die Premiumausgabe ist im Creative-Cloud-Abo enthalten. (akr@ct.de)



10-in-1 DOCKINGSTATION MIT 2-FACHEM VIDEOAUSGANG

- ✓ **POWERPAKET MIT USB4®**
Hostanschluss mit bis zu 40 Gbit/s und PD bis 100 W
- ✓ **DOPPELT SUPERSCHARF**
Unterstützt Videoauflösung von bis zu 2x 8K@60 Hz
- ✓ **HÖCHSTFORM**
Ob USB, Kartenleser oder LAN Port: immer ein Superlativ
- ✓ **ELEGANZ**
Modernes Design und hochwertiges Aluminium

IB-DK2880-C41



Hier erhältlich:



JETZT MEHR ERFAHREN:



www.icybox.de

icyboxofficial ICY BOX
 RaidSonic Technology GmbH



Schauen, was geht

Netflix: Einstieg ohne Werbung wird teurer

Beflügelt von steigenden Abonentenzahlen baut Netflix seine Tarifstruktur weiter um: Wer als Neukunde keine Werbung schauen möchte, muss nun mindestens 12,99 Euro monatlich berappen. Auch andere Anbieter testen, welche Änderungen die Kunden mitmachen.

Von Nico Juran

Als sich Netflix im Sommer anschickte, auf breiter Ebene gegen Account-Sharing vorzugehen und zudem eine Abovariante mit Werbung ins Leben rief, prophezeiten manche Kritiker, Kunden würden dem Videostreamingpionier nun in Scharen den Rücken kehren. Das Gegenteil war der Fall, wie die jüngsten Quartalszahlen zeigen: In den vergangenen drei Monaten stieg die Kundenzahl weltweit um 8,76 Millionen (3,7 Prozent), wobei sich 30 Prozent der Neukunden für das Probeabo entschieden, wenn dieses in dem Land verfügbar war.

Und Netflix baut seine Preis- und Angebotsstruktur weiter um: Mit der Vorstellung der jüngsten Zahlen gab Netflix auch bekannt, die Preise in mehreren Ländern zu erhöhen, darunter in den USA und Frankreich. Dort zahlt man für ein Premium-Abo künftig 22,99 Dollar beziehungsweise 19,99 Euro pro Monat. In Deutschland schraubt Netflix zwar nicht an den Preisen der einzelnen Tarife, sodass der monatliche Höchstbetrag weiterhin bei 17,99 Euro für vier Streams liegt, inklusive 4K/HDR-Bild und Dolby-Atmos-Ton. Allerdings hat der Dienst mit Erscheinen dieses Heftes das werbefreie Basisabo für 7,99 Euro für Neukunden gestrichen.

Wer als Neukunde oder Wiedereinsteiger nach Unterbrechung der Mitgliedschaft kein Standardabo mit Werbung für 4,99 Euro pro Monat will, muss folglich nun monatlich mindestens 12,99 Euro zahlen. Dafür bekommt er zwei parallele Streams in HD-Auflösung, ob er diese benötigt oder nicht.

Wirklich überraschend ist der Wegfall nicht: In Kanada schaffte Netflix das Basisabo schon im Juni ab, hierzulande konnte man es auf der Website des Dienstes zuletzt nur noch über Umwege buchen. Zusätzlich versuchte Netflix, Kunden mit

einer besseren Bildqualität zum Werbeabo zu locken (siehe c't 18/2023, S. 50).

Um Kunden bei der Stange zu halten, setzt Netflix künftig auch auf Live-Sport. Zur Premiere gibt es am 14. November ein vom Dienst selbst ins Leben gerufenes Golfturnier aus Las Vegas. Dabei verknüpft Netflix die Übertragung mit einem anderen neuen Lieblingsprojekt, dem Sponsoring. Laut dem jüngsten Brief an die Aktionäre kommt 2024 eine neue Werbeform für Serienfans. Denn wer mehrere Folgen hintereinander schaut, bekommt einen Spot gezeigt, in dem es heißt: „Die nächste Episode ist werbefrei, ermöglicht durch die Marke XY.“

Disney+ und Prime Video folgen

Warum Netflix lieber Werbeabos verkauft, ist bekannt: Sie bringen am Ende mehr Geld ein als die Basisvariante (siehe c't 11/2023, S. 47). Das hat Disney+ auch verstanden und führt daher ab dem 1. November ebenfalls mehrere Preisstufen und einen Einstiegstarif mit Werbung ein. Auch an einer weiteren Stelle nutzt der Dienst Netflix' Strategie als Blaupause: Der gemeinsamen Nutzung von Zugangsdaten durch mehrere Personen, die nicht in einem Haushalt leben, schiebt er künftig ebenfalls einen Riegel vor (siehe c't 20/2023, S. 54).

Amazon veröffentlichte zwar noch keine Pläne für Account-Sharing-Sperren bei Prime Video, setzt seinen deutschen Kunden ab 2024 aber ebenfalls Werbung vor. Konkrete Angaben zur Menge an Werbeeinblendungen machte Amazon auf Nachfrage nicht. Vielmehr hieß es nur, man wolle weniger Werbung zeigen als private TV-Sender und andere Streaminganbieter im laufenden Programm. Zudem werde es eine neue werbefreie Option geben, sprich: Auch Prime Video führt mehrere Tarifstufen ein.

Wahrscheinlich bleibt es in diesem Jahr nicht bei diesen Veränderungen. Schon länger wird spekuliert, dass Paramount+ einen neuen Tarif vorstellt, der endlich mehr bietet als ein HD-Bild und die deutsche Sprachfassung in Stereo. Nun heizte er selbst die Erwartungen an, es könne zum einjährigen Bestehen des deutschen Ablegers im Dezember so weit sein: Kurzzeitig war bei einigen Neuveröffentlichungen wie dem Film „Dungeons & Dragons: Ehre unter Dieben“ zu lesen, für die Formate HDR10, Dolby Vision und Dolby Atmos sei ein „Premium-Plan“ notwendig. Die Frage ist nun, was man für diesen wird anlegen müssen. (nij@ct.de) **ct**

THE SOFTWARE DEFINED VEHICLE CONFERENCE



SDV CON



NOV. 22 | 2023

📍 **BILDUNGSCAMPUS IN HEILBRONN**

1

Day

10

Talks

E

English

2

Tracks

150

Participants

**Treffen Sie Führungskräfte, Software-Architekten
und Produktmanager von OEMs und
Automobilzulieferern auf der Konferenz für
Software Defined Vehicles.**



sdvcon.org

Erweitern Sie Ihr Wissen: Experten zeigen in zahlreichen Vorträgen, wie „Software Defined Vehicles“ den Straßenverkehr von morgen revolutionieren werden. Wertvolle Kontakte erhalten Sie on top!

**SPAREN SIE 50% BEI DER ANMELDUNG MIT DEM
VORTEILSCODE **SDVCON2023-CT** AUF **SDVCON.ORG****



Wi-Fi-7-Hardware für die Multigigabit-Zukunft

Nokias drei neue Router sind fit für Internetanschlüsse jenseits der Gigabit-Grenze. Die Geräte locken mit starker Wi-Fi-7-Ausstattung und schnellen Ethernet-Ports.

Mit dem Ausbau des 5G-Mobilfunks und der Glasfasernetze rücken auch Internetanschlüsse mit mehr als einem Gigabit pro Sekunde in den Fokus und bei einigen europäischen Anbietern bekommt man sie sogar schon. Nokias drei neue Router Beacon 24, 5G Gateway 7 und XS-2437X greifen diese Entwicklung auf.

Der Beacon 24 bringt die größte Ausstattung des Trios mit: Er hat vier Wi-Fi-7-Module mit je vier Antennen (4-Stream-MIMO). Die maximale Summendatenrate beträgt 24 Gbit/s.

Die Internetverbindung des Beacon 24 läuft über einen 10-Gigabit-Port, der etwa mit einem Glasfaser-Medienkonverter oder DOCSIS-Modem verbunden wird. Netzwerkgeräte finden an einem weiteren 10-Gigabit-Port und zwei 2,5-Gigabit-Ports Anschluss.

Der XS-2437X besitzt ein XGS-PON-Glasfasermode für bis zu 10 Gbit/s. Um diese weiterzureichen, besitzt er einen 10-Gigabit-Ethernet-Port; weitere Geräte schließt man an drei weiteren Gigabit-Ports an. Für drahtlose Übertragungen auf

2,4, 5 und 6 GHz sind drei Wi-Fi-7-Chips mit je vier Antennen integriert. Die Summendatenrate beträgt 19 Gbit/s und MLO hat Nokia ebenfalls implementiert.

Beide Modelle sind EasyMesh-kompatibel und können daher sowohl mit Geräten des gleichen Typs vermascht werden als auch mit beliebiger EasyMesh-Hardware.

Etwas bedeckt hält sich Nokia derzeit noch beim 5G Gateway 7: Laut Pressemitteilung und Werbevideo besitzt das Gerät ein 5G-Modem, das bis zu vier Träger mit insgesamt 300 MHz Kanalbreite bündeln kann. An Geräte ausgeliefert werden die

Daten mittels Wi-Fi 7 (4) auf 2,4 und 5 GHz mit bis zu 7 Gbit/s in Summe sowie über einen Gigabit-Ethernet-Port.

Unter der Haube des Trios soll Nokias Router-Betriebssystem Corteca laufen, dessen Funktionsumfang über einen Anwendungsmarktplatz erweitert werden kann.

Nokias Wi-Fi-7-Portfolio soll Anfang 2024 zertifiziert werden und in der ersten Hälfte des neuen Jahres in den Handel kommen. Außerdem hofft Nokia, dass den Router auch Provider in ihr Portfolio aufnehmen. Preise gab der Hersteller nicht bekannt. (amo@ct.de)



Bild: Nokia

Nokias Wi-Fi-7-Trio liefert rasante WLAN-Geschwindigkeiten für 5G- oder Glasfaser-versorgte Häuser.

Breitbandige Universalantenne

Wer unterwegs möglichst flott Daten übertragen möchte, benötigt gute Antennen. Der Netzwerkhersteller Peplink, der unter anderem modulare Profi-Router für Fahrzeuge entwickelt, hat jüngst sein Zubehörangebot mit der Kombiantenne Mobility 82G ergänzt. Im weißen, Frisbee-ähnlichen Gehäuse, das etwa 6 Zentimeter hoch ist und 43 Zentimeter breit, hat Peplink gleich meh-

rere Strahler untergebracht: Ganze **acht Einzelantennen für Mobilfunk** zwischen 600 MHz und 6 GHz sind an Bord. Sie werden von zwei WLAN-Strahlern für 2,4 und 5 GHz ergänzt. Die integrierte GNSS-Antenne mit eigenem LNA (3,3-Volt-Phantomspeisung) empfängt Daten von Navigationssatelliten, die zwischen 1575 und 1602 MHz senden. Die WLAN-Antennen sind mit RP-SMA-Steckern ausgeführt, Mobilfunk- und GNSS-Antennen wahlweise mit QMA oder SMA.

Die Mobility 82G schraubt man entweder in eine 43-Millimeter-Bohrung – etwa auf einem Fahrzeugdach – oder befestigt sie mittels separater Halterungen wahlweise magnetisch oder mit Schrauben auf einer Oberfläche. Peplinks Kombiantenne ist bereits verfügbar und kostet rund 800 Euro. (amo@ct.de)

Fritz'sche Experimentierstube

AVMs Labor hat neue **Firmwares zum Ausprobieren** veröffentlicht: Die Fritzboxen 5530, 5590, 7530AX und 7590AX können seit dem 17. Oktober mit der FritzOS-Version 7.70 bespielt und getestet werden.

Verbessert hat AVM unter anderem die Glasfaser- und DSL-Verbindungsübersichten, die WLAN-Leistung der 5530 sowie die Interoperabilität mit verschiedenen Glasfasergestellen.

Außerdem lassen sich über die Vorschauversion des FritzOS 7.70 die 7590AX und die 7530AX erstmals mit dem Einrichtungsassistenten der Smartphone-App MyFritz konfigurieren. (amo@ct.de)



Bild: Peplink

Die Multiantenne Mobility 82G enthält acht Strahler für Mobilfunk, zwei für WLAN und einen für Navigationssignale von Satelliten (GPS & Co.).

WhatsApp und Amazon führen Passkeys ein

Nach großen Anbietern wie Apple, Microsoft, PayPal oder eBay springen nun auch Amazon und WhatsApp auf den Zug der passwortlosen Anmeldung auf.

Passkeys gelten als der Passwortkiller schlechthin: Sie schützen Accounts besser als ein Passwort und machen es Betrügern unglaublich schwierig, Phishing durchzuführen. Kein Wunder also, dass immer mehr Unternehmen Passkeys anbieten: Mit Amazon und WhatsApp erschließen sich zwei weitere Großkonzerne die neue Anmeldeart.

Die passwortlose Anmeldung läuft über ein Gerät wie das Smartphone. Passkeys bestehen im Grunde aus einem Schlüsselpaar: Der private Schlüssel befindet sich im eigenen Smartphone und den öffentlichen Schlüssel erhält der Anbieter – in diesem Fall Amazon oder WhatsApp. Als Entsperrmethode kann man eine Pin, den Fingerabdruck oder die Gesichtserkennung verwenden (mehr dazu in c't 18/2023, ab S. 14).

Ohne große Ankündigung hat Amazon nun Passkeys eingeführt: Unter „Mein Konto/Anmelden und Sicherheit“ findet sich die Option „Passkey“. So ganz rund scheint die Einführung der Passkeys aber noch nicht zu laufen, denn Amazon verlangt redundanterweise trotzdem noch einen zweiten Faktor, wenn Zwei-Faktor-Authentifizierung eingerichtet ist.

Meta kündigte Passkeys für WhatsApp in einem Tweet auf X an. Die Funktion wird schrittweise ausgerollt. Sofern sie schon freigeschaltet ist, finden Sie sie in den Einstellungen im Konto. (wid@ct.de)

hinzü, um die Kontosicherheit zu erhöhen. Wenn es eine ungewöhnliche Anmeldung gibt, können wir dir einen SMS schicken und überprüfen, ob du es wirklich warst.

Passkey:
Melde dich auf die gleiche Weise an, wie du dein Gerät entsperrst, mit deinem Gesicht, Fingerabdruck oder deiner PIN. **Einrichten**

Passwort:
***** **Bearbeiten**

Zwei-Schritt-Verifizierung:
Authentifizierungs-App - 1 App angemeldet
Gebe zusätzlich zu deinem Passwort einen Code ein, der an deine Verifizierungsmethode **Verwalten**

amazon.de

Im Benutzerkonto unter „Anmelden und Sicherheit“ zeigt Amazon die neue Funktion Passkeys an.



212 Seiten · 29,90 €
ISBN 978-3-86490-965-8



242 Seiten · 36,90 €
ISBN 978-3-86490-943-6



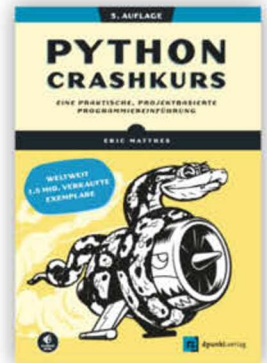
312 Seiten · 34,90 €
ISBN 978-3-86490-884-2



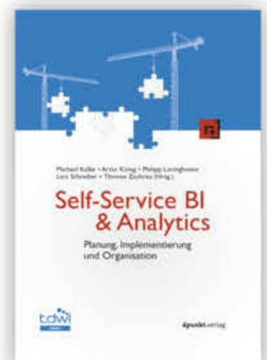
468 Seiten · 46,90 €
ISBN 978-3-86490-939-9



348 Seiten · 36,90 €
ISBN 978-3-86490-967-2



3. Auflage · 646 Seiten · 32,90 €
ISBN 978-3-86490-989-4



218 Seiten · 59,90 €
ISBN 978-3-86490-993-1



344 Seiten · 44,90 €
ISBN 978-3-86490-888-0

Hand mit Gefühl statt Phantomschmerzen

Per Human-Machine-Interface steuert erstmals ein Mensch eine Handprothese über Nervenimpulse, wie eine gesunde Hand. Die Frau erhält sogar Tasteindrücke über Nervenreize zurück.

Forscher um Max Ortiz-Catalán am Zentrum für Bionik und Schmerzforschung in Mölndal, Schweden, sprechen in ihrer jüngsten Veröffentlichung von einer „bi-nischen Hand“: Sie implantierten einer Patientin ein Human-Machine-Interface, indem sie Titanstützen in den beiden Unterarmknochen Elle und Speiche fest verankerten. Zusätzlich implantierten sie Elektroden, die die Impulse vom Gehirn zu den Muskeln aufnehmen, sowie solche, die Reize an die Nerven zum Gehirn übertragen. Auf ihr Interface am Unterarm kann die Patientin nun verschiedene Handaufsätze aufstecken.

Mit der Zeit gewann die Patientin einen hohen Grad an Kontrolle über ihre künstliche Hand. Sie kann über die Nervenimpulse zu ihren Muskeln die Handbewegungen und sogar die einzelnen Finger koordiniert bewegen. Zugleich hat sie ein Gefühl für Tastempfindungen und

kann dadurch den Druck ihrer Finger anpassen. Als Zusatzeffekt ließen die Phantomschmerzen nach, die sie jahrelang quälten. „Wir nutzen für die Kontrolle der Prothese im Grunde dieselben Nerven, die sonst für die natürliche Handkontrolle zuständig sind“, erläutert Ortiz-Catalán auf der Homepage des an den Forschungen

beteiligten Bionic Institute in Melbourne. Das könne erklären, warum beim Gebrauch der neuen künstlichen Hand die Phantomschmerzen schnell zurückgegangen sind. (agr@ct.de)

Video und Paper zur Forschung:
ct.de/yzzyv



Das Human-Machine-Interface der Patientin ist mit Armknochen und Nervenfasern fest verbunden, die Aufsätze sind austauschbar.

Bild: Bionics Institute/Anna-Lena Lundqvist

Teilchenbeschleuniger mikroskopisch klein

Laserphysiker an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) haben einen nanophotonischen Beschleuniger demonstriert, der leicht auf einem



Bild: FAU/Julian Untzel

Der Mikrochip – hier über einem Eurocent – trägt winzige Strukturen. Mittels Laserimpulsen lassen sich darin Elektronen beschleunigen.

Mikrochip Platz findet. Die erforderlichen Strukturen messen gerade einmal 0,5 Millimeter; der Kanal, durch den **Elektronen mit ultrakurzen Laserimpulsen beschleunigt** werden, ist sogar nur 225 Nanometer lang. Das Team um Institutsleiter Peter Hommelhoff sieht dadurch die Tür zu kostengünstigen mikroskopischen Teilchenbeschleunigern aufgestoßen.

Heutzutage sind Teilchenbeschleuniger im medizinischen Einsatz, etwa für die Bildgebung oder in der Strahlenbehandlung von Tumoren, mehrere Meter groß und sperrig. Traum der FAU-Forscher ist es, Teilchenbeschleuniger auf einem Endoskop unterzubringen und damit beispielsweise eine Strahlentherapie ganz gezielt im Körper anzuwenden.

(agr@ct.de)

Sicherheitschip mit Open Source

Das Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik, Frankfurt/Oder, hat zusammen mit mehreren Forschungspartnern ein offenes Design für einen Sicherheitschip vorgestellt. Der Chip ist das Ergebnis eines Forschungsprojekts, in dem Open-Source-Werkzeuge für das digitale Chipdesign und quelloffene Prozessordesigns die Wertschöpfungskette härten sollen. Sicherheitschips führen in elektronischen Geräten kryptografische Operationen aus. Das neue Hardware-Sicherheitsmodul stellt etwa einen **Kryptobeschleuniger und manipulationssichere Funktionen** bereit. Es gilt als europäischer Gegenentwurf zu Googles Open-Titan-Projekt. Mit den quelloffenen Komponenten gelang es, den Prototyp in zwei Jahren zu entwerfen und zu fertigen. (agr@ct.de)

Was ist der

Hype

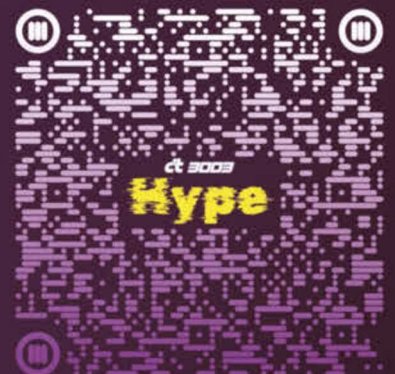
wirklich wert?



ct 3003 Newsletter

In Hype nehmen Keno und Lukas Tech-Trends genau unter die Lupe!

Jetzt KOSTENLOS abonnieren:
ct.de/hype

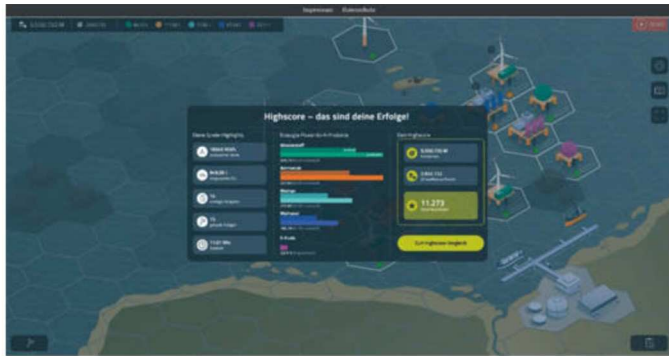


Wir bauen uns einen Offshore-Windpark

h2mare.info

H₂Mare ist eines von drei Wasserstoff-Leitprojekten des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. Das Projekt untersucht, wie man auf See mithilfe von Windenergie Wasserstoff und Folgeprodukte wie Ammoniak oder E-Fuels herstellen kann. Um Laien dieses Thema nahezubringen, betreibt H₂Mare das Browserspiel **Offshore – das H₂Mare-Game**. Darin bauen Nutzer einen digitalen Offshore-Windpark.

Das küstennahe Meer ist im Spiel in Kacheln unterteilt, auf denen der Spieler Windkraftanlagen und Speicher errichtet. Oben links in einer Leiste sehen Spieler ihren Kontostand und wie viel Wasserstoff und Folgeprodukte ihre Anlagen schon produziert haben. Hier sammelt man auch Umweltbonuspunkte, etwa indem man während der virtuellen Heringslaichzeit bestimmte Gebiete in Ruhe lässt.



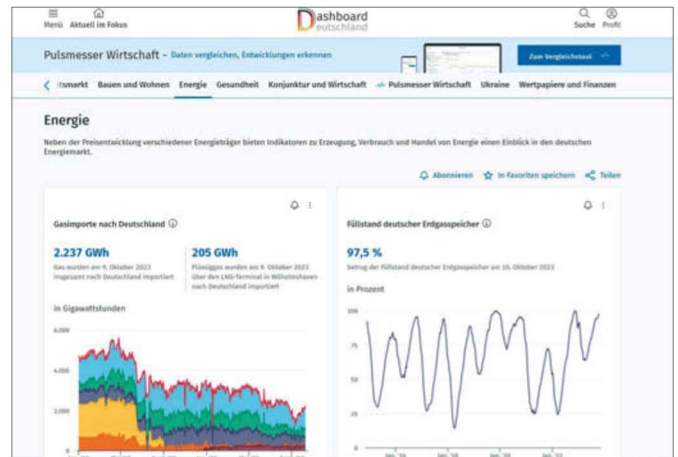
Im Baumenü unten links kaufen die Spieler ein Transportschiff, weitere Windkraftanlagen und später auch Pipelines. Unten rechts kann man Aufträge annehmen, verkauft etwa 25 Tonnen Wasserstoff an einen Stahlproduzenten, der damit seine Öfen heizt, oder 80 Tonnen Ammoniak an einen Düngemittelhersteller. Abgeschlossene Aufträge bringen zusätzliche Spielzeit. (gref@ct.de)

Deutschland in Zahlen

dashboard-deutschland.de

Das Statistische Bundesamt bündelt ausgewählte Statistiken im **Dashboard Deutschland**. Die Website zeigt zunächst „Aktuell im Fokus“ stehende Statistiken. Oben wählt man ein Themengebiet aus, derzeit aus den Schlagworten Arbeitsmarkt, Bauen und Wohnen, Energie, Gesundheit, Konjunktur und Wirtschaft, Ukraine sowie Wertpapiere und Finanzen. Ergänzend gibt es den Pulsmesser Wirtschaft, der wirtschaftliche Indikatoren bündelt und Nutzer diese vergleichen lässt.

Im Abschnitt Energie etwa sammelt das Dashboard Grafiken zu Gasimporten nach Deutschland, Kraftstoffpreisen an öffentlichen Tankstellen und dem Stromverbrauch. Fährt man mit dem Mauszeiger über die Diagramme, erscheinen einzelne



Werte. Per Klick auf das „i“ neben dem Grafiknamen öffnet sich ein knapper, einordnender Text. Über den „Mehr Informationen“-Link gelangen Nutzer zu einer Seite mit einer größeren Version der Grafik und einer kurzen Beschreibung, unten stehen die Datenquellen. (gref@ct.de)

Weltraumlift

neal.fun/space-elevator

Schon lange gibt es die Idee eines Fahrstuhls, der bis ins Weltall führt. Das Browser-Minispiel **Space Elevator** von Entwickler **Neal Agarwal** nimmt seine Besucher visuell mit auf die Reise in einem solchen Lift. Begleitet von sanfter Klimpermusik scrollt man den Fahrstuhl Meter für Meter im Browserfenster nach oben. Während der Fahrt beobachtet der Spieler Vögel, Flugzeuge und Sehenswürdigkeiten, aber auch historische Er-



eignisse und Rekorde, die zur aktuellen Fahrthöhe passen. Dazwischen streut der Entwickler Wetterereignisse ein, die man aus dem Fahrstuhl auf der Höhe sehen würde, etwa leuchtende Nachtwolken. Er ergänzt passende Fun Facts, zum Beispiel den höchsten Papierflieger, der einst auf 35 Kilometern Höhe die ohnehin schon dünne Luft zerschnitt. Die Reise endet bei 100 Kilometern Höhe an der Kármán-Linie, die die Grenze zum Weltraum bildet. (wid@ct.de)

Diese Seite mit klickbaren Links: ct.de/yarc

14. bis 16. November in Köln

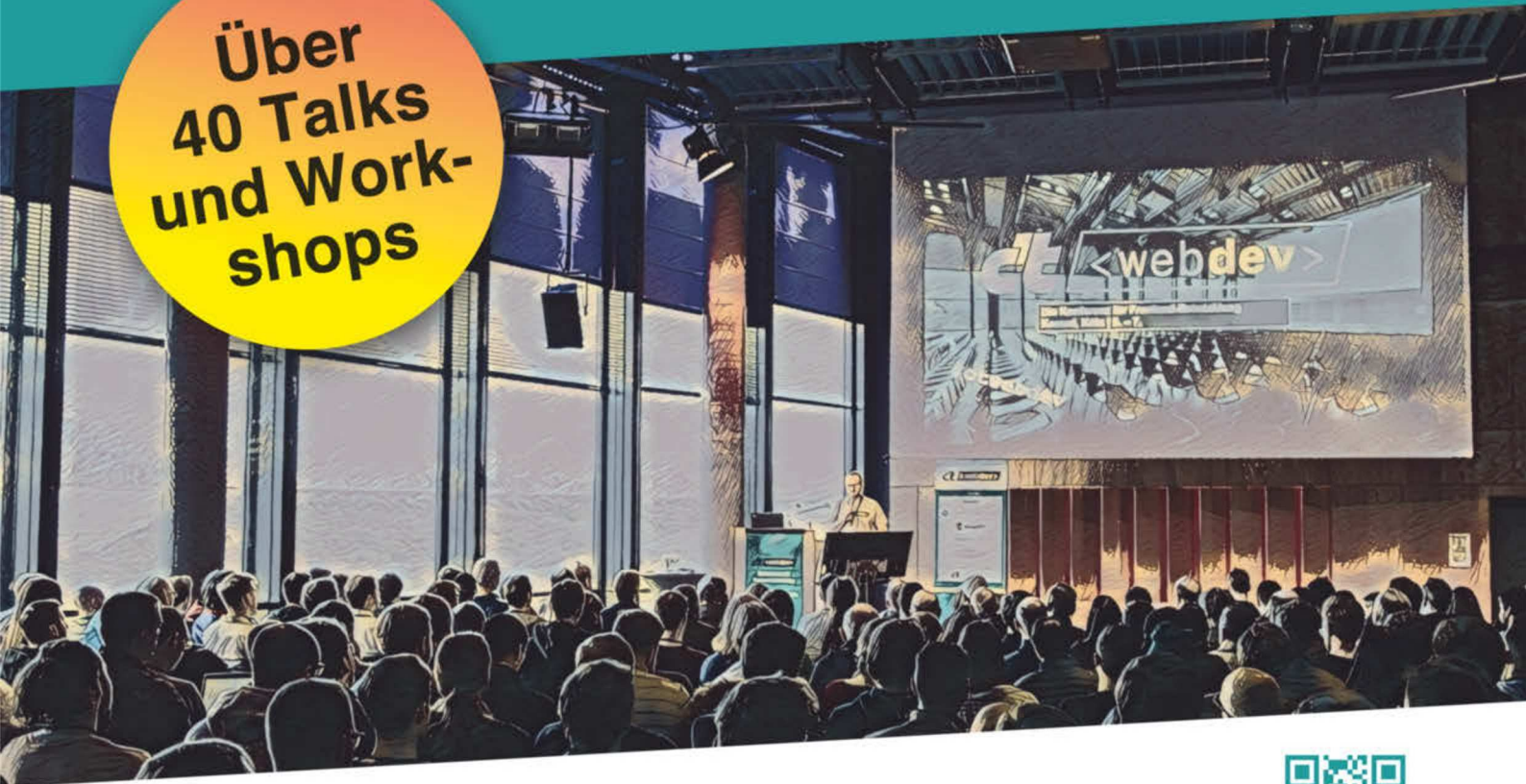
Das Update für Frontend Devs

Die Konferenz für Frontend-Entwicklung

Die Konferenz bietet eine gute Gelegenheit für die Frontend-Gemeinschaft, sich zu treffen und auszutauschen. Hier kannst du nicht nur drei bereichernde Tage erleben, sondern auch wertvolle Kontakte knüpfen.

Lass dich von inspirierenden Talks begeistern, teile dein Wissen und entdecke die neuesten Trends und Techniken der Webentwicklung.

Über
40 Talks
und Work-
shops



KFW

Goldsponsor



okta

Goldsponsor



Silbersponsor

Sichere dir jetzt dein
Ticket unter ctwebdev.de

Kannste knicken

Samsung verweigert Gewährleistung für Galaxy Z Fold 4



Weist gelieferte Ware einen Mangel auf, hat der Käufer gegenüber dem Verkäufer in der Europäischen Union verbrieft Rechte. Bis zu Samsung nach Südkorea scheint sich das aber noch nicht herumgesprochen zu haben.

Von Tim Gerber

Matthias R. mag Smartphones mit faltbarem Display. Sein Samsung Galaxy Z Fold 3 zeigte im Sommer 2022 jedoch erste Risse. Deshalb bestellte er kurz nach Samsungs Ankündigung des Nachfolgemodells Galaxy Z Fold 4 über den deutschen Onlineshop des Herstellers im Austausch gegen sein altes ein Gerät dieser neuesten Generation. Der Preis für das neue Smartphone betrug 2159 Euro. Darin enthalten war zusätzlich eine einjährige „Care+“-Garantie des Herstellers. Am 24. August 2022 wurde das Smartphone geliefert und funktionierte zunächst auch einwandfrei.

Nach ein paar Wochen tauchten gelegentlich Systemmeldungen über mögliche Probleme auf, die Matthias R. in der geschäftigen Zeit zum Jahresende zunächst nicht näher untersuchte. Erst nach Weihnachten ging er der Sache mit den Systemmeldungen des Smartphones dann auf den Grund und musste feststellen, dass der Akku nicht in Ordnung war. Die Systemdiagnose des Smartphones empfahl einen Austausch des Akkus, da er in einem schlechten Zustand sei.

Einigermaßen erschrocken machte sich Matthias R. nun zunächst Gedanken, wie er seine Daten sichern sollte, bevor er

sich schließlich am 17. Februar an den Support von Samsung wandte. Dieser verwies ihn an eine in seiner Nähe befindliche Vertragswerkstatt. Die beschied ihm auf seine Anfrage hin aber lediglich, für sein Smartphone keinen Ersatzakku vorrätig zu haben.

Vergebliche Suche nach Service

Nun versuchte Matthias R. für den von Samsung beworbenen „Smart Repair“-Service, bei dem eine mobile Werkstatt („Samsung Repair Bus“) in die Nähe des Kunden kommt, einen Termin Anfang März zu bekommen. Dafür musste er zunächst eine Anfahrtspauschale von 10 Euro an Samsung zahlen. Doch sowohl der gebuchte Termin am 10. März als auch der Ersatztermin am 13. März verstrichen, ohne dass sich Samsung noch einmal gemeldet hätte. Auf telefonische Nachfrage erfuhr der Kunde lediglich, dass keine Ersatzteile vorrätig seien und man ihm die zehn Euro für die Anfahrt erstatten werde. Das geschah auch.

Weitere Versuche, über die Webseite für Samsungs „Smart Repair“ einen neuen Termin zu bekommen oder die Abholung des defekten Smartphones zu beauftragen, scheiterten immer wieder mit Meldungen von Server-Fehlern. Am 30. Mai wandte sich Matthias R. per E-Mail an den Samsung-Service und schilderte sein Problem mit dem notwendigen Tausch des Akkus. Am Tag darauf erhielt er die Antwort, dass es tatsächlich technische Probleme mit der Webseite gebe und er sein Smartphone alternativ auch selbst an den Samsung Service senden könne. Er möge eine Fehlerbeschreibung sowie eine Kopie seiner Rechnung beilegen.

Die Zeit dafür fand der Kunde erst nach seinem Urlaub. Inzwischen zeigte das innere Display auch schon einen kleinen Riss. Deshalb sandte Matthias R. das Smartphone wie vorgeschlagen mit der Bitte, nunmehr beides, Akku wie Display zu tauschen, auf eigene Kosten an den Vertragsservice bei LetItRepair. Dort kam es laut Sendungsverfolgung am 6. August an. Danach hörte der Kunde nichts weiter. Am 27. August fragte er deshalb bei LetItRepair an, wie der Reparaturstatus seines Smartphones sei. Die Werkstatt antwortete am 4. September, man warte derzeit auf die nötigen Ersatzteile.

Also schilderte der Kunde nun dem Samsung-Support am 15. September per E-Mail sein Problem, dass sein wenige Monate nach Kauf bereits defektes Smartphone nun über einen Monat in der Werkstatt liege und diese auf Nachfragen nicht reagiere. Unmissverständlich forderte der Kunde den Hersteller auf, dafür zu sorgen, dass die nötigen Ersatzteile für sein Fold 4 zur Werkstatt kämen, damit er es noch vor der Vorstellung des Fold 6 zurück erhalte. Am 18. September kam die

Antwort von Samsung: Aufgrund eines hohen Aufkommens und einer starken Nachfrage von Ersatzteilen komme es derzeit zu Verzögerungen. Einen genauen Liefertermin der für seine Reparatur benötigten Ersatzteile könne man nicht nennen. Man bitte ihn noch um etwas Geduld.

Geduldsspiele

Doch wie viel Geduld Matthias R. noch aufzubringen bereit war, spielte für Samsung offenbar gar keine Rolle. Denn am 26. September kam sein Smartphone einfach unrepariert zurück, weil das zu ersetzende Display nicht verfügbar war. Den schadhafte Akku hatte die Werkstatt aber auch nicht ausgewechselt.

Zeitgleich erhielt der Kunde eine Nachricht von Samsung, man wolle das Gerät „begutschriften“. Er möge bitte noch mitteilen, wann die Spedition das Gerät verpackt bei ihm abholen könne. Am selben Tag fragte der Kunde nach, ob er das richtig verstanden habe, dass man das irreparable Smartphone zurücknehmen und ihm den Kaufpreis erstatten wolle. Doch darauf bekam er keine Antwort. Auf seine neuerliche Nachfrage am 29. September reagierte der Samsung Support in weniger als einer Stunde: Man habe seinen Fall „an eine höhere Instanz“ weitergeleitet und warte derzeit noch auf Antwort. Sobald diese vorliege, werde man sich wieder melden.

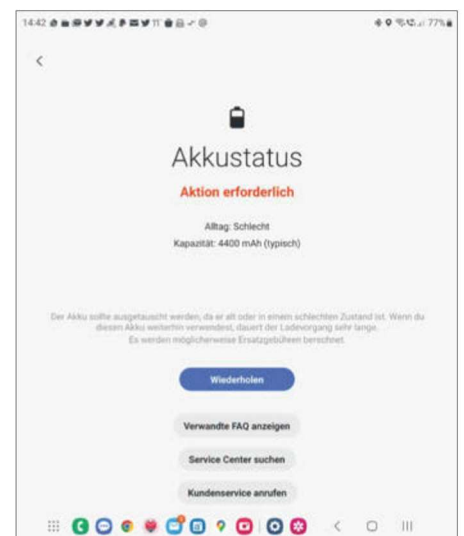
Doch bis zum 4. Oktober geschah nichts, deshalb wandte sich Matthias R. mit seiner Service-Odyssee an c't. Wir fragten am 11. Oktober bei Samsung an und baten vor allem um Auskunft, warum man dem Kunden angesichts nicht verfügbarer Ersatzteile nicht schlicht ein neues Gerät liefere? Eine Antwort erhielten wir

erst kurz vor Redaktionsschluss am 23. Oktober.

Gemäß den AGB des Samsung-Online-Shops müssten Kunden konkret äußern, wenn sie bei einem Mangel ein neues Gerät in Anspruch nehmen wollen, hieß es lapidar. Das habe Matthias R. nicht getan. Das steht so aber auch nirgends geschrieben. Auch in den AGB ist – ebenso wie im Gesetz – lediglich von einem Wahlrecht des Kunden die Rede. Richtig ist zwar, dass sich der Kunde zunächst nur mit dem Wunsch einer Reparatur an Samsung gewandt hatte. Nachdem der Hersteller dazu aber nicht innerhalb vernünftiger Frist in der Lage war, hätte er den Kunden auf sein gesetzliches Wahlrecht aus § 437 BGB hinweisen und nachfragen müssen, ob er anstelle der Reparatur nicht lieber ein neues Gerät wünsche. Schließlich oblag es Samsung als Verkäufer, eine mangelfreie Sache zu liefern.

Eine absolute Frechheit seitens Samsung ist es, anstatt seinen gesetzlichen und vertraglichen Pflichten nachzukommen, einfach einseitig den wirksam geschlossenen Kaufvertrag zu widerrufen und dem Kunden den Kaufpreis erstatten zu wollen. Dazu hat der Verkäufer schlicht kein Recht. Nach den miserablen Erfahrungen mit dem Service dieses Herstellers ist Matthias R. allerdings nun einverstanden, sich gegen Erstattung des Kaufpreises von seinem Galaxy zu trennen und sich stattdessen ein Smartphone eines anderen Herstellers zu besorgen. (tig@ct.de) 

**VOR
SICHT
KUNDE!**



Screenshot: Matthias R.

Kurze Zeit nach dem Kauf zeigte die Systemdiagnose des Samsung Galaxy Z Fold 4 des Kunden bereits einen schadhafte Akku.

Capture The Flag!

40 Jahre c't: Wir verlosen ein Apple iPad Pro 2022



In dieser Rätselrunde schicken wir Sie auf eine digitale Schnitzeljagd. Je mehr Stationen Sie meistern, umso größer ist die Chance auf den Gewinn eines iPad Pro.

Von Oliver Lau

Bei den vergangenen beiden Rätseltrios haben wir für jedes richtig gelöste Rätsel ein Los mit Ihrem Namen in unseren Lostopf geworfen, unabhängig davon, welches Rätsel Sie geknackt haben und in welcher Reihenfolge. In dieser Runde läuft es ein bisschen anders, nämlich in Form einer Schnitzeljagd. Von einer Station zur nächsten kommen Sie nur, wenn Sie Aufgaben lösen. Für jede gelöste Aufgabe bekommen Sie zur Belohnung eine sogenannte Flagge. Das sind besonders formatierte Textschnipsel, die Sie als Lösungswort einreichen können. Für jede eroberte Flagge gibt es ein Los. Maximal sechs Lose können Sie einheimsen. Wie Sie eine Flagge per Mail einsenden, steht im Kasten am Ende des Artikels.

Auf dem Weg zur ersten Station können Sie die Auflösungen der Rätsel aus c't 23/2023 lesen.

Assoziationsrätsel

Das erste Rätsel, das ausnahmsweise mal nichts mit IT zu tun hatte, ging wie folgt:

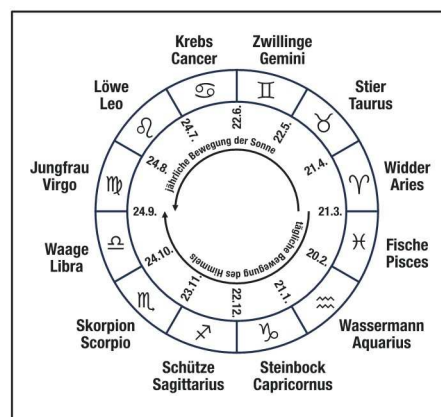
- Die Eineiigen flüchten vor dem Krustentier.
- Der Mann mit zwei Eimern Wasser rennt der Ziege hinterher.
- Das Spinnentier läuft vor dem Jäger weg. Wer folgt dem König der Tiere?

Eineiige? Das können doch nur Zwillinge sein. Und Krustentier ist ein Oberbegriff für Krebs. Wer danach schon eine

Ahnung hatte, fand sie mit dem nächsten Hinweis erhärtet: Der Wassermann kommt nach dem Steinbock. Es geht also offenbar um die zeitliche Abfolge der Sternbilder im Tierkreis. Die endgültige Bestätigung lieferte der letzte Hinweis: Der Skorpion (Spinnentier) kommt vor dem Schützen (Jäger). Demzufolge ist mit dem König der Tiere der Löwe gemeint, auf den die Jungfrau folgt.

Damit das Rätsel nicht allzu leicht ist, hatten wir uns die kleine Gemeinheit erlaubt, nach einem Lösungswort mit fünf Buchstaben zu fragen. Wer leichtfertig „Krebs“ einsendete, weil der direkt neben dem Löwen steht, lag leider falsch. Richtig ist der lateinische Name der Jungfrau „Virgo“. Weil das Rätsel zu Assoziationen einlud, werteten wir auch „Maria“ als wohl bekannteste aller Jungfrauen als richtige Lösung, ebenso den althochdeutschen Begriff „Dirne“ für ein junges Mädchen oder die im Norddeutschen gebräuchliche „Deern“.

Uns erreichten 602 Einsendungen zu diesem Rätsel, davon leider 254 falsche, die mit Abstand meisten davon mit der Antwort „Krebs“.



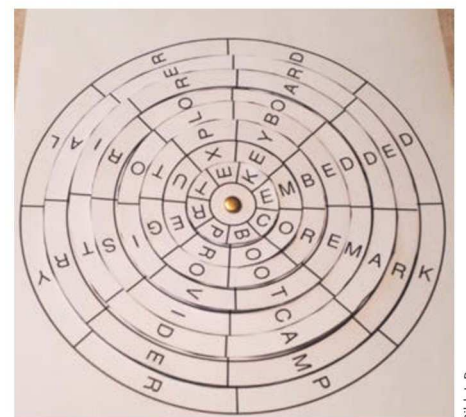
Beim Tierkreiszeichenrätsel folgt auf den Löwen die Jungfrau. „Virgo“ war damit das gesuchte Wort.

Rätsel

Beim zweiten, „Dreh am Rad!“ genannten Rätsel sollten Sie acht konzentrische Kreise mit Buchstaben so zurechtdrehen, dass von der Mitte aus acht IT-Begriffe zu lesen waren. Zum Beweis, dass Ihnen das gelungen ist, sollten Sie als Lösungswort das mit C beginnende nennen: COREMARK.

Von den 615 eingesendeten Lösungen waren erfreulicherweise nur elf falsch. Eine Handvoll Einsender hat uns glaubhaft machen können, dass sie das Rätsel ohne Stift, Papier, Schere oder andere Hilfsmittel im Kopf gelöst hat. Diese haben wir per Mail wie angekündigt mit Lob überhäuft. Falls uns dabei jemand durch die Lappen gegangen sein sollte, nehmen Sie bitte an dieser Stelle unsere Lobpreisungen an. Das Rätsel so zu lösen, verdient ehrlichen Respekt.

Schön auch, dass etliche Teilnehmer das Rätsel als Anlass zu Programmierübungen genommen haben. Besonders beeindruckt hat uns das Python-Skript von Jessica K. aus Wolfenbüttel. Es wandelt das „Rätsel“-PDF in eine Pixelgrafik. Mithilfe des Python-Moduls pytesseract extrahiert es daraus ringweise die Buch-



Wer richtig am Rad gedreht hat, kam leicht auf das gesuchte Wort COREMARK.

staben und übergibt diese als Listen an einen Solver. Der dreht die Ringe virtuell in alle möglichen Stellungen. Entsteht dabei eine Formation mit mindestens zwei Wörtern, die in der Liste deutscher Wörter (/usr/share/dict/ngerman in diversen Linux-Distributionen) zu finden sind, wird diese als mögliche Lösung ausgegeben.

Auch wenn das Skript unter Zuhilfenahme der KI-Suchmaschine Phind entstanden ist, ist uns das Gesamtwerk den Sonderpreis der Redaktion wert: je ein Buch der Sci-Fi-Kurzgeschichtenbände „Ausblendung. Wege in die virtuelle Welt“ und „Massaker in RobCity“. Er geht außerdem an I. P. aus P. für seine Papier-&-Scheren-Lösung (siehe Bild links).

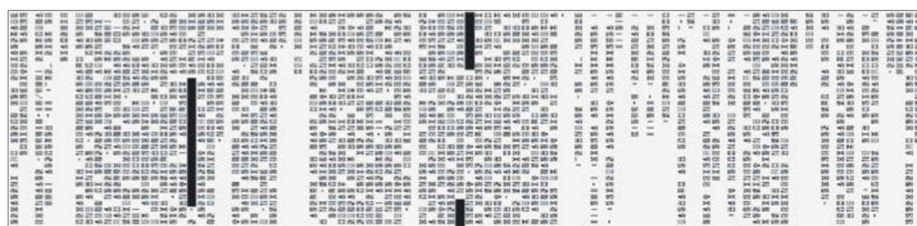
Das wars aber noch nicht mit den Lösungsansätzen: Einige Leser haben das PDF in eine Bildbearbeitungssoftware wie GIMP importiert, die Ringe auf Ebenen aufgeteilt und diese dann so lange gedreht, bis die acht IT-Begriffe zu lesen waren. Noch populärer: die Buchstaben Ring für Ring in die Spalten einer Tabellenkalkulation übertragen und dann die Spalten so lange gegeneinander verschieben, bis sinnvolle Wörter rauskommen.

Alien-Chinesisch

Während die ersten beiden Rätsel noch leicht zu lösen waren, hatte es das dritte in sich. Ein analytischer Blick auf das zu dechiffrierende Dokument mutmaßlich außerirdischer Herkunft ließ erahnen, dass es sich um eine monoalphabetische Substitutionschiffre handelt. Das ist eine Art der Verschlüsselung, in der ein Zeichen aus dem Ursprungsalphabet durch ein eindeutiges anderes Symbol ersetzt wird.

Dafür sprechen mehrere der Hinweise. Einer lautet, dass Großbuchstaben, Ziffern und Satzzeichen darin vorkommen. Ziffern und Satzzeichen seien an ihrer Gestalt als solche zu erkennen.

Mit einigem Langmut konnte man darauf kommen, dass die Ziffern diejenigen Symbole sind, die wie römische Zahlen (I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X) geschrieben sind, und zwar auf der Seite liegend. Außerdem sind an etlichen Stellen Gruppen dieser Symbole zu erkennen, was vermuten lässt, dass es Ziffern sind, die zu Zahlen zusammengesetzt wurden. Dass aufeinanderfolgende Symbole von oben nach unten zu lesen sind und nicht wie gewohnt von links nach rechts, konnte man dem Hinweis entnehmen, dass es sich um Alien-Chinesisch handelt; auch der Umbruch des zweiten geschwärzten Wortes spricht dafür.



„Alien-Chinesisch“: Was steht in diesem chiffrierten Kurzbericht?

Alien-Chinesisch im Klartext

Kurzbericht des Amtes für interstellare Entwicklungshilfe

Raumzeit 1337/42.326789, Terranische Zeit (TZ): 22. Dezember 1943

Historie

Unsere Fördermaßnahmen, die erstmals dem Mathematiker, Erfinder und Ingenieur Charles Babbage im Jahr 1836 TZ zuteil wurden, hatten rund 100 terranische Jahre später Früchte getragen. Der deutsche Bauingenieur Konrad Zuse schaffte es 1938, den ersten Universalcomputer zu bauen, die Z3. Es handelte sich um den ersten funktionsfähigen Digitalrechner des Planeten Terra. Wie schon ihr Vorläufer Z1 verwendet sie binäre Gleitkommaarithmetik, bekanntlich ein früher Wegbereiter des neuromorphen Computings auf Basis von Supraleitern.

Der Hohe Rat sah es danach als erwiesen an, dass die Terraner ihre Entwicklung auch langfristig aus eigener Kraft vorantreiben können, und hat die Fördermaßnahmen eingestellt.

Status quo

Zurzeit tobt auf Terra der später so genannte Zweite Weltkrieg, in den sämtliche dortigen Großmächte involviert sind. In dessen Verlaufe wurde die von Konrad Zuse erbaute Rechenmaschine Z3 bei einem Bombenangriff der alliierten Streitkräfte auf Berlin am 21. Dezember 1943 TZ zerstört. Das bedeutet einen herben Rückschlag in der Entwicklung der Computertechnik auf Terra.

Obwohl Konrad Zuse nach seinem uns vorliegenden Bericht über seine Rechenggeräte aus ökonomischen Erwägungen und zum Behufe der Betriebssicherheit an der mechanischen Relais-technik festhalten will, wenngleich die Elektronenröhre bereits erfunden ist, ist die Bedeutung der Z3 für die Entwicklung der Bewohner des Planeten Terra so groß, dass das Amt in einer Eilsitzung beschlossen hat, den Hohen Rat darum zu ersuchen, die Förderung wieder aufzunehmen und den Wiederaufbau der Z3 alsbald in die Wege zu leiten.

Kosten (in EE, gerundet):

- Replizieren der Relais: 1.23e-12
- Replizieren weiterer Bauteile: .61e-12
- Transport: 6.77e-9
- Sonstiges: .23e-12

Folgenabschätzung:

- 1.) bei Wiederaufnahme der Förderung:
 - für die Terraner natürlich wirkende Entwicklung der Technik
- 2.) wenn nichts unternommen wird:
 - akuter Rückfall der technischen Entwicklung zwar um nur wenige terranische Jahre, aber weit in die Zukunft reichende Folgen für die gesamtwirtschaftliche und technische Prosperität

Gesuch

Der Hohe Rat möge beschließen,

- die Förderung terranischer Computertechnik wieder aufzunehmen und
- als Soforthilfe die unter "Kosten" aufgeführten EE zu genehmigen.

Ergebenst,

AE23567894

Präsident des Amtes für interstellare Entwicklungshilfe



Mit den richtigen Einstellungen dechiffriert CrypTool das Transkript fehlerfrei.

Satzzeichen wie runde Klammern, Komma, Punkt, Doppelpunkt, Minus, Schrägstrich oder Anführungszeichen fallen ebenfalls recht gut auf. Da es außerdem hieß, der Text sei auf Deutsch verfasst worden, ist es wahrscheinlich, dass auf einen Punkt als Satzendezeichen ein Leerzeichen folgt. Das lässt sich ebenfalls fast durchgängig beobachten. Wo auf einen Punkt kein Leerzeichen folgt, steht davor oder danach eine Zahl; dabei könnte es sich etwa um Mengenangaben, Maße oder Kalenderdaten handeln.

Weitere Bestätigung, dass es sich um eine monoalphabetische Substitutionschiffre handeln dürfte, erhält man durch das Auszählen der unterschiedlichen Symbole: 45 ohne Leerzeichen. Zieht man die Ziffern und Satzzeichen davon ab, bleiben 27 übrig. Das passt gut zum deutschen Alphabet mit 26 Buchstaben plus Ä, Ö, Ü und ß. X und Y sind sehr selten und könnten deshalb nicht vorhanden sein. Gleiches gilt für ß, das fast immer beim Umwandeln in GROSSBUCHSTABEN zu SS wird, obwohl es das Eszett mittlerweile auch als Großbuchstaben gibt.

Das war der Logikteil zur Lösung des Rätsels. Darauf folgt der Konzentrations- teil, nämlich das Transkribieren der Buchstaben in ein Alphabet, mit dem Dekodierungshelfer wie CrypTool umgehen können. (Ist Ihnen aufgefallen, dass ein Artikel über CrypTool in den Literaturnachweisen stand?) Am einfachsten aufzuschreiben und einzutippen sind die Buchstaben des deutschen Alphabets. Andere Zeichen als Buchstaben und Leerzeichen kann man beim Transkribieren für dieses Rätsel ignorieren, denn es geht ja nicht darum, das Dokument mit allen Feinheiten komplett zu entschlüsseln, sondern nur so weit, dass man auf die bei-

den geschwärzten Wörter schließen kann, die es zu ermitteln galt.

Als praktisch hat sich die sogenannte A-bis-Z-Transkription erwiesen: Ans erste Symbol sowie alle weiteren Vorkommen dieses Symbols schreibt man ein A. Ans nächste noch nicht transkribierte Symbol ein B und so weiter. Da zur Analyse monoalphabetischer Substitutionschiffren häufig schon ein paar Dutzend Zeichen aus dem Geheimtext genügen, muss man sich nicht damit abmühen, den gesamten Geheimtext zu transkribieren, sondern kann sich auf die Abschnitte mit den geschwärzten Wörtern beschränken.

Macht man das mit dem Satz, in dem das erste geschwärzte Wort steht, kommt das Transkript im Bild oben heraus.

Kippt man ihn in den „Monoalphabetischen Substitution Analyzer“ von CrypTool, wählt als Algorithmus „Hillclimbing“, als Sprache „Deutsch“ und „Pentagrams“ als Datenquelle für den Algorithmus, erscheint das Dechiffrierte im Fenster „Text Output“.

Ein Blick in den Geheimtext verrät, dass hinter dem einsamen Z eine 1 steht. Es könnte sich also um Konrad Zuses Rechenmaschine Z1 handeln. Das war der Vorläufer der Z3. Schaut man in den Wikipedia-Eintrag dazu, findet man folgenden Satz: „Die Z3 verwendete (wie auch bereits die Z1) die von Konrad Zuse in die Rechnerneertechnik eingeführte binäre Gleitkommaarithmetik.“

Da das Wort nach BINÄRE geschwärzt ist, dürfte dort „Gleitkommaarithmetik“ stehen; die Anzahl der Buchstaben passt ebenfalls. Bestätigung findet man nach

dem Transkribieren und Entschlüsseln des Bereichs um das zweite geschwärzte Wort (siehe Kasten „Alien-Chinesisch im Klartext“). Da ist tatsächlich von Konrad Zuse die Rede.

Was aber mag das Wort hinter „mechanischen“ sein? Als Quelle für die Aussage führt der Klartext Zuses „Bericht über seine Rechengereäte“ an. Eine Google-Suche nach „Konrad Zuse Bericht über meine Rechengereäte“ führt zum Konrad Zuse Internet Archive mit einer Sammlung von PDFs mit Notizen und Berichten (siehe ct.de/ya9b) und dort gibt es tatsächlich ein PDF mit dem Titel „Bericht über meine Rechengereäte“ von 1945. Darin steht der Satz „Die mechanische Relais- technik ist betriebssicher auch ohne sorgfältige Wartung“, der zu der Aussage im Klartext passt. Das zweite geschwärzte Wort lautet demnach „Relais-technik“.

Für das erste Wort haben wir als richtige Lösung auch „Fließkommaarithmetik“ und „Gleitkommaoperationen“ akzeptiert, weil sie die richtige Anzahl von Buchstaben haben sowie semantisch und grammatisch in den Satz passen. Für das zweite Wort galten auch „Schalttechnik“, „Recheneinheit“, „Betriebsweise“ und „Rechneranlage“ als korrekt.

Der beschriebene Weg ist ein möglicher unter vielen. Wie zahlreiche Einsendungen belegen, sind viele von Ihnen den Weg mit Stift und Papier gegangen, um das Dokument zu transkribieren. Ein guter Startpunkt war dabei das Datum 22. DEZEMBER 1943. Da das E der bei Weitem häufigste Buchstabe in deutschen Texten ist, lässt sich bereits beim Überfliegen des Dokuments leicht erkennen, dass er durch das Symbol

UNI

kodiert sein muss. Damit waren fünf weitere Buchstaben sicher, weil es nur einen Monat im Jahr mit drei E und acht Buchstaben gibt. Mit ähnlichen Überlegungen, zum Beispiel zu dreibuchstabigen Wörtern, und etwas Experimentieren kommt man nach ein paar Stunden auch ohne Computerhilfe zum Ergebnis. Ein stellvertretendes „Entschuldigung, bitte“ übrigens für den Tippfehler im Wort „allierten“. Der Hohe Rat ist informiert.

Obwohl das Rätsel alles andere als leicht war, erreichten uns dazu 233 Einsendungen, von denen beeindruckende 180 richtig waren.

Der erste Teilnehmer, der alle drei Rätsel richtig gelöst hat, ist Klaus P. aus München. Das macht ihn zu einem siche-



Unsere Sonderpreise für herausstechende Einsendungen: je ein Exemplar der Sci-Fi-Kurzgeschichtenbände „Ausblendung. Wege in die virtuelle Welt“ und „Massaker in RobCity“.

ren Gewinner des Sonderpreises der Redaktion.

Aber nun zum Gewinner des Hauptpreises. Unsere Losfee hat gezogen ... Tusch! ... Sabine A. aus Frankfurt/Main. Viel Freude mit dem neuen Notebook!

Sechs Flaggen, sechs Lose

Abschließend ein paar Hinweise zu den neuen Rätseln dieser Ausgabe: Die digita-

le Schnitzeljagd ist nicht linear. Die Aufgaben sind eher technischer Natur. Jede Flagge hat ein ganz bestimmtes Format. Notieren Sie die an den Stationen erhaltenen Informationen. Bei Fragen zum Verständnis schreiben Sie uns bitte eine Mail an die Adresse am Ende des Artikels.

Ganz allgemein gilt: Lesen Sie bitte sorgfältig den unten stehenden Kasten mit den Anweisungen zur Einsendung der

Flaggen, damit wir Ihre Mails als richtig einsortieren können. Viel Erfolg!

(ola@ct.de) **ct**



**CrypTool 2,
Zuses Bericht:**
ct.de/ya9b

Anzeige

Gewinnen Sie ein Apple iPad Pro 2022

In c't 23/2023 gab es ein schickes Business-Notebook aus dem Hause Extra-Computer zu gewinnen. Das Gerät mit entspiegeltem Full-HD-Display (15,6"/39,6 cm, IPS WVA, 1920 x 1080 Pixel, 16:9) wartet mit einem Intel-Core-i5-1250P-Prozessor und 8 GByte Hauptspeicher (2 x SO-DIMM DDR4 PC3200, max. 64 GByte) auf. Reichlich Platz für Daten & Co. bietet die NVMe-SSD im M.2-Format mit 500 GByte Kapazität. Die integrierte IrisX-Grafik ist allen Anforderungen im typischen Büroalltag mehr als gewachsen, eignet sich allerdings nur für Casual-Games.

Das passt auch ins Konzept, denn Premico ist die Premium-Serie der Business-IT-Marke exone aus dem Hause Extra-Computer. Die Serie zeichnet sich durch einen gehobenen optischen und technischen Standard aus und lässt sich bei Bedarf in den unterschiedlichsten Ausstattungsvarianten konfigurieren. Das verlorene Modell kommt mit vorinstalliertem Windows 11 Pro in der 64-Bit-Version. Alternativ bietet Extra-Computer das Notebook auch mit Windows 10 Pro oder ganz ohne Betriebssystem an.

In dieser Schnitzeljagd können Sie ein von Gravis zur Verfügung gestelltes Apple

iPad Pro (2022) mit einer Bildschirmdiagonale von 11 Zoll (27,96 cm) und abgerundeten Ecken im Wert von über 1000 Euro gewinnen. Das iPad Pro in Spacegrau nutzt Apples aktuellen M2-Prozessor mit 8-Core-CPU und 10-Core-GPU. Es bietet 128 GByte Speicherplatz. Für gestochen scharfe Fotos ist die integrierte Weitwinkelkamera mit 12 Megapixel (MP) zuständig. Hinzu kommt eine 10-MP-Ultraweitwinkel-Rückkamera und LiDAR-Scanner für faszinierendes AR. Die 12-MP-Ultraweitwinkel-Frontkamera mit Folgemodus komplettiert den Kamerareigen. Schnellen Zugang zum Internet verspricht das integrierte WLAN (Wi-Fi 6E). Zum Laden und als Schnittstelle für externe Geräte steht ein USB-C-Anschluss mit Thunderbolt- und USB-4-Unterstützung bereit.

Wenn Sie an der Verlosung teilnehmen wollen, schicken Sie uns eine Mail an 40.Geburtstag@ct.de mit dem Betreff c't-Rätsel 25/2023 - ct(...), wobei ct(...) f durch eine bei der Schnitzeljagd eroberte Flagge zu ersetzen ist. Für jede Flagge senden Sie uns bitte eine separate Mail zu. Es ist für die ordnungsgemäße Auswertung Ihrer Einsendung wichtig, dass die Betreffzeile unseren Vorgaben folgt.

Über einen schicken Premico 1580 X12 von Extra-Computer darf sich Sabine A. aus Frankfurt/Main freuen – herzlichen Glückwunsch!



EXTRA
COMPUTER GMBH

exone



Bild: Gravis

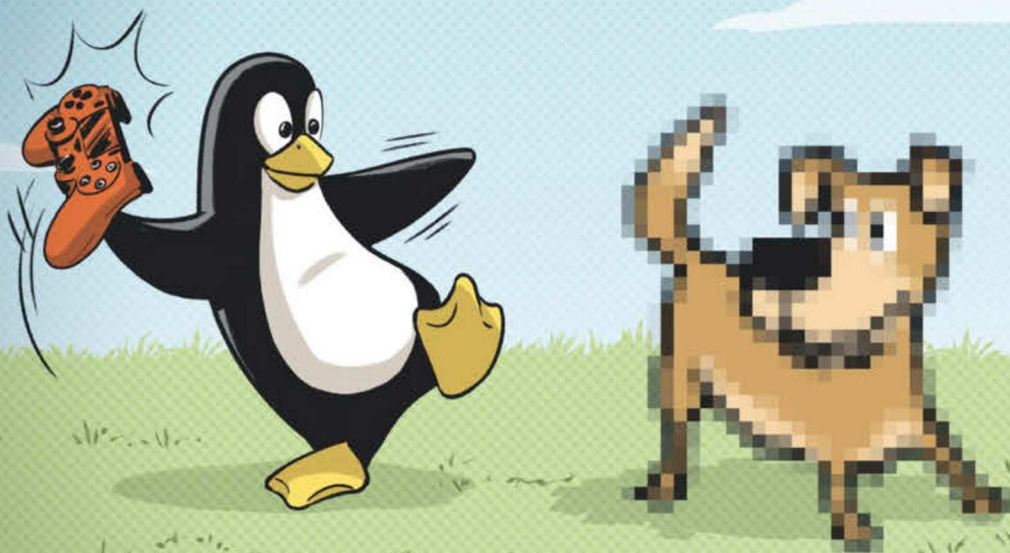
Der Lohn der Mühe ist dieses Mal ein von Gravis zur Verfügung gestelltes Apple iPad Pro (2022) mit M2-Prozessor und 11-Zoll-Liquid-Retina-Display.

Wenn Sie in den Mails Ihre postalische Anschrift angeben, erleichtern Sie uns damit das Versenden des Preises. Rechtzeitig bis 23:59:59 am Stichtag 12.11.2023 eingegangene Einsendungen mit der jeweils richtigen Lösung nehmen an der Verlosung teil. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Mitarbeiter von Heise dürfen nicht am Gewinnspiel teilnehmen. Pro Person darf genau eine Mail pro Rätsel eingesendet werden, Mehrfacheinsendungen für ein und dasselbe Rätsel führen zur Disqualifikation. Wenn Sie eine Einsendung korrigieren oder etwas nachtragen wollen, vermerken Sie das bitte mit dem Wort KORREKTUR oder NACHTRAG am Ende des Betreffs.

Datenschutzrechtlich verantwortlich sowie Veranstalter des Gewinnspiels ist die Heise Medien GmbH & Co. KG. Außer der Übermittlung der E-Mail-Adresse zur Teilnahme am Gewinnspiel und der Übermittlung von Namen und Postanschrift zum Zwecke des kostenfreien Gewinnversands ist keine weitere Übermittlung personenbezogener Daten erforderlich. Nach Beendigung des Gewinnspiels werden alle übermittelten Daten gelöscht. Rechtsgrundlage für die Datenverarbeitung ist Art. 6 Abs. 1 lit. b) DSGVO. Weitere Informationen zum Thema Betroffenenrechte sowie Kontaktmöglichkeiten unter www.heise.de/privacy.

Spiele mit Linux

Dank Proton, Steam Deck & vielen Tools
ist Linux-Gaming endlich praxisreif



Spiele mit Linux	Seite 64
Linux-Distributionen für Gamer	Seite 66
Gaming-Tools für Linux	Seite 70
Alternative Cloud-Gaming	Seite 78

Wer spielen will, braucht Windows: Das stimmt schon lange nicht mehr. Unzählige Indie-Games und AAA-Titel laufen einwandfrei unter Linux – in der Regel ohne Frickelei. Wir geben Tipps zur Wahl der richtigen Linux-Distribution und stellen praktische Tools und Alternativen für Problemfälle vor.

Von Liane M. Dubowy

Noch vor wenigen Jahren undenkbar, mittlerweile keine Seltenheit mehr: Wenn der Freundeskreis gerade begeistert von den grandiosen Spielwelten von Cyberpunk 2077, Elden Ring oder Baldur's Gate 3 schwärmt, bleiben auch Linux-Gamer nicht außen vor. All diese Spiele und viele mehr laufen nämlich auch unter Linux.

Vor fast genau zehn Jahren hat Valve eine Linux-Version seiner Steam-Client-Software veröffentlicht und damit den Stein ins Rollen gebracht. Bis dahin war Linux-Gaming eine kleine Nische, Linux-Spiele wurden bestenfalls mit eigenen Installern ausgeliefert. Damit Windows-Games mithilfe der Kompatibilitätsschicht Wine liefen, musste man erst tief in die Details der Wine-Konfiguration einsteigen. Nur selten folgten Linux-Ports für erfolgreiche Titel und wenn, dann mit großer Verzögerung. Der Linux-Client für Steam vereinfachte plötzlich vieles: Zur Installation der unterstützten Spiele reicht – wie unter Windows – ein Mausklick [1]. Obwohl Valve mit gutem Beispiel voranging und alle eigenen Spiele auf Linux portierte, blieb das Spieleangebot zunächst klein.

Konsequent Linux

Seither hat Valve hartnäckig weiter auf Linux gesetzt. Valves Spiele-Linux Steam-OS machte zunächst eine Bauchlandung als Basis für einen wohnzimmertauglichen Spiele-PC (SteamBox). Als Betriebssystem für Valves Gaming-Handheld Steam Deck [2] feierte es 2022 ein umso erfolgreicheres Comeback. Mit dem Steam Deck hat Valve das Linux-Gaming endlich aus der Nische geholt und viele Menschen zu Li-

nux-Gamern gemacht. Der Erfolg des Gaming-Handhelds motiviert Game-Studios, denn jedem Hersteller ist daran gelegen, dass seine Spiele auf dem Mobilgerät der riesigen Steam-Plattform laufen.

Den Erfolg verdankt die Mobilkonsole nicht zuletzt der Kompatibilitätsschicht Proton, die Valve 2018 in den Steam-Client integriert und nach und nach verbessert hat. Mittlerweile laufen damit tausende Windows-Spiele unter Linux – oft so, dass man kaum einen oder gar keinen Unterschied merkt. Ab Seite 70 geben wir Tipps zum Spielen unter Linux mit Steam.

Komfortable Tools

Von der Entwicklung haben auch die Spiele abseits von Steam profitiert. Allerdings läuft da nicht alles automatisch, sondern es sind ein paar Hürden zu überwinden. Einen Launcher für Linux bietet nur die Indie-Plattform Itch.io, große Spiele suchen Sie dort aber vergebens. Epic Games, Ubisoft oder EA wiederum scheren sich keinen Deut um Linux. Die dort verkauften Spiele sind ausschließlich für Windows und müssen über proprietäre Launcher heruntergeladen und installiert werden. Die Linux-Community hat sich davon nicht abschrecken lassen und fehlende Tools einfach selbst entwickelt. Mit den von Freiwilligen programmierten Werkzeugen können Sie viele dieser Games auf dem freien Betriebssystem nutzen, im Hintergrund werkeln Wine oder Proton. Die Open-Source-Tools sind häufig nicht nur Notbehelf, sondern bieten sogar Vorteile. Fürs Troubleshooting stehen ebenfalls praktische Werkzeuge bereit. Die wichtigsten Tools fürs Linux-Gaming stellen wir ab Seite 70 vor.


Aber: Nicht alle Spiele laufen auch unter Linux. Meist sind es Kopierschutzmechanismen, die Linux-Gamer aussper-

ren. In vielen Fällen ist das aber nicht das Ende. Wollen Sie beispielsweise unbedingt Fortnite spielen, dessen Hersteller Epic die Nutzung unter Linux blockiert, greifen Sie einfach zum Browser. Der knallbunte Shooter steht über mehrere Cloud-Gaming-Dienste bereit, die Sie auch unter Linux nutzen können. Welche Unterschiede es bei den verschiedenen Diensten gibt, lesen Sie ab Seite 78.

Das richtige Spiele-Linux

Prinzipiell können Sie mit fast jedem Linux-System spielen. Wenn auf Ihrem PC bereits ein aktuelles Linux läuft, müssen Sie daher nicht wechseln. Welche Tools Sie aber nachrüsten sollten, lesen Sie ab Seite 70. Wer darüber nachdenkt, frisch zu Linux zu wechseln, kann sich das Linux-System ganz nach den eigenen Vorlieben aussuchen. Während manche Distributionen sich bereits „ready for gaming“ nennen, nur weil der Steam-Client vorinstalliert ist, bringen andere die wirklich wichtigen Tools und weitere Anpassungen mit. Ganz an die Bedürfnisse beim Spielen, Aufnehmen und Livestreamen angepasst ist beispielsweise Nobara Linux. Etwas ausgereifter und ebenfalls aktueller als Ubuntu ist das darauf basierende Pop!_OS. Beide Distributionen bringen aktuelle Treiber und eine passende Softwareausstattung mit. Auf den folgenden Seiten stellen wir die beiden Distributionen vor und geben weitere Tipps für die Distro-Wahl.

Fazit

Eins steht fest: Spiele sind kein Grund mehr, auf Linux als Betriebssystem zu verzichten. In jahrelanger Arbeit haben unzählige Freiwillige und nicht zuletzt Valve eine Hürde nach der anderen aus dem Weg geräumt und Linux als Gaming-Plattform etabliert. Umstiegswillige sollten deshalb ruhig mal wieder nachsehen, ob die eigenen Lieblingsspiele tatsächlich zu den wenigen Titeln gehören, die unter Linux keinen Spaß machen oder partout nicht laufen wollen. Wenn die allerdings per Cloud-Gaming bequem im Browser bereitstehen, dann fällt auch dieser Grund weg. (lmd@ct.de) 

Literatur

- [1] Liane M. Dubowy, Steam Beta lässt Windows-Spiele unter Linux laufen, heise online, 22.08.2018: heise.de/-4143339
- [2] Liane M. Dubowy, Taschenspieler, Mobile Steam-Bibliothek: Spielkonsole Valve Steam Deck im Test, c't 9/2022, S. 112



Bild: Albert Halm

Bequemer Spieluntersatz

Zwei Linux-Distributionen für Gamer vorgestellt

Nobara und Pop!_OS verstehen sich als einfach bedienbare Distributionen, die auch Gaming-tauglich sind. Sie bringen gute Voraussetzungen mit, den Umstieg von Windows zu erleichtern und unkompliziert und flott zu spielen, setzen aber unterschiedliche Schwerpunkte.

Von Benjamin Kraft

Vergessen Sie Ihre Vorurteile zum Thema Spielen unter Linux! Dass es eine frickelige Angelegenheit ist, bei der man schon bei der Konfiguration der Emulationsschicht via Kommandozeile die Lust verliert, stimmt längst nicht mehr. Diese nervige Arbeit übernehmen die Launcher (siehe Artikel ab S. 70), sodass eine Installation kaum schwieriger ist als unter Windows. Zudem liegt die Performance je nach Spiel sogar auf dem gleichen Niveau. Das sind gute Nachrichten für alle, die Windows gern den Rücken kehren möchten, aber besonders für Spieler.

Prinzipiell ist jedes aktuelle Linux spiele-tauglich, vieles von dem, was hier und in den anderen Beiträgen dieser Strecke beschrieben wird, gilt also unabhängig von der gewählten Distribution. Allerdings sind einige besser aufs Spielen vorbereitet als andere, einfacher zu bedienen oder besser geeignet für Windows-Umsteiger.

Was ist wichtig?

Damit Spiele unproblematisch laufen, sollten Treiber und das Betriebssystem (sprich: der Kernel) auf dem aktuellen Stand sein. Zusätzlich wünscht man sich eine frische Ausgabe der Grafikbibliothek Mesa (auch: Mesa3D), die zwischen Anwendung, Kernel und Treibern vermittelt, aber auch bestimmte Mindestversionen der letzteren beiden voraussetzt. Kernel-, Mesa- und Treiber-Updates gibt es allerdings nur über den jeweiligen Paketmanager, und der gibt nur her, was die Hüter der Distribution abgesegnet haben. Vorteil: Die wachen darüber, dass alles zusammenpasst, und man bekommt alle Updates in einem Rutsch und aus einer Hand.

Die Distributionen legen sehr unterschiedliche Schwerpunkte: Arch-basierte Linux-Systeme sind stets auf dem aller-neuesten Stand, dafür nicht ganz so ausgiebig getestet. Da kann es durchaus vor-

kommen, dass Komponenten plötzlich nicht mehr zueinander passen. Solche Phänomene stellen weniger erfahrene Linux-Nutzer vor Herausforderungen.

Distributionen mit dem Zusatz LTS (Long Time Support, zu Deutsch: Langzeitunterstützung) setzen hingegen auf Stabilität und sanfte Updates, was zwangsläufig auf Kosten der Aktualität geht. Sicherheits-Patches kommen zwar in der Regel schnell, neue Kernel (und Funktionen) hingegen eher zögerlich, was sich wiederum auf die GPU-Treiber und den Mesa-Stand auswirkt. Immerhin portieren manche Distributionen einige neuere Funktionen in ältere Kernel zurück, beispielsweise Ubuntu. So ist der Funktionsstand nicht ganz so alt, wie die Kernel-Version vermuten ließe. Dafür gammeln einige Pakete in längst veralteten Versionen in den Repositories vor sich hin.

Es gilt also eine Distribution zu finden, die Wert auf Aktualität legt, dabei aber einsteigerfreundlich bleibt. Zwei solcher Distributionen haben wir uns angeschaut: Nobara Linux und das eigenwillig geschriebene Pop!_OS. Beide nutzen als Fundament andere Distributionen, deren Paketquellen sie sich bedienen. Beide verteilen die Entwickler als ISO-Dateien, die es je einmal ohne oder mit den proprietären Nvidia-Grafiktreibern an Bord gibt (Download-Seiten via ct.de/yjst). Ohne sie ist an Spielen gar nicht zu denken, denn der mitgelieferte Open-Source-Treiber Nouveau kann die 3D-Performance der GPUs nicht entfesseln. AMD-Nutzer haben es da einfacher: Den Treiber `amdgpu` bringt jede Distribution mit, Updates kommen per Paketmanager.

Pop!_OS Cosmic

Hinter der Linux-Distribution mit dem knalligen Namen steht der US-amerikanische Computerhersteller System76. Der namensgebende Cosmic-Desktop, eigentlich ein angepasstes Gnome 42.9, erinnert mit seinem Dock und der Menüleiste am oberen Bildschirmrand stark an macOS. Das Dock verläuft auf Wunsch über die gesamte Bildschirmbreite. Die Symbole kann man links- oder rechtsbündig anordnen; wer mag, heftet das ganze Dock auch an einen seitlichen Desktoprand. Weitere Anpassungsmöglichkeiten gibt es nicht. Ein hilfreiches Feature ist der Recovery-Modus, der es ermöglicht, das System ähnlich wie Windows ohne eine Neuinstallation wiederherzustellen. Das führt zwar nicht wie bei Wiederherstellungspunkten

zu einem bestimmten Zeitpunkt zurück, aber immerhin bleiben dabei die Daten im Nutzerverzeichnis erhalten.

Software und Updates bezieht man über den Pop!_Shop. Auf seiner Support-Seite (siehe ct.de/yjst) gibt Entwickler System76 Pop-Neulingen viele hilfreiche Tipps und erklärt unter anderem, wie man Steam und Lutris einrichtet und mit ProtonUp-Qt verschiedene Proton-Versionen verwaltet.

Das aktuelle Pop!_OS 22.04 LTS versteht sich zwar ebenso als Distribution mit Langzeitunterstützung wie Ubuntu 22.04 LTS, auf dem es basiert, bringt aber per Update inzwischen den viel jüngeren Kernel 6.5.6 mit. Allerdings dauerte es etwa zwei Wochen länger als bei Nobara. Das jüngst erschienene Ubuntu 23.10 (siehe S. 102) setzt ebenfalls auf Kernel 6.5.x, ist aber kein Langzeit-Linux, wird somit nur neun Monate Support genießen.

Die Ubuntu-Herkunft hat Vor- und Nachteile: Einerseits findet man in Foren schnell Lösungen für Probleme oder kann die oft hilfreiche Community um Tipps bitten und auf umfangreiche Paketquellen zugreifen. Andererseits sind letztere oft nicht auf dem neuesten Stand. Beispielsweise lieferte der Paketmanager `apt` uns das Performance-Mess-Tool `MangoHud` in der veralteten Version 0.6.5, der einige Funktionen fehlen. Dabei gibt es Version 0.6.9 schon seit April 2023. Dafür war der Nvidia-Grafiktreiber auf dem zum Testzeitpunkt allerneuesten Stand. Von einer Intel- oder AMD- auf eine Nvidia-Karte umzusteigen, stellte kein Problem dar. Mit dem Standard-ISO lief dann allerdings der lahme Nouveau-Treiber. Der Terminal-Befehl `sudo`

ct kompakt

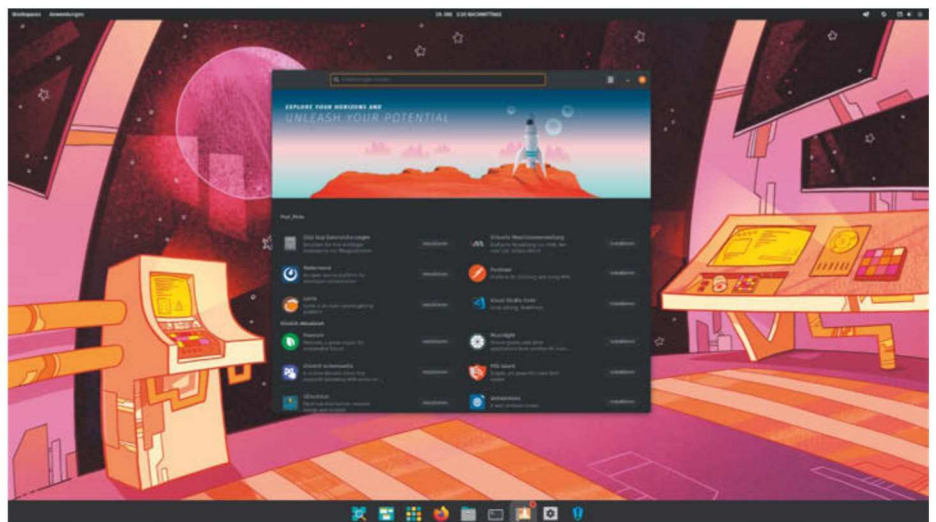
- Nobara Linux und Pop!_OS richten sich an Umsteiger und Linux-Neulinge.
- Beide streben einen Mittelweg aus Aktualität und einfacher Bedienung an.
- Für Spieler sind sie aufgrund ihrer Paketauswahl und der Community eine gute Wahl.

```
apt-get install system76-driver-nvidia
```

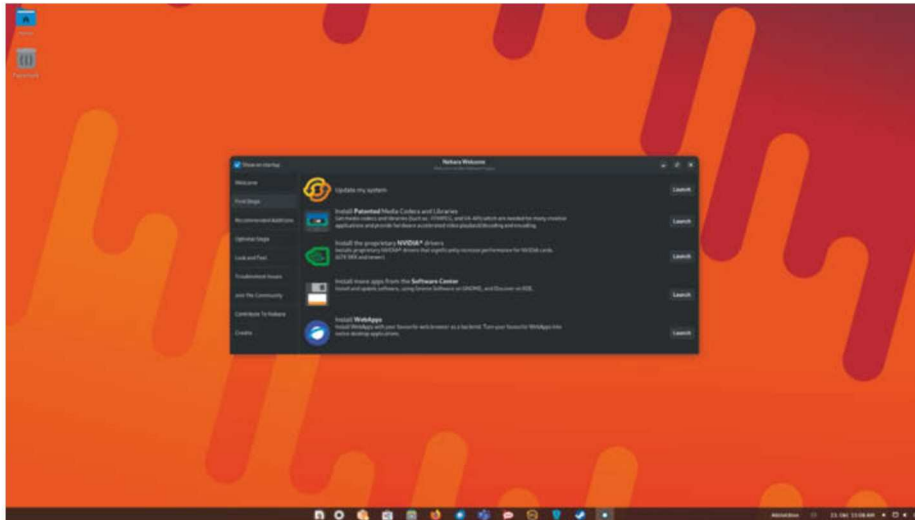
holte die aktuelle Version des proprietären Nvidia-Treibers ins System. Den brachte auch das Nvidia-ISO mit.

Nobara 38

Das selbsterklärte Linux „for Gamers and Creators“ rief im Jahr 2019 der Red-Hat-Mitarbeiter Tomas Crider ins Leben. Das Geheimnis von Nobara liegt in seinen Paketquellen: Zwar bedient sich die Distribution vieler Pakete von Fedora, auf dem es zu großen Teilen basiert, kuratiert diese aber und bietet eigene angepasste oder aktualisierte Versionen. Die Streamingsoftware OBS Studio hat beispielsweise gleich angepasste Plug-ins, `MangoHud` wird häufig aktualisiert und der Kernel enthält Optimierungen für Ryzen-CPUs sowie für den Einsatz auf dem Steam Deck oder Microsofts Surface-Geräten. Außerdem bringt Nobara OpenRGB mit, um LEDs an Lüftern, Komponenten und Gehäuse zu steuern.



Pop!_OS gibt sich verspielter als der gewöhnliche Linux-Desktop, was sich auch an den alternativen Hintergrundbildern zeigt. Software und Updates gibt es im Pop!_Shop.



Der Willkommensbildschirm von Nobara macht es Umsteigern leicht, erste Schritte auszuführen und ihr System anzupassen.

Dass Nobara Umsteigern den Start erleichtern will, zeigt sich durch die gute Nutzerführung während der Installation, aber auch beim ersten Start: Ein bedienerfreundliches Fenster zeigt dem Nobara-Neuling erste Schritte, die er gleich mit einem Klick bequem ausführen kann, beispielsweise „Updates ausführen“, „unfreie Codecs herunterladen“ oder „Desktop-Layout anpassen“. Zur Auswahl stehen unter anderem eine klassische Gnome-Konfiguration, Windows-10-Verhalten mit einem Quasi-Startmenü am linken Bildrand und einer Startleiste daneben, eine Variante im Windows-11-Stil mit Startmenü unten in der Mitte oder ein macOS-Nachbau mit Dock und stets vorhandener Menüleiste am oberen Bildrand.

Wie bei Fedora steht auch bei Nobara Aktualität weit oben im Lastenheft. Es ist zwar kein Rolling Release wie Arch Linux, aber viele Pakete sind mehrere Versionsnummern frischer als bei Ubuntu-Derivaten. Der Kernel lief beispielsweise nach der Installation in Version 6.4.10, per Update kam 6.5.6 auf das System.

Die höhere Update-Frequenz hat manchmal auch Nebenwirkungen: Im Testzeitraum gab es neue Vulkan-Treiber für die 3D-Grafikbibliothek Mesa, das von mehreren Paketquellen angeboten wurde. Beim Update-Versuch erschien daher stets die Fehlermeldung, das beste Paket könne nicht ermittelt werden, weil mehrere miteinander in Konflikt stünden, weshalb keines installiert werde. Das Problem erledigte sich nach einigen Tagen von allein, als Nobara seine Paketquellen aktualisiert

hatte, doch Neulinge wissen mit einer solchen Meldung wenig anzufangen.

Eine Nvidia-Grafikkarte nachzurüsten, nahm Nobara extrem gelassen. Beim ersten Start nach dem Tausch erschien der Nobara Nvidia Driver Wizard, der anbot, den Treiber zu laden und zu installieren. Viel bequemer geht es kaum. Überraschenderweise war der Grafiktreiber mit Versionsnummer 535.104.05 etwas älter als bei Pop!_OS; zudem erschien beim Hochfahren die Fehlermeldung, der `nvidia-powerd.service` könne nicht gestartet werden, was aber keine Auswirkungen auf die Leistungsaufnahme hatte. Die lag im Leerlauf an einem 4K-Display wie bei Pop!_OS laut Terminal-Befehl `nvidia-smi` bei rund 15 Watt. Weniger war es auch unter Windows nicht.

Installation und Grundausstattung

Die Installations-ISOs sind schnell mit einem Tool wie Balena Etcher auf einen USB-Stick gebannt. Beide Hersteller geben an, Ihre Distributionen funktionierten nur ohne Secure Boot, weshalb man diese Funktion in den BIOS-Einstellungen deaktivieren sollte. Obacht: Ein Windows 11 kann das dermaßen krumm nehmen, dass es anschließend nicht mehr bootet! Probieren Sie daher zunächst aus, ob der Installer-Stick bei Ihnen nicht doch mit aktiviertem Secure-Boot startet und wie sich Windows 11 ohne das Feature verhält.

Die weiteren Installationsschritte sind bei beiden Distributionen weitgehend selbsterklärend. Wer von Windows umsteigt und es für Notfälle oder Linux-inkompatible Programme behalten will, hat

es bei Nobara leichter, das man parallel dazu installieren kann. Ein Assistent hilft dabei, Platz auf dem Laufwerk freizuschaukeln, und legt alle nötigen Partitionen an. Freien Speicher schaffen Sie allerdings besser wie in [1] beschrieben zuvor mit Windows-Bordmitteln, um keinen Keil zwischen Windows und das Recovery-System zu treiben.

Pop!_OS ist an dieser Stelle weniger komfortabel: Entweder lässt man den Installer Windows vom Laufwerk putzen und überlässt ihm den gesamten Platz, der dann automatisch partitioniert wird, oder es gilt, selbst Hand anzulegen: Platz freischaukeln – am besten schon unter Windows –, Partitionen anlegen und dann mit Typ und Dateisystem versehen. Das ist für Umsteiger keine einfache Übung. In Betracht der niedrigen SSD-Preise ist es für viele, die noch ein Windows brauchen, wohl einfacher, ein weiteres Laufwerk für Pop!_OS nachzurüsten.

Nach dem ersten Start sollte man beide Distributionen auf den aktuellen Stand bringen. Wie beschrieben klappt das bei Nobara per Mausklick im Begrüßungsfenster, bei Pop!_OS geht man entweder über den Pop!_Shop oder führt auf der Kommandozeile die Befehle `sudo apt update`; `sudo apt dist-upgrade` aus. Für die Office-Arbeit ist hier wie da LibreOffice, als Standardbrowser Firefox installiert. Beim E-Mail-Client setzen beide auf Geary, Thunderbird bekommt man ebenso wie weitere Anwendungen problemlos über den jeweiligen Software-Shop.

Nun geht es daran, die Gaming-Grundausstattung zu sichten. Steam dürfte für viele die Standardanlaufstelle zum Spielen sein. Wer im Epic Game Store, bei Good Old Games (alias GOG) oder bei Amazon Gaming Spiele besitzt, kann sich via Heroic Games Launcher direkt bei diesen Plattformen anmelden. Den mächtigen Spiele-Launcher Lutris braucht nur, wer kompliziertere Fälle hat, an denen die vorgenannten Programme scheitern – muss dann aber auch das nötige Wissen zu Wine, Winetricks und deren Konfiguration mitbringen. ProtonUp-Qt ist für Windows-Spiele unerlässlich, um den Launchern neue (oder auch alte) Versionen der Kompatibilitätsschicht Proton beizubringen. Performance-Messungen gelangen mit MangoHud, das ähnlich wie das Windows-Tool CapFrameX Framerate-Verläufe, Frame-Times und andere Performance-Metriken visualisieren und mitloggen kann.

Nobara bringt Lutris und den Steam-Installer sowie ProtonUp-Qt bereits mit, alles andere rüstet man bequem über die App Software oder den Nobara Package Manager nach. Pop!_OS ist im Ausgangszustand weniger spielbereit, selbst der Steam-Client will via Pop!_Shop installiert werden. Die gute Nachricht: Der hält alles bereit, was auch Nobara liefert – wie eingangs erwähnt allerdings nicht immer in der frischesten Version.

Damit ist eigentlich schon alles zum Spielen vorbereitet. Wie man die Launcher dazu bewegt, vorhandene Spiele zu starten oder aus einem der digitalen Spielshops herunterzuladen, erklärt der Artikel auf Seite 70.

Leistungsprüfung

Wie viel Performance bleibt aber beim Wechsel auf Linux auf der Strecke? Immerhin hinken die Linux-Treiber ihren Windows-Pendants oft hinterher, weshalb ihnen Optimierungen für neue Spiele fehlen. Zudem laufen viele Spiele mithilfe einer Kompatibilitätsschicht, was ebenfalls Performance kostet. Die Frage ist nur auf den ersten Blick einfach zu beantworten, denn jeder Leistungsvergleich ist ob der Vielzahl der Spiele zwangsläufig nur ein Ausschnitt und dazu noch eine Momentaufnahme des aktuellen Zustands. Schon kurze Zeit später kann eine jüngere Treiberversion, ein neueres Proton oder ein frischer Kernel ruckelnde Spiele geschmeidiger laufen lassen.

Wir haben uns auf einen kleinen Parcours aus vier Spielen beschränkt, alle jeweils mit einer GeForce RTX 4090 und einer Radeon RX 7900 XTX unter Nobara und Pop!_OS durchgemessen und dann mit der nativen Performance unter Windows 11 verglichen. Die Messungen führten wir in Full HD (1920 × 1080) und QHD

(2560 × 1440) mit der höchsten Detailstufe durch, schalteten aber Upscaler wie FSR oder DLSS aus und erlaubten den 3D-Engines auch nicht, sich via Variable Rate Shading (VRS) die Arbeit zu erleichtern. Auf Benchmarks mit Raytracing mussten wir verzichten, denn das ließ sich unter Linux nicht aktivieren.

Als Unterbau diente uns dabei unsere aktuelle Grafikkartenteststation, ein AMD-System mit Ryzen 9 5900X, 32 GByte RAM, B550-Mainboard und M.2-SSD. Als Windows-Spiele traten Cyberpunk 2077, Hogwarts Legacy und Starfield an; für die ersten beiden nutzten wir GE-Proton-8.16, für Starfield das Steam-eigene Proton Experimental. Spannend ist Civilization VI, von dem es eine native Linux-Version gibt: So konnten wir zusätzlich die Linux- mit der via Proton ausgeführten Windows-Version vergleichen.

Ein Blick auf die Ergebnisse (siehe Tabelle) zeigt, dass die Performance bei manchen Titeln zwar sinkt, sich aber zum Teil nicht mal so sehr von der Ausgangslage unter Windows unterscheidet. Cyberpunk 2077 läuft beispielsweise mit der GeForce RTX 4090 unter Nobara praktisch genauso schnell wie unter Windows, die Radeon RX 7900 XTX fällt zwar etwas zurück, liefert aber noch hohe P1-Bildraten. Bei diesem Wert wird das langsamste Prozent der Frames verworfen, die Bildrate ist also in 99 Prozent der Fälle höher. Er ist daher aussagekräftiger als der klassische Minimal-fps-Wert, bei dem schon ein einziger lahmender Frame diese Wertung versauen konnte.


In Hogwarts Legacy fächerte sich das Feld weiter auf, doch mit diesem Spiel haben Grafikkarten bei Ultra-Einstellungen selbst unter Windows zu kämpfen. Das größte Performance-Delta zeigte sich in Starfield, dem jüngsten Titel im Par-

cours: Die durchschnittliche Bildrate ist für ein Adventure mit hohem Shooter-Anteil schon grenzwertig, die P1-Minima sehr niedrig. Hier steht Windows deutlich besser da. GeForce-Besitzer schauen derzeit ohnehin (noch) in die Röhre, denn mit der RTX 4090 im System startete das Spiel zwar, fror jedoch ein, sobald wir einen Spielstand luden.

Um die Linux-Version von Civilization VI macht man besser einen Bogen: Der KI-Benchmark braucht geschlagene 120 Sekunden pro Spielrunde, die Grafikperformance fiel mit 50 fps überraschend niedrig aus. Die Windows-Version zeigte viel höhere Performance – selbst unter Linux.

Fazit

Beide Distributionen taugen für den Spiele-Umzug zu Linux. Für Pop!_OS sprechen der längere Support-Zeitraum pro Release, die große Ubuntu-Community und das umfangreiche Paketarchiv, für Nobara der einfachere Umstieg, die höhere Aktualität und die etwas bessere Spieleleistung. Darüber hinaus bleibt die Wahl letztlich eine Frage des Geschmacks, weshalb auch hier gilt: ausprobieren geht über studieren.

Wer mit diesen Distributionen nicht glücklich wird, kann sich eine der zahlreichen Alternativen anschauen. Manjaro genießt beispielsweise unter vielen Linux-Gamern einen guten Ruf, aber auch OpenSuse Tumbleweed. Nur von den konservativen LTS-Versionen sollten Spieler lieber die Finger lassen, zumindest, wenn sie aktuelle Spiele zocken wollen. (bkr@ct.de) 

Literatur

- [1] Axel Vahldiek, Platz da!, Tipps zum Verkleinern der Windows-Partition, c't 18/2022, S. 16

Downloadseiten,
Hersteller-FAQs: ct.de/yjst

Spieleperformance unter Linux

	Cyberpunk 2077 ¹		Hogwarts Legacy ¹		Starfield ¹		Civilization VI: Gathering Storm ^{1,2}	
	Full HD [fps]	QHD [fps]	Full HD [fps]	QHD [fps]	Full HD [fps]	QHD [fps]	Full HD [fps]	KI-Bench [s]
	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	◀ besser
GeForce RTX 4090								
Nobara 38	90/137	89/130	42/89	41/88	nicht möglich	nicht möglich	125/166	32
Pop!_OS 22.04 LTS	82/132	86/126	30/85	30/82	nicht möglich	nicht möglich	130/169	34
Windows 11 22H2	90/138	90/130	58/93	54/89	57/73	58/74	166/222	29
Radeon RX 7900 XTX								
Nobara 38	97/144	85/133	48/100	44/94	37/56	34/50	117/200	33
Pop!_OS 22.04 LTS	96/155	74/129	50/104	45/96	29/54	27/49	114/142	33
Windows 11 22H2	107/178	100/130	64/102	59/98	55/71	55/71	158/217	29

Testsystem: Ryzen 9 5900X, Gigabyte B550 Aorus Elite, 32 GByte RAM, Windows-Treiber: GeForce 537.58, Radeon 23.9.2, Linux: amdgpu, GeForce 535.113.01 (Pop!_OS), GeForce 535.104.05 (Nobara), Mesa 23.2, GE-Proton8-16; dunkler Balken: P1-Perzentil, d. h. 99 Prozent der Bildrate ist höher, heller Balken: Durchschnittswert
¹ Preset Ultra, kein Raytracing, VSync aus, ohne DLSS/FSR/XeSS/VRS ² Windows-Version auch unter Linux; Werte der Linux-Version siehe Text



Bild: Albert Hulm

Spielhelfer

Mit den richtigen Tools macht Linux-Gaming Spaß

Wo Linux-Versionen der Game-Launcher fehlen, springen Open-Source-Anwendungen in die Bresche – auch bei Windows-Spielen. Wir stellen die Tools vor, mit denen Sie Spiele von Steam, Epic, GOG, Itch.io & Co am besten starten.

Von Liane M. Dubowy

Bei PC-Gaming denken die meisten automatisch an Windows. Das geht so weit, dass selbst Spielestudios als Plattform nur „PC“ angeben, wenn sie eigentlich Windows meinen. Eine Nische ist das Spielen unter Linux zwar noch immer, in vielen Fällen aber genauso einfach wie unter Windows. Mit etwas Glück läuft das Kaufen, Installieren und Starten großer und kleiner Spiele nicht anders ab als unter Windows. Dort, wo Launcher nur für Windows verfügbar sind, füllen kostenlose Open-Source-Tools die Lücke und bieten manchmal sogar noch Vorteile.

Eine Handvoll kostenloser Spiele steht direkt in der Softwareverwaltung fast jeder großen Linux-Distribution zur Ins-

tallation bereit. Die reichen vom kleinen Zeitvertreib mit Sudoku, Patience und Minesweeper über den Minecraft-Klon Minetest und die Shooter Xonotic und Sauerbraten bis zum umfangreichen Aufbaustrategiespiel O A.D. Fast genauso einfach ist das Spielen mit Steam: Dessen Betreiber Valve Software stellt einen Steam-Client bereit, der nicht nur als Shop, sondern auch als Spielbibliothek, Chatclient und mehr dient. Den gibt es auch für Linux und er ist im Handumdrehen installiert. Ein paar zusätzliche Tipps zur Einrichtung lesen Sie weiter unten.

Wer Spiele der Onlineplattformen Epic Games, GOG oder Amazon Games besitzt, kann diese am bequemsten mit

dem Heroic Games Launcher spielen. Nach der Anmeldung bei der jeweiligen Plattform liest Heroic die Bibliothek ein, lädt ausgewählte Spiele herunter, installiert und startet sie. Dabei verwaltet es auch die fürs Spielen der Windows-Titel nötigen Kompatibilitätsschichten. Die App GameHub wiederum startet neben Steam-Games auch Spiele von GOG, Humble-Bundle und Itch.io. Letzteres ist zwar unter den Spieleplattformen weniger bedeutend, allerdings auch die löbliche Ausnahme: Itch.io bietet seinen webbasierten Game-Launcher auch für Linux an.

Für die genannten und (fast) alle anderen Fälle gibt es den mächtigen Allrounder Lutris. Das vielseitige Linux-Spiele-Tool installiert und startet Spiele von unterschiedlichen Plattformen, richtet passende Kompatibilitätsschichten ein und hilft dabei, an den nötigen Schraubchen zu drehen. Retrogaming-Fans kommen damit ebenfalls voll auf ihre Kosten und können aus vielen Emulatoren wählen.

Gar nicht umgewöhnen müssen Sie sich bei der Kommunikation im Multiplayer-Modus: Den Steam-Voice-Chat, Discord, Teamspeak und Mumble gibt es auch für Linux, ihre Bedienung entspricht der unter Windows. Während der Steam-Voice-Chat wie gewohnt in Steam integriert ist, stehen die anderen drei Tools in den Softwareverwaltungen sowie als Flatpaks auf Flathub.org bereit.

Steam einrichten

Fehlt der Steam-Client auf Ihrem System, installieren Sie ihn über die Softwareverwaltung Ihrer Linux-Distribution nach. Suchen Sie nach „steam“ und installieren Sie das Programm namens Steam oder Steam-Installer. Falls Sie da nicht fündig werden oder die Version Probleme macht, können Sie die Software auch von store.steampowered.com herunterladen oder das distributionsübergreifende Flatpak von Flathub.org nutzen. Unter Ubuntu müssen Sie dazu erst Flatpak nachinstallieren. Anschließend starten Sie Steam übers Menü, woraufhin der Client zunächst die aktuellste Version nachlädt.

Die Bedienung des Steam-Clients ist mit der unter Windows identisch. Allerdings gibt es längst nicht alle Spiele auch für Linux. Damit Sie auch reine Windows-Titel spielen können, öffnen Sie über das Menü „Steam/Einstellungen“ und wechseln zu „Kompatibilität“. Aktivieren Sie den Schalter sowohl bei „Steam Play für unterstützte Titel aktivieren“ als auch

„Steam Play für alle anderen Titel aktivieren“ und starten Sie den Steam-Client neu.

Steam-Spiele für Windows: Proton & GE-Proton

Steam bietet Ihnen ganz unkompliziert an, jedes Spiel Ihrer Steambibliothek zu installieren – auch wenn es nur für Windows verfügbar ist. Im Hintergrund nutzt der Steam-Client die Kompatibilitätsschicht Proton, die Aufrufe des Windows-API an passende Stellen im Linux-System umlenkt. Mit etwas Glück funktioniert das bei den von Ihnen gewählten Spielen ohne Probleme. Sorgen Sie nur dafür, dass Ihre Steam-Bibliothek nicht auf einer NTFS-Partition liegt, wie sie unter Windows üblich sind, denn viele Spiele starten dann nicht.

Wenn's doch mal hakt, die Performance zu schlecht ist, Videos im Spiele-Intro fehlen oder andere Fehler auftreten, sollten Sie eine andere Proton-Version ausprobieren. Die Ergebnisse können stark variieren. In den Steam-Einstellungen unter „Kompatibilität“ bestimmen Sie mit „Andere Titel ausführen mit“ die Standardversion. Belassen Sie den Standard am besten auf der aktuellen Version und wechseln Sie nur wenn nötig bei einzelnen Titeln. Dazu öffnen Sie die Steam-Bibliothek und klicken das betreffende Spiel an. Nach einem Klick auf das „i“-Symbol rechts unter dem Bild zeigt Steam neben „Läuft auf diesem Computer via Steam Play. Von Ihnen für diesen Titel ausgewählt“ welche Version aktuell zum Einsatz kommt. Per Klick auf das Zahnrad-symbol (oder Rechtsklick auf den Spieltitle in der Liste) öffnen Sie die „Eigenschaften“ und hier „Kompatibilität“. Möchten Sie den Standard überschreiben, setzen Sie das Häkchen bei „Die Verwendung eines bestimmten Kompatibilitätswerkzeugs für Steam Play erzwingen“ und wählen ältere Ausgaben oder „Proton Experimental“ aus. Fehlt die gewählte Version, installiert Steam sie automatisch nach.

ct kompakt

- Am einfachsten spielen Sie unter Linux mit Steam und nativen Spielen aus der Softwareverwaltung.
- Open-Source-Tools bringen Spiele der meisten großen Vertriebsplattformen auf den Linux-Desktop.
- Unsere Tipps sowie eine Auswahl cleverer Tools helfen beim Optimieren und beim Troubleshooting.

Um nicht unzählige Versionen durchprobieren zu müssen, sollten Sie das Internet nach Erfahrungsberichten durchsuchen. Eine gute Anlaufstelle insbesondere für Steam-Spiele ist die Community-Datenbank ProtonDB.com. Die Website sammelt Berichte über Spielerfahrungen unter Linux und auf dem Steam Deck. Hier können Sie einsehen, ob und wie gut ein Spiel mit welcher Kombination aus Kernel, Grafiktreiber und Proton-Version bei anderen lief. Darunter sind auch hilfreiche Tipps zum Troubleshooting, etwa Steam-Startoptionen oder eine bestimmte Proton-Variante, die Sie ausprobieren können (siehe Kasten „Windows-Spiele unter Linux: Proton, GE-Proton und Wine-GE“).

Alternative Proton-Ausgaben wie die von Glorious Eggroll installieren Sie am einfachsten mit dem Tool ProtonUp-Qt. In den Repositories der großen Distributionen fehlt das Werkzeug meist, daher installieren Sie es als Flatpak oder verwenden das AppImage von der GitHub-Seite (siehe ct.de/yakw). ProtonUp-Qt listet nach dem Start die bereits installierten Kompatibilitätsschichten auf. Oben wählen Sie, für welches Gaming-Tool Sie etwas installieren möchten (in diesem Fall „Steam“). Weitere Versionen holen Sie per Klick auf „Neues hinzufügen“ auf die Fest-



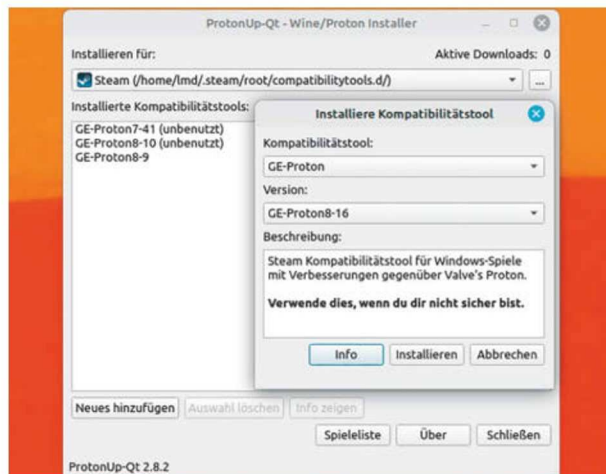
Welche Proton-Version beim Spielen eines Windows-Spiels mit Steam unter Linux zum Einsatz kommt, verrät ein Klick auf das „i“.

platte. Wählen Sie hier beispielsweise oben „GE-Proton“ und darunter die aktuelle Version (bei Redaktionsschluss 8.20). Möchten Sie eine nicht benutzte Version wieder loswerden, markieren Sie sie in der Liste und klicken auf „Auswahl löschen“. Nach der Installation schließen Sie das Tool und starten Steam neu, dann steht die Version auch dort zur Auswahl.

Auf die Sprünge helfen

Um die Performance eines Spiels zu verbessern oder Probleme zu beheben, können Sie Steam-Spielen Startoptionen anpassen. Sie lassen sich unkompliziert ausprobieren und genauso schnell wieder entfernen. In der Steam-Bibliothek öffnen Sie dazu per Rechtsklick auf ein Spiel dessen Eigenschaften. Im „Allgemein“-Reiter ganz unten sehen Sie „Startoptionen“. Alles, was Sie in das Feld darunter eintragen, beeinflusst den künftigen Start des Spiels. Nicht alle Startoptionen funktionieren für jedes Spiel. Valve hat nur eine Handvoll für seine Source-Engine-Spiele veröffentlicht. Eine Suchmaschinenanfrage oder ProtonDB fördern oft weitere zutage. Ob Optionen bei einem Spiel funktionieren, finden Sie nur mit Ausprobieren heraus.

Ein paar Beispieloptionen: Um beim Start eines Windows-Spiels mit Proton eine Log-Datei zu erhalten, schreiben Sie `PROTON_LOG=1 %command%` ins Feld. Wichtig: `%command%` müssen Sie stets ergänzen, denn dieser Teil startet das Spiel. Nach dem Beenden des Spiels liegt eine Log-Datei im Home-Verzeichnis, die einen Namen wie `steam-123456.log` trägt, wobei 123456 der Steam-Game-ID des Spiels entspricht. Die



Mit ProtonUp-Qt installieren Sie alternative Proton-Versionen wie GE-Proton.

schlichte Textdatei verrät unter anderem die genutzte Proton-Version, die aufgerufene Programmdatei sowie jede Menge Konsolenausgaben. Bei Problemen können die hier aufgelisteten Fehlermeldungen hilfreiche Hinweise, beispielsweise auf fehlende Bibliotheken, liefern.

Per Startoption können Sie ein Spiel anweisen, eine bestimmte DirectX-Version zu verwenden, und so testen, welche besser läuft. Das Survival-Game Ground lieferte im Test beispielsweise mit der Option `%command% -dx12` etwas mehr fps als `%command% -dx11`. Die von Valve vorgestellten Kommandos finden Sie via ct.de/yakw.

Heroic Games Launcher

Spiele aus dem Epic Games Store gibt es ausschließlich für Windows, ebenso wie den zugehörigen Launcher. Ein komfortables Tool, um Epic-Spiele unter Linux zu spielen, ist der Heroic Games Launcher, den es für Linux, Windows und macOS gibt

[2]. Heroic bietet außerdem Zugriff auf die Bibliotheken bei GOG.com und Amazon Games. Mit bunten Kacheln zeigt der Heroic Games Launcher die drei Spielebibliotheken ansprechend in einer gemeinsamen Übersicht. Das Tool lädt Spiele herunter, hält sie aktuell und synchronisiert die Spielstände gegebenenfalls in die Epic-Cloud. Auch der Shop von GOG und der Epic Games Store sind in Heroic integriert, sodass man hier bequem neue kostenlose Spiele einsammeln und weitere kaufen kann. Über den Shop „Prime Gaming“ kann man nur kostenlose Spiele aktivieren.

Ein paar Einschränkungen gibt es: Aktuell unterstützt Heroic keine Spiele, die Tools wie Ubisoft Connect für den Download benötigen, Sie können den Original-Launcher aber selbst herunterladen und über „Spiel hinzufügen“ und „Zuerst Installationsprogramm ausführen“ einrichten. Auch optionale Downloads in Spielen wie Cyberpunk 2077 kann Heroic nicht herunterladen. Seit Kurzem zeigt das Tool einen Hinweis, wenn ein Spiel aus diesen Gründen oder wegen des Kopierschutzes voraussichtlich nicht läuft.

Nach dem Programmstart stellen Sie über „Settings“ links in der Leiste die Sprache mit der Auswahlliste unter „Choose App Language“ auf Deutsch um. Mangelt es in Ihrem Home-Verzeichnis an Platz, sollten Sie auf derselben Seite den „Standard-Installationspfad“ und den „Ordner für neue Wine-Präfixe festlegen“ anpassen. Ersteres nimmt die Spieldateien auf, letzteres die für Windows-Spiele nötige, simulierte Windows-Umgebung samt Einstellungen. Standardmäßig zeigt die Bibliothek oben die fünf zuletzt gespielten Titel. Um das zu ändern, scrollen Sie in den Einstellungen ganz nach unten. Sie können Ihre Lieblingstitel oder die zuletzt installierten Games nach oben holen oder

Windows-Spiele unter Linux: Proton, GE-Proton und Wine-GE

Um Windows-Spiele unter Linux laufen zu lassen, nutzt Steam die Kompatibilitätsschicht Proton, mit der Sie viele Windows-Spiele auch unter Linux nutzen können. Dank „Steam Play“ können Sie ein auf Steam gekauftes Spiel sowohl unter Windows als auch unter Linux spielen, ohne es erneut kaufen zu müssen.

Proton basiert auf Wine und enthält beispielsweise vkd3d (eine Grafikbibliothek auf der Basis von Vulkan zur Implementierung von Direct3D) sowie Verbesserungen für wine3d im Zusammenhang mit Direct3D 9 und Direct3D 11. Mit Leistungseinbußen müssen Sie unter

Umständen bei den Spielen rechnen, die mit Proton laufen und eine Übersetzung des Grafik-API brauchen. Titel mit Vulkan-Unterstützung hingegen sollten laut Valve nicht langsamer laufen. Mehr über Proton lesen Sie in [1].

Der Entwickler Thomas Crider, besser bekannt als „Glorious Eggroll“, bietet **GE-Proton**, eine Proton-Version mit eigenen Anpassungen für Steam an, auf die Sie bei Problemen zurückgreifen können. Wollen Sie Proton außerhalb von Steam nutzen, empfiehlt Crider dagegen seine für Lutris entwickelte Variante **Wine-GE**.

KI Navigator 2023

Konferenz zur Praxis der KI
in IT, Wirtschaft und Gesellschaft

22. + 23. November in Nürnberg

Early Bird

bis 18. Oktober



KI verstehen und einsetzen!

“Als Ingenieur möchte ich mir einen Überblick verschaffen, wo KI bereits erfolgreich eingesetzt wird und wo sie zukünftig eine wesentliche Rolle spielen wird.

Ich nehme an der KI Navigator teil, um am Puls der Zeit zu bleiben und meine Fähigkeiten in die richtige Richtung zu entwickeln.“



Jacob Grieger

Senior Software Engineer &
Continuous Delivery Enthusiast

ki-navigator.doag.org



Veranstalter:

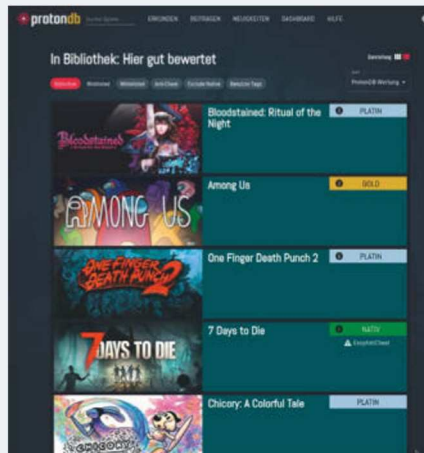
DOAG

Heise Medien

de|ge|pol

Welche Steam-Spiele laufen wie gut?

Die beste Anlaufstelle, um herauszufinden, welche Spiele unter Linux laufen, ist die Community-Datenbank ProtonDB. Hier können Sie nach einzelnen Spielen suchen oder Ihre ganze Spielebibliothek prüfen. Dazu legen Sie entweder einen kostenlosen Account an oder geben auf protondb.com/profile den Link zu Ihrem Steam-Profil an. Das muss samt Spieldetails öffentlich sein, sonst funktioniert der Check ohne Anmeldung nicht. Tragen Sie hier beispielsweise den Link ein, den Steam oben auf der Profilseite zeigt, also beispielsweise <https://steamcommunity.com/id/ctzockt>. Ein Klick auf „Nach ProtonDB-Wertung“ listet dann die Spiele samt Bewertung auf.



ProtonDB.com prüft auf Wunsch Ihre Steam-Bibliothek auf Kompatibilität.

den Bereich deaktivieren. Die Einstellungen werden automatisch gespeichert.

Wechseln Sie zu „Anmelden“, um ein oder mehrere Konten zu verbinden. Die Anmeldung läuft wie gewohnt mit Mailadresse, Passwort und zweitem Faktor ab. Falls die Epic-Anmeldung fehlschlägt, bietet Heroic eine zweite Option an, die über den Browser führt. Bei Amazon Games verwenden Sie Ihr Amazon-Konto. Sind alle gewünschten Konten verbunden, öffnen Sie die „Bibliothek“. Je nach Umfang dauert es einen Moment, bis Heroic alle Vorschaubilder geladen hat. Im Fenster sehen Sie nun die Titel aller drei Konten, ein Icon oben rechts verrät jeweils, aus welchem Shop ein Spiel stammt. Mit den Menüeinträgen oben rechts können Sie die Ansicht nach Shop oder Betriebssystem filtern. Weitere Spiele, deren ausführbare Datei auf Ihrer Festplatte liegt, installieren Sie per Klick auf den Button „Spiel hinzufügen“ in der Bibliothek.

Der Klick auf ein Vorschaubild öffnet die Spieleinfos. Nach einem Klick auf „Installieren“ passen Sie bei Bedarf den Pfad an und wählen zwischen einer Linux- und einer Windows-Version, sofern beide vorhanden sind. Liegt das Spiel bereits auf der Festplatte, können Sie es mit „Spiel importieren“ kopieren. Mit „Installieren“ geht's los. Heroic prüft Spiele automatisch auf Aktualisierungen, spielt diese aber nur dann automatisch ein, wenn die Option in den Einstellungen aktiviert ist.

Heroic übernimmt bei Bedarf auch den Download von Wine-GE und Proton-GE, die es für Windows-Spiele zum Be-

trieb unter Linux benötigt. Der Menüeintrag „Wine-Manager“ in der Seitenleiste öffnet die Liste der verfügbaren Versionen. Wenn hier keine aus 2023 auftauchen, sollten Sie die Liste über den Doppelpfeil oben aktualisieren. Über den Pfeil am Ende einer Zeile laden Sie neue Versionen herunter. Anschließend können Sie in den Spieldetails per Schaltfläche oben rechts die Einstellungen öffnen und die Version auswählen. Beim Spielstart aktualisiert Heroic dann die simulierte Windows-Umgebung, das sogenannte Wine-Prefix.

In den Spieleinstellungen konfigurieren Sie unter „Andere“ weitere Details, aktivieren etwa das Game-Overlay MangoHud, zeigen oder begrenzen die fps, schalten Performancefunktionen wie Fsync oder Esync an und einiges mehr. Ganz unten bringt Heroic eine Funktion

Hinter den Kulissen

Open-Source-Software mit grafischer Oberfläche wie Heroic setzt hinter den Kulissen auf bewährte Kommandozeilen-Tools. Die Verbindung zu Epic Games stellt das Konsolenwerkzeug **Legendary** her, den Draht zu GOG.com übernimmt **GOGdI**. Die Brücke zu Amazon Prime Games schlägt **Nile**. Wenn Sie den Komfort und die Funktionen der grafischen Oberflächen nicht brauchen, können Sie die schlanken Tools auch einzeln nutzen.

zum Speichern der Spielstände in der Epic-Cloud mit für Spiele, die das unterstützen. Die Funktion ist allerdings noch experimentell, sichern Sie vor dem Upload also gegebenenfalls Ihre Spielstände.

Um auf die Freundesliste und Errungenschaften bei Epic zuzugreifen, müssen Sie das EOS Overlay einrichten. Dazu öffnen Sie die Heroic-Einstellungen, wechseln zu „Erweitert“ und klicken unter „EOS Overlay“ auf „Installieren“. Anschließend öffnen Sie die Spieldetails, klicken oben rechts auf die drei Punkte und „EOS-Overlay aktivieren“. Im Spiel blendet nun die Tastenkombination Umschalt+F3 rechts ein Overlay mit Freundesliste und Errungenschaften ein.

Der Gaming-Allrounder Lutris

Nicht ganz so übersichtlich wie Heroic, dafür deutlich vielseitiger ist Lutris. Das Multifunktions-Tool verwaltet Spiele von Amazon Games, Battle.net, Epic Games, GOG, Humble Bundle, Itch.io, Steam, Ubisoft Connect und mehr. Retrogaming-Fans können mit dem Werkzeug allerlei Emulatoren wie MAME, ScummVM oder Dolphin betreiben und damit die ROMs alter Zeiten zu neuem Leben erwecken.

Installieren Sie Lutris am besten aus der Softwareverwaltung Ihrer Linux-Distribution. Alternativ können Sie das distributionsunabhängige Flatpak von flathub.org einrichten, beispielsweise in einem Terminalfenster mit `flatpak install flathub net.lutris.Lutris`. Nach dem ersten Programmstart sollten Sie zunächst einige Einstellungen vornehmen. Öffnen Sie den Dialog dazu über das Menü oben in der Leiste. Ob Lutris das Programmfenster hell oder dunkel und Text unter den Symbolen zeigt, legen Sie unter „Benutzeroberfläche“ fest.

Lutris bezeichnet externe Hilfswerkzeuge als „Starter“. In der gleichnamigen Einstellungsruhr stehen dafür 44 Tools zur Wahl, bereits aktiviert sind je nach Vorhandensein auf dem System beispielsweise Flatpak, Steam, Wine und Linux. Mit der Konfigurationsschaltfläche in der Zeile „Wine“ können Sie zwischen vorhandenen Versionen wählen. Der Knopf rechts daneben öffnet hingegen die Wine-Versionsverwaltung, um eine ältere oder aktuellere Wine-Ausgabe (beispielsweise wine-ge-8-20) herunterzuladen.

Die Vertriebsplattformen nennt Lutris „Quellen“. Im gleichnamigen Bereich der Einstellungen legen Sie fest, welche davon Lutris in der Leiste zeigt. Nur „Origin“ ist

.NET 8.0

Das Online-Event von Heise und www.IT-Visions.de
zum neuen .NET-LTS-Release

21. November 2023 – Online

- Die Neuerungen von .NET 8.0: SDK, Runtime und Basisklassen
- Einfacher lesbarer, stabilerer Code mit C# 12.0
- Alle Neuerungen von ASP.NET Core 8.0 und Blazor 8.0
- Neues beim OR-Mapping mit Entity Framework Core 8.0
- Das hat sich mit Windows Forms 8.0, WPF 8.0 und WinUI 3 verändert
- Cross-Plattform-Entwicklung mit .NET MAUI
- Ausblick auf .NET 9.0

Jetzt
Tickets
sichern!

Kooperationspartner

www.IT-Visions.de

Dr. Holger Schwichtenberg

Workshops zu C# 12.0, Entity Framework Core 8.0, Blazor 8.0 und .NET MAUI 8.0

net.bettercode.eu

PHP 2023

Die Heise-Konferenz zu PHP

27. November 2023 – Online

Mach deine PHP-Anwendung fit

- Best Practices
- Umgang mit Legacy Code
- Update zu PHP 8.3

Kooperationspartner

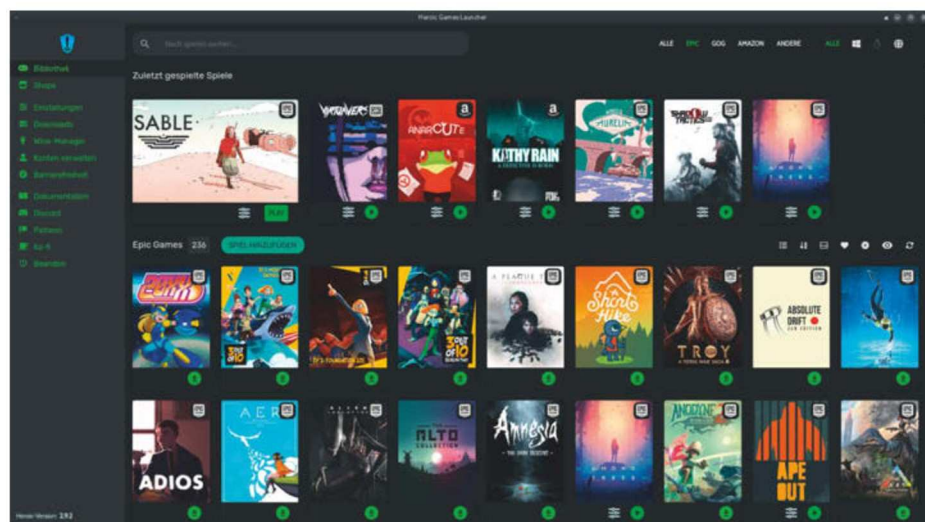


Jetzt
Tickets mit
Frühbuche-
rabatt
sichern!



Workshops am 1. und 6. Dezember

php.bettercode.eu



Der Heroic Games Launcher präsentiert die Spiele von Epic, GOG und Amazon in einer Oberfläche.

mittlerweile obsolet und funktioniert nicht mehr, erst die kurz vor Redaktionsschluss erschienene Version 0.5.14 bietet stattdessen die EA App an, in den Paketquellen war diese aber noch nicht verfügbar. Auch die Installation von Flatpak-Spielen schlug im Test fehl, da Lutris kein Eingabefeld vorsieht, in dem man beantworten könnte, ob das Paket nur für den aktuellen User oder systemweit installiert werden soll. Manuell installierte Flatpaks erkannte Lutris unter „Quellen“ nicht. Zu guter Letzt legen Sie unter „Globale Einstellungen“ das Verzeichnis fest, in dem Lutris Ihre Spiele installieren soll, und bestätigen mit „Speichern“.

Zugriff auf die Spielebibliotheken

Damit Lutris die Spiele der verschiedenen Anbieter herunterladen kann, müssen Sie sich dort anmelden. Bei Amazon Games, GOG, HumbleBundle und Itch.io braucht Lutris nur Ihre Zugangsdaten. Klicken Sie in der Seitenleiste neben einem Anbieter auf das Verbinden-Icon und tragen Sie ins Anmeldefenster Ihren Benutzernamen, Passwort und gegebenenfalls zweiten Faktor ein. Danach kann Lutris Ihre Spiele synchronisieren und präsentiert rechts im Programmfenster die Vorschaubilder. Das kann durchaus einen Moment dauern.

Für Spiele von Epic Games, Ubisoft Connect und EA installiert Lutris den jeweiligen Launcher, bei Steam setzt Lutris den installierten Client voraus. Wenn Sie bei „Epic Games Store“ auf „Verbinden“ klicken, öffnet Lutris einen Dialog, um den Epic-Launcher sowie Ubisoft Connect für Ubisoft-Spiele bei Epic einzurichten. Be-

stätigen Sie die einzelnen Schritte und legen Sie den Speicherort fest. Nach einem Klick auf „Installieren“ lädt Lutris beide Installer herunter und richtet sie in den folgenden Schritten ein. Hat alles geklappt, können Sie Epic über den „Starten“-Button in der Seitenleiste öffnen und sich wie gewohnt anmelden. Beim Installieren eines Spiels behauptet der Launcher zwar, es auf „C:\Program Files\Epic Games“ einzurichten, es landet aber trotzdem in dem von Ihnen für Lutris definierten Ordner. Schlägt die Anmeldung fehl, sollten Sie wie oben beschrieben eine neuere Wine-Version (zum Beispiel wine-ge-8-20) installieren und in den Starter-Einstellungen verwenden.

Um Battle.net-Spiele zu installieren, müssen Sie zuerst den Battle.net-Client

einrichten. Dazu klicken Sie ganz oben auf das Pluszeichen, wählen „Nach Installationskripts auf der Lutris-Website suchen“, tippen „Battle.net“ ins Feld und wählen dann „Blizzard Battle.net“ aus der Liste. Mit „Installieren“ führt Sie Lutris durch die Einrichtung. Damit Lutris auch Ihre Steam-Bibliothek anzeigt, muss Ihr Steam-Profil öffentlich sein. Im Steam-Client stellen Sie dazu unter „Datenschutz-einstellungen“ die Option „Spieldetails“ auf „Öffentlich“.

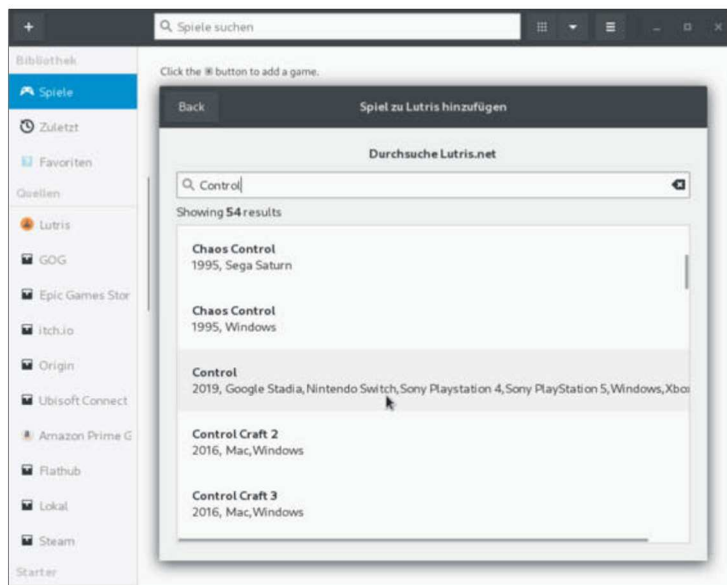
Für bei Electronic Arts gekaufte Spiele kam früher der Origin-Launcher zum Einsatz, der mittlerweile von der EA App abgelöst wurde. Wenn sie als Quelle in Ihrer Lutris-Version fehlt, können Sie sie aber wie ein Spiel über das Pluszeichen hinzufügen. Achtung: Sobald das Anmeldefenster zu sehen ist, müssen Sie das EA-App-Fenster schließen, damit die Installation korrekt abgeschlossen wird. Melden Sie sich also noch nicht an und beenden Sie zuerst die Installation. Danach finden Sie die EA App in der obersten Rubrik „Spiele“ mit einem Vorschaubild. Markieren Sie es und klicken Sie auf „Spielen“, um den Launcher zu starten und sich anzumelden. In der EA App steht die Bibliothek wie gewohnt zur Installation bereit. Den Installationsort unter C:\ können Sie ignorieren, das Spiel landet trotzdem im von Lutris verwalteten Wine-Prefix-Ordner.

Passende Rezepte

Nun können Sie nach Herzenslust Spiele installieren. Die Lutris-Community steht Ihnen dabei mit Skripten zur Seite, die spielespezifische Einstellungen zusam-



Um bei Epic-Games auf Errungenschaften und die Freundesliste zuzugreifen, aktivieren Sie in Heroic das EOS Overlay.



Direkt in Lutris können Sie nach Installationskripten für Spiele suchen, die passende Einstellungen mitbringen.

spielen und erst dann mit der Fehlersuche anfangen. Je nach Distribution gibt es für Treiberupdates einen eigenen Dialog. Denken Sie auch daran, nach einem Update von Kernel und Treibern neu zu starten, sonst sind diese nicht in Gebrauch. Um die optimalen Einstellungen für ein Spiel zu finden, eignet sich das Game-Overlay MangoHud, das beispielsweise die Frames pro Sekunde anzeigt. In [3] und [4] haben wir das Tool bereits ausführlich vorgestellt. Bei als Flatpak installierten Programmen fehlt häufig der Zugriff auf wichtige Verzeichnisse. Mit dem ebenfalls als Flatpak verfügbaren Tool Flatseal fügen Sie schnell Pfade wie den zu Ihrem Spieleverzeichnis hinzu.

Fazit

Vielseitige Open-Source-Tools machen das Spielen unter Linux deutlich einfacher, und das, obwohl die Unterstützung der Vertriebsplattformen häufig fehlt. Welches der Tools Sie nutzen, hängt einerseits davon ab, welche Spiele Sie bei welcher Plattform besitzen, andererseits ist es schlicht Geschmacksfrage. So laufen Epic-Spiele sowohl mit Heroic als auch mit Lutris. Da sich deren Herangehensweise allerdings unterscheidet, kann durchaus das eine oder andere auf Ihrem PC besser laufen. Gefallen Ihnen diese Tools nicht, stehen weitere parat, etwa GameHub, PlayOnLinux oder Cartridges (siehe ct.de/yakw). Lutris bietet jedoch bei Weitem die meisten Möglichkeiten zur Installation von Spielen aus allen möglichen Quellen. In der Praxis tauchen dort allerdings immer wieder Probleme bei der Installation oder dem Start eines Spiels auf, die versierte Linux-User zwar schnell in den Griff kriegen, die für Einsteiger aber große Hürden darstellen. Eine große Sammlung an Informationen über Linux-Tools, -Spiele und Troubleshooting-Tipps liefert die deutschsprachige Website Holarse (siehe ct.de/yakw). (lmd@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Liane M. Dubowy, Lläuft einfach, Windows-Spiele unter Linux mit Proton, c't 8/2021, S. 164
- [2] Liane M. Dubowy, Heldenepos, Windows-Spiele aus dem Epic Games Store unter Linux spielen, c't 1/2022, S. 166
- [3] Liane M. Dubowy, Draufgelegt, MangoHud: Overlay für Spiele & Anwendungen unter Linux, c't 24/2022, S. 162
- [4] Liane M. Dubowy, Video: MangoHud am Linux-PC einrichten, https://youtu.be/aKUY_3-Rh44

Alle Downloads: ct.de/yakw

menfassen. Die können Sie sowohl auf der Lutris-Website als auch im Programm einsehen und durchsuchen. Dabei gibt es unterschiedliche Skripte für die einzelnen Vertriebsplattformen, für Cyberpunk 2077 beispielsweise zwei für Steam und GOG. Die Anmeldung auf der Website ist optional; wer ein kostenloses Konto anlegt, kann Spiele und Anwendungen speichern. Wenn Sie sich in Lutris über den gleichnamigen Eintrag unter „Quellen“ anmelden, erhalten Sie im Programm Zugriff auf gespeicherte Skripte.

Um ein Spiel in Lutris hinzuzufügen, gibt es zwei Wege: Spiele aus den verbundenen Vertriebsplattformen können Sie per Doppelklick oder Rechtsklick und „Installieren“ einrichten. Lutris bietet dann die verfügbaren Rezepte zur Auswahl an. Gibt es eine Linux- und eine Windows-Version, dann stehen als Starter Wine und Linux zur Wahl. Alternativ klicken Sie auf das Pluszeichen oben links, wählen „Nach Installationskripten auf der Lutris-Website suchen“ und tippen den Spieltitel ein. Findet die Suchfunktion einen oder mehrere Treffer, klicken Sie in der Zeile der Plattform, auf der Sie das Spiel besitzen, auf „Installieren“. Für Control stehen etwa Einträge für Epic, GOG und Steam bereit. Im nächsten Schritt bestimmen Sie das Installationsverzeichnis und legen bei Bedarf eine Verknüpfung auf dem Desktop, im Anwendungsmenü und in Steam an. Noch einmal „Bestätigen“ und „Installieren“, dann startet der Download.

Ist ein Spiel installiert, läuft aber nicht rund oder startet gar nicht, können Sie per Rechtsklick und „Konfigurieren“ weitere Einstellungen vornehmen. Per Klick auf

das Vorschaubild fügen Sie außerdem eigene Grafiken ein. Steht der Schalter oben auf „Advanced“ können Sie unter „Systemeinstellungen“ beispielsweise dem Spiel einen bestimmten Monitor zuweisen oder das Game-Overlay MangoHud [3] aktivieren. Bei Problemen können Sie mit den Schaltern „Deaktiviere die Lutris-Laufzeit“ und „Bevorzuge Systembibliotheken“ experimentieren. Bei vielen der hier gelisteten Einstellungen müssen Sie allerdings bereits wissen, was zu tun ist.

Lläuft ein Spiel oder eine Anwendung wie die EA App oder der Epic Games Store mit Wine, können Sie direkt in Lutris die Wine-Einstellungen anpassen. Markieren Sie dazu das Icon und klicken Sie in der Leiste unten auf den Pfeil neben dem Flaschensymbol, um ein Menü zu öffnen. Mit „Winetricks“ starten Sie einen Dialog, um fehlende Bibliotheken oder Schriften nachzuinstallieren. „Wine-Konfiguration“ öffnet ein Fenster zur weiteren Konfiguration der simulierten Windows-Umgebung. Lutris gibt Ihnen sehr viele Möglichkeiten, auf der grafischen Oberfläche an den Einstellungen zu drehen. Das ist allerdings sehr komplex und keineswegs einsteigerfreundlich.

Fallstricke und Troubleshooting

In den meisten Fällen müssen Sie aber nicht groß am System drehen, kleine Tweaks helfen vielen Windows-Spielen auf die Sprünge. Alle dafür verfügbaren Skripte und Tools vorzustellen, würde den Umfang dieses Artikels sprengen, daher nur einige Tipps zur Vorgehensweise.

Bei Problemen sollten Sie zunächst alle Updates für System und Treiber ein-

In den Wolken

Cloud-Gaming liefert unter Linux eine Alternative für schwierige Fälle

Wer unter Linux brandneue AAA-Titel und Spiele mit nicht kompatiblen Anti-Cheat-Mechanismen spielen will, kann dafür in die Cloud ausweichen. Wir stellen mehrere Anbieter vor, mit denen Sie bequem im Browser unter Linux spielen.

Von Liane M. Dubowy

Ein paar große Spiele bleiben unter Linux außen vor: Solche, die gegen Schummeleien Easy-Anti-Cheat verwenden, funktionieren zwar prinzipiell unter Linux, allerdings müssen die Game-Studios das explizit aktivieren. Der Entwickler des weltweit beliebten Fortnite, Epic Games, tut das nicht, daher läuft das Spiel zwar unter Linux, Sie können es aber nicht im Multiplayer spielen. Ein weiterer schwieriger Kandidat: Starfield läuft mit Nvidia-Karten bislang nur mäßig unter Linux. Für solche und ähnliche Fälle gibt es Cloud-Gaming-Anbieter, deren Dienst darin besteht, dass sie das eigentliche Spiel auf ihren Servern laufen lassen; Sie spielen es dann völlig unabhängig von der eigenen Hardware und vom eigenen Betriebssystem im Browser. Große Unterschiede gibt es im Spieleangebot: Bei manchen Diensten gehören Spiele zum Aboangebot (Luna, Xbox), bei anderen nutzen Sie die bereits erworbenen Titel (GeForce Now).

Cloud-Gaming macht nur mit einer guten Internetverbindung Spaß, besser LAN statt WLAN. Amazon Luna fordert mindestens 10 MBit/s, GeForce Now 15 MBit/s für 1280 × 720 Pixel und 25 MBit/s für 1920 × 1080 bei 60 fps, Xbox Cloud liegt mit 20 MBit/s irgendwo dazwischen. Getestet haben wir alle Dienste mit einer

50-MBit-Leitung und LAN-Verbindung und hatten damit keine Probleme. Andererseits brauchen Sie zum Spielen keine besondere Hardware, die Rechenarbeit erledigen Cloudserver, die das Spiel an Ihren Browser streamen. Sie können daher mit einem Gaming-PC, aber auch mit der alten Notebook-Möhre spielen. Ein großer Vorteil bei AAA-Titeln wie Cyberpunk 2077, FarCry 6 oder Starfield: Sie müssen nichts herunterladen. Während andere noch 50 GByte und mehr aus dem Netz schaufeln, können Sie schon loslegen.

Spiele im Browser

Nach dem Ende von Stadia bleiben nur wenige Clouddienste, die keine Windows-App voraussetzen, sondern im Browser laufen. In der Regel funktioniert Google Chrome am besten. Luna beispielsweise verweigerte im Test den Spielstart in Firefox und Edge. Eine Warnung, dass der Browser nicht unterstützt werde, bekommen Sie zwar auch in Chrome, das Spiel startet aber trotzdem. Die Fehlermeldung in Firefox und Edge umliefen wir recht einfach mit einer gefälschten Browsererkennung. Das erledigt die für beide Browser verfügbare Erweiterung „User-Agent Switcher and Manager“. Über ein Icon in der Werkzeugleiste öffnen Sie deren Menü, wählen „Edge“ und „Windows“ und „Apply (container on window)“. Microsofts Browser Edge steht für Linux auf Flathub.org als Flatpak bereit. Im Test hatte der Browser allerdings Schwierigkeiten, einen per USB angeschlossenen Xbox-Controller zu erkennen.

Linux erkennt Gamepads im Allgemeinen sofort mit den Grundfunktionen, getestet haben wir einen Xbox- sowie einen Stadia-Controller via USB und per Bluetooth. Um herauszufinden, ob das Linux-System ein per USB angestecktes Gamepad erkennt, schließen Sie es an und tippen dann in einem Terminalfenster `sudo dmesg`. Eine der letzten Ausgaben sollte dann so etwas wie „input: Microsoft X-Box

One S pad“ enthalten. Nicht alle Dienste akzeptieren auch Maus und Tastatur, wie viele es vom Spielen am PC gewohnt sind.

Amazon Luna

Seinen Cloud-Gaming-Dienst Luna versteckt Amazon ziemlich gut auf seiner Website. Melden Sie sich am besten über luna.amazon.de mit Ihrem Amazon-Konto an. Falls Sie bereits ein Amazon-Prime-Abo abgeschlossen haben, können Sie direkt eine kleine (bei Redaktionsschluss acht), wechselnde Auswahl an Spielen streamen. Dazu zählt auch Fortnite. Vorher müssen Sie sich bei Epic Games anmelden oder dort einen kostenlosen, neuen Account anlegen. Ist die Verbindung hergestellt, landen Sie wieder auf der Luna-Seite, von wo aus Sie Fortnite mit „Jetzt spielen“ starten.

Für monatlich rund 10 Euro steht die Luna+-Bibliothek mit 100 Spielen offen, darunter das Adventure Encodya, der Weltraum-Shooter Everspace oder der mysteriöse Third-Person-Shooter Control. Große aktuelle Titel wie Starfield, Baldur's Gate 3 oder Cyberpunk 2077 fehlen. Mit einer 7-tägigen Testphase lässt sich das Ganze ausprobieren. Für zusätzlich rund 18 Euro im Monat bietet Ubisoft seinen Spielekatalog über Luna an – derzeit 46 Spiele. Praktisch: Wenn Sie ein Spiel bei Ubisoft bereits besitzen, können Sie über „Einstellungen/Kontoverknüpfung“ Ihr Ubisoft-Konto mit Luna verbinden und Ihre schon gekauften Titel dann auch aus der Cloud im Browser spielen. Das zusätzliche Jackbox-Games-Abo liefert für rund 5 Euro im Monat elf Partyspiele.

Mit Luna funktioniert sowohl die Steuerung per Tastatur und Maus als auch mit einem Gamepad, das Sie unter „Controller“ zu Luna hinzufügen müssen.

Besonders einsteigerfreundlich ist Lunas Livestreaming-Funktion: Unter „Einstellungen/Übertragung“ verbinden Sie Amazon mit Ihrem Twitch-Konto und starten mit wenigen Mausklicks einen



Bild: Albert Huim

Livestream. Bei Bedarf schalten Sie Mikrophon und Kamera per Klick dazu, vergeben einen Titel und starten den Stream mit „Live-Übertragung starten“. Auf Twitch zeigt Luna ein Vorschaubild, bis ein Luna-Spiel läuft. Eine Konfiguration ist nicht nötig, Luna streamt automatisch mit 1080p60 und zeigt in den Übertragungseinstellungen eine Vorschau und den Chat. Ein lila Kästchen oben zeigt, wenn Sie live sind und ob auch das Webcam-Bild und Ihre Kommentare via Mikrophon übertragen werden.

Xbox Cloud

Microsoft bietet in der teuersten Stufe seines Game-Pass-Abos (Xbox Game Pass Ultimate) für rund 15 Euro monatlich an, Spiele aus der Cloud auf den lokalen PC zu streamen und zwar auch im Browser. Linux fehlt zwar auf der Liste der unterstützten Systeme, doch die offiziell unterstützten Browser Microsoft Edge und Google Chrome gibt es auch für Linux. Zur Anmeldung auf xbox.com/play benötigen Sie ein Microsoft-Konto.

Zur Xbox Cloud gehört neben der Cloud-Streaming-Dienstleistung auch eine große Auswahl an großen und kleinen Spielen, bereits erworbene Titel können Sie hier nicht nutzen. Rund 380 Titel stehen aktuell bereit, darunter das taufrische Starfield, Fortnite, die Battlefield-Reihe, GTA 5 und Atomic Heart, aber auch Indie-Games wie Celeste, Broken Age, Ever-space 2, Terraria und Valheim. Seine Konsolenherkunft kann die Xbox-Cloud allerdings nicht leugnen: Auch am PC müssen Sie zwingend mit einem Gamepad spielen, da die Spiele keine Steuerung mit Tastatur und Maus kennen. Der zweite Haken ist die Auflösung: Mehr als 1920 × 1080 Pixel bei 60 fps sind nicht drin. Auf kleineren Notebook-Displays sieht das okay aus, auf großen Monitoren kann das unscharfe Bild

nicht überzeugen. Wer sonst mangels Hardware-Ressourcen aber gar nicht spielen kann, wird damit vielleicht zufrieden sein.

GeForce Now

Eine weitere Möglichkeit, im Browser zu spielen, bietet Nvidia mit GeForce Now (GFN) an. Über 1700 Spiele können Sie über GFN in der Cloud spielen – so Sie sie erworben haben. Der Cloud-Gaming-Dienst stellt die bei den verschiedenen Vertriebsplattformen (Steam, Epic, Ubisoft, EA, GOG, Xbox) erworbenen Spiele in der Cloud bereit. Testen können Sie das, indem Sie sich ein Gratis-Konto auf play.geforcenow.com anlegen. Allerdings eignet sich der Gratistarif nur zum Ausprobieren, die Spiele-Session ist auf eine Stunde beschränkt und Sie müssen mit teils mehrstündigen Wartezeiten rechnen.

Schnelleren Zugang gibts im „Priority“-Tarif für monatlich rund 11 Euro, außerdem verspricht Nvidia dafür bessere Hardware und sechs Stunden Spielzeit bei FullHD mit bis zu 60 fps. Richtig Spaß macht es nur mit der „Ultimate“-Mitgliedschaft, die für rund 22 Euro monatlich sofortigen Zugang, achtestündige Sessions sowie ein Setup mit GeForce RTX 4080, bis 120 fps und 4K Auflösung verspricht.

Nach dem Anmelden verknüpfen Sie in den Einstellungen Ihre Konten mit GFN. Die Startseite zeigt sowohl Spiele, die Sie besitzen, als auch andere an. Wollen Sie Spiele kaufen, leitet Nvidia Sie zum jeweiligen Store um. Sämtliche eigenen Spiele sehen Sie, wenn Sie bei „Meine Bibliothek“ auf „Alle anzeigen“ klicken. Um Fortnite zu spielen, müssen Sie es erst Ihrer Epic-Bibliothek hinzufügen.

Shadow

Eine weitere Variante wollen wir nur kurz anreißen: Beim Cloudanbieter Shadow

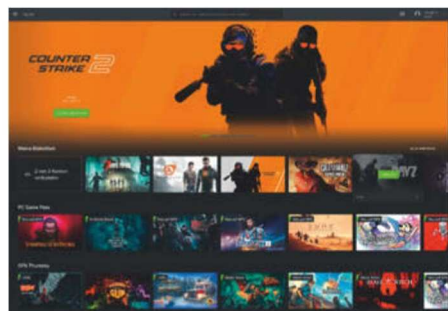
(shadow.tech) können Sie einen Windows-PC in der Cloud mieten. Das ist allerdings kein Schnäppchen und lohnt nur, wenn Sie entweder viel spielen oder den Windows-PC noch für anderes brauchen. Shadow erwähnt jedoch Linux explizit als mögliche Plattform und verspricht maximal 1080p mit 60 fps in unterstützten Browsern. Ein Shadow-Gaming-PC kostet in der Variante „Boost“ rund 30 Euro pro Monat (12 GByte RAM, Intel Xeon 2,5-3,1 GHz mit acht vCores, 512 GByte SSD, Nvidia GTX 1080), die Variante „Power“ kostet gar knapp 50 Euro (28 GByte RAM, AMD Epyc 7543P 2,8 bis 3,7 GHz mit 8 vCores, 512 GByte SSD, Nvidia RTX 3070 Ti). Die für den Preis gebotene Leistung ist allerdings nicht konkurrenzfähig.

Fazit

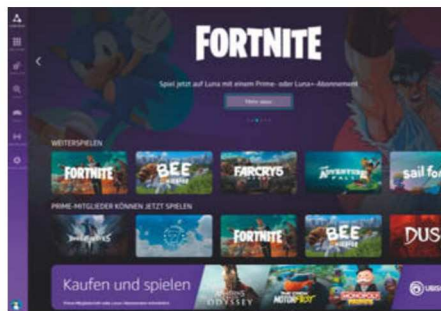
Cloud-Gaming bringt unter Linux so manches Spiel zum Laufen, für das man sonst zwingend ein Windows-System braucht. Und es hat weitere Vorteile: Bei einer flotten Internetverbindung bietet es flüssigen Spielgenuss im Browser, ganz ohne riesige Downloads und das sogar auf älteren Geräten. Luna ist erstaunlich zugänglich, erleichtert das Livestreaming zu Twitch und streamt sogar bereits erworbene Ubisoft-Titel aus der Cloud. Große, aktuelle Spiele fehlen hier allerdings. Die Xbox Cloud wiederum punktet mit ihrem großen topaktuellen Spieleangebot aus dem Game Pass, enttäuscht aber bei der Auflösung und mit der fehlenden Maus/Tastaturbedienung. GeForce Now scheint da ein idealer Mittelweg, allerdings nur im teuersten Abo, denn nur dann können Sie sofort losspielen. Je nachdem, was Sie spielen wollen, dürfte aber auch für Sie etwas dabei sein.

(lmd@ct.de) **ct**

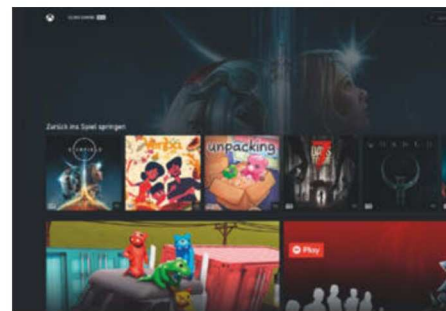
Alle Anbieter: ct.de/y2s7



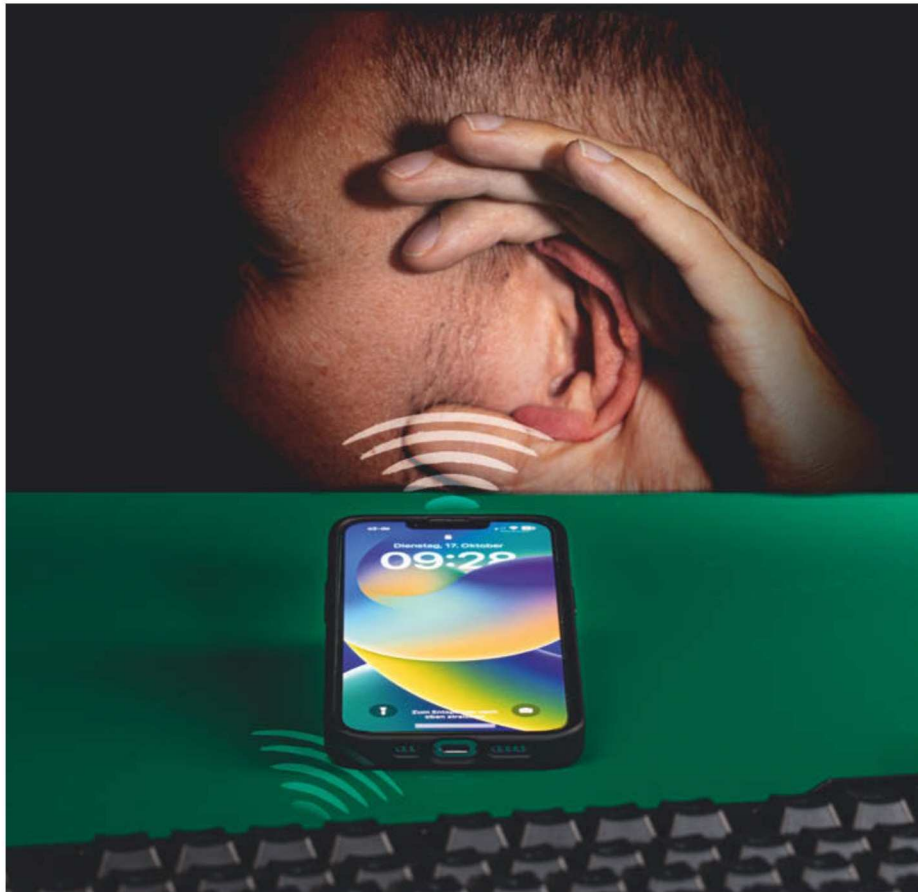
Bei GeForce Now nutzen Sie Ihre eigenen Spiele.



Luna bietet die wenigsten Spiele, hilft aber beim Streamen auf Twitch.



Die Xbox-Cloud bringt eine breite Spielauswahl mit.



Wo ist mein Passwort?

Keylogger macht sich Apples Ortungsnetz zunutze

Apples Ortungsnetz „Wo ist?“ spürt verlorene Dinge auf, zum Beispiel wenn daran ein AirTag befestigt ist. Ein Experiment belegt, dass es auch von Angreifern genutzt werden kann, um ausgespähte Daten zu transportieren.

Von Fabian Bräunlein

Apples „Wo ist?“-Netzwerk leistet tagtäglich wertvolle Dienste beim Wiederfinden verloren gegangener iPhones, gestohlener Fahrräder, verbummelter Schlüsselbünde und vielem mehr. Kommt etwas abhanden, genügt ein Blick in die App, um den aktuellen Standort des vermissten Objekts zu erfahren.

Die einzige Voraussetzung ist, dass der Gegenstand entweder selbst mit der Funktion zur Ortsbestimmung ausgestattet ist oder man ein Apple AirTag, einen elf Gramm leichten Bluetooth-Sender, als Peilbake daran befestigt hat. Die techni-

sche Grundlage für den Suchdienst bildet ein weltumspannendes Netzwerk aus Abermillionen iPhones, iPads und Macs der Apple-Kunden. Wenn diese Geräte die Bluetooth-Signale fremder AirTags & Co. empfangen, melden sie den Standort automatisch an die Apple-Cloud.

Als wir uns mit dem Ortungsnetzwerk beschäftigten, fiel uns jedoch ein ernstes Sicherheitsproblem auf: Hacker und Spione können das „Wo ist?“-Netzwerk geschickt ausnutzen, um beliebige Daten von A nach B zu übertragen. Ein naheliegendes Beispiel ist ein Keylogger, der unbemerkt im Büro installiert wurde. Er zeichnet sämtliche Tastatureingaben auf und kann mitgeschnittene Informationen wie Passwörter, Mails oder Interna weitgehend unbemerkt über das Apple-Netz zum Angreifer transportieren, der sich zu diesem Zeitpunkt an jedem Ort der Welt befinden kann. Der Angreifer benötigt lediglich Internetzugriff und einen Mac, um die Daten abzurufen.

Für die Übertragung sendet der Keylogger Bluetooth-Pakete mit geringer Funkreichweite, die von Apple-Geräten in der Nähe an das „Wo ist?“-Netz gemeldet werden. Das macht den Cyberangriff besonders perfide, denn es ist potenziell das iPhone des Opfers, das die brisanten Daten aus dem Büro an den Angreifer schickt. Genauso gut könnte es aber auch das Apple-Gerät eines beliebigen Kollegen sein, der nur kurz auf einen Kaffee vorbeischaud oder nebenan sitzt.

Keine Science-Fiction

Keylogging-Angriffe sind keine Science-Fiction aus Hollywood, sondern seit Jahrzehnten ein Problem, wie viele dokumentierte Fälle zeigen. Außer Trojaner sind dabei vor allem Hardware-Keylogger Angriffsinstrumente. Das sind winzige Geräte, die zwischen Tastatur und Rechner gesteckt werden und sämtliche Eingaben aufzeichnen. Alternativ kann man sie auch in handelsübliche Tastaturen einbauen. Anders als ein Schädling auf dem Rechner lässt sich ein Hardware-Keylogger kaum durch eine Schutzsoftware aufspüren.

Die besten Karten, einen Hardware-Keylogger zu entdecken, hat man, wenn ihn der Täter vom Tatort abholt, um den Speicher mit den Tastaturaufzeichnungen auszulesen. Dabei wurde beispielsweise vor einigen Jahren ein damaliger Mitarbeiter der Tageszeitung taz auf frischer Tat ertappt, der zuvor einen Keylogger in den Redaktionsräumen installiert hatte.

Modernere Keylogger nutzen WLAN-Chips, um ein eigenes Netz zum Auslesen der Aufzeichnungen aufzuspannen. Aber auch das ist für den Angreifer nicht ohne Risiko, denn es gibt Monitoring-Lösungen wie Nzyme für den Raspberry Pi [1], die Alarm schlagen, wenn ein verdächtiges WLAN auftaucht. Alternativ können sich manche WLAN-Keylogger mit einem vorhandenen Funknetz verbinden, um die Datenbeute übers Internet an den Angreifer zu schicken. In einem gut bewachten Firmennetz fällt das ebenfalls schnell auf.

Weitgehend unbeachtet bleibt unterdessen der Bluetooth-Luftraum, weil von ihm aufgrund der relativ geringen Reichweite keine nennenswerte Gefahr ausgeht – zumindest dachte man das bisher. Unsere Erkenntnisse zeigen, dass dies ein Trugschluss ist.

Vom DIY-Tracker zum Keylogger

Dass sich das Ortungsnetzwerk „Wo ist?“ auch für Anwendungen eignet, die von Apple nicht vorgesehen sind, zeichnete sich bereits vor mehr als zwei Jahren ab. Kurz nach Einführung der AirTags haben Forscher der TU Darmstadt das System mittels Reverse Engineering analysiert und ihre Ergebnisse mit der Öffentlichkeit geteilt (siehe ct.de/ybdd). Die Forscher haben darüber hinaus ein eigenes Framework namens OpenHaystack entwickelt, mit dem jeder einen „Wo ist?“-kompatiblen Tracker auf Grundlage eines preiswerten Mikrocontrollers wie dem ESP32 nachbauen kann [2].

Als wir mit OpenHaystack herumexperimentierten, entdeckten wir, dass mit Selbstbautrackern noch nicht alle technischen Möglichkeiten ausgeschöpft sind. Durch eine geschickte Kodierung der Bluetooth-Pakete gelang es uns, nicht nur Standortkoordinaten über das Apple-Netz zu verschicken, sondern beliebige Daten. Plötzlich stand uns das weltweite Ortungsnetz für eigene Projekte offen.

Da der Sender nur wenig Energie aufbringen muss, um die Bluetooth-Pakete zu verschicken, würde sich das Übertragungsverfahren prinzipiell eignen, um die Messdaten eines batteriebetriebenen IoT-Sensors, zum Beispiel für die Außentemperatur oder die Bodenfeuchte des Gemüsebeets, ins Internet zu übertragen.

Doch genauso gut können auch Angreifer das Übertragungsverfahren für ihre Zwecke nutzen. Anstelle der Außentemperatur könne man darüber beispielsweise die Aufzeichnungen eines Keyloggers verschicken.

Das Ortungsnetz schließt hier die Brücke zwischen dem versteckt installierten Keylogger-Modul und dem Internet.

Um herauszufinden, ob dies tatsächlich ein ernstes Sicherheitsproblem ist, gab es nur einen Weg: Wir bauten ein Proof-of-Concept in Form einer USB-Tastatur mit integriertem Keylogger, die sämtliche Tastatureingaben über „Wo ist?“ an einen Rechner übertragen soll. Dazu gleich mehr.

So funktioniert „Wo ist?“

Bevor wir näher auf unser Proof-of-Concept eingehen, möchten wir kurz die reguläre Funktionsweise des „Wo ist?“-Netzwerks anhand eines AirTags beschreiben. Um ein AirTag in Betrieb zu nehmen, muss es mit einem iOS-Gerät gekoppelt werden. Anschließend kann es mit allen Apple-Geräten geortet werden, auf denen derselbe Apple-Account eingerichtet wurde.

Damit das AirTag geortet werden kann, verschickt es alle zwei Sekunden spezielle Funknachrichten über Bluetooth Low Energy (BLE), sogenannte Advertisements. Es handelt sich dabei um Broadcast-Nachrichten, die an alle Geräte in Reichweite gerichtet sind. Die Funknachrichten des AirTag enthalten einen öffentlichen Kryptoschlüssel (Public Key), der alle 15 Minuten wechselt. Das Durchwechseln ist wichtig, damit das AirTag nicht von Fremden per Funk anhand des Kryptoschlüssels wiedererkannt und über einen längeren Zeitraum verfolgt werden kann.

AirTags nutzen das Prinzip der asymmetrischen Verschlüsselung – in diesem Fall über elliptische Kurven –, was bedeutet, dass es zu den öffentlichen auch einen jeweils passenden privaten Kryptoschlüssel gibt. Die Aufgaben der beiden Schlüssel sind strikt voneinander getrennt: Mit dem öffentlichen Schlüssel werden anschließend Daten verschlüsselt. Um diese Daten wieder zu entschlüsseln, ist der

c't kompakt

- Apples „Wo ist?“-Netzwerk spürt AirTags und andere Gegenstände weltweit auf.
- Die Technik dahinter nutzt eine Kombination aus Bluetooth und Crowdsourced-Netzwerk.
- Derzeit ist das Netzwerk relativ offen für Bastler, aber auch für Angreifer.
- Hacker können „Wo ist?“ nutzen, um etwa die Aufzeichnungen eines Keyloggers zu übertragen.

dazugehörige private Kryptoschlüssel (Private Key) notwendig. Im konkreten Fall haben die fremden Apple-Geräte nur Zugriff auf die öffentlichen Schlüssel und können damit Daten für den Besitzer des AirTags verschlüsseln, aber nicht entschlüsseln.

Empfängt ein fremdes Apple-Gerät ein solches Bluetooth-Advertisement des AirTags, nutzt es den in der Nachricht enthaltenen öffentlichen Schlüssel, um seinen derzeitigen Standort zu verschlüsseln. Den verschlüsselten Standortbericht schickt das Gerät im Anschluss übers Internet an den „Wo ist?“-Dienst von Apple, zusammen mit dem SHA256-Hash des Schlüssels. Der Bericht lässt keine Rückschlüsse auf das Gerät zu, das ihn eingereicht hat. Damit weiß man als AirTag-Besitzer, dass sich sein sendendes AirTag in der Nähe eines meldenden Apple-Gerätes befindet und wo dies das Advertisement aufgeschnappt hat.

Die durchwechselnden Schlüssel werden nach einem kryptografischen Verfahren erzeugt, das nur die Apple-Geräte des



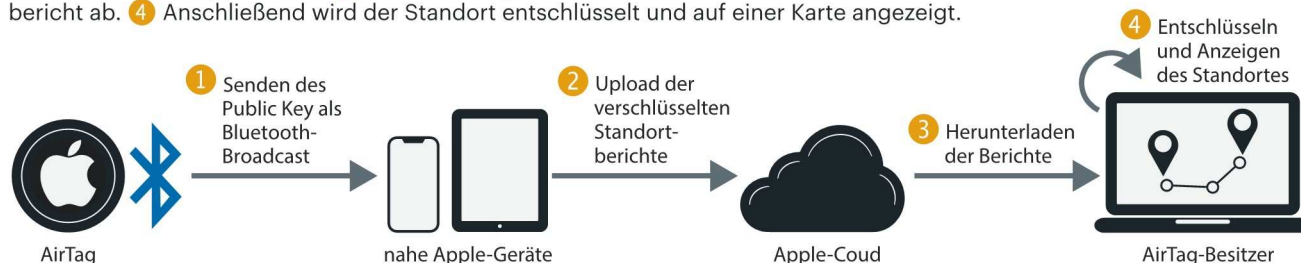
Die winzigen AirTags kann man mit Apple-Geräten weltweit orten.



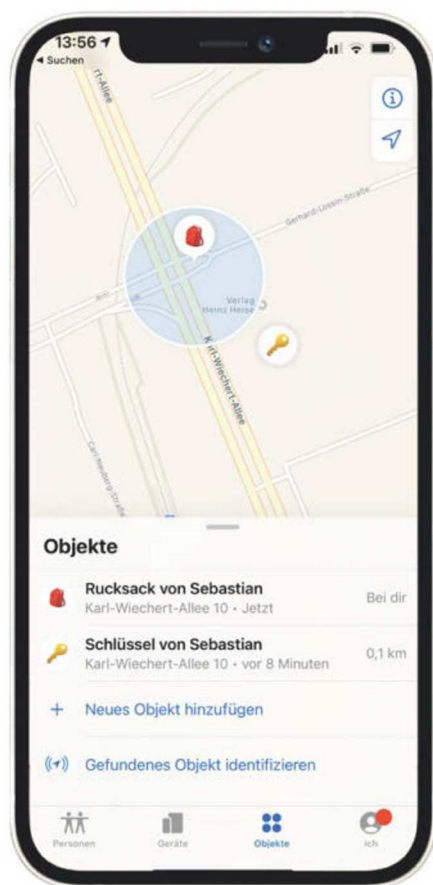
Dieser scheinbar harmlose Adapter ist ein Keylogger mit WLAN-Funktion.

Ortung eines AirTags

1 AirTags versenden regelmäßig öffentliche Kryptoschlüssel (Public Keys) als Bluetooth-Broadcast. 2 Empfängt ein Apple-Gerät so einen Broadcast, erstellt es einen Standortbericht, indem es seinen aktuellen Standort mit dem Public Key verschlüsselt. Den Bericht lädt es anschließend bei Apple hoch. 3 Um das AirTag zu finden, ruft dessen Besitzer den Standortbericht ab. 4 Anschließend wird der Standort entschlüsselt und auf einer Karte angezeigt.



AirTag-Besitzern reproduzieren können. Genauer gesagt werden die Schlüssel von einem Geheimnis abgeleitet, das beim Koppeln mit dem AirTag ausgetauscht und über den Apple-Account auch mit anderen Geräten synchronisiert wird. Die Geräte des Besitzers wissen also stets, welche öffentlichen Schlüssel das AirTag sendet und kennen auch die dazu passenden privaten Schlüssel.



Hat das iPhone den verschlüsselten Standortbericht abgerufen und entschlüsselt, zeigt es den gesendeten Standort des AirTags auf einer Karte an.

Wenn der Besitzer des AirTags dessen Standort erfahren möchte – streng genommen handelt es sich ja um den Standort eines fremden Apple-Geräts, das den AirTag gesichtet hat –, ruft er die „Wo ist?“-App auf. Diese fragt den Apple-Dienst nach Standortberichten, die zu den öffentlichen Schlüsseln passen, die das AirTag in letzter Zeit verwendet haben muss. Hierzu sendet die App die SHA256-Hashes der Schlüssel an Apple. Liegen passende Berichte vor, lädt die App sie herunter und entschlüsselt sie mit dem privaten Schlüssel. Anschließend zeigt sie den Standort auf einer Karte an.

Schlüsseltrick

Die Apple-Geräte reagieren prinzipbedingt jedoch auch auf Bluetooth-Nachrichten, die gar nicht von einem echten AirTag oder anderen offiziell unterstützten Produkten stammen. Baut man eine geeignet formatierte Bluetooth-Nachricht zusammen und funkt sie raus, zum Beispiel mit einem ESP32, erstellt das fremde Apple-Gerät auch dann einen Standortbericht und lädt ihn über seine Internetverbindung bei Apple hoch. Apple speichert den Bericht anschließend in seiner Cloud, von wo aus man ihn weltweit anhand des Hashes wieder abrufen kann.

Da außer den Apple-Geräten des AirTag-Besitzers und dem AirTag niemand weiß, welche Kryptoschlüssel es benutzt – diese werden wie erwähnt mit einem gemeinsamen Geheimnis erzeugt, das im Privaten beim Pairing der Geräte ausgetauscht wird – kann der Absender der Bluetooth-Pakete nahezu beliebige Kryptoschlüssel vorgeben. Viel mehr kann der Absender allerdings nicht beeinflussen. Die Standortkoordinaten setzt schließlich das fremde Apple-Gerät ein, das die Blue-

tooth-Nachricht empfängt. Das ist scheinbar keine besonders gute Grundlage, um beliebige Daten zu übertragen.

Einsen und Nullen

Es klappt aber trotzdem. Zur Übertragung von Daten dient uns nicht der Inhalt des Standortberichts, sondern allein die Information, ob ein Bericht existiert. Hierzu arbeitet der Absender nicht mit einem einzelnen öffentlichen Schlüssel, sondern mit sehr vielen. Er simuliert damit gewissermaßen eine ganze Batterie an AirTags.

Die Grundidee ist, nach und nach ein Datenarray auf der Empfängerseite zu füllen, also auf dem Rechner, der die Standortberichte aus der Apple-Cloud abholt. Um das zu tun, baut der Absender die öffentlichen Schlüssel nach einem festen Muster auf. Das kann zum Beispiel wie folgt aussehen: In den Schlüsseln gibt es an einer festen Stelle einen Bit-Index, der angibt, an welcher Position das Array auf Empfängerseite gefüllt werden soll. An einer anderen fixen Position steht das Bit, also eine 0 oder eine 1.

Um zum Beispiel das fünfte Bit des Arrays (Position 4, da man in der Informatik bei 0 anfängt zu zählen) auf 1 zu setzen, könnte der Absender einen öffentlichen Schlüssel nach dem folgenden Schema nutzen:

```
00 00 00 04 [...] 00 00 00 01
```

Für Bit 4 gibt es demnach zwei mögliche Schlüssel und somit Hashes, je nachdem, ob eine 0 oder eine 1 übertragen werden soll. Der Empfänger kennt dieses Muster und fragt die Apple-Cloud nach Standortberichten für die beiden möglichen Hashes für Bit 4:


```
SHA256(00 00 00 04 [...] 00 00 00 00)␣
↳ = 6c1f53a431737a05...
SHA256(00 00 00 04 [...] 00 00 00 01)␣
↳ = 551cdb8667d329a2...
```

Einen Standortbericht erhält er aber nur für den Hash des Schlüssels, der auf **1** endet („551cdb86...“), Bit 4 muss also eine 1 sein. Auf diese Weise rekonstruiert der Empfänger, angefangen bei Bit 0, nach und nach den Inhalt des Arrays, um an die übertragenen Daten zu kommen.

Da die Bluetooth-Pakete als Broadcast verschickt und nicht beantwortet werden, weiß der Absender nicht, ob ein Bit sein Ziel erreicht. Er schickt die Pakete deshalb auf gut Glück in einer Schleife, in der Hoffnung, dass früher oder später ein Apple-Gerät vorbeischaun wird und die Daten an die Apple-Cloud überträgt.

Der Bit-Index macht die Übertragung dennoch robust: Da die Zielposition im Array immer bekannt ist, ist unwichtig, wann und von wem die Daten weitergegeben werden. Wird Bit 4 mehrmals oder gar von verschiedenen Geräten an die Cloud durchgereicht, wird der dazugehörige Standortbericht einfach mehrfach gespeichert. Auch Übertragungslücken sind durch den Bit-Index kein Problem: Fängt ein iPhone im Vorbeigehen zum Beispiel nur die Bits 0, 1 und 3 auf, kann ein anderes iPhone später die Bits 2, 4, 5 und so weiter ergänzen.

Für das Keylogger-Experiment haben wir das Übertragungssystem noch angepasst, sodass pro Nachricht statt nur einem Bit ein ganzes Byte (zusammen mit dessen Byte-Index) übertragen wird. Um dieses Byte wieder abzurufen, werden 256 mögliche SHA-Hashes abgefragt. Beschränkt man sich auf die gängigen druckbaren Zeichen, die auf einer Tastatur üblicherweise eingetippt werden, halbiert sich die Anzahl der abzufragenden Hashes. Die



Wolf im Schafspelz: Von außen sieht man der Tastatur die nachgerüstete Keylogger-Funktion nicht an.

Anzahl der zum Abruf nötigen Anfragen an die Apple-Cloud ist nochmals geringer, weil man pro Anfrage viele hundert Hashes abfragen kann.

Die Form der Datenübertragung klingt mühselig, die ganze Arbeit erledigte in unserem Experiment aber eine selbst entwickelte Empfangssoftware. In unseren Versuchen war die Übertragung stabil, selbst bei längeren Texten. In einem Keylogging-Szenario können so auch lange Passwörter wie „IchLeseGerneDasCTmagazin123!“ oder ganze E-Mails exfiltriert werden.

Spionagehardware im Selbstbau

Dass die Übertragung beliebiger Daten über „Wo ist?“ grundsätzlich möglich ist, haben wir erstmals im Frühjahr 2021 öffentlich dokumentiert (siehe ct.de/ybdd). Wir haben die Übertragungsmethode „Send My“ getauft, analog zu „Find My“, der englischsprachigen Bezeichnung des Ortungsnetzwerks. Seitdem hat Apple zwar den Stalking-Schutz verbessert, die Datenübertragung funktioniert aber nach wie vor. Wir wollten deshalb herausfinden, ob das schon damals von uns skizzierte Spionageszenario tatsächlich eine realistische Bedrohung darstellt.

Zu diesem Zweck haben wir ein Proof-of-Concept entwickelt. Wir kauften eine beliebte USB-Tastatur und bauten einen der frei erhältlichen Keylogger ein. Unsere Ausgaben hierfür hielten sich in Grenzen: rund 11 Euro für die Tastatur, etwa 35 Euro für den Keylogger. Da die Elektronik einer einfachen Tastatur wie dieser kaum Platz beansprucht, war im Gehäuse noch ausreichend Luft für den Keylogger. Von außen sieht man der Tastatur den Umbau nicht an.

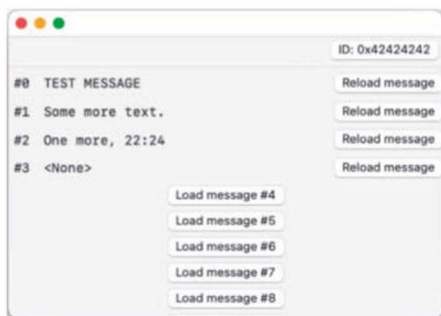
Wir haben uns für einen Keylogger entschieden, der normalerweise als Zwischenstecker zwischen USB-Tastatur und Rechner gesteckt wird. Hierzu hat er an einer Seite eine USB-A-Buchse, auf der anderen Seite einen USB-A-Stecker. Nachdem wir den Keylogger jedoch mit im Gehäuse der Tastatur unterbringen wollten, haben wir die Kabel einfach direkt an die nötigen Kontakte gelötet. Aus der Tastatur kommt daher nur das USB-Kabel ihres Herstellers. Die perfekte Tarnung.

Für unser Vorhaben war der ausgewählte ideal, weil es sich um ein Open-Source-Projekt auf Grundlage eines ESP32-Chips handelt. Mit diesem hatten wir aus den Experimenten mit OpenHacks und Selbstbautrackern bereits Erfah-

Der Weg vom Keylogger zum Angreifer

Der Keylogger verschickt die aufgezeichneten Tastatureingaben als unauffällige, stromsparende Bluetooth-Pakete. Diese Informationen erreichen über mehrere Zwischenstationen ihr Ziel.





Den Abruf der Tastaturaufzeichnungen erledigt eine spezielle Empfangssoftware.

Der ESP ist mit WLAN und Bluetooth ausgestattet, letzteres fand bei dem Keylogger zuvor jedoch keine Verwendung. Es gelang uns, die quelloffene Firmware um eine Sendefunktion zu ergänzen, die die aufgezeichneten Tastatureingaben per Bluetooth an Apples „Wo ist?“-Netzwerk überträgt.

Genau wie oben beschrieben verschickt die Tastatur Bluetooth-Advertisements, um Apple-Geräte in der Nähe dazu zu bringen, einen Standortbericht zu erstellen und bei Apple hochzuladen. Mit unserem Empfangsrechner holten wir die Berichte automatisiert wieder ab und konnten die Aufzeichnungen mit einer hohen Trefferquote rekonstruieren. Das hätte über beliebige Distanzen funktioniert. Die einzige Voraussetzung ist, dass der Empfangsrechner Internetzugang hat.

Wir konnten eine Senderate von bis zu 26 Zeichen/Sekunde erreichen und eine Empfangsrate von bis zu 7 Zeichen pro Sekunde. Die Latenz steht und fällt mit der Anwesenheit kooperativer Apple-Geräte, sie reichte im Schnitt von 1 bis 60 Minuten. Das ist nicht sehr flott, für einen Angreifer spielt es aber keine Rolle, ob er ein mitgeschnittenes Passwort nach 5 Millisekunden oder 5 Stunden empfängt.

Und jetzt?!

Unser Experiment belegt, dass es durch eine geschickte Datenkodierung tatsächlich möglich ist, die Aufzeichnungen eines Keyloggers über das „Wo ist?“-Netz zu übertragen. Die Übertragung ist stabil genug und eignet sich für diesen Zweck sogar besser als andere Verbindungstechniken wie WLAN oder Mobilfunk. Bei Cyberkriminellen, Spionen und staatlichen Akteuren dürfte insbesondere das vergleichsweise geringe Risiko aufzufallen Begehrlichkeiten wecken.

Bluetooth-Pakete haben schließlich nur eine geringe Reichweite und fallen kaum auf.

Angreifer könnten das Übertragungsverfahren nach unserem Eindruck gar verwenden, um das sogenannte Air Gap zu überwinden, also Daten aus besonders sensiblen Systemen zu exfiltrieren, die aus Sicherheitsgründen von der Außenwelt abgeschirmt sind. Dabei kann es sich zum Beispiel um kritische Infrastruktur handeln oder Rechner, die geheime Daten verarbeiten.

An dieser Stelle drängt sich die Frage auf, ob wir die Ersten sind, die auf die Idee gekommen sind, das Ortungsnetz für die Datenübertragung zu verwenden. Über die Antwort kann man nur spekulieren. Verhindern lässt sich die Datenexfiltration über „Wo ist?“ aufgrund der crowdsourced Architektur kaum. Apple-Kunden können zwar vermeiden, dass die eigenen iPhones, MacBooks & Co. Daten in das Ortungsnetz einliefern, über fremde Geräte hat man aber keine Kontrolle.

Die Teilnahme an „Wo ist?“ ist voreingestellt aktiv und es reicht aus, wenn sich ein fremdes Apple-Gerät mit aktiver Funktion in Funkreichweite befindet. Um die Teilnahme zumindest bei den eigenen iOS- und iPadOS-Geräten abzuschalten, deaktivieren Sie den Schalter „Wo ist?“-Netzwerk unter „Einstellungen/[Ihr Name]/Wo ist?/Mein [Gerät] suchen“. macOS-Nutzer finden den Schalter unter „Systemeinstellungen/[Eigener Name]/iCloud/Apps, die iCloud verwenden/Alle anzeigen/Meinen Mac suchen“. Allerdings verliert man auch so die eigentlich sinnvolle Assistenz bei Verlust des Geräts.

Spione enttarnen

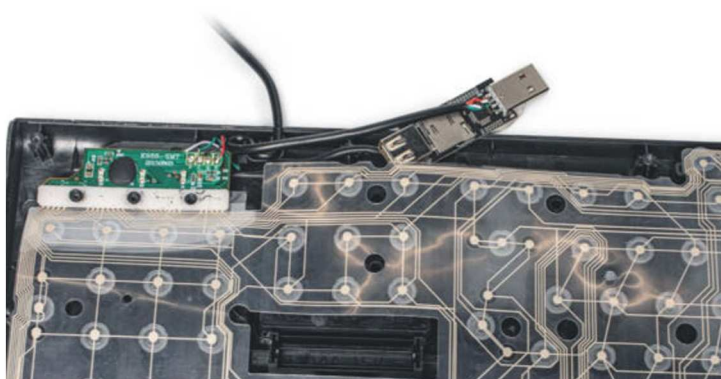
Wirksamer wäre es, etwaige Geräte aufzuspüren, die „Wo ist?“ zum Exfiltrieren von Daten missbrauchen, also entsprechende Bluetooth-Pakete verschicken. Aber auch das ist keine leichte Aufgabe,



Apple-Nutzer können verhindern, dass die eigenen Geräte Daten an „Wo ist?“ liefern.

weil überhaupt nicht klar ist, wie diese Geräte aussehen. Es könnte sich um einen externen Hardware-Keylogger handeln, der in der staubigen Rückseite des PC-Towers steckt. Genauso gut könnte der Keylogger zum Beispiel in der Tastatur versteckt sein, wie unser Experiment zeigt. Im Worst Case überträgt der Angreifer die Daten nicht mit eigener Hardware, sondern bringt ein Gerät seines Opfers dazu, die Bluetooth-Pakete zu verschicken, etwa durch einen Trojaner oder ein manipuliertes Firmware-Update.

Auch über die Funkübertragungen kann man spionierende Geräte nur schwer enttarnen, denn die Geräte tauchen nicht in den Bluetooth-Einstellungen von Smartphones & Co. auf. Apple versucht den Missbrauch seiner Ortungsfunktion mit einer Schutzfunktion einzudämmen, die iPhone-Nutzer warnt, die längere Zeit von fremden AirTags begleitet werden. Auch andere Smartphones sind inzwischen mit einer solchen Funktion ausgestattet. Dieser Schutz hilft je-



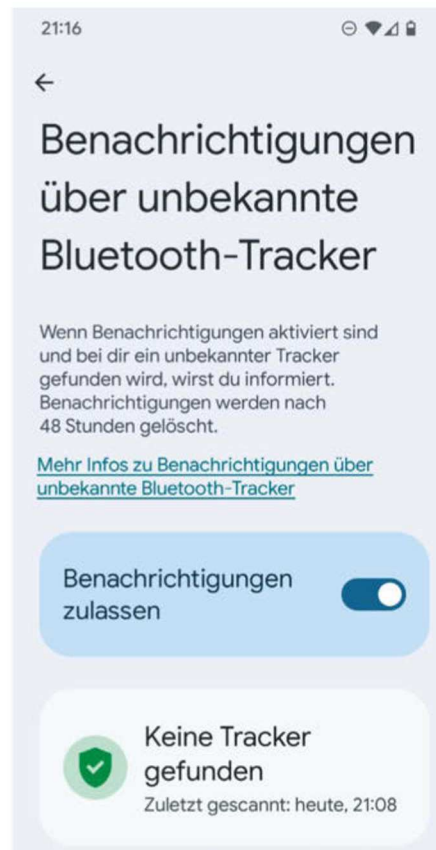
Der Keylogger passt mit ins Gehäuse der USB-Tastatur.

doch nur gegen Stalking und auch nur, solange ein Tracker nicht nach seinen eigenen Regeln spielt. Vor unserer Keylogger-Tastatur wurden wir nicht gewarnt. Sie wurde selbst dann nicht gefunden, als wir manuell eine Suche nach Trackern angestoßen hatten.

Besser lief es mit der Android-Version der Anti-Tracking-App „AirGuard“, die wie OpenHaystack von Forschern der TU Darmstadt stammt. Auch die App hat uns nicht vor der Keylogger-Tastatur gewarnt, wir konnten die auffälligen Aktivitäten jedoch unter „Andere Geräte“ in Augenschein nehmen. War unsere Tastatur aktiv, tauchten hier diverse „Apple Devices“ auf, deren Bluetooth-MAC-Adressen sich nur geringfügig unterschieden. Das liegt an der Funktionsweise von „Wo ist?“ und dem oben beschriebenen Kodierungsverfahren: Den ersten Teil des öffentlichen Kryptoschlüssels nutzt der Sender als MAC-Adresse. Und da sich die Schlüssel durch die Kodierung stark ähneln, sind auch die MAC-Adressen in weiten Teilen identisch. Bei einem echten Angriff können die Kryptoschlüssel jedoch völlig anders aufgebaut sein, nach einem weniger auffälligen Muster.

Auch die Android-App „BLE Scanner“ hat die Bluetooth-Advertisements unserer Tastatur angezeigt. Da die App darüber hinaus die ungefähre Distanz zum Absender anzeigt, kann man sogar probieren, ihn zu lokalisieren. Windows-Nutzer können zu Microsofts „Bluetooth LE Explorer“ greifen. Die Apps haben wir unter ct.de/ybdd verlinkt. Für Apple-Betriebssysteme gibt es ebenfalls Apps wie den BLE Scanner, besonders hilfreich sind diese hier aber nicht. Sie zeigen zwar BLE-Geräte an, Informationen wie die MAC-Adresse fehlen aber, weil Apple den Apps keinen Zugriff darauf gewährt.

Zu beachten ist, dass eine solche Kontrolle per App nur eine Momentaufnahme ist. Ein spionierendes Gerät muss nicht dauerhaft senden und könnte Tage oder Wochen damit warten. Wer für sensible Bereiche verantwortlich ist und befürchtet, dass die in diesem Artikel beschriebene Technik auftauchen könnte, müsste daher dauerhaft nach verdächtigen Bluetooth-Paketen scannen, um auf Nummer sicher zu gehen. Eine geeignete Monitoring-Lösung für die dauerhafte Überwachung von Bluetooth-Traffic ist uns aktuell jedoch nicht bekannt. Denkbar wäre, Bluetooth mit mehreren Raspberry Pi zu überwachen, ähnlich wie es bereits für WLAN



Smartphones können vor Bluetooth-Trackern warnen, bemerkten unsere Keylogger-Tastatur jedoch nicht.

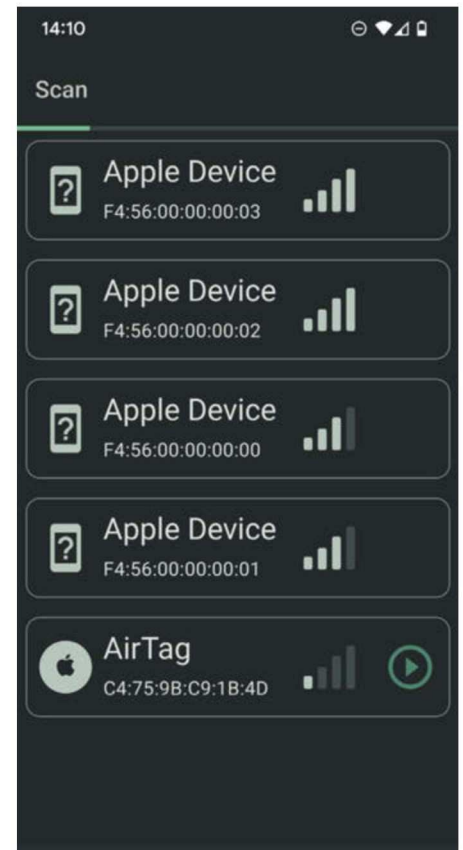
mit dem Open-Source-Projekt Nzyme möglich ist.

Effektiv verhindern, dass das „Wo ist?“-Netzwerk zum Exfiltrieren beliebiger Daten genutzt werden kann, könnte nur Apple, und auch das nur mit umfassenden Neuerungen des Protokolls. Alternativ könnte Apple versuchen, ungewöhnliche Aktivitäten zu erkennen und diese zu blockieren. Dies könnte allerdings zu einem Katz- und Maus-Spiel mit den Angreifern führen.

Wir haben Apple eine Reihe von Fragen zu dem in diesem Artikel beschriebenen Sicherheitsproblem gestellt, darunter auch die Frage nach Schutzmaßnahmen gegen eine Datenweitergabe durch fremde Apple-Geräte. Bis Redaktionsschluss hat das Unternehmen jedoch nicht auf unsere Anfrage reagiert.

Fazit

Apples Ortungsnetzwerk „Wo ist?“ eignet sich nicht nur zum Aufspüren geklauter Fahrräder, sondern auch zum Exfiltrieren ausgespähter Daten, wie unser Experiment gezeigt hat. Wir konnten zu Demonstrationszwecken eine Keylogger-



AirGuard spürt nicht nur AirTags auf, sondern auch Geräte, die Apples Ortungsnetz inoffiziell mitbenutzen.

Tastatur bauen, die sämtliche Tastatureingaben über das Ortungsnetz an einen beliebig weit entfernten Rechner überträgt. In den Händen eines Angreifers wäre eine solche Tastatur eine gefährliche Waffe. Dass das Ausspähen von Daten eine strafbare Handlung ist, dürfte potenzielle Täter kaum interessieren.

Wer in sensiblen Bereichen arbeitet, sollte sich dieser Gefahr bewusst sein, um geeignete Maßnahmen treffen zu können. Ein Grund, in Panik zu verfallen, ist dieser Artikel jedoch nicht: Das hier beschriebene Sendeverfahren erweitert die Möglichkeiten eines Angreifers, erhöht jedoch nicht zwangsläufig die Wahrscheinlichkeit eines Angriffs.

(rei@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Tomas Jakobs, Raspi-Horchposten, Mit Nzyme das eigene WLAN auf verdächtige Aktivitäten überwachen, c't 19/2021, S. 150
- [2] Fabian Bräunlein, Eigenbau-Tracker für Apples Find-My-Netzwerk, Make Magazin 1/2023, S. 48

Hintergrundinfos, Bluetooth-Scan-Apps:
ct.de/ybdd



Energiewendchen

EcoFlows Powerstream-Balkonkraftwerk mit Speicher im Test

Ein Balkonkraftwerk ist der erste Schritt zur privaten Energiewende – Strom fließt nicht mehr nur aus der Steckdose, sondern auch hinein. Will man dem Energieversorger an sonnigen Tagen nichts schenken, braucht es den passenden Speicher und ein wenig Technik.

Von Sven Hansen

Balkonkraftwerke sind ein vergleichsweise günstiger Einstieg ins Thema Photovoltaik: Komplettsätze aus Solarmodulen und Mikrowechselrichter zur Einspeisung gibt es inzwischen beim Discounter um die Ecke. Der chinesische Anbieter EcoFlow bietet nicht nur solche Sets, sondern ergänzt sie um kompatible Speicher

und Smart-Home-Adapter zur intelligenten Steuerung des Eigenverbrauchs.

Der Preis unseres Testaufbaus? Mächtig gewaltig. Allein der Batteriespeicher Delta 2 Max schlägt mit 2100 Euro zu Buche. Dazu kommen flexible Solarpanels (4 mal 130 Euro), der Mikrowechselrichter namens Powerstream (280 Euro) und die Smart Plugs (2 mal 36 Euro). So kommen rund 3000 Euro zusammen.

Installation

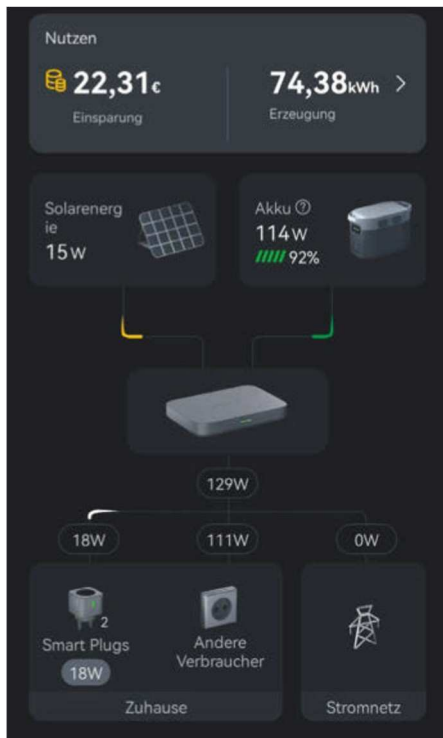
Am aufwendigsten ist die Installation der Solarmodule, wobei die von uns getesteten Flex-panels gegenüber herkömmlichen Glasmodulen klare Vorteile bieten: Jedes der vier Module mit 100 Watt Peak-Leistung wiegt nur 2,3 kg und lässt sich mit den mitgelieferten Kabelbindern leicht am Geländer eines Balkons befestigen oder ankleben. Die Flex-Module sind zudem leicht biegsam, sodass sie – etwa auf einem Boot oder Camper installiert – auch einer leicht gebogenen Außenhaut folgen können.

Der Delta 2 Max ist ein Speichermodule aus der Produktgruppe der Solargeneratoren (siehe Test in c't 13/2023, S. 86). Er dient als Notstromaggregat und speichert in seinen LFP-Akkus (Lithium-Eisenphosphat, LiFePO₄) laut Hersteller bis zu 2048 Wattstunden. Im Labor kamen wir auf 2 kWh entnehmbare Kapazität, wenn wir 2,3 kWh zuführten. Mit einer Effizienz von 86 Prozent muss er sich gegenüber den Kandidaten aus unserem Test nicht verstecken.

LFP-Akkus gelten als robuster und zyklensicher als Lithium-Ionen-Akkus; die Vorteile erkaufte man durch ein höheres Gewicht. Mit 23 Kilogramm schrappte der Delta 2 Max trotz der beiden stabilen Tragegriffe knapp an der Grenze zur „Immobilie“. Die Ausstattung ist üppig: vier AC-Steckdosen mit 230 Volt und zusammen maximal 4800 Watt, Boost-Fähigkeit mit 3100 Watt Peak, zweimal USB-C mit maximal 100 Watt, vier USB-A-Anschlüsse mit zwei Schnellladern (bis 12 Volt, 1,5 A max.). Es stehen verschiedene Lademöglichkeiten offen: über 230 Volt AC (bis 2,3 kW), Kfz-Ladegerät oder die insgesamt drei DC-Zugänge. Über die DC-Eingänge an der Rückseite lassen sich zwei tragbare 400-Watt-Solarpanels direkt anschließen. Die seitlichen DC-Ports kann man nutzen, um die Akkukapazität des Delta 2 Max zu erweitern (auf bis zu 6,3 kWh) oder EcoFlows Mikrowechselrichter anzuschließen.

Der Powerstream ist für einen Mikrowechselrichter außergewöhnlich hübsch anzuschauen. Auf dem Dachboden ist das egal, aber will man das Kit sichtbar auf dem Balkon aufstellen, erfreut es das Auge. Er ist gemäß der aktuellen Vorgaben auf 600 Watt beschränkt. Die für 2024 beschlossene Anhebung der Einspeisegrenze auf 800 Watt soll per Upgrade möglich sein. Während man den Delta 2 Max eigentlich nur aus dem Karton heben muss, ist beim Powerstream etwas mehr Initiative gefragt. Er benötigt eine Verbindung zum 230-Volt-Netz für die Einspeisung von Solarstrom oder Energie aus dem Speicher, eine Verbindung zu den Photovoltaikmodulen und eine Verbindung zum Batteriespeicher Delta 2 Max.

Die mitgelieferten Kabel sind wegen der großen Querschnitte etwas starr, die Steckverbinder allerdings bestens beschriftet, äußerst robust ausgeführt und vor allem mechanisch kodiert. Jeder Stecker passt nur dort, wo er hingehört. Ein Schnappmechanismus sorgt für ein festes



In der Raum-Ansicht der EcoFlow-App wird der Energiefluss im Gesamtsystem übersichtlich angezeigt.

Einrasten am Mikrowechselrichter, mit einem mitgelieferten Werkzeug lassen sich die Stecker wieder lösen. Nach etwa zehn Minuten ist alles zusammengesteckt und funktioniert aus dem Stand.

Softwarefrage

Für die Steuerung der Minianlage mit Speicher installiert man die EcoFlow-App, die für iOS und Android gratis bereitsteht. Wollte man den Solar-Generator lediglich als Stromquelle nutzen und ab und zu mit den Modulen aufladen, käme man ohne App aus. Für alle erweiterten Funktionen und vor allem für die recht regelmäßig aufschlagenden Firmware-Updates aller Komponenten braucht es die App nebst EcoFlow-Account; es besteht Cloudzwang.

In der App meldet man Batterie, Mikrowechselrichter und die smarten Zwischenstecker einzeln an. Sie werden per Bluetooth LE erkannt und über den Einrichtungsassistenten ins WLAN geführt. Wir haben geprüft, ob es wie bei Vormodellen möglich ist, unbefugt fremde EcoFlow-Geräte abzufragen. Das war bei den Testgeräten nicht der Fall. Den besten Liveblick auf den Energiefluss innerhalb der Installation bietet die Raum-Ansicht.

Ein Klick auf den Mikrowechselrichter führt auf eine hübsch animierte Übersicht: Angezeigt werden der Zufluss von den So-

larpanels, der Zu- oder Abfluss zum Akku der Delta 2 Max sowie der Energieverbrauch der an den Smart Plugs betriebenen Geräte. Der Powerstream kann Solarstrom aus den Panels entweder direkt ins 230-Volt-Netz einspeisen, oder ihn über die DC-Schiene im Akku speichern. Dort kann er ihn zu beliebigen Zeitpunkten entnehmen. Der selbst produzierte Solarstrom lässt sich somit auch nachts verbrauchen.

Grundsätzlich kann man zwischen zwei Modi wählen. Im einen priorisiert der Powerstream das Aufladen des Akkus, im anderen speist er möglichst viel ins Hausnetz. Die smarten Zwischenstecker dienen dabei zur Optimierung des Eigenbedarfs. Über die App kann man den Mikrowechselrichter anweisen, bis zu 600 Watt einzuspeisen. In der Praxis wählt man einen Wert, der der Grundlast des Haushaltes entspricht, zum Beispiel 150 Watt, und statet Geräte mit sporadischer Energieentnahme mit einem Zwischenstecker aus. Springt der Kühlschrank an, erhöht der Powerstream die Einspeiseleistung um den am Messstecker ermittelten Wert, zum Beispiel von 150 Watt auf 210 Watt. Schaltet sich der Kühlschrank aus, fällt auch die Einspeisung des Powerstream entsprechend ab. Im Test funktionierte das zuverlässig.

Zusätzliche Optionen sind unter den Geräteeinstellungen des Akkus zu finden. Denn der Delta 2 Max lässt sich nicht nur über Solarstrom, sondern auch direkt übers Netz laden. Das kann interessant sein, wenn man einen dynamischen Stromtarif mit stundengenauer Abrechnung besitzt. Da der Solargenerator auf diesem Weg mit bis zu 2,4 kW lädt, lässt er sich übers Stromnetz in einer Stunde mit etwa 1,5 kWh Strom betanken. So kann man den Speicher auch an finsternen Tagen nutzen, um günstigen Strom zu tanken, den man zu kostspieligen Zeiten wieder einspeist.

Um die nötigen Regeln zu setzen, muss man an unterschiedlichen Stellen in der App schrauben: Die Priorisierung des Mikrowechselrichters lässt sich in dessen Einstellungs Menü zeitgesteuert automatisieren, ebenso das Ladeverhalten des Akkus im Menü des Delta 2 Max. Was fehlt, ist die Brücke zu den Börsenpreisen eines dynamischen Stromtarifes. Die Steuerungsmöglichkeiten über externe Dienste sind arg begrenzt: Google Home oder IFTTT werden nicht unterstützt, über Alexa ließ sich unser System im Test nicht einbinden. Auf Anfrage erhält man vom Support zumindest einen API-/Secret-Key für den Zugriff auf die Cloud Daten. Darauf

aufbauende Bastelprojekte finden sich schnell über Google, etwa für die MQTT-Unterstützung oder die Einbindung in Home Assistant.

Fazit

Kann man mit dem Mini-Solarspeicherkraftwerk etwas sparen? Die Formel für eine seriöse Antwort hat zu viele Unbekannte. Wer eine hohe Grundlast hat, kann am ehesten auf Einsparungseffekte hoffen, da sich der mittägliche „Solarberg“ über den Tag gewinnbringend einsetzen lässt. Die smarten Zwischenstecker sorgen dabei für deutlich mehr Präzision, als wenn man fix einspeisen würde.

Die Darstellung in der App gefällt, die Software scheint im Fluss und das Speichersystem ist sogar noch erweiterbar. Lediglich die Anbindung an externe Smart-Home-Schnittstellen ist mau. Mit bis zu zwei Zusatzakkus von EcoFlow lässt sich die Kapazität auf maximal 6,3 kWh erweitern – bei sinkenden Batteriepreisen eine spannende Option. Wer Freude daran hat, die ein oder andere Kilowattstunde selbst erzeugten Solarstrom auch des Nachts zu genießen und die Investition in eine Großanlage scheut, kommt auf seine Kosten. (sha@ct.de) **ct**

EcoFlow Delta 2 Max

Solar-Generator	
Maße (B × T × H)	49,7 × 24,2 × 30,5 cm
Gewicht	23 kg
Eingänge (max. Leistung)	230 V AC (2400 W), DC (500 W, 11 bis 60 V), Auto (96/192 W 12 oder 24 V)
Ausgänge (max. Leistung)	4 230 V AC (zus. 4800 W mit Boost 3100 W), 2 DC (38 W), 2 × USB-C (100 W), 4 × USB-A (12/18 W), Auto (126 W)
Netzteil	intern, 2300 W
Kommunikation	Wi-Fi 4 (2,4 GHz), Bluetooth
Messergebnisse	
Ladedauer	1:20 h
geladene / abgegebene Energiemenge	2,3 kWh / 2 kWh
Effizienz	86 %
Lautheit bei Dauerlast (250 W)	1,7 sone
Preis	2000 €

EcoFlow Powerstream

Mikrowechselrichter	
Maße (B × T × H)	24,2 × 16,9 × 3,3 cm
Gewicht	3 kg
PV-Eingangleistung	2 × 400 W
AC-Ausgang	600 W (Upgrade auf 800 W möglich)
Schutzart	IP 67
Kommunikation	Wi-Fi 4 (2,4 GHz), Bluetooth
Preis	280 €



Immobilisiert

Mini-PC aus Notebook-Innereien bauen

Die Hauptplatine eines Framework-Laptops lässt sich in einem passenden Gehäuse von Cooler Master als Mini-PC weiterverwenden. Wir haben ausprobiert, wie gut der Zusammenbau funktioniert und wie der ressourcensparende Rechner gegen NUC & Co. abschneidet.

Von Christian Hirsch

Die Framework-Laptops lassen sich wegen ihres modularen Aufbaus vergleichsweise leicht aufrüsten, reparieren und mit wechselbaren Anschlüssen an die Bedürfnisse des Nutzers anpassen. Der Hersteller bietet im eigenen Onlineshop deshalb auch die Mainboards separat an. Diese lassen sich nicht nur in einem Notebook betreiben, sondern in einem Gehäuse auch als Mini-PC.

Für das Gehäuse stellt Framework eine Vorlage für 3D-Drucker bereit. Etwas schicker ist das seit diesem Jahr von Cooler Master gefertigte Gehäuse mit dem einleuchtenden Namen „Mainboard Case“ für rund 50 Euro. In dieses haben

wir die Technik des aktuellen Framework Laptop 13 (2023) mit Core-i7-Prozessor eingebaut [1].

Hardwareauswahl

Im Unterschied zu gängigen Mini-PC-Barebones wie Intel NUC (jetzt von Asus), Gigabyte Brix oder Zotac ZBox, bei denen man lediglich RAM und SSD stecken muss, ist die Montage beim Framework-Konzept aufwendiger. Das fängt bereits bei der Beschaffung der Komponenten an. Diese gibt es ausschließlich im Onlineshop von Framework zu kaufen. Wegen des modularen Aufbaus müssen Sie sich vorher überlegen, welche Anschlüsse Sie bei ihrem PC benötigen und diese dann einzeln mitbestellen.

Denn das Mainboard des von uns verwendeten Notebooks stellt ausschließlich viermal Thunderbolt 4 bereit. Die Typ-C-Anschlüsse sitzen sowohl im Laptop als auch beim Mini-PC-Gehäuse auf der Unterseite in Nischen, in die verschiedene auswechselbare Schnittstellenmodule für USB-C, USB-A, DisplayPort, Ethernet, HDMI, Audio, Kartenleser und zusätzlicher Flashspeicher passen.

Für unseren Mini-PC haben wir zwei USB-C-Module geordert, um Monitor und Netzteil anzuschließen. Wer einen Monitor hat, der per Power Delivery 60 Watt

liefert, kann sich das Netzteil auch sparen. Um Tastatur und Maus über einen Hub anzubinden, fiel unsere weitere Wahl auf einen USB-A-Port. Fürs Netzwerk besorgen wir uns die Ethernet-Erweiterungskarte mit 2,5 GBit/s.

Um auch in Drahtlosumgebungen ins Internet zu kommen, bestellten wir das M.2-Kärtchen AX210 von Intel. Für die interne Antenne bietet Framework ein passendes Kit an, das mit Klebestreifen an der Innenseite des Gehäuses hält. Schließlich stand noch das Audioboard mit 3,5-mm-Klinke für Headsets auf unserer 230 Euro teuren Einkaufsliste.

Zusammenbau

Für den Zusammenbau gibt es auf der Webseite von Framework eine ausführliche Anleitung. Er erfordert mehr Geschick als ein klassischer PC, denn wegen der Notebooktechnik gilt es, filigrane Teile zusammenzusetzen. Das Cooler-Master-Gehäuse besteht aus zwei Plastikhälften. Zunächst müssen Sie den oberen, transparenten Deckel abnehmen und dafür acht Torx-T5-Schrauben lösen. Anschließend kommt das WLAN-Antennenmodul an die Oberkante. Danach kleben Sie die beiden Antennenklebestreifen auf der Gehäuseinnenseite fest.

Die beiden Ministecker der Antennenkabel müssen Sie nun mit viel Gefühl, aber ausreichend großem Druck am WLAN-Modul anstecken. Nun kommt das mit M.2-SSD und zwei DDR4-SODIMMs bestückte Mainboard an die Reihe, das einfach nur in die Gehäuseschale gelegt wird. Das verkabelte WLAN-Modul findet in der unteren rechten Ecke Unterschlupf. Ein mitgelieferter Metallwinkel arretiert es. Nun fehlt noch das Audioboard. Hier wird es sehr frickelig, denn es gilt, bei der win-

Teileliste Framework Mini-PC

Komponenten	Preis
Cooler Master Mainboard Case	45 €
WLAN-Modul Wi-Fi 6E AX210	30 €
Antennenmodul	15 €
Audioboard Kit	15 €
Ethernet Expansion Card	45 €
USB-A Expansion Card	10 €
2 x USB-C Expansion Card	20 €
USB-C-Netzteil 60 Watt	49 €
Mainboard mit Core i7-1370P	1189 €
SSD	179 €
RAM	140 €
Summe	1737 €

Als Alternative zum Cooler Master Mainboard Case kann man sich auch selbst ein Gehäuse für das Framework-Mainboard ausdrucken.



zigen Buchse auf dem Board die Verriegelung zu lösen und dann das Flachbandkabel hineinzufummeln. Ist das geschafft, können Sie das Gehäuse wieder zuschrauben. Zum Schluss hakt man noch den Gummistandfuß auf der Rückseite ein.

Praxistest

Weil das Cooler-Master-Gehäuse transparent ist, erkennt man die Status-LEDs und sieht beispielsweise, über welchen USB-C-Port der Rechner seine Energie bezieht. Nach dem ersten Einschalten bemerkt das Mainboard von selbst, dass es nicht in einem Laptop steckt, denn es fehlen Akku und internes Display. Deshalb bietet es beim Bootvorgang an, in den sogenannten „Standalone mode“ zu wechseln.

Wir haben für den Test das Mainboard aus dem Framework Laptop 13 (2023) mit dem 14-Kerner Core i7-1370P, einer NVMe-SSD mit 1 TByte Kapazität und 32 GByte DDR4-RAM verwendet. Fürs Booten bis zum Windows-Desktop benötigte das System 18 Sekunden, geringfügig mehr als der aktuelle NUC13ANKi7 mit Core i7-1360P [2]. Im Leerlauf ist der kleine 5-Zentimeter-Lüfter akustisch nicht wahrnehmbar.

Framework hat allerdings das BIOS unverändert so konfiguriert, dass die CPU dauerhaft ein Power-Limit von 28 Watt einhalten muss. Ein Turbolenster gibt es jedoch nicht, obwohl Intel dafür bis zu 64 Watt erlaubt. Die Rechenleistung reicht für Office-Aufgaben und Bildbearbeitung locker aus. Bei längeren anspruchsvollen Anwendungen wie Rendering oder dem Kompilieren großer Softwareprojekte stößt die CPU mit sechs Performance- und acht Effizienz-kernen aber an ihre Grenzen. Denn sie taktet bei Volllast wegen des im Vergleich zu Desktop-Prozessoren geringen Power-Budgets von 28 Watt nur mit rund 1,9 GHz.

Viel störender ist der Geräuschpegel bei Dauerlast. Der kleine Lüfter erzeugt

dabei ein hochfrequentes, nervig lautes Pfeifen (3,9 sone). Der NUC13ANKi7 bleibt mit 1,7 sone deutlich leiser. Zudem rechnet er im Cinebench R23 fast 50 Prozent schneller (12867 zu 8723 Punkte) als der auf dem Papier schnellere Core i7-1370P des Framework-PC, weil letzterer kein Turbolenster hat.

Bei ruhendem Windows-11-Desktop schluckt der selbstgebaute Rechner rund 9 Watt. Viele andere Mini-PCs wie der Apple Mac Mini, HP Pro Mini 260 G9, Intel NUC13 und Lenovo ThinkCentre M75q Gen 2 Tiny kommen mit 5 bis 6 Watt aus [3]. Im Soft-Off leistet sich Framework einen kleinen Patzer. Dort benötigt der Rechner 0,7 Watt, obwohl nach europäischer Energiesparrichtlinie lediglich 0,5 Watt erlaubt sind. Es fehlte eine EuP-Option im BIOS-Setup, um Aufwachfunktionen abzuschalten.

Das BIOS-Setup ist im Vergleich zu anderen Rechnern spartanisch gehalten und bietet kaum Einstellmöglichkeiten, beispielsweise um UEFI Secure Boot abzuschalten oder die Lüfterkurve zu verändern. Bei den Schnittstellen gibt es keinen Anlass zur Kritik: USB und Ethernet erreichen die zu erwartenden Geschwindigkeiten. Das WLAN mit Wi-Fi-6E-Standard arbeitet auf kurze Entfernungen im 5- und 6-GHz-Band sehr schnell. Bei unserer 20-Meter-Teststrecke sinkt der Durchsatz auf 150 bis 160 Mbit/s. Gute Systeme kommen auf 300 bis 500 Mbit/s.

Fazit

Das Mainboard Case von Cooler Master für die Hauptplatinen von Framework-Laptops ist eine interessante Idee für eine Zweitverwertung von Hardwarekomponenten. Damit lässt sich ein Mini-PC zusammenbauen, der jedoch einige Nachteile hat: Sehr hohe Lautheit unter Volllast und zu hohe Leistungsaufnahme im Leerlauf.

Als Neubau ist der Mini-PC allerdings viel zu teuer. Allein für ein Board mit aktueller Prozessortechnik muss man mindestens 500 Euro ausgeben, da ist ein Mini-PC-Barebone von etablierten Herstellern die sinnvollere Wahl. Wer jedoch einen Framework Laptop aufrüsten will, hat nun eine nachhaltige Option, das vorhandene Board als Mini-PC weiterzuverwenden. (chh@ct.de)

Literatur

- [1] Florian Müssig, Nachhaltiger Feinschliff, Framework Laptop 13 (2023) mit Intel CPU-Topmodell Core i7-1370P, c't 14/2023, S. 74
- [2] Christof Windeck, Leicht erfrischt, Mini-PC Intel NUC13AN mit Mobilprozessor Core i7-1360P, c't 11/2023, S. 86
- [3] Benjamin Kraft, Arbeitsponys, Sechs kleine Rechner von gebraucht bis nobel, c't 10/2023, S. 106

Framework Mini-PC

Hardware-Ausstattung	
CPU / Kerne / Takt (Turbo)	Intel Core i7-1370P / 6P+8E / bis zu 5,2 GHz
Lüfter (Regelung)	5 cm (✓)
RAM (Typ / Max) / -Slots (frei)	32 GByte (DDR4-3200 / 64 GByte) / 2 (0)
Grafik (-speicher)	Intel Iris Xe (vom Hauptspeicher)
Erweiterungs-Slots (nutzbar)	1 × M.2-2280 (PCIe 4.0 x4) (0), 1 × M.2-2230 (PCIe/USB) (0)
SSD (Typ, Kapazität)	WD SN740 (M.2-2280, PCIe 4.0 x4, 1 TByte)
Sound-Chip (Chip)	HD-Audio (IDT 92HD95)
Netzwerk-Interface (Chip, Anbindung) / TPM 2.0	2,5 Gbit/s (Realtek RTL8156, PCIe) / ✓
WLAN-Interface (Chip, Anbindung)	Wi-Fi 6E (Intel AX210, PCIe)
Abmessungen (B × H × T)	29,7 cm × 13,4 cm × 1,6 cm
Netzteil (Leistung)	Framework USB-C, extern (60 Watt)
Elektrische Leistungsaufnahme, Datentransfer-Messungen und Geräuschentwicklung	
Soft-Off / Energie Sparen / Leerlauf / Volllast	0,7 W / 1,7 W / 9,0 W / 48 W
SSD: Lesen (Schreiben)	5,2 (4,9) GByte/s
USB 3.2 Gen 2 (10 Gbit/s) Typ-A / USB 3.2 Gen 2 (10 Gbit/s) Typ-C: Lesen (Schreiben)	1091 (1045) / 1067 (1054) MByte/s
LAN: Empfangen (Senden)	298 (298) MByte/s
WLAN 5 GHz / 6 GHz: nah (20 m)	1428 (151) / 1478 (164) Mbit/s
Geräuschentwicklung: Leerlauf / Volllast (Note)	< 0,1 sone (⊕⊕) / 3,9 sone (⊖⊖)
Bootdauer bis Login	18 s
Systemleistung	
Cinebench 2024: 1T / MT	100 / 499
3DMark: Fire Strike	4159
Systemleistung: Office / Rendering / Spiele	⊕⊕ / ○ / ⊖⊖
Audio: Wiedergabe / Aufnahme	⊕ / ⊖
Preis (ohne / mit Mainboard, RAM, SSD)	229 € / 1737 €
✓ funktioniert — funktioniert nicht n. v. nicht vorhanden ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht	



Qubischer Bastelspaß

Cooler Master liefert den Midi-Tower Qube 500 nicht nur aus ökologischen Gründen in Einzelteilen aus. Bastler können ihn dadurch auch leichter anpassen, sogar mit Teilen aus dem 3D-Drucker.

Das PC-Gehäuse Qube 500 bietet trotz moderater Höhe durch seine große Breite viel Platz für Hardware-Komponenten. Es nimmt Mainboards im ATX-Format mit 27,5 Zentimetern Tiefe auf. Das Netzteil sitzt aufrecht hinter der Front. Verwendet man statt eines im ATX- ein kleineres im SFX-Format, passen auch 29,5 Zentimeter tiefe E-ATX-Boards. Für Gamer wichtig: High-End-Grafikkarten mit 35 Zentimeter Länge lassen sich problemlos einbauen.

Mit 23,3 Zentimetern ist das Qube 500 rund drei Zentimeter breiter als gängige Midi-Tower. Den zusätzlichen Platz nutzt Cooler Master für einen größeren Abstand zwischen Mainboard-Träger und rechter Außenwand, um dort beispielsweise unsichtbar eine 3,5-Zoll-Festplatte unterzubringen.

Sämtliche Außenwände bestehen aus Stahl, sind dank großer Löcher luftdurchlässig und mit abnehmbaren Filtermatten ausgerüstet. Das verhindert Hitzestaus im Inneren. Bei der von uns getesteten schwarzen Gehäusevariante liefert der Hersteller einen 12-Zentimeter-Lüfter im Heck mit. Bei voller Drehzahl von 1800 U/min hört man den Ventilator mit 1,7 sone Lautheit kräftig rauschen. Dank 4-Pin-Anschluss lässt er sich aber gut per PWM-

Steuerung von Mainboards regeln. Mit 20 Prozent Tastverhältnis fällt die Drehzahl auf 700 U/min und der Lüfter ist auch in leisen Umgebungen nicht mehr wahrnehmbar.

Das große Plus des Cooler Master Qube 500 ist aber seine Flexibilität. Das fällt schon beim Auspacken auf. Der Hersteller liefert das Gehäuse in Einzelteilen aus, die im Karton gestapelt sind. Die Reihenfolge entspricht dabei dem Zusammenbau. Dadurch beansprucht die Verpackung nach Herstellerangaben um 45 Prozent weniger Volumen.

Für die Montage des Qube 500 sollte man rund eine Stunde einplanen. Die PC-Komponenten installiert man dabei aber gleich mit, was wesentlich komfortabler ist als der nachträgliche Einbau. Zudem gibt es für sämtliche Bauteile eine einheitliche Schraubensorte.

Sämtliche Umbauvarianten aufzuzählen, würde den Rahmen dieses Artikels sprengen. So lässt sich das Qube 500 beispielsweise alternativ als offener Benchtable nutzen oder man schraubt den Haltebügel ab und steckt die Füße am Dach oder der Seitenwand an, um es um 180 oder 90 Grad gedreht aufzustellen. Per 3D-Druck kann man sich zudem eigene Erweiterungen erstellen. Passende Dateien im STL- und STEP-Format für Kopfhörer-, Tassen- und Action-Cam-Halterungen bietet Cooler Master ebenso zum Download an wie einen Design-Guide, um eigenes Zubehör zu konstruieren.

Cooler Master gelingt mit dem Qube 500 ein guter Kompromiss aus Standard-Midi-Tower und Do-it-Yourself-Gehäuse. Wer Spaß am Schrauben mitbringt, bekommt für 90 Euro ein flexibles und stabiles PC-Gehäuse. Der derzeit ausverkauften Macaron-Edition für 105 Euro liegen Seitenteile in den Farben Minze, Rosa und Creme sowie zusätzliches Zubehör bei.

(chh@ct.de)

Download 3D-Druckvorlagen: ct.de/yb59

Cooler Master Qube 500

Midi-Tower-Gehäuse	
Hersteller, URL	Cooler Master, coolermaster.com/de
Abmessungen (H × B × T)	41,5 cm × 41,0 cm × 23,3 cm
Frontanschlüsse	2 × USB-A 3.2, 1 × USB-C 3.2, 1 × 3,5-mm-Audio
Laufwerksschächte	4 × 3,5", 3 × 2,5"
Lüfter	1 × 12 cm (4-Pin, PWM)
Preis	90 €



Schnuckel-SSD mit Nachbrenner

Samsung hat seiner kreditkartengroßen USB-SSD eine neue Schnittstelle spendiert. Dank USB 3.2 Gen 2x2 erreicht die Portable SSD T9 damit 2 GByte/s.

Die Portable SSD T9 unterscheidet sich von der nunmehr über drei Jahre alten Vorgängerin T7 vor allem durch die doppelt so schnelle Schnittstelle mit 20 Gbit/s aka USB 3.2 Gen 2x2. Samsung nutzt in der T9 den ASMedia-Chip ASM2364, der PCIe-3.0-SSDs mit vier Lanes anbindet; daran hängt wahrscheinlich erneut die DRAM-lose Samsung-SSD 980.

Im Test mit großen Dateien konnten wir der T9 2016 MByte/s entlocken, beim Schreiben war sie mit 1856 MByte/s etwas langsamer. Die Geschwindigkeit an älteren Anschlüssen lag im erwarteten Bereich, die Leistungsaufnahme bei bis zu 5,6 Watt.

Der Gummiüberzug der SSD schützt bei Stürzen aus einer Höhe von bis zu drei Metern, dichtet die SSD jedoch nicht gegen das Eindringen von Wasser ab und zieht Dreck und Staub an. Im Wurzelverzeichnis der SSD liegt Verschlüsselungssoftware für macOS und Windows, eine Android-App steht im Play Store bereit. Samsungs SSD-Verwaltungssoftware Magician funktioniert nun auch unter macOS.

Vor dem Kauf der T9 sollte man prüfen, ob der eigene PC die USB-Geschwindigkeitsstufe 2x2 überhaupt unterstützt, denn das ist gar nicht so häufig der Fall. Wenn nicht, raten wir eher zum Kauf der älteren SSD T7, die deutlich günstiger ist.

(ll@ct.de)

Samsung Portable SSD T9

Externe SSD mit USB 3.2 Gen 2x2	
Hersteller, URL	Samsung, samsung.de
Bezeichnung	MU-PG1T0B
Anschluss	USB-C, 20 Gbit/s
Preis	127 € (1 TByte, getestet), 213 € (2 TByte), 396 € (4 TByte)



Satellitenfunk per Bluetooth

Mit dem Motorola Defy Satellite Link kommt der Satellitenfunk für SMS-Nachrichten und Notfallmeldungen auf Android-Smartphones und iPhones. Im Kaufpreis ist die Nutzung für ein Jahr enthalten.

Das flache Kästchen verschafft Smartphones per Bluetooth-Kopplung eine neue Funkoption, nämlich zu Satelliten im L- und S-Band. Es kostet 179 Euro und ist nach IP68 und MIL-STD 810H gegen die Elemente geschützt. An den Seiten findet man drei Knöpfe für Notruf, Standort versenden und Ein-/Ausschalten; der USB-C-Ladeanschluss liegt hinter einer Klappe. Hergestellt wird es von der Bullitt Group, die für Outdoor-Smartphones bekannt ist, die unter den Markennamen Motorola und Cat verkauft werden.

Die Kopplung und Einrichtung ist umständlich. Mehrfach wird man aus der Messaging-App von Bullitt auf die Webseite umgeleitet, wir mussten uns dreimal neu einloggen. Die Option zum Koppeln des Geräts mit dem eigenen Account anhand seiner Seriennummer versteckt sich in der Rubrik „Meine Pläne“.

In dem handtellergroßen Kästchen steckt das gleiche Satellitenmodem, das auch im Smartphone Cat S75 (Test in c't 15/2023, S. 94) seinen Dienst tut. Der Empfang jedoch scheint mit dem Defy Satellite Link sogar ein bisschen besser zu sein, vor allem unter Bäumen hält das kleine Kästchen länger die Verbindung zum Satelliten aufrecht als das Smartphone. Hat man jedoch keinen Empfang und geht auf Satellitensuche, fehlen die Richtungsangaben in der App, die man mit dem eingebauten Modem erhält. Einzig eine Grad-

und Himmelsrichtungsangabe in Textform, zum Beispiel „Satellitenrichtung: 184,2° (Süden)“, weist darauf hin, wo sich der gesuchte Satellit verbirgt. Das hilft zumindest ein bisschen weiter, solange man zumindest eine grobe Orientierung hat.

Auf freiem Feld und dem Gipfel eines Hügels hatten wir im Test nie Probleme, ein Signal zu erwischen. Selbst dichte Wolken konnten das Defy Satellite Link nicht aufhalten. Versand und Empfang von Nachrichten dauerten im Test meist rund 30 Sekunden, selten auch eine Minute. Die eigene Position, die man sowohl beim Einchecken als auch für SOS-Notrufe versenden kann, bestimmte das Gerät im Test zuverlässig auf ein, zwei Meter genau.

Im Kaufpreis inbegriffen ist ein Jahr lang das Tarifpaket „Freiheit“ mit einem Datenkontingent, das für rund 250 Nachrichten reichen soll. Abgerechnet wird nach Datenvolumen, kurze Nachrichten sparen hier. Danach kostet es knapp 60 Euro im Jahr. Das günstigste, monatlich abgerechnete Paket ist für 5 Euro zu haben.

Insgesamt: Nach der unnötig komplizierten Einrichtung funkt das USB-Dongle sogar zuverlässiger als das Bullitt-Smartphone mit eingebautem Satellitenmodem. Der Preis erscheint gerechtfertigt, wenn man regelmäßig in Funklöchern kommunizieren muss. (sht@ct.de)

Motorola Defy Satellite Link

Bluetooth-Satellitenmodem

Hersteller, URL	Bullitt, motorolarugged.com
Maße (H × B × T) / Gewicht / Schutzart	85 × 62 × 11,2 mm / 70 g / IP68, MIL-STD 810H
Konnektivität	Bluetooth LE 5.1, GPS
Systemanf.	Android 10, iOS 14.0
Preis	179 €

ct KI VERSTEHEN UND NUTZEN WEBINAR



21.11.23

Fantastische Bildwelten mit KI

Das zweistündige Webinar bietet praktische Einblicke in die Nutzung des KI-Bildgenerators Midjourney und gibt Tipps zum richtigen Formulieren von Prompts.



4.12.23

ChatGPT und KI-Textwerkzeuge in der Praxis

Das Webinar hilft, die ChatGPT-Technik zu verstehen und ihren Einfluss auf Ihre Arbeit, Ihre Branche und Ihr Unternehmen einzuschätzen.



5.12.23

ChatGPT, Midjourney & Co.

Rechtliche Aspekte beim Einsatz von KI-Generatoren im beruflichen Umfeld

Wir erklären die bestehende Rechtslage und ihre Auswirkungen auf den beruflichen Alltag.



Vorderlader

Tintentank-Bürodrucker mit frontalem Vorlageneinzug

Canons Maxify GX6550 druckt aus Tintentanks sehr günstig und passt dank kompakter Abmessungen und von vorn zugänglichem Dokumenteneinzug auch ins Regal. Doch das geht auf Kosten der Flexibilität.

Von Rudolf Opitz

Für Büroaufgaben optimierte Multifunktionsdrucker übernehmen viele Jobs rund ums Kopieren, Archivieren und natürlich Drucken. Doch brauchen sie reichlich Freiraum, um die Scannerklappe zu öffnen oder den seitlichen Vorlageneinzug zu bestücken. Canon hat seine Tintendruckerreihe Maxify um das Modell GX6550 erweitert, das nur 40 Zentimeter breit ist und in ein Regal mit ausreichender Tiefe passt – ideal für kleine Büroarbeitsplätze und das Homeoffice. Da alle wichtigen Elemente wie Papierkassette, Ablagen, Bedienung

und sogar der Vorlageneinzug des Scanners von vorn zugänglich sind, kann das Gerät so auch im Regal arbeiten.

Der GX6550 gehört zu Canons Mega-Tank-Modellen mit großen, günstig aus der Flasche nachfüllbaren Tintentanks. Zum Befüllen der Tanks muss man den GX6550 aufklappen, doch das Auftanken klappt wegen verwechslungssicher kodierter Einfüllstutzen und selbsttätig in die Tanks laufender Tinte einfach und sauber. Canon liefert über einen halben Liter Tinte für mindestens 6000 schwarze Textseiten oder 14.000 Farbseiten mit. Große Fenster an der Front gewähren stets einen Blick auf die Tintenstände.

Wie bei Tintentankdruckern üblich ist auch der Maxify GX6550 mindestens doppelt so teuer wie vergleichbare Patronenmodelle. Auf der Habenseite steht aber die mitgelieferte Tinte, beiliegende Starterpatronen schaffen im Idealfall 1000 Seiten. Rechnet man die Kosten von vier Sätzen XL-Patronen hinzu, ist der Mega-Tank-Drucker plötzlich ein Schnäppchen.

Muss Tinte nachgekauft werden, kostet sie pro Farbseite nach der Norm ISO/

IEC 24711/12 0,79 Cent. Selbst mit vergünstigtem XL-Kombipack kamen wir bei Maxify-Patronen-Druckern auf 6,6 Cent pro ISO-Farbseite. Für die Reinigung verbrauchte Tinte landet in einem leicht wechselbaren Auffangbehälter, ein Ersatz kostet 20 Euro.

Auch bei der Tintenqualität gibt es nichts zu meckern. Die pigmentierten GI-56-Tinten decken gut und erwiesen sich im Test als sehr lichtbeständig: Erst nach 200 Stunden im Tageslichtsimulator – das entspricht zwei Jahren im Sonnenlicht – beobachteten wir auf Fotopapier ein leichtes Nachlassen der Rottöne. Wichtiger ist im Büro die Wischfestigkeit. 30 Sekunden nach Druck konnten wir Text schlierenfrei mit dem Textmarker bearbeiten.

Kompromisse

Zur Ausstattung des Maxify GX6550 gehören eine vordere 250-Blatt-Kassette und ein ausklappbares Multifunktionsfach auf der Hinterseite. Wer den Drucker im Regal betreiben will, kommt nicht an das hintere Fach heran. Ein weiterer Kompromiss zeigt sich beim Hochklappen des Vorlageneinzugs: Der Flachbettscanner darunter ist längs und nicht wie üblich quer eingebaut, die Glasfläche eignet sich nur für Vorlagen bis DIN-A5. A4-Vorlagen scannt das Gerät nur als Einzelblätter über den Einzug, das aber immerhin beidseitig mithilfe einer zweiten Scanzeile. Der Flachbettscanner taugt somit nur für kleinformatige Fotos und Buchseiten, A4-Prospekte und Magazine lassen sich ohne Zerschneiden nicht scannen.

Bedient wird der GX6550 über ein kleines kippbares Bedienpanel mit Touchscreen und sechs Tasten. Das Panel hat nur drei Rastungen; drückt man zu fest auf das Display, schnappt es in die Vertikale – nervig. Der gut lesbare Touchscreen lässt sich auch mit beliebigen Stiften bedienen, was bei kleinen Schaltflächen die Trefferquote erhöht. Sonst gibt es an der Frontseite einen USB-Host-Port für einen Speicherstick, von dem sich Fotos drucken lassen und der als Scanziel auswählbar ist. Der Maxify druckt vom Stick auch PDFs, aber nur solche, die er dort selbst gespeichert hat. Hinten schließt man ein Ethernetkabel oder die USB-Verbindung zum PC an. Fax- und Telefonanschluss ist nicht vorhanden, der GX6550 ist ein 3-in-1-Multifunktionsgerät.

Die Auswahl der Grundfunktionen des GX6550 klappt über den Touchscreen intuitiv, hakelig wird es erst bei den Ein-

stellungen und den Untermenüs. Im lokalen Netz kann man das Web-Frontend benutzen, um die Geräte- und einige Netzfunktionen zu konfigurieren. Doch gibt es nur ein Statusbild, bis über den Touchscreen des Maxify ein Passwort gesetzt oder die Option „kein Passwort“ bestätigt wurde. Die Entwickler der Einstellungs-menüs lieben auch im Frontend Abkürzungen: Bei Einträgen wie „Zahl der f. and. Funkt. v. Bl.“ bleibt man oft ratlos.

Der Drucker kennt die Qualitäten „Sparsam“, „Standard“ und „Hoch“. In letzterer druckt der GX6550 wie alle Tintengeräte sehr langsam. Für Text kann man sich „Hoch“ sparen, im schnellen Standardmodus ist die Schriftqualität mindestens ebenso gut. Sparsam liefert sehr gute Lesbarkeit und eine deutlich höhere Seitenausbeute pro Tankfüllung: Canon gibt für Schwarz 9000 und für Farbe satte 21.000 Seiten an. Für Alltagsdrucke reicht Sparsam völlig. Grafik sah im Test bis auf körnige Graufächen gut aus, Umschläge beschriftete der Maxify sauber und ohne Verknittern. Fotos bringt der GX6550 wie alle Maxify nicht randlos zu Papier. Auf Fotopapier gefielen unsere Testbilder mit stimmigen Farben und vielen Details, nur körnige Hintergründe störten. Auf Normalpapier waren sie streifig und zu dunkel.

Als Kopierer arbeitete der GX6550 flott. Wegen des Duplexscanners liefert er automatisch beidseitige Kopien. Texte kopierte er bis auf einige Satellitentropfchen um die Buchstaben in guter Qualität, auf unserer Testgrafik fielen viele bunte Tropfchen neben den Linien und ein zu helles Blau auf. Fotos vom Einzugs Scanner waren zu dunkel und detailarm, Fotoscans vom Flachbett gefielen abgesehen von einem Rotstich besser. Für schwierige Kontraste gibt es in den Kopieroptionen eine Dichteautomatik, doch funktioniert die nur für den Flachbettscanner. Sie haben eine A4-Vorlage? Pech gehabt.

Auch auf Scans fielen der Rotstich auf Fotos und das zu helle Blau auf der Grafikvorlage auf. Sonst gefielen die Ergebnisse. Nur die Texterkennung taugt nichts: Sie machte schon bei normalem Fließtext mehrere Fehler und erkannte weder Initiale noch zu große oder kleine Schriften. Wer vom Gerät aus auf ein NAS oder einen Freigabeordner scannen will, muss zunächst die Software „Quick Utility Toolbox“ von der Canon-Serviseite laden und installieren (ct.de/yxwj). Am GX6550 oder über das Web-Frontend lässt sich eine SMB-Freigabe nicht als Scanziel einrichten.

Fazit

Wer im Büro nicht viel Platz hat, für den ist der Canon Maxify GX6550 ein guter Tipp, da die meisten seiner Funktionen auch nutzbar sind, wenn das Gerät in einem Regal steht. Braucht man aber einen DIN-A4-Flachbettscanner, greift man besser zum breiteren Maxify GX6050

oder gleich zum GX7050, der auch einen Vorlageneinzug mit zweiter Scanzeile hat – nur eben von der Seite beladbar.

(rop@ct.de) **ct**

Quick Utility Toolbox und andere Anwendungen für den Maxify GX6550:
ct.de/yxwj

Maxify GX6550

Büro-Multifunktionsdrucker mit Tintentanks und frontalem Vorlageneinzug	
Hersteller	Canon, canon.de
Druckverfahren, Tinten	Bubblejet, 4 Pigmenttinten
Auflösung (Fotodruck) ¹	1200 dpi × 600 dpi
Papiergewichte ¹	64 g/m² ... 265 g/m²
Papierzufuhr / erweiterbar / Ablage ¹	Kassette 250 Blatt, MF-Einzug hinten (100 Blatt) / – / 75 Blatt
Druck: Duplex / randlos	✓ / –
Drucken von USB-Stick	✓ (JPEG, TIFF), PDF nur vom Gerät selbst erstellt
monatl. Druckvolumen (empf./max.) ¹	k. A. / 45.000 S.
Scannen und Kopieren	
Scannertyp / Farbtiefe Farbe, Graustufen ¹	Dual-CIS / 24 Bit, 8 Bit
Auflösung physikalisch ¹	1200 dpi × 1200 dpi
Vorlageneinzug / Duplex	35 Blatt / ✓
zweite Scanzeile	✓ (DADF)
Twain / WIA / OCR-Software	✓ / ✓ / ✓
Kopieren: Skalierung	25 % ... 400 %
Netzwerk- / Cloud-Funktionen	
Scan to E-Mail / FTP / SMB-Freigabe	✓ / – / ✓
Scan to USB-Stick / Cloudspeicher	✓ / ✓
Druck-App / NFC / WiFi Direct	Canon Print (Android, iOS) / – / ✓
AirPrint / Android Print / Mopria	✓ / ✓ Canon Print Service / ✓
Clouddienst des Herstellers	IJ Cloud Printing Center
Sonstiges	
Schnittstellen	USB 2.0, Ethernet, WLAN (IEEE802.11ac, 2,4 und 5 GHz), WiFi Direct
Betriebsabmessungen (B × T × H) / Gewicht	40 cm × 65 cm × 33 cm / 11,5 kg
Display	6,7-cm-Touchscreen (resistiv)
Treiber für Windows	ab Windows 7 SP1, ab Server 2008 R2 SP1
Treiber für Mac / Sonstige	macOS ab 10.15 / Linux 64 Bit, Chrome OS
Software	Scan Utility, IJ Printer Assistant (weitere Software auf der Canon-Service-Website)
Sicherheit	WPA 3, HTTPS, IPPs
Tinten	
mitgeliefert	ein Satz GI-56-Tinten (eine Tankfüllung)
Schwarz (Reichweite ¹)	GI-56 BK (6000 S.)
Farbe (Reichweite ¹)	GI-56 C,M,Y (je 14.000 S.)
Tintenkosten pro ISO-Seite	0,79 Cent, Schwarzanteil 0,25 Cent
sonst. Verbrauchsmaterial	Tintenauffangbehälter MC-G01 (20 €)
Messergebnisse und Bewertung	
Druckleistung [Seiten/Min.]	Sparsam: 20,3; Standard: 20,3; Leise: 4,3; Hoch: 3,7
Druckzeiten [Min:Sek]	Grafik A4: 0:33; 100 S. gem.: 15:16; Foto (A4 Hoch): 2:12
Kopierzeiten [Min:Sek]	20 SW-Kopien: 0:53; 20 Farbkopien: 1:06; 10 Duplex (20 Seiten): 2:44; Foto 10×15: 1:44
Scanzeiten [s]	Vorschau: 7 s; A4 300 dpi: 10 s; 600 dpi: 23 s; 10×15 600 dpi: 27 s
Leistungsaufnahme	Aus: < 0,1 W, Sleep: 1 W, Bereit: 4,5 W, Kopieren: 27 W (76 VA)
Geräusentwicklung	Druck: 10 sone, Leise-Druck: 3 sone, ADF-Scan: 6 sone, Leise-Scan: 4 sone
Bedienung / Netzwerk	○ / ⊕
Qualität: Druck Text / Grafik / Foto	⊕ / ⊕ / ⊕
Kopien Text / Grafik / Foto	⊕ / ○ / ○
Scans Grafik / Foto / Text (OCR)	⊕ / ○ / ⊖
Lichtbeständigkeit Normal- / Fotopapier	⊕⊕ / ⊕
Herstellergarantie	2 Jahre (3 Jahre im Canon-Shop)
Gerätepreis (Straße)	520 €

¹ Herstellerangabe

⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe

Hosentaschen- bücherei

E-Book-Reader Pocketbook Verse Pro

Der Verse Pro ist PocketBooks erster E-Reader im 6-Zoll-Format mit USB-C-Buchse. Er ist wertig verarbeitet und anders als die ähnlich handliche Konkurrenz mit Tasten zum Blättern ausgestattet.

Von Robin Brand

Der E-Book-Reader Verse Pro von PocketBook wiegt weniger als die meisten Smartphones und passt locker in größere Jeans- und Jackentaschen. Verse und Verse Pro lösen im PocketBook-Universum die Lux- und Touch-HD-Reader als Einstiegsgeräte ab. Die 6-Zoll-Reader sind die kleinsten und günstigsten Modelle des Schweizer Herstellers. Wir haben das Pro-Modell einem Test unterzogen. Es unterscheidet sich vom Verse ohne Pro vor allem durch seine höhere Auflösung (300 statt 212 dpi).

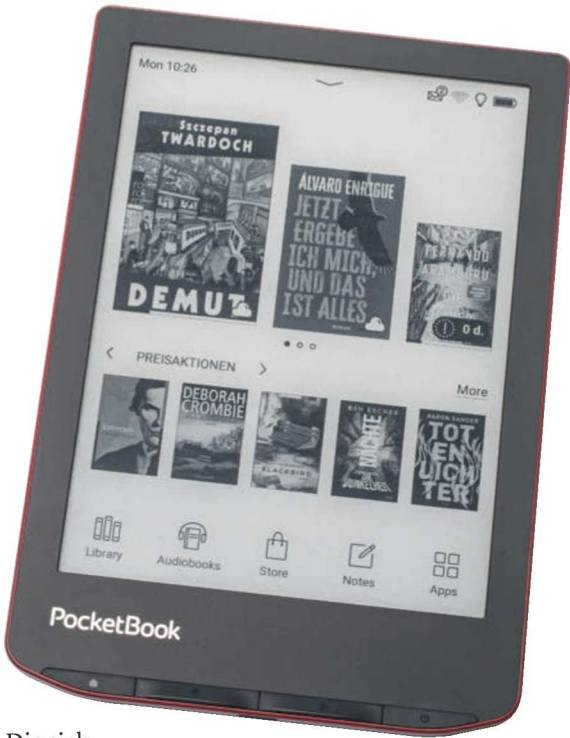
Gegenüber dem Touch HD 3 hat der Verse Pro etwas an Gewicht zugelegt, ist aber minimal kompakter. Im Vergleich zum leichteren Vorgänger, dessen Tasten schon nach kurzer Zeit zu knarzen anfangen, wirkt er wertiger verarbeitet. Das Gerät liegt mit geriffelter Kunststoffrückseite und leicht abgerundeten Gehäusekanten auch nach langem Lesen noch sicher in der Hand. Im Unterschied zu den 6-Zoll-Geräten von Amazon, Boox (c't 20/2023, S. 76) und Tolino verpasste Pocketbook den Verse-Readern vier dedizierte Tasten, alternativ kann man sich mit änderbaren Wisch- und Tippgesten auf dem Touchscreen durch Menüs und Bücher navigieren. Im unteren Gehäuse-
rand

hat Pocketbook eine USB-C-Buchse und eine Status-LED versenkt. Das Gehäuse ist gemäß IPX8 wasserdicht.

Der E-Ink-Carta-Bildschirm misst 9 × 12,2 Zentimeter. Die sich auf dieser Fläche tummelnden 1072 × 1448 Pixel stellen Schriften gestochen scharf dar. Beim 212-dpi-Display des Verse ohne Pro fransen kleine Zeichen hingegen an den Kanten etwas aus. Helligkeit und Farbtemperatur passt der Verse Pro händisch ans Umgebungslicht an. Mit aktivierter Beleuchtung und WLAN sind zwei Wochen täglicher Nutzung möglich. Wer nur im Hellen liest und auf die Beleuchtung verzichtet, schafft mehr.

Wie für den Hersteller üblich, frisst auch der Verse Pro allerlei verschiedene Formate. Dazu zählen ePubs (auch DRM-geschützte), PDFs, Word-Dateien und E-Books im AZW3-Format, aber nur kopierschutzfreie Varianten von Amazon. Wer möchte, kann sich die E-Books auch vorlesen lassen. Insgesamt drei deutsche Stimmen (zwei männliche, eine weibliche) lassen sich aufs Gerät laden. Sie klingen jedoch alle sehr hölzern-roboterhaft. Auch Hörbücher spielt der kleine E-Reader ab. Anders als der große Bruder Inkpad 4 (c't 17/2023, S. 94) besitzt der Verse Pro allerdings keinen Lautsprecher, sondern gibt Töne nur an per Bluetooth oder USB-C verbundene Kopfhörer aus. Im Test klappte nur ersteres problemlos, diverse USB-C-Kopfhörer erkannte der E-Reader nicht.

Die Hardwareausstattung des Verse Pro ist zweckmäßig. Der Dual-Core-Prozessor (2 × 1 GHz) wuselt flink durch die Menüs, auf dem 16 GByte Flashspeicher lassen sich Tausende Bücher speichern. Schwachpunkt bleibt der PocketBook-



Store mit nur rudimentären Infos über die Bücher – selbst der Seitenumfang fehlt in der Beschreibung – und abenteuerlich abseitigen Empfehlungen. Ein ursprünglich fürs dritte Quartal angekündigtes Update des Shops wurde aufs erste Quartal 2024 verschoben.

Fazit

Der Verse Pro ist für alle jene empfehlenswert, die ein handliches 6-Zoll-Gerät mit Blättertasten suchen, da diese den 6-Zoll-Konkurrenten von Amazon, Tolino & Co. fehlen. Allerdings kosten diese teilweise auch deutlich weniger als 170 Euro, die PocketBook für den Verse Pro verlangt. Im Herstelleruniversum ist der Verse Pro gegenüber dem Touch HD 3 mit USB-C und wertiger Verarbeitung eine logische Weiterentwicklung. Wer auf gestochen scharfe Schriften und wasserdichtes Gehäuse verzichten kann, spart mit dem Verse ohne Pro 40 Euro. (rbr@ct.de) **ct**

PocketBook Verse Pro

E-Book-Reader	
Hersteller, URL	PocketBook, pocketbook.de
Anschluss, Kommunikation	USB-C, WLAN, Bluetooth
Prozessor / Speicher	Dual-Core (2 × 1 GHz) / 16 GByte
Formate	E-Books: ACSM, CHM, DJVU, DOC, DOCX, EPUB, EPUB (DRM), FB2, FB2.ZIP, HTM, HTML, MOBI, PDF, PDF (DRM), PRC, RTF, TXT, CBR, CBZ, Hörbücher: M4A, M4B, OGG, OGG.ZIP, MP3, MP3.ZIP
Maße, Gewicht	15,6 cm × 10,8 cm × 0,8 cm, 181 g
Preis	169 €

STORAGE UND SERVER

Ein Themenspecial der Heise Medien GmbH & Co. KG

App-Portabilität

Wie Container die Cloud wechseln

Seite 96

Cold Storage

Welchen Wert abgelegte Daten haben

Seite 98

Energieeffizienz

Was SERT für Server bedeutet

Seite 100

Umzugscontainer

In der Theorie ist alles ganz einfach: In Container verpackte Anwendungen ziehen praktisch auf Knopfdruck von einer Cloud in eine andere um. Doch die Praxis sieht anders aus.

Von Roland Freist

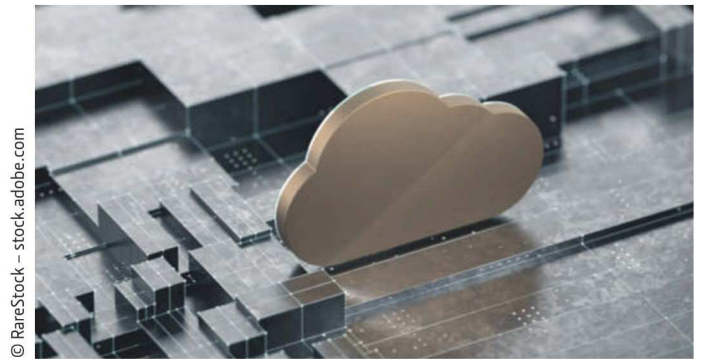
Die Release-Zyklen moderner Software ziehen immer engere Schleifen. Steigender wirtschaftlicher Druck erfordert von den Herstellern eine schnelle Reaktion auf Neuentwicklungen am Markt, gleichzeitig sind verschärfte Anforderungen an die Security und weitere Compliance-Richtlinien zu erfüllen. Die Hersteller geben diesen Druck an ihre DevOps-Teams weiter, die ohnehin unter Zeitdruck stehen und nun gezwungen sind, Wege zu finden, noch effizienter zu arbeiten.

Die Entwicklungsarbeit ist daher in den vergangenen Jahren zunehmend in die Cloud gewandert. Dort ist einerseits eine einfachere Zusammenarbeit möglich, zum anderen stehen die benötigten Ressourcen in nahezu unbegrenztem Ausmaß zur Verfügung. Eine Platform as a Service (PaaS) als Grundlage der Software-Entwicklung ist bei jedem größeren Cloud-Anbieter in verschiedenen Ausstattungsvarianten erhältlich.

Die moderne Container-Technik kommt noch hinzu. Zehn Jahre nachdem Docker seine gleichnamige Software zur Container-Virtualisierung erstmals vorgestellt hat, kann die Technik als ausgereift gelten. Rund um Docker ist eine Infrastruktur mit weiteren Tools wie z. B. der von Google beigesteuerten Container-Verwaltung Kubernetes entstanden. Mittlerweile gibt es auch etliche Alternativen zu Docker, das jedoch immer noch den De-facto-Standard darstellt. Zu nennen sind vor allem LXD und Podman.

Der grundlegende Gedanke ist allerdings derselbe geblieben: In Software-Containern verpackte Microservices lassen sich zu Anwendungen zusammenfügen; fertige, in Containern virtualisierte Anwendungen können in Form von Dateien mit allen ihren Paketen schnell von einer Betriebssystemumgebung in eine andere verschoben werden. Ebenso wie virtuelle Maschinen greifen zwar auch Container auf Virtualisierungstechnik zurück, sie sind jedoch erheblich leichtgewichtiger und damit schneller und flexibler einsetzbar, was in Multi-Cloud-Umgebungen ein erheblicher Vorteil sein kann. Wer einmal entsprechende Angebote ausgewählt hat, ist in der Lage, einen Cloud-Anbieter innerhalb weniger Tage oder Wochen gegen einen anderen auszutauschen.

Eine Migration zu einer anderen Cloud sollte für die DevOps-Teams dank Container-Technik an und für sich kaum Auswirkungen haben. Services und Anwendungen lassen sich schnell und umstandslos übernehmen – das besagt zumindest die Theorie. Doch in der Praxis hat sich gezeigt, dass Unternehmen bei einem solchen Umzug oft auf weit mehr Schwierigkeiten stoßen, als sie anfangs erwartet hatten.



© RareStock – stock.adobe.com

Ganz ohne Abhängigkeiten kommt am Ende doch kein Container aus. Beim Cloud-Umzug wird das empfindlich spürbar.

Eine der ersten Hürden ist oft, dass in der IT-Abteilung weder die technischen Möglichkeiten noch das Know-how zu den Prozessen einer Migration vorhanden ist. Denn es geht nicht darum, einfach nur einen Kopierbefehl auszuführen. Die Aufgabe ist wesentlich komplexer.

Jeder Cloud-Anbieter unterstützt unterschiedliche Data-Exchange-Standards. Die Dokumentation dazu ist oft lückenhaft oder fehlt gänzlich. Die Voraussetzungen einer reibungslosen Portierung von Daten und Anwendungen sind damit bereits denkbar schlecht. Unternehmen sollten für diesen Fall einen Plan entwickeln, wie sie diese Lücke überbrücken können, etwa durch den strategischen Einsatz von Open-Source-Technik, durch eigene Software-Entwicklungen und/oder die Etablierung einer zusätzlichen Abstraktionsschicht.

Auch der verwendete Hypervisor ist bei den Cloud-Plattformen unterschiedlich. Das betrifft sogar die drei Hyperscaler Amazon Web Services (AWS), Google Cloud Platform (GCP) und Microsoft Azure. Jeder dieser Dienste verwendet darüber hinaus andere Runtimes auf der Chipsatz- und Befehlssatz-Ebene. Um diese Unterschiede auszugleichen, empfehlen Fachleute einen Cloud-unabhängigen PaaS-Dienst. Doch dafür ist abermals spezielles Know-how erforderlich.

Beim Start einer Container-Anwendung treten ebenfalls regelmäßig Probleme auf. Administratoren sollten sich darauf gefasst machen, dass vor einem erfolgreichen Start zunächst die Umgebungsvariablen angepasst werden müssen. In anderen Fällen stehen die Sicherheitsmechanismen der jeweiligen Cloud der Ausführung einer Anwendung entgegen und verhindern z. B. hartnäckig, dass eine Datenbankbibliothek Verbindung zu einer Datenbank aufnehmen kann.

Eine weitere Hürde bilden die oft proprietären CLI-Tools (Command-Line Interface), die die Provider ihren Kunden für die Container-Bereitstellung zur Verfügung stellen. Sie folgen in der Regel keinem allgemein anerkannten Standard, was zur Folge hat, dass die User sich in jedes dieser Tools zunächst einmal einarbeiten müssen. Darüber hinaus müssen die Mechanismen der Automatisierung der Container-Bereitstellung jedes Mal neu angepasst werden. Eine übergreifende Plattform wie OpenShift von Red Hat kann zwar viele dieser Probleme lösen, erfordert auf der anderen Seite aber in der Regel eine umfangreiche Konfiguration des Code-Repositorys.

Proprietäre Entwicklungen können auch an anderen Stellen die Funktionsfähigkeit einer portierten Container-Anwendung gefährden. Wenn sie z. B. auf proprietären APIs aufsetzt, die in der neuen Umgebung nicht verfügbar sind, ist sie in ihrer Funktionalität mindestens eingeschränkt bzw. unter Umständen gar nicht ausführbar; es empfiehlt sich daher nach Möglichkeit der Einsatz von offenen Schnittstellen. Ähnliche Probleme sind zu erwarten, wenn Teile des Codes von speziellen Systembibliotheken abhängig sind, die nicht in jeder PaaS-Umgebung vorhanden sind und sich oft auch nicht nachinstallieren lassen. Als Lösung bietet sich die Zusammenstellung von Buildpacks an, die alle benötigten Komponenten enthalten und auf die jeweiligen Cloud-Plattformen hochgeladen werden.

Schließlich muss die IT-Abteilung auch auf eventuelle Versionskonflikte gefasst sein. Wenn der Cloud-Anbieter eine andere Version der Programmiersprache verwendet, in welcher die Container-Anwendung geschrieben ist, wird es zu Konflikten bei den Abhängigkeiten kommen.

Erfahrungsberichten zum Einsatz von Container-Technik in Multi-Cloud-Umgebungen lässt sich entnehmen, dass sich letzten Endes fast immer eine Möglichkeit findet, die containerisierte Applikation von einer Cloud zur anderen zu portieren. Der manuelle Aufwand ist jedoch oft beträchtlich. Je nach Cloud-Umgebung ist ein anderes Setup erforderlich, was eingehende Kenntnisse der PaaS-Umgebung des Anbieters und nicht zuletzt auch der Anwendung selbst erfordert. Namentlich der Zeitaufwand spielt hier eine Rolle, weil Projektverantwortliche und Unternehmensführung in der Regel extrem wenig Geduld aufbringen, wenn die als „reibungslos“ gepriesene Migration zu dauern beginnt.

Die einfache Portabilität von Cloud-Containern ist letztlich ein Wunschtraum von Unternehmen und Entwicklern, der sich derzeit noch nicht realisieren lässt. Denn jede Cloud hat ihre Besonderheiten, was dazu führt, dass die verpackten Anwendungen angepasst werden müssen, bevor sie in der neuen Umgebung funktionieren. Notwendig wäre die Definition einiger grundlegender Cloud-Standards. Das ist jedoch derzeit nicht in Sicht.

Souveräne Clouds sind das A und O der Digitalisierung. Darum bieten wir alles von A bis Z.

secunet – Cloud-Lösungen zu Ende gedacht.

Als langjähriger IT-Sicherheitspartner der Bundesrepublik Deutschland gestalten wir schon heute souveräne Cloud-Lösungen ganz nach Ihren Bedürfnissen – on-premise, public oder auch kombiniert als flexible Hybrid Cloud.

secunet.com protecting digital infrastructures

secunet

Abgelegt und aufgewertet

In den Datenarchiven von Unternehmen und Forschungseinrichtungen liegen manchmal Schätze, die kaum beachtet werden. Doch immer stärker setzt sich derzeit die Erkenntnis durch, welchen enormen Wert auch ältere Daten besitzen.

Von Roland Freist

Das weltweit pro Jahr erzeugte Volumen an Daten wächst exponentiell an. Schätzungen zufolge lag der Wert im Jahr 2021 bei rund 79 Zettabyte, das entspricht 79 Milliarden Terabyte. Für 2025 hat das Marktforschungsunternehmen IDC ein Volumen von 175 Zettabyte errechnet. Diese Zahlen meinen wohlgerne nicht die Gesamtmenge aller vorhandenen Daten, sondern lediglich den jährlichen Zuwachs.

Bereits vor etlichen Jahren haben daher Industrie und Forschungsorganisationen Strategien entwickelt, wie sich diese Datenmengen sinnvoll und möglichst kostengünstig verarbeiten und aufbewahren lassen. Denn auch ältere, nicht mehr aktuelle Daten dürfen häufig nicht einfach per Delete-Taste ausgesondert werden. Für steuerrechtliche Unterlagen, Verträge, Dokumente zu Garantie und Gewährleistung, den geschäftlichen E-Mail-Verkehr etc. gibt es z. B. Compliance-Regelungen, die lange Aufbewahrungsfristen fordern.

Alle diese Daten zeichnet aus, dass sie normalerweise nur selten abgerufen werden. Außerdem müssen sie nicht in Sekunden-schnelle zur Verfügung stehen, sondern können in Archiven abgelegt werden, die entweder eine langsamere Verarbeitungsgeschwindigkeit aufweisen oder sogar offline eingerichtet sind.

Für die Unterscheidung zwischen häufig benötigten Daten, die jederzeit schnell zur Verfügung stehen müssen, und den seltener abgerufenen, meist älteren Daten haben sich die Bezeichnungen Hot Data und Cold Data entwickelt. Das klassische Medium zur Archivierung von Cold Data ist das Tape. Bandspeicher sind mit hohen Kapazitäten verfügbar, robust und – bei richtiger Lagerung – sehr langlebig. Außerdem benötigen sie im Unterschied zu Festplatten keine Energieversorgung und bieten dank hoher Kompressionsraten einen günstigen Preis pro Gigabyte. Erst mit dem Aufkommen der SSD hat sich für die Unternehmen eine weitere Möglichkeit der Differenzierung ergeben: schneller, aber vergleichsweise teurer SSD-Speicher für Daten, die ständig schnell bereitstehen müssen, und Systeme mit langsameren, aber preiswerteren mechanischen Festplatten für Cold Data.

Dieses Modell hat sich am Markt immer weiter durchgesetzt. Denn immer mehr Unternehmen erkennen, dass auch ihre älteren und seltener genutzten Daten einen beträchtlichen Wert haben. Während der Abruf dieser Daten von Tape ein vergleichsweise langwieriger Vorgang ist, lassen sich die auf Festplatte gespeicherten Daten mit geringer Verzögerung produktiv nutzen.

Bei den genannten Datentypen, bei denen Compliance-Regeln längere Aufbewahrungsfristen festlegen, ergibt sich das Problem, dass ihr Volumen einerseits ständig wächst und dass andererseits trotzdem ein schneller Zugriff möglich sein muss. Unternehmen müssen gemäß den Anforderungen der Behörden eine Vielzahl von Protokollen, Aufzeichnungen, Berichten und anderen Daten aufbewahren; auch E-Mails, Chat-Nachrichten und andere digitale Unterlagen müssen auf Verlangen binnen kurzer Zeit vorgezeigt werden können. Insofern sind die historischen Archivierungsmethoden nicht mehr praktikabel. Daten, deren Wiederherstellungszeiten in Tagen oder Wochen gemessen werden muss, sind quasi unbrauchbar.

Parallel dazu gibt es eine Menge von Cold Data, die für die Unternehmen selbst unverzichtbar ist. So stecken in den Archiven z. B. oft digitale Rohdaten, deren Kopien auch in neueren Dokumenten noch Verwendung finden. Und in vielen Fällen ist es erforderlich, gesammelte Daten über einen längeren Zeitraum aufzubewahren, damit sich Analysen über Jahre oder gar Jahrzehnte hinweg vornehmen lassen. In diesem Zusammenhang sind z. B. Daten zur Geschäftsentwicklung, aber auch Wetter- und Klimadaten, Daten zur Bevölkerungs- und Verkehrsentwicklung sowie astronomische und andere Forschungsdaten zu nennen. In der biomedizinischen Forschung etwa fallen immer größere Volumen an Genom-Daten an. Wenn einige Jahre später ein anderes Forschungsprojekt diese Daten benötigt, ist es kostengünstiger, die bereits erhobenen Daten aus dem Archiv zu holen anstatt sie neu zu erfassen.

Auch andere kalte Daten werden wertvoller. Das hängt u. a. damit zusammen, dass es heute möglich ist, größere Volumen an Daten als jemals zuvor zu verarbeiten und zu analysieren. Der momentane Boom von künstlicher Intelligenz und maschinellem Lernen wäre ohne diese technischen Entwicklungen nicht denkbar.

Momentan steigt der Bedarf an Daten zum Training von KI-Systemen und zur Ausführung ihrer Analysefunktionen. In diesem Zusammenhang erhalten kalte Daten eine ganz neue Wertigkeit. Das betrifft zum einen die Unternehmen, bei denen diese Daten lagern. Ihnen eröffnen sich mit diesen bislang meist ungenutzten Datenpools in Verbindung mit moderner Technik neue Geschäftsmöglichkeiten, sowohl intern wie auch extern: Intern lassen sich geschäftliche Entscheidungen durch eine Analyse (mit KI-Systemen) auf ein solideres Datenfundament setzen. Für den externen Geschäftsbetrieb bieten die gesammelten Daten die Möglichkeit, sie zu vermieten.

Gleichzeitig zeichnet sich ein Trend ab, dass urheberrechtlich geschützte Daten nicht mehr einfach ins Web gestellt werden. In den USA hat etwa die New York Times damit begonnen, ihren Web-Content für die Nutzung durch die Bots der KI-Systeme zu sperren. Gleichzeitig haben die ersten Prozesse begonnen, in denen die Urheber von den KI-Betreibern Tantiemen verlangen. Wie diese juristischen Auseinandersetzungen auch ausgehen mögen – es ist absehbar, dass urheberrechtlich geschützte Inhalte zukünftig noch stärker hinter Bezahlschranken verschwinden, als es heute

bereits der Fall ist. Texte, Bilder, Videos etc. werden dadurch an Wert gewinnen, was wiederum die Auswertung kalter Daten für die Unternehmen noch attraktiver macht.

Kalte Daten werden wieder heiß – so lässt sich die Entwicklung zusammenfassen. Vor allem durch den KI-Boom gewinnen sie derzeit massiv an Wert, da sie für das Training benötigt werden. Aber auch für die Analyse historischer Entwicklungen sind sie unverzichtbar. Die Storage-Hersteller wird es freuen.



ES-8700JCL ZFS Cluster

EUROstor ZFS Cluster + Ransomware-Schutz mit Open-E JovianDSS



Storage Cluster mit **Open-E JovianDSS** sichern die Verfügbarkeit der Daten sowohl durch die Active/Active Redundanz der Clusterknoten als auch durch die Fehlertoleranz des **ZFS** Filesystems.



**ZFS Cluster: 2 Heads
+ Shared Storage JBOD**



**On- & Off-Site Data Protection
(Single Node)**

zwei Cluster Knoten,
active/active, je 4 x 10 GbE
Hostanbindung + 24-Slot Shared Storage SAS JBOD,
teilbestückt mit 12 x 3,84 TB SAS SSD (2 vdevs RAID-Z2, 25,2 TiB),
inkl. Open-E JovianDSS Lizenzen, Preis zzgl. Installation

inkl. MwSt.
€ 32.011,-

exkl. MwSt.
€ 26.900,-

16-Slot Server, On- & Off-Site
Data Protection System für
den Cluster, teilbestückt mit 9 x 12 TB Nearline SAS Disks
(1 vdev RAID-Z3, 59 TiB usable), inkl. Open-E JovianDSS Lizenzen

inkl. MwSt.
€ 13.673,10

exkl. MwSt.
€ 11.490,-

ES-8700JDSS Cluster und Backup System

- 2 HE Cluster Knoten mit zwei Intel Xeon 4215R Prozessoren, 8 Core, 3,2 GHz auf X11 Board, 192 GB RAM,
- 2 x 10 GbE RJ45 (opt. SFP+) für Interconnect + 2 x 10 GbE (SFP+) zu den Clients (optional bis 100 GbE und FC Ports)
- JBOD: 12 Gbit SAS 24, 2 HE (opt. mehrere JBODs)
- On- & Off-Site Data Protection: 3 HE 16-Slot Server Intel Xeon 6134 Prozessor, 8 Core, 3,2 GHz auf X11 Board, 128 GB RAM, 2 x 10 GbE RJ45, opt. weitere Ports bis 100 GbE
- IPMI 2.0 RJ45 Port für Überwachung / Remote Management
- inklusive 3 Jahre Standard Wartung mit kostenlosem Telefon- und E-Mail-Support, optional: Erweiterung auf 5 Jahre, Express-Austausch oder Vor-Ort-Service

Preisänderung, Druckfehler und Irrtum vorbehalten.

Mit dem neuen Release, das derzeit in Vorbereitung ist, werden außer ZIL- und Readcache auch sogenannte „**ZFS Special Devices**“ unterstützt. Das ist ein SSD Schreibcache für Metadaten und kleinere Datenpakete, wodurch eine Performancesteigerung erzielt wird. Auch bei der snapshotbasierten Sicherung der Daten in ein ODP System (**On- & Off-Site Data Protection**) bringt die neue Version Vorteile: Komprimierte Daten werden zur Synchronisation nicht mehr entpackt, sondern direkt als „raw data“ übermittelt, was vor allem bei geringer Netzwerk-Bandbreite den Durchsatz verbessert.

Open-E JovianDSS iSCSI/NAS/FC Software:

- ZFS 2.0 Filesystem für maximale Datenintegrität
- Schutz vor „Stealth Errors“ durch Check-Summen-Prüfung und Disk-Scrubbing
- Plattenredundanz durch Mirror, RAID-Z, -Z2, -Z3 (entspricht RAID 1, 5, 6 und dreifacher Parity)
- SSDs zur I/O-Beschleunigung (Read/Write-Cache)
- konfigurierbar als shared Storage active/active Cluster
- praktisch unbegrenzte Snapshots und mountbare Snapshot-Volume-Clones ohne Performanceverlust
- iSCSI, NFS und CIFS/SMB Volumes, opt. Fibre Channel
- Thin- und Thick-Provisioning
- LZ4 Datenkompression und inline Deduplikation
- On- & Off-Site Data Protection zur Datensicherung auf weiteres System, Reaktivierung in wenigen Minuten
- intuitive Web-GUI für einfaches Management
- 3 Jahre Open-E Standard Support (E-Mail und Telefon), optional erweiterte Open-E Services
- Installation und Konfiguration vor Ort / remote durch EUROstor (berechnet nach Aufwand)



Für den Newsletter registrieren:

Die **Storage News** erscheinen drei mal pro Jahr per E-Mail/pdf oder Post.

Sie erhalten Informationen über aktuelle Produkte und Technologien, viele Hilfen für die Auswahl und Konfiguration von RAID-Speichersystemen sowie aktuelle Preise. Registrieren Sie sich ganz einfach unter www.EUROstor.com/Newsletter.



Verbrauch im Verhältnis

Bei der Server-Auswahl ist der Energiebedarf ein entscheidender Faktor. Das von der SPEC entwickelte Server Efficiency Rating Tool ist gegenwärtig der Quasi-Industriestandard – und die Grundlage für EU-Regularien.

Von Dirk Bongardt

Wie energieeffizient Rechenzentren arbeiten, hat maßgebliche Auswirkungen auf die direkten und indirekten Kosten des Unternehmens. Direkte Kosten wie der Stromverbrauch sind offensichtlich; oft übersehen werden jedoch die indirekten Kosten. Ein Beispiel: Ein mittelständisches Unternehmen betreibt ein Rechenzentrum, das zu viel Energie verbraucht. Die direkten Kosten fallen dramatisch hoch aus. Gleichzeitig entstehen indirekte Kosten: durch einen erhöhten Verschleiß der Geräte, die aufgrund der Wärmeentwicklung eher ausfallen. Der Einbau weiterer Kühlanlagen bedeutet neue Kosten und laufenden Wartungsbedarf. Darüber hinaus rückt die Energieeffizienz in zunehmend umweltbewussten Märkten stärker in den Fokus der Kundschaft, sodass sich ineffiziente Lösungen negativ auf den Ruf und die langfristige Kundenbindung auswirken können.

Insofern ist RZ-Energieeffizienz nicht nur eine Frage der Kosteneinsparung, sondern auch von Nachhaltigkeit und Wettbewerbsfähigkeit. Hier kommt SERT ins Spiel.

Das Server Efficiency Rating Tool (SERT) der Standard Performance Evaluation Corporation (SPEC) ist ein leistungsfähiges Werkzeug zur Bewertung der Energieeffizienz von Servern. Der Benchmark ist in direkter Kooperation mit dem internationalen Energielabel Energy Star und dem entsprechenden Programm der amerikanischen Umweltbehörde EPA entwickelt. SERT ist entstanden, weil man Leistung und Energieverbrauch von Servern in Beziehung setzen wollte – SERT misst nicht nur die Geschwindigkeit, mit der Aufgaben erledigt werden, sondern berücksichtigt auch die dafür benötigte Energie. Mit diesem Ansatz können Unternehmen Server also nicht nur nach ihrer Performance, sondern auch nach ihrer Energieeffizienz aussuchen.

Eine erste wichtige Kennzahl ist die Power Efficiency Ratio (PER). Sie setzt den Energieverbrauch in Relation zur Leistung. PER ist insofern mit dem Treibstoffverbrauch eines Autos über eine festgelegte Distanz vergleichbar (etwa Liter pro 100 km). Ein Server mit einem niedrigen PER-Wert benötigt für die gleiche Arbeit weniger Energie, was auf eine bessere Energieeffizienz hinweist.

Eine weitere wichtige Komponente ist das Server Efficiency Rating (SER) auf Basis der PER und anderer Faktoren. Das SER kann als Server-Gesamtbewertung betrachtet werden. Ein hoher SER-Wert signalisiert eine hohe Energieeffizienz des Servers. Das Ziel besteht letztlich darin, konkrete Lösungen anhand der SERT-Werte in puncto Energieeffizienz vergleichbar zu machen.

Unternehmen, die das Tool nutzen wollen, können es direkt bei der SPEC unter <https://www.spec.org/sert/> beziehen. Dort finden Admins auch einen detaillierten User Guide, der durch die Suite führt und vor der Auswahl des Installationspaketes konsultiert werden sollte. Das SERT-Tool wird dann direkt auf den zu bewertenden Servern installiert. Es sammelt Messwerte und verwendet eine begleitende Effizienzmetrik zur Bewertung der Energieeffizienz, indem es den Stromverbrauch eines Servers unter verschiedenen Auslastungsbedingungen misst.

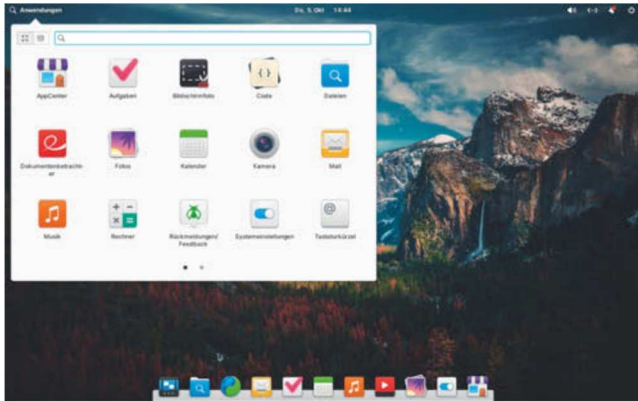
Sobald SERT korrekt konfiguriert ist, können die Tests auf dem Server durchgeführt werden. Diese Tests simulieren bestimmte Workloads oder analysieren echte Arbeitslasten im Produktionsbetrieb. Während der Tests zeichnet SERT kontinuierlich Daten zur Serverleistung und zum Energieverbrauch auf. Im Anschluss werden die gesammelten Daten von SERT analysiert, und es werden daraus Metriken errechnet, z. B. eben PER und SER.

Auf Basis der ermittelten Kennzahlen können Admins gezielt Maßnahmen ergreifen. Dazu gehören etwa die Identifikation ineffizienter Hardware-Komponenten, angepasste Betriebseinstellungen oder die Umsetzung von Energiesparmaßnahmen. In den meisten Fällen dürften mehrere Iterationen nötig sein, um die Effizienz eines Rechenzentrums mit SERT zu verbessern. Je nach Größe des Serverparks kann sich der Aufwand aber schon nach kurzer Zeit bezahlt machen.

SERT ist hilfreich, zweifellos – doch birgt es auch einige Herausforderungen, und das Design setzt dem Optimierungspotenzial Grenzen. Eine dieser Herausforderungen besteht darin, dass SERT-Messungen stark von den Konfigurationen und Lasten abhängen. Unterschiedliche Workloads können zu unterschiedlichen Ergebnissen führen, was die Vergleichbarkeit erschwert. Eine weitere Limitation liegt in der Fokussierung auf Server-Hardware. Zwar machen Server einen erheblichen Teil des RZ-Energieverbrauchs aus, aber SERT vernachlässigt andere Faktoren wie Kühlung und Infrastruktur komplett. Eine ganzheitliche Betrachtung erfordert daher immer noch zusätzliche Instrumente und Analysen.

IMPRESSUM

Redaktion: just 4 business GmbH | **Telefon:** 08061 34811100 | **Internet:** <https://just4business.de> | **Verantwortliche Redakteure:** Thomas Jannot (v.i.S.d.P.), Ralph Novak; Florian Eichberger (Lektorat) | **Autoren:** Dirk Bongardt, Roland Freist | **DTP-Produktion:** Andrea Danzer – Danzer Kommunikationsdesign, Nürnberg | **Titelbild:** © Bipul Kumar – stock.adobe.com



Farbkorrektur

Die Linux-Distribution elementary OS verbessert in ihrer neuen Version 7.1 die Barrierefreiheit und macht App-Befugnisse transparenter.

Unter elementary OS' schicker Desktopumgebung Pantheon arbeitet ein Ubuntu 22.04 samt Hardware Enablement Stack. Letzterer hebt einige Kernkomponenten auf jüngere Versionen, wie den Linux-Kernel auf Version 6.2, wodurch das System deutlich aktuellere Hardware unterstützt. Dazu zählen beispielsweise Intels 13. Prozessorgeneration und Arc-Grafikkarte sowie die Zen-4-Prozessoren von AMD.

Die leicht überarbeitete Softwareverwaltung AppCenter installiert Programme nur im Flatpak-Format. Das weiterhin extrem überschaubare Angebot besteht aus kaum bekannten Anwendungen, selbst LibreOffice und VLC fehlen. Flathub und andere Flatpak-Quellen muss man selbst hinzufügen. Der Begrüßungsbildschirm nach der ersten Anmeldung weist zumindest darauf hin und verlinkt Flathub. Immerhin sortiert das AppCenter die Flathub-Pakete endlich in Kategorien ein. In der Detailansicht der Anwendungen weist das AppCenter prominent die verlangten Zugriffsrechte aus.

In den Systemeinstellungen darf man Anwendungen gezielt die Nutzung der Ortungsdienste und einen automatischen Start untersagen. Verhängte Autostartverbote setzt unter der Haube das Background-Portal durch, das elementary OS 7.1 erstmals anbietet. Die vom Freedesktop-Projekt entwickelten Portale sind Schnittstellen, die primär die Zugriffsrechte von Flatpak-Programmen kontrollieren.

Eine Farbsehschwäche kann Pantheon über fünf verschiedene Farbfilter ausglei-

chen. Die Filter sind jeweils auf eine bestimmte Sehschwäche, wie etwa die Deuteranopie, zugeschnitten und färben den kompletten Bildschirminhalt passend um. Personen mit einer Rot-Grün-Schwäche können so Rot- und Grüntöne in sämtlichen Anwendungen eindeutig unterscheiden. Bei Bedarf schaltet elementary OS zudem in einen Graustufenmodus. Derartige Hilfen für Personen mit einer Farbsehschwäche bieten noch nicht einmal KDE Plasma und Gnome.

Das Live-System und ein frisch installiertes elementary OS nennen bei ihrem Start über die Lautsprecher das Tastenkürzel, mit dem sich der Screenreader aktivieren lässt. Über neue Tastenkürzel wechselt man schneller zwischen geöffneten Fenstern. Ein-Finger-Tipper und motorisch eingeschränkte Personen können elementary OS anweisen, Tastenkürzel als nacheinander getippte Tastenfolge zu akzeptieren. In den zugehörigen Einstellungen reguliert man zudem die Länge von Tastendrücken (Slow Key) und kann schnell wiederholte Anschläge (Bounce) ignorieren lassen.

Kalender, E-Mail-Client und die Handvoll übriger hausgenerierter Programme bieten nur marginale Änderungen. Der Dateimanager Files benennt mehrere Dateien in einem Rutsch um und überträgt Dateien per Bluetooth auf andere Systeme. Ins WWW geht der WebKit-basierte und aus Gnome übernommene Browser „Web“ (Epiphany) in Version 44.6.

Elementary OS 7.1 führt kleine, nützliche Verbesserungen ein, aber Macken wie das eingeschränkte Softwareangebot bestehen weiterhin. Das System eignet sich somit für Linux-Anwender, die auf Flatpak setzen und eine schicke Bedienoberfläche bevorzugen. (ktn@ct.de)

elementary OS 7.1

Linux-Distribution	
Hersteller, URL	elementary Inc., elementary.io
Systemanf.	mind. Intel-Core-i3-CPU, 4 GByte RAM, 32 GByte Speicherplatz
Supportzeitraum	bis April 2027
Preis	freiwilliger Betrag (Open Source)



Filmsimulation

DxO FilmPack 7 wendet die Charakteristika analoger Fotofilme auf Raw-Fotos an. So hauchen sie leblos-digital wirkenden Daten gefühlige Farben und Kontraste ein.

DxO misst Farbtöne, Sättigung, Kontrast und Korn klassischer Fotofilme aus. Diapositiv- und Negativfilme reproduziert er als Simulationen in der Software FilmPack und rettet sie damit ins digitale Zeitalter. Hinzugekommen sind nun die fünf neuen Filme Cinestill Redrum 200, LomoChrome Metropolis 200, Lomography Redscale XR 200, Berlin Kino B&W 400 und Earl Grey B&W 100. Insgesamt bietet das Programm 89 analoge und 82 digitale Stile.

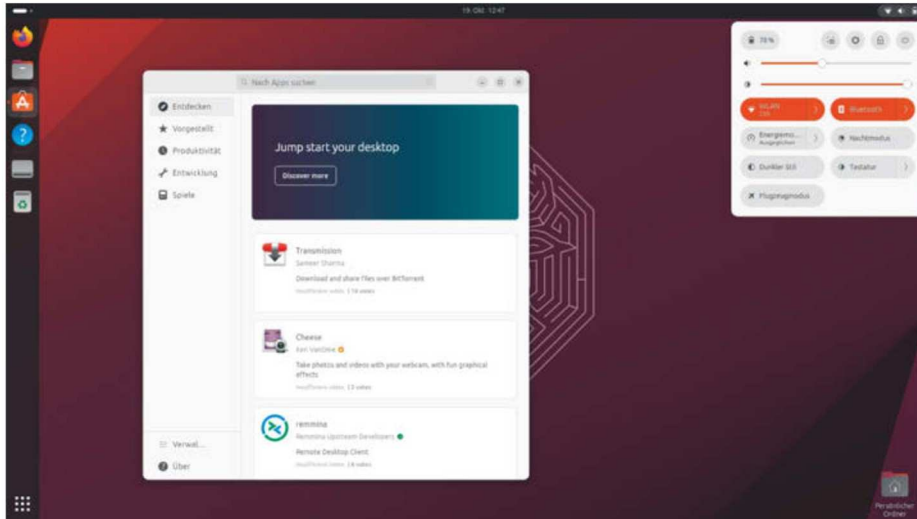
Der Time-Machine-Modus informiert bildschirmfüllend im Stil der früheren Microsoft Encarta mit interaktiver Zeitleiste über die Arbeit großer Fotografen. Unter jedem Bild zeigt die Ansicht neben der Hintergrundgeschichte die passenden Film-Rendings. Mit einem Klick übernimmt FilmPack den Look für das geöffnete Foto.

Über Helligkeitsmasken kann man Belichtung, Farben und Kontrast selektiv einstellen. Auch ein rudimentärer Raw-Entwickler ist an Bord. Man lernt aber schnell, nur vom reinen Preset- in den Bearbeiten-Modus zu wechseln, um die Intensität eines Filters abzuschwächen. Zu drastisch arbeiten die Regler; zu schwerfällig ist die Oberfläche.

FilmPack 7 hat etliche gute Presets an Bord; das dünne Upgrade kann man aber getrost überspringen. (akr@ct.de)

DxO FilmPack 7

Analoge Filmsimulation	
Hersteller, URL	DxO, dxo.com
Systemanf.	Windows ab 10, macOS ab 12.6
Preis	139 € (Upgrade 79 €)



Snapuntu

Linux-Distribution Ubuntu 23.10 im Test

Canonical setzt seine Snap-Offensive fort und verpasst Ubuntu Desktop eine Schlankheitskur. Die experimentelle Festplattenverschlüsselung via TPM legt den Grundstein für einen lückenlos signierten Bootvorgang.

Von Niklas Dierking

Einige Ubuntu-Freunde, die Mitte Oktober Canonicals neuesten Wurf, Ubuntu 23.10 „Mantic Minotaur“, herunterladen wollten, schauten erstmal in die Röhre: Etwa drei Stunden nach Release wurde das Ubuntu-Team darauf aufmerksam, dass jemand Hassrede in die ukrainische Übersetzung des Installers geschmuggelt hatte, und zog eine Reihe betroffener Installationsmedien zurück. Zwar standen weiter Installationsmedien mit dem Legacy-Installer und der Upgradepfad von Ubuntu 23.04 zur Verfügung, aber diese Information erreichte nicht alle, die das neue Ubuntu Probe fahren wollten.

Oliver Smith, Produktmanager Desktop bei Canonical, erklärte im Gespräch

mit c't, dass die Übersetzungen des in Flutter geschriebenen Installers nicht die gleichen Prüfungen durchlaufen hatten wie die restlichen Pakete in Ubuntu Desktop und das Problem so unerkannt blieb. Der Prozess wird jetzt laut Smith überarbeitet. Wenige Tage später veröffentlichten die Entwickler eine bereinigte Version, auf deren Grundlage wir das neue Ubuntu getestet haben.

Installer lernt neue Tricks

Canonical setzt seinen Kurs fort und liefert immer mehr Systemkomponenten als Snap-Paket aus. Der Installer lässt sich dank Snap jetzt zu Beginn der Installation unabhängig vom Rest des Live-Systems aktualisieren. Eine der spannendsten Neuerungen in Ubuntu Desktop 23.10 baut ebenfalls auf die Snap-Infrastruktur: Nutzer können erstmals ihre Ubuntu-Installation mittels TPM (Trusted Platform Module) verschlüsseln. Das Feature benötigt ein TPM 2.0 und nutzt die Architektur von Ubuntu Core, Canonicals IoT-Distribution auf Snap-Basis, die schon länger Festplattenverschlüsselung mit TPM beherrscht. Die Kernel- und Bootloader-Komponenten werden dann als Snap-Pakete bereitgestellt, der snapd-Agent entschlüsselt die Festplatte beim Systemstart mit einem Schlüssel, der aus einem

geschützten Objekt im TPM abgeleitet ist und nur freigegeben wird, wenn ausschließlich signierte Systemkomponenten geladen wurden.

Canonical versieht diese Methode zur Verschlüsselung mit dem Label „EXPERIMENTELL“ und bittet abenteuerlustige Nutzer um Feedback. Dadurch, dass bei der aktuellen Implementierung ein generischer Kernel im Snap-Paket steckt, können keine zusätzlichen Kernel-Module, beispielsweise der proprietäre Nvidia-Treiber, installiert werden. Das dürfte für viele Nutzer ein Ausschlusskriterium sein. Laut Canonical arbeite man daran, den Prozess künftig modularer zu gestalten, um eine breitere Hardwareauswahl zu unterstützen. Auf unserem Testgerät mussten wir für die TPM-Verschlüsselung im UEFI-BIOS im Security-Menü die Option „Clear Intel PTT Key“ ausführen, Secure Boot aktivieren und im Ubuntu-Installer die Option „Software von Drittanbietern für Grafik- und WLAN-Hardware installieren“ deaktivieren. Andernfalls war die Option ausgegraut. Vorsicht: Wenn Sie den TPM-Speicher löschen, gehen sämtliche Crypto-Schlüssel verloren, auch für Windows-Installationen, die mit BitLocker verschlüsselt sind. ZFS-Fans können sich darüber freuen, dass der Installer das Dateisystem wieder anbietet.

Back to Basics

Ubuntu Desktop 23.10 installiert standardmäßig deutlich weniger Programme als die Vorgängerversion. Die Softwareausstattung, die früher „Minimale Installation“ hieß, ist nun die Standardkonfiguration und bringt lediglich ein Firefox-Snap, das jetzt im Wayland-Modus läuft, und eine Handvoll Dienstprogramme mit. Wer die volle Ladung inklusive LibreOffice-Suite, Thunderbird, Spielen & Co.



Nutzer können den Subiquity-Installer jetzt während einer Live-Session einfach auf den neuesten Stand bringen.

möchte, setzt im Installer den Haken bei „Vollständige Installation“.

Es dürfte kein Zufall sein, dass dieser Schritt mit der Einführung der neuen Anwendungsverwaltung (App Center) zusammenfällt, die Ubuntu Software beerbt, aber deutlich besser funktioniert. Das App Center wird – natürlich – als Snap-Paket ausgeliefert und erfüllt vornehmlich die Funktion, weitere Snaps nachzurüsten. Die Anwendung startet blitzschnell und ist minimalistisch und übersichtlich gestaltet. Leider kann man Apps nur mit „Daumen rauf“ oder „Daumen runter“ bewerten und keine Rezensionen schreiben oder lesen.

Viele Nutzer dürften sich darüber freuen, dass das App Center neben Snaps auch klassische Debian-Pakete suchen und installieren kann, wenn man den entsprechenden Filter in der Suche setzt. Gegenüber c't versicherte Oliver Smith von Canonical, dass das auch künftig so bleiben soll. Informationen zu den Apps wie Nutzerbewertungen, Systemzugriff und Lizenzen findet man aber leider nur auf den Übersichtsseiten der Snaps. Anders als der Vorgänger Ubuntu Software kann das App Center keine lokalen Debian-Pakete installieren, die man beispielsweise mit dem Browser heruntergeladen hat. Das klappt aber mit dem Kommandozeilenbefehl `sudo dpkg -i /pfad/zu/cttest.deb`.

Der Vorgänger des App Center war auch für das Aktualisieren von Geräte-Firmware zuständig. Im App Center gibt es diese Funktion nicht, die Entwickler haben sie ausgegliedert und in ein neues Snap namens Firmware Updater gegossen, das als grafisches Frontend für fwupd dient.

Gnome-Bonus

Die Hauptausgabe der Ubuntu-Familie, Ubuntu Desktop, verwendet die Desktopumgebung Gnome 45, drückt ihr aber einen eigenen Stempel auf. Dazu gehört auch, den Funktionsumfang durch Gnome-Extensions zu erweitern. Prominentes Beispiel ist eine Erweiterung, mit der Nutzer Fenster in einer Bildschirm-ecke einrasten lassen können. Das Fenster nimmt dann ein Viertel der Bildschirmoberfläche ein. Wenn man ein Fenster an den oberen oder unteren Bildschirmrand zieht und länger hält, schnappt es sich die obere oder untere Hälfte des Bildschirms. Hält man das Fenster nur kurz am oberen Rand, nimmt es wie bisher den gesamten Bildschirm ein.



Gefahrenzone: Auf Wunsch verschlüsselt Ubuntu die Festplatte mittels TPM. Das Feature ist jedoch noch experimentell und richtet sich an Unerschrockene.

Kernel-Mode-Settings erledigt der Gnome-Compositor Mutter jetzt in einem eigenen Thread, was laut den Entwicklern dazu führen soll, dass sich der Cursor auch bei hoher Auslastung stets flüssig bewegt. Unserem subjektiven Eindruck nach fühlt sich die Desktopumgebung auf einem Testgerät mit integrierter Intel-Grafik tatsächlich deutlich geschmeidiger an. Die Schaltfläche „Aktivitäten“ in der oberen linken Ecke wurde durch einen interaktiven Indikator ersetzt, der die aktuelle Arbeitsfläche anzeigt. Außerdem warnt ein Icon im Panel am oberen Bildschirmrand jetzt, wenn die Webcam aktiv ist, und die Suche im Dateimanager Nautilus ist schneller geworden. Diese und weitere Neuerungen von Gnome 45 haben wir in [1] aufgeschrieben. Googles Noto ersetzt DejaVu als Standard-Font.

Der Ubuntu-Flavor Cinnamon liefert jetzt Version 5.8.4 dieser Desktopumgebung aus, die neue Gesten für Touchpad und Touchscreens beherrscht. In Ubuntu Budgie feiert der Magpie-Compositor – ein Fork einer älteren Mutter-Version – seinen ersten Auftritt und soll den Wayland-Support für das kommende Budgie 11 vorbereiten.

Unterbau

Ubuntu 23.10 liefert den Grafikstack Mesa 23.2.1 und Linux-Kernel 6.5 aus, der die Kompatibilität mit moderner Hardware verbessert, darunter ACPI-Support für die RISC-V-Architektur, Wifi 7 und MIDI 2.0 für den ALSA-Soundserver. Nutzer können den Ubuntu-Kernel optional jetzt so konfigurieren, dass Anwendungen ein AppArmor-Profil brauchen, um auf unprivilegierte Namespaces zuzugreifen – mehr dazu via ct.de/ydjw. Außerdem unterstützt Ubuntu 23.10 den neuen Raspberry Pi 5, der Ende Oktober in den Händen von Raspi-Fans in Deutschland landen dürfte.

Wer eine Intel-Arc-Grafikkarte in seinem Ubuntu-System verbaut hat, freut sich über bessere Performance: Im Superposition-Benchmark von Unigine haben wir mit dem Referenzmodell einer Intel-Arc-750-Grafikkarte einen Leistungszuwachs von 9 Prozent gegenüber Ubuntu 23.04 gemessen.

Fazit

Ubuntu 23.10 ist ein sogenanntes Zwischenrelease, das Canonical neun Monate lang mit Aktualisierungen versorgt. Das neue Ubuntu bringt eine Reihe von zukunftsweisenden Neuerungen, die die nächste Generation des Ubuntu Desktops vorbereiten. Wer Snap-Pakete aus Prinzip meidet und sie in vorigen Versionen aus dem System herausoperiert hat, sollte sich langsam nach einer anderen Distribution umsehen. Wenn man snapd deinstalliert, verzichtet man auch auf das gelungene neue App Center und den Firmware Updater. Nutzern von Ubuntu 23.04 empfehlen wir das Upgrade auf 23.10. Installationsmedien stehen im Downloadbereich der Ubuntu-Website bereit, die wir unter ct.de/ydjw verlinkt haben. (ndi@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Keywan Tonekaboni, Multitalent, Gnome 45 mit neuen Apps und Feinschliff, c't 23/2023, S. 84

Download, Dokumentation und Release Notes von Ubuntu 23.10: ct.de/ydjw

Ubuntu Desktop 23.10

Linux-Distribution	
Hersteller, URL	Canonical / Ubuntu-Projekt, ubuntu.com
Systemanf.	x86-64-Prozessor (2 GHz, Dual-Core), 25 GByte Datenspeicher, 4 GByte RAM
Supportzeitraum	bis Juli 2024
Preis	kostenlos (Open Source)

Exakte Farben

Raw-Entwickler DxO PhotoLab 7

DxO hat seinen Raw-Entwickler PhotoLab 7 mit Werkzeugen für minutiöses Farbmanagement und einem Arbeitsbereich zur selektiven Bearbeitung ausgestattet. Kontinuierlich wächst mit PhotoLab ein ernsthafter Konkurrent für Lightroom und Capture One heran.

Von André Kramer

Mittlerweile kann DxO bei PhotoLab auf eine lange Entwicklungsgeschichte zurückblicken. Dementsprechend umfangreich ist das Programm, das nicht im Abo, sondern als dauerhaft nutzbare Lizenz zum Verkauf steht und jeweils auf drei Rechnern aktiviert werden darf.

Die Titelleiste zeigt nur zwei Module. Nummer eins, die Fotothek, umfasst eine brauchbare Bildverwaltung mit IPTC-Editor für Informationen zu Bildtitel, Stichwörtern oder Urheber. Geotagging und Gesichtserkennung enthält sie nicht, aber

sie arbeitet schnell und speichert Metadaten sauber im XMP-Format.

Nummer zwei, das Bearbeiten-Modul, birgt fünf Reiter mit Werkzeugen für Belichtung, Farbe, Details, Geometrie und Effekte. Eine zusätzliche Symbolleiste ergänzt Werkzeuge zum Beschneiden, Geraderichten, Retuschieren und für lokale Anpassungen. Die Oberfläche wirkt aufgeräumter als das kleinteilige Capture One, bringt aber mehr Werkzeuge auf wenig Raum unter als Lightroom.

Farben korrigieren

PhotoLab 7 arbeitet im Farbraum „DxO Wide Gamut“, der deutlich größer als AdobeRGB ausfällt. Fotografen können nun gängige Farbkarten beispielsweise von Calibrite und Datacolor abfotografieren und mit einem Klick auf „Profil erstellen“ daraus kalibrierte Farbprofile generieren. So kann man die Farbgebung weiterer Fotos abhängig vom Umgebungslicht korrigieren, ohne dass falsche Monitorfarben das Ergebnis verfälschen.

Nach Öffnen eines Fotos ermittelt PhotoLab aus den Metadaten die verwendete Kamera-Objektiv-Kombination und lädt Profile aus dem Netz, die Farbsäume,

Verzerrung und Vignettierung korrigieren. Eine Schaltfläche zur Autokorrektur wie Lightroom bietet PhotoLab nicht, bringt die Regler aber subtil in Stellung, wenn eine Registerkarte aktiviert wird. DxO Smart Lighting erzeugt harmonische Lichtstimmung; DxO ClearView Plus verstärkt Farben und Kontrast mit besserem Resultat als „Dunst entfernen“ bei der Konkurrenz.

Selektiv bearbeiten

Das U-Point-Werkzeug kombiniert Farb- oder Helligkeitswahl mit einer weichen Maske; man wählt damit punktuell oder als Linie Bildbereiche aus. Hinzu kommen Helligkeitsmasken in verschiedenen Stufen, die sich an das Zonenmodell des Landschaftsfotografen Ansel Adams anlehnen. Eine Palette fasst – ähnlich wie in Lightroom – neuerdings alle Maskenwerkzeuge zusammen. Die U-Points leisten gute Dienste, jedoch nicht so gute wie Adobes Auswahl-KI für Himmel und Motive.

Beachtung verdient der KI-Algorithmus DeepPrime, der Bildrauschen erstaunlich gut reduziert und dabei Details erhält. Die umfangreiche Effektpalette ergänzt am Ende auf Wunsch Wasserzeichen, Korn, Vignettierung, Rahmen, Textur oder Lichteinfall.

Ein neuer Schwarz-Weiß-Modus passt Farbwerte mithilfe eines Sechs-Kanal-Mixers an – hier hinkt PhotoLab anderen Entwicklern hinterher. Bei Effekten und Schwarz-Weiß verweist DxO lieber auf seine weiteren Produkte, die Filtersammlung Nik Collection 6 und die ebenfalls aktualisierte Analogsimulation FilmPack 7 (siehe S. 101).

Fazit

DxO PhotoLab 7 arbeitet lokal, zügig und stabil, bearbeitet Fotos präzise mit ansprechendem Ergebnis, macht sinnvolle Vorschläge und stellt viele Werkzeuge bereit. Das Upgrade von PhotoLab 6 kann auslassen, wer nicht mit schwierig in den Griff zu bekommenden Farbsituationen kämpft.

Lightroom hat Photolab funktional nur noch wenig voraus, beispielsweise KI-Auswahl. So glänzt Photolab als attraktive Alternative.

(akr@ct.de) **ct**



DxO PhotoLab 7 arbeitet standardmäßig im großen Farbraum DxO Wide Gamut. In einem einfachen Workflow lassen sich Profile erstellen, um Farben zu korrigieren.

DxO PhotoLab 7 Elite

Raw-Entwickler	
Hersteller, URL	DxO, dxo.com/de
Systemanf.	Windows ab 10, macOS ab 12.6
Preis	229 € (Upgrade 109 €)

heise +

ct

iX

Mac&i

Make:

MIT
Technology
Review
Das Magazin für Innovationen von Heise

ct **Fotografie**

c't-Abonnenten
lesen bis zu
75%
günstiger

Das digitale Abo für IT und Technik.

Exklusives Angebot für c't-Abonnenten:
Sonderrabatt für Magazinabonnenten

- ✓ Zugriff auf alle Artikel von heise+
- ✓ Jeden Freitag exklusiver Newsletter der Chefredaktion
- ✓ Alle Heise-Magazine online lesen: c't, iX, MIT Technology Review, Mac & i, Make und c't Fotografie
- ✓ 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



Da warens nur noch zwei

Sony Xperia 5 V mit 48-MP-Kamera statt Tele im Test

Das Sony Xperia 5 kombinierte bisher eine tolle Kamera, lange Laufzeit und ein verhältnismäßig kleines Gehäuse. In der fünften Generation des Android-Smartphones fehlt allerdings ein entscheidender Vorteil.

Von Jörg Wirtgen

Minimal größer und zehn Gramm schwerer als der Vorgänger ist Sonys neues Smartphone ausgefallen, die fünfte Auflage des Xperia 5. Mit 182 Gramm zählt es so gerade noch zu den Leichtgewichten; weiterhin baut es deutlich schmäler und lässt sich daher ganz gut einhändig bedie-

nen. Aufgrund seines langgezogenen Formats – über dem schon langen 21:9-Display sitzt die Selfiekamera im Rahmen – ist es aber ähnlich hoch wie die meisten anderen Smartphones und wirkt damit nicht so kompakt wie etwa das Asus Zenfone 10 (Test in c't 18/2023, S. 82) oder das Samsung Galaxy S23 (c't 7/2023, S. 104). Das schicke und griffige Alugehäuse ist trotz Analogbuchse nach IP65/68 gegen Dreck und kurzes Untertauchen abgedichtet.

Auf der Rückseite ragt ein kleiner Kamerahuckel hervor, der eleganter aussieht als bei den Vorgängern 5 IV und 5 III mit verloren wirkendem Blitz daneben. Aber wieso trägt er nur zwei Objektive, hatten die Vorgänger neben der Hauptkamera doch ein Superweitwinkel und ein Tele? Sony hat das Tele wegrationalisiert und dafür die Hauptkamera mit 52 (effektiv 48) statt 12 MP ausgestattet. In der

Kamera-App erscheint nun ein $\times 2$ -Knopf, der einen Digitalzoom aktiviert; tippt man ihn an, erscheint ein Schieber bis $\times 6$.

Beim Zweifach-Zoom spielt der Sensor seine 48 Megapixel aus und liefert ein Foto ohne Qualitätsverlust gegenüber $\times 1$, weit besser als der Zweifach-Digitalzoom des 12-MP-Sensors der Vorgänger. Doch sobald deren echte Teles anspringen ($\times 2,5$ mit $f/2,4$ beim 5 IV; $\times 2,9$ mit $f/2,3$ und $\times 4,4$ mit $f/2,8$ beim 5 III), überholen sie den Neuling im Detailreichtum. Die Digitaltele-Fotos des 5 V zeigen Artefakte, die spätestens ab vierfachem Tele in der Vollansicht am Display sichtbar sind, ohne dass man das Foto vergrößert.

Die Bilder aller Zoomstufen (inklusive der des guten Superweitwinkels und der Selfiekamera) haben stets 12 MP; von den 48 MP ist nichts zu sehen, auch nicht, wenn man in der sonst sehr funktionsreichen Kamera-App den Profimodus mit DNG-Fotos wählt. Zu Hause am PC in Ruhe die 48 MP zurechtcroppen? Fehlangezeigt. Seine Kreativität muss man mit dem Zoom-Knopf in der Kamera-App ausleben.

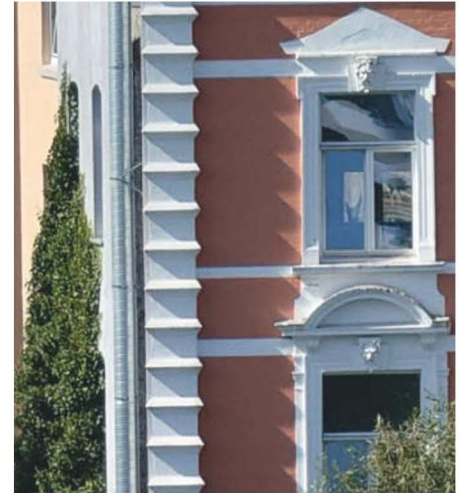
Angenehm bleiben die sehr natürlichen Farben, der gute Nachtmodus und der physische Auslöseknopf. Er startet bei ausgeschaltetem Handy die Kamera-App, stellt bei leichtem Druck scharf und löst bei stärkerem aus. Nutzt man eine Hülle, muss man je nach Material allerdings so stark drücken, dass Verwackler drohen.

Hardware

Das Xperia 5 V läuft mit einer Akkuladung wie die Vorgänger extrem lang. Es schränkt dafür Hintergrunddienste rigoros ein, was beispielsweise das Tracken bei Wanderungen stören kann oder manchmal einem Foto den GPS-Standort des davor aufgenommenen Fotos unterjubelt.

Das OLED-Display zeigt kräftige Farben und hohe Kontraste auf völlig ausreichenden 1080 Pixel Breite. Die Bildwiederholrate lässt sich auf 120 Hz hochstellen; einen adaptiven Modus vermisst man aufgrund der eh schon langen Laufzeiten nicht. Allerdings macht die maximale Helligkeit von 610 cd/m^2 das Ablesen im Sonnenlicht schwer, in der Klasse darf man 1000 cd/m^2 und mehr erwarten.

Der Snapdragon 8 Gen 2 bietet genug Rechen- und 3D-Reserve für die nächsten Jahre. Er rast so schnell wie in anderen Spitzensmartphones, drosselt aber bei Dauerlast etwas stärker als beispielsweise im Samsung S23 Ultra. 8 GByte Hauptspeicher sind ok für den Preis, aber die 128



Das Xperia 5 V zeigt bei 4,4-fachem Zoom (links) auf den ersten Blick ein gutes Foto, doch in der Vergrößerung (Mitte) werden Digitalartefakte und Detailarmut sichtbar. Das Xperia 5 III mit optischem 4,4-fach-Tele löst die Aufgabe besser, allerdings im Vergleich mit Farbstich.

GByte Flash fallen knauserig aus. Andere Ausstattungsvarianten bietet Sony nicht an. Immerhin ist ein SD-Slot vorhanden.

Der Akku brauchte fast zwei Stunden für eine volle Aufladung. Die versprochenen 30 Watt erreichte das Smartphone an mehreren, teils 90-Watt-geeigneten Ladegeräten nicht. Sony liefert keins mit. Auch 25 Watt hielt es nur einige Minuten durch. Alternativ lädt man per Qi mit 7,5 Watt.

Die Lautsprecher klingen gut und, quer gehalten, mit leichtem Stereoeffekt, etwas lauter dürften sie sein. Immerhin gibt's noch eine analoge Kopfhörerbuchse.

Am USB-C lassen sich außer Speichermedien auch Monitore betreiben. Ein 4K-Testmonitor lief allerdings nur mit Full-HD-Auflösung. Das 5 V spiegelt den Displayinhalt, einen Desktopmodus gibt es nicht.

Sony installiert ein verhältnismäßig schlankes Android, dessen Bloatware sich bis auf Facebook und LinkedIn deinstallieren beziehungsweise bei der Erstinstallation abwählen lässt. Sony will zwei Android-Updates und Sicherheitspatches bis 2026 liefern, während Google, Samsung und Fairphone schon fünf bis acht Jahre versprechen.

Fazit

Das Xperia 5 V macht vieles richtig: Spitzenlaufzeit, schneller Prozessor, schickes, handliches Gehäuse, Kopfhöreranschluss; lediglich das Display ist recht dunkel, der Flash klein und das Updateversprechen unzeitgemäß kurz. Die Kamera nimmt zwar bis zum zweifachen Digitalzoom scharfe Fotos mit angenehmen Farben und lichtstarken $f/1,9$ auf. Aber im weite-

ren Telebereich liefert sie keine zeit- und preisgemäße Qualität. Zudem stehen die 48 Megapixel dem Nutzer nicht direkt zur Verfügung. Mit dieser Kamera verliert das Xperia 5 seinen Status als Fotografie-Geheimtipp. Vielleicht legt man eher den Aufpreis fürs Xperia 1 V mit echtem Zoom und mehr Speicher drauf, auch wenn das nicht so lange läuft (c't 16/2023, S. 54).

Unter den Kompakttelefonen sind das Asus Zenfone 10 und Samsung Galaxy S23

starke Konkurrenten. Das Zenfone hat auch keinen optischen Zoom, aber nutzbare 50 MP und ist 200 Euro billiger. Das S23 kostet ungefähr gleich viel wie das Sony und bietet einen optischen Dreifachzoom sowie ein helleres Display. Die schönsten Farben liefert allerdings das Xperia 5 V. Vielleicht sind aber auch die Vorgänger 5 IV (c't 3/2023, S. 92) oder ein gebrauchtes 5 III (c't 21/2022, S. 108) eine Überlegung wert. (jow@ct.de) **ct**

Android-Smartphone

Modell	Xperia 5V
Hersteller / Farben, Varianten	Sony / blau, silber, schwarz
Betriebssystem / Security Level / Updates ¹	Android 13 / 1. Juli 23 / auf Android 16, Patches bis 2026
Display	6,1 Zoll OLED (142 mm × 61 mm), 2520 × 1080 Pixel (452 dpi), 2 ... 613 cd/m ² / Farbraum DCI-P3
Kamera	
Kamera-App unterstützt JPG / HEIF / RAW	✓ / – / ✓ (DNG)
Hauptkamera	52 MP, effektiv 12 MP (4000 × 3000), $f/1,9$, mit OIS, 24 mm, 84°
Telekamera	–
Weitwinkelkamera	12 MP (4000 × 3000), $f/2,2$, ohne OIS, 16 mm, 123°
Frontkamera	12 MP (4000 × 3000), $f/2$, ohne OIS, 24 mm, 83°
Ausstattung	
Prozessor / Kerne × Takt / GPU	Qualcomm Snapdragon 8 Gen 2 / 1 × 3,2 GHz, 4 × 2,8 GHz, 3 × 2 GHz / Adreno 740
RAM / Flash-Speicher / Kartenslot	8 GByte / 128 GByte (96 GByte frei) / ✓ (microSDXC)
5G / LTE / SIMs / eSIMs / SAR-Wert ¹	✓ / ✓ / 1 × nanoSIM / 1 × eSIM / k. A.
WLAN (Antennen) / Bluetooth / NFC / Kompass / Ortung	Wi-Fi 6E (2) / 5.3 / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo
USB / Kopfhörer / Fingerabdruckscanner	USB 3.2 (5 GBit/s), OTG, DP / ✓ / ✓ (Einschalter)
Akku / Ladezeit / Drahtlosladen	5000 mAh / 1,8 h mit mitgeliefertem Netzteil / ✓
Abmessungen / Gewicht / Schutzklasse	15,5 × 6,9 × 0,9 ... 1,05 cm / 182 g / ✓ (IP65/IP68)
Messungen, Laufzeiten, Benchmarks	
Laufzeiten bei 200 cd/m ² Helligkeit	25,4 h lokales HD-Video / 12,8 h lokales 4K-Video / 20,1 h 3D-Spiel / 18,9 h Surfen / 19,4 h Videostream
Coremark / Geekbench V5 (je Single, Multi)	30388, 131566 / 1463, 4932
GFXBench Manhattan 3.1 Offscreen / 3DMark Wild Life Extreme	219 fps / 3799
Preis	999 €

¹ Herstellerangabe



Android auf die Spitze getrieben

Googles neue Smartphones Pixel 8 und Pixel 8 Pro im Test

Das Pixel 8 und das Pixel 8 Pro räumen einige Kritikpunkte der Vorgänger aus, bringen mehr KI und schönere Bilder und überraschen beim Thema Update-Versorgung.

Von Stefan Porteck

Auch die achte Generation von Googles Pixel-Smartphones bleibt der Designsprache treu, die schon mit dem Pixel 6 eingeführt wurde: Über die Rückseite des Pixel 8 und des 8 Pro zieht sich auf voller Breite der Kamerasteg. Mittlerweile besteht er nicht mehr aus Glas, sondern

aus Aluminium. Den Rahmen baut Google ebenfalls aus dem Leichtmetall, die Rückseite aus Glas.

Gehäuse und Display

Auch die Pixel-Telefone der achten Generation verkauft Google in zwei Größen und mit leicht unterschiedlicher Ausstattung. Das kleine Modell hat ein OLED-Display mit einer Diagonalen von 6,2 Zoll (157 mm). Der Bildschirm fällt damit etwas kleiner aus als der direkte Vorgänger und merklich kleiner als das Pixel 6 mit seinen 6,4 Zoll. Das Display zeigt wie bei den Vorgängern 1080 × 2400 Pixel und kommt so auf eine Pixeldichte von 428 dpi. Das Pixel 8 Pro hat wie sein Vorgänger eine Bildschirmdiagonale von 6,7 Zoll (170 mm) und eine Auflösung von 1344 × 2992 Bildpunkten (489 dpi). Selbst kleine Schriften und feine

Details in Fotos wirken also auf beiden Pixel-Modellen gestochen scharf.

Die Displays punkten außerdem mit einer kontrastreichen Darstellung und sehr satten Farben. Fotos sehen knackig aus, die Farbmischung empfinden wir natürlich. Die Winkelabhängigkeit beider Telefone ist sehr gering, sodass sich aus flachen Blickwinkeln betrachtet die Farben kaum verändern.

Das Pixel 8 hat zudem bei der Anzeige von Bewegtbildern zugelegt: Das OLED bietet eine variable Bildwiederholrate zwischen 60 und 120 Hertz – der Vorgänger schaffte maximal 90 Hertz. Das Scrollen durch Webseiten und Listen läuft entsprechend butterweich und ohne Mikro-ruckler. Weiterhin bietet das Pixel 8 Pro eine variable Bildwiederholrate in einem Intervall von 1 bis 120 Hertz.

Verbesserungen gibt es auch bei der Displayhelligkeit. Während die Pixel-7-Modelle in der prallen Sonne für wenige Minuten mit 1400 cd/m² leuchten, sind es beim Pixel 8 nun 1750 cd/m² und beim 8 Pro 1905 cd/m² (jeweils auf einem Schachbrettmuster gemessen). In unseren Tests ließen sich beide Geräte unter Sonnenlicht besser ablesen als die vorherigen Modelle. Die maximal einstellbare Leuchtdichte beträgt 974 cd/m² beziehungsweise 960 cd/m² beim Pixel Pro.

Prozessor und Akku

Nachgelegt hat Google auch unter der Haube: Die Tensor-Architektur besteht aus

einer CPU, einer GPU sowie einem Titan-M2-Sicherheits- und einem KI-Chip und zieht in beide Modelle in der dritten Generation ein. Die CPU enthält weiterhin drei Cluster, doch diese rechnen schneller und sind anders aufgeteilt. So kommt im Tensor G3 ein starker ARM-Cortex-X3-Kern mit einer Taktfrequenz von 3 GHz zum Einsatz. Ihm steht ein Cortex-A715-Cluster mit vier Kernen und einer Taktfrequenz von 2,45 GHz zur Seite. Die dritte Recheneinheit dient dem Stromsparen und bringt vier Kerne (Cortex-A510) mit, die mit einer Frequenz von 2,15 GHz laufen.

Obgleich der Tensor G3 einen Kern mehr mitbringt als der aktuelle Snapdragon 8 Gen 2 von Qualcomm, muss er sich diesem geschlagen geben. In den Benchmarks 3DMark und GFXBench bleiben die Pixel-8-Telefone hinter den mit dem Snapdragon ausgestatteten Samsung-Phones Galaxy Z Fold 5 und Galaxy S23 Ultra zurück. Auch das aktuelle iPhone rechnet flotter als die Pixel-Geräte. Im Vergleich zu den meisten Smartphones der oberen Mittelklasse schneiden das Pixel 8 und das 8 Pro aber gut ab. Je nach Benchmark eilen die Pixel 8 ihren Vorgängern um mehr als zehn Prozent. Im Alltag steht bei beiden Telefonen ohnehin in jeder Situation mehr als genug Leistung bereit. Apps starten und reagieren superflott und nichts stockt oder ruckelt.

Anders als bei den vorherigen Pixel-Telefonen mit Tensor-SoC bleibt das nun auch weitgehend unter Volllast so: Die

erste und zweite Tensor-Generation waren unter anderem auch dafür bekannt, unter Last ziemlich warm zu werden und dann die Leistung zu drosseln. Bei der Vorstellung der Pixel-8-Telefone erwähnte Google, dass man sich des Problems angenommen habe. In unseren Benchmarks wurden die Telefone im Stresstest an der Rückseite rund 40 Grad warm und drosselten die Leistung ungefähr auf dem gleichen Niveau etlicher anderer Smartphones.

Während das Pixel 8 und 8 Pro mit dem gleichen SoC ausgestattet sind, unterscheiden sie sich bei der Speicherausstattung. So hat das kleine Achter 8 GByte RAM an Bord und ist mit 128 oder 256 GByte Flash-Speicher zu haben. Im Pixel 8 Pro stecken 12 GByte RAM und es ist mit 128, 256 und erstmals auch 512 GByte Flash-Speicher erhältlich. Wie bei Pixel-Phones üblich, lässt sich der Speicher nicht mittels SD-Karten erweitern.

Die Akkukapazität ist bei beiden Geräten geringfügig gewachsen. Das Pixel 8 hat eine Kapazität von 4575 mAh, beim größeren 8 Pro sind es 5050 mAh. In unseren Tests reichte das für akzeptable Laufzeiten von 8 Stunden bei der Wiedergabe eines lokal gespeicherten 4K-Videos und rund 18 Stunden bei Full-HD-Videos sowie mehr als 9 Stunden beim Spielen und 20 bis 22 Stunden YouTube-Streaming. Die Laufzeit beider Telefone hat sich damit gegenüber den Vorgängern verbessert, gehört im Segment der

Oberklasse-Smartphones aber weiterhin nur zum Durchschnitt.

Geladen wird am USB-C-Kabel dank Power Delivery (USB PD 3.0) mit 30 Watt. Drahtlos laden beide Telefone an Qi-zertifizierten Ladern mit 12 Watt. Etwas schneller geht es am von Google angebotenen Pixel Stand, wo das Pixel 8 auf eine Ladeleistung von 18 Watt kommt und das 8 Pro auf 23 Watt.

Kamera mit Extras

Vorherige Pixel-Generationen haben sich mit hoher Fotoqualität einen Namen gemacht. Daran knüpfen auch die neuen Geräte an. Ihre Hauptkameras bieten Laserfokus, optische und elektronische Bildstabilisierung und einen rauscharmen 50-Megapixel-Sensor. Die Blende von $f/1,68$ und das Sichtfeld von 82° ist bei den Hauptkameras beider Telefone identisch. Das Pixel 8 zoomt optisch zweifach, das 8 Pro fünffach. Dank KI und Softwareunterstützung beträgt die maximale Vergrößerung beim Pixel 8 achtfach und beim 8 Pro sogar 30-fach und liefert bei gutem Licht ordentliche Ergebnisse. Unterschiede gibt es auch bei der Auflösung der Ultraweitwinkelkamera: Beim Pixel 8 hat sie 12 Megapixel, beim 8 Pro sind es 48 Megapixel. Das Sichtfeld beträgt bei beiden 125° . Das Pixel 8 Pro verfügt zudem über eine dritte 48-MP-Kamera mit einem Teleobjektiv für Makroaufnahmen.

Derart ausgestattet schießen beide Telefone ansehnliche Fotos mit sauberen Helligkeitsabstufungen und hohem Kontrast. Feine Details werden scharf eingefangen und wirken an Objektkanten nicht unangenehm überschärft. Farben landen satt und Grautöne neutral in den Fotos, sodass diese natürlicher wirken als bei vielen Konkurrenten. Bei wenig Licht schneiden die Telefone ebenfalls gut ab: Die Sensoren zeichnen sich durch wenig Bildrauschen aus. Der Nachtmodus der Kamera-App kombiniert zudem mehrere Aufnahmen mit unterschiedlicher Belichtungszeit zu einem Bild. Hier hat Google offenbar auch an den Algorithmen gefeilt, denn Fotos in sehr dunkler Umgebung zeigen nun einen geringeren Rotstich als bei den vorherigen Modellen.

Der eigentliche Clou bei Pixel-Telefonen ist die Kamera- beziehungsweise Photo-App, die mithilfe von KI die Bilder mitunter beeindruckend verbessert. So löscht der magische Radierer schon seit Längerem ungewollte Bildelemente automatisch aus Fotos. Auch verwackelte Ge-



Anders als beim Pixel 8 (links) ist die Rückseite des Pixel 8 Pro (rechts) mattiert und im Kamerasteg steckt eine zusätzliche Linse für Makroaufnahmen.

sichter rettet die KI durch Nachschärfen in vielen Fotos. Neu hinzugekommen ist nun eine Funktion namens „Beste Aufnahme“. Bei Gruppenfotos erstellt sie mehrere Einzelbilder und kombiniert diese so, dass in der fertigen Aufnahme alle Personen lächeln und in die Kamera schauen.

Noch beeindruckender ist der magische Editor, der ebenfalls mittels KI den Nutzern mit wenigen Fingertipps Retuschen ermöglicht, für die man normalerweise gute Kenntnisse von Gimp oder Photoshop benötigen würde. Mit dem Editor lassen sich ganze Bildelemente innerhalb der Fotos verschieben oder in der Größe ändern.

Bislang funktionierte die Kamera-App sehr intuitiv, ließ Profis aber kaum eine Möglichkeit, die Aufnahmeparameter umfangreich zu beeinflussen. Beim Pixel 8 Pro kehrt Google davon ab: Die App lässt sich in einen Pro-Modus umschalten, in dem man die Bilder im RAW-Format und

in voller 50-Megapixel-Auflösung speichern kann. Zudem erlaubt die App dann eine manuelle Anpassung von ISO, Belichtungszeit und Weißabgleich.

Android exklusiv und in Reinform

Beide Pixel 8 laufen mit dem unlängst veröffentlichten Android 14. Wie bei Google-Phones üblich, kommt das Betriebssystem ohne Verschlimmbesserungen an der Oberfläche und ohne Bloatware daher. Ein weiterer Pluspunkt: Betriebssystemupdates und die monatlichen Sicherheitspatches landen auf den Pixel-Telefonen als Erstes. In der Vergangenheit musste Google sich aber oft den Vorwurf gefallen lassen, dass die Support-Dauer nicht so lang ausfällt wie etwa bei Apple. Hier hat Google ordentlich nachgelegt: Das Pixel 8 und das 8 Pro erhalten Updates bis ins Jahr 2030. Damit sind nicht nur die monatlichen Patches gemeint, sondern auch Feature Drops und neue Betriebssystem-

versionen. Beide Smartphones werden somit noch in den Genuss von Android 21 kommen.

Darüber hinaus bringen die Pixel-8-Telefone wieder ein paar exklusive Funktionen mit. So kann der Google Assistent auf den Pixel-8-Phones im Chrome-Browser geöffnete Webseiten vorlesen und übersetzen. Im englischsprachigen Raum ist der Assistent zusätzlich in der Lage, den Inhalt einer Webseite zusammenzufassen.

Nachgelegt hat Google auch bei der Biometrie: Seit dem Pixel 7 ist eine Face-Unlock-Funktion an Bord, bislang entspernte sie aber nur das Telefon. Für sicherheitsrelevante Vorgänge wie Homebanking-Freigaben oder In-App-Käufe musste weiterhin der Fingerabdruck gescannt oder die PIN eingegeben werden. Beim Pixel 8 und 8 Pro klappt das nun auch mit der Gesichtserkennung. Zusätzliche Hardware für die Tiefenerkennung hat Google dafür nicht verbaut, sondern verweist auf verbesserte KI-Algorithmen.

In unserem Test funktionierte das Entsperren via Gesichtserkennung flott und zuverlässig – allerdings nur bei guten Lichtverhältnissen. Nach der Dämmerung und in schummriger Umgebung forderten beide Pixel-Modelle den Fingerabdruck oder die PIN, während ein aktuelles iPhone mit seinen zusätzlichen Sensoren bei gleichen Lichtverhältnissen weiterhin Face-Unlock ermöglichte. Dafür klappte in unseren Tests das Entsperren per Fingerabdruck nun besser als bei älteren Modellen: Sowohl die Erkennungsrate als auch die Geschwindigkeit war höher.

Fazit

Die Pixel-8-Telefone sind flotter als ihre Vorgänger und haben wieder eine sehr gute Kamera an Bord. Wermutstropfen: Je nach Modell und Ausstattung sind sie auch 100 bis 150 Euro teurer. Wer ein Pixel-Telefon der sechsten oder siebten Generation besitzt, dürfte den Umstieg deshalb eher scheuen, denn auch die Vorjahresgeräte arbeiten flott und schießen tolle Fotos.

Wer ohnehin mit einem neuen Android-Smartphone liebäugelt, kann mit den beiden Pixel-Modellen kaum etwas falsch machen. Dem gestiegenen Preis steht immer noch ein Paket aus gelungener Hard- und Software entgegen, das dank der langfristigen Updates den nächsten Smartphonekauf in weite Ferne schiebt.

(spo@ct.de) ct

Google-Smartphones

Modell	Pixel 8	Pixel 8 Pro
Hersteller	Google	Google
Betriebssystem / Security Level	Android 14 / Oktober 2023	Android 14 / Oktober 2023
Display / Auflösung	6,2" -OLED / 2400 × 1080 Pixel, 426 dpi	6,7" -OLED / 2992 × 1344 Pixel, 487 dpi
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung / max. Bildrate	1,8 ... 1750 cd/m² / 86,3 % / 120 Hz	1,8 ... 1905 cd/m² / 89,1 % / 120 Hz
Kamera		
Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS	50 MP (4080 × 3072) / f/1,68 / ✓	50 MP (8160 × 6144) / f/1,68 / ✓
Ultraweitwinkel Auflösung / Blende / Sichtfeld / OIS	12 MP (4080 × 3072) / f/2,2 / 125,8° / -	48 MP (8160 × 6144) / f/1,95 / 125,5° / -
Tele Auflösung / Blende / OIS	–	48 MP / f/2,8 / ✓
Frontkamera Auflösung / Blende / OIS	10,5 MP (3648 × 2736) / f/2,2 / -	10,5 MP (3648 × 2736) / f/2,2 / -
Ausstattung		
Prozessor / Kerne × Takt / GPU	Google Tensor G3 / 1 × 3 GHz, 4 × 2,45 GHz, 4 × 2,15 GHz / Mali-G715	Google Tensor G3 / 1 × 3 GHz, 4 × 2,45 GHz, 4 × 2,15 GHz / Mali-G715
RAM / Flash-Speicher / Kartenslot	8 GB / 128 GB / –	12 GB / 128 GB / –
WLAN (Antennen) / Bluetooth / NFC / Kompass / Ortung	Wi-Fi 7 (2) / 5.3 / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo	Wi-Fi 7 (2) / 5.3 / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo
USB-Anschluss / Kopfhöreranschluss	USB-C 3.2 Gen. 2 / -	USB-C 3.2 Gen. 2 / -
Akku / Ladeleistung / Drahtlosladen	4575 mAh / 30 W / ✓	5050 mAh / 30 W / ✓
Abmessungen / Gewicht / Schutzklasse	15,1 cm × 7,1 cm × 0,9 cm / 187 g / ✓ (IP68)	16,3 cm × 7,7 cm × 0,9 cm / 213 g / ✓ (IP68)
Messungen, Laufzeiten, Benchmarks		
Laufzeiten bei 200 cd/m² Helligkeit	18,4 h lokales Video / 7,6 h lokales 4K-Video / 9,9 h 3D-Spiel / 22,2 h Videostream	17,7 h lokales Video / 8,3 h lokales 4K-Video / 9,4 h 3D-Spiel / 20,6 h Videostream
3DMark Wild Life	8513	8403
Geekbench V4 Single, Multi / V5 Single, Multi	6461, 14.580 / 1279, 3523	6526, 14.837 / 1273, 3792
GFXBench Car Chase / Manhattan 3.0 / Manhattan 3.1 (je On-, Offscreen)	85 fps, 90 fps / 120 fps, 220 fps / 114 fps, 129 fps	77 fps, 79 fps / 120 fps, 227 fps / 120 fps, 149 fps
Bewertung		
Performance / Akku	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕
Display / Kamera	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
Software / Ausstattung	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕
Preis	799 € (128 GByte), 859 € (256 GByte)	1099 € (128 GByte), 1159 € (256 GByte), 1299 € (512 GByte)
✓ vorhanden — nicht vorhanden k.A. keine Angabe ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht		



@ heise Academy



Stark gegen Hacker

Ein Klick, Ihre Entscheidung.

Cyberkriminelle werden immer raffinierter und Angriffe immer ausgefeilter. Deshalb sind Weiterbildungen für IT-Professionals in der **IT-Security** unverzichtbar. Bleiben Sie am Puls der Zeit, vertiefen Sie Ihr Wissen und lernen es praktisch einzusetzen, um Ihre IT zu schützen.

Praxisnahes IT-Wissen, vermittelt von erstklassigen Referenten: Die Schulungen der heise Academy überzeugen vor allem durch thematischen Tiefgang, aktuelle Themen und individuelle Betreuung. Unsere ix-Workshops bieten Ihnen **Expertenwissen für IT-Professionals**.

Investieren Sie in Ihre berufliche Zukunft – mit unseren praxisnahen Schulungen.



Jetzt handeln und IT-Security-Schulungen entdecken:
heise-academy.de/ix-gegen-hacker



Personal Trainer

Whoop: Fitnessarmband mit OpenAI-Coach im Test

An Wearables, die Aktivitäten und Vitaldaten erfassen, besteht wahrlich kein Mangel: Unzählige Firmen bieten passende Smartwatches, smarte Sportuhren und Tracker an. Die US-Firma Whoop ist bei Sportlern und in der Quantified-Self-Szene wegen ihrer detaillierten Auswertungen dennoch eine Hausnummer. Nun setzt der Anbieter mit einem virtuellen Trainer auf Grundlage einer generativen KI noch einen drauf.

Von Nico Juran

Das Whoop-Konzept hebt sich durch zwei Punkte hervor: Zum einen durch Rund-um-die-Uhr-Überwachung des Körpers mit dem „Whoop 4.0“ genannten Band, zum anderen durch eine App für Android und iOS, die nicht nur Schlaf, Erholung und Belastung auswertet, sondern konkrete Ratschläge gibt, die laut Hersteller die Leistungsfähigkeit des Körpers verbessern. Whoop verkauft das Band nicht einzeln, sondern bietet ein Abo an, bei dem der Nutzer es dazu erhält, zu Preisen ab 18,50 Euro pro Monat bei einem Zweijahresvertrag. Ohne Abo ist das Band nutzlos.

Ende September erweiterte Whoop sein Konzept: Die App enthält nun einen KI-Coach, der nicht nur technischen Support leistet, sondern auch allgemeine und individuelle Gesundheits- und Fitnessfragen beantwortet. Der Coach stützt sich auf GPT-4, der aktuellen Fassung der generativen künstlichen Intelligenz von OpenAI, bekannt durch ChatGPT.

Die KI ist in der App als Chatfenster integriert, in das man seine Fragen tippt

und kurz darauf eine Textantwort erhält. Wie bei ChatGPT kann man dabei frei formulieren und Folgefragen stellen. Die KI wurde erwartungsgemäß vor allem mit Daten um Fitness, Gesundheit und Whoop trainiert. Zwar beantwortet sie einige allgemeine Fragen wie „Wie hoch ist der Eiffelturm?“, führt das Gespräch aber gleich wieder auf ihr Kerngebiet zurück.

Das Band

Um die KI sinnvoll nutzen zu können, benötigt diese Körperdaten, die vorrangig das Whoop-Band liefert. Dieses setzt sich mit Sensoren zur Messung von Beschleunigung, Herzfrequenz, Herzfrequenzvariabilität, Sauerstoffsättigung des Bluts und Hauttemperatur nicht von anderen Trackern ab. Auf Display und GPS hat der Hersteller nach eigenen Angaben zugunsten einer längeren Laufzeit (rund 5 Tage) verzichtet. Während man andere Tracker zum Laden abnimmt, kommt Whoop mit einer Mini-Powerbank zum Aufstecken, die es im laufenden Betrieb drahtlos mit neuem Saft versorgt.

Durch sein stufenlos verstellbares und wechselbares Stoffarmband trägt sich das Whoop auch auf Dauer angenehm. Kleiner Wermutstropfen: Beim Duschen saugt es sich mit Wasser voll und trocknet nur langsam. Whoop bietet mittlerweile schneller trocknende „Hydroknit“-Bänder als Zubehör für je 49 Euro an.

Mangels Display am Band benötigt man die App, um seine Werte zu sehen. Für die Datenerfassung muss das Whoop aber nicht in der Nähe des Smartphones sein: Es speichert Daten für bis zu zwei Wochen und überträgt sie beim nächsten Funkkontakt über Bluetooth LE. Die Daten gehen von der App zur Verarbeitung in die Cloud und wieder zurück. Wir hatten häufiger das Gefühl, es sei gar nichts erfasst worden, weil der Datentransfer so lange dauerte. Whoop selbst empfiehlt, die App im Hintergrund laufen zu lassen.



Die App präsentiert eine Reihe von Werten, wie Atemfrequenz, Kalorienverbrauch, Stress, Belastung, Erholung und Schlaf. Die übliche Anzeige der absolvierten Schritte fehlt, vielmehr setzt Whoop zur Motivation auf tägliche Belastungsziele auf Basis des individuellen Fitnesslevels und der Erholung. Im Großen und Ganzen konnten wir diese nachvollziehen, teils waren sie aber so niedrig, dass wir sie bereits mittags auch ohne sportliche Aktivitäten erreichten.

Die Aktivitätserfassung

Das Schlafrtracking überzeugte: Whoop erkannte sogar kurze Nickerchen. Die angezeigten Daten waren grundsätzlich schlüssig und die daraus ermittelten Angaben zum Erholungszustand des Testers stimmten in der Regel mit dem gefühlten Erschöpfungsgrad überein. Beim Stresslevel lag Whoop jedoch häufiger in beide Richtungen daneben.

Die automatische Erkennung von Aktivitäten hinterließ ein gemischtes Bild. So erfasste das Band Crossfit-Trainings trotz der Mischung aus Cardio- und Kraftübungen auf die Minute genau, Aktivitäten wie kurze Fahrten mit dem Rad, Golfrunden und Tanzstunden aber nicht. Hier quittierte die App bestenfalls einen höheren Stresspegel. Das liegt daran, dass die Whoop-Automatik eine kontinuierliche Pulsfrequenz von rund 50 Prozent über dem Ruhepuls für mindestens 15 Minuten verlangt. Alternativ kann man die Aktivitäten in der App starten und stoppen oder nicht erkannte Aktivitäten dort nachträglich manuell hinzufügen. Dadurch soll Whoop auch lernen, eine Aktivität selbst

besser zu erkennen; im Testzeitraum konnten wir das nicht nachvollziehen.

Das ist bei Weitem nicht das einzige Mal, dass der Nutzer selbst tätig werden muss: Die Whoop-App fordert dazu auf, ein tägliches Logbuch zu führen. Dort kann man Fragen zu fast 150 Verhaltensweisen beantworten, von Ernährung und Aktivitäten über emotionale Zustände, die Einnahme von Medikamenten bis hin zu sexuellen Aktivitäten. Teilweise fragt das Logbuch dabei nach genauen Angaben, die ohne Zusatzaufwand nur schwer zu erfassen sind, etwa bei der Einnahme von Eiweiß über Lebensmittel in Gramm. Dann hantiert Whoop wiederum, zum Beispiel bei Koffein, mit „Portionen“, von denen der KI-Coach auf Nachfrage selbst sagt, dass sie recht ungenau sind, weshalb man bei einer großen Dose Energy-Drink lieber einen höheren Wert angeben sollte.

Wer Whoop vernünftig nutzen will, kommt aber nicht umhin, das Logbuch (möglichst ausführlich) zu befüllen, da die Angaben neben den Werten des Bandes die Grundlage für die Empfehlungen bilden. Auch der KI-Coach wertet laut Whoop tausende persönliche Datenpunkte seiner Nutzer aus. Laut Hersteller schöpft das System erst nach circa drei Monaten kontinuierlicher Nutzung sein volles Potenzial aus.

Da es sich um höchstpersönliche Daten handelt, fragte c't nach, wie es um deren Schutz steht. Laut Whoop hat der Schutz der Daten höchste Priorität und

man stelle sicher, dass OpenAI sie nicht für andere Zwecke verwendet. Whoop arbeitet nach eigenen Angaben DSGVO-konform, bei OpenAI ist das nicht unbedingt der Fall (siehe heise-online-Bericht unter ct.de/yrdx).

Der KI-Coach

Doch was leistet nun der KI-Coach? Er kann den Nutzer etwa darüber informieren, ob dessen Leistungsfähigkeit im „normalen“ Bereich liegt. Auf die Frage: „Wie ist mein Schlaf im Vergleich zu anderen Menschen?“ erfuhr der Autor, dass er für einen Mann in seinem Alter ein niedrigeres Schlafbedürfnis hat als der Durchschnitt, aber dennoch länger als dieser schläft.

Weiter kann man sich Ratschläge holen, um etwa seine Schlafqualität zu verbessern. Hier gibt der KI-Coach nicht nur allgemeine und hinreichend bekannte Ratschläge wie den, abends kein Koffein mehr zu sich zu nehmen, sondern schaut auch im Logbuch nach dem Nutzerverhalten, um daraus Vorschläge zu generieren. Haben die Beschwerden medizinische Gründe, ersetzt der KI-Coach aber nicht den Arztbesuch.

Whoop wirbt schließlich damit, dass der virtuelle Coach individuelle Trainingspläne für den Nutzer erstellen kann und nennt selbst das Beispiel, einen Lauf in einer bestimmten Zeit absolvieren zu wollen. Tatsächlich riet die KI auf diese Anfrage nur zu allgemeinem Cardiotraining auf einem bestimmten Niveau, rückte aber keine konkreten Laufpläne heraus.

Als wir darauf vorgaben, im nächsten Monat einen Marathon in unter zwei Stunden laufen zu wollen, störte sich die KI nicht an diesem Ziel, sondern setzte nur unser Cardiotraining hoch. Als wir ihn darauf hinwiesen, dass dies ein neuer Weltrekord wäre, folgte jedoch nicht nur eine Entschuldigung, sondern eine Überraschung: Nun fragte der Coach nach unserer aktuellen Trainingszeit und lieferte einen detaillierten Laufplan für ein realistisches Ziel. Bis zum Ende der Betaphase will Whoop solche Bugs beseitigen.

Fazit

Whoop ist in der Lage, dem Nutzer einen wesentlich tieferen Einblick in dessen Fitness- und Gesundheitszustand zu geben als übliche Tracker und Fitness-Apps. Um dieses Potenzial auszunutzen, muss sich der User aber auch stärker an der Datensammlung beteiligen. Selbst, wenn Whoop die automatische Aktivitätserfassung



Bevor Whoop konkrete Empfehlungen geben kann, muss der Dienst erst einmal genug Daten gesammelt haben. Nach 90 Tagen erfährt man beispielsweise, welche Faktoren sich auf die Erholung auswirken.

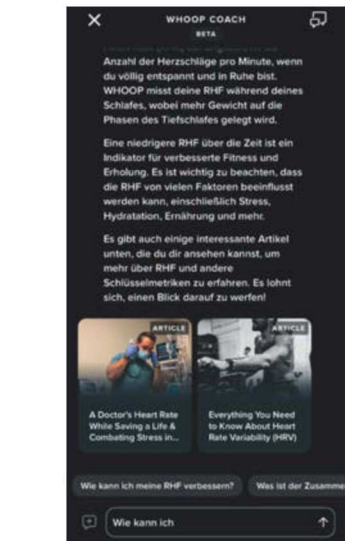
künftig verbessert, ist das System damit weniger etwas für Menschen, die ab und an mal eine Runde Sport treiben und dabei ihren Puls kontrollieren, sondern mehr für solche, die ihre Gesundheit beziehungsweise Leistungen optimieren wollen.

Für den stolzen Abopreis, den Whoop für seinen Dienst aufruft, kann man als Kunde eine individuellere Betreuung als bei Fitbit & Co. erwarten. Wenn man schon keinen menschlichen Trainer zur Seite gestellt bekommt, ist der KI-Coach tatsächlich die beste Option. Whoops Ansatz ist hierbei durchaus gelungen, bei den beworbenen Trainingsplänen beziehungsweise deren Abruf ist aber noch Luft nach oben. (nij@ct.de) **ct**

heise-online-Bericht zum Datenschutz bei OpenAI: ct.de/yrdx

Whoop 4.0 mit OpenAI-Coach

Fitnessarmband mit generativer KI	
Hersteller, URL	Whoop, www.whoop.com
Sensoren	Beschleunigung (drei Achsen), Puls (optoelektrisch), Hauttemperatur
Systemvoraus.	Smartphone mit Android ab 10.0 oder iOS ab 14, Bluetooth ab 4.2
Lieferumfang	Band, Akkupack
Preis	265 / 444 Euro (Jahres-/Zweijahresvertrag), kostenloser Testmonat mit refurbisstem Gerät, Wechselarmband: 49 Euro



Stellt man dem KI-Coach Fragen zu allgemeinen Gesundheitsthemen, bekommt man oft weiterführende Artikel angezeigt, in denen man sich weiter in die Materie einlesen kann.



Mobile Aschevögel

Kompakte Notebooks mit Ryzen 7040U

AMD hat seinen neusten Mobilprozessor Ryzen 7040U alias Phoenix bereits Anfang 2023 angekündigt, doch damit bestückte Notebooks tröpfeln erst seit dem Spätsommer in den Handel. Wir haben vier der ersten ins c't-Labor geholt.

Von Florian Müssig

AMD hatte Anfang 2023 die Prozessor-Generation Ryzen 7000 angekündigt. Doch damit kam auch ein neues Namensschema, welches die den CPUs zugrundeliegende Technik verschleierte. Die Stars sind Prozessoren mit 7040er-Nummern,

die Zen-4-Kerne und KI-Einheiten enthalten. Als Ryzen 7035 verkauft AMD hingegen eine Neuauflage der Ryzen-6000-Generation von Anfang 2022 und als Ryzen 7030 einen Refresh der Ryzen 5000, welche bereits 2021 debütierten.

Wegen des Namensschemas konnte man schon im Frühjahr 2023 erste Ryzen-7000-Notebooks kaufen, doch bei diesen handelte es sich entweder um längst bekannte Notebooks, in denen jetzt ein Ryzen 7030/7035 eingebaut wurde, oder um wenige Gamingrechner mit Ryzen 7040H (45 Watt Thermal Design Power, TDP), wo die durch 4-Nanometer-Strukturbreiten versprochene bessere Effizienz kaum zum Tragen kam. Auf kompakte Notebooks mit dem besonders attraktiven Ryzen 7040U (15 Watt TDP) musste man hingegen bis in den Spätsommer warten.

Für diesen Test haben sich vier Vertreter im c't-Labor eingefunden. Das Acer Swift Go 14, das HP EliteBook 845 G10 und das Lenovo ThinkPad P14s sind 14-Zöller mit 16:10-Bildschirmen, der Framework Laptop 13 hat hingegen einen 13,5-Zoll-Bildschirm im 3:2-Format. Die getesteten Ausstattungsvarianten kosten zwischen 900 Euro (Acer) und 1850 Euro (Framework).

Zen 4 für Notebooks

Ryzen 7040 trägt AMD-intern den Codenamen Phoenix. Im Maximalausbau gibt es zwar wie beim Ryzen 6000/7035 acht Kerne, doch hier stützen sie sich erstmals auf die Architektur Zen 4. Sie liefern sowohl wegen Designverbesserungen als auch wegen des feineren Fertigungsprozesses von 4 Nanometer Strukturbreite mehr Leistung als die Zen-3-Kerne der Vorgängergenerationen, und das sowohl bei Single- als auch Multithreading-Last. Dabei kommt es weiterhin stark auf die Kühlsysteme in Notebooks an, wie viel Performance tatsächlich beim Nutzer ankommt.

Im Testfeld passt das: Der Achtkerner Ryzen 7 7840U kommt in den Notebooks von Framework und Lenovo gut auf Touren und auch die Ryzen-5-Sechskerner bei

Acer und HP schlagen sich ordentlich. Das gilt nicht nur im hausinternen Vergleich gegen Ryzen 6000/7035 und Ryzen 5000/7030: Der Ryzen 7740U verweist Intels Core i7-1360P (mit vier Performance und acht Effizienz-kernen, abgekürzt 4P + 8E) auf die Plätze und lässt auch den seltenen Core i7-1370P (6P + 8E) hinter sich. Er ist sogar vielen H-Modellen wie dem Core i7-13700H oder Core i9-13900H (beide 6P + 8E) ebenbürtig, die mehr Abwärme erzeugen dürfen. Apples M2 (4P + 4E) muss sich eindeutig geschlagen geben, und auch das Duell eine halbe Preisklasse darunter entscheidet der Ryzen 5 7640U (6P) gegen den Core i5-1340P (4P + 8E) für AMD.

Die im Prozessor enthaltene Grafikeinheit heißt im nur im Ryzen 7 vorgesehenen Vollausbau mit 12 Compute Units (CUs) Radeon 780M und hat ein RDNA3-Innenleben samt Raytracing-Unterstützung. Für schicke Effekte in aktuellen Spielen fehlt ihr allerdings wie allen integrierten GPUs 3D-Leistung, sodass man Raytracing in der Praxis kaum zuschalten wird: Selbst bei niedrigen Grafikeinstellungen kann es zu ruckelnden statt flüssigen Bildwiederholraten kommen. Letzteres gilt erst recht bei den abgespeckten Radeon 760M (8 CUs) und 740M (4 CUs), die Ryzen-5-Typen zuteilwerden.

Mobile KI

Die größte Ergänzung gegenüber bisherigen Ryzen-Generationen ist eine KI-Einheit namens Ryzen AI mit XDNA-Technik. In der Praxis bringt Ryzen AI noch nicht viel: Zunächst beschränkt sich AMD auf

Microsofts Studioeffekte in Windows 11, die beispielsweise bei der Webcam den Nutzer erkennen und den Hintergrund unscharf rechnen. Das ist nicht gerade die KI-Killeranwendung und selbst diese konnten wir im Testfeld einzig beim Acer Swift Go 14 nutzen. Und bei keinem der vier Notebookhersteller fanden wir auf den jeweiligen Produktwebseiten irgendwelche Werbeaussagen hinsichtlich Ryzen AI.

Umfassendere KI-Entwicklerschnittstellen hat AMD zwar versprochen, aber bislang noch nicht bereitgestellt. AMDs gegen Apple und Intel gerichtetes Marketing-Trommelfeuer, das die KI-Einheit beim x86-Prozessor Ryzen 7040 in den Vordergrund stellte, ist also zumindest bisher ein Rohrkrepierer.

Als spezialisierte Hardwareeinheit ist Ryzen AI generell sowieso nur dafür gedacht, im Hintergrund anfallende Aufgaben wie die schon erwähnte Hintergrundunschärfe möglichst effizient – sprich: mit wenig Lüfterlärm und Laufzeiteinbußen – abzuwickeln. Sie ähnelt damit konzeptionell den Videoeinheiten, die Bewegtbilder in verschiedenen Codecs und Auflösungen ohne CPU-Belastung abspielen. Kurzfristige, hohe Rechenlast, etwa wenn generative KI ein Bild erzeugt oder erweitert, ist weiterhin besser auf den viel stärkeren CPU- und GPU-Kernen aufgehoben.

Unklare Sicherheit

Zur Kategorie „Hardwareeinheiten, deren Nutzen unklar ist“ gehört auch der von Microsoft entwickelte und von AMD und Qualcomm eingebaute Sicherheitskoprozessor Pluton. Er war vor Ryzen 7040 auch

schon Teil von Ryzen 6000/7035, doch wir haben ihn im Testfeld das erste Mal live in Notebooks angetroffen: Bei Acer und HP listete der Windows-Gerätemanager unter Sicherheitsgeräte AMDs PSP und das Trusted Platform Module TPM 2.0, während bei Framework und Lenovo zusätzlich eben auch noch Pluton auftauchte.

Zumindest bei Framework waren wir darüber verwundert, denn auf dem Notebook lief Windows 11 Home, während Microsoft nur die Windows-11-Editionen Pro, Enterprise und Education als Pluton-kompatibel benennt. So oder so: Es ist nicht bekannt, in welcher Form Pluton bereits von Windows 11 genutzt wird und ob überhaupt, denn es fehlt an Marktdurchdringung. Das Gros aller verkauften Notebooks verwendet Intel-Prozessoren und diese enthalten keinen Pluton.

Seit Ryzen 6000 enthalten AMDs Mobilprozessoren einen USB4-Controller, der Datentransfers mit 40 Gbit/s ermöglicht, was auf Augenhöhe mit Thunderbolt ist. Bei allen vier Kandidaten nutzen die Hersteller das auch an mindestens einer USB-C-Buchse aus, worüber dann auch Thunderbolt-Docks Anschluss finden. Allerdings sind bei AMD maximal zwei solcher Buchsen möglich und nicht bis zu vier wie bei Intel-Systemen.

Für Abhilfe kann nur AMD selbst sorgen, indem künftige Ryzen-Generationen mehr USB4-Ports bekommen, denn sowohl aus Kosten- als auch Effizienzbetrachtungen haben Notebookhersteller kein Interesse daran, Zusatzchips einbauen. Hinzu kommt, dass für Thunderbolt-Controller eine Zertifizierung des Gesamtsystems bei

Kompakte Notebooks

Modell	CPU (Kerne) / GPU	Gewicht [kg]	Lautstärke (idle / Last) [sone]	Laufzeit (Last / idle) [h]	CineBench R23 (1T / nT)	3DMark (Time Spy)
		◀ besser	◀ besser	besser ▶	besser ▶	besser ▶
Acer Swift Go 14 (SFG14-42)	Ryzen 5 7640U (6P) / Radeon 760M	1,32	< 0,1/1,1	2/12,8	1717/11304	2165
Framework Laptop 13 (2023,AMD)	Ryzen 7 7840U (8P) / Radeon 780M	1,35	< 0,1/2,4	1,3/11,6	1735/13810	2705
HP EliteBook 845 G10	Ryzen 5 7540U (2P + 4E) / Radeon 740M	1,42	< 0,1/0,8	1,7/16,4	1536/9571	1270
Lenovo ThinkPad P14s G4 (AMD)	Ryzen 7 Pro 7840U (8P) / Radeon 780M	1,43	< 0,1/1,5	1,2/17,1	1773/13680	3141
zum Vergleich (aus [2, 3])						
Acer Swift Go 14 (SFG14-71)	Core i7-13700H (6P + 8E) / Iris Xe	1,32	< 0,1/1,7	1,7/15,3	1862/13357	1995
Asus ZenBook 14X (UX3404VA)	Core i9-13900H (6P + 8E) / Iris Xe	1,56	< 0,1/2,3	1,7/14,4	1704/15839	1986
Apple MacBook Air (2022)	M2 (4P + 4E) / M2	1,22	0/0	2,7/19	1577/8651	–
Framework Laptop (2022)	Core i7-1260P (4P + 8E) / Iris Xe	1,31	< 0,1/3,1	1,4/10,8	1518/10147	1411
HP Dragonfly Folio G3 2-in-1	Core i7-1255U (2P + 8E) / Iris Xe	1,47	< 0,1/0,1	2,3/13,7	1498/6343	1617
Lenovo ThinkPad X13s	8cx Gen3 (4P + 4E) / Adreno 690	1,14	0/0	3,7/12,2	586/3509	912
Lenovo ThinkPad Z13 Gen 1	Ryzen 7 Pro 6860Z (8P) / Radeon 680M	1,29	< 0,1/1,5	3/17,2	1523/11919	2530
Lenovo Yoga Slim 7i Carbon (13IRP8)	Core i5-1340P (4P + 8E) / Iris Xe	0,96	< 0,1/1,1	1,5/15,8	1714/8189	1540
LG Gram 14 (2023)	Core i7-1360P (4P + 8E) / Iris Xe	0,97	< 0,1/0,9	2,7/24,8	1722/10135	1733
MSI Summit E14 Flip (A13MT)	Core i7-1360P (4P + 8E) / Iris Xe	1,59	< 0,1/0,6	2,2/19,4	1868/9113	1880
Samsung Galaxy Book3 Pro 14	Core i7-1360P (4P + 8E) / Iris Xe	1,16	< 0,1/1,3	1,8/17,1	1766/9999	1687



Acer Swift Go 14 (SFG14-42)

Mit einem Straßenpreis von 900 Euro ist das Swift Go 14 das günstigste Gerät im Testfeld und zeigt, dass Mittelklassennotebooks mit aktueller Hardware nicht mehr nur mit vierstelligen Preisschildern machbar sind, was nach Coronapandemie und Inflationsschock die Regel war. Obendrein stattet Acer die Baureihe grundsätzlich mit farbstarken OLED-Bildschirmen aus. Leider hat dieser eine spiegelnde Oberfläche; die Kombination von OLED-Technik mit matter Oberfläche findet man nur in wenigen teuren Notebooks (siehe Lenovo).

Das Layout der beleuchteten Tastatur gefällt bis auf den in eine Zeile gequetschten Cursor-Block. Der Lüfter dreht selbst bei nur kurzer Rechenlast recht schlagartig hörbar auf, nur um unmittelbar danach wieder lautlos zu werden. Bei anhaltender Rechenlast werden gut hörbare 1,1 sone erreicht.

Kurios: Obwohl viele Händler das Notebook nur mit USB-3.2-Geschwindigkeit bewerben, konnten wir an beiden USB-C-Buchsen eine USB4-SSD mit voller Geschwindigkeit betreiben. Möglicherweise tragen die verwirrenden Detailbezeichnungen von AMD und Acer Schuld: Acer hat das Swift Go 14 bislang als Modell SFG14-41 mit Ryzen 7030U verkauft, und das sind aufgefrischte 5000er-Ryzens, die hardwareseitig noch gar kein USB4 können. Solche Modelle sind weiterhin im Handel und auch Versionen mit Intel-Innenleben (SFG14-71).

Acer hat das Swift Go 14 (SFG14-42) bei Redaktionsschluss ausschließlich wie getestet mit Ryzen 5 7640U, 512er-SSD und 16 GByte aufgelötetem LPDDR5-Speicher verkauft. Das Testmodell heißt im Acer-Jargon SFG14-42-R6VL, doch die identische Hardware ist unter anderem auch als SFG14-42-R2AA zu haben, je nachdem, bei welchem Händler man kauft. Höhere Ausstattungsvarianten mit Ryzen 7 oder mehr Speicher waren bei Redaktionsschluss nicht in Sicht.

- 👆 günstig
- 👆 farbstarkes OLED-Display
- 👇 spiegelnde Bildschirmoberfläche
- 👇 nervige Lüftersteuerung

Preis Testkonfiguration: 900 Euro



Framework Laptop 13 (2023, AMD)

Seit ein paar Jahren mischt Framework den Notebookmarkt auf: Der Hersteller verkauft nicht nur sämtliche Ersatzteile frei, sondern hat zudem ein eigenes Mainboard spezifiziert, das ein Aufrüsten über CPU-Generationen hinweg möglich macht. Bislang gab es den Laptop 13 nur mit Intel-CPU, das 2023er-Modell ist nun auch mit AMD-Prozessoren erhältlich.

Die Ryzen-7040U-Prozessoren sind auf einem Mainboard aufgelötet, das kreuzkompatibel zu allen Intel-Versionen ist. Allerdings hat die AMD-Plattform Einschränkungen hinsichtlich der vier Schächte, die individuell mit Schnittstellenmodulen bestückt werden: Statt vier gleichwertiger Thunderbolt-Ports gibt es hier nur zwei (die beiden hinteren), die USB4 mit 40 Gbit/s beherrschen, was sie für USB-C prädestiniert. USB-A-Module sollten dort nicht hinein, weil ein Firmware-Bug dann für erhöhten Energieverbrauch sorgt. Vorne links stehen keine Monitorsignale bereit, sodass dort keine HDMI- oder DisplayPort-Module nutzbar sind. Dennoch: Die individuelle Bestückung mit den Schnittstellen, die zum eigenen Bedarf passen, bietet kein anderer Notebookhersteller; Sonderfälle wie zweimal HDMI, zwei microSD-Kartenleser oder zwei 2,5-Gbit/s-Ethernet-Buchsen gehen nirgends sonst.

Framework verkauft den AMD-Laptop in drei vorgefertigten Konfigurationen mit Windows oder aber als selbst zu bastelnde DIY-Version; Framework liefert auf seiner Webseite Installationsanleitungen für etliche Linux-Distributionen und macht auch hinsichtlich Garantie keine Probleme, wenn man kein Windows nutzt.

Am Gehäusedesign hat sich konzeptbedingt seit dem 2021er-Erstling nichts geändert, wenngleich es sonst viel Feinschliff gab: Der Lüfter agiert zurückhaltender, aber immer noch vergleichsweise laut; der 3:2-Bildschirm ist mittlerweile matt, die Akkukapazität auf 61 Wh gewachsen. AMD-Laptops haben als WLAN-Modul MediaTek's RZ616 an Bord, der wie Intels AX210 Wi-Fi 6E spricht, aber eher mäßige Ergebnisse auf unserer 20-Meter-Teststrecke ablieferte. Beim Bestellvorgang kann man aus mehrere Rahmenfarben wählen; wir haben diesmal passend zum AMD-Prozessor Rot gewählt.

- 👆 matter 3:2-Bildschirm
- 👆 reparaturfreundliches Konzept
- 👆 individuell konfigurierbar
- 👇 WLAN mau

Preis Testkonfiguration: 1850 Euro



TAUCHE EIN IN DIGITALE WELTEN – MIT DEM c't DIGITALABO

**40 %
Rabatt!**



c't MINIABO DIGITAL AUF EINEN BLICK:

- 6 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/angebotdigital





HP EliteBook 845 G10

Wer das EliteBook 845 G10 vor sich hat, kann buchstäblich in Ruhe arbeiten: Der Lüfter bleibt die meiste Zeit flüsterleise; selbst bei anhaltender Rechenlast säuselt er meist leiser als die schlimmstenfalls von uns gemessenen 0,8 sone. So wenig Lärm machen die allerwenigsten Notebooks mit aktuellen CPUs; viel näher kommt man bei Windows-Notebooks wohl derzeit auch nicht an Apples lüfterloses MacBook Air heran.

Eine weitere Besonderheit: HP gibt seinen EliteBooks auch im Jahre 2023 noch gesteckten Arbeitsspeicher mit auf den Weg, sodass man diesen nach dem Kauf selbst erweitern kann. Auf die Akkulaufzeiten hat das keinen nennenswerten Einfluss, denn das Testgerät schaffte fast 16,5 Stunden, was nur knapp Platz 2 im Testfeld bedeutet. Auch hinsichtlich künftiger Reparaturen sieht es gut aus: HP verkauft optional Garantieverlängerungen bis fünf Jahre, was dann auch bedeutet, dass der Hersteller so lange Ersatzteile vorhält. Im Kaufpreis der getesteten Ausstattungsvariante sind bereits drei Jahre enthalten.

Sie ist mit rund 1000 Euro die günstigste Konfiguration; für 200 Euro mehr bekommt man sie auch mit integriertem LTE-Modem. Wer mehr Speicher ab Werk will, muss tiefer in die Tasche greifen: 32 GByte Arbeitsspeicher und 1-TByte-SSD sieht HP in Kombination mit Ryzen 7 7840U und LTE-Modem für 1700 Euro vor. Im 2100-Euro-Topmodell gibt es nicht nur 5G statt LTE, sondern auch den Ryzen 9 7940HS. Dieser entstammt einer höheren Abwärmeklasse, sodass wir befürchten, dass die Lüfter dort lauter agieren als im Testgerät.

Das Topmodell hat einen hochauflösenden 2560er-Bildschirm, während in allen anderen Modellen das 1920er-Panel des Testgeräts steckt. Mit matter Oberfläche, außentauglicher Helligkeit und 16:10-Format gibt es an ihm nichts zu bemängeln.

Biometrisches Einloggen ist sowohl per Fingerabdruckleser in der Handballenablage als auch über einen Windows-Hello-taugliche Webcam möglich. HP führt den Cursorblock einzeilig aus, doch weil die unterste Zeile mehr Tiefe als die anderen bekam, haben die Pfeiltasten dennoch alltagstaugliche Abmessungen.

- 👆 lange Akkulaufzeit
- 👆 sehr leiser Lüfter
- 👆 wechselbarer Arbeitsspeicher
- 👇 in höheren Ausstattungen viel teurer

Preis Testkonfiguration: 1000 Euro



Lenovo ThinkPad P14s G4 (AMD)

Lenovo klassifiziert seine Notebooks der ThinkPad-P-Serie als mobile Workstations, doch das hier getestete P14s ist kein hochleistungsfähiger Kraftprotz mit dicker GPU, sondern ein schlanker 14-Zöller mit Ryzen 7040. Wer aufwendige 3D-Modelle visualisieren will, wird damit nicht glücklich.

Als klassisches Arbeitsgerät für Office-Anwender macht das Gerät hingegen viel Freude. Der matte Bildschirm hat modernes 16:10-Format, biometrisches Einloggen klappt per Fingerabdruck oder Gesicht. Die beleuchtete Tastatur gefällt mit gutem Anschlag, zweizeiliger Enter-Taste und nach vorne gezogenem Cursorblock, was den Pfeiltasten fast so große Abmessungen wie den Buchstabentasten beschert. Der ins Tastenfeld integrierte Trackpoint ist mittlerweile eine Seltenheit bei Notebooks; gleiches gilt für den seitlichen LAN-Anschluss. Das beigelegte Netzteil kann in beide USB-C-Buchsen gesteckt werden, USB4 mit 40 Gbit/s spricht aber nur die hintere.

Im Einzelhandel findet man das ThinkPad P14s G4 (AMD) in einer Handvoll Konfigurationen, die allesamt den Achtkerner Ryzen 7 Pro 7840U enthalten. Im von Digital River betriebenen Webshop auf Lenovos Webseite bekommt man auch den günstigeren Sechskerner Ryzen 5 Pro 7640U und kann die CPU individuell mit verschiedenen Speicherkapazitäten (16 bis 64 GByte aufgelöteter LPDDR5-Speicher, SSDs von 256 GByte bis 2 TByte) und Webcams verschiedener Auflösungen kombinieren. Unser Testgerät wurde im Alltag nicht unangemessen laut, der Lüfter dreht jedoch eher hochfrequent auf und nervt im Worst Case mit 1,5 sone. Intel-Versionen des ThinkPad P14s G4 dürften lauter sein, weil darin immer eine zusätzliche Nvidia-GPU steckt, die ebenfalls gekühlt werden will.

Die langen Laufzeiten von bis zu 17 Stunden gibt es nur in der Kombination von 53-Wh-Akku und effizientem Low-Power-Bildschirm. Alternativ stellt Lenovo einen schwächeren 39-Wh-Akku zur Wahl sowie ein herkömmliches Panel, einen Touchscreen in IPS- und einen in OLED-Bauweise zur Wahl. Matt sind alle vier, was sowohl bei Touchscreens als auch OLEDs selten ist. Lenovo bietet Garantieverlängerungen auf bis zu fünf Jahre an.

- 👆 lange Akkulaufzeit
- 👆 viele Schnittstellen
- 👆 tolles Tastaturlayout
- 👇 Lüfter hochfrequent

Preis Testkonfiguration: 1700 Euro

Online-Konferenz – 23. November 2023



TEAM UP!

Teamentwicklung in Zeiten von Remote-Work

... denn Remote-Teamentwicklung schafft neue Herausforderungen

- Wie kann erfolgreiche Teamentwicklung speziell in Remote- und Hybrid-Umfeldern gelingen?
- Wen oder was braucht es dafür?
- Und wie lässt sich das neue Verhalten nachhaltig verankern?

Für viele dieser Fragen haben sich in der Remote-Arbeit Lösungsansätze bewährt, die im Zentrum dieser Online-Konferenz stehen. Ausgewiesene Experten und Expertinnen zeigen erfolgreiche Wege, mit denen Teams ihre Ziele klar definieren und umsetzen können. Team Up! wendet sich an Führungskräfte und Verantwortliche in Projektteams, an (Agile) Coaches & Consultants und an Personalentwicklerinnen.

teams.inside-agile.de

Jetzt
Frühbucher-
rabatt
sichern!

+++ Außerdem Online-Workshops am 24./25. November, 29./30. November und 7. Dezember 2023 +++

Veranstalter



dpunkt.verlag



MAGAZIN FÜR
PROFESSIONELLE IT

Online-Konferenz – 28. November & 5. Dezember 2023



AGILE LEADERSHIP CONFERENCE

So werden agile Teams besser

Kaum ein Unternehmen kommt heute noch ohne **agile Arbeitsweisen** aus. Der **Leadership Day (28.11.)** und der **Self Leadership Day (5.12.)** behandeln aktuelle Herausforderungen von Führung und Management:

- Wie führt man selbstorganisierte Teams und wieso ist dabei die Selbstführung entscheidend?
- Wie kann man Mitarbeitende beurteilen, wenn die Teamleistung im Fokus steht?
- Braucht es überhaupt noch disziplinarische Führungskräfte?

Die Konferenz richtet sich an **Gruppen-/Team-/Abteilungsleiterinnen und -leiter** sowie erfahrene **Scrum Master/Agile Coaches**.

Wer teilnimmt, sollte ein agiles Grundverständnis mitbringen.

alc.inside-agile.de

Jetzt
Frühbucher-
rabatt
sichern!

+++ Außerdem Online-Workshops am 29. November und 8. Dezember 2023 +++

Veranstalter



dpunkt.verlag



MAGAZIN FÜR
PROFESSIONELLE IT

Kooperationspartner



Agile Academy

Intel fällig wäre und USB4-Hub-Chips noch nicht verfügbar sind.

Noch ein Phoenix

AMD hat bei sämtlichen öffentlichen Veranstaltungen für Fachpresse und IT-Interessierte immer nur ein Phoenix-Die er-

wähnt beziehungsweise in Grafiken gezeigt. Im Vollobausatz wird daraus der Achtkern-Primus Ryzen 7780U und mit zwei deaktivierten CPU-Kernen und reduzierter Grafikeinheit beispielsweise ein Ryzen 5 7640U. Das war in der Vergangenheit auch bei anderen Ryzen-Generationen das

übliche Vorgehen, um eine Chipfamilie mit mehreren unterschiedlich starken Varianten zu realisieren.

Bei Ryzen 7040U trifft das aber wohl nicht mehr ausschließlich zu. Seit dem Spätsommer häufen sich Berichte, laut denen es nicht nur das von AMD präsent-

Kompakte Notebooks mit AMD Ryzen 7040U (Phoenix): Daten und Testergebnisse

Modell	Acer Swift Go 14 (SFG14-42)	Framework Laptop 13 (2023, AMD)	HP EliteBook 845 G10	Lenovo ThinkPad P14s G4 (AMD)
getestete Konfiguration	SFG14-42-R6VL	individualisiert	7L7U0ET	21K5000LGE
Lieferumfang	Windows 11 Home, Netzteil	Windows 11 Home, Netzteil	Windows 11 Pro, Netzteil	Windows 11 Pro, Netzteil
Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)				
HDMI / DisplayPort / Kamera (Hello)	L / – / ✓ (–)	R / – / ✓ (–)	L / – / ✓ (✓)	L / – / ✓ (✓)
USB / LAN / Klinke	3 × L (2 × Typ C), 1 × R / – / R	2 × L (1 × Typ C) / optional / L	3 × L (2 × Typ C), 1 × R / – / R	3 × L (2 × Typ C), 1 × R / L / L
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	R (MicroSD) / – / –	R (MicroSD) / – / –	– / – / –	– / – / –
USB-C: 40 Gbit/s / 10 Gbit/s / DisplayPort / Laden	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓
Ausstattung				
Display	14 Zoll (35,6 cm), 2880 × 1880, 16:10, 242 dpi, 60 Hz, 5 ... 376 cd/m², spiegelnd, OLED	13,5 Zoll (34,3 cm), 2254 × 1504, 3:2, 201 dpi, 60 Hz, 20 ... 396 cd/m², matt, IPS	14 Zoll (35,6 cm), 1920 × 1200, 16:10, 161 dpi, 60 Hz, 17 ... 395 cd/m², matt, IPS	14 Zoll (35,6 cm), 1920 × 1200, 16:10, 161 dpi, 60 Hz, 4 ... 321 cd/m², matt, IPS
Prozessor	AMD Ryzen 5 7640U (6 P-Kerne)	AMD Ryzen 7 7840U (8 P-Kerne)	AMD Ryzen 5 Pro 7540U (2 P-Kerne + 4 E-Kerne)	AMD Ryzen 7 Pro 7840U (8 P-Kerne)
Hauptspeicher	16 GByte LPDDR5	16 GByte DDR5	16 GByte DDR5	16 GByte LPDDR5
Grafikchip (Speicher)	AMD Radeon 760M (vom Hauptspeicher)	AMD Radeon 780M (vom Hauptspeicher)	AMD Radeon 740M (vom Hauptspeicher)	AMD Radeon 780M (vom Hauptspeicher)
Sound	Realtek ALC256	Realtek ALC295	Realtek ALC245	Realtek ALC257
LAN / WLAN	– / MediaTek RZ616 (Wi-Fi 6E, 2 Streams)	optional / MediaTek RZ616 (Wi-Fi 6E, 2 Streams)	– / Realtek RTL8852CE (Wi-Fi 6E, 2 Streams)	Realtek 8168 (Gbit) / Qualcomm WCN685x (Wi-Fi 6E, 2 Streams)
Mobilfunk / Bluetooth	– / MediaTek	– / MediaTek	optional / Realtek	optional / Qualcomm
Touchpad (Gesten) / Fingerabdruckleser	HID (max. 4 Finger) / FPC	HID (max. 4 Finger) / Goodix	HID (max. 4 Finger) / Elan	HID + Trackpoint (max. 4 Finger) / Goodix
SSD	Micron 2450 (512 GByte)	WDC SN770 (1024 GByte)	Micron 2400 (512 GByte)	SKHynix PC801 (512 GByte)
Gewicht, Maße, Stromversorgung				
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,32 kg / 31,2 cm × 22 cm / 1,9 ... 2,1 cm	1,35 kg / 29,7 cm × 22,9 cm / 1,7 ... 1,9 cm	1,42 kg / 31,4 cm × 22,3 cm / 1,9 ... 2,2 cm	1,43 kg / 31,7 cm × 22,6 cm / 2,1 ... 2,3 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster / Beleuchtung	1,3 cm / 19 mm × 18,5 mm / ✓	1,2 cm / 19 mm × 19 mm / ✓	1,3 cm / 18,5 mm × 18,5 mm / ✓	1,4 cm / 19 mm × 19 mm / ✓
Akku (Ladestopp < 100% einstellbar)	65 Wh Lithium-Ionen (✓)	61 Wh Lithium-Ionen (✓)	51 Wh Lithium-Ionen (✓)	53 Wh Lithium-Ionen (✓)
Netzteil (Notebookzuleitung abnehmbar)	65 W, 198 g (–)	60 W, 310 g (✓)	65 W, 338 g (–)	65 W, 339 g (–)
bei USB-PD: 5 / 9 / 12 / 15 / 20 Volt mit ...	3 / 3 / 3 / 3 / 3,25 Ampere	3 / 3 / – / 3 / 3 Ampere	3 / 3 / 5 / 4,33 / 3,25 Ampere	2 / 2 / – / 3 / 3,25 Ampere
Leistungsaufnahme				
Suspend / ausgeschaltet	1,3 W / 0,4 W	1,1 W / 0,2 W	0,8 W / 0,4 W	0,6 W / 0,4 W
ohne Last: Display aus / 100 cd/m² / max.	4,5 W / 8,1 W / 9,2 W	4,4 W / 5,6 W / 7,7 W	3,8 W / 4,9 W / 6,9 W	2,6 W / 4,2 W / 5,3 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	69 W / 15 W / 60 W	40 W / 13,9 W / 52 W	46 W / 12,5 W / 37 W	49 W / 9,9 W / 50 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	69 W / 0,56	55 W / 0,59	67 W / 0,6	61 W / 0,6
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks				
Laufzeit Idle (100 cd/m²) / Video (200 cd/m²) / 3D (max.)	12,8 h / 7,9 h / 2 h	11,6 h / 6,9 h / 1,3 h	16,4 h / 9,2 h / 1,7 h	17,1 h / 9,2 h / 1,2 h
Ladestand nach 1 h Laden	77 %	67 %	72 %	86 %
Geräusch ohne / mit Rechenlast	<0,1 sone / 1,1 sone	<0,1 sone / 2,4 sone	<0,1 sone / 0,8 sone	<0,1 sone / 1,5 sone
Massenspeicher lesen / schreiben	3504 / 3179 MByte/s	4654 / 4620 MByte/s	3079 / 1680 MByte/s	4068 / 3973 MByte/s
Leserate SD-Karte	35 MByte/s	77 MByte/s	–	–
WLAN 6 GHz / 5 GHz / 2,4 GHz (20m)	568-882 / 694-922 / 368-430 Mbit/s	197-333 / 94-183 / 100-142 Mbit/s	599-680 / 806-1129 / 259-408 Mbit/s	677-905 / 740-885 / 390-410 Mbit/s
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕ / 91,5 dBA	⊕ / 92,1 dBA	⊕ / 92,3 dBA	○ / 88,9 dBA
Cinebench R23 Rendering (1T / nT)	1717 / 11304 Punkte	1735 / 13810 Punkte	1536 / 9571 Punkte	1773 / 13680 Punkte
Geekbench 5 (Single / Multi)	1842 / 9009 Punkte	1972 / 10735 Punkte	1707 / 6734 Punkte	1591 / 9452 Punkte
3DMark: Night Raid / Fire Strike / Time Spy / Port Royal	21421 / 5497 / 2165 / 905 Punkte	25772 / 6380 / 2705 / 1093 Punkte	14093 / 3043 / 1270 / 541 Punkte	28697 / 7280 / 3141 / 1352 Punkte
Bewertung				
Laufzeit	⊕	⊕	⊕⊕	⊕⊕
Rechenleistung Büro / 3D-Spiele	⊕ / ○○	⊕⊕ / ○	⊕ / ○○	⊕⊕ / ○
Display / Geräuschentwicklung	⊕ / ○	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ○
Preis und Garantie				
Straßenpreis Testkonfiguration	900 €	1850 €	1000 €	1700 €
Garantie	2 Jahre	2 Jahre	3 Jahre	3 Jahre
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe				

tierte Phoenix-Die alias Phoenix1 gibt, sondern auch ein weiteres mit Codenamen Phoenix2. AMD sehe es maximal für Ryzen-5-Modelle vor, weil der Aufbau abgespeckt wurde. Auch das wäre an sich nicht verwunderlich, früher fertigte Intel beispielsweise Dual- und Quad-Core-CPU's separat.

Pikant wird Phoenix2 erst dadurch, dass seine sechs CPU-Kerne nicht mehr allesamt Zen-4-Kerne sind. Stattdessen haben nur zwei Kerne Zen-4-Technik und die vier restlichen eine Variante namens Zen 4c. Das „c“ steht für „compact“, denn solche Kerne benötigen nur etwa die Hälfte der Siliziumfläche von Zen 4, was grob gerechnet dann eben auch nur die Hälfte an Transistoren bedeutet. AMD nutzt Zen 4c bislang bei manchen Versionen des Serverprozessors Epyc, um besonders viele, aber nicht sonderlich hoch taktende, CPU-Kerne in einem Package anbieten zu können.

Doch während die Serverchips sortenrein Zen 4 oder Zen 4c verwenden, gibt es bei Phoenix2 eine Kombination verschieden starker Kerne, was den Vergleich mit Intels P- (Performance) und E-Kernen (Effizienz) nahelegt, aus denen Core-i-Prozessoren seit der 12. Generation aufgebaut sind. Anders als bei Intel sind die zwei unterschiedlichen Kerne bei AMD vollständig Feature-gleich, unterstützen also etwa alle dieselben AVX-Befehle sowie Funktionen wie Simultaneous Multithreading (SMT). Bei Intel beherrschen nur die P-Kerne SMT alias Hyper-Threading. Intel muss diese komplexen Spezialitäten dem Betriebssystem über seinen Thread Director mitteilen, während AMDs Ansatz viel simpler ist und keine zusätzlichen Zwischenschichten benötigt.

Spurensuche

Angespitzt durch diese Berichte haben wir uns mangels offizieller Informationen von AMD gezielt die getestete Konfiguration des EliteBook 845 G10 an Land gezogen: Es war zum Testzeitpunkt das einzige hierzulande erhältliche Gerät mit Ryzen 5 7540U, und diese Modellnummer wurde als Phoenix2-Ableger kolportiert.

Im Alltag und bei normalen Benchmarks tauchten keine Ungereimtheiten auf, wie sie Intels erste Hybridprozessoren beim Marktstart plagten. Sämtliche Performanceunterschiede zu Ryzen 5 7640U und Ryzen 7 7840U liegen in einem Rahmen, der sich mit verschiedenen Notebooks samt unterschiedlichen Kühlsystemen erklären lassen.

Ein tieferer Blick offenbarte allerdings Ungewöhnliches. Wir haben das Tool HWInfo mitlaufen lassen und uns dort die Taktfrequenzen angesehen. Nach einer gewissen Zeit mit Benchmark- und Ruhephasen zeigte sich, dass bei 7840U und 7640U alle Kerne irgendwann einmal dieselben hohen Turbofrequenzen erreicht haben, nicht aber beim 7540U. Dort schafften nur zwei Kerne im Laufe der Zeit Frequenzen von um die 4,5 GHz, während die restlichen vier bestenfalls 3,8 GHz erreichten. Das ist ein Indiz für Zen 4c, denn deren kompaktere Bauweise begrenzt die maximale Taktrate. Zur Einordnung: Zen-4c-Epycs betreiben ihre Kerne maximal mit 3,5 GHz, also deutlich niedriger als die 4,9 GHz, die AMDs Datenblatt für den 7540U nennt (und bis 5,1 GHz beim 7840U).

Kurios: Als wir nach Abschluss aller Messungen die Notebooks auseinandergeschraubt und ihre Kühlsysteme abgenommen haben, fanden wir im HP-Notebook ein Die mit denselben Abmessungen wie in den anderen drei Notebooks vor, also Phoenix1. Phoenix2 muss schon konzeptionell kleiner sein und ist geleakten Fotos zufolge vor allem schmaler.

Dennoch sehen wir mit den obigen Erkenntnissen die Existenz von Phoenix2 und damit AMDs erstem Prozessor mit zwei unterschiedlichen Kernarchitekturen im Hybridverbund bestätigt: Nur wegen eines solchen Chips ergibt es einen Sinn, dass AMD beim 7540U vier der sechs Kerne mit einem deutlich niedrigeren Maximaltakt als bei den beiden anderen laufen lässt. Dadurch kann AMD den 7540U flexibel mit Phoenix1- oder Phoenix2-Dies fertigen, ohne dass Nutzer und Notebookhersteller etwas davon mitbekommen. Berichten zufolge verwendet AMD Phoenix2 auch in weiteren niedrigen CPU-Ausbaustufen wie Ryzen 3 7340U und Ryzen Z1 (exklusiv im Asus ROG Ally [1]).

Schnittstellen

Der Framework Laptop 13 nimmt auch in der jetzt verfügbaren Variante mit AMD statt Intel-Prozessoren eine Sonderstellung bei Notebooks ein: Statt fest vorgegebenen Schnittstellen gibt es vier Modulschächte, die man nach persönlichem Bedarf bestücken kann, was auch Sonderlocken wie zwei HDMI-Ausgänge oder zwei microSD-Kartenleser erlaubt. Alle vier Kandidaten haben wie bereits erwähnt mindestens eine USB-C-Schnittstelle mit USB4. Zudem gibt es jeweils

einen HDMI-Ausgang und eine eckige USB-A-Buchse für den Anschluss von älterer Peripherie ohne Adapter.

Obwohl keines der Notebooks außergewöhnliche Audiochips enthält, ließ sich zum Testzeitpunkt bei keinem eine Auflösung von mehr als 16 Bit einstellen. Es ist unklar, ob dies an der Ryzen-7040U-Plattform oder einem anderen Bug liegt, wir haben alle Messungen mit den Anfang Oktober verfügbaren Treiberversionen und Windows-11-Updates ausgeführt. Beim Acer-Notebook war selbst dann ein Bass-boostender Equalizer aktiv, wenn man in Windows eine neutrale Kurve eingestellt hat. Das kann sehr stören.

Fazit

Seit der Vorstellung des Ryzen 7040U ist rund ein Dreivierteljahr vergangen und trotzdem fehlt es noch an Softwareunterstützung für die KI-Hardware Ryzen AI. Die Notebookhersteller scheinen von Ryzen AI auch wenig zu erwarten und schweigen die Technik quasi tot. Der restliche Prozessor ist zwar alles andere als schlecht, aber das war der Vorgänger Ryzen 6000/7035 ja auch nicht; im Performance-Triell mit Apple und Intel hat AMD die Nase leicht vorne.

Erfreulicherweise bekommt man Ryzen-7040U-Notebooks in guter Ausstattung schon für unter 1000 Euro, was bei Mittelklassenotebooks zuletzt selten war, erst recht, wenn sie wie das Testfeld bessere Bildschirmformate als niedriges 16:9 haben. Acer verkauft das Swift Go 14 (SFG14-42) vorerst nur in einer günstigen Ryzen-5-Konfiguration mit farbstarkem, aber spiegelndem OLED. Beim HP EliteBook 845 G10 lässt sich der Preis in besseren Ausstattungsvarianten hingegen problemlos auf über 2000 Euro heben, also mehr, als die ebenfalls teuren Ryzen-7-Notebooks Framework Laptop 13 (2023, AMD) und Lenovo ThinkPad P14s G4 (AMD) kosten. HP gefällt mit einem sehr zurückhaltenden Lüfter, Lenovo mit seinem tollen Tastatur und Framework mit seinem modularen Konzept. (mue@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Niklas Dierking, Jan-Keno Janssen, Mark Mantel, Steam-Deck-Konkurrent, Mobile Spielkonsole Asus ROG Ally im Test, c't 14/2023, S. 86
- [2] Florian Müssig, Kompakte 2023er, Sieben 13- und 14-Zoll-Notebooks mit aktuellen Core-i-Prozessoren, c't 13/2023, S. 76
- [3] Florian Müssig, Gehobene Gerätschaft, Kompakte Edel-Notebooks mit Prozessoren von AMD, Apple, Intel und Qualcomm, c't 21/2022, S. 88



Vielspeicherplätze

Festplattenboxen mit fünf Schächten und USB oder Thunderbolt

Externe Gehäuse für 3,5-Zoll-Festplatten stellen viel Speicherplatz bereit, erhöhen durch verschiedene RAID-Modi die Datensicherheit und lassen sich abschalten, wenn sie nicht benötigt werden. Wir haben uns USB- und Thunderbolt-Boxen für je fünf Laufwerke angeschaut.

Von Lutz Labs

Zehn oder auch zwanzig Terabyte Speicherplatz kann man noch gut mit einer einzelnen (USB-)Festplatte bereitstellen. Wenn aber der Speicherbedarf viel größer ist, dann greifen viele Anwender zu einem

Netzwerkspeicher (Network Attached Storage, NAS). NAS-Boxen gibt es auch für fünf und mehr große 3,5-Zoll-Festplatten und sie sind mit schneller Netzanbindung von allen PCs aus dem lokalen Netz erreichbar.

Doch NAS-Geräte brauchen ständig Strom, sie sind laut und die Konfiguration ist nicht jedermanns Sache. Für manchen Anwendungsfall ist der direkte lokale Anschluss des Massenspeichers an den PC oder das Notebook sinnvoller. Drei solcher Boxen holten wir zum Test ins Labor – mit gemischten Ergebnissen.

Wir haben uns für Gehäuse mit fünf Laufwerksschächten zu Preisen von 170 bis 630 Euro entschieden. Im Test sind Terramaster D5 Thunderbolt 3, Ugreen 5 Bay Raid Gehäuse und Yottamaster FS5C3. Das Terramaster-Gerät ist, wie der Name schon nahelegt, per Thunderbolt mit dem

PC verbunden, Ugreen und Yottamaster nutzen dafür USB mit verschiedenen Geschwindigkeitsstufen. Das Yottamaster-Gehäuse gibt es in mehreren Versionen; wir haben beim Kauf nicht genau aufgepasst und eine Version ohne integriertes RAID-Management erwischt. Für die Messungen kamen daher die Software-RAID-Verbünde von Windows ins Spiel.

RAID-Versionen

RAID, ein Redundant Array of Independent Disks, bezeichnet Verbünde von Festplatten, welche die Datensicherheit erhöhen oder die Datentransferrate steigern. Kurz zur Auffrischung: RAID 0 verteilt die Daten so auf zwei Festplatten, dass sie möglichst schnell gelesen und geschrieben werden, die Datensicherheit leidet jedoch darunter. Fällt nur ein Laufwerk aus, sind alle Daten futsch, die Kapazität des Ver-

bundes beträgt das Doppelte der kleinsten Platte.

RAID 1 nutzt ebenfalls zwei Laufwerke und speichert die Daten doppelt, also auf beiden (Spiegel/Mirror). Damit lässt sich der Ausfall eines Laufwerks kompensieren, die Kosten sind mindestens doppelt so hoch wie für die kleinste Platte. Diese bestimmt die Gesamtkapazität. Die Kombination aus RAID 0 und RAID 1 ergibt ein RAID 10 mit mindestens vier Laufwerken, den Vorteil der höheren Geschwindigkeit mit mehr Datensicherheit erkauft man sich mit den doppelten Laufwerkskosten.

Eine ähnliche Sicherheitsstufe bei nur leicht erhöhten Kosten bietet RAID 5: Dabei verteilt der RAID-Controller Daten und Paritätsinformationen so über drei oder mehr Laufwerke, dass er den Ausfall eines Laufwerks kompensieren kann. Je mehr Laufwerke dabei beteiligt sind, um so geringer ist der Obolus, den man für die Sicherheit bezahlen muss. Bei einem RAID 5 mit fünf Laufwerken wie bei unseren Gehäusen stehen 80 Prozent der Gesamtkapazität als Nutzkapazität zur Verfügung. Ein ähnliches Konzept steckt hinter RAID 6; bei diesem Verbund dürfen zwei Laufwerke gleichzeitig ausfallen, ohne dass es zu Datenverlust kommt. Dafür aber sinkt die Nutzkapazität wieder, bei fünf Laufwerken etwa auf 60 Prozent.

Weiter bieten viele RAID-Gehäuse noch einen Modus namens JBOD (Just a Bunch Of Disks) an, bei dem alle Laufwerke hintereinander hängen und für das Betriebssystem ein Volume bilden. Es gibt dabei keinerlei Ausfallsicherheit; wenn ein Laufwerk ausfällt, sind die Daten der anderen nur noch mit spezieller Software zu retten. JBOD ist auch unter den Begriffen BIG oder LARGE bekannt.

Die Storage Spaces (Speicherplätze) von Windows ahmen einige RAID-Modi nach. Eine Entsprechung zu RAID 0 gibt es nicht, die Spiegelspeicherplätze entsprechen einem RAID 1. Es benötigt mindestens zwei Laufwerke. Mit drei und mehr Laufwerken erlaubt Windows die Einrichtung von Paritätsspeicherplätzen, die im Prinzip einem RAID 5 entsprechen.

Das Einrichten von USB-Laufwerksverbünden über die Datenträgerverwaltung funktioniert übrigens nicht: Windows verweigert diese mit dem wenig hilfreichen Hinweis, dass der Vorgang vom Objekt nicht unterstützt werde. Das Betriebssystem möchte damit wahrscheinlich sagen, dass USB-Laufwerke

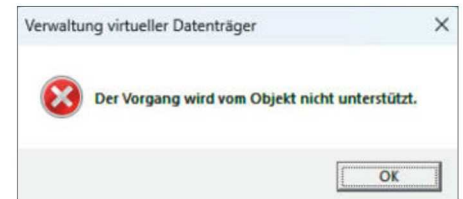
für Laufwerksverbünde nicht geeignet sind, weil sie ja jederzeit entfernt werden könnten.

Deshalb haben wir die Storage Spaces von Windows für die RAID-Messungen des Yottamaster-Gehäuses benutzt, für die beiden anderen Gehäuse deren jeweilige RAID-Funktionen. Das Ugreen-Gehäuse hat auf der Rückseite kleine DIP-Schalter zur Wahl des RAID-Modus. Beim Terramaster-Gehäuse gelingt die RAID-Verwaltung komfortabel über Software für Windows oder macOS, zuvor aber muss man einen Terramaster-RAID-Treiber laden und unter Umständen auch den Zugriff auf die Thunderbolt-Schnittstelle erlauben.

Defekte Laufwerke signalisieren alle Gehäuse über rote LEDs. Sofern ein RAID-Verbund mit Redundanz konfiguriert ist, sollte der Austausch des defekten Laufwerks gegen ein neues vor Datenverlust schützen. Dennoch auch hier der Hinweis: Ein RAID ersetzt kein Backup.

Anschlüsse und Interna

Nominell ist das Ugreen-Gehäuse das langsamste in unserem Vergleich: Es nutzt zum PC-Anschluss USB 3.2 Gen 1 mit maximal 5 Gbit/s. Das reicht auch aus, denn das Gehäuse arbeitet mit völlig veralteten Chips von JMicon: dem USB-SATA-



Diese typisch kryptische Fehlermeldung von Windows will dem Anwender sagen, dass er in der Datenträgerverwaltung keine USB-Laufwerke in einen Laufwerksverbund integrieren kann.

Wandler JMS576 und dem SATA-Vervielfacher JMicon JMB383, der aus einem SATA-Port derer fünf generiert (siehe auch [1]). Der JMB383 kam 2008 auf den Markt, er unterstützt lediglich SATA 3G. Mehr als knapp 300 MByte/s sind also insgesamt nicht zu erwarten.

Das Yottamaster-Gehäuse arbeitet durchgängig mit 10 Gbit/s, vom Eingang mit zwei kaskadierten USB-Hubs (VIA VL822) über die fünf USB-SATA-Wandler (VIA VL716) bis zum zusätzlichen USB-Ausgang. Wegen der integrierten Hub-Kaskade empfehlen wir, das Gehäuse nicht über einen weiteren USB-Hub mit dem PC zu koppeln, weil die Mehrfachkaskadierung immer wieder zu Problemen führt [2, 3].

Externe Laufwerksgehäuse mit fünf Schächten

Modell	Terramaster D5 Thunderbolt 3	Ugreen 60638	Yottamaster FS5C3
	besser ▶	besser ▶	besser ▶
Bestückung mit Festplatten¹			
Schreiben/Lesen einzeln	241/254	228/236	241/256
Schreiben/Lesen RAID 0 (2 Laufwerke)	486/487	234/242	– ³
Schreiben/Lesen RAID 0 (4 Laufwerke)	923/954	234/242	– ³
Schreiben/Lesen RAID 1 (2 Laufwerke)	239/436	224/231	248/248
Schreiben/Lesen RAID 5 (5 Laufwerke)	907/943	232/240	134/483
Bestückung mit SSDs²			
Schreiben/Lesen einzeln	344/485	264/267	505/562
Schreiben/Lesen einzeln (zufällige Zugriffe in IOPS)	34584/47577	11835/7083	41949/40806
Schreiben/Lesen RAID 0 (2 Laufwerke)	624/874	267/271	– ³
Schreiben/Lesen RAID 0 (4 Laufwerke)	1057/1348	267/271	– ³
Schreiben/Lesen RAID 1 (2 Laufwerke)	337/1010	259/267	509/562
Schreiben/Lesen RAID 1 (2 Laufwerke, zufällige Zugriffe in IOPS)	28898/64820	7055/11807	38574/61095
Schreiben/Lesen RAID 5 (5 Laufwerke)	944/1180	267/272	349/1014
Schreiben/Lesen RAID 5 (5 Laufwerke, zufällige Zugriffe in IOPS)	9521/52507	11837/6958	37042/72850
Leistungsaufnahme und Geräusch			
	◀ besser	◀ besser	◀ besser
Leistungsaufn. mit SSDs [Watt]: aus/Leerlauf PC aus/an mit SSDs [Watt] ⁴	0,3/12/12	0,2/5,2/7,3	0/5,5/11
Leerlaufgeräusch [sone]	0,2	1	0,7

alle Angaben in MByte/s, sofern nicht anders angegeben gemessen mit IOmeter, Blockgröße 512 KByte

¹ Seagate Ironwolf, 10 TByte ² Crucial MX500, 500 GByte ³ Messung nicht möglich ⁴ Leistungsaufnahme mit Festplatten: siehe Text



Terramaster D5 Thunderbolt 3

Terramaster nutzt bei seinem D5 den schnellen Thunderbolt-Anschluss, der theoretisch die vierfache Geschwindigkeit der schnellsten USB-Schnittstelle aus diesem Test erreicht. Mit 1,35 GByte/s bei einem RAID 0 aus vier SSDs kommt das Gerät auf den ersten Platz im Geschwindigkeitsvergleich. Die Zuordnung der Aktivitäts-LEDs zu den Laufwerken ist weniger intuitiv als bei den anderen Geräten, weil sie gemeinsam an der Seite angebracht sind.

Die Ausstattung kann sich sehen lassen, vor allem die Konfiguration per Software hat uns gefallen. Weitere Pluspunkte sind die mögliche Einrichtung verschiedener Laufwerksverbünde in einem Gerät, Hot-Spares, E-Mail-Benachrichtigungen und Ereignisprotokolle. Als Nachteil ist die unbedingt notwendige Installation des RAID-Treibers zu nennen. Und der hohe Preis.

- ↑ schnell
- ↑ Software-Konfiguration
- ↓ teuer

Preis: circa 630 Euro



Ugreen 60638

Das Ugreen 60638 wird teils auch unter der Bezeichnung 5 Bay RAID Festplattengehäuse angeboten. Erstaunlicherweise ist es mit 170 Euro direkt beim Hersteller am günstigsten, woanders liegt der Preis teils deutlich darüber.

Drei DIP-Schalter auf der Rückseite dienen zum Einstellen des RAID-Modus, dazu muss man beim Einschalten zusätzlich einen Taster drücken. Nach einigen Wechselspielen spielte unser Testgerät nicht mehr mit, die eingestellten Laufwerke erschienen zwar in der Datenträgerverwaltung, verschwanden aber sofort wieder. Der Versuch einer Laufwerksinitialisierung endete dann mit der Fehlermeldung, dass ein unbekanntes Gerät angegeben worden sei. Weitere Messungen klappten nur mit einem Ersatzgerät.

Auch mit einem RAID 0 aus vier SSDs konnten wir dem Ugreen-Gehäuse gerade einmal 270 MByte/s entlocken. Mehr schafft der USB-SATA-Wandler einfach nicht.

- ↑ günstig
- ↓ langsam
- ↓ Einrichtungsschwierigkeiten

Preis: circa 170 Euro



Yottamaster FS5C3

Yottamaster hat bei dem FS5C3 vieles richtig gemacht. Die USB-Ports arbeiten allesamt mit 10 Gbit/s, auch die SATA-Wandler nutzen diese Geschwindigkeit. Damit bremsen sie mit 6 Gbit/s arbeitende SATA-SSDs nicht aus. Die Festplattenträger bestehen anders als bei den beiden anderen Gehäusen zum Teil aus Metall, zur Befestigung der Laufwerke muss man zum Schraubendreher greifen.

An der USB-Buchse an der Rückseite konnten wir mit einer SSD eine Geschwindigkeit von 1 GByte/s erreichen, alle SATA-Ports lieferten beim Lesen einzeln 560 MByte/s – mehr geht nicht. Nur beim Schreiben schwächelte das Gerät etwas, mit einer einzelnen SSD kamen wir nur auf 500 MByte/s. Bei den Paritätsspeicherplätzen von Windows war der Unterschied noch größer: Während wir beim Lesen mit 1014 MByte/s die Schnittstelle ausreizten, kamen wir beim Schreiben nur auf 350 MByte/s.

- ↑ schnell beim Lesen
- ↑ zusätzlicher USB-Port
- ↓ kein Hardware-RAID

Preis: circa 260 Euro

Terramaster nutzt bei seinem Gehäuse Thunderbolt 3 als Schnittstelle, an reinen USB-Anschlüssen funktioniert das Gerät nicht. Die Schnittstelle ist mit 40 Gbit/s die schnellste in diesem Vergleich, der Hersteller wirbt mit einer Maximalgeschwindigkeit von 1030 MByte/s. Terramaster baut in das Gehäuse den Highpoint RocketRAID 2720A ein, eine PCIe-Karte mit acht SATA-Anschlüssen; auch die Verwaltungssoftware stammt von Highpoint. Thunderbolt-typisch hat das Gehäuse noch weitere Ausgänge: einen USB-A-Port mit 10 Gbit/s, einen Grafikausgang nach DisplayPort 1.4

und eine USB-C-Buchse zum Anschluss weiterer Thunderbolt-Geräte.

Stromschlucker

Zum Feierabend fahren die meisten Anwender ihren PC herunter oder versetzen ihn in den Energiesparmodus. Wer zusätzlich eine Festplattenbox betreibt, sollte auch diese richtig abschalten, denn ihr Energieverbrauch ist immens.

Für die Messungen haben wir fünf SATA-SSDs installiert. Im Leerlauf lag die Leistungsaufnahme der Geräte zwischen 7,3 und 12 Watt, mit aktiven Festplatten ist

ein noch einmal höherer Energiebedarf zu erwarten: Selbst eine abgeschaltete Festplatte benötigt ein knappes Watt, eine rotierende Platte nimmt im Mittel mehr als fünf Watt auf. Mit fünf typischen NAS-Festplatten kann der Leerlaufverbrauch auf rund 40 Watt steigen; eine durchlaufende Speicherbox führt damit zu jährlichen Energiekosten von etwa 140 Euro.

Immerhin schalten die Boxen von Ugreen und Yottamaster etwas herunter, wenn der PC schlafen geht. Mit mehr als 5 Watt ist der Verbrauch aber immer noch viel zu hoch fürs Nichtstun.

Ungeregelter Lärm

Festplatten dürfen im Betrieb eine bestimmte Temperatur nicht überschreiten, meistens liegt diese zwischen 55 und 65 °C. Zur Kühlung bauen Terramaster und Ugreen gleich zwei Lüfter ein, Yottamaster begnügt sich mit einem. Alle sind ungeregelt, sie lärmten also unabhängig von der Temperatur im Gehäuseinneren.

Selbst bei Bestückung mit nur einer SSD laufen die Lüfter ständig, und auch bei maximaler Festplattenbestückung erhitzen sich die Laufwerke nur unter hoher Dauerbelastung auf kritische Werte. Wer selbst auf die Temperatur achtet und sich um die Garantie des Gerätes nicht schert, kann die Gehäuse aufschrauben und die Lüfter einfach abklemmen, dann aber bitte vorab den Netzstecker ziehen.

Transportboxen

Grundsätzlich kann man jedes Gehäuse auch an einem anderen PC nutzen. Am einfachsten ist das mit der Ugreen-Box, die den eingestellten RAID-Modus behält. Beim Yottamaster-Gehäuse ist das nur möglich, wenn über das Betriebssystem keine Laufwerksverbünde eingestellt sind.

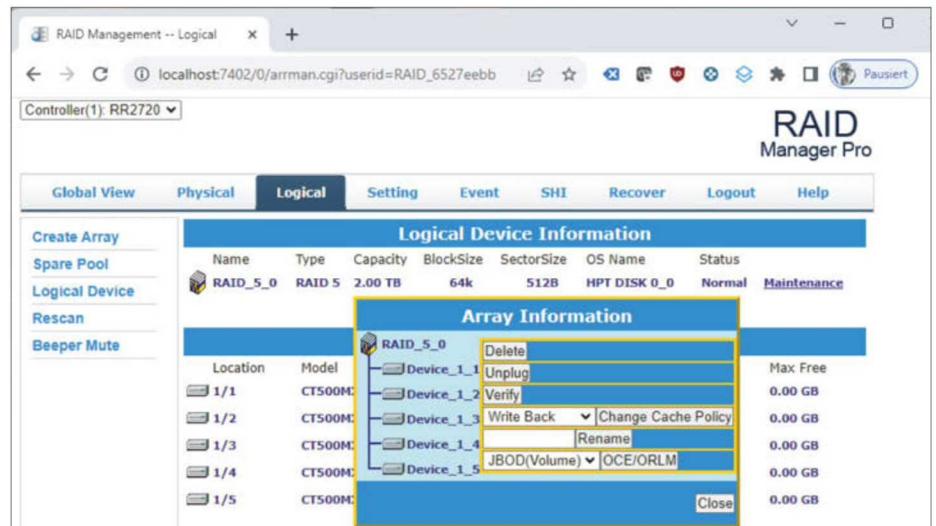
Offensichtlich zum Transport gedacht ist das Terramaster-Gehäuse mit seinem Griff an der Oberseite. Voraussetzung für die Nutzung an einem anderen Gerät ist aber ein zumindest bei Desktop-PCs recht seltener Thunderbolt-Anschluss und außerdem der RAID-Treiber.

Messungen

Die 3,5-Zoll-Festplatten kommen auf Trägern, die man von vorn in die Gehäuse hineinschiebt. Bei den Modellen von Terramaster und Ugreen ist zur Befestigung kein Werkzeug notwendig, beim Yottamaster-Gehäuse hingegen ein Kreuzschlitzschraubendreher. 2,5-Zoll-Festplatten und -SSDs schraubt man mit den beiliegenden Schrauben an den Trägern fest.

Wir haben die Boxen mit Festplatten von Kapazitäten zwischen 2 und 18 TByte sowie mit 500 GByte großen SATA-SSDs bestückt. Weiterhin haben wir in je einen Schacht die Toshiba-Festplatte MG04ACA500A gesteckt; darüber sind schon manche SATA-Controller gestolpert, da es sich dabei um eine recht seltene Platte mit nativen 4K-Sektoren handelt. Unsere Testgeräte erkannten sie jedoch alle.

Für die Ermittlung der maximalen Geschwindigkeiten haben wir Crucial-SSDs vom Typ MX500 benutzt, die Festplatten-Messungen haben wir mit 10-TByte-NAS-



Die RAID-Verwaltung von Terramaster ist etwas altbacken, aber übersichtlich.

Festplatten von Seagate ausgeführt. Mit beiden Bestückungen haben wir den Single-Modus vermessen sowie jeweils ein RAID 0 mit zwei und vier Laufwerken, ein RAID 1 und ein RAID 5. Dabei haben wir uns auf die Ermittlung der sequenziellen Geschwindigkeiten konzentriert und die Geschwindigkeit beim Zugriff auf zufällige Adressen nur bei SSD-Bestückung gemessen. Letztere spielt etwa eine Rolle, wenn man von der Speicherbox virtuelle Maschinen starten möchte.

Fazit

Wer seine Speicherbox gerne auch mal an einem anderen PC nutzt, kann eigentlich nur zum Ugreen-Gehäuse greifen. Vielleicht ist aber die Anschaffung eines NAS die bessere Option. Denn es ist das langsamste im Test, es vermischt alte und mo-

derne Technik, und die Schwierigkeiten bei der Einrichtung hinterlassen einen zwiespältigen Eindruck.

Yottamaster liefert ein grundsolides und schnelles USB-Gerät, am besten gefallen hat uns jedoch die Terramaster-Box. Sie ist sehr schnell, die Softwarekonfiguration ist komfortabel und übersichtlich. Wermutstropfen sind der hohe Preis und die notwendige Thunderbolt-Schnittstelle. (ll@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Lutz Labs, SATA-Vermehrung, PCIe-Karten mit zwei bis zehn SATA-Anschlüssen, c't 6/2023, S. 106
- [2] Benjamin Benz, Problem-Vervielfacher, Test und Praxis: USB-3.0-Hubs, c't 4/2015, S. 96
- [3] Lutz Labs, Schnelle Problem-Vervielfacher, Hubs für USB 3.1 Gen 2: doppelt so schnell, aber mit Problemen, c't 26/2018, S. 50

Externe Laufwerksgehäuse mit fünf Schächten

Modell	Direct Attached Storage Disk Enclosure	5 Bay RAID Festplattengehäuse	5 Bay Festplattengehäuse
Hersteller, URL	Terramaster, terramaster.com	Ugreen, de.ugreen.com	Yottamaster, yottamaster.com
Modellbezeichnung	D5 Thunderbolt 3	60638	FS5C3
Host-Anschluss	Thunderbolt 3 (40 Gbit/s)	USB-C, 5 Gbit/s	USB-C (10 Gbit/s)
Anzahl Schächte	5	5	5
RAID-Level	0, 1, 5, 10, 50, 6, JBOD	0, 1, 3, 5, 10, JBOD, Single	—
maximale Einzelkapazität	20 TByte	18 TByte	18 TByte
Smart-Daten	✓	✓	✓
Kabellänge, Steckertyp	30 cm, USB-C	100 cm, USB-C	40 cm, USB-C
zusätzliche Anschlüsse	DP 1.4, USB-A (10 Gbit/s), Thunderbolt 3 (40 Gbit/s)	—	USB-C (10 Gbit/s)
Betrieb-LEDs, Aktivitäts-LED	✓/5 × ✓	✓/5 × ✓	—/5 × ✓
Leistung Netzteil	120 Watt	120 Watt	150 Watt
Größe (L × B × H), Leergewicht	201 mm × 172 mm × 228 mm, 2436 g	141 mm × 204 mm × 238 mm, 2398 g	135 mm × 200 mm × 264 mm, 3814 g
Garantie	2 Jahre	2 Jahre	2 Jahre
Straßenpreis	630 €	170 €	259 €



Bild: KI Midjourney | Bearbeitung c't

Entspanntes Upgrade

Neue Funktionen für Windows 11

Es ist Herbst – Zeit für Schietwetter, düstere Stimmung und ein Funktionsupdate für Windows. Zum Verzweifeln ist Version 23H2 aber zum Glück nicht, denn es bringt einige willkommene Verbesserungen mit und ist schnell installiert.

Von Jan Schübler

Es ist eine Art Selbstverpflichtung von Microsoft: Jeden Herbst gibts für das aktuelle Windows, in diesem Fall also Windows 11, ein sogenanntes Funktionsupdate, mit dem das System Neues lernt – im besten Fall sind das nur Verbesserungen und keine Nachteile.

Version 23H2 kommt trotz einer ordentlichen Menge Neuerungen technisch gesehen als kumulatives Update – und nicht wie Version 22H2 im vergangenen Herbst als Upgrade-Installation. Die Installationsmethode als kumulatives Update – also wie ein reguläres monatliches Si-

cherheitsupdate – geht verglichen mit Upgrade-Installationen nicht nur bedeutend schneller, sondern sorgt nach allen Erfahrungen auch für wesentlich weniger Probleme beim Anwender. Zur Erinnerung: Bei der langwierigeren Upgrade-Installation landet die neue Windows-Version zunächst neben der bestehenden Installation auf der Platte, dann wird im Laufe mehrerer Neustarts das ältere gegen das neue System ausgetauscht (dabei kommt die Setup-Umgebung Windows PE zum Einsatz) und zu guter Letzt alle Benutzerkonten, Programme und Einstellungen ins neue Windows übernommen. Der Prozess ging vor allem bei Windows 10 immer mal schief, was bei etlichen Anwendern zu Upgrade-Fehlern oder gar zerschossenen Systemen führte.

Üblicherweise werden die neuen Funktionen an einem Patchday (zweiter Dienstag im Monat) ins System integriert, bleiben aber zunächst inaktiv. Sobald Sie dann in Windows Update beim Funktionsupdate auf „Herunterladen und installieren“ klicken (oder so lange warten, bis es zwangsgestartet wird), wird lediglich ein

Skript ausgeführt, das die schon enthaltenen Funktionen beim nächsten Neustart aktiviert.

Was ist was?

Mit der Ankündigung von Version 23H2 hat Microsoft am 21. September nicht nur neue Funktionen, sondern auch gleich zwei neue Dimensionen von Update-Verwirrung vorgestellt. Denn es war nicht nur von Version 23H2 die Rede, sondern auch von „Moment 4“ – als „Moments“ bezeichnet Microsoft kleinere Päckchen von Neuerungen, die außerhalb der jährlichen Funktionsupdates erscheinen. Version 23H2 hat Microsoft bis Redaktionsschluss nicht für die Allgemeinheit freigegeben, wohl aber für Teilnehmer des Betatestprogramms Windows Insider im Veröffentlichungskanal „Release Preview“ – das ist die allerletzte Hürde, die ein Funktionsupdate nimmt, bevor es für die breite Masse freigegeben wird. Vergleicht man nun den Funktionsumfang von Windows 11 mit Moment-4-Update mit dem von Version 23H2, sieht man kaum Unterschiede. Zwei konnten wir ausmachen: erstens eine neue Paint-Version und zweitens den Wegfall des Chat-Icons auf der Taskleiste (zu beidem unten mehr). Einen kleinen Unterschied gibts bei der Build-Nummer: Während sich Version 22H2 stets als Build 22621 meldet, trägt 23H2 die Build-Nummer 22631. Im Prinzip kann man also sagen: Wer das Moment-4-Update installiert hat, hat nahezu alle Funktionen von Version 23H2.

Nun wäre Microsoft nicht Microsoft, wenn es nicht noch verwirrender käme. Denn: Die „Moment 4“-Neuerungen bekommen nicht nur „Windows Insider“, sondern auch andere Nutzer (manchmal sogar, ohne davon zu wissen). Die erste Möglichkeit dafür besteht darin, das am 26. September vorgestellte optionale kumulative Update zu installieren (KB5030301) – nach einem Neustart sind die Features sofort da. Allerdings: Am Oktober-Patchday, also am 10. Oktober, hat Microsoft KB5031358 veröffentlicht. Das ist das monatliche kumulative Update, mit dem Microsoft Sicherheitslücken stopft. In diesem Update stecken die neuen Funktionen ebenfalls drin – allerdings sind sie nach der Installation noch nicht zu sehen, sondern wollen erst scharf geschaltet werden. Dafür muss man in den Windows-Update-Einstellungen den Schalter „Erhalten Sie die neuesten Updates, sobald sie verfügbar sind“ betätigen und dann auf „Updates

suchen“ klicken. Daraufhin lädt Windows ein Konfigurationsupdate, das nichts anderes tut, als die bereits installierten neuen Funktionen auch zu aktivieren. Falls Ihnen das bekannt vorkommt: Das ist im Prinzip die gleiche Technik, mit der Microsoft schon einige Funktionsupdates für Windows 10 unter die Leute gebracht hat – kumulatives Update plus ein „Enablement Package“, das die Neuerungen aktiviert.

Die Option aller Optionen

Die am sehnlichsten erwartete Neuerung ist eigentlich ein alter Hut: „Taskleistenschaltflächen kombinieren und Beschriftungen ausblenden“ – zwei Jahre nach dem Release von Windows 11 hat das Betriebssystem wieder eine Option bekommen, die seit Windows 7 eigentlich selbstverständlich war. Schaltet man sie vom voreingestellten „Immer“ auf „Nie“, passieren zwei Dinge: Erstens sind die Icons offener Fenster auf der Taskleiste mit dem Fenstertitel versehen, und zweitens werden die Icons mehrerer Fenster desselben Programms nicht mehr zu einem Sammel-Icon zusammengefasst. Diese Icon-Gruppierung abschalten zu können, ist für viele Anwender aus Gründen der Ergonomie unerlässlich, die oft mit mehreren Excel-Tabellen, Browserfenstern, Editor-Instanzen oder Ähnlichem arbeiten.

Man muss aber dazusagen: Ja, der Anfang ist gemacht – die Taskleiste an den oberen, linken oder rechten Bildrand zu setzen, ist aber nach wie vor nicht möglich, und auch nicht, ihre Höhe zu ändern. Immerhin: Im Betrieb mit mehreren Bildschirmen kann man separat festlegen, ob die Icon-Gruppierung nur auf dem primären Bildschirm oder auch auf weiteren abgeschaltet werden soll.

Paint & Co.

Dem Bildbearbeitungsklassiker Paint hat Microsoft zwei neue Funktionen spendiert; beide kommen nicht mit dem Moment-Update von Ende September auf den Rechner, sondern tatsächlich erst mit Version 23H2. Die eine Funktion war lange überfällig: Paint kann nun mit Transparenz und mehreren Ebenen umgehen.

Die zweite neue Funktion: Das Programm kann nun mit einem Klick das Objekt im Vordergrund erkennen und freistellen. Das funktioniert nicht immer perfekt, vor allem bei Fotos mit ruhigem Hintergrund aber erstaunlich gut. Konfi-

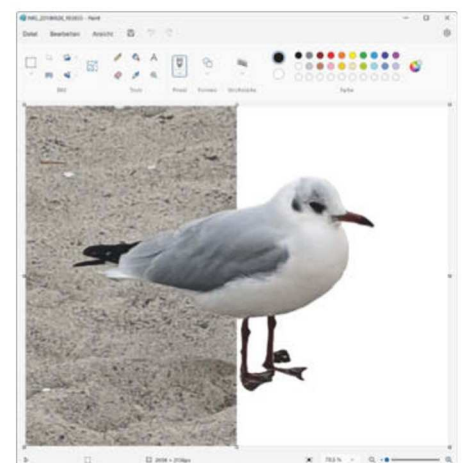
c't kompakt

- Windows 11 bekommt mit Version 23H2 dringend nötige Verbesserungen.
- Die Installation ist erfreulich unproblematisch.
- Bei den Bezeichnungen herrscht hingegen Verwirrung.

gurieren kann man den Freisteller nicht; Paint wählt schlicht das Objekt aus, das es für das vordergründige hält.

Die Fotos-App, also der reguläre Bildbetrachter von Windows 11, kann ebenfalls mehr: Hintergründe weichzeichnen, auch bekannt als Bokeh. Hier hat Microsoft auch gleich mehr Einstellungen vorgesehen: Die Funktion versucht zwar, das richtige Objekt im Vordergrund selbst zu erkennen, doch wenn das schiefgeht, kann man nacharbeiten und einzeichnen, was scharf bleiben soll und was nicht. Auch der Grad der Weichzeichnung ist einstellbar.

Auch das Snipping Tool, das Bordmittel für Bildschirmaufnahmen, kann Neues. Aus Fotos kann man nun Text direkt herauskopieren oder Mailadressen und Telefonnummern automatisch schwärzen lassen. Bei der Auswahl der zu schwärzenen Bestandteile verhielt sich die App im Test mitunter sperrig. Zeichnet man Bildschirmvideos auf (Screencasts), schreibt das Snipping Tool nun auf Wunsch auch eine Tonspur – wahlweise mit oder ohne Mikrofonsignal.



Links vorher, rechts nachher – der Freisteller von Paint ist eine der ganz wenigen Funktionen, die wirklich erst mit Version 23H2 kommen, und nicht mit dem „Moment 4“-Update.

Explorer

Der Datei-Explorer hat eine leichte Umgestaltung bekommen, so befindet sich die Adressleiste nun oberhalb der Werkzeugleiste. Der Detailbereich ist umgestaltet, was vor allem Bildern zugutekommt, deren Thumbnails nun die ganze Breite des Detailbereichs nutzen.

Apropos Bilder: Neu ist die Ansicht „Katalog“, die man im Navigationsbereich links auswählen kann. Dabei handelt es sich im Grunde um eine Fotoalbum-artige Ansicht aus großen Thumbnails, bei der die Dateinamen ausgeblendet und die Abstände zwischen den Bildern deutlich kleiner als in der regulären Ansicht des Bilderordners mit großen Symbolen sind. Die Bilder sind chronologisch sortiert und am rechten Fensterrand gibts eine klickbare Zeitleiste – der Verdacht drängt sich geradezu auf, dass Microsoft sich hier stark durch die Browseransicht von Google Fotos inspirieren ließ.

Außerdem kann Windows nun auch ohne die Installation von Zusatzprogrammen einige komprimierte Formate entpacken, die nicht ZIP heißen – also etwa RAR, TAR und 7Z. Um solche Archive zu erstellen, ist aber weiterhin zusätzliche Software nötig. Keine Verbesserung können wir in den Kontextmenüs erkennen, also den Menüs, die man per Klick mit der rechten Maustaste zu sehen bekommt. Einträge wie „Senden an“ und „Mit Defender überprüfen“ fehlen dort auch mit Version 23H2 – man muss erst mit einem Klick auf „Weitere Optionen anzeigen“ das klassische Kontextmenü hervorholen.

Eine andere kleine Neuerung fällt erst beim genaueren Hinsehen auf: Beim Umschalten zwischen virtuellen Desktops, etwa per Windows+Strg+Cursortaste, er-

scheint mittig über der Taskleiste nun ein Label mit dem Namen des Desktops.

Neue App für alte Funktionen

Die App „Windows-Sicherung“ kümmert sich um vier Arten von Daten, die im Microsoft-Konto gesichert werden können. Erstens die eigenen Dateien, sofern eine Sicherung nach OneDrive eingerichtet ist. Zweitens: Informationen dazu, welche Store-Apps installiert sind und ob sie im Startmenü angeheftet sind. Drittens Passwörter für WLAN, Netzwerkfreigaben und so weiter sowie viertens Windows-Einstellungen zu Barrierefreiheit, Systemsprachen, visueller Desktop-Anpassung nebst „weiteren Windows-Einstellungen“. Welche genau das sind, bleibt offen; nach unserem Eindruck geht es mitunter um Explorer-Einstellungen wie die Anzeige von Dateiendungen, versteckten Dateien und Ähnliches.

Eigentlich ist diese Backup-App ein typischer Fall von altem Wein in neuen Schläuchen, denn das meiste, was man damit machen kann, greift auf bereits vorhandene Features zurück. OneDrive-Dateibackup gibt es ebenso seit Jahren wie die Option, diverse Windows-Einstellungen und WLAN-Kennwörter ins Microsoft-Konto zu synchronisieren. Aber: Die Sicherungs-App verpackt das alles in eine übersichtliche Oberfläche.

Da es sich um eine Cloud-Sicherung handelt, kann sie nur mit einem Microsoft-Konto funktionieren. In unseren Tests lief sie nur dann fehlerfrei, wenn wir uns nicht nur an der App mit einem solchen angemeldet haben, sondern an Windows 11 selbst. Ansonsten hieß es, die Einstellungen seien nur „teilweise gesichert“ – ohne Details, was fehlt, woran es scheitert oder wie man Abhilfe schaffen könnte.

Insgesamt bewirbt Microsoft die App als ein Tool, um bei Verlust des Rechners möglichst unkompliziert auf ein neues Gerät umsteigen zu können. Dafür dürfte es aber nur in Ansätzen geeignet sein. Selbst wenn man bereit ist, alle Daten ins OneDrive zu sichern: Die Listen installierter und angepinnter Apps ignorieren, was nicht aus dem Store kommt – ein richtiges Systembackup à la c't-WIMage bleibt der Goldstandard, um rasch wieder arbeitsfähig zu sein (siehe auch ct.de/wimage).

Einstellungen-App

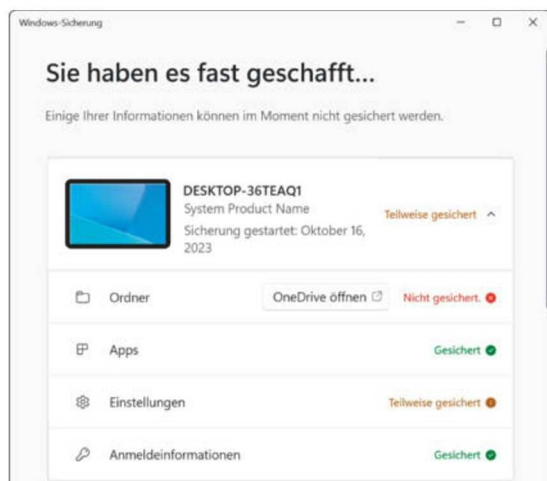
Um auch kleinere Änderungen zu erfassen, die ein Funktionsupdate mit sich bringt, ist es immer hilfreich, einen Blick in die Einstellungen-App zu werfen. Dort fällt direkt auf, dass es nun eine **Startseite** gibt. Sie bietet einen Schnellaufgriff auf die drei meistbenutzten Optionen und die Design-Personalisierung sowie eine Anzeige des OneDrive-Füllstands – ihr Nutzen hält sich also in engen Grenzen.

In der Rubrik **System** ist unter „Speicher/Datenträger und Volumes“ die Option hinzugekommen, eine virtuelle Festplatte zu erstellen (VHD- oder VHDX-Format). Bislang ging das per Mausklick nur in der Datenträgerverwaltung. Außerdem ist das Menü „Für Entwickler“ von der Datenschutz- in die Systemrubrik gewandert. In diesem Menü gibt es außerdem eine Option, die nicht nur für Entwickler interessant sein dürfte: Man kann einstellen, dass beim Rechtsklick auf das Taskleisten-Icon eines laufenden Programms eine „Task beenden“-Schaltfläche im Kontextmenü erscheint. Um ein Programm abzuwürgen, muss man also künftig nicht erst den Task-Manager öffnen.

Im Bereich **Bluetooth und Geräte** kann man unter „Smartphone-Link“ eine über die gleichnamige App eingerichtete Verbindung des Handys mit Windows per Klick ein- und ausschalten.

Unter **Netzwerk und Internet** kann Windows die Nutzungsstatistik in „Erweiterte Netzwerkeinstellungen/Datennutzung“ nun auch für die letzten 24 Stunden oder sieben Tage anzeigen, statt wie bisher ausschließlich für die letzten 30 Tage. Im Untermenü „WLAN/Bekannte Netzwerke verwalten“ kann man sich außerdem nach dem Klick auf einen Eintrag und auf „WLAN-Sicherheitscode anzeigen“ das gespeicherte Kennwort anzeigen lassen.

Im Abschnitt **Personalisierung** bietet Windows 11 unter „Geräteverwendung“ zusätzlich zu den bestehenden Profilen für



Die neue Backup-App lässt Fragen offen – zum Beispiel, wenn etwas nur teilweise klappt.

Gaming, Familie und so weiter nun auch eins für Entwickler an. Das einzuschalten, bewirkte im Test nur die automatische Installation des derzeit im Betastadium befindlichen Dev Home, einer Art Start-Center für Entwicklungstools von Microsoft.

Neu ist auch das Untermenü „Dynamische Beleuchtung“. Damit lässt sich die Beleuchtung von (in erster Linie Gaming-) Zubehör wie Tastaturen, Mäusen und so weiter steuern, ohne herstellereigene Tools installieren zu müssen. Voraussetzung ist, dass die Geräte zum LampArray-Standard kompatibel sind. Welche das sind, schreibt Microsoft in eine regelmäßig aktualisierte Onlineliste (siehe ct.de/yh7w). Im Untermenü „Taskleiste“ ist außerdem der Schalter für das „Chat“-Icon verschwunden. Das liegt daran, dass Microsoft dieses spezielle Icon gegen eine normale Verknüpfung zur Teams-App für Privatkunden ausgetauscht hat, die man bei Bedarf einfach von der Taskleiste lösen kann. Diese Änderung kommt übrigens tatsächlich erst mit dem Update auf Version 23H2 und nicht bereits mit der Installation des „Moment 4“-Updates.

In der Einstellungsrubrik **Konten** gibt es mit „Hauptschlüsseinstellungen“ einen Bereich, in dem man in Windows hinterlegte Passkeys auflisten und bei Bedarf löschen kann. Warum Microsoft sich diesen irren Namen für das Untermenü ausgedacht hat, statt es einfach „Passkeys“ zu nennen, entzieht sich unserer Kenntnis.

In der Abteilung **Zeit und Sprache** gibt es unter „Datum und Zeit“ eine Option, die Anzeige von „Uhrzeit und Datum rechts unten in der Taskleiste“ auszusuchen.

In der Rubrik **Barrierefreiheit** existiert unter „Sprachausgabe“ eine Funktion zum Hinzufügen von „Natural Voices“. Bei unseren Tests funktionierten sie allerdings nicht: Wir konnten sie zwar herunterladen, aber sie bleiben stumm. Außerdem gibts unter „Spracherkennung“ eine Einstellung, mit der Windows die Spracherkennung schon vor der Anmeldung an einem Benutzerkonto scharf schaltet.

Gibts nicht? Gibts doch

Vielleicht ist es Ihnen aufgefallen: Bis hier haben wir das eine Feature unterschlagen, um das Microsoft den größten Bohei macht: den KI-Copilot. Im Prinzip ist er eine Neuinterpretation der Sprachassistent Cortana, von der sich der Hersteller schon seit Jahren immer weiter verabschiedet hat. Der Copilot ist im Grunde eine kompakte Ansicht des Bing Chat, der

im Kern auf das generative Sprachmodell GPT-4 von OpenAI aufsetzt.

Das an sich wäre kaum erwähnenswert, allerdings ist der Copilot in Windows integriert und kann daher Anweisungen wie „öffne den Editor“ oder „schalte in den dunklen Modus“ verstehen. Generell werden die Befehle aber nicht direkt ausgeführt, sondern müssen mit einem Klick bestätigt werden. Von künstlicher „Intelligenz“ ist bislang noch nicht allzu viel zu sehen: Bei „öffne ein PowerShell-Fenster mit Administratorrechten“ ignoriert der Copilot den Teil mit den Administratorrechten, und „öffne LibreOffice Calc“ quittiert er mit einer Anleitung, wie man die Office-Suite herunterlädt und installiert – nicht aber mit dem Vorschlag, das installierte LibreOffice zu starten.

Der Copilot ist offiziell noch nicht in der EU verfügbar, weil er mit dem europäischen Wettbewerbsgesetz Digital Markets Act (DMA) im Konflikt steht. Wer den Copilot trotzdem schon verwenden will, muss dazu eine Verknüpfung anlegen: Klicken Sie mit der rechten Maustaste irgendwo in den leeren Bereich des Desktops und dann auf „Neu/Verknüpfung“ und geben Sie im folgenden Dialog

```
microsoft-edge:///?ux=copilot&tcp=1&source=taskbar
```

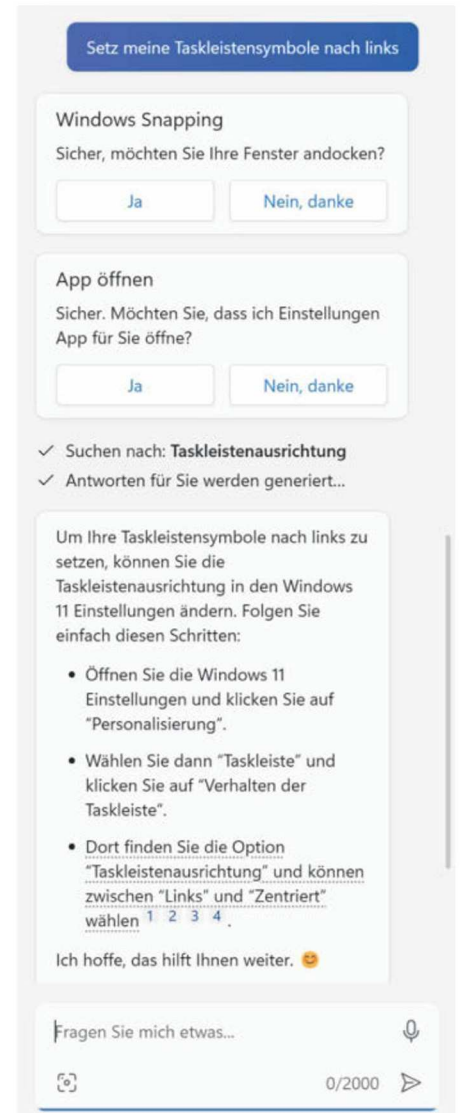
als Speicherort des Elements ein. Danach können Sie der Verknüpfung noch einen Namen geben, zum Beispiel „Copilot“. Damit können Sie die Funktion nun starten. Achtung: Systemfunktionen wie der Start von Programmen oder die Änderung von Einstellungen funktionieren nur, wenn Sie sich mit einem Microsoft-Konto in der App (oder an Windows selbst) anmelden.

Gibts wirklich noch nicht

Immer mal ist davon die Rede, dass es möglich werden soll, den Widget-Bereich besser anzupassen – wozu vor allem gehören dürfte, den MSN-Newsfeed gänzlich auszublenden, um ausschließlich die eigentlichen Widgets zu sehen, also Mini-Ansichten für Kalender, To-do-Listen, Wetter und Ähnliches. Bis Redaktionsschluss können wir davon allerdings nichts erkennen.

Fazit

Es gab schon einige Funktionsupdates mit eher fragwürdigem Nutzen – Windows 11 Version 23H2 gehört zum Glück nicht



Der „Copilot“ muss zum Glück kein Flugzeug steuern – es würde wohl gleich nach dem Start abstürzen.

dazu. Weil auch die Installation unproblematisch abläuft (oder zumindest nicht problematischer als jedes andere monatliche Update), sehen wir keinen Grund, warum man mit der Installation warten sollte. Und: Wer bislang mit dem Upgrade von Windows 10 auf 11 deshalb gehindert hat, weil die Taskleiste ein wichtiges Ergonomie-Feature vermissen ließ, kann die Lage nun neu bewerten.

Bloß das eigentliche Super-Feature von 23H2, der KI-Copilot, glänzt derzeit noch nicht mit Intelligenz. Nun gut, er ist erstens noch im Betastadium und zweitens hierzulande offiziell gar nicht verfügbar. Da bleibt abzuwarten, ob die Funktion zum Erfolg wird – oder zum Rohrkrepiere à la Cortana. (jss@ct.de) **ct**

LampArray-Unterstützung: ct.de/yh7w



Big Mac

Apple Mac Pro: Hardware-Merkmale, Benchmarks und PCIe-Prüfungen

Mit dem Mac Pro schließt Apple seinen Wechsel von Intels x86-Chips zur effizienteren M-Architektur ab. Äußerlich gleicht der größte Mac im Tower-Gehäuse dem Vorgänger mit Intel-Chip, aber Apple musste sich einiges einfallen lassen, damit man auch den neuen Mac Pro intern mit PCI-Express-Karten aufrüsten kann.

Von Dušan Živadinović und Johannes Schuster

Niemand kritisiert, wenn ein Autohersteller denselben Motor sowohl in Limousinen als auch in Kombis einbaut. Aber Apple ist genau das mit seinem Chip M2 Ultra widerfahren: Einige Mac-Fans reiben sich daran, dass Apple im neuen Mac Pro im Tower-Gehäuse denselben Chip einsetzt, der schon im Mac Studio, der kompakten Rakete für den Schreibtisch steckt.

Tatsächlich sehen manche Beobachter Anzeichen dafür, dass Apple sein anfängliches Innovationstempo bei der Entwicklung der M-Chips während Arbeit an der zweiten Generation eingebüßt hat (ct.de/y999). Darin könnte der Grund liegen, dass der Mac Pro keinen schnelleren Chip bekommen hat als die kompakte Workstation Mac Studio. Doch der Klientel, die einen erweiterbaren Mac braucht und bezahlen will, dürfte das schnuppe sein.

Das sind etwa Musikproduzenten oder Video-Producer von Sendeanstalten, die zum Beispiel ihre Projekte zur Weiterbearbeitung auf einem zentralen Storage-Array speichern und neben speziellen Audio- oder Video-Capture-Karten „mal eben“ eine 25-Gbit/s-Ethernetkarte ins Tower-Gehäuse stecken, wenn der eingebaute 10-Gbit/s-Port zu langsam sein sollte. Ein mit PCIe-Steckkarten erweiterbarer Mac ist daher genau die richtige Maschine für diese Zielgruppe und die Rechenleistung des M2-Prozessors genügt dafür. In diese Kerbe schlägt Apple auch mit der Rack-Version des Mac Pro, die vermutlich in manchem Ü-Wagen oder Tonstudio ihren Dienst tun wird.

Der zahlungskräftigen Kundschaft, die ihre Arbeitspferde in 19-Zoll-Racks

einspannt, halb bisher etwa die Firma Sonnet mit Einbaurahmen für die Schreibtisch-Workstation Mac Studio aus; die RackMount-Systeme ab 450 US-Dollar nehmen ein bis zwei Mac-Studio-Exemplare auf und lassen sich mit dem von Sonnet gefertigten 3U-Erweiterungsgehäuse xMac Studio Pro koppeln. Es nimmt bis zu drei PCIe-Karten auf (ct.de/y999). Beide zusammen, Einbaurahmen und PCIe-Erweiterung, sind ab 1050 US-Dollar zu haben.

Formel 1 im D-Zug

Aber weil die Sonnet-Box nur per Thunderbolt 3 mit dem Mac Studio kommuniziert, müssen sich ihre PCIe-3.0-Steckplätze (1×16 und 2×8) die Thunderbolt-Bandbreite teilen. Zudem befördert Thunderbolt 3 höchstens 40 Gbit/s. Das bremst die Steckkarten auf das Niveau eines Formel-1-Rennwagens im D-Zug herunter, denn PCIe 3.0 ist für bis zu 8 Gigatransfers pro Sekunde ausgelegt.

Hingegen sind im Mac Pro die PCIe-Steckkarten direkt per PCIe an CPU und RAM angekoppelt, und zwar gemäß dem verbreiteten PCIe 4.0, was bis zu 16 Gigatransfers liefert. Da leuchten die Vorteile gegenüber einem Mac Studio mit externer PCIe-Erweiterung unmittelbar ein und die Mehrkosten von 3500 Euro für die Basisversion des Mac Pro gegenüber der Einstiegsversion des Mac Studio sind plötzlich akzeptabel bis unwichtig, weil der Tower-Mac die Leistung der PCIe-Steckkarten weit besser ausschöpft – wenn auch immer noch mit Einschränkungen; dazu mehr im Abschnitt „Umweg als Ausweg“.

Modellvarianten

Das Basismodell des Mac Pro mit M2-Ultra-Chip kostet 8299 Euro und enthält 24 CPU-, 32 KI- und 60 GPU-Kerne sowie 64 GByte RAM. 1150 Euro mehr kostet die Variante mit 76 GPU-Kernen. Für weitere 2530 Euro gibt Apple dem Mac Pro anstatt einer 1-TByte-SSD eine mit 8 TByte Fassungsvermögen mit. Das quer liegende Rack-Gehäuse bekommt man in denselben Ausstattungsvarianten; es kostet jeweils 700 Euro mehr.

Für die Chip-Variante mit 192 GByte RAM verlangt Apple 1840 Euro mehr. 192 GByte klingt gegenüber anderen Macs nach viel RAM, ist aber verglichen mit dem alten Mac Pro mit Intels x86-Chip mager. Der hat kein aufgelötetes RAM und seine DIMM-Slots nahmen bis zu 1,5 TByte auf.

Zum Test stand uns ein Mac Pro mit M2 Ultra mit 24 CPU und 76 GPU-Kernen, 128 GByte RAM und 4-TByte-SSD zur Verfügung (12.669 Euro). In c't 20/23 haben wir einen Mac Studio M2 Ultra 24/76 mit 192 GByte RAM und 8-TByte-SSD getestet (10.319 Euro), den wir hier zum Vergleich heranziehen.

Gefrästes Aluminium

Für den Mac Pro mit M2-Chip verwendet Apple das gleiche, aus massivem Aluminium aufwendig gefräste Tower-Gehäuse wie im Vorgänger. Drei große, vorne angebrachte Ventilatoren saugen Umgebungsluft an und pusten sie an der Rückseite aus.

Nachdem man alle Kabel entfernt hat, kann man das Gehäuse über einen oben angebrachten Drehgriff nach oben abziehen. Schade, dass Apple den Einschaltknopf ebenfalls im Deckel integriert hat, denn geöffnet lässt sich der Rechner nicht starten. Das wäre aber praktisch, um Erweiterungen gleich nach dem Einstecken zu prüfen. Das für Macs mit Apple-Chip ungewöhnlich große Mainboard ist wie beim Intel-Vorgänger von beiden Seiten zugänglich. Auf der Rückseite sind zwei SSD-Steckplätze untergebracht.



An der Front saugen drei große Lüfter stetig Luft an und pusten sie nach hinten.

ct kompakt

- Der Mac Pro ist Apples einziger Mac, der sich intern über PCIe-Slots erweitern lässt.
- Mit Apples Chip M2 Ultra arbeitet er bis zu 350 Prozent schneller als die Basisversion des Vorgängers mit Intel-Chip.
- Dennoch kommt er mit deutlich weniger Energie aus.

Alle Komponenten trägt ein Stahlrahmen, der oben in Form von zwei Henkeln aus dem Gehäuse ragt und unten in vier abnehmbare Standfüße mündet, die sich durch Rollen ersetzen lassen; Apple verlangt dafür 500 Euro. Ohne die Luxusräder ist der Mac Pro 53 Zentimeter hoch, 45 tief und 22 breit. Er wiegt 16,86 Kilogramm, rund 1,1 kg weniger als der Vorgänger.

Schnittstellen satt

Mit der Außenwelt kommuniziert der Mac Pro über insgesamt acht Thunderbolt-4-Ports (auch für USB-C geeignet); zwei davon stecken gut zugänglich an der Oberseite, sechs an der Rückseite. Sie liefern im USB4- und Thunderbolt-Modus bis zu 40 Gbit/s und gemäß USB 3.1 Gen 2 bis zu 10 Gbit/s. Außerdem sind an der Rückseite ein Audio-Port (auch für hochohmige Kopfhörer oder ein iPhone-Headset geeignet) und je zwei HDMI-2.1- und USB-A-Ports herausgeführt (USB3.1 Gen 1, max. 5 Gbit/s). Weiter unten sitzen zwei Anschlüsse für 10-Gigabit/s-Ethernet und die dreipolige Kaltgerätebuchse für die Stromversorgung. Ein SD-Kartenleser fehlt.

Jeder Thunderbolt-Port steuert maximal zwei 4K-Monitore an. Mit einem G-Drive Pro lieferte der Mac Pro im Thunderbolt-Modus Durchsatzraten bis 2,6 GByte/s. An den USB-A-Buchsen erreichte er bis zu 435 MByte/s.

An Bord sind außerdem wie beim Mac Studio ein WLAN-Modul für Wi-Fi 6E im schön leeren 6-GHz-Band (Bruttorate bis 2400 Mbit/s) und Bluetooth 5.3. Die beiden Ethernet-Ports eignen sich für NBase-T-Kommunikation mit 1, 2,5, 5 oder 10 Gbit/s. In Netzwerkmessungen lieferte der Mac Pro gute Werte: Per WLAN im 6-GHz-Band verzeichneten wir netto maximal 2,1 Gbit/s und per

Ethernetkabel im 10-GE-Modus waren es erwartete 9,4 Gbit/s.

Anders als den Macs mit integriertem Bildschirm spendiert Apple dem Mac Pro weder Kamera noch Mikrofon. Der eingebaute Mono-Lautsprecher klingt satt und gut. An der Miniklinkenbuchse funktionieren beliebige Kopfhörer und zusätzlich das iPhone-kompatible Headset mit- samt dessen Mikro. Bei Verwendung von hochohmigen Kopfhörern wie sie in Tonstudios üblich sind, erhöhte der Mac die Ausgangsspannung von 1 auf 3 Volt und der Rauschabstand vergrößerte sich von sehr guten 116 auf hervorragende 128 dB(A). Ein optischer Audioausgang fehlt, sodass Kunden bei Bedarf in eine Nach- rüstkarte investieren müssen.

CPU-Sause

Der M2 Ultra besteht aus zwei M2-Max- Einheiten, die miteinander vermascht sind (Interposer). Diese sehr schnelle Kopplung auf Chip-Ebene verwenden auch andere Hersteller. Apple setzt diese Technik seit dem M1 Ultra ein. Entspre- chend stecken im M2 Ultra zwei Thunder- bolt-Controller und doppelt so viele Schnittstellen für den auf dem Package aufgelöteten Arbeitsspeicher wie im M2 Max. Deshalb kann er doppelt so viel RAM adressieren, 192 GByte. Für Software und Betriebssystem verhält sich der Doppel- chip wie ein besonders potenter Einzel- Chip. Die schnellen CPU-Kerne sind mit 3,7, die stromsparenden mit 2,4 GHz ge- taktet.

Um den Mac Pro mit älteren Macs ver- gleichen zu können, haben wir die für die älteren Geräte genutzten Testsuiten Geek- bench 5 und Cinebench R20 verwendet. Dabei erreicht der Mac Pro in Leistungs- messungen der CPU ähnliche Werte wie der Mac Studio mit dem M2-Chip Ultra. Der Mac Pro 2023 mit M-Chip ist in Geek- bench-Messungen rund 3,5 Mal schneller als der Intel-Mac von 2019 (Standard-Aus- stattung mit 8-Core-Xeon). Bei Cine- bench-Messungen sieht der Vorsprung mit

Faktor 2,1 deutlich kleiner aus, aber für diese Aufgaben emulierte der Mac Pro mit seinem M-Chip über das Rosetta-Framew- work eine x86-CPU.

Gegenüber einem hochgerüsteten In- tel-Mac-Pro von 2019 (24 Kerne, 384 GByte RAM und zwei leistungsstarke Ra- deon-Grafikkarten) schrumpft der Geek- bench-Vorsprung auf 44 Prozent. Im Ci- nebench-Test ist der neue Mac trotz Emu- lation nur 13 Prozent langsamer als der hochgerüstete 2019er Intel-Mac.

GPU besser als Vorgänger

Der M2 Ultra enthält 60 oder 76 GPU-Ker- ne, die auf den gesamten Arbeitsspeicher der CPUs zugreifen (Unified Memory). Das ist zwar etwas langsamer als bei einem dedizierten Grafikkartenspeicher, aber unterm Strich oft schneller, weil Kopier- vorgänge zum GPU-eigenen Speicher ent- fallen.

Wie nicht anders zu erwarten, lieferte der Mac Pro in GPU-Messungen sehr ähn- liche Werte wie der Mac Studio mit M2 Ultra. Gegenüber dem hochgerüsteten Intel-Mac-Pro ist der aktuelle Mac Pro im Metal-Test von Geekbench 5 ganze 160 Prozent schneller. Selbst die Rosetta-Emu- lation des Mac Pro mit M-Chip arbeitet bei verschiedenen 3D-Ballerspielen 25 bis 70 Prozent schneller.

Die interne Grafik versorgt bis zu acht Displays mit 4K-Video signalen und 60 Hertz Bildwiederhol frequenz. Alternativ kann man sechs Monitore in 6K-Auflösung bei 60 Hertz oder drei 8K-Monitore bei 60 Hertz ansteuern. An jedem HDMI-Port lässt sich ein 8K-Display mit 60 Hertz Bild- wiederholrate oder je ein 4K-Display mit 240 Hertz anschließen. Die Thunderbolt- Buchsen liefern auch DisplayPort-Signale an Monitore mit USB-C-Port.

Rasante Videobearbeitung

Der M2 Max enthält eine Media Engine, die die Bearbeitung von Videos in Apples ProRes-Format extrem beschleunigt, aber nur wenig Abwärme produziert. Der M2



Sechs Thunderbolt-4-Anschlüsse (erste Reihe), eine Audiobuchse, zwei HDMI-2.1- und zwei USB-A-Ports sind oben auf der Rückseite zu finden. Unten, neben dem Kaltgeräteanschluss, sind die beiden RJ45-Buchsen für 10-Giga- bit/s-Ethernet angebracht.

Ultra hat zwei davon und kann acht Video- spuren im Format 8K-ProRes in Echtzeit berechnen.

Ein 4K-Video von 155 Sekunden Dauer rendert der Mac Pro von 2019 in Grundausrüstung innerhalb von 231 Se- kunden. Das aufgerüstete Exemplar mit 24 Kernen und zwei Grafikkarten braucht 79 Sekunden, der Mac Pro mit M2 Ultra nur 23 Sekunden. Mehrere 8K-Video- spuren im Format Redcode RAW bearbeitet er mit dem Plug-in von RED rund viermal so schnell wie beide Vorgänger. Der Mac Studio mit M2 Ultra ist in allen Videodis- ziplinen ebenso schnell wie der Mac Pro.

Starke SSD

Der getestete Mac Pro enthält eine SSD mit 4 TByte Kapazität. Sie besteht aus zwei gesockelten Flashmodulen, die der Con- troller des M2 Ultra steuert. Außerdem verschlüsselt der Apple-Chip die Daten „on the fly“. Die steckbaren Module lassen sich zwar ausbauen und in anderen Macs verwenden, aber fremde Macs können die verschlüsselten Daten nicht lesen, weil Flash-Bausteine und Controller miteinan-



Auf der Oberseite befinden sich zwei Thunderbolt-Ports im USB-C-Format, die Einschalttaste und die weiße Sta- tus-LED.

GRATIS:
Signatur-Updates
bis Oktober 2024

Ihr Erste-Hilfe-Set:

Das Notfall-System für den Ernstfall

**NEUE
VERSION
2023/24**

c't Desinfec't *Das Rettungssystem bei Virenbefall*



**DAS c't-Sicherheitstool
als Download für USB-Sticks**

- Entfernt Trojaner und Viren unter Windows
- Mit 3 Scannern: ClamAV, Eset, WithSecure

Updates gratis
er 2024

Das kann das c't-Sicherheitstool

Windows-Trojaner & andere
Schädlinge finden und löschen
Fernhilfe für Familien-PCs leisten

Daten retten

Verloren geglaubte Fotos und Dateien
finden und wiederherstellen
Daten aus defektem NAS bergen

Zusatz-Werkzeuge für Profis nutzen

Malware-Analyse mit Experten-Tools
3 Extra-Scanner selbst konfigurieren
Desinfec't erweitern

**Komplett auf
32 GByte USB-Stick.
Desinfec't startet
direkt vom Stick.**



**Auch als Heft + PDF
mit 28 % Rabatt**

Mit den Virenscannern des Sicherheitstools jagen Sie PC-Schädlinge, retten Ihre Daten und können auch gelöschte Daten wiederherstellen – ganz kinderleicht. Das und noch mehr bringt Ihnen **c't Desinfec't 2023/24**:

- DAS c't-Sicherheitstool als Download für USB-Sticks
- Windows-Trojaner & andere Schädlinge finden und löschen
- Verloren geglaubte Fotos und Dateien finden und wiederherstellen
- Daten aus defektem NAS bergen
- Für Profis: Malware-Analyse mit Experten-Tools

Heft für 14,90 € • PDF für 12,99 € • Bundle Heft + PDF 19,90 € • Desinfec't-Stick 19,90 €

 shop.heise.de/desinfect23

der verknüpft sind und fremden Controllern der Schlüssel fehlt. Das ist gut, falls der Massenspeicher unerwünschten Personen in die Hände fällt, aber schlecht, falls das Mainboard des Mac Pro kaputtgeht; die Daten sind dann verloren, falls man kein Backup hat.

Die SSD können Kunden selbst aufrüsten, indem sie größere Flash-Bausteine einsetzen. Apple verlangt für 8 TByte 3220 Euro, es gibt auch Module mit 2 oder 4 TByte. Beim Mac Studio hat Apple keine Aufrüstung der internen SSD vorgesehen; die Flash-Module sind aufgelötet.

Der alte Intel-Mac-Pro erreicht Transferraten auf PCIe-3.0-Niveau (3000 MByte/s). Der neue ist bei SSD-Tests dank PCIe 4.0 etwa doppelt so schnell. In Schreibmessungen erreichte er 5845 MByte/s, beim Lesetest 7079 MByte/s.

Apples PCIe-Implementierung

Der neue Mac Pro lässt sich intern mit PCIe-Karten aufrüsten. Dafür enthält er sieben Slots. Über dem obersten Steckplatz sitzt Apples Riser-Karte mit sechs Thunderbolt-Ports und im obersten PCIe-Slot steckt ab Werk Apples I/O-Card mit Audio, 2 x HDMI 2.1 und 2 x USB-A. Anstatt der I/O-Card kann man im obersten Slot eine PCIe-Karte nach Wahl betreiben (Gen 3 x4), aber die I/O-Karte passt mit ihren speziellen Kontakten in keinen der unteren Steckplätze.

Die ab Werk unbestückten Slots arbeiten gemäß PCIe Gen 4. Von oben nach unten folgen zunächst vier Slots, die mit je 8 Lanes (x8) angebunden sind, dann zwei mit je 16 Lanes (x16). Dank ausreichendem Abstand nehmen die unteren vier Slots Karten doppelter Breite auf. Steckkarten im Apple-eigenen Format MPX, das einen zweiten Steckkontakt hinter dem regulären PCIe-Stecker benötigt, passen nicht (zum Beispiel Promise Pegasus R4i).

Jede PCIe-Karte darf bis zu 75 Watt Strom aus dem Slot ziehen. Braucht ein Modul mehr, zapft man das Netzteil über ein Kabelkit von Belkin an (85 Euro). So kann eine Karte insgesamt 300 Watt ziehen.

Für PCIe-Grafikkarten eignet sich der aktuelle Mac Pro nicht; Apple hält die interne Grafik seiner M-Chips für potent genug. Prinzipiell könnte die Firma den Mac Pro für die Zusammenarbeit mit externen GPUs anpassen. Das hat Apple bei größeren Intel-MacBooks bereits praktiziert; man kann an diesen Geräten die interne GPU zugunsten einer externen einfach abschalten. Solange aber Apple mit seinen eigenen GPUs zumindest ansatzweise das Leistungsniveau von externen GPUs halten kann, braucht man darauf bei Macs mit M-Chips nicht zu hoffen.

So bleiben die Slots SSD-, Fibre-Channel-, Ethernet-, I/O-Video- oder Audio-

Karten vorbehalten. Falls eine Karte Mac-Treiber erfordert, müssen diese für Apples M-Chip geschrieben sein. Für ältere Karten mit 32-Bit-ROMs eignet sich der neue Mac Pro nicht.

Reaktiviertes Dienstprogramm

Im neuen Mac Pro gibt es zwei PCIe-Signalstränge namens Pool A und Pool B, die das Betriebssystem den Karten selbstständig zuweist. Falls man eine andere Zuordnung haben möchte, nimmt man das mit dem Intel-Mac-Pro von 2019 wiederbelebte Dienstprogramm für Erweiterungssteckplätze zu Hilfe.

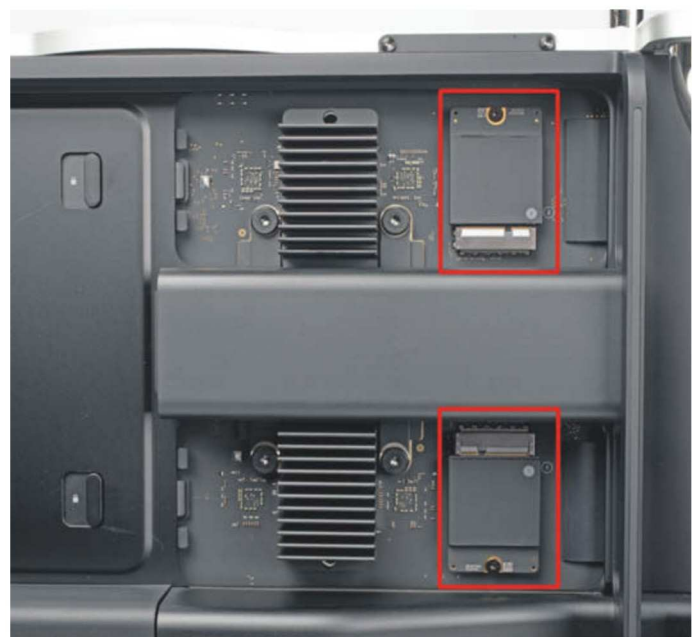
Unter anderem blendet es die genutzte Bandbreite des jeweiligen Pools in Prozent ein. Eine manuelle Zuordnung könnte beim Anschluss sehr vieler Thunderbolt-Geräte nützlich sein, die ja an PCIe hängen. Nützlich für Tests fanden wir, dass das Programm warnt, wenn man eine x16-Karte in einem x8-Slot betreibt.

Umweg als Ausweg

Zur Einführung des Mac Pro war unter Fachleuten eine der spannendsten Fragen, wie Apple PCI Express implementiert hat. Denn der M2 Max kommuniziert über nur 16 PCIe-Lanes mit der integrierten SSD und der Außenwelt. Da im M2 Ultra zwei M2 Max verknüpft sind, enthält er zwar doppelt so viele PCIe-4.0-Lanes, aber dennoch sind das nur 32 Lanes. Davon



Bis zu sechs Steckkarten nimmt der Mac Pro auf. Im obersten der insgesamt sieben PCIe-Slots steckt ab Werk Apples I/O-Karte.



Die Flashmodule des SSD-Massenspeichers sind gesockelt. Ab Werk bestückt sie Apple mit mindestens 1 TByte Kapazität.

Es gibt **10** Arten von Menschen.
iX-Leser und die anderen.



Jetzt Mini-Abo testen:
3 Hefte + Bluetooth-Tastatur
nur 19,35 €

www.ix.de/testen



www.ix.de/testen



49 (0)541 800 09 120



leserservice@heise.de



zwackt der M2 Ultra allein 8 Lanes für die interne SSD ab, sodass für alles andere nur 24 Lanes übrig bleiben.

Das genügt bei weitem nicht, um sieben PCIe-Slots und sämtliche Schnittstellen gleichzeitig schnell anzubinden (je zwei Thunderbolt-, USB-, HDMI- und Ethernet-Ports plus WLAN und Bluetooth). Apple behilft sich wie manch anderer Workstation-Hersteller mit einem PCIe-Switch, der die Anzahl der Lanes scheinbar vervielfacht. Dabei sind aber am Switch maximal nur so viele Lanes zur selben Zeit aktiv, wie im M2 Ultra angelegt sind; die übrigen müssen warten, bis sie an der Reihe sind. Der an den M2 Ultra angeflanschte Switchtec PM40100B1-FEI der Firma Microchip könnte bis zu 100 Lanes schalten, Apple braucht davon im M2 Ultra nur 74.

Sieben PCIe-Steckplätze sind über zusammen 68 Lanes angebunden. Das setzt sich folgendermaßen zusammen: 1 × PCIe 3.0 x4 = 4 Lanes, 4 × PCIe 4.0 x8 = 32 Lanes, 2 × PCIe 4.0 x16 = 32 Lanes. Separat an den Switch angebunden sind je zwei Thunderbolt-, HDMI- und Ethernet-Ports mit zusammen sechs Lanes, macht summa summarum 74 Lanes.

Letztlich bedeutet das: Der M2 Ultra koppelt PCIe-Karten durchaus mit maximaler Geschwindigkeit an, aber nicht alle gleichzeitig. Für Apple dürfte das kostengünstig sein, weil das Layout der ohnehin sehr großen M2-Chips nicht auf Kosten der Ausbeute noch weiter aufgebläht wird. Und die meisten Anwendungen dürften damit auskommen. Nur High-End-Nutzer, die durchgehend Full Speed auf allen Slots

brauchen, müssen sich außerhalb von Apples Läden umschauchen.

Passende PCIe-Karten

Wir haben stichprobenartig einige PCIe-Karten aus den Bereichen Netzwerk und Speicher ausprobiert und fast alle liefen im Mac Pro sofort und ohne manuelle Treiberinstallation.

Von OWC stammt die PCIe-4.0-Karte Accelsior 8M2. Bei Vollbestückung mit acht SSDs hat sie ein Fassungsvermögen von 32 TByte und kostet 5200 Euro. OWC setzt sein SoftRAID 6.2.1 ein, um RAID Level 1, 4, 5 oder 10 einzurichten. Die Karte benötigt einen x16-Slot mit PCIe 4.0 und lieferte im Test 12.750 MByte/s. Das ist mehr als das Doppelte der schon flotten SSD, die Apple intern einbaut. Dabei korreliert der doppelte Durchsatz der Nachrüstkarte von OWC schön mit der doppelten Anzahl der PCIe-4.0-Lanes; die interne SSD ist über 8 Lanes angebunden. Die Freude über die hohe Geschwindigkeit trübt das laute Lüftergeräusch.

Sonnets lüfterlose M.2 4x4 PCIe Card nimmt bis zu vier NVMe-SSDs mit M.2-Anschluss auf (Blade-Riegel). Sie benötigt 16 Lanes mit PCIe 3.0 und einen Slot voller Länge und einfacher Breite. Mit vier NVMe-SSDs, die man unter dem verschraubten Kühlkörper anbringt, erzielte die Karte im Software-RAID-0-Verbund rund 5500 MByte/s – das ist trotz 16 Lanes nur so schnell wie die interne SSD. Die Karte ist für 425 Euro erhältlich, für je 1 Terabyte kommen etwa 50 Euro hinzu.

Neugierdehalber haben wir auch ältere Schätzchen wie die PCIe-2.0-Karte Sonnet Tempo Dual SSD PCIe Card ausprobiert. Mit 120 Euro gehört sie zu den billigen Vertretern. Sie bietet Platz für eine 2,5-Zoll-SSD mit SATA 6G; über eine Erweiterungslatine lässt sich eine weitere 2,5-Zoll-SSD anschließen. Im Test mit zwei Patriot-SSDs im per Festplatten-

Mac Pro mit M2 Ultra

Konfigurationen	
Prozessor	Apple M2 Ultra, 8 + 16 = 24 Kerne, 3,7 / 2,4 GHz, Neural Engine 32 Kerne, 64 + 8 MByte L2-Cache
Grafik	Apple M2 Ultra, 60 Kerne, Unified Memory / max. 76 Kerne, Testgerät 76 Kerne
Arbeitsspeicher	64 GByte LPDDR5-6400 (aufgelötet) / max. 192 GByte, Testgerät 128 GByte
Massenspeicher	Apple-SSD, 1TByte, Fabric Link, gesteckt / max. 8TByte, Testgerät 4 TByte
Displayauflösung bei min. 60 Hz	8 × 4K oder 6 × 6K oder 3 × 8K
Audio	Kopfhörerbuchse (auch hochohmig), analoger Mono-Eingang (Belegung wie iPhone-Headset)
sonstige Ausstattung	Magic Mouse, Magic Keyboard mit Touch ID, Mono-Lautsprecher
Anschlüsse	8 × Thunderbolt 4 (40 GBit/s) mit USB 4 (40 GBit/s), 3 × USB-A (5 GBit/s), 2 × 10-GBit/s-Ethernet, 2 × HDMI 2.1, 2 × SATA (intern), 6 × PCIe Gen4 (2 × x16, 4 × x8 Lanes), Wi-Fi 6E (2400 MBit/s brutto), Bluetooth 5.3
Maße (H × B × T)	52,9 × 21,8 × 45,0 cm
Gewicht	16,86 kg
Leistungsaufnahme (Watt)	Aus: 0,8, Ruhe mit LAN: 2,6, Betrieb: 44, Volllast CPU: 134, GPU: 109, CPU+GPU: 191
Geräusche (Sone)	Betrieb 0,2, Volllast CPU / GPU / CPU + GPU 0,2 / 0,2 / 0,2
Audio Wiedergabe	Klirrfaktor 0,001 %, Dynamik -116,2 dB(A), Linearität 0,02 dB, Störabstand -116,0 dB(A), Übersprechen -77,5 dB
Bewertungen	
Verarbeitung / Ausstattung	⊕⊕ / ⊕⊕
Leistung CPU / GPU / SSD	⊕⊕ / ⊕⊕ / ⊕⊕
Geräusche / Audio	⊕⊕ / ⊕⊕
Optionen (Auswahl)	76 GPU-Kerne + 1150 €, 128 / 192 GByte RAM +920 / 1840 €, 2 / 4 / 8TByte SSD + 460 / 1150 / 2530 €, Rollen + 500 €, Rack + 700 €
Basispreis	8299 €
Preis Testgerät / Preis max.	10.369 / 12.669 €
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht	

Praxis-Benchmarks: Mac Pro M2 Ultra im Vergleich

	Geekbench 5 Single Core	Geekbench 5 Multi Core	Cinebench 20 CPU	Logic Pro X [Spuren]	Final Cut Pro Rendern 1080p [s]	Final Cut Pro Rendern 4K [s]	Final Cut Pro 8K Red Export [s]	
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	◀ besser	◀ besser	◀ besser	
Mac Pro 2019 8-Core	1054	8275	3682	245	47	231	195	
Mac Pro 2019 24-Core, 384 GByte, 2 × Radeon	1173	19997	9132	520	22	79	227	
Mac mini M2 Pro 12/19 Cores 32/1024 GByte	1943	15125	4033	300	15	25	115	
Mac Studio M2 Max 12/30 Cores 32/1024 GByte	1959	15433	4084	342	8	26	83	
Mac Studio M2 Ultra 24/76 Cores 192/8192 GByte	2072	28748	7929	682	5	24	57	
Mac Pro M2 Ultra 24/76 Cores 128/4096 GByte	2076	28536	7934	687	5	23	58	

dienstprogramm erstellten RAID 0 schrieb die Karte 742 MByte/s und las 822 MByte/s.

Der Mac Pro bringt zwar schon zwei Ports für Ethernet mit 10 Gbit/s mit, aber über Steckkarten lassen sich beispielsweise mehr Subnetze oder gleichzeitig mehr als zwei NAS-Geräte mit voller 10-GbE-Geschwindigkeit ansprechen. Wir haben die drei Karten Sonnet Solo 10G PCIe Card, Asus XG-C100C und Synology E10G18-T1 ausprobiert. Alle drei sind auf halber Baulänge und einfacher Breite untergebracht und benötigen lediglich PCIe 3.0 mit vier Lanes. Im Test lieferten sie in beiden Richtungen je 9400 MBit/s.

Außerdem haben im Test noch diverse museumswürdige Steckkarten funktioniert, darunter die Intel Optane DC P3700 (eine PCIe-SSD mit 800 GByte Kapazität) und SATA-Adapter wie DeLocks SATA PCI Express x1 Card und die IO Crest PCI-Express SATA III (tG) Card. Solche Karten wird man im Mac Pro kaum brauchen, weil er ja eigene SATA-Anschlüsse enthält. Sie geben aber Aufschluss darüber, wie weit Apples PCIe-Implementierung geht, denn die PCIe-Spezifikation enthält auch Optionen, die nicht jeder Hersteller umsetzt.

Dazu gehört die PCIe-Gabelung (Bifurcation). Das SSD-Adapterboard MSI M.2 XPaner-Aero etwa nutzt diese Funktion, um alle vier auf der Karte angebrachten SSDs einzubinden. Der Mac Pro erkannte die Karte zwar, konnte aber nur eine von vier SSDs einbinden. Das deutet darauf hin, dass der M2 Ultra seine PCIe-Anschlüsse nicht fein genug aufsplitten kann.

Platz für Festplatten

Im Gehäuse des Mac Pro befindet sich rechts neben dem Prozessor eine Leiste mit zwei SATA-Buchsen, einem Stromanschluss und einem USB-Port. Dort lassen sich über das Set Pegasus J2i (425 Euro) bis zu zwei interne Festplatten anschließen. Es besteht aus einem Käfig für zwei

3,5-Zoll-Laufwerke, Kabeln und einer bereits vorinstallierten 8-TByte-Festplatte.

Wir haben probeweise eine weitere Platte hinzugefügt und beide zum RAID-1-Verbund konfiguriert. So ließen sich rund 225 MByte/s schreiben und lesen. Auch SATA-SSDs lassen sich über das J2i-Kit montieren. Dafür braucht man einen 3,5-zu-2,5-Zoll-Rahmen.

Strom und Geräusch

Das interne Netzteil liefert bis zu 1280 Watt. 75 Watt stehen jedem PCIe-Modul zur Verfügung, maximal je 300 Watt liefern zwei proprietäre Buchsen. Der Mac Pro allein saugte bei Maximallast von CPUs plus GPUs bis zu 191 Watt. Das entspricht den Erwartungen und schlägt das Basismodell des Intel-Mac deutlich; der genehmigt sich bis zu 300 Watt.

Selbst bei Verarbeitung von 8K-Videos in Final Cut Pro, an dem auch die beiden Video-Engines und die SSDs kräftig beteiligt sind, beschied sich der neue Mac Pro mit nur 240 Watt. Und auch dabei rauschten die Lüfter nur sehr leise mit 0,2 sone; überhaupt drehten sie während des gesamten Tests nicht lauter.

Zubehör

Anders als beim Mac mini und beim Mac Studio legt Apple dem Mac Pro Tastatur und Maus bei, beide in Schwarz. Als Extra-zubehör kosten beide zusammen 314 Euro; in Weiß kostet die Kombi 270 Euro.

Das große Magic Keyboard besitzt einen Ziffernblock und einen Fingerabdrucksensor (Touch ID), mit dem man den Mac entsperren und Online-Einkäufe genehmigen kann. Beide Zubehöriteile sind drahtlos über Bluetooth angekoppelt und speichern Strom in Akkus, den sie über beiliegende Lightning-zu-USB-C-Kabel aufnehmen. Über das Kabel läuft auch das automatische Pairing mit dem Mac Pro ab. Die Ladebuchse der Maus hat Apple ärgerlicherweise im Gehäuseboden integriert,

sodass man die Maus während des Ladens nicht benutzen kann.

Fazit

Im Mac Pro Jahrgang 2023 baut Apple die gleichen Grundzutaten mit den gleichen CPU-, GPU-, RAM- und SSD-Optionen ein, die man schon vom 3500 Euro günstigeren Mac Studio M2 Ultra kennt. Entsprechend sind die CPU- und GPU-Leistungen fast identisch.

Die Unterschiede sind aber offensichtlich: Der Tower bringt mehr Anschlüsse für Thunderbolt, HDMI und 10-Gbit-Ethernet mit, hat Platz für zwei Festplatten und sechs freie PCIe-Steckplätze. Darüber lassen sich zum Beispiel rasend schnelle SSDs anschließen und Profierweiterungen, die Studios oder Sendeanstalten brauchen. Damit setzt sich der Mac Pro deutlich vom Mac Studio ab, der PCIe-Erweiterungen bestenfalls über sehr langsam angebundene externe Behelfshäuser anspricht. Im Mac Pro laufen solche Karten mit maximaler Geschwindigkeit. Weitere Unterschiede wie der SD-Kartenslot des Mac Studio gegenüber mitgelieferter Tastatur und Maus beim Mac Pro fallen dagegen kaum ins Gewicht.

Wie erwartet hängt auch der Mac Pro den Intel-Vorgänger in der ähnlich teuren Basisausstattung deutlich ab; mit dem M2 Ultra hat Apple die Leistung teils vervielfacht. Selbst ein für viel Geld hochgerüsteter Xeon-Bolide bleibt in den meisten Test-Disziplinen zurück. Für Intel-Macs bleiben nur wenige Nischen, die beispielsweise spezielle MPX-Grafikkarten oder sehr viel RAM erfordern. Davon abgesehen ist der neue Mac Pro die wesentlich bessere Wahl und auch im Unterhalt günstiger. (dz@ct.de) **ct**

Dieser Artikel gründet auf einem Beitrag unserer Schwesterzeitschrift Mac & i.

PCIe- und Aufrüstinfos: ct.de/y999

Luxmark GPU	Geekbench 5 Metal	Batman Arkham City, 1080p [fps]	Tomb Raider 1080p [fps]	Rise of the Tomb Raider 1080p [fps]	Shadow of the Tomb Raider 1080p [fps]	BlackMagic Speed Test Schreiben [MByte/s]	BlackMagic Speed Test Lesen [MByte/s]	Filmordner duplizieren [s]	Booten [s]
besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	◀ besser	◀ besser
■ 24441	■ 39740	■ 83	■ 24	■ 70	■ 56	■ 1454	■ 2789	■ 7,5	■ 37
■ 129845	■ 52754	■ 149	■ 70	■ 111	■ 117	■ 1431	■ 2801	■ 7,5	■ 39
■ 27583	■ 52505	■ 105	■ 64	■ 108	■ 62	■ 6077	■ 5072	■ 2,5	■ 24
■ 39725	■ 82189	■ 208	■ 84	■ 155	■ 101	■ 6253	■ 5109	■ 2,3	■ 16
■ 62595	■ 136494	■ 223	■ 86	■ 187	■ 144	■ 7241	■ 5784	■ 2,5	■ 24
■ 60031	■ 130425	■ 225	■ 87	■ 184	■ 142	■ 7079	■ 5845	■ 2,5	■ 23

Für Wissenshungrige...

Ausgewählte Fachliteratur



Wolfram Gieseke

Windows 11 – Power-Tipps

Ob ein externes Gerät nicht erkannt wird, Programme nicht mehr wie gewohnt laufen oder ein Ihnen unbekannter Update-Fehler auftritt: Wenn Sie den unterschiedlichen Fehlermeldungen selbst auf den Grund gehen möchten, hilft Ihnen dieses Buch weiter.

19,95 €



Brian Svidergol, Bob Clements, Charles Pluta
Microsoft 365 Mobilität und Sicherheit

Bereiten Sie sich auf die Microsoft-Prüfung MS-101 vor und zeigen Sie, dass Sie die erforderlichen Fähigkeiten und Kenntnisse für die Verwaltung von Mobilität und Sicherheit in Microsoft 365 sowie die damit verbundenen Verwaltungsaufgaben in der Praxis beherrschen. Dieses Prüfungstraining wurde für erfahrene IT-Profis entwickelt.

49,90 €



Eric Amberg, Daniel Schmid
Hacking – Der umfassende Praxis-Guide (2. Auflage)

Dies ist ein Leitfaden für angehende Hacker, Penetration Tester, IT-Systembeauftragte, Sicherheitsspezialisten und interessierte Poweruser. Mithilfe vieler Workshops sowie Tipps und Tricks lernen Sie die Vorgehensweise eines professionellen Hacking-Angriffs kennen.

49,99 €



Michael Weigend
Python 3 für Studium und Ausbildung

Alle wichtigen Grundlagen der Python-Programmierung werden erklärt. Es sind keine Vorkenntnisse notwendig und die Themen werden fachunabhängig erläutert.

19,99 €



Christian Immler
Haus und Wohnung smart vernetzt

Ob Sie Daten, Musik und Medien im ganzen Haus nutzen, Ihr WLAN optimieren oder per App aus der Ferne Ihre Heizung anstellen, diese und weitere relevante Themen rund um Ihr vernetztes Zuhause werden in diesem Buch ausführlich besprochen.

19,95 €

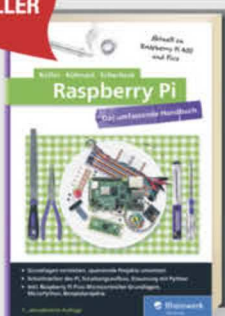


Thomas Kaffka
3D-Druck – Praxisbuch für Einsteiger (3. Auflage)

Entdecken Sie die nahezu unbegrenzten Möglichkeiten des 3D-Drucks in allen Varianten: vom Einsatz des eigenen 3D-Druckers zu Hause über die Verwendung von öffentlich zugänglichen Druckern bis hin zur Nutzung von 3D-Druckservices.

29,99 €

BEST-SELLER



Michael Kofler, Charly Kühnast, Christoph Scherbeck
Raspberry Pi (7. Auflage)

Das Standardwerk in 7. Auflage, aktuell zum Raspberry Pi Pico. Die RasPi-Experten Michael Kofler, Charly Kühnast und Christoph Scherbeck bieten Ihnen auf über 1.000 Seiten das komplette Wissen, damit Sie mit dem Raspberry Pi richtig durchstarten.

44,90 €



Anatomie 4D – Der menschliche Körper

Mithilfe einer kostenlosen App und bahnbrechender Augmented Reality kann der Aufbau der Knochen, die Muskeln in Aktion, das Nerven- und Kreislaufsystem sowie das größte menschliche Organ, die Haut, beobachtet werden.

14,95 €



shop.heise.de/highlights2023

PORTOFREI AB 20 € BESTELLWERT INNERHALB DEUTSCHLANDS



Zubehör und Gadgets



Oxocard Artwork Creative Coding

Mit dem leistungsfähigen Dual-Core Chip ESP32 liefert die Oxocard genügend Power für Ihre Experimente. Lernen Sie in kurzer Zeit wie man beeindruckende visuelle Effekte erzeugt, wie wir sie aus Spielen und Filmen kennen.

69,90 €



musegear® finder Version 2

Finden Sie Schlüssel, Handtasche oder Geldbeutel bequem wieder statt ziellos zu suchen. Mit dem Finder können Sie z.B. das Smartphone klingeln lassen oder Wertgegenstände einfach tracken und noch mehr.

24,90 €



Joy-IT LCR-T7 Messgerät

Mit Hilfe des LCR Messgerätes können Sie die Induktivitäten (L) von Spulen, Kapazitäten (C) von Kondensatoren und deren Widerstände (R) als Verlust messen. Die automatische Bauteilerkennung von dem Messgerät kann elektronische Komponenten (Dioden, Z-Dioden, Doppeldioden, Widerstände, Kondensatoren, Induktoren, Thyristoren, Triacs, Feldeffekttransistoren, Bipolartransistoren und Batterien) erkennen.

29,90 €



Nitrokey 3A NFC

Der Nitrokey 3 vereint die Funktionen vorheriger Nitrokey Modelle: FIDO2, Einmalpasswörter, OpenPGP Chipkarte, Curve25519, Passwort-Manager, Common Criteria EAL 6+ zertifiziertes Secure Element, Firmware-Updates. Damit werden Ihre Accounts zuverlässig gegen Phishing und Passwort-Diebstahl geschützt.

59,90 €



Joy-IT OR750i: Freifunk- & OpenWrt-Dual-Band-Router

Der Einstieg in die Freifunk- und OpenWrt-Welt kann oft schwierig sein. Deshalb hat Joy-IT in Zusammenarbeit mit Freifunk Hannover und c't den OR750i entwickelt.

Dank Webinterface kann man beliebige Firmwares einfach hochladen – ohne komplizierte Kommandos oder inkompatible Hardware-Revisionen; ideal für OpenWrt-Einsteiger und solche, die Freifunk einfach nur nutzen wollen.

39,90 €



NEU

JOY-IT DSO-138 M mini Oszilloskop

Das Mini- Oszilloskop mit einer Bildschirm-Größe von 2,4" kann per USB oder Akku betrieben werden. Eine Verbesserung ist der externe Triggereingang, welcher TTL- und LVTTTL-Signale als Quelle akzeptiert und serielle Ausgabe von Wellenformdaten.

54,90 €



Die Reise mit dem micro:bit V2

Mit der Electronic Adventure Experimentier-Box ab 8 Jahren lernt man in aufeinander aufbauenden Lektionen wie sich auf Basis des BBC micro:bit spannende Experimente verwirklichen lassen.

49,90 €



REINER SCT Authenticator

Der REINER SCT Authenticator speichert die elektronischen Schlüssel für die Logins sicher in seiner Hardware und generiert die TOTP-Einmalpasswörter hochgenau alle 30 Sekunden. Er arbeitet ohne Internetverbindung und kann deshalb online nicht angegriffen werden. Zusätzlich kann seine Funktion noch mit einem PIN-Schutz abgesichert werden.

44,90 €

Zahlen, Daten, Fakten

Rechenzentren

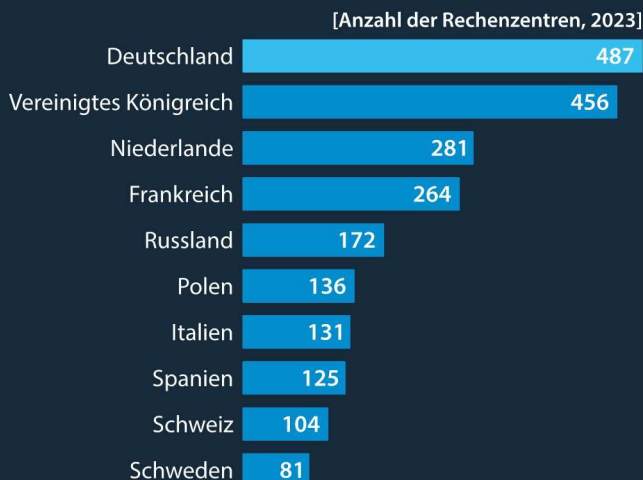
Ohne Rechenzentren geht fast nichts. Sie haben ganz unterschiedliche Aufgaben, etwa zu einem erheblichen Teil als Rückgrat für die Netzinfrastruktur, als Cloudspeicher oder eben als große Rechenwerke. In puncto Umsatz spielt Europa, und erst recht Deutschland, nur die Piccoloflöte im weltweiten Konzert der Rechenzentren: Die großen

Anbieter sitzen in den USA und in Asien. Im Alltag sind Gebäude, in denen Rechenzentren stehen, unscheinbar. Allein in Deutschland gibt es knapp 500. Die zwackten sich im vorigen Jahr 16 Terawattstunden an Strom ab, was im Gesamtbedarf Deutschlands (484,2 Terawattstunden) gar nicht so viel ausmacht wie oft vermutet. Das macht sich auch

beim CO₂-Fußabdruck bemerkbar, der aber aufgrund steigenden Bedarfs an Rechenleistung trotz enormer Effizienzsteigerungen noch zunehmen dürfte. Um das von Klimaforschern als verträglich gesehene Budget von zwei Tonnen pro Mensch und Jahr einzuhalten, müsste in anderen Sektoren drastisch mehr CO₂ gespart werden. (mil@ct.de) **ct**

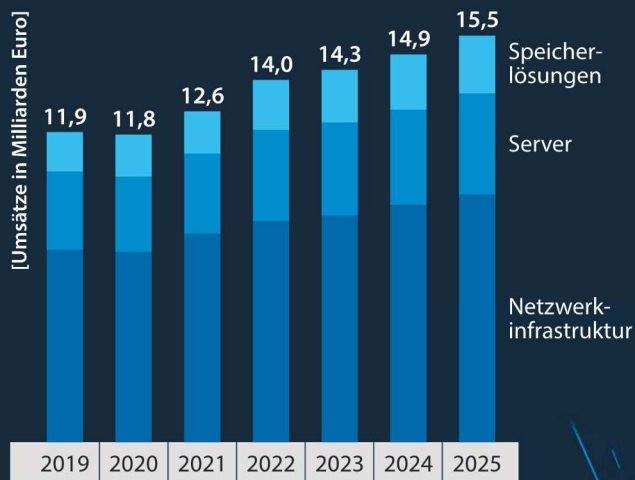
► Anzahl

In Europa ist Deutschland zwar Spitzenreiter bei der Anzahl der Rechenzentren. Die höchste Rechenzentrendichte hat allerdings Luxemburg.¹



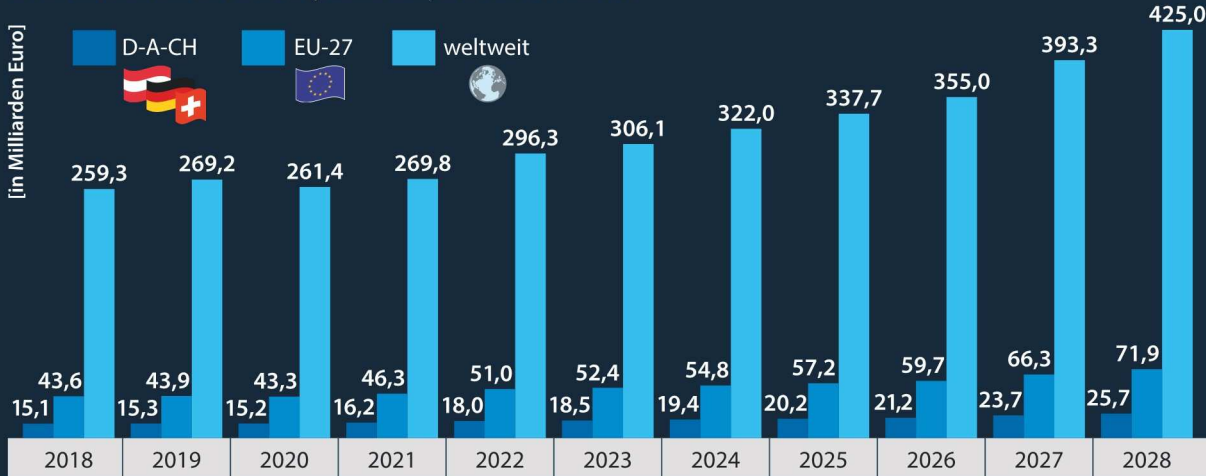
► Segmente

Rechenzentren bedienen in der Hauptsache drei Felder, von denen die Netzwerkinfrastruktur den größten Umsatz einspielt.²



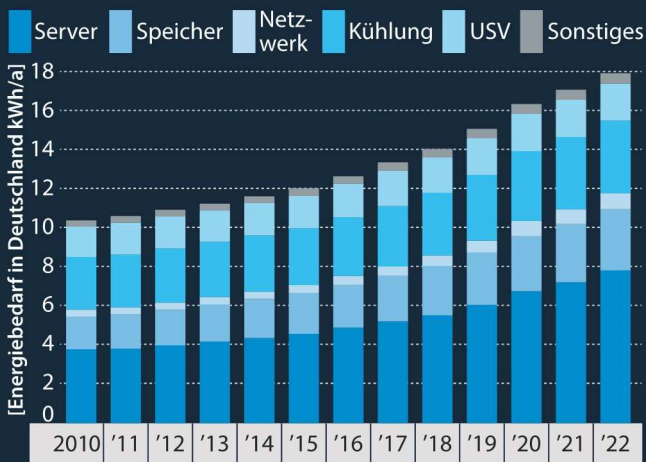
► Umsatz nach Regionen

Rechenzentren setzen weltweit pro Jahr rund 425 Milliarden Euro um, davon entfallen auf die EU nur 25,7 Milliarden, also rund 16 Prozent.³



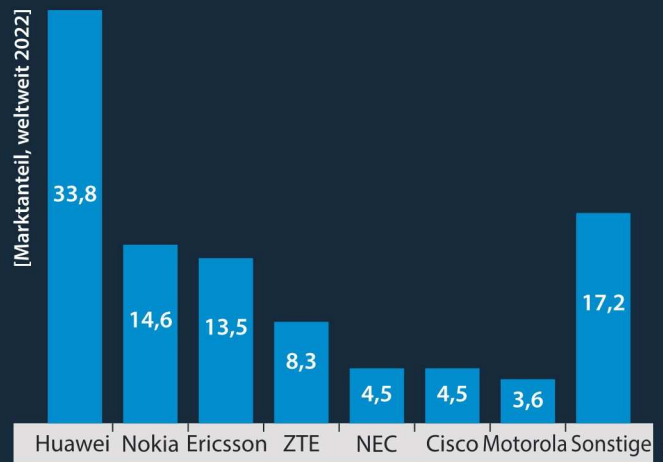
► Energiebedarf

Mehr Rechenzentren und mehr Leistung:
Beides steigert den Energiebedarf in der Summe.⁴



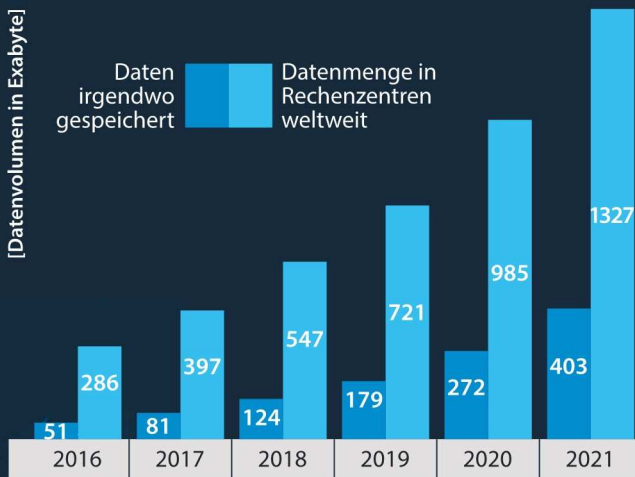
► Marktanteile Netzwerktechnik

Huawei hält etwas mehr als ein Drittel der Marktanteile bei der Ausstattung von Rechenzentren.⁵



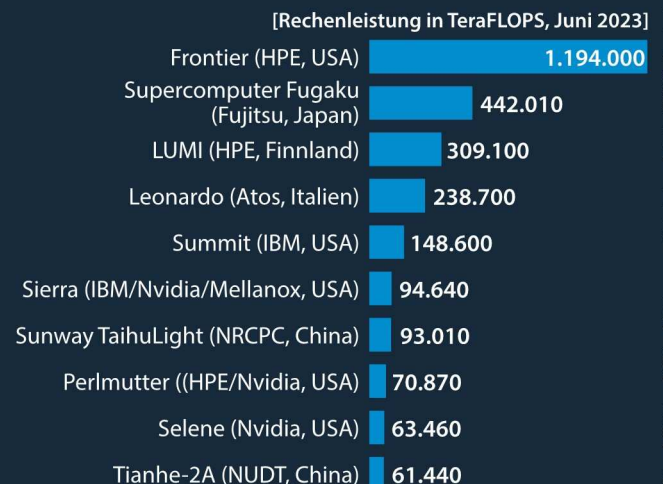
► Datenmengen

Die auf IT-Geräten gespeicherten Datenmengen verdoppeln sich alle zwei Jahre.⁶



► Supercomputer

Viele Supercomputer stehen in den USA. Der am KFZ Jülich installierte Juwels Booster Module steht mit 44.120 TeraFLOPS auf Rang 13.⁷



► CO₂-Fußabdruck

Aktuell steht IT für 0,85 Tonnen CO₂ pro Mensch und Jahr. Das ist wenig in der Gesamtmenge von 12 Tonnen, aber klimaverträglich wären insgesamt nur 2 Tonnen.⁸

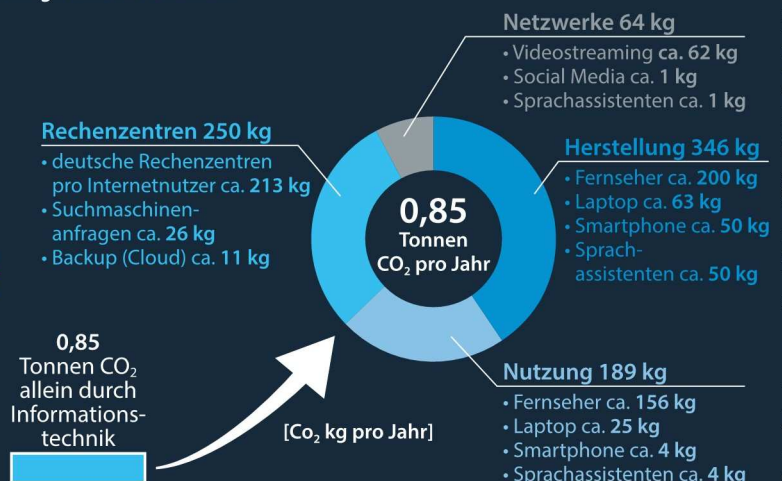
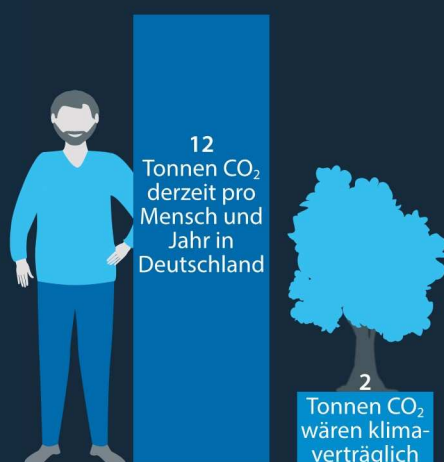




Bild: KI Midjourney | Bearbeitung c't

CO₂-Fußabdruck im Fokus

Webtools wie der Klimaschutz-Planer bilanzieren die Treibhausgase in Kommunen

Während die große Politik über Klimaschutz streitet, sind es die Gemeinden, die viele wichtige Energiesparmaßnahmen umsetzen. Das Bundesumweltministerium regte dafür einen gemeinsamen Standard an. Ergebnis ist das Web-Tool „Klimaschutz-Planer“, das Treibhausgase im Gemeindegebiet bilanziert und CO₂-Fußabdrücke vergleicht.

Von Arne Grävemeyer

Kommunen, die ihre Treibhausgasbilanz verbessern wollen, gewinnen beispielsweise Wärme aus ihrem Abwassernetz zurück, so wie die niedersächsische Stadt Oldenburg. Sie setzen Carsharing in der kommunalen Verwaltung ein wie in Leipzig oder speichern wie in Crailsheim Sonnenwärme für den Winter in unterirdischen Bodenschichten. Um herauszufinden, wo und mit welchen Maßnahmen eine Gemeinde oder kreisfreie Stadt am effektivsten CO₂ einsparen kann, braucht sie eine vollständige Liste aller Energieverbräuche innerhalb ihrer Gemarkungsgrenzen.

Laut Umfragen ist das Web-Tool „Klimaschutz-Planer“ für diese Aufgabe in den deutschen Amtsstuben am weitesten

verbreitet. Aktuell sind etwa 1900 deutsche Gemeinden im Tool aktiv. Der Verein Klima-Bündnis hostet die internetgestützte Software und entwickelt sie weiter. Städte, Gemeinden und Landkreise können einfach per Webzugang zugreifen. Entstanden ist Klimaschutz-Planer bereits 2016 auf Anregung des Bundesumweltministeriums, mitentwickelt hat das Institut für Energie und Umweltforschung (ifeu) in Heidelberg.

Die Software nimmt vor allem die Energieverbrauchsdaten auf: Strom, Erdgas, Heizöl, Benzin und so weiter. Auf der anderen Seite umfasst die Statistik auch die Energieerzeugung, vor allem regenerative Anlagen der Photovoltaik, Wasserkraft,

Windräder oder Biomassenutzung, aber auch Heizkraftwerke für Fernwärme oder Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung. Jeder Energieverbrauch wird einem von fünf sogenannten Verbrauchssektoren zugeordnet. Darunter versteht die Software private Haushalte, Industrie, Gewerbe mit Handel und Dienstleistungen, den Verkehr sowie die kommunalen Einrichtungen.

Das Gros der Angaben von wenigen Stellen

Das Problem der Gemeinden besteht darin, die erforderlichen Daten erst einmal zusammenzutragen. „Die wichtigsten Ansprechpartner sind zunächst die Netzbetreiber. Die Verbräuche von Strom, Erdgas und Fernwärme liegen bei ihnen in der Regel sogar sektorenscharf vor“, erläutert Alexander Schacht. Er ist als Projektleiter beim Klima-Bündnis zuständig für Klimaschutz-Planer. Die Netzbetreiber können auch die eingespeisten Strommengen etwa von Photovoltaikanlagen beziffern.

Für die nicht leitungsbundenen Energieträger wie Heizöl, Pellets oder Holz können Schornsteinfeger die Kessel-daten der Feuerstätten in ihren Bezirken liefern. Damit ist allerdings nicht der tatsächliche Verbrauch bekannt, der lässt sich lediglich anhand der technischen Angaben verbunden mit statistischen Kennzahlen hochrechnen.

Die Förderanträge für alle Solarthermieleanlagen im Gemeindegebiet liegen im BAFA vor (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle), einer Abteilung des Bundeswirtschaftsministeriums. Außerdem sind für die Kommunen die Angaben der örtlichen Verkehrsunternehmen interessant sowie zusätzlich zum Stromverbrauch auch die Heizleistung in den kommunalen Liegenschaften.

Die Zahl der anzusprechenden Stellen ist also überschaubar. Den personellen Aufwand, um die Daten zu sammeln und einzugeben, taxiert Schacht auf fünf bis zehn Personentage. Allerdings könne sich diese Arbeit über mehrere Wochen und Monate hinziehen, in denen die verantwortliche Verwaltungskraft ihren Anfragen hinterhertelefoniert. Zudem kann es passieren, dass die Daten in der Planungssoftware nicht die eingebaute Plausibilitätsprüfung bestehen. Dann geht die Datenbeschaffung in eine weitere Runde.

Der Energieverbrauch im Straßenverkehr ist am schwierigsten zu erfassen, wirklich genaue Daten sind dafür nicht zu bekommen. Stattdessen gibt es Modelle,

die einzelne Straßenverkehrszählungen in der Kommune hochrechnen und mit statistischen Zahlen zu Fahrzeugklassen und Motorengrößen den Spritverbrauch ermitteln. Angesichts der damit verbundenen Unwägbarkeiten liefert der Verkehrssektor die ungenauesten Daten, weiß Schacht aus Erfahrung.

Statistische Daten als Default-Werte

Ähnlich den statistischen Verkehrsdaten sucht das Klima-Bündnis weitere Daten aus freien Quellen zusammen. Auf diese Daten können die Kommunen im Klimaschutz-Planer sofort zurückgreifen. Beispielsweise liegen aus dem Zensus von 2011 Angaben zu Gebäuden nach Baujahr und Heizungsart vor. Diese statistischen Werte kann die Kommune heranziehen, um anhand der Kessel-daten die Heizverbräuche abzuschätzen. Aus dem Zensus stammen ebenfalls Angaben zu Haushaltsgrößen. Die sind hilfreich, falls Strom- und Wärmeversorger ihre Daten nicht klar nach Privathaushalten, Industrie sowie Dienstleistungen und Gewerbe unterteilen.

Weitere Datenquellen sind beispielsweise die statistischen Landesämter mit den Einwohnerzahlen nach Erstwohnsitz oder die Studie „Mobilität in Deutschland 2008“, erstellt von Infas im Auftrag des Verkehrsministeriums. Diese enthält die Anzahl der von den Bürgern zurückgelegten Wege zu Fuß und per Rad sowie die dabei durchschnittlich zurückgelegten Strecken. Solche Daten verraten nicht viel über Energieverbräuche, höchstens über anteiligen Stromverbrauch durch E-Scoo-

c't kompakt

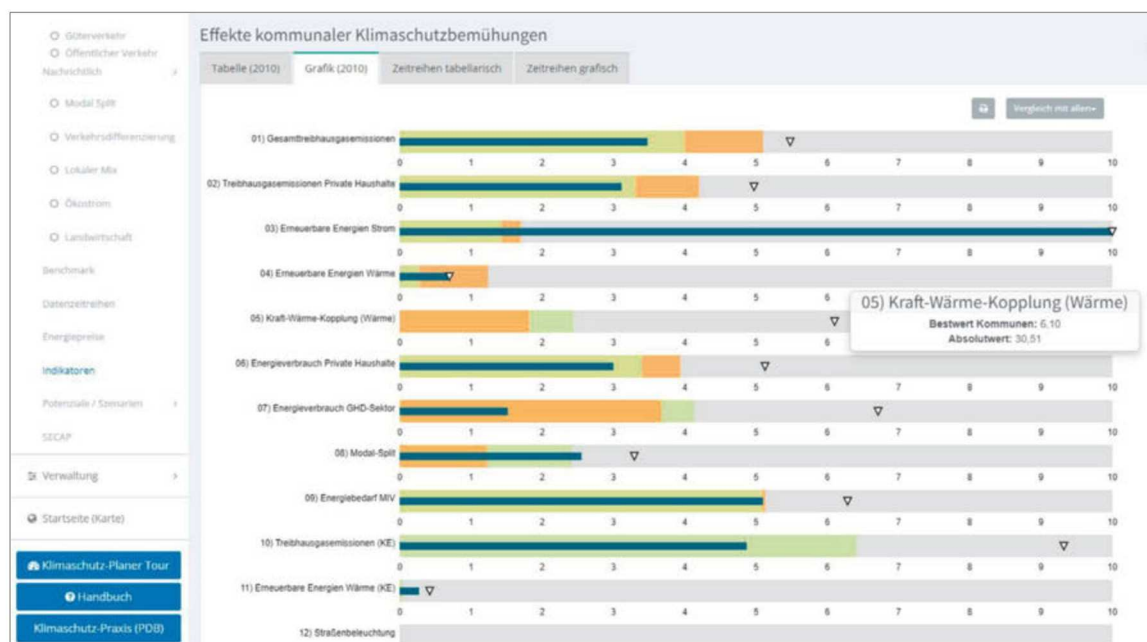
- Bis 2030 will Deutschland seine Treibhausgasemissionen um 65 Prozent gegenüber 1990 senken, bis 2045 soll das Land klimaneutral sein.
- Das Web-Tool „Klimaschutz-Planer“ ist das verbreitetste Hilfsmittel, mit dem Gemeinden und Städte ihren CO₂-Fußabdruck bilanzieren.
- Mehrere Bundesländer stellen ihren Gemeinden wichtige Verbrauchsdaten zentral bereit.

ter und E-Bikes, geben aber Einblick in das Verkehrsverhalten der Einwohner. Je mehr Daten die Gemeinde dazu zusammen-trägt, desto besser können die Planer anhand der Treibhausgasbilanz das Potenzial klimarelevanter Verkehrsmaßnahmen einschätzen.

Grundsätzlich wird jede Zahlen- oder Prozentangabe im Klimaschutz-Planer mit einer Datengüte versehen. Primärdaten von Versorgern oder aus eigenen Erhebungen erhalten demnach die Datengüte 1, Hochrechnungen erreichen nur noch 0,5, die Güte von Eingaben nach regionalen Kennwerten und Statistiken soll der Anwender mit 0,25 bewerten und für Eingaben nach allgemeinen bundesweiten Kennzahlen sieht das Tool die Datengüte 0 vor. Mit diesen Faktoren errechnet der Klimaschutz-Planer für das Gesamtergebnis eine gewichtete Daten-



Etwa 1800 Kommunen in Deutschland erstellen ihre Treibhausgasbilanz mit der Software Klimaschutz-Planer.



15 Indikatoren im Benchmarking zeigen im Klimaschutz-Planer an, wo die Gemeinde im Vergleich mit anderen steht. Der blaue Balken gibt den lokalen Wert an, der grüne Balken den Durchschnitt aller Kommunen vergleichbarer Größe, der gelbe Balken den Durchschnitt deutschlandweit und das Dreieck den Bestwert, den eine Kommune erreicht hat.

güte. Die sehr allgemeinen Angaben aus bundesweiten Statistiken vervollständigen also lediglich die Statistiken und Diagramme, heben aber die Datengüte nicht an. Die beziffert nicht die Korrektheit, sondern die Aussagekraft der Daten. In der Übersicht lenken geringe Datengüten den Blick auf die Bereiche, für die nur wenige Primärdaten oder wenigstens aktuelle lokale Hochrechnungen vorhanden sind.

Von anderen Kommunen lernen

Eine wichtige Funktion des Klimaschutz-Planers ist das Benchmarking. Gemeinden, die für ein Jahr alle grundlegenden Daten eingetragen und damit ihre Basisbilanz vervollständigt haben, können ihre Treibhausgasbilanz für dieses Jahr freigeben. Die freigegebenen Bilanzen veröffentlicht das Klima-Bündnis in einer Deutschlandkarte.

Von diesen Daten profitieren Anwender des Klimaschutz-Planers unmittelbar: Im Bereich Indikatoren kann die Gemeinde auf 15 kumulierte Kennwerte zurückgreifen, die ihr helfen, ihre Klimaschutzbemühungen zu beurteilen und mit anderen Gemeinden zu vergleichen. So liefern die Indikatoren beispielsweise Punktwerte für die Treibhausgasemissionen im Gemeindegebiet, für die Emissionen der privaten Haushalte sowie der gewerblichen Verbraucher, für den Einsatz erneuerbarer Energien und für Energieverbräuche in Schulen und Verwaltung. Der Klimaschutz-Planer greift auf die freigegebenen Bilanzen anderer Kommunen zu und

zeigt zu den Indikatorwerten auch gleich die Durchschnittswerte von Gemeinden in Deutschland an. Diese Werte sind aufgeteilt nach den Größenklassen bis 20.000 Einwohner, bis 100.000 Einwohner oder über 100.000 Einwohner, sowie den Bestwert, den eine Kommune erreicht hat.

Die Ergebnisse stellt das Tool auf einer normierten Punkteskala zwischen null und zehn dar. Dadurch gewinnen Anwender schnell einen Überblick, in welchen Bereichen die Gemeinde besonders große Handlungspotenziale hat.

Zudem regt der Klimaschutz-Planer unter dem Menüpunkt „Benchmark“ zu Projekten an, die in anderen Gemeinden bereits erfolgreich gelaufen sind. Unterteilt in die Themen Klimapolitik, Energie, Verkehr, Abfallwirtschaft und Klimagerechtigkeit stellt das Tool verschiedene Handlungsfelder dar, beispielsweise CO₂-Monitoring (Klimapolitik), Sanierung des Gebäudebestandes, Förderung erneuerbarer Energien (beide Energie) oder Förderung von Fußgängern und Radverkehr (Verkehr). Die Gemeinde kann die Projektfortschritte übernehmen und geleistete Fortschritte abhaken.

Der Menüpunkt „Szenarien“ dient dazu, die Potenziale verschiedener Maßnahmen für die Kommune auszuprobieren. Hier kann der Anwender mit Schiebern die Effekte struktureller Änderungen durchspielen. Wie wirkt es sich auf die Gesamtbilanz in einem Zukunftsjahr aus, wenn sich bei den erneuerbaren Energien der Anteil von Solarthermie oder der Flä-

chenanteil von Windkraftanlagen in der Gemeinde erhöht? Welche Effekte können realistische Öl- und Gaseinsparungen erzielen? Was ist gewonnen, wenn der Anteil der E-Autos im Gemeindegebiet steigt oder der Güterverkehr auf der Straße weniger wird?

Teil der Daseinsvorsorge

Nun ist der Klimaschutz keine kommunale Pflichtaufgabe. Allerdings haben Gemeinden die Hoheit über Flächennutzungs- und Bebauungspläne und setzen zum Beispiel die Energiestandards bei Neubauten fest. Außerdem kann die Gemeinde Fördermittel für Klimaschutzprojekte einwerben und als Moderator auch den Bürgern helfen, diese zu beantragen. Letztlich unterstützt sie ihre Kommunalpolitiker, die Informationen über Klimadaten und Handlungsmöglichkeiten verlangen. Und schließlich kommt noch die kommunale Wärmeplanung auf die Gemeinden zu, die beispielsweise das Fernwärmenetz aufstellen und für einen treibhausgasneutralen Gebäudebestand bis 2045 sorgen müssen, erinnert Alexander Schacht.

Der Zugang zum Klimaschutz-Planer kostet Mitgliedsgemeinden im Klima-Bündnis drei Cent je Einwohner und Jahr, mindestens aber 150 Euro, höchstens 1500 Euro. Nichtmitglieder bezahlen ein Drittel mehr, also zwischen 200 und 2000 Euro. Einen Sonderfall stellt derzeit Nordrhein-Westfalen dar. Das Bundesland hat den Zugang zum Klimaschutz-Planer gebündelt eingekauft und reicht dieses Instrument kostenfrei an seine Kommunen

weiter. Ebenso gibt es einige Landkreise, die das Webtool zentral für alle ihre Kommunen einkaufen, berichtet Schacht.

Die Energieagentur von Rheinland-Pfalz wiederum sammelt zentral die Daten bei den Energieversorgern ein und lässt das Klima-Bündnis diese direkt in Klimaschutz-Planer importieren. Die Abfrage bei den Schornsteinfegern solle in Zukunft ebenfalls zentral über die Energieagentur laufen, verrät Schacht im Gespräch mit c't. So könnten die beteiligten Kommunen zu Beginn bei der Datensammlung und -einkaufe viel Zeit sparen.

Andere Planungs-Tools

Mit dem Klimaschutz-Planer ist ein Standard für die Aufstellung einer Treibhausgasbilanz entstanden: Die „Bilanzierungssystematik Kommunal“ (BISKO) beschreibt unter anderem Energiedaten und Sektoren, weist Datengütern aus und berücksichtigt CO₂-Faktoren. Der Bericht „Klimaschutz-Monitoring in Kommunen“ des Umweltbundesamts von Dezember 2022 belegt, dass von denjenigen, die bereits eine Treibhausgasbilanz erstellt haben, etwa 80 Prozent nach BISKO bilanzierten. Am häufigsten mit dem Klimaschutz-Planer.

Eine andere Lösung ist das Excel-Tool BICO2BW, das das Land Baden-Württemberg seinen Kommunen kostenfrei zur Verfügung stellt. Das Land fördert diese zudem dabei, eine Treibhausgasbilanz zu erstellen. Einige der benötigten Daten stellt das landeseigene Kompetenzzentrum Kommunaler Klimaschutz auf An-

frage zur Verfügung. So will man auch in Baden-Württemberg die Energieverbräuche zentral erfassen.

Von Schweizer Anbietern stammen noch zwei weitere Webanwendungen, die in Europa und auch bei deutschen Kommunen verbreitet sind: das Tool „Ecospeed Region“ von Ecospeed und die modular aufgebaute Plattform „Gaia“ von Enersis. Mit Gaia baut die Kommune einen digitalen Zwilling für ihre Wärmeplanung auf oder erstellt eine Treibhausgasbilanz. Für Kommunen in Schleswig-Holstein hält Enersis auf dieser Plattform das kostenlose Web-Tool „Klima-Navi“ bereit, unterstützt vom Energiedienstleister Hanse-Werk. Die Lizenz stellt das Bundesland zur Verfügung. Bei dieser Zusammenarbeit werden alle leitungsgebundenen Energiewerte des Energieversorgers Schleswig-Holstein Netz AG zentral eingepflegt und stehen den teilnehmenden Kommunen sofort zur Verfügung.

Auch Klima-Navi setzt auf den BISKO-Standard. Szenarien wie das Energie- und Klimaschutzgesetz des Landes Schleswig-Holstein sind hinterlegt, sodass Anwender anhand der Entwicklungstrends ihrer Gemeinde abschätzen können, ob sie die vorgegebenen Ziele in der Projektion realistisch erreichen oder nachsteuern müssen. Darüber hinaus erlaubt Klima-Navi, selbst definierte Maßnahmen zu simulieren. Benchmarking-Funktionen vergleichen Daten der Kommune mit denen des übergeordneten Kreises oder mit den Durchschnittswerten anderer Kommunen.

Ecospeed bietet mit seiner webgestützten Anwendung Ecospeed Region ein Monitoring von Energieverbrauch und CO₂-Emissionen in Kommunen. Speziell an deutsche Anwender gerichtet, verspricht das Unternehmen die Bilanzierung nach BISKO und sogar Startbilanzdaten für jede Gemeinde, die sich allerdings zunächst auf Einwohner- und Beschäftigtenzahlen sowie Verkehrsdaten beschränken.

Um Benchmarks zu ermöglichen, können sich Gemeinden und Städte zu Communities zusammenschließen. In solchen Communities können sie die Datpflege zentral verwalten.

Datensätze von Google

Eine Datenquelle eigens für Städte und Gemeinden hat Google auf dem deutschen Google Climate Summit im Juni vorgestellt. Mit dem Environmental Insights Explorer veröffentlicht Google für ausgewählte Städte und Regionen kostenlose Daten aus Google Maps, zum Beispiel die überbaute Fläche, Anteil der Wohngebäude, das Solarpotenzial von Dachflächen und die Verkehrsaktivität.

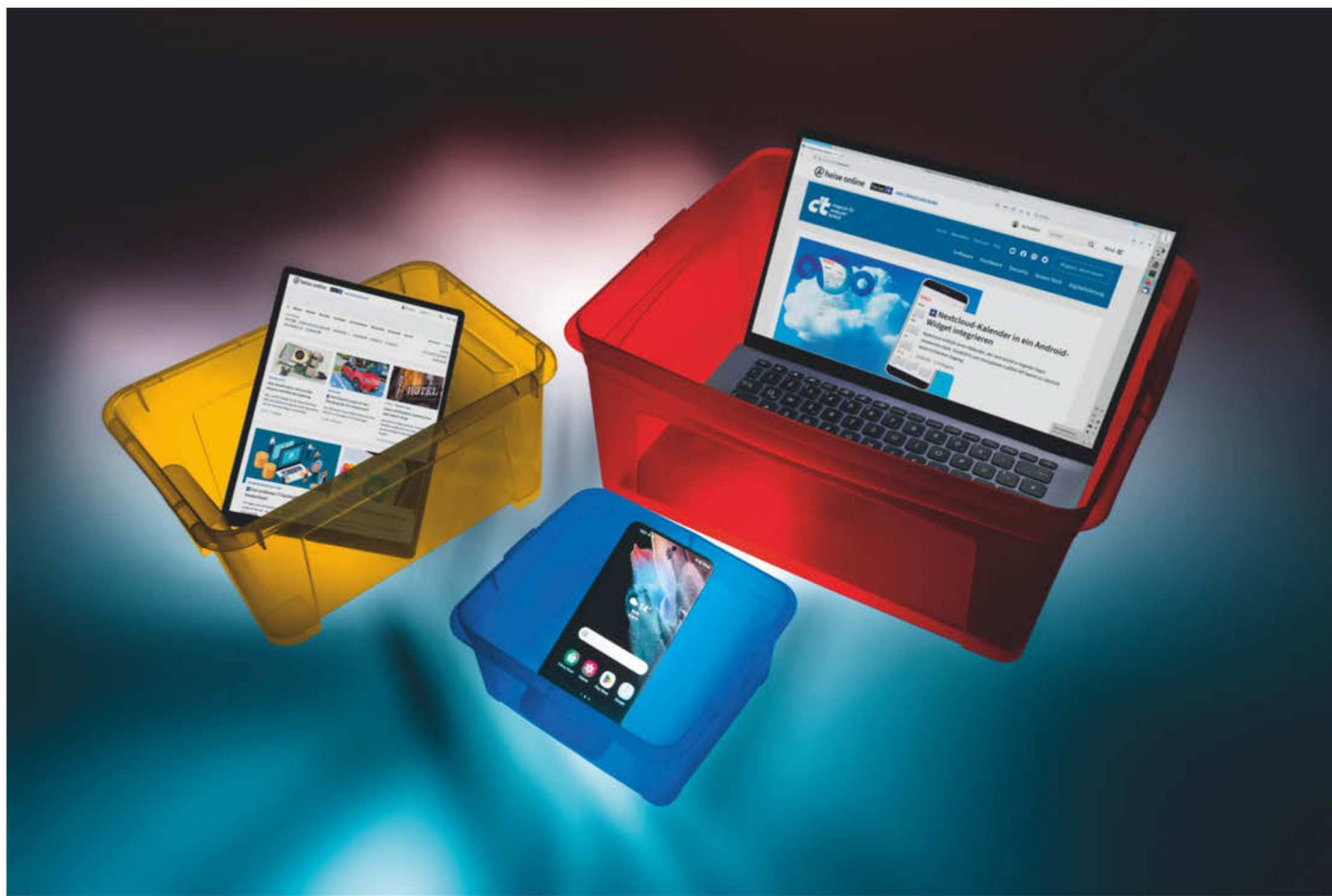
In diesem Dienst sind derzeit bei Weitem noch nicht alle Städte und Gemeinden aufgeführt. Allerdings hat Google angekündigt, den Dienst weiter auszubauen. Offenbar sieht man auch bei Google das Potenzial und die künftige Bedeutung von Treibhausgasbilanzen auf kommunaler Ebene.

(agr@ct.de) **ct**

Links zu Planungs-Tools und Übersichten kommunaler Klimaprojekte: ct.de/ynt5



Offenbar baut Google derzeit mit Environmental Insights Explorer einen Datendienst für Städte und Gemeinden auf.



Schlau eingepackt

Datacenter-Technik VXLAN optimiert WLAN-Kapazität

Große WLANs mit vielen Clients haben ein gravierendes Problem: Broadcasts belegen überproportional viel Sendezeit, die Anwenderdaten müssen sich durch den schmalen Rest quetschen. Das Projekt WiMoVE setzt mit der Datacenter-Technik VXLAN einen wirksamen Hebel für mehr Geschwindigkeit an.

Von Aaron Schlitt, Alexander Sohn, Lina Wilske und Richard Wohlbold

Ohne Broadcasts, Nachrichten an alle, funktioniert kein modernes Netz: Sie übertragen Adressinformationen, damit Netzteilnehmer – etwa Internetrouter und Notebook – einander zielgerichtet Daten schicken können. Broadcasts und ihre Ableger Multicasts kündigen auch Dienste an, damit Clients beispielsweise Drucker, Netzwerkspeicher, Medienquellen oder -senken automatisch finden.

Im Ethernet-Kabel laufen Broadcasts und Multicasts mehr oder weniger nebenbei, weil mit voller Geschwindigkeit (1000 Mbit/s und mehr). Das ist im WLAN anders: Access-Points senden Broadcast-

und zu Broadcasts umgesetzte Multicast-Frames bewusst mit sehr niedrigen Datenraten (früher 1/2 Mbit/s, heute üblicherweise 6 Mbit/s, wenn nicht anders konfiguriert). Denn erstens sollen auch ältere Clients sie verstehen und zweitens Stationen am Rand der Funkzelle mit schwacher Verbindung sie sicher entziffern können.

Broadcast-Frames umfassen zwar meist keine hundert Byte und kommen vergleichsweise selten vor, belegen aber wegen ihrer niedrigen Datenrate dennoch einen überproportionalen Anteil der verfügbaren Sendezeit (Airtime). Zu Hause und in kleinen Firmen mit wenigen Ac-



cess-Points und einer Handvoll Clients fällt das Problem nicht auf. Doch in Unternehmensnetzen oder in einem Stadion mit Dutzenden APs und mehreren Hundert bis einigen Tausend Clients geht schon mal die Hälfte der Airtime für Broadcasts drauf, je nachdem, welcher der älteste gemeinsame WLAN-Standard in Gebrauch ist (siehe Diagramm).

Warum die Broadcast-Bremse nicht so leicht zu lösen ist, klärt ein Ausflug in die WLAN-Grundlagen. Ein WLAN, das aus mehr als einem Access-Point besteht, bildet ein Extended Service Set (ESS): Alle Basen senden mit demselben Funknetznamen, der Service Set ID (SSID). Die Basen sind über ein Distribution System (DS) miteinander verbunden; bei Access-Points ist das das Ethernet-Kabelnetz, bei Repeatern eine Funkverbindung.

Bewegt sich ein Client durchs Gebäude, reißt seine Verbindung unweigerlich irgendwann ab, weil das AP-Signal wegen steigender Distanz und damit zunehmender Streckendämpfung zu schwach wird. Dann kann der Client sich mit einer besser erreichbaren Basis verbinden (Roaming), wobei laufende Verbindungen, beispielsweise Videotelefonate, erhalten bleiben sollen. Der WLAN-Standard sieht vor, dass alle Komponenten eines ESS in einem gemeinsamen Link-Layer-Netz miteinander verbunden sind, also die IP-Adressen nicht wechseln.

Bremse Broadcast

Die innerhalb eines Netzwerks verwendeten Protokolle bilden eine Hierarchie: Layer 1 ist die Bitübertragungsschicht (Physical Layer: Elektrik, Optik, Funk), Layer 2 die Sicherungsschicht (Data Link Layer, Ethernet- oder WLAN-Frames), Layer 3 die Vermittlungsschicht (Network Layer, IPv4 oder IPv6). Darüber folgen TCP/UDP und die darauf aufsetzende Anwendungsschicht etwa HTTP(S) für Webseiten, Chat-Nachrichten und Ähnliches.

Zwei essenzielle Protokolle ordnen den IP-Adressen von Layer 3 die MAC-Adressen der Clients zu und sorgen dafür, dass Daten auf Layer 2 zielgerichtet fließen können: das Address Resolution Protocol (ARP) für IPv4, das Neighbor Discovery Protocol (NDP) für IPv6. Die ARP- und NDP-Anfragen seiner Clients laufen zwar per schnellem Unicast zum AP. Der und alle seine ESS-Geschwister müssen sie aber als langsamen Broadcast in ihre Funkzellen senden, denn das Ziel könnte ja überall liegen.

Andere Protokolle wie mDNS, die Netzwerkdienste ankündigen, laufen über Multicasts, damit die Clients beispielsweise Drucker, Dateifreigaben von Netzwerkspeichern und PCs oder Medienquellen und -senken automatisch finden können.

Arjan Koopen und Bryan Ward haben das Broadcast-Problem in großen WLANs analysiert (ct.de/ymtn). Sie belegen, dass schon wenige tausend Geräte ein Netz überlasten. Denn das Broadcast-Problem verschärft sich, weil in großen Netzen unweigerlich mehrere APs dieselben Funkkanäle verwenden und dann miteinander um den Kanalzugriff konkurrieren.

In einem Kabel-Ethernet würde man die große Broadcast-Domäne in mehrere Link-Layer-Netze segmentieren und bedarfsweise per Routing koppeln. Doch das geht im WLAN nicht, weil dann Flows beim Wechsel zwischen Access-Points abreißen. Stattdessen leiten große Netzwerkhersteller die Kommunikation auf dem Link Layer beispielsweise über WLAN-Controller: Alle APs eines ESS schicken ihren Verkehr über ein Tunnelprotokoll, typischerweise CAPWAP (Control And Provisioning of Wireless Access Points), direkt zum Controller.

Solche Netze unterdrücken Broadcasts komplett. Damit die Adressauflösung trotzdem funktioniert, wird der Controller zum Stellvertreter mitsamt Cache. Er lernt die MAC/IP-Zuordnung der Clients aus deren Verkehr und antwortet anstelle der angefragten Ziele (Proxy-ARP/NDP). Das geschieht nicht mit langsamen

ct kompakt

- Langsam gesendete Broadcasts belegen in WLANs mit vielen Clients sehr viel Airtime.
- Die Datacenter-Technik VXLAN kann aus Broadcasts schnelle Unicasts machen.
- Am Hasso-Plattner-Institut der Uni Potsdam entstand eine Open-Source-Implementierung auf Basis von OpenWrt.

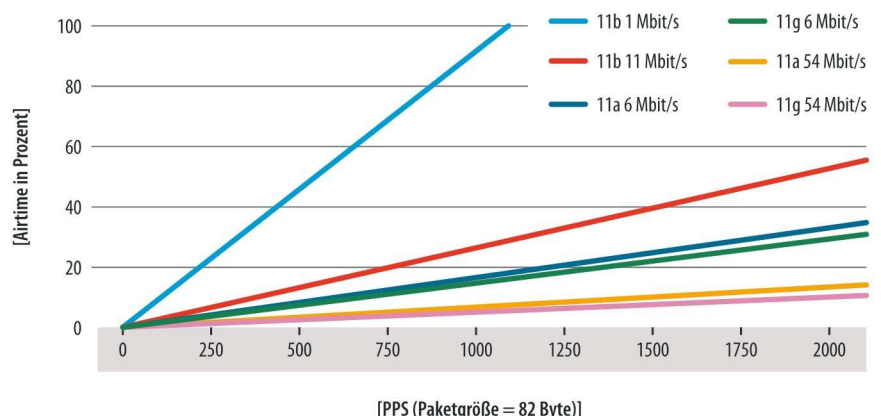
Broadcasts von beispielsweise 6 Mbit/s, sondern mit Unicasts, also mit viel höherer Linkrate. Je nach WLAN-Standard und Verbindungsgüte geht das mit immerhin 54 oder gar 1200 Mbit/s.

Diese Proxy-Funktion wäre direkt in den Access-Points am besten aufgehoben. Bezeichnenderweise hat das WLAN-Standardisierungsgremium IEEE das schon im Herbst 2015 für die aktuelle Norm 802.11ax alias Wi-Fi 6 diskutiert, aber laut einem Insider als „zu kompliziert“ verworfen.

Auf Multicast-basierte Protokolle wie Bonjour oder mDNS muss man in einem solchen WLAN verzichten. Eine weitere Besonderheit: Weil aller Datenverkehr über den Controller läuft, muss der umso mehr leisten, je mehr Clients ins WLAN kommen. Zwar ist die CAPWAP-Spezifikation veröffentlicht, aber trotzdem kann man Hardware verschiedener Marken innerhalb

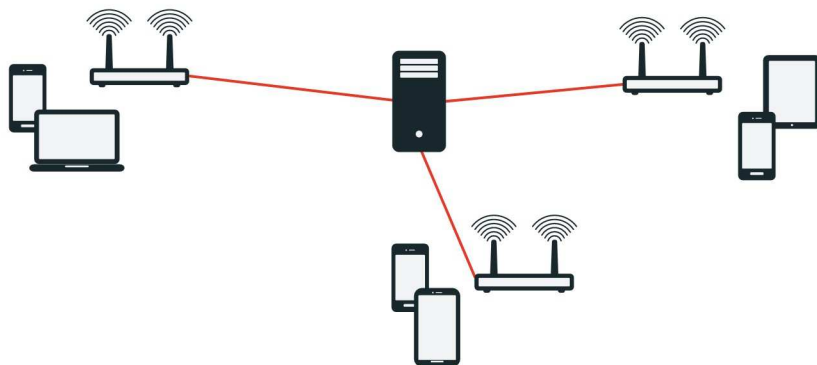
Broadcasts versus Airtime

Je mehr Stationen in einem großen WLAN Broadcasts senden (Packets Per Second, PPS), desto stärker belasten diese langsam übertragenen Pakete den Funkkanal: Der Airtime-Anteil steigt, es bleibt weniger Zeit für andere Daten.



WLAN mit Controller

In einem großen WLAN mit zentralem Controller fließen alle Daten durch Tunnelverbindungen, die Access-Points kommunizieren nie direkt.



eines ESS nicht ohne Weiteres kombinieren. Denn die Hersteller haben das Protokoll oft um eigene Funktionen erweitert.

Sackgasse VLAN

Eine Variante für ein WLAN-System mit standardkonformem Link Layer könnte auf VLANs bauen: Man gibt jeder Station ihr eigenes logisches Netz, sodass sie nur mit dem Firmenrouter kommuniziert, der dann den Weg ins Internet und zu internen Diensten bahnt. Wenn ein Client derart isoliert ist, dann muss der Access-Point keine langsamen Broadcasts schicken, weil es ja keine anderen Stationen in diesem Netz gibt, sondern kann wie in der Controller-Situation schnelle Unicasts senden.

Die zugrunde liegende VLAN-Technologie ist von Institutions-WLANs bekannt. Dort leitet man die Geräteflotten von Ab-

teilungen oder Studierenden und Mitarbeitenden bei der individuellen WLAN-Anmeldung mittels IEEE 802.1X/Radius in unterschiedliche logische Netze, sodass sie nur auf für die Gruppe freigegebene Ressourcen zugreifen können.

Dabei sitzen aber einige Dutzend bis wenige Hundert Clients im selben VLAN, was das Broadcast-Problem nur ansatzweise entschärft. Um Broadcasts zu eliminieren, braucht man eine 1:1-Zuordnung. Doch leider skaliert der VLAN-Ansatz dann nicht weit genug: Mittels der 12 Bit kurzen VLAN-ID lassen sich maximal 4094 unterschiedliche Netze adressieren, also höchstens rund 4000 Clients.

Hinzu kommt, dass VLANs als Link-Layer-Feature in allen am Netzwerk beteiligten Switches konfiguriert werden müssen. Das stellt einen enormen Aufwand dar, auch wenn es sich heute oft

automatisieren lässt. Obendrein können längst nicht alle Switches mit derart vielen gleichzeitig aktiven VLANs umgehen, manche Modelle sind beispielsweise auf 256 pro aktiver Schnittstelle beschränkt.

VXLAN kann mehr

Die im Netzwerkstandard RFC 7348 definierten Virtual eXtensible LANs, kurz VXLANs, kommen aus der Rechenzentrumstechnik. Dort verbinden sie Server und virtuelle Maschinen einer Organisation per Kabel auf Link-Layer-Ebene miteinander, sei es im Rack nebenan oder im Backup-Rechenzentrum einen Kontinent entfernt. VXLANs unterscheiden sich grundlegend von VLANs: Letztere setzen nur ein Kennzeichen (VLAN-Tag) zwischen Ethernet-Header und Payload und verlängern den Ethernet-Frame insgesamt nur um zwei Bytes.

VXLAN verpackt hingegen den zu transportierenden Ethernet-Frame in ein UDP-Paket. Das fließt übers Intranet und gegebenenfalls auch das Internet zum Ziel, das den Ethernet-Frame extrahiert und weiterleitet. Die VXLAN-Endpunkte heißen Virtual Tunnel Endpoints (VTEPs). Dank des 24 Bit langen Virtual Network Identifiers (VNI) kann VXLAN über 16 Millionen Netze unterscheiden. Der Namensraum ist also deutlich größer als bei VLANs, was eine weit flexiblere Virtualisierung ermöglicht.

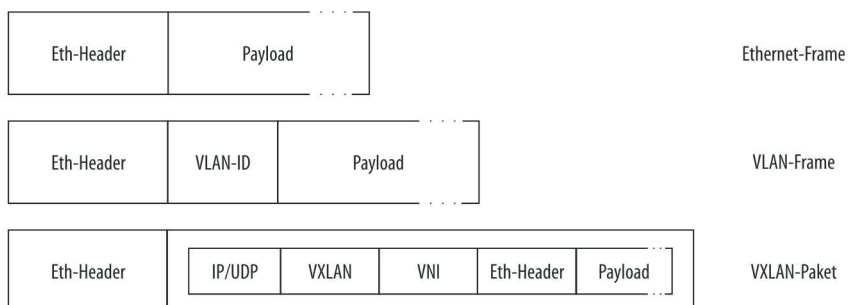
Aus der Kapselung entsteht eine neue Herausforderung: Der sendende VTEP muss herausfinden, wie die IP-Adresse des VTEPs lautet, an der das Ethernet-Zielgerät hängt (Erreichbarkeitsinformation). Das weiß eine separate Control Plane, die diese Zuordnung für alle VTEPs eines VXLANs aktuell und bereit hält. Eine mögliche Umsetzung baut auf das BGP Ethernet Virtual Private Network (BGP EVPN); RFC 8365 beschreibt, wie BGP EVPN und VXLAN interagieren.

Das Border Gateway Protocol entstand als Austauschverfahren für IPv4-Routen zwischen Routern. Mittlerweile unterstützt BGP mit seinen Multiprotocol Extensions auch viele andere Anwendungen, die erste war Routersynchronisation für IPv6. BGP EVPN ist eine weitere.

Erkennt ein VTEP ein neues Ethernet-Gerät, sendet er eine Erreichbarkeitsnachricht (REACH), die dessen MAC-Adresse und die zugehörige VNI enthält. Alle anderen VTEPs aktualisieren mit Absender- und MAC-Adresse sowie VNI ihre lokalen Tabellen (Forwarding Database, Forward

VLAN und VXLAN in Ethernet

Virtuelle LANS (VLANs) kennzeichnen Daten von bis zu 4094 logischen Netzen in Ethernet-Frames mit einer 12 Bit kleinen VLAN-ID. VXLAN kapselt den Verkehr hingegen in UDP/IP und markiert ihn mit einer doppelt so großen ID (VXLAN Network Identifier, VNI), was für 16,7 Millionen Netze ausreicht.



DB). Entsprechend sendet ein VTEP ein UNREACH, wenn ein Ethernet-Gerät aus dem Netz verschwindet, in der Praxis typischerweise, wenn über einen gewissen Zeitraum keine Pakete vom Gerät kamen. Wenn das Gerät nahtlos von einem VTEP zu einem anderen wechselt (Roaming), sendet der neue VTEP ein REACH, auf das der alte mit einem UNREACH reagiert.

EVPN hat sich als Control Plane für Link-Layer-VPNs etabliert. So verwendet beispielsweise der DE-CIX-Knotenpunkt in Frankfurt die Technik seit Ende 2022 für seine Peering-LANs. Damit konnte das DE-CIX die Beantwortung von ARP- und NDP-Requests verbessern, die Rechenlast auf seinen Routern sank signifikant (ct.de/-7368314).

VXLAN ins WLAN

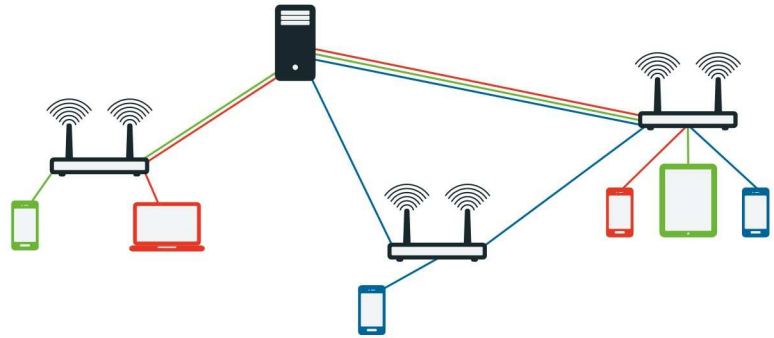
Das WiMoVE-Projekt am Hasso-Plattner-Institut der Uni Potsdam hat die VXLAN-Technik auf WLANs übertragen. Dabei agiert ein Access-Point als VTEP für mehrere VXLANs. Wenn sich neue Stationen verbinden, verteilt er sie auf virtuelle Netze und kündigt sie per BGP EVPN im Netzwerk an. Wechselt das Gerät zwischen Access-Points, dann nutzt der neue AP dasselbe virtuelle Netz und das Gerät bleibt unverändert erreichbar. Für die WLAN-Clients sind die virtuellen Netze nicht erkennbar.

Im Vergleich zu zentralisierten Lösungen hat WiMoVE den Vorteil, dass Daten innerhalb der lokalen Netze direkt zwischen den Access-Points laufen; einen zentralen Controller, der zum Flaschenhals werden kann, gibt es nicht. Eine zentrale Komponente braucht WiMoVE aber doch, nämlich einen Route Reflector. Er verteilt als BGP-Peer alle empfangenen Routen an alle benachbarten Peers. Ohne ihn müsste man alle Access-Points mit BGP vermaschen, was mit neu hinzukommenden APs zu einer quadratisch wachsenden Peeringzahl führen würde. Mit dem Route Reflector wächst die Zahl hingegen nur linear. Da so gut wie kein WLAN-Client ohne Internetzugriff auskommt, enthält jedes VXLAN ein eigenes virtuelles Gateway, das dem Client auch seine IP-Adresse per DHCP bereitstellt.

Den Effekt verdeutlicht ein Gedankenexperiment: Sendet jede Station in einem WLAN mit 10.000 gleichmäßig auf 1000 Access-Points verteilten Clients pro Minute einen Ethernet-Broadcast, dann muss jeder AP im Schnitt 167 WLAN-Broadcasts pro Sekunde senden. Mit

WLAN mit VXLAN

WiMoVE transportiert den Client-Verkehr in individuellen VXLANs, die die Access-Points ohne zentralen Controller direkt austauschen. Das vermeidet einen großen Teil des Broadcast-Verkehrs. Der Internetzugang läuft dabei für jeden Client über ein virtuelles Gateway.



WiMoVE wären es nur die Broadcasts der virtuellen Gateways, einer pro Minute pro Client, also zehn pro Access-Point.

Eine erste Umsetzung ist im Rahmen eines Bachelor-Projekts entstanden. Sie setzt auf die Linux-Distribution OpenWrt, die es für viele handelsübliche WLAN-Router und Access-Points gibt. Die OpenWrt-Erweiterung FRRouting kümmert sich um BGP-EVPN. Ein selbstgeschriebener Systemdienst bindet neue Stationen ein, verwaltet die virtuellen Netze und ordnet die Stationen ihren VXLANs zu. Hinzu kommen Konfigurationsskripte für weitere Systemkomponenten, die mittels Ansible das Ausrollen innerhalb kurzer Zeit auf eine große Zahl an Access-Points erlauben.

Lastsimulationen haben ergeben, dass ein Client-Roaming selbst bei mehreren hunderttausend simulierten Stationen in unter einer Sekunde möglich ist, wenn die APs mit einem 1,6-GHz-Dual-Core-Prozessor und 512 MByte RAM bestückt sind – eine heute gängige Ausstattung. Das ebnet den Weg, mit WiMoVE auf Basis günstiger und heterogener Hardware große WLAN-Systeme aufzubauen. Noch ist WiMoVE nicht per Browserklick aktivierbar. Wer es auf OpenWrt-fähiger Hardware erproben und weiter verbessern möchte, findet den Quelltext auf GitHub (ct.de/ymtn). (ea@ct.de) **ct**

Videos zum Broadcast-Problem, WiMoVE-Projekt auf GitHub: ct.de/ymtn

An- und Abmelden in WLANs mit VXLAN

Verlässt eine Station das WLAN, informiert ihr Access-Point das Netz mit einer UNREACH-Nachricht. Tritt sie später an einer anderen Basis wieder bei, nimmt die sie mit frisch vergebenem Virtual Network Identifier wieder auf.

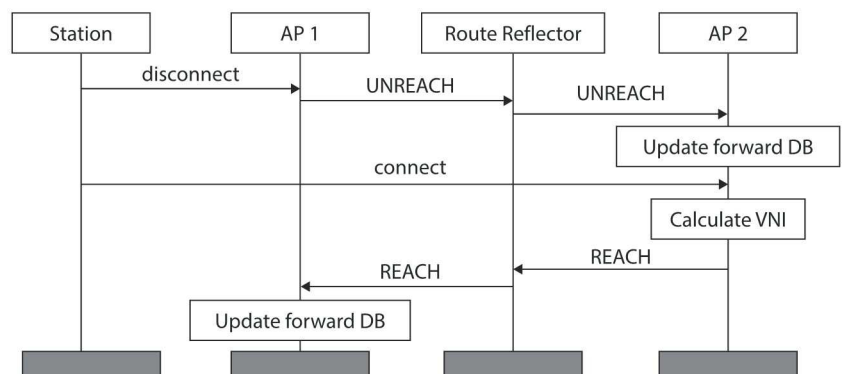




Bild: Thorsten Hübner

Banken in die Pflicht

EU-Kommission will neue Haftungsregeln für das Onlinebanking

Cyberkriminelle bringen Bankkunden mit immer raffinierteren Methoden um ihr Geld. Die Banken verschanzen sich hinter Regularien, die Opfer gehen fast immer leer aus. Die EU-Kommission will das ändern, sieht sich aber einer starken Lobby gegenüber.

Von Markus Montz

Die Zweite Europäische Zahlungsdiensterichtlinie (PSD2) sollte Kartenzahlungen und Onlinebanking sicherer machen. Aus Sicht der Cybersicherheit waren die neuen Vorschriften Gold wert. Für Kriminelle genügte es nun nicht mehr, einfach die Kreditkartendaten oder Onlinebanking-Passwörter plus eine Handvoll TANs zu erbeuten, um den Opfern größere Summen zu stehlen. Sie benötigten fortan noch einen zweiten Faktor.

Den anfänglich beklagten Aufwand vergaßen die Banken schnell. Nicht nur gingen die Betrugsfälle zurück. Die Banken hafteten nun auch nicht mehr, wenn ihre Kunden eine Zahlung oder Überwei-

sung per zweitem Faktor autorisiert hatten. Doch geschickte, gut organisierte Cyberkriminelle haben neue Wege gefunden. Sie verleiten Bankkunden heute mit allen Tricks der Psychologie dazu, ihre Zugangsdaten für das Onlinebanking und den obligatorischen zweiten Faktor preiszugeben. Das gestohlene Geld sehen die Opfer selten wieder: Die Täter sind kaum zu fassen, die Banken berufen sich auf die Regeln der PSD2 und das sogar dann, wenn ihre Betrugserkennung eigentlich klar erkennbar betrügerische Transaktionen durchgewunken hat.

Auf diese Entwicklung hat die EU-Kommission Ende Juni reagiert und mit

der „Payment Services Regulation“ (PSR) einen Verordnungsentwurf vorgestellt, der es in sich hat: Banken sollen in bestimmten Fällen auch dann für betrügerische Überweisungen haften, wenn der Kunde diese, auch unwissentlich, autorisiert hat. Der Entwurf wird daher in den kommenden Monaten heiß diskutiert werden. Wir haben uns die Pläne der Kommission ebenso angesehen wie die Hintergründe und die Reaktionen von Banken, Politik und Verbraucherschutz.

PSD2: Technisch höhere Sicherheit

Mit der PSD2 hatte die EU Banken und Sparkassen EU-weit dazu verpflichtet, ab September 2019 eine Zwei-Faktor-Authentifizierung („Starke Kundenauthentifizierung“, SCA) für Überweisungen und Kartenzahlungen einzuführen. „Stark“, weil die beiden Faktoren aus zwei verschiedenen der drei Elemente Wissen, Besitz und Biometrie bestehen müssen, also zum Beispiel Passwort und Smartphone oder Smartphone und Fingerabdruck. Die Vorschrift gilt neben Zahlungen und Überweisungen auch für das Login ins Onlinebanking.

Trotz bestimmter Ausnahmen für niedrige Beträge erwies sich die Regelung als überaus erfolgreich. Nach Angaben der Europäischen Bankenaufsicht liegt die Betrugsquote in der EU bei Zahlungen und Überweisungen mit SCA um 70 bis 80 Prozent niedriger als bei Transaktionen ohne SCA.

Das ist plausibel: Schließlich reichte vorher oft schon das Passwort fürs Onlinebanking, und wenn nicht, kamen die Täter zu leicht an die statischen Transaktionsnummern (TANs), die viele Banken auf gedruckten Listen ausgaben. Damit machte die PSD2 Schluss. TANs oder andere Codes müssen heute dynamisch generiert werden, dürfen zeitlich nur begrenzt gültig sein und nur die eine, zugehörige Aktion autorisieren. Das leisten zum Beispiel speziellen TAN-Generatoren oder eine Smartphone-App.

Kein Schutz gegen Spoofing

Diese Hürde ist für Cyberkriminelle jedoch nicht unüberwindlich. Anstatt Codes zu knacken, nehmen sie heute den Nutzer selbst ins Visier und verleiten ihn zu Fehlern, ohne dass er es merkt (sogenanntes Social Engineering). Das kann beispielsweise eine gefälschte Rechnung sein, damit das Opfer Geld an ein Konto der

Täter überweist. Oft fischen die Kriminellen auch Kreditkartendaten oder Zugangsdaten zum Onlinebanking ab. Dazu locken sie die Opfer über Links in gefälschten Mails oder Textnachrichten auf Phishing-Seiten. Beliebte Vorwände sind zum Beispiel die Funktion „Sicher bezahlen“ von Kleinanzeigen.de oder angebliche DHL-Nachzahlungen. Nachdem das Opfer seine Kreditkarten- oder Onlinebankingdaten eingegeben hat, verleiten die Täter es dazu, eine Zahlung mit dem zweiten Faktor zu authentifizieren [1]. Im schlimmsten Fall lassen sie sich vom Opfer ein weiteres Smartphone freischalten und können dann selbst Überweisungen authentifizieren.

Beim besonders raffinierten und immer öfter anzutreffenden Spoofing geben die Täter sich sogar als die Bank respektive deren Mitarbeiter aus („to spoof“: „vortäuschen“). Vielfach beginnt

Nutzer müssen Zahlungen zwar mit einem zweiten Faktor freigeben, oft achten sie aber nicht auf die angezeigten Infos und den Verwendungszweck. Bei einem TAN-Generator ist dieser häufig sogar komplett unverständlich.

c't kompakt

- Durch die Zwei-Faktor-Authentifizierung bei elektronischen Zahlungen hat die EU Cyberkriminellen einen lukrativen Betrugsweg versperrt.
- Die Täter haben neue Wege gefunden. Da Opfer nun oft wieder in die Röhre schauen, will die EU-Kommission die Banken stärker in die Pflicht nehmen.
- Der Vorschlag hat aus Verbrauchersicht jedoch Schwächen und sollte nachgebessert werden.

der Angriff mit einer echt anmutenden Phishingmail. Sie stammt vermeintlich von der Bank oder Sparkasse und lockt das Opfer auf eine ebenso gut gestaltete Phishingseite, die vom echten Onlinebanking kaum zu unterscheiden ist. Dort gibt das Opfer seine Zugangsdaten ein und bestätigt die vermeintlich legitime Transaktion anschließend mit einem zweiten Faktor.

In einer Variante ruft ein angeblicher Bankangestellter mit gefälschter Telefonnummer der Bank an (Caller ID Spoofing). Der Täter erklärt dem Opfer zum Beispiel, es gebe eine verdächtige Zahlung. Um diese aufzuhalten, müsse es ihm die Zugangsdaten mitteilen und mit dem zweiten Faktor bestätigen. Tatsächlich gibt das Opfer entweder unbeabsichtigt eine Zahlung frei oder aktiviert ein neues Gerät für die Authentifizierung. Damit haben die Täter dann vollen Zugriff auf das Onlinebanking, oftmals samt Kredit- und Debitkarten [2]. Hinter diesen Angriffen stecken meist gut organisierte und professionelle Gruppen. Die Täter sind psychologisch geschult und unternehmen täglich hunderte Versuche. Sie machen bereits mit wenigen Treffern Gewinn.

Banken wälzen Schuld ab

Wenn die Opfer anschließend Hilfe bei ihrer Bank suchen, wirft diese dem Kunden jedoch mangelnde Sorgfalt vor. Er habe die Zahlung oder Überweisung ja selbst autorisiert beziehungsweise den Tätern das Gerät freigeschaltet. Geht der Kunde den Rechtsweg, beruft sich die Bank auf den sogenannten Anscheinsbeweis: Der Kunde habe die Transaktion freigegeben, ihre Systeme seien sicher; der

Kunde habe also grob fahrlässig gehandelt.

Weil die meisten Gerichte dieser Linie folgen und die Strafverfolgung der Täter fast immer im Sande verläuft, sehen die Opfer nur selten ihr Geld wieder. Zwar haben Richter in Einzelfällen auch anders geurteilt, wenn ihnen der Anscheinsbeweis oder die Belege nicht ausreichten, mit denen die Bank die Autorisierung nachweisen wollte. Die betroffenen Banken akzeptierten den Spruch dann jedoch, zahlten oder suchten Vergleiche. Damit konnten sie bislang ein Grundsatzurteil höherer Instanzen vermeiden.

Gleichwohl erreichen c't immer wieder Beispiele, in denen die Betrugsprüfung der Bank jegliche Sorgfaltsforderung ad absurdum geführt hat. In einem Fall hatten die Täter zunächst online mit der Debitkarte des Opfers zweimal für insgesamt 20.000 Euro Bitcoin in Osteuropa kaufen können, obwohl dies in keiner Weise zum Zahlungsverhalten des Opfers passte. Die Zahlung gaben die Täter mit einem Smartphone frei, welches das Opfer ihnen wenige Augenblicke zuvor nach vermeintlich korrekter Aufforderung dazu freigeschaltet hatte. Am darauffolgenden Tag konnten sie sogar noch Echtzeitüberweisungen vom Girokonto ausführen, obwohl das Opfer die Karte bereits hatte sperren lassen. Trotz eines Vergleichs ließ die Bank das Opfer auf 10.000 Euro Schaden sitzen.

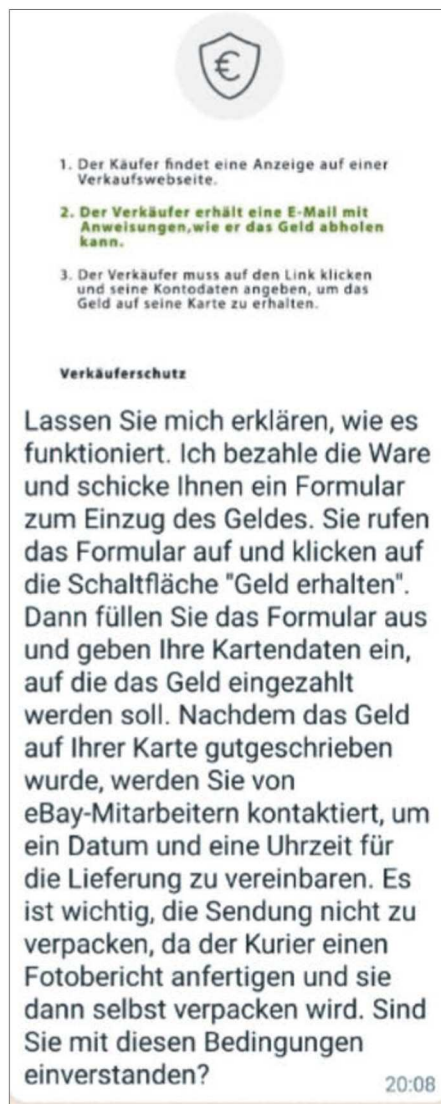
Europa reagiert

Dieser Missstand hat mittlerweile auch die EU-Behörden erreicht. Ende Juni 2023 legte die Kommission einen Vorschlag für eine Revision der PSD2 vor. Sie bestand aus zwei Entwürfen: einer PSD3, die beispielsweise die Zulassung von Zahlungsinstituten wie eben Banken regelt, und einer Payment Services Regulation (PSR), die unter anderem Vorschriften zu Verbraucherschutz und Sicherheit enthält. Im Entwurf der PSR griff die Kommission ein Gutachten der Europäischen Bankenaufsicht (EBA) auf. Darin hatte die EBA recht deutlich konstatiert, dass die Haftungspraxis der PSD2 falsche Anreize für die Banken setze. Da die Banken nur bei Zahlungen haften, die der Kunde nicht autorisiert hat, könnten sie sich zu leicht aus der Affäre ziehen. Sie hätten deshalb keinen Anreiz, Geld in effektive Betrugsprävention zu investieren.

Der PSR-Entwurf fordert unter anderem, dass Banken ihre Kunden und Mitarbeiter besser und verständlicher als bis-

her schulen und auf Betrugsmaschinen aufmerksam machen müssen. Zweitens soll eine neue Rechtsgrundlage dafür sorgen, dass Banken sich einfacher untereinander über Betrugsmuster, bekannte Betrüger sowie verdächtige Konten austauschen. Die eigentliche Revolution des Entwurfs steckt im dritten Vorschlag: Banken sollten Kunden künftig in bestimmten Fällen auch bei autorisierten Zahlungen oder Überweisungen an Betrüger entschädigen.

Die Schadenersatzpflicht der Banken knüpft die Kommission jedoch an enge Bedingungen. Phishingmails müssen überzeugend vorgaukeln, von der Bank zu kommen und insbesondere deren Adresse tragen. Rufen die Täter an, müssen sie die Telefonnummer der Bank gefälscht haben.



Banken sollen nicht bei jeder Art von Phishing haften. Bei einer Falle wie dieser müsste dem EU-Entwurf zufolge weiterhin der Kunde den Schaden tragen.

Das Opfer darf sich nicht grob fahrlässig verhalten, also zum Beispiel ein zweites Mal auf denselben Trick hereinfliegen. Es muss den Schaden außerdem unverzüglich bei der Polizei und seiner Bank anzeigen.

Eine weiter gefasste Regel sei laut Kommission unverhältnismäßig und berge die Gefahr, dass Bankkunden sich zu sorglos und riskant verhalten könnten („moral hazard“). Flankierend fordern die Kommission und die EBA weitere Maßnahmen. Erstens soll der „IBAN Name Check“, der sich bereits im Verordnungsentwurf zur Echtzeitüberweisung findet [3], zukünftig für alle Überweisungen gelten. Demnach muss die Zahlerbank bei einer Überweisung zunächst für die Empfängerbank prüfen lassen, ob der Empfängername und die IBAN zusammenpassen. Bei Abweichungen warnt die Zahlerbank den Kunden, bevor er die Überweisung freigibt. Geschieht dies nicht, haftet eine der beiden Banken für den Schaden.

Zweitens betont die Kommission, dass die Beweislast bei den Banken liegt: Wenn der Kunde behauptet, dass er eine Zahlung nicht authentifiziert hat, muss die Bank ihm das Gegenteil beweisen. Drittens drängt die Kommission darauf, dass die Mitgliedsstaaten die Unterschiede zwischen Fahrlässigkeit und grober Fahrlässigkeit schärfer fassen. Eine Pflicht dazu gibt es allerdings nicht. Viertens soll die Bank nach einer Anzeige in Vorleistung gehen und die Schadenssumme innerhalb eines Bankarbeitstages zumindest vorläufig wieder gutschreiben. Verweigern darf sie das nur, wenn sie klare Hinweise hat, dass der Kunde vorsätzlich oder grob fahrlässig gehandelt hat. Das ist zwar bestehendes deutsches Recht, in der Praxis rechnen die Banken die Gutschrift jedoch meist gegen eine Schadenersatzforderung in gleicher Höhe auf.

Juristisches Neuland

Die Kommissionsvorschläge wären ein Paradigmenwechsel, wie der Anwalt und Experte für Zahlungsdiensterecht Peter Frey von der Kanzlei Annerton sagt. Juristen sehen die Spoofing-Regelung als Wechsel von der Verschuldens- in die Gefährdungshaftung. Das bedeutet, dass die Bank allein auf Grundlage des Betrugsrisikos für Schäden haftet, solange der geschädigte Verbraucher nicht vorsätzlich oder grob fahrlässig gegen Schutzvorschriften verstoßen hat.

Nach Freys Auffassung stecken hinter dem Kommissionsentwurf Überlegungen,

anerkannte Missstände zu beseitigen: So sei der Kunde derzeit in einer weitgehend aussichtslosen Beweispflicht. Zudem könnten Banken technische Schutzmaßnahmen ergreifen und sich gegen Schäden durch Betrug versichern, Kunden jedoch nicht. Eine Gefährdungshaftung könnte dieses Ungleichgewicht reduzieren.

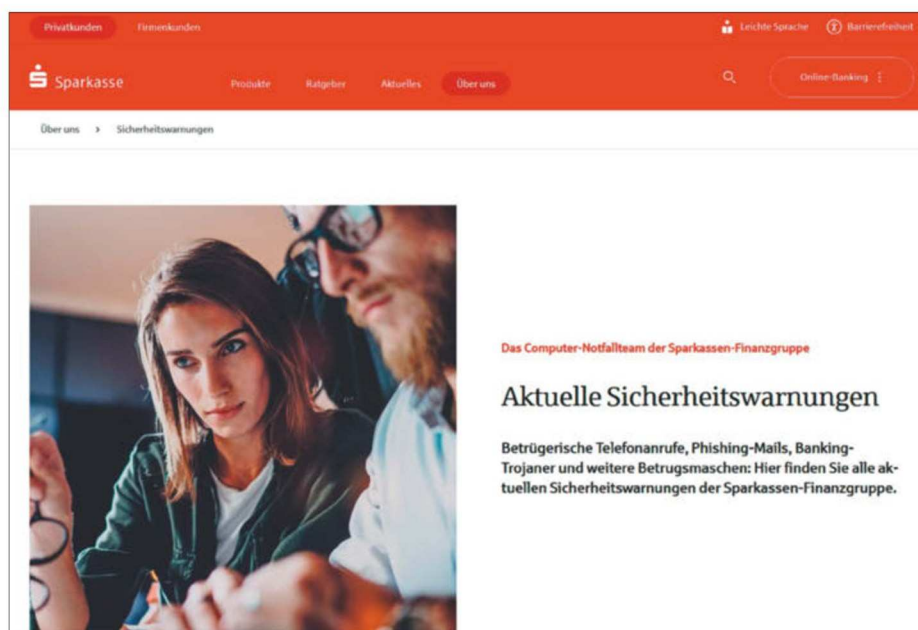
Den Banken bürdet das zweifelsohne neue Risiken und Lasten auf. Die könnten sie nach Freys Ansicht aber durchaus verringern: So seien höhere Kontoführungskosten als eine Art Versicherungsprämie denkbar. Zudem könnten Banken das Konto nach mehrfachen ähnlichen Schadensersatzforderungen des Kunden kündigen. Ebenso seien technische Maßnahmen möglich; so ließe sich im Onlinebanking beispielsweise ein Hinweislämpchen integrieren, wenn tatsächlich gerade ein Bankmitarbeiter anruft. Dessen ungeachtet müssen aber auch die Kunden sich beispielsweise regelmäßig über neue Betrugsmaschinen informieren.

Kritik und Zustimmung

Die Lobby Schlacht ist jedenfalls eröffnet: Die Deutsche Kreditwirtschaft (DK), der Spitzenverband der Banken und Sparkassen, ließ in einem ersten Statement Skepsis durchblicken. Ein besserer Schutz vor betrügerischen Handlungen sei zwar zu begrüßen. Weitreichendere Vorgaben zu Haftung und Kundenrechten über die Zahlungsabwicklung hinaus bedürften jedoch „einer sorgfältigen Ausbalancierung mit weiteren betrugsbekämpfenden Maßnahmen und Verhaltensweisen“. Gegenüber c't ließ ein Sprecher wissen, dass man alles kritisch bewerte, was das Kunde-Bank-Verhältnis in Sicherheitsfragen berühre.

Auch aus dem Bundesfinanzministerium (BMF), das die PSR federführend für die Bundesregierung im EU-Rat verhandelt, war bereits Skepsis zu hören. Offiziell wollte das BMF keine Stellung zu einzelnen Vorschriften nehmen. Auf einer Konferenz der Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (BaFin) im September signalisierte Florian Toncar (FDP), parlamentarischer Staatssekretär des BMF, aber bereits seine Ablehnung.

Der Verbraucherzentrale Bundesverband (vzbv) äußerte sich dagegen grundsätzlich zustimmend, forderte in einem Positionspapier allerdings Nachbesserungen. Die PSR müsse insbesondere den Anscheinsbeweis explizit ausschließen. Nur so lasse sich die Rechtspraxis sicher durch-



Zwar warnen Banken und Sparkassen auf ihren Homepages vor Betrugsmaschinen. Das erreicht die Kunden jedoch häufig nicht. Neue Konzepte sind gefragt.

brechen, in der nicht etwa die Bank ihren Autorisierungsprozess offenlegen, sondern das Betrugsoffer einen Fehler der Bank nachweisen muss. Zudem müsse eine Bank ohne Wenn und Aber haften, wenn eine Überweisung an eine IBAN geht, vor der andere Banken bereits gewarnt haben. Ferner will der vzbv erreichen, dass die Bank ihre obligatorische Gutschrift bei einer Betrugsanzeige nicht mehr automatisch gegen Schadenersatzforderungen verrechnen darf.

Fazit und Ausblick

Mit einer ausgewogenen PSR, die sowohl Banken als auch Kunden stärker in die Pflicht nimmt, könnte man das Social Engineering endlich wirksam eindämmen. Wenn Banken die Schuld bei Betrug und besonders Spoofing nicht mehr so einfach auf ihre Kunden abschieben können, werden sie mehr Mittel und Personal in die Betrugsprävention stecken, einschließlich einer gemeinsamen Plattform, damit Informationen über Täter und Geldwäschekonten schneller fließen. Doch es geht nicht nur um Technik. Kunden werden bisher zu unsystematisch und kompliziert aufgeklärt. Das muss einfacher werden.

Das Jammern über Kosten verfrängt nur bedingt, schließlich spart das Onlinebanking jährlich Milliarden an Personalkosten. Zudem ist das Geld gut angelegt, wie derzeit ausgerechnet Großbritannien

zeigt. Das Land hat seine Banken bereits zu EU-Zeiten stärker in die Pflicht genommen, Betrug wirksam zu bekämpfen und Verbraucher häufiger zu entschädigen. Mittlerweile zeigen sich dort erste Erfolge. In Neuseeland gab es die sogar, ohne dass der Staat eingriff: Dort haben die Banken wirksame Selbstverpflichtungen eingeführt.

In der EU hat die Debatte hingegen gerade erst begonnen. Nun müssen sich das EU-Parlament und der Rat, also die Mitgliedsstaaten, mit dem Entwurf beschäftigen. Das wird dauern: Im Juni 2024 stehen Neuwahlen für das EU-Parlament an, und selbst wenn es den Entwurf auch danach schnell bearbeitet, dürfte die PSR mit Übergangsfristen nicht vor 2028 kommen, zumal mit heftigem Bankenlobby zu rechnen ist. Der wird mehr Sicherheit beim Onlinebanking aber hoffentlich nur verzögern können. (mon@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Markus Montz, Ausgeplündert, Wie Betrüger „Sicher bezahlen“ auf eBay Kleinanzeigen aushebeln, c't 16/2022, S. 120
- [2] Mirko Dölle, Bei Anruf: Geld weg!, Wie Telefonbetrüger die Zwei-Faktor-Autorisierung aushebeln, c't 14/2023, S. 66
- [3] Markus Montz, Echtzeitüberweisungen sollen Standard werden, c't 25/2022, S. 38

PSR-Entwurfstext: [ct.de/yhy1](https://www.ct.de/yhy1)



Bild: KI Midjourney | Bearbeitung: ct

Cäsar im Quadrat

Historische Kryptografie: Vigenère-Chiffre in Python programmiert

Verbotene Romanzen, Komplotte oder Botschaften im Krieg: Um Geheimnisse vor neugierigen Dritten zu schützen, verwendete man vor gut 400 Jahren nicht selten die Vigenère-Chiffre. Wir haben sie uns angeschaut und in Python nachprogrammiert.

Von Wilhelm Drehling

Der Kurier hetzt das Pferd vom Schlachtfeld weg, aus der Ferne hallt das Grollen von Kanonen. Der oberste General muss diese Nachricht sofort erhalten. Damit Fremde die Botschaft nicht verstehen, wurde sie kodiert. Wohlbehütet steckt die wertvolle Fracht zusammengefaltet in der Brusttasche. Die Tür fliegt auf, an der Schwelle steht der Kurier mit der Botschaft in der Hand, am Tisch blicken die Generäle auf, in der Mitte – Napoleon.

Dieses von uns erfundene Szenario mag so passiert sein oder auch nicht. Für fast 300 Jahre war die Vigenère-Chiffre ein beliebter Kandidat bei der sicheren

Übermittlung von Botschaften. Sie kam bei Kriegen zum Einsatz, bei Mordkomplotten oder auch unter heimlichen Liebespaaren. Da die Chiffre

komplett ohne Mathematik auskommt und kein spezielles Vorwissen benötigt, war sie besonders einfach durchzuführen.

Frisch aus
ct Nerdistan

c't kompakt

- Der französische Kryptograf Blaise de Vigenère erfand 1585 eine Chiffre, die 300 Jahre ungeknackt blieb.
- Sie baut auf der Cäsar-Chiffre auf und eliminiert viele Schwächen des älteren Systems.
- Die gesamte Logik der Vigenère-Chiffre passt heutzutage in 15 Zeilen Python-Code.

Im Zeitalter der Computer spielt die Chiffre keine Rolle mehr, aber sie hat im Laufe der Jahrhunderte ihre Spuren hinterlassen und wichtige Entwicklungen in der Kryptografie angestoßen. Grund genug, um sie sich genauer anzuschauen und sie in Python nachzuprogrammieren.

Das alte Rom

Doch bevor wir auf den Code eingehen, drehen wir die Zeit noch weiter zurück: Julius Cäsar regiert das Römische Reich. Moment, ist das denn nicht viel zu weit? Ganz und gar nicht, denn die Grundlage der Vigenère-Chiffre ist die Cäsar-Chiffre. Das nach ihm benannte Verfahren benutzte Cäsar damals, um Militärnachrichten zu kodieren. Dazu schrieb er seine Botschaft nieder und verschob jeden der Buchstaben seines Klartextes um drei Buchstaben im Alphabet weiter – für die Botschaft HALLO lautet der Geheimtext KDOOR.

Eine heute immer noch (nicht zur Sicherung von Systemen) verwendete Variante der Cäsar-Chiffre ist „Rot13“. Wie es vielleicht der Name schon vermuten lässt, werden die einzelnen Buchstaben um 13 Plätze im Alphabet verschoben. Sie können sich das Alphabet als einen Kreis vorstellen: Beim Verschieben der Buchstaben rotiert dieser und wenn man bei Z angekommen ist, fängt man einfach bei A wieder an. Diverse Foren benutzen Rot13 beispielsweise, um Spoiler zu maskieren – echte „Profis“ nehmen Rot26.

Die Cäsar-Chiffre gehört genauso wie die Vigenère-Chiffre zu den sogenannten Substitutions-Chiffren, die Buchstaben des Klartextes nach einem bestimmten Schema gegen andere Zeichen austauschen. Eine Alternative ist die Transposition: Hier vertauscht der Absender die Buchstaben miteinander, ersetzt aber keine davon. Ein Beispiel dafür wäre die

Doppelwürfel-Chiffre, die wir schon in [1] vorgestellt haben.

Trotz der Einfachheit der Cäsar-Chiffre war sie lange Stand der Technik. Dabei ist das Verfahren nicht wirklich sicher: Ein Angreifer muss nur probeweise die ersten paar Buchstaben des Geheimtextes verschieben und schauen, ob etwas Brauchbares herauskommt – im schlimmsten Falle tut er dies 26 Mal. Wie man am Beispiel KDOOR erkennt, kann der Angreifer nach doppelt hintereinander stehenden Buchstaben Ausschau halten und mit geschicktem Probieren noch schneller das Wort und damit die Verschiebung erraten.

Diese Schwäche war Kryptologen durchaus bewusst: Um 1460 schlug der Mathematiker Leon Battista Alberti vor, nicht eine Cäsar-Chiffre zu benutzen, sondern zwei unterschiedliche. So zum Beispiel kann man den ersten Buchstaben um sieben Positionen verschieben, den zweiten um 16, den danach wieder um sieben und so weiter.

Die Ideen Albertis entwickelten andere Personen weiter, bis 1585 schließlich der französische Kryptograf Blaise de Vigenère Ansätze des Benediktinerabts Johannes Trithemius und des Gelehrten Battista della Porta zusammenführte, um die heute bekannte Vigenère-Chiffre zu erfinden.

Kodierungsfreuden

Die Vigenère-Chiffre verwendet 26 Verschiebungen. Um wie viele Positionen im Alphabet ein Buchstabe des Klartextes verschoben wird, regelt ein vorher vereinbartes Schlüsselwort. Das macht die händische Kodierung ein wenig aufwendiger, weswegen Vigenère zusätzlich das Vigenère-Quadrat erfand (siehe Infografik unten). Oben stehen die Buchstaben des Klartextes, links die des Schlüssels. Nun kann man einfach die Buchstaben des Geheimtextes ablesen. Wie genau das funktioniert, sehen Sie bei der Kodierung des Beispielsatzes „DAS IST EIN LANGER

Vigenère-Quadrat

Das Vigenère-Quadrat ist ein Hilfsmittel zum Kodieren beziehungsweise Dekodieren von Nachrichten. Sie stellt die einzelnen Verschiebungen der Cäsar-Chiffre dar: die erste Spalte um keinen Buchstaben, die zweite um einen, die dritte um zwei und so weiter.

		Klartext																											
Schlüsselwort		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z		
	A	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z		
	B	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A		
	C	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B		
	D	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C		
	E	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D		
	F	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E		
	G	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F		
	H	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G		
	I	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H		
	J	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I		
	K	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J		
	L	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K		
	M	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L		
	N	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M		
	O	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N		
	P	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O		
	Q	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P		
	R	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q		
	S	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R		
	T	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S		
	U	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T		
	V	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U		
	W	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V		
	X	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W		
	Y	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X		
	Z	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y		


```
def process(self, mode, text):
    text = re.sub(f"[^{self.abc}]", "", text.upper())
    key_len = len(self.key)
    result = ""
    for i in range(len(text)):
        key_value = self.abc.index(self.key[i % key_len])
        text_value = self.abc.index(text[i])
        # entscheide zwischen (e)ncrypt und (d)ecrypt
        if mode == "e":
            value = (text_value + key_value) % len(self.abc)
            result += self.abc[value]
        else:
            value = (text_value - key_value) % len(self.abc)
            result += self.abc[value]

    return result
```

Eine einzelne Methode steuert sowohl Kodieren als auch Dekodieren. Die if-Abfrage kontrolliert, welcher der beiden Modi aktiv ist.

BEISPIELTEXT“ mit dem Schlüsselwort CTMAGAZIN.

Als Erstes schreibt ein Absender das Schlüsselwort wiederholend unter dem Klartext bis ans Ende der Nachricht auf:

DAS IST EIN LANGER BEISPIELTEXT
CTM AGA ZIN CTMAGA ZINCTMAGAZIN

Im nächsten Schritt zieht er das Vigenère-Quadrat zurate und liest die einzelnen Buchstaben ab: Oben auf der Zeile geht er für den ersten Buchstaben von D aus nach unten, bis er auf die Spalte von C (linke Seite) trifft, das wäre der Buchstabe F. Für A und T kommt T heraus und so weiter. Das Ergebnis der Kodierung sieht wie folgt aus:

DAS IST EIN LANGER BEISPIELTEXT
CTM AGA ZIN CTMAGA ZINCTMAGAZIN
FTE IYT DQA NTZGKR AMVUIUERTDFG

Doch warum ändert sich beim vierten oder sechsten Buchstaben nichts? Das liegt daran, dass zu den 26 möglichen Verschiebungen auch keine Verschiebung gehört. Ersichtlich wird das, wenn Sie das Alphabet von null aus abzählen und den Buchstaben Zahlen zuweisen: Heraus kommen A als 0, B als 1, C gleich 2 und so weiter. Taucht nun ein A im Schlüsselwort auf, dann wird der Buchstabe des Klartextes um 0 Plätze verschoben. Ein B im Schlüsselwort verschiebt den Buchstaben des Klartextes um 1, E um 4 und Z um 25. Würde das Schlüsselwort AAAAA... lauten, dann wäre vom Text nichts verschleiert worden.

Für die Dekodierung schreibt der Empfänger zuerst wieder das Schlüsselwort unter den Geheimtext. Danach

nimmt er das Vigenère-Quadrat und schaut auf der linken Spalte nach den ersten Buchstaben des Schlüsselwortes (C) und sucht in der Zeile nach dem Buchstaben des Geheimtextes (F). Sobald er ihn gefunden hat, zieht er eine imaginäre Linie nach oben zum Klartext: Es ist D. Den gleichen Prozess wiederholt er für die gesamte Nachricht:

FTE IYT DQA NTZGKR AMVUIUERTDFG
CTM AGA ZIN CTMAGA ZINCTMAGAZIN
DAS IST EIN LANGER BEISPIELTEXT

In seinem 1586 erschienenen Buch *Traicté des chiffres* beschrieb Vigenère sein Verfahren. Außer diesem Werk finden Sie in der Online-Bibliothek gallica.bnf.fr weitere Bücher von Vigenère digitalisiert, Seite für Seite eingescannt. *Traicté des chiffres* allein umfasst mehr als 700 Seiten.

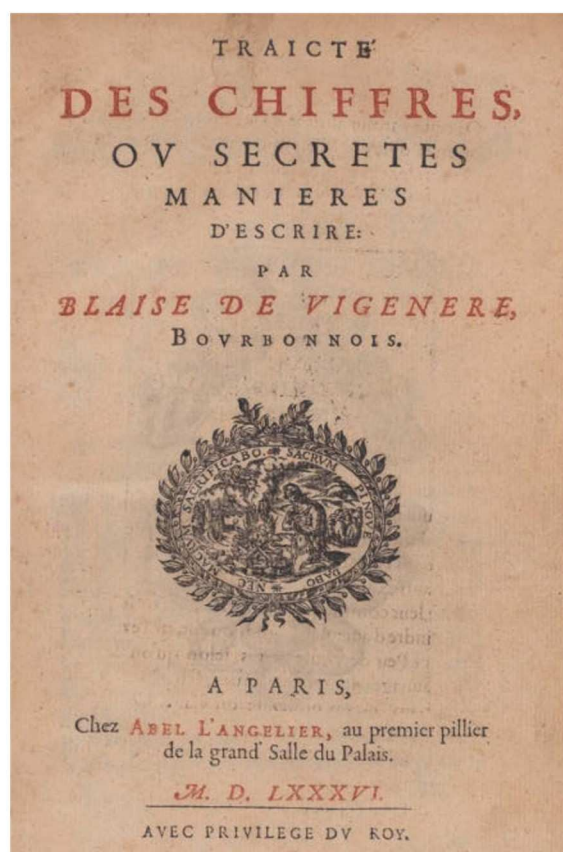
Obwohl die Vigenère-Chiffre ständig die Cäsar-Chiffre anwendet, ist dieses System weitaus schwerer zu durchschauen, denn aufgrund der mehrfach verschobenen Cäsar-Chiffre unterscheiden sich identische Buchstaben später im Geheimtext. Der Buchstabe E steht viermal im Klartext, im Geheimtext wird er aber je nach Position zu D, K, M und E. Das macht einen Angriff schwieriger, aber nicht unmöglich. Mehr dazu in einem weiteren Artikel.

Nutzung des Programms

Damit Sie nicht mühselig Buchstabe für Buchstabe im Vigenère-Quadrat zusammensuchen müssen, haben wir ein kurzes Python-Programm geschrieben, mit dem Sie sowohl kodieren als auch dekodieren können. Das Programm finden Sie im GitHub-Repository unter ct.de/yvkq. Falls Sie noch Python zur Ausführung des Programms benötigen, erfahren Sie in dem kostenfreien Artikel [2], wie Sie die Programmiersprache auf Ihrem jeweiligen System nachinstallieren.

Wir haben das Programm so konstruiert, dass Sie es bequem über die Kommandozeile bedienen können. Sie nutzen es wie folgt:

```
python3 vigenere.py [d/e] <text> <key>
```





IT-Kompetenz, die bleibt:

Tech-Talente finden und fördern durch Weiterbildung

Die Herausforderungen für Entscheider sind groß und vielfältig: Sie bestehen darin, geeignetes Personal zu gewinnen, zu fördern und zu halten. Mitarbeiter erwarten, dass Unternehmen kontinuierlich in sie investieren. Mit passender Qualifizierung werden Wissenslücken geschlossen – eine Win-Win-Situation für alle Seiten.

IT-Weiterbildung ist DER Schlüssel zum Erfolg.

Die heise Academy bietet Lerninhalte zu allen aktuellen und relevanten IT-Themen, die jetzt und in Zukunft wichtig sind. Wir sind IHR Partner für professionelle IT-Weiterbildung. Bauen Sie als Unternehmen mit passender Qualifizierung Zukunftskompetenzen auf.

Die richtige Zeit für IT-Weiterbildung ist genau jetzt.



Jetzt downloaden:
Key Facts zur IT-Weiterbildung
heise-academy.de/whitepaper-it-weiterbildung



e steht für kodieren (encrypt) und d für dekodieren (decrypt). Danach folgt der zu bearbeitende Text und das Schlüsselwort. Achten Sie auf die öffnenden und schließenden Gänsefüßchen um den Text, wenn Sie Leerzeichen oder Satzzeichen benutzen. Machen Sie sich keine Sorgen über die Sonderzeichen, diese sortiert das Programm für Sie aus.

Folgender Befehl kodiert eine Nachricht:

```
python3 vigenere.py e ↵
↳ "Lorem ipsum dolor sit" CTMAGAZIN
```

Herauskommt der Geheimtext NHDESIOAHOWALURRQG, den Sie mit dem Befehl

```
python3 vigenere.py d ↵
↳ NHDESIOAHOWALURRQG CTMAGAZIN
```

wieder in den Klartext umwandeln können: LOREMIPSUMDOLORSIT.

Funktionsweise

vigenere.py ist zwar insgesamt knapp über 50 Zeilen lang, aber das meiste sind Vorkehrungen, um die Argumente von der Kommandozeile zu verarbeiten oder um sicherzustellen, dass keine Sonderzeichen den Kodierungsprozess ruinieren. Wie Sie weitere Zeichen verwenden können, lesen Sie in dem Kasten „Modifikation“ auf dieser Seite unten. Die Logik der Chiffre umfasst gerade mal 15 Zeilen (siehe Codekasten auf Seite 156).

Die Methode process bekommt zwei Parameter: mode enthält die Information, ob kodiert oder dekodiert werden soll und text den Inhalt der zu verarbeitenden Nachricht. In der ersten Zeile schmeißt sie dann alle Zeichen heraus, die nicht zu den 26 vorgegebenen Buchstaben des Alphabets gehören. Außerdem vereinheitlicht sie den text, indem sie alles zu Großbuchstaben umwandelt (text.upper()).

Das Herzstück der Methode ist die for-Schleife, die jeden Buchstaben von

text durchgeht. Im Unterschied zur manuellen Kodierung und Dekodierung, berechnet das Programm ad hoc welcher Buchstabe herauskommt, indem es die Position der Buchstaben im Alphabet beziehungsweise im Schlüssel, angefangen bei 0, zu Zahlen umwandelt (key_value und text_value). Anschließend addiert oder subtrahiert es beide Werte und rechnet das Ergebnis modulo 26 (len(self.abc)). Die Modulo-Operation stellt sicher, dass wieder vorne beim Alphabet angefangen wird, sollte zum Beispiel nach großen Verschiebungen eine Position größer 26 entstehen.

Zu guter Letzt baut die Methode den ausgebenenden Klar- oder Geheimtext zusammen result += self.abc[value]. Fertig ist die Vigenère-Chiffre.

Sehr viele Möglichkeiten

Da die Vigenère-Chiffre aus der recht schwachen Cäsar-Chiffre besteht, stellt sich die Frage, wie sicher sie denn tatsächlich ist. Für eine einfache Cäsar-Chiffre, bestehend aus Großbuchstaben, gibt es 26 Möglichkeiten. Für zwei Cäsar-Chiffren, sprich einem Schlüsselwort mit 2 Buchstaben wie CT, sind es schon $26 \cdot 26 = 676$ mögliche Kombinationen. Ein Schlüsselwort mit zwölf Buchstaben erhöht die Anzahl bereits auf 95.428.956.661.682.176. Je länger also das Schlüsselwort, desto schwerer wird es, die Chiffre zu knacken.

Die Vigenère-Chiffre galt daher als außerordentlich sicher, so sicher sogar, dass sie den Beinamen „le chiffre indéchiffable“ erhielt – die unknackbare Chiffre. Und wie bei so vielen Dingen, die als unsinkbar, unknackbar oder unzerstörbar gelten, braucht es einen Eisberg oder nur jemanden mit genügend Einsatzwillen, um das Gegenteil zu beweisen. Auch wenn es 300 Jahre dauerte, bis das Schicksal der Chiffre besiegt wurde, lesen Sie in einer der nächsten Ausgaben. (wid@ct.de) **ct**

Modifikation

Der Code verarbeitet zwar jede Art von Klartext, spuckt aber den Geheimtext immer in Großbuchstaben aus. Mit ein paar Handgriffen können Sie dem Programm aber auch Satzzeichen und Kleinbuchstaben beibringen. Das komplette Programm finden Sie im GitHub-Repository unter ct.de/yvkq.

Die Variable alphabet im Konstruktor legt fest, welche Buchstaben legal sind. Regulär ist das ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ. Alle anderen Zeichen sortiert der reguläre Ausdruck direkt am Anfang der Methode process() aus (zur Erinnerung: text = re.sub(f"^[{self.abc}]", "", text.upper())).

Um also weitere Zeichen zu erlauben, müssen Sie alphabet erweitern. Zum Beispiel mit Kleinbuchstaben, Ziffern und ein paar Sonderzeichen wie dem Leerzeichen:

```
alphabet="ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghijklmnopqrstuvwxyz0123456789, . ' "
```

Zusätzlich müssen Sie noch .upper() im regulären Ausdruck entfernen:

```
text = re.sub(f"^[{self.abc}]", "", text)
```

Mehr Änderungen sind nicht nötig, um ein auf Sie angepasstes Alphabet zu verwenden. Viel Spaß beim Kodieren!

```
urberion@iMac-von-Wilhelm Python % python3 vigenere.py e "Die c't ist
dieses Jahr 40 geworden." CTMAGAZIN
Encoded: F1q i'EGvu KdoeDm5Acmhx P8Lix8oxd3vK
urberion@iMac-von-Wilhelm Python % python3 vigenere.py d "F1q i'EGvu
KdoeDm5Acmhx P8Lix8oxd3vK" CTMAGAZIN
Decoded: Die c't ist dieses Jahr 40 geworden.
urberion@iMac-von-Wilhelm Python %
```

Mit ein paar kleinen Anpassungen können Sie Sätze mit etwaigen anderen Zeichen kodieren und dekodieren.

Literatur

- [1] Wilhelm Drehling, Anagrammisiert, Doppelwürfel-Verschlüsselung in Python, c't 22/2023, S. 128
- [2] Ronald Eikenberg, Jan Mahn, Draufgebeamte, So richten Sie Python schnell und einfach ein, c't 5/2022, S. 20
- [3] Simon Singh, Geheime Botschaften: Die Kunst der Verschlüsselung von der Antike bis in die Zeiten des Internet, Hanser, München 2000, ISBN 978-3446198739

Python-Programm im GitHub-Repository: ct.de/yvkq

Make:

JETZT IM ABO GÜNSTIGER LESEN



GRATIS!



2x Make testen mit über 30 % Rabatt

Ihre Vorteile im Plus-Paket:

- ✓ Als **Heft** und
- ✓ **Digital** im Browser, als PDF oder in der App
- ✓ Zugriff auf **Online-Artikel-Archiv**
- ✓ **Geschenk**, z. B. Make: Tasse

Für nur 19,40 € statt 27 €

Jetzt bestellen:
make-magazin.de/miniabo



Unixoide

c't testet 1988 das PC-Betriebssystem Minix



Das eigentlich als Lehrbetriebssystem gedachte Unix-ähnliche Minix galt in den ersten Jahren des IBM-PCs als multitasking-fähige Alternative zu DOS, da es preisgünstig war und wenig Ressourcen beanspruchte. Linus Torvalds animierte es zur Entwicklung des Linux-Kernels.

Von Rudolf Opitz

Als IBM Anfang der 1980er-Jahre das Zeitalter des Personal Computers auf Basis von Intels 16-Bit-Prozessoren einläutete, kam sehr schnell der Wunsch nach einem Unix für die vergleichsweise günstigen Rechner auf. Doch hatte AT&T mit dem Erscheinen von Unix V7 unlängst die freie Vergabe der Quellen beendet, Lizenzen mussten teuer erworben werden. IBM ließ sich von der Interactive Systems Corporation PC/IX entwickeln, Microsoft erwarb ebenfalls Lizenzen ohne den Namen Unix und nannte daher ihr PC-System Xenix.

Doch waren die PC-Unixes teuer und benötigten mindestens eine Festplatte, die zu der Zeit für viele Anwender unerschwinglich waren. Richard Stallman hatte 1983 das GNU-Projekt (Gnu is Not Unix) mit dem Ziel begonnen, ein freies unixoides Betriebssystem ohne die AT&T-Quellen zu entwickeln, doch kam es nur langsam voran und es fehlte der Betriebssystemkern. Als 1987 Minix erschien, erregte es Aufsehen. Minix, ein unixähnliches Multitaskingsystem, das mit 256 kByte Arbeitsspeicher sowie zwei Diskettenlaufwerken auskam und nur 80 US-Dollar kostete, machte auch unseren Autor Hans-Joachim Ermen neugierig. Sein Test erschien in der c't 6/1988, wo er die Motivation des Minix-Schöpfers erklärte:

„Der Informatiker und Betriebssystem-Spezialist Andrew S. Tanenbaum hat MINIX geschrieben, um dem interessierten Anwender neben der trockenen Theorie und der Arbeit mit fertig konfektionierter Software auch einen tieferen Einblick in die Materie 'Betriebssysteme' zu ermöglichen.“

Der US-Amerikaner Tanenbaum promovierte 1971 in Berkeley und zog dann mit seiner niederländischen Frau nach Amsterdam, wo er an der Freien Universität lehrte. Minix erstellte er als kostengünstige Shareware für seine Studenten. Minix ist auf Ebene der Systemaufrufe kompatibel zu Unix V7 und sehr gut dokumentiert. Gegenüber den 1988 populären Plattformen hatte es aber einen Nachteil: „Doch oh weh: weit und breit keine Spur von Windows, Pull-Down-Menüs oder Mäusen.“

Dafür gab es eine der Bourne-Shell nachempfundene Minix-Shell, einen Editor, einen C-Compiler mit Assembler und

verschiedene Dienstprogramme. Da Minix direkt auf die Hardware zugreift, war eine hohe IBM-Kompatibilität gefordert. Ermen konnte in seinem Minix-Test aber beruhigen:

„Ich habe es auf einem Commodore PC-10 II mit NEC V20 und einer Lapine Filecard ohne Probleme zum Laufen gebracht.“

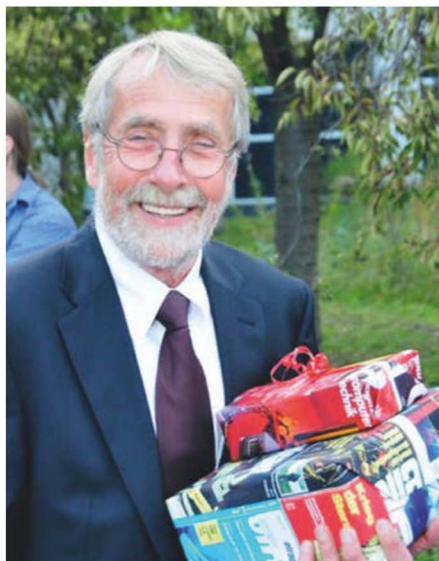
Anders als das AT&T-Unix besitzt Minix einen mehrlagigen Micro-Kernel – nicht schnell, aber zuverlässig. Bei C-Compiler und Assembler orientierte sich Tanenbaum aber an Unix-Vorbildern:

„Den letzten Pass des C-Compilers bildet ein Assembler, der Programmcode verarbeitet, wie ihn auch der PC-IX-Assembler erwartet; MINIX wurde zum Teil auf einem PC-IX-System entwickelt.“

So wie Tanenbaum ein PC/IX-System als Entwicklungsplattform genutzt hatte, experimentierte ein finnischer Student namens Linus Torvalds mit Minix, um die erweiterten Funktionen seines neuen 386er-Prozessors auszuprobieren. Daraus entstand der Linux-Kernel, die Basis des heute verbreitetsten unixoiden Betriebssystems. Minix spielte dagegen in späteren Jahren keine große Rolle, bis russische Sicherheitsexperten die Intel Management Engine in PC-Chipsätzen x86-basierter Mobilprozessoren analysierten und auf Minix als ME-Betriebssystem stießen.

Auch für die c't hatte Minix unerwartete Auswirkungen. Der damals für den Test verantwortliche Kollege und heutige stellvertretende Chefredakteur Axel Kosel interessierte sich weiter für Minix und traf sich auf einer Messe mit einem Vertreter des Verlags Prentice-Hall, der den Vertrieb von Minix übernommen hatte. Der Vertreter hieß Steven P. Steinkraus und war von 1991 bis 2011 Geschäftsführer des Heise Zeitschriften Verlags.

(rop@ct.de) ct



Steven P. Steinkraus: erst Minix-Fachmann bei Prentice-Hall, dann 20 Jahre Geschäftsführer beim Heise Zeitschriften Verlag.

Artikel „Multitasking für jedermann“ zum Nachlesen: [ct.de/ymw3](https://www.heise.de/ct/de/ymw3)



Multitasking für jedermann

MINIX – Ein 'Lehrstück' für Betriebssystembauer

Hans-Joachim Ermen

In Zeiten, wo alle Welt von OS/2 redet, wo XENIX und seine Abkömmlinge zum Einsatz kommen, wo der multitasking-fähige Amiga in jedem größeren Supermarkt zu kaufen ist und wo sich der Atari ST dank RTOS und OS-9 der quasiparallelen Informationsverarbeitung annimmt, da muß es schon eine besondere Bewandnis mit einem auf den ersten Blick 'old-fashioned' anmutenden PC-Betriebssystem wie MINIX haben, die einen Test rechtfertigt. Doch oh weh: weit und breit keine Spur von Windows, Pull-Down-Menüs oder Mäusen.

Trotzdem stellt MINIX eine gelungene Lösung für den Kreis jener Computer-Interessierten dar, die neben der Benutzung einer eleganten Oberfläche auch einmal kräftig an selbiger kratzen wollen. Der Informatiker und Betriebssystem-Spezialist Andrew S. Tanenbaum hat MINIX geschrieben, um dem interessierten Anwender neben der trockenen Theorie und der Arbeit mit fertig konfektionierter Software auch einen tieferen Einblick in die Materie 'Betriebssysteme' zu ermöglichen.

Hier ein kurzer Steckbrief der wesentlichen Eigenschaften des MINIX-Softwarepakets, das seit Ende 1987 von Prentice-Hall in den USA vertrieben wird:

- MINIX ist auf Systemcall-Ebene kompatibel zu UNIX, Version 7.
- Zu dem Betriebssystem gehört eine komplette Programmierumgebung mit Shell, Full-Screen-Editor, Assembler, C-Compiler und diversen Dienstprogrammen.

– Außer zum C-Compiler wird zu allen Programmen – auch zum Betriebssystem selbst – der Source-Code in kompilierbarer Form mitgeliefert.

– Im Gegensatz zu UNIX ist MINIX streng modular aufgebaut. Dadurch kann man das System leicht analysieren und modifizieren; das Verständnis der einzelnen Funktionen wird erleichtert.

– Ein gesondert erhältliches Buch [1] enthält neben einer Einführung in die Aspekte moderner Betriebssystem-Programmierung auch den 12 649 Zeilen umfassenden Source-Code von MINIX, versehen mit über 3000 Kommentarzeilen.

Die Systemsoftware ist in folgenden Versionen bei Prentice-Hall zu beziehen:

- für PC mit 256 KByte und zwei Laufwerken: ISBN 0-13-583881-9,
- für PC mit 640 KByte und zwei Laufwerken: ISBN 0-13-583873-8,
- für AT mit 512 KByte und 1,2-MByte-Laufwerk:

ISBN 0-13-583865-7 und – auf Standard-VAX-tape (1600 bpi) im UNIX-'tar'-Format inklusive PC-Simulator: ISBN 0-13-583899-1.

Der Preis beträgt jeweils 80 US-Dollar zuzüglich der Versandkosten von etwa sechs US-Dollar. Ich hatte 80 US-Dollar direkt an Prentice-Hall geschickt und mußte daraufhin dreieinhalb Wochen warten, bis die 640-KByte-Version bei mir eintraf. Das Buch [1] ist hierzulande in gut sortierten Fachbuchhandlungen für etwa 50 DM erhältlich. Die Firma Transmediair Utrecht BV vertreibt für rund 160 US-Dollar den Source-Code des C-Compilers.

Bei MINIX handelt es sich laut Prentice-Hall um ein Shareware-Produkt, so daß im nicht-kommerziellen Rahmen Kopien weitergegeben werden dürfen. Gerade im Rahmen von Hochschulkursen über Betriebssysteme bietet sich dadurch den Studenten eine kostengünstige Möglichkeit, am eigenen PC Fallstudien zu betreiben.

c't 1988, Heft 6



Sie fragen – wir antworten!

USB-C-Adapter für USB-A-Buchse

? Kann man Geräte mit USB-C-Stecker (beziehungsweise USB-C-Kabel) per Adapter an USB-A-Buchsen betreiben?

! Viele schon, manche mit Einschränkungen und einige gar nicht. Passende Adapter mit USB-A-Stecker und USB-C-Buchse gibt es jedenfalls für wenige Euros. Doch manche sind nur für Ladekabel gedacht und verbinden die Kontakte für die USB-Datensignale nicht; folglich lassen sich auch keine Daten übertragen. Einige Adapter ermöglichen zwar Datentransfers, aber nur per USB 2.0 Highspeed mit 480 Mbit/s.

Adapter, die wirklich sämtliche USB-A-Kontakte mit den korrespondierenden USB-C-Pins verbinden, leiten maximal USB 3.2 Gen 2 mit 10 Gbit/s durch (einst USB 3.1 genannt), also auch USB 3.2 Gen 1 alias USB 3.0 mit 5 Gbit/s. Noch schnellere Datentransfers per USB 3.2 Gen 2x2, USB4 und Thunderbolt erfordern USB-C-Stecker auf beiden Seiten, weil sie schlichtweg mehr Kontakte als USB-A haben. Reine Thunderbolt-Geräte funktionieren trotz USB-C-Stecker ohnehin nicht an reinen USB-Hosts. Auch USB-C-Docks mit Displayausgängen wie HDMI oder DP funktionieren an USB-A-Hosts nicht wie erwartet.

Bei Adaptern mangelhafter Qualität klappt die Verbindung möglicherweise nur in einer Orientierung des USB-C-Steckers. Und der Adapter bildet eine zusätzliche Störungsstelle, die je nach Kombination aus Host, USB-Gerät und Kabeln zu Verbindungsabbrüchen führen kann. Schließlich sind Probleme wegen zu schwacher Stromversorgung möglich: USB-3.0-Buchsen müssen lediglich 4,5 Watt Versorgungsleistung liefern (0,9 A bei 5 V), per USB-C sind auch ohne Power Delivery (USB-PD) bis zu 15 Watt möglich.

(ciw@ct.de)

Fritzbox sperrt Geräte vom Internet aus

? In meinem Mesh-WLAN mit einer Fritzbox und mehreren Repeatern verbinden sich bestimmte Geräte zwar mit dem WLAN, nicht aber mit dem Internet. Über das Gast-WLAN funktioniert es hingegen. Mein NAS und mein Computer haben jedoch keine Probleme mit der Verbindung. Was ist da los?

! Möglicherweise ist ein unerwünschter Firewall-Filter die Ursache. Öffnen Sie die Fritzbox-Oberfläche im Browser und wählen Sie „Internet/Filter“. Suchen Sie die betreffenden Geräte im Bereich „Kindersicherung“ und prüfen Sie die Einträge in den drei Spalten „Gerätesperre“, „Online-Zeit heute“ und „Internet-Nutzung“.

Bei Geräten, die freien Zugang zum Internet haben, lauten die Einträge „Sperren“, „Unbegrenzt“ und „Unbeschränkt“. Ist das nicht der Fall, stellen Sie den Ausgangszustand wieder her, indem Sie ganz rechts in der Spalte „Zugangsprofile“ auf „Standard“ umstellen. (dz@ct.de)

Trotec BX09: neue Schaltung, gleiche Genauigkeit

? Danke für den informativen Artikel über Energiekostenmessgeräte (Stromwaagen, c't 17/2022, S. 98). Meine Frage

Fragen richten Sie bitte an

 hotline@ct.de

 [c't Magazin](#)

 [@ctmagazin](#)

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter www.ct.de/hotline.



Minimal größer, hellgrau statt altweiß und mit neuem Namen: Das Energiekostenmessgerät Trotec BX09 EU hat zwar ein anderes Innenleben als der 2022 getestete Vorgänger BX09, maß aber kleine Leistungen im Kurztest ebenso präzise.

dazu: Das Trotec BX09 hat im sehr niedrigen Leistungsbereich hervorragend abgeschnitten. Das Modell scheint aber ausverkauft. Es stellt sich die Frage, ob der Messchip des Nachfolgers immer noch derselbe ist, weil dieser entscheidend für dieses Leistungsmerkmal sein dürfte. Haben Sie Informationen dazu?

! Das 2023er-Modell unterscheidet sich vom 2022er. Es trägt nun die Typennummer „BX09 EU“ statt „BX09“, ist etwas größer, hellgrau statt altweiß und hat etwas größere Anzeigeziffern bei vier statt fünf Stellen. Das Innere unterscheidet sich ebenfalls: Auf dem Messwandlerboard sitzt beim alten BX09 ein Leistungs-Frequenz-Umsetzer BL0930E, beim neuen ein BL0937, beide vom selben Hersteller (Shanghai Belling). Beim aktuellen Modell ist der Mikrocontroller nicht mehr vergossen (LNChip LCM8F16S24D).

Die Veränderungen tun der Messgenauigkeit aber keinen Abbruch: Beide Jahrgänge zeigten im Schnelltest mit der kritischen kleinen nichtlinearen Last (LED-Lampe) wie unser Laborgerät LMG95 2,3 Watt an. Offenbar hat der Importeur Trotec auch bei der neuen Serie nicht an der


```
Administrator: C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Version 10.0.22621.2428]
(c) Microsoft Corporation. Alle Rechte vorbehalten.

C:\Users\ea>sc config stornvme start=boot
[SC] ChangeServiceConfig ERFOLG

C:\Users\ea>
```

Wenn Windows 10 nach einer Imagekopie von einer SATA- auf eine NVMe-SSD nicht mehr startet, hilft eventuell ein Befehl in der Eingabeaufforderung im abgesicherten Modus.

Adaptiver Gehörschutz für laute Konzerte

? Apple bewirbt die neue adaptive Geräuschunterdrückung von iOS 17 mit den AirPods Pro 2 als Schutz vor lauten Sirenen oder ähnlichem Lärm auf der Straße. Kann ich die AirPods Pro 2 nicht auch als Gehörschutz für laute Rockkonzerte verwenden?

! Wir haben das bei einem Konzert ausprobiert. Die Band erreichte zuweilen bis über 100 Dezibel, das war uns zu laut. Manche Stücke waren aber auch leiser und blieben deutlich unter 90 Dezibel. Passive Ohrstöpsel erwiesen sich als unpraktisch: Zum einen schwächten sie die hohen Frequenzen zu sehr ab, sodass der Klang dumpf wurde. Zum anderen konnten wir die leiseren Stücke kaum hören.

Die AirPods Pro 2 hingegen passten die Geräuschunterdrückung im adaptiven Modus von iOS 17 so an, dass die Musik stets auf gefühlter Zimmerlautstärke blieb; ihr Pegel lässt sich nicht verändern. Außerdem glich die aktive Dämpfung den Frequenzgang aus, sodass die Musik nicht so dumpf klang wie mit passiven Stöpseln.

Solange die Band Songs mit konstanter Lautstärke spielte, funktionierte der adaptive Gehörschutz sehr gut und war deutlich besser als der herkömmliche Noise-Cancelling-Modus. Probleme gab es erst, wenn sich in einem Lied laute und leise Passagen schneller abwechselten. Denn die adaptive Automatik passt die Lautstärke etwa im Sekundentakt an, was zu einem „Pumpen“ führt, wie es Musiker von schlecht eingestellten Kompressoren kennen. Für einen optimalen adaptiven Gehörschutz müsste Apple die Reaktionszeit der Dämpfung verlängern oder einen Modus einbauen, in dem die Stärke der aktiven Dämpfung manuell eingestellt werden kann.

(hag@ct.de)

Werkskalibrierung gespart hat. Allerdings ist das Gerät jetzt etwas teurer (ab 15 Euro: ct.de/yqp3). (ea@ct.de)

Windows 10/11 auf NVMe-SSD gängig machen

? Ich habe in meinem älteren Notebook die ab Werk bestückte M.2-SATA-SSD durch eine flinkere und größere M.2-NVMe-SSD ersetzt. Den Inhalt der älteren SSD habe ich mit einem USB-Stick-Linux per simpler dd-Imagekopie auf die neue gezogen. Von der startete das parallel zu Windows 10 auf der SSD installierte Linux problemlos. Windows 10 jedoch bleibt mit einem Blue Screen hängen: „Inaccessible Boot Device“. Anschließend läuft die automatische Reparatur an, mündet aber immer wieder im Blue Screen. Wo hakt es?

! Bei uns hat geholfen, Windows zu sagen, dass es jetzt von einem NVMe-Datenträger booten muss. Lassen Sie die automatische Reparatur durchlaufen, bis sie den Button „Erweiterte Optionen“ anbietet. Klicken Sie darauf und handeln Sie sich über „Problembehandlung“ und nochmal „Erweiterte Optionen“ zu den „Starteinstellungen“ durch. Dort starten Sie das System neu und wählen im jetzt erscheinenden Bootmenü „Abgesicherten Modus aktivieren“. Loggen Sie sich ein und starten Sie mit Windows-Taste+R und cmd eine Kommandozeile mit Administratorrechten. Dort stellen Sie mit `sc config stornvme start=boot` den Bootmechanismus um und starten den Rechner neu. (ea@ct.de)

Excel: Diagramm als transparentes Bitmap

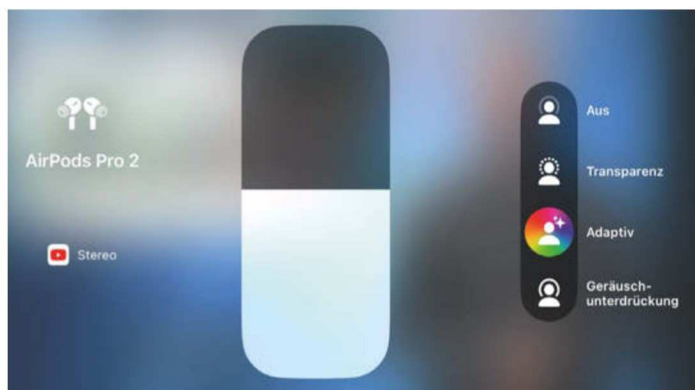
? Ich benötige ein Diagramm aus Excel als Grafik mit transparentem Hintergrund, um es in PowerPoint einzufügen. Obwohl ich es im PNG-Format speichere, hat es einen weißen Hintergrund. Muss

ich das Diagramm und die Beschriftungen in einer Bildbearbeitung freistellen?

! Nein, das geht einfacher. Es reicht nur nicht aus, das Diagramm im PNG-Format zu speichern, obwohl dieses Format grundsätzlich Transparenz unterstützt. Der Kniff ist, den weißen Hintergrund des Diagramms schon in Excel transparent zu machen.

Klicken Sie dazu das Diagramm mit der rechten Maustaste an. Über dem eigentlichen Menü gibt es eine kleine zusätzliche Leiste mit zwei Symbolen und einem Listenfeld. Letzteres stellen Sie auf „Diagrammbereich“. Unter „Füllung“ wählen Sie „Keine Füllung“, „Kontur“ stellen Sie auf „Keine Kontur“. Ob das geklappt hat, sehen Sie daran, dass das Excel-Tabellenraster nun durch den Diagrammhintergrund scheint.

Danach exportieren Sie das Diagramm als Bild. Klicken Sie mit der rechten Maustaste in den schmalen Bereich zwischen den beiden äußeren Rahmen (der innere ist für die Zeichenfläche, der äußere für das Gesamtdiagramm), wählen aus dem Kontextmenü „Als Grafik speichern...“ und stellen im folgenden Dateidialog das Format auf PNG ein. Das erzeugte Bitmap-Bild besitzt nun einen transparenten Hintergrund – zumindest, wenn es in ein Programm eingefügt wird, das Transparenz unterstützt. Bei PowerPoint ist das der Fall. (swi@ct.de)



Die adaptive Geräuschunterdrückung von iOS 17 macht die AirPods Pro 2 zu einem sich automatisch anpassenden Gehörschutz, wenn die Musik draußen zu laut wird.



E-Perso

Der E-Perso ist die sicherste Methode, online seine Identität nachzuweisen. Beim Auslesen des Ausweises mit dem Smartphone gibt es aber häufig Probleme. Wir beantworten die häufigsten Fragen zur staatlichen digitalen Identität.

Von Christian Wölbart

Was soll das Ganze?

? Warum sollte ich mich überhaupt mit dem E-Perso beschäftigen? Was kann ich damit anfangen?

! Mit dem E-Perso weisen Sie sich online aus. Sie können sich so zum Beispiel im Steuerportal Elster einloggen und diverse Anträge bei Behörden stellen. Auch einige Unternehmen akzeptieren den digitalen Ausweis, zum Beispiel die Provider Vodafone und Congstar fürs Freischalten von SIM-Karten sowie die Banken Comdirect und ING bei der Kontoeröffnung. Wenn Sie sich proben mal online ausweisen wollen, können Sie zum Beispiel bei der Rentenversicherung nach dem Stand Ihrer Rente schauen.

Man kommt aber auch ohne E-Perso zurecht, denn es gibt Alternativen: Die Steuererklärung kann man auch mit dem weniger sicheren Elster-Zertifikat erledigen, Banken und Provider bieten das ebenfalls weniger sichere Video-Ident an. Außerdem kann man amtliche Anträge in der Regel auch altmodisch per Post oder persönlich stellen.

To-do-Liste

? Ok, ich probiere es mal aus. Was brauche ich dafür?

! Das Wichtigste ist ein Personalausweis mit aktivierter Onlineausweisfunktion. Bei allen seit Juli 2017 ausgegebenen Ausweisen ist die Funktion standardmäßig aktiviert. Außerdem brauchen Sie die zugehörige, fünfstellige Transport-PIN oder die von Ihnen vergebene sechsstellige PIN.

Falls die Funktion bei Ihnen nicht aktiviert ist oder Sie die PIN vergessen haben, ist das kein großes Problem: Unter pin-ruecksetzbrief-bestellen.de können Sie bei der Bundesdruckerei einen Brief mit einem Aktivierungscode und einer neuen PIN anfordern. Aus Sicherheits-

gründen müssen Sie den Brief persönlich entgegennehmen und dem Postboten Ihren Ausweis zeigen. Alternativ hilft das Bürgeramt weiter.

Dann brauchen Sie noch einen Kartenleser, mit dem Sie den Chip im Ausweis auslesen. Fast jedes Smartphone mit NFC kann als Kartenleser dienen, alternativ gibt es NFC-Lesegeräte mit USB-Anschluss für den PC ab circa 30 Euro (Kompatibilitätsliste siehe ct.de/yrqg).

Das letzte Puzzleteil ist die Ausweis-App2. Diese Anwendung stellt Governikus für Windows, macOS, Android und iOS bereit. Für Linux gibt es diverse „Community-Editions“ (siehe ct.de/yrqg).

Sparvariante

? Ich will mir nicht extra einen Kartenleser kaufen. Wie nutze ich mein Smartphone dafür?

! Normalerweise will man komplizierte Behördenformulare am PC ausfüllen. Um in diesem Fall ihr Handy als Lesegerät einzusetzen, müssen Sie beide Geräte mit demselben (W)LAN verbinden und auf beiden die AusweisApp2 installieren. Dann koppeln Sie die beiden Geräte gemäß den Anweisungen der Ausweis-App2 (am PC unter „Einstellungen/Smartphone als Kartenleser“).

Zum Auslesen der Daten halten Sie den Ausweis an die Smartphonerückseite, wenn die App Sie dazu auffordert. Wo genau Sie den Ausweis anlegen müssen, hängt vom Modell ab – bei iPhones zum Beispiel steckt die NFC-Antenne am oberen Ende der Rückseite. Für einige weitere Modelle gibt es Tipps unter ausweisapp.bund.de.

Unsichtbares iPhone

? Ich will mein iPhone als Kartenleser nutzen. Die AusweisApp2 auf meinem PC findet das Smartphone aber nicht, ob-



Bevor ein iPhone als E-Perso-Lesegerät für einen PC dienen kann, muss man der AusweisApp2 den Zugriff aufs lokale Netzwerk gestatten.

wohl sich beide Geräte im selben WLAN befinden. Was ist da los?

! Unter iOS müssen Sie der Ausweis-App2 den Zugriff auf das lokale Netzwerk erlauben. Darauf weist die App auch hin, aber der Hinweis ist ziemlich klein. Darunter findet sich auch ein Link zu den entsprechenden Einstellungen. Sobald Sie den Schalter bei „Lokales Netzwerk“ nach rechts geschubst haben, sollte der PC das Smartphone finden.

Funkfrust

? Das Auslesen funktioniert bei mir nicht, egal, wie ich den Ausweis ans Handy halte. Woran liegt das?

! Das kann viele Gründe haben. Am häufigsten ist das Problem, dass die Sendeleistung des NFC-Chips im Smartphone nicht ausreicht, um den Perso auszulesen. Dieser Vorgang ist nämlich ziemlich komplex: Der Ausweis muss von der NFC-Antenne des Smartphones drahtlos mit Energie versorgt werden und es flie-

ßen relativ große Datenmengen in beide Richtungen – anders als zum Beispiel beim Bezahlen mit Google Pay oder Apple Pay, wobei das Bezahlterminal nur eine kleine Datenmenge aus dem Handy ausliest.

Zur Abhilfe empfiehlt der Ausweis-App-Entwickler Governikus, das Handy aus der Schutzhülle zu nehmen, eventuelle Energiesparmodi auszuschalten und den Ausweis möglichst nah an der NFC-Antenne des Handys zu platzieren. Um diese zu finden, soll man in kleinen Schritten verschiedene Positionen ausprobieren und jeweils ein paar Sekunden warten.

Ein anderes Problem kann auftauchen, wenn man die PIN mehrfach falsch eingibt: Der Ausweis-Chip schaltet dann zur Abwehr von Brute-Force-Attacken in einen langsamen Betriebsmodus, der das Auslesen mit dem Handy zusätzlich erschwert. Nach Angaben des Bundesinnenministeriums schaltet der Chip wieder in den normalen Modus, wenn man den Anmeldevorgang samt PIN-Eingabe einmal erfolgreich durchlaufen hat. Falls das am Handy nicht klappt, soll man einen PC samt USB-Kartenleser verwenden. Das funktioniert besser, „weil der Kartenleser eine stabile Spannungsversorgung hat und etwaige Energiemanagementprozesse an der NFC-Schnittstelle im Smartphone keinen Einfluss nehmen können“, erklärte ein Ministeriumssprecher auf Anfrage von c't.

Früher gab es einige Smartphones, die zwar grundsätzlich NFC unterstützten, jedoch nicht die für den E-Perso nötige Extended-Length-Kommunikation. Solche Modelle sind mittlerweile aber vermutlich kaum noch im Einsatz.

Chip kaputt?

? Kann es auch sein, dass der Chip im Ausweis kaputt ist?

! Ja. Das Bundesinnenministerium schreibt in einer FAQ, dass „mechanische Belastung wie das Sitzen auf der Geldbörse mit Personalausweis und ggfls. Kleingeld“ den Chip beschädigen kann. In einem solchen Fall muss man einen neuen Ausweis beantragen und den vollen Preis zahlen, also 37 Euro. War der Chip schon ab Werk kaputt, ersetzt die Bundesdruckerei den Ausweis kostenlos. Wirkt der Ausweis äußerlich unbeschädigt, hat man also eine Chance auf Gratis-Ersatz.

Was steht drin?

? Welche Daten sind eigentlich im E-Perso gespeichert?

! Beim Online-Ausweisen kann der Ausweis Name, Geburtsdatum und -ort sowie die Anschrift übermitteln. Welche Daten fließen sollen, zeigt die AusweisApp vorher an. Erst, nachdem man zugestimmt hat, gehen die Infos an den Webdienst. Im Chip gespeichert sind auch Ihr Passfoto und Ihre Fingerabdrücke. Diese Daten werden aber nur bei Polizeikontrollen vor Ort ausgelesen; im Rahmen der Onlineausweisfunktion ist das nicht möglich.

Phishing?

? Können Unbefugte meine Ausweisdaten über das Internet abphishen?

! Dieses Risiko ist sehr gering. Webdienste, die den E-Perso auslesen wollen, brauchen dafür erstens einen speziellen eID-Server (beziehungsweise eID-Dienstleister) und zweitens ein Berechtigungszertifikat. Das Zertifikat erhält nur, wer beim Bundesverwaltungsamt eine Prüfung durchlaufen hat. Der Ausweis prüft stets, ob der Anbieter ein gültiges Zertifikat hat.

Der Zweck der BundID

? In letzter Zeit ist ständig von einer „BundID“ die Rede. Ist das ein Ersatz für den E-Perso?

! Nein. Die BundID ist ein Onlinekonto der Bundesregierung, bei dem man sich unter anderem mit dem E-Perso registrieren und einloggen kann. Nach dem Willen der Bundesregierung sollen sich Bürger künftig mit ihrem E-Perso bei der BundID anmelden und dann zur jeweiligen Behörde weitergeleitet werden, bei der sie einen Antrag stellen wollen, statt sich wie bisher direkt auf der Behördenseite mit dem Perso einzuloggen. Ein Vorteil der BundID ist, dass sie auch ein Postfach für Mitteilungen von Behörden enthält. Datenschützern gefällt die BundID weniger, weil der Bund mit ihrer Hilfe theoretisch an zentraler Stelle nachverfolgen könnte, wer wann welche Behörden-dienste nutzt.

Vor-Ort-Auslesen

? Meine Sparkasse will meinen Ausweis in der Filiale auslesen. Was hat es damit auf sich?

! Der E-Perso unterstützt auch das sogenannte Vor-Ort-Auslesen. Dieses Verfahren nutzen zum Beispiel Sparkassen im Rahmen der Kontoeröffnung in einer Filiale. Als Nutzer muss man dafür seine PIN nicht kennen, stattdessen muss die Zugangsnummer (CAN) eingegeben werden. Diese steht auf der Vorderseite des Ausweises neben dem letzten Tag der Gültigkeitsdauer. Die Anbieter brauchen wie beim Onlineausweisen einen eID-Server und ein Berechtigungszertifikat.

Digitale Unterschriften

? Kann man mit dem E-Perso auch digital signieren, etwa PDF-Dokumente?

! Nur theoretisch. In der Praxis stellt aktuell niemand die dafür nötigen Signaturzertifikate aus. Die Bundesdruckerei hat den Verkauf der Zertifikate nach eigenen Angaben unter anderem wegen mangelnder Nachfrage eingestellt. Das staatliche Unternehmen betreibt inzwischen den Webdienst sign-me, bei dem man sich mit dem E-Perso anmelden und dann online Dokumente signieren kann.

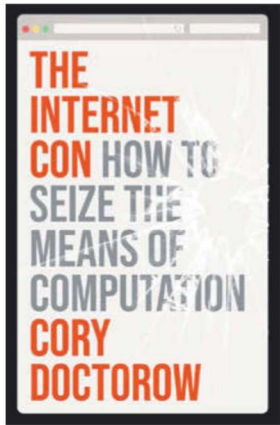
Ausweis im Handy

? Sollte man nicht die Ausweisdaten im Handy speichern können, sodass man den Perso zum Online-ausweisen gar nicht mehr braucht?

! Diesen Plan verfolgt die Bundesregierung noch immer, sie hat den Starttermin der sogenannten Smart-eID aber immer wieder verschoben. Hauptgrund dafür ist, dass bislang nur Samsung die Sicherheitschips seiner Smartphones (Secure Element) freigegeben hat. Inzwischen plant die Bundesregierung die „Fertigstellung“ der Smart-eID fürs vierte Quartal 2023, was wohl bedeutet, dass sie auch später starten kann. Anfangs sollen Samsungs Galaxy S20 bis S23 sowie das A54 kompatibel sein, eventuell auch das A53.

(cwo@ct.de)

Personalausweisportal: ct.de/yrgq



Cory Doctorow

The Internet Con

How to Seize the Means of Computation

Verso, London 2023

ISBN 978-1804291245

184 Seiten, 16 €

(Epub-/Kindle-E-Book: 10 €)

Usurpiertes Internet

Unternehmensfreundliche Gesetze, insbesondere in den USA, begünstigen die fortschreitende Monopolisierung im Internet. Eine Handvoll großer Medien- und Dienstanbieter kann Nutzer heute fast unbeschränkt an sich binden. Doctorow analysiert die Entwicklung.

Cory Doctorow, Autor etlicher Science-Fiction-Romane, zugleich auch Journalist und Blogger mit Kultstatus, kämpft seit vielen Jahren für Rechte von Netznutzern und für bürgerfreundlichere Copyright-Regelungen. Dabei hat er vornehmlich die großen Internet-Player wie Google, Amazon, Apple und Meta (Facebook) im Visier.

Er kritisiert vor allem die mangelnde Interoperabilität von Diensten. Sie ermöglicht es Plattformen, Kunden an sich zu ketten. Viele Nutzer verlassen etwa Facebook oder WhatsApp nicht, weil ihre Kontakte ihnen beim digitalen Umzug nicht folgen würden. Umgekehrt entsteht erst gar keine Konkurrenz für die Monopolisten, weil Start-ups wissen, dass sie keine Chance haben. In der Vergangenheit schuf Reverse Engineering oft selbst dann Lösungen zur Übertragung von Medieninhalten, wenn Unternehmen ihre Schnittstellen und Dateiformate nicht offengelegt hatten. Findige Datenbastler gibt es immer noch, aber Reverse Engineering ist fast flächendeckend verboten.

Doctorow veranschaulicht die Entwicklung mit Anekdoten, von denen einige weit zurück führen. So gab es im frühen 20. Jahrhundert einen Hersteller, der das Abspielen seiner Schallplatten nur auf den hauseigenen Plattenspielern erlauben wollte. Das ist ein analoges Pendant zu heutigen App-Stores. Die Digitalisierung macht aber viel restriktivere Geschäftspraktiken möglich als frühere Medientechnik.

Der Autor begrüßt verbraucherfreundliche Gesetzesinitiativen, wo immer er sie findet. Er weiß aber, dass Regulierungsprozesse langwierig sind, und plädiert daher für unkonventionelle Maßnahmen. So könnten Regierungen mit ihrem eigenen Beschaffungsverhalten etwa bei IT-Equipment Hersteller zum Umdenken bewegen, wenn öffentliche Stellen keine Drucker mit restriktiven Konzepten für Verbrauchsmaterialien mehr anschaffen dürften.

Patentrezepte zum Aufbrechen der Monopolisierung kann Doctorow nicht anbieten, aber er hat einige Vorschläge zur Diskussionsanregung. Sein in verständlichem Umgangsenglisch gehaltenes Buch bringt vieles, was netzweit im Argen liegt, auf den Punkt. Da der Autor ein Freund klarer Worte ist, geschieht das auf durchaus eingängige, sogar unterhaltsame Weise.

(Maik Schmidt/psz@ct.de)

Maschinen sehen anders

KI-gestützte Bildauswertungssysteme leisten punktuell viel mehr, als es selbst geschulte menschliche Betrachter könnten. Jill Walker Rettberg lenkt den Leserblick darauf, dass sich die Eigenarten maschineller Augen mitunter folgenswer auf menschliches Leben und Zusammenleben auswirken.

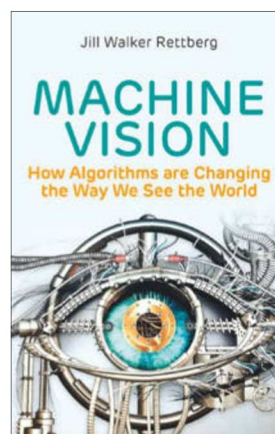
Smarte Kameras erkennen, ob ein Fotomodell lächelt, und beglücken ihre Nutzer mit optimierten Bildern. In der Industrie beschleunigen Machine-Vision-Systeme Qualitätskontrollen. Digital unterstützte Astronomie erschließt ferne Galaxien, bildgebende Verfahren in der Medizin zeigen verborgene Bedrohungen im Körper; computergestützte Mikroskopie lässt die Wunder des Mikrokosmos offenbar werden.

Jill Walker Rettberg, Co-Direktorin des Zentrums für Digitales Narrativ und Professorin für Digitale Kultur an der Universität Bergen, interessiert sich für die komplexe Interaktion zwischen sehender Technik und dem menschlichen Anwender. Sie ist überzeugt, dass es uns Menschen überlassen ist, was wir mit der Datenfülle machen, die uns die algorithmengesteuerten Argusaugen liefern. Ihr Buch hat nicht den Zweck, technisches Know-how zu vermitteln. Wer sich beim Lesen zu sehr über Zweifelhaftheiten in Details und Argumentation ärgert, läuft Gefahr, sich die wertvollen Gedankenanstöße entgehen zu lassen, die Rettberg gibt. So geht es ihr nicht darum, Vorgänge und Vorrichtungen technisch präzise und nüchtern zu beschreiben, aber sie erzählt ausgesprochen packend beispielsweise die Geschichte der elektronischen Kameraüberwachung und schildert Auswirkungen.

Auch zu der Frage, wie sich der Mensch verhält, wenn künstliche Intelligenz ihn optisch erfasst und vereinnahmbar macht, nutzt sie einen erzählenden Zugang. Filme und Serien wie „Squid Game“ dienen ihr als Überleitung dafür. Wo man etwa Bewegungen von Menschen automatisch erfasst und kategorisiert, lauern gesellschaftliche Risiken. Wie Menschen Fragezeichen gegen schematische Verarbeitung ihrer Bilder setzen, erzählt sie am Beispiel eines von einem Künstlerkollektiv gestarteten Projekts, das Passämter mit digital zusammengefügt Bildern von Personen gefüttert hat.

Darüber, welchen Einfluss maschinelles Sehen auf die Gesellschaft als Ganzes ausübt, lässt sich mithilfe von Rettbergs Buch, das in weitgehend verständnisfreudlichem Wissenschaftsenglisch gehalten ist, gut nachdenken und diskutieren.

(Tam Hanna/psz@ct.de)



Jill Walker Rettberg

Machine Vision

How Algorithms are Changing the Way We See the World

Polity Press, Cambridge (UK) 2023

ISBN 978-1509545223

219 Seiten, 20 - 62 €

(Epub-/Kindle-E-Book: 14 €)



Advanced Angular Day

Der Deep Dive für
Angular-Entwickler:innen

30. November 2023
Online

enterjs.de/advanced-angular.php



+++ Online-Workshops +++

Barrierefreiheit in der Webentwicklung (20.11.)

Web-Performance in Angular (1.12.)

Moderne Angular-Architekturen (4.12.)

Veranstalter



 dpunkt.verlag



BILLARD

VON ULF FILDEBRANDT

Ein kurzes Schrillen schreckte ihn aus dem Schlaf. In Bens Kabine herrschte Dunkelheit und nur das sanfte Summen der Aggregate hob sich von der allgegenwärtigen Stille ab.

Es dauerte einen Augenblick, bis Ben den Kommunikator auf der Ablage neben seiner Liege ertastete. Mit einem leisen Pling kam die Verbindung zustande.

„Ben, komm mal in die Zentrale“, forderte Sarah, die Ingenieurin.

Verwundert schlug Ben die Augen auf. Der barsche Tonfall verwunderte ihn, denn normalerweise war Sarah freundlich. „Ich bin unterwegs“, verkündete er und schwang sich hoch.

Schwindel ergriff ihn. Er schob die Schuld dafür auf die Rotation des Wohnrings. Aber besser diese Art der künstlichen Schwerkraft, als in Schwerelosigkeit durch die Gänge zu schweben und dabei immer schwächer zu werden. Die Zentrifugalkraft verhinderte zumindest den Abbau der Knochen.

Er trat auf den Gang und hielt auf die Leiter zu. Mit ein paar schnellen Bewegungen hatte er sich nach oben gezogen. Sein Gewicht wurde geringer, bis er in der hell erleuchteten Röhre schwebte. Hinter ihm lag der Maschinenbereich.

An einem Griff zog er sich weiter, bis er die Zentrale erreichte. Bei einer Reihe von Displays hing Sarah in der Luft. Ihre Finger flogen über den Touchscreen, auf dem sich immer neue Diagramme aufbauten.

„Was gibt es denn?“, fragte Ben.

Die junge Frau mit zusammengebandenen roten Haaren schaute ihn an. Ein ernster Ausdruck lag auf ihrem Gesicht. „IF-128 verhält sich anders als erwartet.“

Ben stieß sich ab und schwebte auf sie zu. Schon aus der Entfernung sah er die Flugbahnen von verschiedenen Planeten und Asteroiden. Gestrichelte Linien deuteten die prognostizierten Trajektorien an.

„Was ist IF-128?“, Die Bezeichnung sagte ihm etwas, aber die Erinnerung wehrte sich dagegen, in sein Bewusstsein zu treten.

Auf Sarahs Lippen erschien ein leichtes Lächeln, das jedoch sofort wieder verschwand. „Es ist ein winziger Asteroid aus dem Gürtel, kaum einen Kilometer groß.“

Sie tippte auf einen Punkt auf dem Bildschirm. Ein pokkennarbiges, graues Objekt erschien, umgeben von unzähligen Angaben.

„Das ist er, der heilige Gral des Bergbaus“, erklärte Sarah. „Der ganze Stolz von Weylan Enterprises.“

Das Bild und die Erwähnung des Namens brachten alle Berichte der vergangenen Monate hoch. IF-128 war von einigen Prospektoren untersucht worden und sollte un-

Im Zeitalter fortgeschrittener digitaler Sensor-, Rechen- und Simulationstechnik sollte die Prognose von Bewegungen im Raum keine Frage von Meinungen mehr sein. Die Praxis kann jedoch anders aussehen.

glaubliche Mengen von Eisen, Nickel, Palladium, Gold und allen seltenen Erden besitzen. Manchen Analysen zufolge bestand der Asteroid fast vollständig aus diesen Metallen. Weylan Enterprises hatte sich deshalb dafür entschieden, ihn aus dem Gürtel zu einem Lagrange-Punkt von Erde und Mond zu bringen, um alle Rohstoffe abzubauen. Einige Wirtschaftsexperten hatten prognostiziert, dass die Preise der Metalle in den

nächsten Jahren durch den Start des Bergbaus auf IF-128 ziemlich fallen würden. Dennoch besaß der Asteroid einen absurd hohen Wert.

„Und wieso verhält er sich anders?“ Ben näherte sich dem Display und las die Angaben. „Wenn ich das richtig lese, hat er sich auf eine fünf Jahre dauernde Reise zur Erde begeben. Die Umlaufbahn wurde minimal verändert.“

„Dann schau dir meine Prognose der Flugbahn an.“

Sarah berührte wieder einige Felder auf dem Display. Die Erde erschien im Zentrum. Eine neue Bahn wurde eingezeichnet, die sich zu einem Trichter auffächerte. Die Erde befand sich ziemlich weit in den äußeren Bereichen des Trichters.

„Was sehe ich da?“, fragte Ben besorgt. Er ahnte es schon, aber Sarah war auch die Navigatorin ihres Raumschiffs. Er wollte ihr Urteil hören.

„Ich habe die Wahrscheinlichkeit berechnet, mit der IF-128 die Erde treffen wird.“

Sie verstummte, schloss die Augen.

„Jetzt sag schon!“, forderte Ben.

„Drei Prozent.“

Ungläubig starrte Ben zuerst die Ingenieurin an, dann die Anzeigen auf dem Display. „Wie kann Weylan Enterprises dafür die Genehmigung bekommen haben?“

Sarah drehte sich zu ihm. „Ihre Berechnungen sehen anders aus.“

„Und wieso?“

„Weil Weylan Enterprises den Anteil an Metallen sehr hoch schätzt, aber aufgrund der letzten Bilder kann das nicht stimmen.“ Mit dem Finger deutete sie auf die Abbildung. „Die graue Farbe rührte von Eis her. An der Oberfläche befinden sich sehr große Mengen von Eis.“

„IF-128 wird zu einem Kometen?“

„Und der Schweif wird die Flugbahn beeinflussen, so dass diese Wahrscheinlichkeit für einen Impact besteht.“

„Das muss jemand anderes auf der Erde auch schon herausgefunden haben!“

„Es gibt einige Berechnungen, aber niemand hat die letzten Aufnahmen des Asteroiden in Betracht gezogen und die Sublimation des Eises.“

Ben musterte die Bilder auf dem Display, bis sein Blick zu Sarah wanderte. Seine Ingenieurin hatte zwar nicht zu den besten ihres Jahrgangs gehört, aber auf die Flugbahnen, die sie berechnete, konnte man sich verlassen. Sie beherrschte ihr Handwerk.

„Dann sollten wir die Raumfahrtgesellschaft informieren.“

„Ich habe den Funkspruch mit allen Daten schon vorbereitet.“

Ben lachte. „Du hast mir das alles nur erklärt, damit ich meine Zustimmung gebe?“

Sie fiel in das Lachen mit ein. „So ist die Befehlskette nun einmal.“

★ ★ ★

„Wir haben eine Antwort erhalten“, verkündete Josh. Ben schaute das dritte Mitglied seiner Besatzung an. Der junge Mann, der sich um alle Kommunikationsanlagen kümmerte und daneben ein wahrer Meister darin war, aus den tiefgefrorenen Lebensmitteln etwas Schmackhaftes zuzubereiten, befand sich mit ihnen in der Zentrale.

„Abspielen!“, befahl Ben.

Nur einen Augenblick später tauchte das Bild einer älteren Frau mit grauen, kurz geschnittenen Haaren auf. Sie trug einen dunklen Anzug und schaute ernst in die Kamera. Sie gehörte nicht zum technischen Personal, so viel stand schon einmal fest. „Mein Name ist Camille Perne. Ich bin die leitende Geschäftsführerin der TSA.“

Ben betrachtete den Bildschirm. Niemals zuvor hatte er mit einer derart hochgestellten Persönlichkeit gesprochen. Normalerweise erhielten sie die Informationen über ihre Missionen von technischen Experten, nur von Zeit zu Zeit wurden sie in Ansprachen an die gesamte Raumfahrtgesellschaft TSA mit einbezogen. Dieses Mal waren sie anscheinend wichtig genug für einen Funkspruch, der ganz explizit an sie allein gerichtet worden war.

„Sie haben einige Aufzeichnungen übermittelt, aus denen Sie Schlussfolgerungen über die Beschaffenheit von IF-128 ziehen. Wir haben diese neuen Bilder einer eingehenden Analyse unterzogen. Unsere Experten kommen zu dem Ergebnis, dass Ihre Analysen nicht zutreffen. Folglich sind die Bahnberechnungen von Weylan Enterprises als korrekt anzusehen.“

Das Bild erlosch und Stille kehrte ein. Bens Blick ruhte für einen Moment auf dem schwarzen Display, auf dem sich nur das Innere der Zentrale spiegelte.

„Eingehende Analyse. Dass ich nicht lache!“, stieß Sarah hervor.

„Was meinst du?“, fragte Ben.

Mit ausgestreckter Hand deutete sie auf den jetzt dunklen Bildschirm. „Rechne doch selbst nach. Ich habe meine Daten vor zwei Stunden übermittelt. Wenn die Funkwellen ungefähr 22 Minuten für eine Strecke brauchen, dann blieb den sogenannten Experten gerade mal eine Stunde für ihre Analyse. Und diese Geschäftsführerin musste ihre Antwort auch noch aufzeichnen. Wann sollen sie da die Daten analysiert haben? Wenn es hochkommt, hat ein Wissenschaftler die Bilder mal geöffnet und einen Blick darauf geworfen.“

Erstaunt starrte Ben sie an, ohne ein Wort sagen zu können. Er konnte sich nicht erinnern, jemals so schamlos angelogen worden zu sein.

„Warum sollten die das machen?“, fragte Josh.

Sarah wandte sich zu ihm. „Bist du so naiv? Weylan Enterprises hat sich durchgesetzt. Die sehen nur das Geld, das sie verdienen können.“

Wortlos schwebte Ben zu einem der Displays und ließ sich die Abmessungen von IF-128 anzeigen. „Das Ding ist zwei Kilometer groß. Damals bei den Dinosauriern war der Brocken größer, aber wenn IF-128 an der richtigen Stelle einschlägt, wird er zum globalen Killer.“

Eine Weile herrschte Schweigen in der Zentrale.

„Nur für ein paar Rohstoffe?“, durchbrach Josh die Stille. „Wer ist denn so verrückt?“

Sarah stieß ein leises Stöhnen aus. „Vielleicht glauben sie wirklich, dass sie es im Griff haben.“

Nachdenklich schaute Ben sie an. „Aber du bist dir sicher, dass deine Berechnungen richtig sind?“

Zunächst rührte sie sich nicht, dann drehte sie sich vollständig zu ihm. Ihre Haare bildeten einen roten Kranz um ihr Gesicht. „Ich habe es unzählige Male nachgerechnet. Ich täusche mich nicht.“

In Ben stieg ein Gefühl auf, als hätte jemand das Ende der Welt verkündet. In gewisser Weise stimmte das sogar. Sein Magen krampfte sich zusammen. „Was machen wir jetzt?“

„Was soll die Frage?“, stieß Josh hervor. „Wir haben ganz klare Anweisungen bekommen.“

Sarah öffnete den Mund, aber Ben brachte sie mit einer Handbewegung zum Schweigen.

„Wir nehmen erst einmal Kurs auf diesen Asteroiden“, erklärte Ben. „Er befindet sich immer noch im Asteroidengürtel und wird ihn erst in einigen Monaten verlassen. Bis dahin haben wir Zeit, uns etwas zu überlegen.“

„Das ist ...“, setzte Josh an, aber Ben hob die Hand.

„Wir werden weiter Daten sammeln.“

★ ★ ★

Josh, Ben und Sarah saßen in der kleinen Kantine im Rotationsring ihres Schiffes. Auf dem Tisch standen Tassen mit dampfendem Kaffee.

Sarah hielt ihr Tablet in die Höhe. Ein Diagramm war darauf zu sehen, das Ben sich auch schon angeschaut hatte. Es glich auf beeindruckende Weise dem, das Sarah ihm vor einigen Wochen gezeigt hatte. „Das MIT hat Berechnungen durchgeführt, die genau zum selben Ergebnis kommen wie ich. Wenn IF-128 sich der Erde nähert, wird sich ein Schweif bilden und der Asteroid wird seine Bahn verändern.“

Josh schüttelte den Kopf. „Das ergibt doch keinen Sinn. Warum sollte Weylan Enterprises dieses Risiko eingehen?“

„Vielleicht weil irgendein Geschäftsmann nicht versteht, was diese drei Prozent wirklich bedeuten?“, sagte Ben. „Wenn bei einem Geschäft mit einer Wahrscheinlichkeit von drei Prozent etwas schiefgeht, dann denkt er sich, dass er das Risiko eingeht. Zu 97 Prozent macht er immer noch das Geschäft seines Lebens.“

„So dumm ist niemand“, raunte Josh.

Sarah stieß nur ein gequältes Lachen hervor.

„Es spielt auch keine Rolle“, erklärte Ben. „In drei Tagen passieren wir das letzte Mal IF-128 und können auf Rendez-vous-Kurs gehen. Unsere letzte Chance, etwas zu tun.“

„Was willst du denn tun?“, wollte Sarah wissen.

„Wir dürfen das nicht!“, protestierte Josh. „Wir haben unsere Anweisungen!“

„Scheiß was auf ...“

„Hört auf!“, forderte Ben. „Ich habe nicht das Verlangen, auf irgendetwas zu hören, was jemand entschieden hat, der unendlich weit von uns entfernt ist.“

Sarah seufzte. „Also, was hast du vor?“

Entschlossen griff Ben nach dem Tablet. „Wenn das MIT und du zu denselben Ergebnissen kommen, dann vertraue ich denen mehr als irgendeiner Firma, der es um Profit geht.“ Er sog die Luft ein. „Ich habe da auch schon eine Idee.“

Ben lachte. Danach wandte er sich dem Display zu, das die Flugbahn des Asteroiden darstellte. Er berührte die Oberfläche, um einige Bereiche hervorzuheben. „Du bist unsere Expertin für Flugbahnberechnungen, aber ich schaue mir das schon seit einer Woche an.“

Mit dem Zeigefinger deutete er auf einen kleinen Abschnitt. „Wir spielen Billard.“



Bens Helmscheibe beschlug. Sein Atem ging schnell, aber die Arbeit war gleich getan. Vor ihm stand das Antriebsmodul mit der Energieversorgung. Es handelte sich um das Ersatztriebwerk ihres Schiffes mit einem Vorrat an Stützmasse.

Die Automatik reinigte den Helm von innen, sodass seine Sicht sich besserte. Das Licht der Sterne strahlte auf ihn herab und seine Augen gewöhnten sich daran.

„Ich nehme mir viel zu selten Zeit dafür“, flüsterte er.

„Wir haben auch keine Zeit mehr“, meinte Sarah aufgeregt. „Du musst da weg.“

Er lächelte. „Solange ich nicht direkt im Plasmastrahl stehe, sollte mir nichts geschehen.“

Doch er griff nach den Kontrollen seines Raketenrucksacks und startete von dem winzigen Felsklumpen aus, den sie angesteuert hatten. Die paar hundert Meter Umfang reichten nicht aus, um eine nennenswerte Schwerkraft zu erzeugen. Ohne spürbaren Widerstand hielt Ben auf sein wartendes Raumschiff zu; nur ein blinkender Punkt zeigte ihm an, wo es sich befand. In der Unendlichkeit des Sternenhimmels um ihn herum war es mit bloßem Auge nicht auszumachen.

Bald sagte ein akustisches Signal ihm, dass er mit dem Bremsvorgang anfangen sollte. Er zündete seine Düsen ein weiteres Mal. Das Raumschiff tauchte als langgestreckte, stahlglänzende Konstruktion auf. Mit einem großen Antriebsblock am Heck, dem Rotationsring in der Mitte und einer schlanken Spitze mit der Zentrale. Obwohl es zerbrechlich aussah, machte er sich keine Sorgen. Es war darauf ausgelegt, durch das Sonnensystem zu reisen.

Wie Dutzende Male zuvor erreichte er die Verbindungsröhre, die sich durch das Schiff zog, betrat die Schleuse und ließ Luft hinein. Dann legte er den Raumanzug ab. Als der Luftdruck vollends angeglichen war, öffnete er das innere Schleusenschott.

Dahinter tauchte plötzlich Josh auf, das Gesicht rot vor Wut. Er hielt ein langes Messer aus der Kantine in der Hand und brüllte: „Das darfst du nicht!“

Voller Entsetzen starrte Ben auf die Klinge. Niemals zuvor hatte ihn jemand bedroht. Sein Herz schlug bis zum Hals und die Kehle verkrampfte sich, als er sprechen wollte.

„Nimm ...“, keuchte er und setzte dann erneut an. „Nimm das Messer runter!“

Josh schüttelte den Kopf. Er riss das Messer noch höher, stieß einmal zaghaft nach vorn. Doch er zuckte zurück.

„Das willst du gar nicht machen!“, sagte Ben so ruhig wie möglich. Er rührte sich nicht aus Angst, Josh zu irgendeiner Reaktion herauszufordern. Niemals hätte er ihm zgetraut, sich wie ein Wahnsinniger zu verhalten.

Endlose Momente standen sich beide gegenüber. Joshs Hand zitterte, und Ben traute ihm nicht zu, ihn anzugreifen. Aber falls er versuchen würde, ihm das Messer wegzunehmen, wusste keiner, was passieren würde.

„Leg dein Messer weg!“, forderte Ben ihn auf.

Ein Knistern drang aus dem Lautsprecher. Sarah meldete sich. „Ich starte das Triebwerk.“

„Nein!“, brüllte Josh. Er drehte sich zu Ben. „Sag ihr, dass sie es abschalten soll.“

Ben hob abwehrend die Hände. Aus einem Impuls heraus wollte er Sarah verständigen, aber stattdessen atmete er einmal tief durch. „Nein, das werde ich nicht tun.“

Joshs Miene verzerrte sich. Kraftlos hob er das Messer, bis er die Finger öffnete. Die Klinge schwebte davon, mitten durch den Schleusenbereich. Er schlug die Hände vors Gesicht und weinte.

Wieder knackte es in der Lautsprecheranlage. „Ich empfangen einen Funkspruch, kommt in die Zentrale.“

Ben fing das Messer vorsichtig aus der Luft und schob es unter einen der Gurte an der Wand. Danach legte er Josh den Arm um die Schulter. Der junge Mann zuckte zurück, aber dann hob er den Kopf.

„Wir gehen in die Zentrale und vergessen das hier“, erklärte Ben. Er stieß sich von der Wand ab und zog Josh mit sich.

Der Weg durch den Zentralgang war nicht besonders weit. Schon ein paar Augenblicke später erreichten sie Sarah, die sich kurz zu ihnen umdrehte. Ihre Augen weiteten sich vor Überraschung. „Was ist denn mit euch passiert?“

„Später!“, gab Ben zurück.

Sie nickte knapp und wandte sich zu ihrem Display. „Ein Funkspruch von der TSA.“

„Spiel ihn ab!“

Sarah drückte auf das Display und vor ihr erschienen zwei Personen. Die Frau kannten sie bereits. Camille Perne, die Geschäftsführerin der TSA. Sie begann sofort zu sprechen: „Anhand der letzten Ortungsdaten sehe ich, dass Sie sich dem Asteroiden IF-128 nähern. Ich weiß nicht genau, was Sie planen, aber der Vorstandsvorsitzende von Weylan Enterprises möchte Ihnen gern die möglichen Konsequenzen aufzeigen.“

Sie blickte in die Richtung des Mannes in mittleren Jahren. Seine Haare trug er perfekt frisiert, der Ausdruck des rundlichen Gesichts wirkte entspannt, aber die Augen funkelten leidenschaftlich.

„Mir wurde mitgeteilt, dass Sie vor einiger Zeit auf Ihrer Meinung nach falsche Analysen hingewiesen haben. Ich

Über den Autor

Der in Stadthagen unweit von Hannover geborene Diplom-Informatiker **Ulf Fildebrandt** arbeitet seit einem Vierteljahrhundert bei SAP. Seit einigen Jahren hat er mehr und mehr zu seiner alten Leidenschaft zurückgefunden, außer Fachbüchern auch Science-Fiction- und Fantasy-Literatur zu schreiben. Auf den 2014 veröffentlichten Roman „Dunkelwärts“ folgten vier weitere; als bislang jüngster erschien 2022 Fildebrandts Augmented-Reality-Krimi „Arena der Illusionen“ im Polarise-Imprint des dpunkt-Verlags, der wie c't zu Heise Medien gehört. Auch Freunden von Kurzgeschichten liefert der Autor vielfältigen Lesestoff. Sein Erstling bei den c't-Stories war das Bikerdrama „Feedback“ in Heft 26/2015; unter heise.de/s/3gbk findet sich dazu die als SciFiCast eingesprochene Hörstory. „Billard“ trägt bereits stolz die Nummer acht.



Bild: Ulf Fildebrandt

kann verstehen, dass Sie davon überzeugt sind, recht zu haben, aber ich kann Ihnen versichern, dass die führenden Experten auf dem Gebiet sich wirklich Zeit genommen haben.“

Sarah stöhnte. „Ja, eine Stunde!“

Der Mann, der sich ihnen nicht einmal vorgestellt hatte, beugte sich nach vorn. Ein entschlossener Zug beherrschte seine Miene. „Wenn Sie dennoch etwas tun, was die Flugbahn von IF-128 verändert, sodass er nicht wie vorgesehen in einen Orbit um die Erde eintritt, werden Sie für den Schaden aufkommen.“

Er schluckte, bemühte sich um Beherrschung. „Ich verspreche Ihnen, dass Sie in Ihrem Leben niemals wieder etwas besitzen werden, wenn Sie jetzt das Falsche tun.“

Der Bildschirm wurde schwarz. Stille setzte ein. In Bens Magen machte sich ein ganz unschönes Gefühl breit. Er war froh, dass Sarah das Triebwerk schon gestartet hatte. Ob er jetzt noch die Entscheidung dazu hätte treffen können, wusste er nicht.

„Ihr seid wahnsinnig“, schrie Josh in diesem Moment. „Die machen uns fertig.“

Sarah lachte, vollkommen unangemessen in der Situation. Auch sie musste unter dem Druck fast zusammenbrechen. „Sie sollen froh sein, wenn sie uns anklagen können. Wenn ihnen das Ding nicht auf den Kopf fällt.“

★ ★ ★

Ben starrte auf die Aufnahmen der Kamera, die sie neben dem Triebwerk auf dem Mini-Asteroiden zurückgelassen hatten. Seit einigen Tagen war es nicht mehr in Betrieb und der kleine Himmelskörper setzte seinen Weg ohne äußere Beeinflussung fort.

„Es sieht gut aus“, stellte Sarah fest, nachdem sie die Anzeigen kontrolliert hatte.

Ben nickte. Es gab nichts mehr zu sagen. IF-128 und ihr namenloser Asteroid befanden sich auf Kollisionskurs. Wenn Sarah richtig gerechnet hatte, würde der Zusammenprall den viel größeren Brocken wieder auf eine Umlaufbahn im

Asteroidengürtel bringen, als hätte niemals ein Mensch versucht, ihn zur Erde zu transportieren.

„Was willst du da eigentlich sehen?“, fragte Sarah. „Das wird alles viel zu schnell gehen, wenn es zum Zusammenprall kommt.“

Er antwortete ihr nicht. Stattdessen schaute er auf die Uhr. Noch dreißig Sekunden bis zum Einschlag. Seine Handflächen schwitzten. Aber er konnte nichts tun, um die Anspannung abzubauen. Alles war schon getan.

„Noch zehn Sekunden“, sagte Sarah.

Wie gebannt starrte Ben auf den Bildschirm. Nichts rührte sich. Nur ein paar Sterne leuchteten.

Plötzlich schoss ein Schatten von der Seite heran. Das Bild wackelte. Das Triebwerk kam in Sicht, drehte sich. Die Kamera musste vom Asteroiden fortgeschleudert worden sein. Ein heller Fleck geriet ins Blickfeld, verschwand. Tauchte wieder auf.

„Ja!“, rief Sarah voller Freude.

Ben drehte sich um. „Wie ist die Flugbahn?“

Sie beugte sich über das Display. „Moment, IF-128 muss erst ein gutes Stück zurücklegen, bevor der Computer berechnen kann, wie weit er abgelenkt wurde.“

Die Sekunden dehnten sich zu Ewigkeiten. Ben betrachtete die Anzeigen. Ihr kleiner Flugkörper war vollkommen aus der Bahn geschleudert worden. Vielleicht würde er ins innere Sonnensystem fliegen. Das sollte erst einmal nicht sein Problem sein.

„Ich habe die erste Berechnung“, erklärte Sarah. Sie lachte.

„Und?“

„Voller Erfolg. IF-128 befindet sich in einem Orbit um die Sonne. Die Masse des kleinen Objekts hat ausgereicht. Das hätten wir mit unserem Triebwerk niemals hingekriegt.“

Ben schloss die Augen. Sein Plan hatte funktioniert. Aber etwas fehlte noch. „Hast du Aufnahmen der herausgeschleuderten Trümmer?“

Sarahs Grinsen wurde breiter. „Es ist größtenteils Eis.“

Ben seufzte erleichtert. „Funk das zur Erde. Wenn die Leute vom MIT die Aufnahmen erhalten, werden sie bestätigen, dass IF-128 einen Schweif gebildet hätte.“

„Dann habt ihr recht gehabt?“ Josh hielt sich an einem Griff nahe der Tür fest.

Sarah antwortete mit nur einem Wort; kein Triumph lag darin. „Ja.“

Josh atmete schneller und drohte ohnmächtig zu werden. Dann fing er sich. „Weylan Enterprises ist das Risiko einfach eingegangen? Und die TSA hat sie unterstützt?“

„Es war nicht deine Schuld“, erklärte Ben, anstatt Josh Vorwürfe zu machen. „Manchmal muss man den eigenen Ergebnissen vertrauen.“

(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).



40 JAHRE c't

c't feiert 40 Jahre!

Fernstudium IT-Security

Aus- und Weiterbildung zur Fachkraft für IT-Sicherheit. Vorbereitung auf das **SSCP- und CISSP-Zertifikat**. Ein Beruf mit Zukunft. Kostengünstiges und praxisgerechtes Studium ohne Vorkenntnisse. Beginn jederzeit.

NEU: Roboter-Techniker, Netzwerk-Techniker, Qualitätsbeauftragter / -manager TÜV, Linux-Administrator LPI, PC-Techniker

Teststudium ohne Risiko.
GRATIS-Infomappe gleich anfordern!

FERNSCHULE WEBER - seit 1959
Neerstedter Str. 8 - 26197 Großenkneten - Abt. C14
Telefon 0 44 87 / 263 - Telefax 0 44 87 / 264

www.fernschule-weber.de





ICH WARTE NICHT AUF UPDATES. ICH PROGRAMMIERE SIE.

IT-Stipendium Wintersemester 2023/2024

e-fellows.net

heise medien fördert Studierende im Fach INFORMATIK

Zusammen mit dem Karrierenetzwerk e-fellows.net schreiben die heise-Marken c't, iX und heise online ein **Stipendium für IT-Studierende** aus.

Sicher Dir 600 Euro für das Wintersemester!
Zusätzlich spendiert heise

- einen Schnuppertag in der jeweiligen Redaktion
- ein E-Learning-Kurs nach Wahl bei der heise Academy
- sowie ein Jahresabonnement von heise+
- Zudem werden die drei Stipendiaten zu der Sicherheitsmesse secIT eingeladen





Bewerbungsschluss: 19. November 2023

Jetzt in zehn Minuten bewerben:
www.e-fellows.net/IT-Stipendium



heise medien

Wir, die

Hochschule für öffentliche Verwaltung Rheinland-Pfalz/Zentrale Verwaltungsschule Rheinland-Pfalz (HöV/ZVS) in Mayen suchen zum nächstmöglichen Zeitpunkt einen

Dozenten (m/w/d) für Informatik und Informationstechnik.

Wir sind eine moderne und technisch auf dem Stand der Zeit ausgestattete interne Verwaltungshochschule im Geschäftsbereich des Ministeriums des Innern und für Sport und verstehen uns als Kompetenzzentrum für die öffentliche Verwaltung in Rheinland-Pfalz. Gucken Sie doch gerne auch mal auf www.hoev-rlp.de. Dort finden Sie auch den kompletten Ausschreibungstext.

Bewerbungen - mit den üblichen Unterlagen - richten Sie bitte bis zum **24.11.2023** an die

Hochschule für öffentliche Verwaltung Rheinland-Pfalz
Zentrale Verwaltungsschule Rheinland-Pfalz
St.-Veit-Straße 26 - 28
56727 Mayen



E-Mail-Bewerbungen richten Sie bitte an
personal@hoev-rlp.de.



JOB GESUCHT?

Ein gutes Team braucht viele verschiedene kluge und kreative Köpfe – und gleichzeitig den Freiraum, diese Potenziale zu entfalten und einzusetzen.

Gestalte mit uns die Zukunft der Medienwelt!

Jetzt informieren und
bewerben unter
karriere.heise.de



Die Versorgung der Streitkräfte sichern. In Zivil unterstützen.
Im Bundesamt für Ausrüstung, Informationstechnik und Nutzung der Bundeswehr an den Dienstorten Koblenz und Lahnstein setzen Sie Ihre Fachexpertise bei der Entwicklung, Erprobung, Beschaffung sowie dem Nutzungsmanagement von Wehrmaterial ein.

IHRE AUFGABEN

- Sie sind in das Beschaffungsverfahren einbezogen und legen die technischen Forderungen und den Leistungsumfang der zu beschaffenden Ausrüstung fest.
- Sie lenken die Entwicklung von Wehrmaterial sowie von Prototypen und überwachen die Realisierung bis hin zum fertigen Produkt.
- Sie steuern die Prozesse in der Projektleitung eigenverantwortlich bis zur Einführung von neuem Wehrmaterial.

IHRE QUALIFIKATIONEN

- Sie haben ein abgeschlossenes technisches oder naturwissenschaftliches Bachelor- oder Fachhochschulstudium in den Bereichen Informationstechnik, (Technische) Informatik oder vergleichbare Bereiche **und**
- Sie verfügen nach Möglichkeit über auf Ihrem Studienabschluss aufbauende Berufserfahrung von mindestens 1,5 Jahren **oder**
- Sie besitzen die Befähigung für die Laufbahn des gehobenen technischen Verwaltungsdienstes oder sind vergleichbare Arbeitnehmerin bzw. vergleichbarer Arbeitnehmer.

IHRE VORTEILE

- Sie arbeiten bei einem anerkannten Arbeitgeber und erhalten ein attraktives Gehalt (bis A12); zusätzlich kann eine Personalgewinnungszulage gewährt werden; eine Verbeamtung ist möglich.
- Sie profitieren von Fortbildungen und dem betrieblichen Gesundheitsmanagement.
- Sie vereinbaren Beruf und Familie durch flexible Arbeitszeiten, Teilzeit-Arbeit und ggf. die Nutzung von Telearbeit/Homeoffice.

STARTEN SIE JETZT IHRE KARRIERE

Mehr Infos erhalten Sie auf bewerbung.bundeswehr-karriere.de (Job-ID: 216D_0623_BAAINBW-E).
Bewerben Sie sich dort bis zum **31. Dezember 2023** für eine Einstellung zum nächstmöglichen Zeitpunkt.
Bitte beziehen Sie sich hierbei auf das c't Magazin.



JETZT BEWERBEN!

HABEN SIE FRAGEN ZUR AUSGESCHRIEBENEN STELLE?

Herr Wittig (02203 105 2509)

E-Mail: ac-bewerbung-direkteinstieg@bundeswehr.org

Schwerbehinderte Menschen werden bei gleicher Qualifikation und Eignung bevorzugt eingestellt. Bewerbungen von Frauen sind ausdrücklich erwünscht. Die Bundeswehr begrüßt Bewerbungen von Menschen mit Migrationshintergrund.

ZIVILISTIN.DE
Karriere geht auch ohne Uniform.
Jetzt informieren und bewerben!

oder 0800 9800880
(bundesweit kostenfrei)



BUNDESWEHR

Inserenten*

1blu AG, Berlin	33
Bundesamt für Personalmanagement der Bundeswehr, Köln	31
combit GmbH, Konstanz	180
Cordaware GmbH, Pfaffenhofen	35
dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg	53
EXTRA Computer GmbH, Giengen-Sachsenhausen	11
Fernschule Weber, Großenkneten	173
Kentix GmbH, Idar-Oberstein	41
netfiles GmbH, Burghausen	39
Pocketbook Readers GmbH, Radebeul	43
RaidSonic Technology GmbH, Ahrensburg	49
RNT Rausch GmbH, Ettlingen	2
SIGS-DATACOM GmbH, Troisdorf	51
Thomas Krenn.com, Freyung	13
WIBU-SYSTEMS AG, Karlsruhe	37
WORTMANN AG, Hüllhorst	4, 5

Stellenanzeigen

Bundesamt für Personalmanagement der Bundeswehr, Köln	175
Hochschule für öffentliche Verwaltung Rheinland-Pfalz, Mayen	175

Storage und Server

EUROstor GmbH, Filderstadt	99
secunet Security Networks AG, Essen	97

Veranstaltungen

MiTEXX	c't, FLEET Events, Mbmedien	8, 9
c't workshops	c't, heise Events	14
c't webdev	c't	57
KI Navigator	DOAG, Heise Medien	73
betterCode/PHP 2023	iX, dpunkt.verlag	75
KI verstehen und nutzen	c't Webinar	91
Stark gegen Hacker	iX, heise Academy	111
Inside Agile	iX, dpunkt.verlag	119
heise Academy	heise Academy	157
enterJS	iX, dpunkt.verlag	167

Ein Teil dieser Ausgabe enthält Beilagen der DIMABAY GmbH, Berlin; EWE AG, Oldenburg und der Strato AG, Berlin.

* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich.
Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.




WERDEN SIE c't-BOTSCHAFTER!

... UND UNTERSTÜTZEN SIE DAMIT DEN UNABHÄNGIGEN UND GLAUBWÜRDIGEN JOURNALISMUS!

Wir schenken Ihnen **30 €** und unsere kultige **c't-Tasse „Kein Backup? Kein Mitleid“**, wenn Sie einen neuen Leser für ein Jahres-Abo der c't werben. Der neue Leser erhält die c't zum Preis von 144,20 € pro Jahr. Das Abo kann in gedruckter oder digitaler Form bezogen werden. Nach einem Jahr ist das Abo monatlich kündbar.



Hier bestellen: ct.de/botschafter

+49 541/80 009 120 leserservice@heise.de






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: „KI-Überwachung am Arbeitsplatz“:
Hartmut Gieselmann (hag@ct.de), „Linux-Gaming-Guide“: Liane M. Dubowy (imd@ct.de)
Chefredakteur: Torsten Bееck (tbe@ct.de) (verantwortlich für den Textteil)
Stellv. Chefredakteur: Axel Kossel (ad@ct.de)
Chef vom Dienst: Georg Schnurer (gs@ct.de)
Koordination Leserkommunikation: Martin Triadan (mat@ct.de)
Leiter redaktionelle Entwicklung: Jobst Kehrhaun (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 Grävmeyer (agr@ct.de), Markus Montz (mon@ct.de),
Peter Schmitz (ps@ct.de), Sylvester Tremmel (syt@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), Jan Mahn (jam@ct.de)
Redaktion: Niklas Dierking (ndi@ct.de), Mirko Dölle (mid@ct.de), Wilhelm Drehling
(wid@ct.de), Liane M. Dubowy (imd@ct.de), Ronald Eikenberg (rei@ct.de), Oliver Lau
(ola@ct.de), Pina Merkert (pmk@ct.de), Dennis Schirmacher (des@ct.de), Hajo Schulz
(hos@ct.de), Jan Schüßler (jss@ct.de), Kathrin Stoll (kst@ct.de), Keywan Tonekaboni (ktm@ct.de),
Axel Vahldiek (axv@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 Wölbert (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 Portek (spo@ct.de)
Leiter c't 3003: Jan-Keno Janssen (jjk@ct.de)
c't Sonderhefte
Leitung: Jobst Kehrhaun (keh@ct.de)
Koordination: Pia Groß (piag@ct.de), Angela Meyer (anm@ct.de)
c't online: Sylvester Tremmel (syt@ct.de), Niklas Dierking (ndi@ct.de)
Social Media: Jil Martha Baas (jmb@ct.de)
Koordination News-Teil: Hartmut Gieselmann (hag@ct.de), Kathrin Stoll (kst@ct.de),
Christian Wölbert (cwo@ct.de)
Koordination Heftproduktion: Martin Triadan (mat@ct.de)
Redaktionsassistent: Susanne Cölle (suc@ct.de), Christopher Tränkmann (cht@ct.de)
Software-Entwicklung: Kai Wasserbach (kaw@ct.de)
Technische Assistenz: Ralf Schneider (Lt., 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 89/42 71 86-0,
Fax: 0 89/42 71 86-10
Ständige Mitarbeiter: Detlef Borchers, Herbert Braun (heb@ct.de), Tobias Engler,
Monika Ermert, Stefan Krempel, Ben Schwan (bsc@ct.de), Christiane Schulzki-Haddouti
DTP-Produktion: 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, Kevin Harte, Martin Kreft, Thomas Kaltschmidt,
Pascal Wissner
Illustrationen
Rudolf A. Blaha, Frankfurt am Main, Thorsten Hübner, Berlin, Albert Hulm, Berlin, Sven Hauth,
Schülpe, 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/pgp>. 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: ayznmonmewb2tjvgf7ym4t2726muprjvwckzx2vhf2hbarbbzydm7oad.onion

Verlag

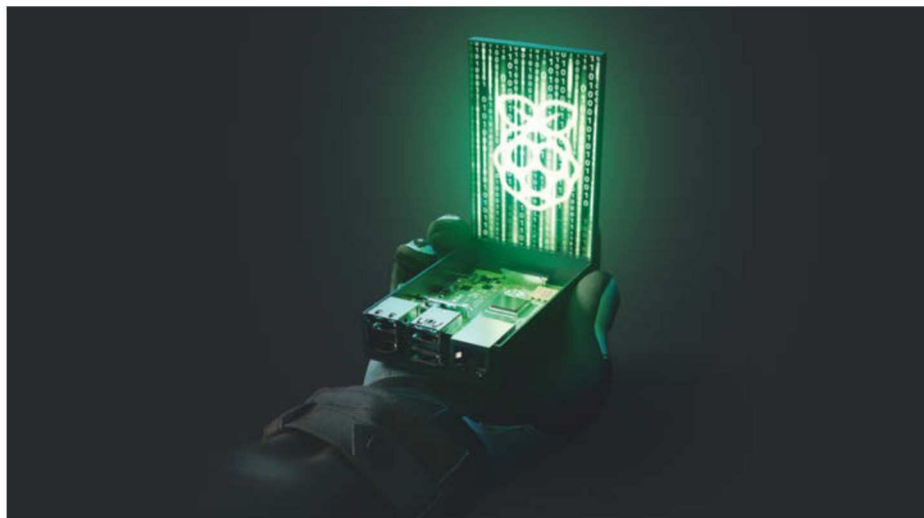
Heise Medien GmbH & Co. KG
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover
Telefon: 05 11/53 52-0
Telefax: 05 11/53 52-129
Internet: www.heise.de

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. 40 vom 1. Januar 2023.
Anzeigen-Auslandsvertretung (Asien): Media Gate Group Co., Ltd., 7F., 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: Firmengruppe APPL, appl druck, Senefelderstr. 3-11, 86650 Wemding
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
Meßberg 1
20086 Hamburg
Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 1815
E-Mail: info@dermedienvertrieb.de
c't erscheint 14-täglich
Einzelpreis 5,90 €; Österreich 6,50 €; Schweiz 9,90 CHF; Belgien, Luxemburg 6,90 €;
Niederlande 7,20 €; Italien, Spanien 7,40 €, Dänemark 64,00 DKK
Abonnement-Preise: Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten: Inland 144,20 €,
Österreich 155,40 €, Europa 165,20 €, restl. Ausland 191,80 € (Schweiz 236,60 CHF);
ermäßigtes Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende (nur gegen Vorlage einer
entsprechenden Bescheinigung): Inland 105,00 €, Österreich 99,40 €, Europa 124,60 €,
restl. Ausland 152,60 € (Schweiz 145,60 CHF). c't-Plus-Abonnements (inkl. Zugriff auf das
c't-Artikel-Archiv sowie die App für Android und iOS) kosten pro Jahr 25,00 € (Schweiz 30,80
CHF) Aufpreis. Ermäßigtes Abonnement für Mitglieder von AUGE, bdv e.V., BvdW e.V.,
/ch/open, GI, GUUG, ISACA Germany Chapter e.V., JUG Switzerland, VBIO, VDE und VDI
(gegen Mitgliedsausweis): Inland 108,15 €, Österreich 116,55 €, Europa 123,90 €,
restl. Ausland 143,85 € (Schweiz 177,45 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 2023 by Heise Medien GmbH & Co. KG
ISSN 0724-8679 AWA LAE 

Vorschau **ct** 27/2023

Ab 18. November im Handel und auf ct.de



Raspi als Hacking-Gadget

BadUSB, WLAN-Attacken und vieles mehr: Unsere Projekte verwandeln den Raspberry Pi in ein angriffslustiges Hacking-Werkzeug, mit dem Sie die Sicherheit Ihrer smarten Geräte, Netze, Server et cetera auf die Probe stellen können. Nutzen Sie die Erkenntnisse, um sich angemessen zu schützen.

NAS-Aufrüstung: Die besten Strategien

Spätestens wenn Ihr NAS mit vollen Platten ächzt, lohnt es sich zu prüfen, ob und wie es sich beschleunigen lässt. Denn anders als im Handbuch dokumentiert, geht oft was. Wir sortieren und bewerten die Strategien und spielen sinnvolle Wege für den Datenumzug durch.

Matter: Marktübersicht und Praxis

Dank des neuen Smart-Home-Standards Matter sollen Geräte verschiedener Hersteller nahtlos miteinander interagieren. Lesen Sie, welche Komponenten es bereits auf dem Markt gibt und wie man vorhandene Komponenten umkonfiguriert und neue einbindet.

c't-Sonderausgabe: Trends & Technik

Bereits eine Woche nach diesem Heft erscheint die nächste c't. Darin geben wir Ihnen einen Überblick über aktuelle Technikentwicklungen und über die Trends für 2024. Nach der Lektüre werden Sie top informiert sein, über die Zukunft der CPUs, Netzwerk- und Smartphone-Trends, Entwicklungen bei Windows, Open Source und KI, darüber, was sich bei der Digitalisierung von Verwaltung und Gesundheitswesen tut, wohin sich die Bezahlssysteme entwickeln, wie es mit der Energiewende weitergeht und vieles



mehr. Das Heft ist ab 11. November im Handel und auf ct.de erhältlich; im Abo ist die Ausgabe enthalten.

Noch mehr
Heise-Know-how



c't Netzwerke jetzt im Handel
und auf heise-shop.de



Make: 6/23 jetzt im Handel
und auf heise-shop.de



c't Fotografie 6/2023 jetzt
im Handel und auf heise-shop.de



ICH WARTE NICHT AUF UPDATES. ICH PROGRAMMIERE SIE.

**40%
Rabatt!**



c't MINIABO PLUS AUF EINEN BLICK:

- 6 Ausgaben als Heft, digital in der App, im Browser und als PDF
- Inklusive Geschenk nach Wahl
- Zugriff auf das Artikel-Archiv
- Im Abo weniger zahlen und mehr lesen

Jetzt bestellen:

ct.de/angebotplus





Cloud-Reporting ist für dich Raketenwissenschaft? Nicht mit uns!

Mit List & Label stattest du deine Web- & Cloud-Anwendungen mit der funktionsreichsten Reporting-Komponente aus und verteilst sie einfach per Docker auf Plattformen wie Azure App Service und Amazon Web Services. Oder du nutzt den webbasierten Report Server – unsere schlüsselfertige und beliebig skalierbare Self-Service Reporting Lösung.

Jetzt kostenlos 30 Tage testen!

Bestes Reporting Tool

Ausgezeichnet von den Leser:innen des Visual Studio Magazines

