



Bierbrauen 4.0
mit Grainfather

IT-Mythen im Check

c't klärt auf: Schadet Streaming dem Klima?

Ist Linux sicherer als Windows? Sind Laser günstiger als Tinte? ...

TEST

Mit KI-Chip: Surface Laptop Studio 2
Intel Xeon w9 gegen AMD Threadripper 7000
Kompakte Sony Alpha 7CR mit 61 Megapixel
ChatGPT mit Bild- und Sprachverarbeitung

Schnelle SSDs mit 2 TByte

M.2-SSDs mit PCIe 4.0 und 5.0 im Test

Zigbee: Smart Home ohne Cloud

Lampen, Sensoren und Aktoren für jeden Zweck

FOKUS

Prepaidtarife zum Telefonieren und Surfen
Nur mit App: Ist Digitalzwang rechtens?
Security-Einführung für DevOps-Teams
Reform für sichere Echtzeitüberweisungen



€ 5,90

AT € 6,50 | LUX, BEL € 6,90

NL € 7,20 | IT, ES € 7,40

CHF 9,90 | DKK 64,00

Windows 11: Abenteuer PC-Kauf

Verwirrende Systemvoraussetzungen • Microsoft droht mit Update-Stopp



Mit dir sind wir wir.

Neues Jahr,

deine Chance!

Komm in unser
ausgezeichnetes Team!



**TOP Arbeitgeber
für IT-Jobs 2023**

Im Test: 2.675 Arbeitgeber
CHIP 02/2023

Dirk Rossmann GmbH

Unabhängige Tests seit 1978

Lizenz CCgl0126

Du bist auf Zukunft programmiert und willst mit deinen Ideen etwas bewirken? Super! Dann werde Teil unseres IT-Teams mit mehr als 350 Masterminds in der Zentrale!

Jetzt bewerben!
jobs.rossmann.de





Kommunikationsdienste: Briefpost abschaffen!

Die gute alte Post machte kürzlich mit der Ankündigung von sich reden, Briefe nicht mehr wie bisher am nächsten Werktag zuzustellen, sondern erst nach drei Tagen. Ich gehe da weiter: Verbietet diese antiquierte, fossile, unsichere, nervig umständliche und obendrein klimaschädliche Kommunikationsform doch endlich ganz! Ich kriege jedes Mal Brechreiz, wenn mir die Post einen Brief per E-Mail ankündigt.

Da habe ich doch wie Millionen Mitmenschen im Lande brav und termingerecht per Internet eine Grundsteuererklärung abgegeben. Der resultierende Messbescheid kam dann mit der Post. Eine elektronische Kopie kann ich nicht bekommen, obwohl die Bescheide doch per EDV erstellt wurden. Wer steckt hinter der bekloppten Idee, Millionen solcher elektronischer Dokumente auf Papier zu drucken, in Umschläge zu stecken und per Automobil zu den Empfängern zu bringen? Frage aus dem letzten Pisa-Test: Wie viele Mathelehrer kann Niedersachsen vom Porto für 4,5 Millionen Steuerbescheide bezahlen?

Auch dass meine Bank mir datenschutzrechtliche Auskünfte nur per Brief erteilen will, anstatt sie wie alles andere ins elektronische Postfach zu legen, ist ein sehr schlechter Witz. Der Bank-Account ist deutlich besser vor den Blicken Neugieriger geschützt als das klapprige Blechding an meiner Haustür. Das größte Amtsgericht Deutsch-

lands, jenes in Frankfurt am Main, ist fünf Jahre nach Einführung des elektronischen Rechtsverkehrs noch immer nicht in der Lage, Zustellungen an Prozessparteien digital auszuführen.

Man kann uns die fossilen Arten der Fortbewegung und des Heizens verbieten, aber der klimaschädlichen Unsitte des Briefeversendens wollen nicht mal die Grünen Einhalt gebieten? Wie wäre es wenigstens mit einer Lindner-kompatiblen Marktregelung: Briefporto von mindestens 10 Euro zuzüglich Mehrwertsteuer und kräftiger CO₂-Abgabe? Banken, Versicherungen und Energiekonzerne würden dann schnell aufhören, uns mit Papier zuzumüllen. Nur das Fahrgastreuzentrum der Deutschen Bahn wird sicher bis in alle Ewigkeit ausschließlich per Post erreichbar bleiben – mit fossilem Segen des Verkehrs- und Digitalministers Wissing und sämtlicher seiner Nachfolger. Dessen bin ich mir ebenso gewiss wie des Amens am Ende des Weihnachtsgottesdiensts.



Tim Gerber

Tim Gerber

TERRA MOBILE 360-13U

TERRA MOBILE 360-13U

- Intel® Core™ i5-1235U Prozessor
(12M Cache, bis zu 4.40 GHz)
- Windows 11 Pro
- Displaygröße 33.8 cm (13.3")
- 1920 x 1080 Display-Auflösung
- Display-Typ IPS Touch-Display
- 16 GB Speicherkapazität
- 512 GB Gesamtspeicherkapazität
- Intel® Iris® XE Graphics

Artikel-Nr.: 1220785

829,-*

Preis zzgl. gesetzl. MwSt.



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 Münde, 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 • bll computersysteme GmbH & Co. KG • **89077** Ulm, Tel. 0731/18488-0 • Schwarz Computer Systeme GmbH, **92318** Neumarkt, Tel. 09181/48550 • K&L electronics GmbH, **95466** Weidenburg, Tel. 09278/98610-0 •

WORTMANN AG empfiehlt Windows 11 Pro für Unternehmen.

360° klappbares Display



Stift optional erhältlich

 **Windows 11**

* 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

IT-Mythen im Check

- 16 Nachhaltigkeit** So klimaschädlich ist IT wirklich
- 20 Betriebssysteme** Legenden zu Windows & Linux
- 24 Security** Passwörter & Co.: Wissen statt glauben
- 28 Hardware-Mythen** von Akku bis Yellow Dots

Windows 11: Abenteuer PC-Kauf

- 58 Systemanforderungen** von Windows 11
- 64 Gebraucht-PCs** Lotteriespiel Windows-Support

Schnelle SSDs mit 2 TByte

- 82 Im Test** 18 M.2-SSDs mit PCIe 4.0 und 5.0

Zigbee: Smart Home ohne Cloud

- 136 Zigbee2MQTT** vernetzt über 3300 Geräte

Test & Beratung

70 Kompakte Sony Alpha 7CR mit 61 Megapixel

71 Streaminglautsprecher mit Akku

72 Bierbrauen 4.0 mit Grainfather

75 Kino barrierefrei Untertitel und mehr per App

76 Podcast-Headset mit Kondensatormikrofon

76 Smarte Küchenwaage von Lidl

77 CPU-Kühler für Kompakt-PCs

77 Videobearbeitung Footage schneidet unter Linux

77 Dritte Hand Flexible Löt- und Bastelhilfe

78 Mit KI-Chip: Surface Laptop Studio 2

90 Intel Xeon w9 gegen AMD Threadripper 7000

94 Videobrillen Kino in der Jackentasche

98 Prepaidtarife zum Telefonieren und Surfen

104 ChatGPT mit Bild- und Sprachverarbeitung

166 Bücher Doom-Biografie, Leben mit Mobiltechnik

Aktuell

- 14 KI-Regulierung** Das bringt der EU-Kompromiss
- 32 Schufa** EuGH untersagt automatisches Scoring
- 34 Handel und Geld** Schlag gegen Geldwäscher
- 35 Windows 10** Länger Updates gegen Geld
- 36 Open Source** Hickhack um OpenPGP
- 37 Forschung** App gegen Arzneibetrug, Kernfusion
- 38 Neue CPUs** KI-Beschleuniger von Intel und AMD
- 40 KI-Blitzer** „Monocam“ erwischt Handysünder
- 42 Bit-Rauschen** KI-Konfusion bei AMD und Intel
- 43 Hardware** Mini-PCs mit Ryzen 8000
- 44 Soziales Netzwerk** Threads startet in der EU
- 45 Internet** Metas Messenger verschlüsselt E2E
- 46 Chatkontrolle** EU-Gesetz vorerst abgewendet
- 47 Spiele** Die Branche feiert ihre Besten
- 48 Web-Tipps** Suchhistorie, Klima für Kids, Konfetti

16 IT-Mythen im Check

Behauptungen über Computer und Technik ploppen im Alltag auf, verbreiten sich schnell und sind oft schwer zu prüfen. Wir sagen Ihnen, welche populären Gerüchte etwa über Streaming, Windows, Linux oder Passwörter wahr sind und welche nicht.

Wissen

- 52 **Rätsel** Genau hinschauen für smarte Thermostate
- 112 **Zahlen, Daten, Fakten** Sprachen im Internet
- 114 **Blockchain-Kritikerin** Molly White im Interview
- 118 **ESA-Satellit** für die Klimaforschung
- 122 **Reform für sichere Echtzeitüberweisungen**
- 128 **Security-Einführung für DevOps-Teams**
- 158 **Nur mit App: Ist Digitalzwang rechtens?**

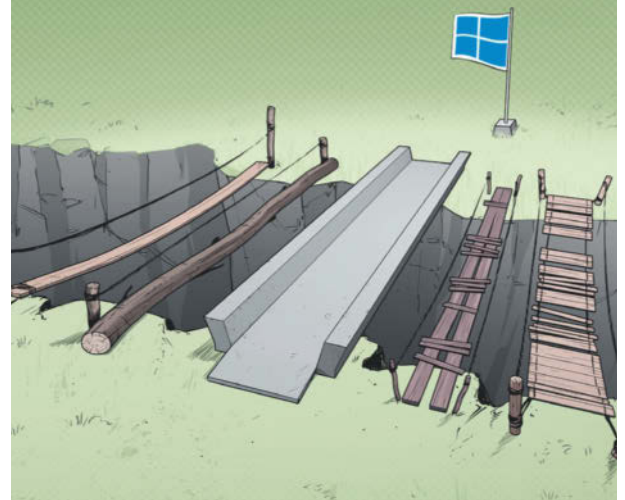
Praxis

- 134 **Smart TV** selbst reparieren
- 144 **Streaming-Controller** dynamisch programmieren
- 150 **Ansible** richtet Server automatisch ein

Immer in c't

- 3 **Standpunkt** Briefpost abschaffen!
- 8 **Leserforum**
- 13 **Schlagseite**
- 50 **Vorsicht, Kunde!** MacBook kriegt fremde Daten
- 162 **Tipps & Tricks**
- 164 **FAQ** Alles über Tablets
- 168 **Story** Bis zum letzten Axthieb
- 175 **Stellenmarkt**
- 176 **Inserentenverzeichnis**
- 177 **Impressum**
- 178 **Vorschau c't 2/2024**

58 Windows 11: Abenteuer PC-Kauf



Dass Windows 11 auf einem PC vorinstalliert ist, bedeutet noch lange nicht, dass er die Anforderungen dafür auch erfüllt. Stattdessen bietet der Handel sogar steinalte Rechner damit an. Gleich mitinstalliert: Drohungen durch Microsoft und technische Fallen.



144 **Python-Skript** kontrolliert Stream Deck & Co.



150 **Telerec't** Ansible-Setup im Baukastenprinzip

Kein Generalschlüssel

Standpunkt „eIDAS: Die Leere füllen die Lobbyisten“, c't 29/2023, S. 3

Die Grundannahme des Editorials für die Kritik an der EU teile ich nicht: fehlende öffentliche Diskussion. Die Habermasche Maxime von der diskursiven Demokratie hat dieser selbst relativiert. Sie führt genau zu dem, was die EU verhindern will: eine noch größere, unüberschaubare Vielfalt an Interessen und Meinungen. Eine noch kompliziertere Suche nach Lösungen für relevante Probleme ist die Folge, verbunden mit Verlängerungen der Entscheidungswege bei gleichzeitigem Zeit- und Perfektionsdruck.

Angesichts der Stärke von Lobbyisten, Parteien und Medien mit ihrer geballten Macht an Fachkompetenz, juristischer Potenz und finanzieller Macht sind heute ab einem Punkt leider nur noch die berühmten nächtlichen Zweier- oder Dreiergespräche der Regierungschefs in der EU üblich geworden. Die bloße Forderung dagegenzustellen, alles „öffentlich“ zu machen, führt aber andererseits zu einer Flut von Expertendiskussionen, die ihrerseits noch mehr Verfahren zu struktureller Reduktion von Komplexität notwendig machen.

Das Mantra „öffentlich“ als Generalschlüssel ist leider im Zeitalter der sozialen Medien und der Geschwindigkeit und Zugänglichkeit von Informationsaustausch eher ein Mittel, uns Laien – wer ist das nicht, außer in seinen wenigen Fachgebieten – und die Parlamentarier so zu verwirren, dass wir populistischen Vereinfachungen oder Lobbyisten erliegen bis hin zur Binsenwahrheit.

Repräsentative Demokratie ist ohne für uns selektierende und entscheidende Repräsentanten und Instrumente nicht möglich. Wir als Wähler haben leider zu wenige Mitbestimmungsmöglichkeiten bei den Strukturen und den Gremien dafür. Die EU hat ein Demokratiedefizit. Ihre Öffentlichkeitsarbeit ist unüberschaubar und uferlos.

Das ist für mich das Fazit des Artikels und des Editorials: transparente und immer wieder zur Abstimmung gestellte Strukturen zur Entscheidungsfindung zu finden, bei denen dennoch der Sachver-

stand der Lobbyisten und Experten zugelassen ist.

Dietrich Horstmann

Unbedeutender Unterschied

Fataler Fehler bei Netatmo-Sicherheitskameras, c't 29/2023, S. 14

Im Artikel zur fehlerhaften „Netatmo“-Kamera schreiben Sie: „Die Netatmo-App schlug fortan bei jeder Bewegung Alarm und lieferte immer weitere Aufnahmen einer fremden Familie, die offenbar ihrem alltäglichen Leben nachging und nicht ahnte, dass sie beobachtet werden konnte.“

Wie kann die Familie nicht ahnen, beobachtet zu werden, wenn sie sich doch bereitwillig eine Kamera in die Wohnung stellt, deren Aufnahmen zum Hersteller geleitet und dort verarbeitet werden? Ob nun der Hersteller (prinzipbedingt) vollen Zugriff auf die Aufnahmen hat oder ein Dritter, ist aus meiner Sicht ein eher unbedeutender Unterschied; nicht rechtlich natürlich, aber prinzipiell. Mit der Verarbeitung von Daten auf fremden Rechnern (Cloud) gibt man seine Privatsphäre bereits faktisch auf. Das sollte jedem bewusst sein.

Jan Bierbaum

Noch geklappt

Samsung erfüllt Lieferverpflichtung nicht, c't 29/2023, S. 52

Ich habe das bei einer Bestellung über Amazon auch erlebt. Es war ein Mini-PC für 399 Euro, der nur gegen einen Code,

der kurzfristig gesandt wurde, übergeben werden sollte. Die Lieferung erfolgte früher als erwartet und so war ich nicht zu Hause. Auch hier war eine erneute Lieferung nicht möglich. Die Ware ging sofort zurück. Nach einer Woche erfolgte die Gutschrift auf dem Kartenkonto.

Ich hatte Glück, weil schon am Sonntag der Blackweek bestellt, und so habe ich nach dem Hinweis auf die Stornierung erneut bestellt und den Liefersdienst streng beobachtet. Es hat geklappt und 150 Euro gespart. Die Gutschrift konnte ich wegen Monatswechsel allerdings nicht für den Kauf verwenden.

Gerhard Hempfer

Sinnfrei

So schlägt sich der Raspberry Pi 5 als PC-Ersatz, c't 29/2023, S. 102

Mir erscheint der Vergleich in jeder Hinsicht sinnfrei. Zum einen ist der verglichene Mini-PC durchaus überaltert mit einer vor 2020 erschienenen CPU. Zum anderen ist kein Raspi als Ersatz für einen Desktop angedacht gewesen, geschweige denn designt worden. Genauso wenig wie die NUCs und andere Mini-PCs jemals als Steuerrechner, Sensorkisten oder ähnliches gemacht wurden.

Am Pi kann ich ein ganzes Sammelurium Sensoren mit ein paar Dupont-Strippen per SPI, I2C oder 1-Wire anschließen. Das wird an einem PC, egal ob Mini oder normaler Klotz, deutlich aufwendiger. Der ist dafür auch überdimensioniert und im Dauereinsatz doch recht groß. Umgekehrt wird es mit einem Raspi



Der Vergleich zwischen Raspberry Pi und Mini-PC entfachte unter den Lesern eine rege Diskussion um dessen Sinnhaftigkeit. Die wurde vor allem von jenen bestätigt, die selbst schon verglichen haben.



Beförderung für die Augen.

Höchste Bildqualität, die man auf den ersten
Blick erkennt: FlexScan-Monitore von EIZO.
Mit viel Erfahrung entwickelt, aus hochwertigsten
Komponenten gebaut und perfekt justiert –
für das optimale Bild.
Mehr auf eizo.de/bildqualitaet



Working with the Best



schwierig, die Alltagsaufgaben eines PCs abzubilden.

Gewiss, man kann sich trefflich streiten, ob die Entwicklung zu immer mehr Power, die der Raspi nimmt, sinnvoll ist. Aber ein Vergleich zwischen dem Raspi und einem Voll-PC ist in meinen Augen ein Vergleich von Äpfeln und Birnen.

Baneus

Wir haben einen Mini-PC gesucht, der ungefähr so viel kostet wie der Raspi. Da es zu diesem Preis keinen aktuellen Mini-PC mit attraktivem x86-Prozessor gab, haben wir uns für ein älteres Modell entschieden. Genaueres dazu ist im Artikel nachzulesen.

Wieso sinnfrei?

Ich verstehe die Kritik an dem Vergleich nicht ganz. Wenn ich auf die Seite von dem Raspberry 5 gehe, steht da ganz groß: „The latest release of Raspberry Pi OS is made to get the most from Raspberry Pi 5. The newest version of our operating system delivers a superb desktop performance, making it an ideal computer for work, leisure, enterprise, and more.“ Das darf man doch ernst nehmen, oder?

Skowwi

Für mich sinnvoll

Ich habe den Raspi als Präsentationscompi. Auf Hütten gibt es oft Beamer mit HDMI-Eingang. Der PC für den Vortrag ist selbst mitzubringen. Der Raspi ist wesentlich leichter und kostengünstiger als ein Laptop. Und für die PowerPoint-Folien reicht sogar der 3+ mit Bluetooth-Minitastatur und Maus. So geht heutzutage „Grundkurs Skibergsteigen“ mit aktueller Lawinenkunde. Wenn man zum Beispiel auf die Heidelberger Hütte geht, sind das bis vier Stunden Aufstieg. Da spart man gerne 1,5 kg Computer.

ganz alter Hase

Unter Linux schwierig

Programme für die persönliche Dokumentenverwaltung, c't 29/2023, S. 126

Ich selbst habe vor kurzem den Sprung von der Ordnerablage hin zu einem Dokumentenmanagementsystem geschafft. Mein Favorit wäre eigentlich ecoDMS, da es als einziges System Linux unterstützt. Leider

Fragen zu Artikeln

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

Ab sofort bieten wir keine telefonische Hotline mehr an. Bitte senden Sie uns Ihre Fragen per E-Mail.

bringe ich als hauptberuflicher Linux-Serveradmin das Ding nicht unter Debian 12 zum Laufen. Die Installation läuft durch, der Dienst läuft, aber es wird auf keinem der angegebenen Ports gelauscht.

Weiterhin installiert die Software auf einem Server ohne GUI fast 2 GByte gtk- und qt-Pakete. Nachfrage beim Hersteller ergab, dass das wegen der Backup-Lösung nötig sei. Weiterhin richtet die Software sehr viele Accounts mit Standardpasswörtern „ecodms“ ein. Aus diesen Gründen bleibe ich erstmal bei CompuDMS.

Cornelius Amzar

An Dummheit nicht zu überbieten

Standpunkt „Gaia-X: Ein Opfer des Ressortprinzips“, c't 28/2023, S. 3

Neues Outlook überträgt Passwörter an Microsoft, c't 28/2023, S. 16

Doch, ich bin der Meinung, dass Trump hoffentlich die nächste Wahl gewinnt und dann Europa den Stecker zieht, damit unsere Politiker endlich mal merken, wie dumm es ist, sich mit über 3,9 Milliarden Euro abhängig von US-Tech-Firmen wie Microsoft oder Oracle zu machen. Dieser Deal ist an Dummheit nicht zu überbieten. Ich kann mich noch an diesen mutigen Oberbürgermeister von München erinnern, der es geschafft hatte, sich von Microsoft zu emanzipieren. Leider wurde ihm nur ein Bruchteil des Geldes bereitgestellt, das jetzt den US-Firmen hinterhergeworfen wird. Und natürlich ging dieses Vorhaben in München schief, dank der unermüdlichen Arbeit von Microsoft.

Dazu passt der Artikel zu den Outlook-Passwörtern. Microsoft greift massiv in den Datenschutz ein. Und unsere Bundesregierung unterstützt das Ganze noch. Vielleicht wird sich dieses Vorgehen noch rächen. Es ist ein Unding von Microsoft, dass solche Daten in Reinform übertragen werden. Eigentlich kann man dazu nur

noch sagen, so viel Abstand wie möglich von Microsoft zu halten.

Siegfried Anton

Vor der Kamera auspacken

Wie Amazon-Kunden zu Betrugsopfern werden, c't 28/2023, S. 56

Auf diese Masche bin ich bei Amazon auch schon gestoßen. Auffällig war, dass es sich um wertvolle und gut absetzbare Ware handelt. In meinen Fall war es eine Apple Watch, die im Original-Prime-Paket ankommen sollte. Das Paket war unbeschädigt und sollte auch mit dem Einmalpasswort ausgehändigt werden.

Auffällig war, dass der Fahrer erst ganz spät am Abend aufkreuzte und sich ganz schnell vom Acker machte. Im Paket war nämlich nicht die bestellte Uhr, sondern ein Dreierpack Herrensocken und das auch noch mit falscher Größe. Gewicht und Größe des Pakets deuteten nicht auf den falschen Inhalt hin.

Die Reklamation und Regulation erfolgte dann über mehrere Wochen und Eskalationsstufen. Seitdem werden alle Pakete vor der Ring-Kamera an der Tür ausgepackt beziehungsweise dabei auch mit dem iPhone gefilmt. Und teure Tech-Sachen werden nicht mehr bei Amazon bestellt.

Oliver Luda

Wir freuen uns über Post

✉ **redaktion@ct.de**

🗨 **c't Forum**

📘 **c't Magazin**

✂ **@ctmagazin**

📷 **ct_magazin**

📧 **@ct_Magazin**

🌐 **c't magazin**

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

Antworten sind kursiv gesetzt.

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

heise +

ct

iX

Mac&i

Make:

MIT
Technology
Review
Das Magazin für Innovation 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



MIT **Mac & i** IMMER AM BALL

2× Mac & i mit 35 % Rabatt testen!

Mac & i – Das Magazin rund um Apple

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

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



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



Jetzt bestellen:

www.mac-and-i.de/miniabo

✉ leserservice@heise.de ☎ 0541 80009 120

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



Weitere Schlagseiten auf ct.de/schlagseite

Grenzen für die künstliche Intelligenz

KI-Gesetz: Das bringt der EU-Kompromiss

Nun steht das Regelwerk, das die entfesselte Macht von künstlicher Intelligenz einhegen soll – zumindest in Europa. In Brüssel feierten sich die Verhandler. Doch ob das Gesetz wirklich die Bürger schützen kann, ohne Innovation abzuwürgen, fragen sich nicht nur Vertreter der IT-Branche.

Von Falk Steiner

Fast drei Jahre lang dauerte es, bis sich in der EU alle relevanten Organe auf einen finalen Text der neuen KI-Verordnung, (Artificial Intelligence Act, AI Act) geeinigt hatten. Die finalen Verhandlungen zwischen Vertretern des EU-Rats, des Parlaments und der Kommission liefen um den Nikolaustag unter Hochdruck. Fast drei Tage und Nächte am Stück tagte man im intransparenten Trilogformat hinter verschlossenen Türen. Dennoch behaupteten Teilnehmer später, dass etwas Tolles entstanden sei, trotz Übermüdung und Erschöpfung.

Aus dem vorerst nur mündlich vorgestellten Kompromiss lässt sich das kaum schließen. Der AI Act lässt viele Fragen unbeantwortet, und er enthält einige seltsame Kompromisse. Dennoch dürfte er die Zukunft von KI in Europa stark beeinflussen, weil er sehr breit wirken wird: Das Gesetz reguliert sowohl die Entwickler- und Herstellerseite als auch diejenigen, die KI-Systeme einsetzen wollen.

Die EU-Kommission hat ihre KI-Verordnung schon im ersten Entwurf als sogenannte horizontale Regulierung konzipiert, also als allumfassendes Gesetz. Sie beschränkt sich nicht auf spezifische Anwendungsbereiche. Ob smarterer Kühlschrank, Polizeiarbeit oder Werkstoffprü-

fung: Jede Form sogenannter künstlicher Intelligenz soll erst einmal abgedeckt sein, also auch viele algorithmische Systeme.

Bei der zugrundeliegenden Definition von KI orientiert sich das Gesetz an der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD). Deren AI-Sparte entwickelte folgende Definition: „Ein KI-System ist ein maschinengestütztes System, das für explizite oder implizite Ziele aus den Eingaben, die es erhält, ableitet, wie es Ausgaben wie Vorhersagen, Inhalte, Empfehlungen oder Entscheidungen generieren kann, die physische oder virtuelle Umgebungen beeinflussen können.“

Erst in einem zweiten Schritt unterteilt die Verordnung je nach Risiko KI in vier unterschiedliche Stufen. Hier geht es um jene Risiken, die mit der jeweiligen Anwendung einhergehen könnten, für den Einzelnen, aber auch die Gesellschaft insgesamt.

Minimale Gefahr bis Hochrisiko

Die unterste Stufe gilt, wenn vom Einsatz nur minimale Risiken erwartet werden müssen. Für diese Stufe sieht die KI-Verordnung keine Pflichten vor. Als Beispiele nennt die EU KI-gestützte Empfehlungssysteme oder Spamfilter.

Systeme mit „spezifischen Transparenzrisiken“, wie die EU sie nennt, müssen einige Kriterien erfüllen. Gemeint sind

damit beispielsweise Chatbots. Die können zwar Falschinformationen verbreiten oder unflätig antworten. Doch eine gefährliche Auswirkung hat das nach Ansicht der EU nicht. Für sie sieht die KI-Verordnung vorwiegend Transparenzpflichten vor: Ihre Anbieter müssen sie deutlich als KI-Systeme kennzeichnen.

Die höhere Stufe gilt für sogenannte Hochrisikosysteme. In einem Anhang zur Verordnung listet der Gesetzgeber risikobehaftete Zwecke konkret auf. Darunter fällt etwa, wenn KI in kritischen Infrastrukturen, zur Erfolgsmessung in Bildungsinstitutionen, für Bonitätsprüfungen oder bei der behördlichen Zumessung von wesentlichen Leistungen läuft, zum Beispiel bei einer Anspruchsprüfung nach dem Sozialrecht.

Hochrisikosysteme unterliegen den meisten Pflichten: Sie müssen auf Kriterien wie Transparenz, Datenqualität und Nachverfolgbarkeit von Entscheidungen, Cybersicherheit und Kontrolle durch Menschen hin geprüft werden. Bei jeder maßgeblichen Veränderung muss der Anbieter sein System erneut prüfen lassen. Vor Abschluss der Konformitätsprüfung dürfen die Systeme nicht benutzt werden.

Grundsätzlich verboten?

Auf der vierten Stufe hat sich die EU auf eine Liste grundsätzlich verbotener Sze-

Erschöpfte Verhandler: Die beiden Parlamentsabgeordneten Dragos Tudorache (links, Fraktion Renew) und Brando Benifei (S&D) erläutern zusammen mit der spanischen Digital-Staatssekretärin Carme Artigas und Binnenmarktskommissar Thierry Breton den Kompromiss.



Bild: EU

narien geeinigt. Hier geht es etwa ums Social Scoring, also das Bewerten von Menschen anhand von Verhaltensdaten oder persönlichen Merkmalen. Auch das Scraping von Gesichtsdaten aus öffentlich zugänglichen Fotoquellen oder aus Videos, um damit Gesichtsdatenbanken aufzubauen, wird untersagt. Ebenso verboten soll Emotionserkennung in bestimmten Bereichen sein, etwa in Bildungsstätten oder am Arbeitsplatz.

Allerdings sieht der Kompromiss eine hoch umstrittene Ausnahme vor: In bestimmten Fällen sollen Strafverfolger verbotene KI nutzen dürfen, um anhand biometrischer Merkmale mit öffentlichen Kameras live nach Verdächtigen zu suchen. Insbesondere Frankreich, das 2024 die nächsten olympischen Sommerspiele in Paris austrägt, hatte das vehement gefordert. Die Verhandler einigten sich am Ende auf einen Katalog von 16 Straftaten, für die eine Fernerkennung von Verdächtigen oder Opfern mithilfe von KI erlaubt ist.

Grundsätzlich soll sie nur mit Richter-vorbehalt zulässig sein. Die richterliche Entscheidung können Strafverfolger aber bei Gefahr im Verzug auch später noch einholen. Auch eine nachträgliche biometrische Auswertung ist dem Kompromiss zufolge möglich, wenn es um die Suche nach Tatverdächtigen geht. Diese Ausnahmeregelungen stoßen auf Kritik von Bürgerrechtlern. Als „potenzielle Schlupflöcher“ bezeichnet sie etwa die Organisation AlgorithmWatch.

Allzweck-KI mit Spezialrechten

Ein wesentlicher Grund dafür, dass sich die Gesetzgebung so lange hingezogen hat, ist der Siegeszug von generativen KI-Systemen wie GPT (Sprache) und Midjourney (Bilder). Er zeigte dem anwendungsbezogenen Ansatz im ersten Gesetzentwurf seine Grenzen auf, denn es handelt sich um Allzweck-KI, die in diversen Umgebungen jeweils unterschiedlich eingesetzt wird. Lange war unklar, ob das Gesetz hier überhaupt eingreifen sollte.

Nun hat man sich für diese sogenannten „General Purpose AI-Models“ auf Transparenzpflichten geeinigt. Insbesondere sollen die Trainingsdaten der KI-Modelle offengelegt werden. Außerdem müssen Anbieter der Modelle diejenigen, die sie einsetzen, darüber informieren. OpenAI etwa müsste Microsoft über GPT-4 für dessen BingBot aufklären.

Unter die Allzweck-KI-Vorschriften fallen große, generative Systeme wie

Die KI-Verordnung erlaubt KI-gestützte Videoüberwachung (wie hier in einem Modellprojekt am Hamburger Hansaplatz) zur Verfolgung von schweren Straftaten.



Bild: Christian Charisius/dpa

GPT-4 oder LLaMA 2, aber auch Mistral 8x7B aus Frankreich und die Versuche von Aleph Alpha, mit ihrem Sprachmodell Luminous eine AGI, also eine generische Intelligenz, künstlich zu erzeugen. Eine Ausnahme bildet nicht kommerzielle Open-Source-Software: Deren Entwickler müssen sich grundsätzlich nicht den Regeln der KI-Verordnung unterwerfen. Wer deren Modelle und Software einsetzt aber sehr wohl.

Eine weitere Bedingung haben sich die Verhandler noch kurz vor Toresschluss ausgedacht, und zwar für Modelle, deren Training besonders viel Rechenpower erfordert. Konkret geht es um mehr als 10²⁵ FLOPS, also 10 Quadrillionen Fließkommaoperationen pro Sekunde, die für die Generierung eingesetzt wurden. Das betrifft GPT-4, vielleicht auch Googles Gemini, schätzt die EU-Kommission. Die Hersteller dieser Modelle müssen über Sicherheitsvorfälle Bericht erstatten, das Risiko einschätzen und über den Energieverbrauch informieren.

Risiko Produkthaftung

Spätestens im April soll die KI-Verordnung in Kraft treten, nachdem sie vom EU-Parlament und vom Rat endgültig abgesegnet wurde. Die ersten Vorschriften gelten dann bereits sechs Monate später. Nach einem Jahr sollen Allzweck-KI-Modelle den neuen Regeln unterliegen, nach zwei beziehungsweise drei Jahren die Pflichten für Hochrisikosysteme greifen. Unternehmen, die die Vorschriften nicht einhalten, werden mit Geldstrafen bedroht. Die Geldbußen können bis zu sieben Prozent des weltweiten Jahresumsatzes für Verstöße gegen das Verbot von KI-Anwendungen und bis zu drei Prozent für Verstöße gegen andere Verpflichtungen betragen.

Ein höheres finanzielles Risiko könnte sich für Unternehmen aus der Produkthaftung ergeben. Würde beispielsweise eine KI-Steuerung im Stromnetz Schäden bei Endverbrauchern anrichten, kann sich der Netzbetreiber nicht einfach auf die KI herausreden. Er könnte für sie haftbar sein, und müsste seinerseits den Anbieter der verwendeten KI oder des Produkts mit integrierter KI in Regress nehmen. Die KI-Verordnung greift ein, indem sie Mindestanforderungen an KI-Systeme aufstellt. Wer sich nicht an diese hält, haftet mit erhöhter Wahrscheinlichkeit.

Eine ursprünglich geplante KI-spezifische Haftungsregulierung wird es vor der Europawahl im Juni 2024 nicht mehr durch das Gesetzgebungsverfahren in Brüssel schaffen. Um keine allzu große Lücke entstehen zu lassen, ist die Haftung für KI Mitte Dezember in der allgemeinen Produkthaftungsrichtlinie vorerst mit geregelt worden: Auch Software wird als Produkt oder Bestandteil von Produkten gelten.

Die deutsche Wirtschaft lässt deshalb kaum ein gutes Haar am Kompromiss. Iris Plöger, Geschäftsführerin des Bundesverbands der Deutschen Industrie (BDI), kritisierte: „Gemeinsam mit der Produkthaftungsrichtlinie, die die Beweislast zwischen Herstellern und Verbrauchern von KI umzukehren droht, ergibt sich eine überproportionale Belastung der Unternehmen im KI-Ökosystem.“ Bernhard Rohleder, Geschäftsführer des IT-Branchenverbands Bitkom, stimmte ein: „Die EU bindet den Unternehmen einen regulatorischen Klotz ans Bein. Das Risiko ist groß, dass europäische Unternehmen durch nicht praxistaugliche Vorhaben der rasanten technologischen Entwicklung künftig nicht folgen können.“ (hob@ct.de) **ct**

IT-Mythen im Check

c't prüft Gerüchte um nachhaltige Technik,
Betriebssysteme, Sicherheit und Hardware






Einleitung	Seite 16
Betriebssysteme	Seite 20
Security	Seite 24
Hardware	Seite 28

Laser- oder Tintendrucker? Linux, macOS oder Windows? Zu solch grundsätzlichen Fragen geistern oft einfache Antworten herum, die sich bei näherem Hinsehen aber gern mal als falsch entpuppen. Auf den folgenden Seiten räumen wir mit populären IT-Mythen auf.

Von Greta Friedrich

Wenn es um Computertechnik geht, sind viele Menschen Experten – oder glauben das zumindest. Schließlich nutzen sie täglich Smartphone, Notebook und den PC am Arbeitsplatz, geben Passwörter ein und bezahlen digital. In Gesprächen sind technische Feinheiten daher ein häufiges Thema, ob in der Familie, im Büro oder im Freundeskreis. So verbreitet sich jedoch nicht nur Wissen, sondern auch Fehleinschätzungen halten sich hartnäckig.

Einige gängige Behauptungen wollen wir in den folgenden Artikeln untersuchen. Nicht zum ersten Mal schauen wir in die IT-Gerüchteküche [1, 2, 3], doch manche Mythen sind einfach nicht totzukriegen und andere entstehen neu. So stellt sich mit dem aktuellen KI-Hype die Frage, ob die Technik ein Energiefresser ist – wir antworten weiter unten. Für den IT-Mythen-Check haben wir aus dem weiten Themenfeld die Bereiche Nachhaltigkeit, Betriebssysteme, Sicherheit und Hardware ausgewählt. Um Ihnen einen schnellen Überblick zu geben, haben wir die Mythen jeweils mit einem Pfeil versehen:  für wahr,  für falsch und  für „kommt drauf an“.


Gleich nach dieser kurzen Einleitung geht es um Fragen der Nachhaltigkeit, etwa: „Ist Streaming klimaschädlicher als CDs oder DVDs?“ und „Was ist ökologischer, ein Mini-PC oder ein Notebook?“. Es folgt der Abschnitt Betriebssysteme (S. 20), der sich mit Linux- und Windows-Mythen befasst und unter anderem erklärt, ob eines der beiden Systeme sicherer ist als das andere.

Das Kapitel Sicherheit (S. 24) umfasst Themen wie Passwörter, digitales Bezahlen, anonymes Surfen und Smart-TVs.

Den Abschluss bildet der Bereich Hardware (S. 28): Hier geht es um Glauben und Aberglauben zu der Alterung von SSDs, der Effizienz von Prozessoren und den Druckkosten von Laserdruckern. Ob letztere tatsächlich über Ausdrucke identifiziert werden können, beantworten wir ebenfalls.

Nach der Lektüre können Sie bestimmen den einen oder anderen Stammtisch-Mythos von der Theke wischen oder aber mit Hintergrundinformationen unterfüttern. Sollten Ihnen noch mehr Mythen einfallen, die wir unbedingt näher betrachten sollen, schreiben Sie uns gern an mythen@ct.de.

Streaming ist klimaschädlicher als CDs/DVDs

 Wie klimaschädlich Streaming ist, hängt davon ab, in welcher Qualität, wo und auf welchem Gerät man streamt. Das Rechenzentrum, die Datenübertragung und das Endgerät benötigen Energie, beeinflusst auch von der Abspielqualität. Für eine CO₂-Bilanz des Streamings muss man außerdem den jeweiligen Strommix berücksichtigen und den gesamten Lebenszyklus der genutzten Server, Leitungen und Geräte. Allgemeingültige Zahlen zu erheben, ist daher kaum möglich [4] – einige klare Anhaltspunkte gibt es dennoch.

Beim Endgerät gilt: Je größer der Bildschirm, desto mehr Energie ist nötig. Hier ist also das Smartphone die energiesparendste Wahl, dicht gefolgt von Tablet und Laptop. Fernseher dagegen brauchen deutlich mehr Energie; laut einem Hintergrundpapier des Borderstep-Instituts von 2020 [5] ist es daher zum Beispiel energiesparender, in SD-Auflösung auf einem kleinen Bildschirm zu streamen, als auf einem 50-Zoll-Fernseher eine


DVD abzuspielen oder lineares Fernsehen zu sehen.

Je höher die Qualität von Audio und Video, desto energieintensiver ist das Streaming. Laut dem Borderstep-Institut benötigt man für eine Stunde Videostreaming im Festnetz in niedriger HD-Qualität (720p) auf einem 65-Zoll-Fernseher circa 280 Wattstunden an Energie. Das entspräche CO₂-Emissionen von circa 130 Gramm, also in etwa dem, was ein sparsamer Mittelklassewagen laut ADAC auf nur einem Kilometer Fahrt ausstößt. In 4K-Videoqualität sei auf demselben Gerät mehr als viereinhalbmal so viel Energie nötig, so Borderstep. Der Mehraufwand entsteht vor allem bei Netzen und Rechenzentren, denn mit der Auflösung steigt auch die Datenrate (und die Datenmenge insgesamt).

Auch der Weg, den die Daten vom Server auf das Endgerät nehmen, beeinflusst den Streaming-Energieaufwand enorm. Optimalerweise streamt man über das Festnetz, also im WLAN oder per LAN-Kabel. Übers Mobilfunknetz ist deutlich mehr Energie nötig – das gilt zum Beispiel auch für das WLAN in Zügen, denn dort wird der Internetzugang über den Mobilfunk hergestellt. Anders ist es etwa beim ICE-Portal der Deutschen Bahn, dessen Inhalte lokal an Bord gespeichert sind und nicht über das Internet gestreamt werden.

So sparen Sie Energie beim Medienkonsum: Wählen Sie in den Einstellungen Ihres Streamingdienstes eine niedrigere Auflösung und schalten Sie die Autoplay-Funktion ab. Musik und Filme für unterwegs sollten Sie vorher übers Festnetz herunterladen. Streamen Sie außerdem auf einem möglichst kleinen Bildschirm. Wenn es für einen Filmabend doch der Fernseher sein soll, schauen Sie darauf lieber lineares Fernsehen oder eine DVD anstatt zu streamen. (gref@ct.de)

Technikprodukt XY ist klimaneutral

 Wenn man kurz nachdenkt, sollte klar sein, dass kein Produkt im Wortsinn klimaneutral sein kann, also keine Treibhausgasemissionen verursacht. Das gilt selbst im unwahrscheinlichen Fall, dass alle Komponenten mithilfe von Ökostrom hergestellt und transportiert werden könnten. Denn auch die Solarzellen und Windräder für den Ökostrom müssen ir-



Apple bezeichnet seine Apple Watch als CO₂-neutral, Umweltschützer bezeichnen das als Greenwashing.

gendwie entstehen. Bei komplexen Produkten wie Smartphones mit Tausenden Zulieferern und Dutzenden Rohstoffen ist Klimaneutralität unmöglich.

Tech-Konzerne werben wie viele andere trotzdem damit, zum Beispiel bezeichnet Apple seine Smartwatches als CO₂-neutral. Dahinter stecken meist simple Rechentricks, im Fall von Apple vor allem zwei: Da viele Apple-Zulieferer zumindest ein wenig Ökostrom verwenden, kann Apple diesen in der Klimabilanz den Uhren zuschieben. Der Rest der Produktion wird dadurch allerdings schmutziger und ohnehin ist Apples Definition von „erneuerbarer Energie“ großzügig (siehe c't 23/2022, S. 118). Außerdem kauft Apple – wie viele andere – Zertifikate, um die restlichen Emissionen auszugleichen. Die basieren auch auf Walschutzprojekten, also der These, dass irgendjemand eigentlich einen Wald abholzen wollte. Umweltschützer bezeichnen die Apple-Werbung deshalb als Greenwashing (siehe c't 23/2023, S. 49).

Die EU will jedenfalls Werbeaussagen wie „klimaneutral“ und „CO₂-neutral“ verbieten, wenn diese auf Ausgleichszertifikaten beruhen. „Solche Behauptungen sollten unter allen Umständen untersagt sein, [...] da sie Verbraucher in die Irre führen“, heißt es in einer Einigung zwischen EU-Parlament und Mitgliedsstaaten. Die Regeln werden wohl erst 2026 in Kraft treten.

(cwo@ct.de)

Computer und Smartphones leben immer kürzer

↓ „Immer mehr Menschen kaufen schon nach wenigen Jahren neue Rechner und Smartphones“ – dieser Eindruck täuscht. Im Gegenteil verlängern sich die mittleren Nutzungszeiten von Desktop-PCs, Notebooks und Smartphones schon seit einigen Jahren. Der Branchenverband Bitkom veröffentlichte Anfang 2023 eine Umfrage zu Smartphones, laut der immer mehr Privatleute ihre Geräte länger als zwei Jahre behalten. Der Anteil betrug allerdings nur 23 Prozent, wuchs aber im Vergleich zu früheren Jahren deutlich. Auch Desktop-PCs und Notebooks werden im Durchschnitt eher länger genutzt als noch vor einigen Jahren, viele Geräte halten länger als sechs Jahre durch.

(ciw@ct.de)

Ein Mini-PC ist ökologischer als ein Notebook

↑ Es stimmt: Wenn Sie einen Computer kaufen möchten, der die Umwelt möglichst gering belastet, greifen Sie am besten zu einem Mini-PC. Dieser besteht aus viel weniger Material als ein „normal großer“ Desktop-PC und verzichtet im Unterschied zu Notebooks unter anderem auf Akku, Display und Tastatur. Viele Mini-PCs sind mit sparsamen Mobilprozessoren bestückt, allerdings schlucken sie trotzdem mehr Strom als Notebooks. Doch das ist einerseits sehr viel weniger als bei den meisten Desktop-PCs und andererseits belastet die Herstellung eines Rechners (außer bei manchen Servern) die Umwelt deutlich stärker als die Nutzungs-

Ein Mini-PC belastet die Umwelt weit weniger als ein „normal großer“ Desktop-PC.



phase, was wieder für die Mini-PCs spricht.

(ciw@ct.de)

KI ist ein Stromfresser

➔ Als Argument gegen künstliche Intelligenz (KI) heißt es oft: „KI-Algorithmen brauchen viel Rechenleistung und treiben damit den Energiebedarf von Computern und Rechenzentren durch die Decke.“ Das kann man aber nicht pauschal sagen, denn es gibt sowohl sehr sparsame KI-Rechenwerke als auch stromfressende KI-Ungeheuer. Ein Alltagsbeispiel für sparsame KI sind die Bildoptimierungsfunktionen von Smartphones. Auch in Rechenzentren laufen schon seit Jahrzehnten KI-Algorithmen, etwa bei der Google-Suche. Die zurzeit viel diskutierten generativen KI-Systeme wie ChatGPT benötigen aber sehr viel Rechenleistung und schlucken bislang wesentlich mehr Strom als ältere Systeme [6].

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

Literatur

- [1] Lutz Labs et al., IT-Mythen im Check: c't-Labor statt Bauchgefühl, c't 24/2017, S. 66
- [2] Peter König, Dorothee Wiegand et al., IT-Mythen aufgeklärt: Die Wahrheit über Hardware, Windows, Internet & Co., c't 19/2014, S. 90
- [3] Gerald Himmelein, Ronald Eikenberg et al., PC-Mythen aufgeklärt: „Windows wird immer langsamer“ und andere Legenden, c't 5/2011, S. 84
- [4] Christof Windeck, Christian Wölbert, Streamen ohne Schuldgefühle, Klimaschutz: Was Nutzer tun können, c't 6/2020, S. 66
- [5] Dr. Ralph Hintemann und Simon Hinterholzer (2020), Videostreaming: Energiebedarf und CO₂-Emissionen, Borderstep: heise.de/s/gO882 (PDF)
- [6] Christof Windeck, Mücke oder Elefant?, Weshalb sich der KI-Stromverbrauch schlecht einschätzen lässt, c't 26/2023, S. 58

Hintergrundpapier von Borderstep und weitere Informationen: ct.de/yczt

Agile Softwareentwicklung im Unternehmen

**Grenzen überwinden:
Von der Software- zur Produktentwicklung**



25. Januar 2024 – Online Deep Dive

Die Online-Konferenz zeigt am 25. Januar 2024, was die agile Softwareentwicklung heute leisten kann, wo sie an ihre Grenzen stößt und wie ein produktorientiertes Vorgehen hilft, diese Grenzen zu überwinden. Highlights aus dem Programm:

- Mehr Outcome wagen! Wie man der Build Trap entrinnt ...
- Die Relevanz von Softwarearchitektur
- Bits und Bauklötze: Agile Entdeckungsreisen durch Gebäude und Architektur
- Guerilla Product Discovery

Jetzt
**Frühbuche-
ticket**
sichern!

Workshop am 23.2.2024:
Product-Discovery-Techniken für Entwickler:innen

asu.inside-agile.de

PRODUCT OWNER DAYS

So geht agiles Produktmanagement besser

12./13. März 2024 – Köln

Produkte sollen **Kunden begeistern**. Product Owner und Produktmanagerinnen spielen eine entscheidende Rolle, um dieses Ziel zu erreichen.

Die Product Owner Days bieten eine einzigartige Gelegenheit zum **Networking**, **Wissensaustausch** und zur **Inspiration**. Triff Gleichgesinnte, diskutiere Best Practices und lass dich von führenden Experten inspirieren.

Themen, die im Fokus stehen:

- User Research
- Product Discovery, Product Economics
- Agiles Projektmanagement
- Product Roadmaps
- Erfolgreiche Produktvisionen und -strategien

Wir laden dich herzlich zu den **Product Owner Days** ein und freuen uns darauf, dich am 12./13. März in Köln begrüßen zu dürfen!



Jetzt
**Frühbuche-
ticket**
sichern!



Bild: Andreas Martini

Betrübs-Systeme

Mythen zu Windows und Linux

Windows ist unsicher und jede zweite Version doof. Linux dagegen ist viel sicherer, obwohl – oder weswegen – es keine Updates braucht. Und wie war das mit dem Spielen und Linux? Ganz so einfach ist das alles nicht, wir klären über Fehlschlüsse auf.

Von Jörg Wirtgen

Eine SSD muss getrimmt werden

➔ Muss sie tatsächlich! Aber: Windows tut das seit Windows 7 regelmäßig ganz von selbst. Ausnahmen gibt es äußerst selten und dann am ehesten bei uralten SATA-Controllern, die das TRIM-Kommando noch gar nicht kennen – also mindestens 12, eher 15 Jahre alt sind.

Sind Betriebssystem, Treiber und SSD TRIM-fähig, merkt sich das System, wann immer Daten gelöscht werden, und teilt dies in Abständen von ein paar Tagen bis Wochen der SSD mit, damit diese Speicherbereiche beim nächsten Schreibzugriff schneller bereit stehen. (jss@ct.de)

Windows spioniert

➔ Dieser Mythos lässt sich seriös weder vollständig beweisen noch gänzlich widerlegen. Allerdings stecken in ihm gleich mehrere Vorwürfe, sodass es schon weiterhilft, sich klarzumachen, was „Spionage“ eigentlich bedeuten soll.

Gerne wird fälschlicherweise als Spionage bezeichnet, dass Windows Telemetriedaten (bei Microsoft „Diagnosedaten“ genannt) erhebt. In der Tat sammelt Windows eine bemerkenswerte Menge an Daten, speziell dann, wenn der Nutzer gar nichts unternimmt, um deren Erhebung zu reduzieren. Mit eben diesen Maximal-einstellungen können die Diagnosedaten auch Dokumentinhalte, Bilder, persönliche Daten und Ähnliches enthalten. „Spionage“ ist das allerdings schon deshalb nicht, weil Microsoft ganz offen ankündigt, diese Daten zu erheben – und auch ein Tool bereitstellt, mit dem man sich die Datenberge im Klartext anschauen kann.

Etwas komplizierter wird es beim Verdacht, Windows könnte ja auch unabhängig von irgendwelchen Telemetriedaten

spionieren. Beispielsweise könnte es Firmendokumente, Chatverläufe, Fotosammlungen und so weiter an Microsoft, irgendwelche Geheimdienste oder sonstige fragwürdige Institutionen weiterleiten. Das aber dürfte jedem nur halbwegs aufmerksamen Admin anhand von exzessivem Netzwerkverkehr auffallen.

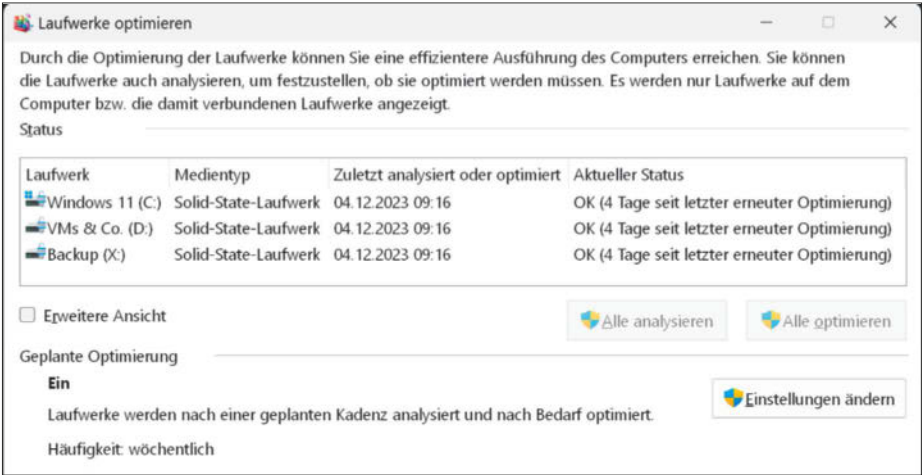
Zudem gibt es die immer wieder geäußerte Vermutung oder Befürchtung, Windows sei versehentlich oder auch absichtlich mit Massen von Sicherheitslücken gespickt, die nur bestimmten Geheimdiensten bekannt, ansonsten aber noch nicht aufgefallen seien. Diese Lücken könnten gezielt zur Spionage ausgenutzt werden.

Anhand der IT-Security-Nachrichten der vergangenen paar Jahre werden zwei Dinge schnell klar. Erstens: Ja, solche Sicherheitslücken haben in der Vergangenheit immer wieder mal existiert und auch katastrophale Schäden verursacht. Davon auszugehen, dass das auch weiterhin so ist, ist also nicht paranoid, sondern durchaus naheliegend. Zweitens ist das Problem leider nicht auf Windows begrenzt – prominentes und relativ aktuelles Beispiel: Die Spyware Pegasus der israelischen Firma NSO Group zielt auf Android und iOS.

Ein Beispiel für eine Windows-Lücke mit trauriger Berühmtheit ist der von der NSA entwickelte Exploit EternalBlue. Er wurde nicht nur durch den Geheimdienst selbst in unbekanntem Ausmaß eingesetzt, sondern zwischenzeitlich durch die Cybercrime-Gruppe The Shadow Brokers erbeutet und veröffentlicht – womit der Exploit plötzlich auch für andere Institutionen sowie Kriminelle weltweit verfügbar war. Die Malware-Familien WannaCry, Petya und NotPetya fußten beispielsweise auf EternalBlue. (jss@ct.de)

Man muss seine Festplatte defragmentieren

➡ Kein Mythos, sondern eine Tatsache, aber für SSDs heutzutage irrelevant. Festplatten hingegen erzielen eine bessere Performance, wenn man sie defragmentiert. Daten werden dort selten vollständig am Stück auf den Datenträger geschrieben, sondern auf Blöcke verteilt, die frei und physisch in der Nähe sind. Je nach Dateigröße, freiem Speicherplatz und aktuellem Fragmentierungszustand kann eine Datei vielleicht auf drei, vier oder auch auf viele tausend Fragmente verteilt



Windows führt die „Optimierung“ der Massenspeicher automatisch durch. Bei SSDs ist das im Allgemeinen das Trimmen, bei HDDs eine Defragmentierung.

sein. Beim Lesen der Datei schwächt das die Performance, weil eine Festplatte jedes Mal ihren Schreib-Lese-Kopf mechanisch neu positionieren muss.

Beim Defragmentieren werden Dateien am Stück auf den Datenträger geschrieben. Windows defragmentiert Festplatten automatisch einmal pro Woche, was man im Tool „Laufwerke optimieren“ anpassen kann. (jss@ct.de)

Falsche Einträge in der Registry bremsen Windows

⬇ Wenn Windows lahm läuft oder ewig zum Starten braucht, ist die Registry ein eher unwahrscheinlicher Ort für die Lösung. Naheliegender ist es, in der Autostart-Verwaltung im Task-Manager nachzusehen, ob unnötige Tools oder Ähnliches mitgestartet werden – probieren Sie dort einfach ein wenig herum, den einen oder anderen Eintrag abzuschalten. Fehlen dadurch wichtige Funktionen nach einem Neustart, aktivieren Sie den Eintrag einfach wieder. Tiefer in die Materie einsteigen können Sie mit dem Tool „Autoruns“ aus Microsofts Sysinternals-Werkzeugset.

Die Registry zu „reinigen“ oder zu „optimieren“, ist wirklich ein sehr alter Schinken. Zwar stimmt es, dass verwaiste Einträge beim Systemstart ebenfalls aufgerufen werden. Zeigen die ins Leere, springt Windows aber einfach zum nächsten Eintrag – selbst Tausende veraltete Einträge führen allenfalls zu einer Verzögerung im Milli- oder gar Mikrosekundenbereich. (jss@ct.de)

Jedes zweite Windows taugt nichts

⬇ Gemeint ist üblicherweise, dass die Windows-Versionen 98 Second Edition, XP und 7 als gelungen empfunden wurden und jeweils als nächstes Flops folgten: die Millennium Edition (ME), Vista und 8. Das hat mit der Realität allerdings nur bedingt zu tun, denn vorher, zwischendurch und danach erschienen viele weitere Windows-Versionen. Die Tabelle zeigt nur eine karge Auswahl, die Server und die vielen Windows-10- und -11-Versionen fehlen beispielsweise. Letztlich handelt es sich bei der Geschichte über „jedes zweite Windows“ aber ohnehin

Windows-Versionen (Auswahl)

Name	Verkaufsbeginn
Windows 1	1985
Windows 2	1987
Windows 3	1990
Windows NT 3.1	1993
Windows NT 3.5	1994
Windows 95	1995
Windows NT 4.0	1996
Windows 98	1998
Windows 98 Second Edition („98 SE“)	1999
Windows 2000	2000 (Februar)
Windows Millennium Edition („ME“)	2000 (September)
Windows XP	2001
Windows XP Professional x64 Edition	2005
Windows Vista	2007
Windows 7	2009
Windows 8	2012
Windows 8.1	2013
Windows 10	2015
Windows 11	2021

weniger um einen Mythos als vielmehr um einen Witz in Onlineforen. (axv@ct.de)

Linux ist sicherer als Windows

➔ So pauschal kann man das nicht sagen. Sicherheitslücken – auch schwerwiegende – gibt es in Linux ebenfalls. Die meisten Distributionen sollen wie Windows allgemeintaugliche Betriebssysteme sein, die Sicherheit gegen andere Faktoren wie Benutzerfreundlichkeit abwägen. Moderne Sicherheitskonzepte wie Sandboxes für Applikationen oder unveränderliche Systemkerne findet man nur in wenigen, aktuell noch eher experimentellen Desktop-Linuxen stringent umgesetzt.

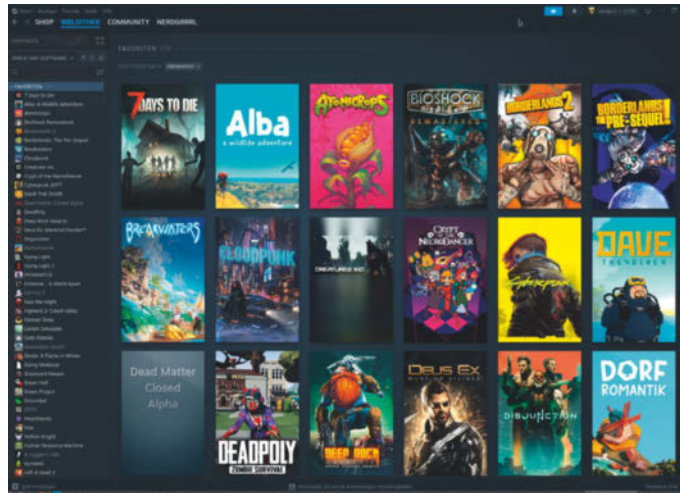
Trotzdem bietet Linux auf dem Desktop gegenüber Windows einen praktischen Sicherheitsvorteil, weil es deutlich weniger verbreitet ist. Es existiert daher kaum Schadsoftware für Linux, einfach weil es kein sehr lohnendes Ziel darstellt. Deshalb sind beispielsweise Virens Scanner unter Linux weder nötig noch verbreitet. Die übliche Vorsicht und Skepsis im Umgang mit fremden Daten und Netzwerken sollten Linuxer aber ebenso walten lassen wie Windows-Anwender.

Wer tatsächlich ein auf bestmögliche Sicherheit getrimmtes Betriebssystem haben will und dafür auch ein paar weitere reichende Kompromisse in Kauf nimmt, sollte einen Blick auf Alternativen werfen. Beispielsweise legt das OpenBSD-Projekt gesteigerten Wert auf Sicherheit. Das Betriebssystem Qubes OS (c't 11/2022, S. 94) hat dagegen den Hypervisor Xen als Unterbau und nutzt virtuelle Maschinen, um Programme und Betriebssystemteile voneinander abzuschotten. (syt@ct.de)

Auf Linux kann man nicht spielen

⬇ So ganz richtig war das nie, es gab immer auch Linux-Spiele. Aber es stimmt schon: Für viele Gamer war Linux lange nichts, weil zu viele Spiele gar nicht und noch viele mehr nur nach ausführlicher Frickelei liefen.

Die Zeiten haben sich allerdings deutlich geändert, vor allem dank der Firma Valve und ihrer Vertriebsplattform Steam. Valve setzt schon länger auf Linux und schafft es mittlerweile, dass auch andere



Spielerhersteller mitziehen. Vor allem mit ihrem Linux-basierten Gaming-Handheld, dem Steam Deck, hat Valve einen Durchbruch für Linux-Games erzielt. Heutzutage laufen viele Spiele, auch viele Triple-A-Titel, problemlos auf Linux. Details dazu, welche Linux-Distributionen für Gamer besonders empfehlenswert sind und was man tun kann, wenn es doch einmal klemmt, haben wir in c't 25/2023, Seite 64, ausführlich beschrieben. (syt@ct.de)

Das Flatpak-Paketformat verschwendet Speicherplatz

⬇ Na ja, nicht wirklich. Flatpaks leben in einer Sandbox und bringen ihre eigenen Abhängigkeiten mit, weshalb sie – einzeln betrachtet – tatsächlich deutlich mehr Speicherplatz benötigen als herkömmliche Pakete. Das fällt auf, wenn man die erste kleine App im Flatpak-Format installiert und gigabyteweise Daten auf den Rechner geschaufelt werden.

Allerdings ist diese Betrachtung in zweifacher Hinsicht unfair. Zum einen deduplizieren Flatpaks ihre Abhängigkeiten untereinander. Wenn zwei Flatpak-Apps denselben Unterbau benötigen, liegt er also nicht doppelt auf der Platte. Dadurch relativiert sich der Speicherverbrauch, je mehr Flatpak-Apps man nutzt. Der große Download am Anfang ist der Worst Case, nicht der durchschnittliche Speicherverbrauch. Zum anderen fließen beim Vergleich mit herkömmlichen Paketen normalerweise deren Abhängigkeiten nicht mit ein: Der Gnome-Taschenrechner verlangt auch exorbitant viel Speicherplatz, wenn man den ganzen Gnome-Unterbau mit einrechnet.

Unterm Strich belegen Flatpaks etwas mehr, aber nicht viel mehr Speicherplatz

als ihre klassischen Pendanten. Dafür bekommt man einige Vorteile, unter anderem die erwähnte Sandbox, was den Deal für viele Anwender sehr attraktiv macht.

(syt@ct.de)

Updates sind mit Linux Vergangenheit

➔ Nein, sie sind nur etwas weniger lästig. Zum einen kümmert sich auf Linux-Systemen in aller Regel ein Paketmanager um die installierte Software. Der sorgt für Updates und fragt im Zweifelsfall beim Nutzer nach, ob er sie installieren soll. Weil das gesammelt passiert, entfallen die unterschiedlichen Update-Meldungen und -Rückfragen, um die sich unter Windows traditionellerweise jede Software selbst kümmert. Mit dem Windows-Store bewegt sich Microsoft in eine Richtung, die Linuxer längst gewohnt sind.

Zum anderen zwingen Linux-Distributionen nach einem Update in der Regel nicht zum Neustart – der den Windows-Nutzern oft ungelegen kommt. Allerdings ist auch unter Linux ein Neustart nach einem Update keine schlechte Idee, insbesondere falls das Update einen neuen Kernel installiert hat. So vermeidet man Probleme, die man unter Windows dank Zwangsneustart nicht kennt.

Außerdem dürfte sich das Bild unter Linux allmählich ändern: Diverse Distributionen (beispielsweise Vanilla, siehe c't 7/2023, S. 84) experimentieren mit verschiedenen Ansätzen für unveränderliche Systeme („immutable systems“), was einige Vorteile verspricht. Aber um ein solches System zu aktualisieren, kommt man um einen Neustart nicht herum.

(syt@ct.de) ct

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

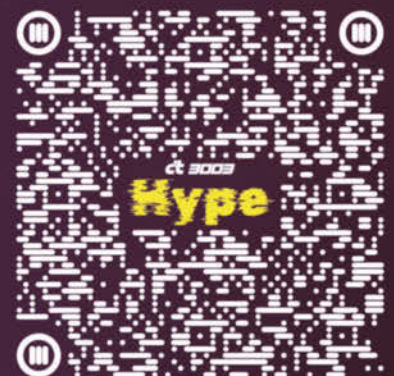




Bild: Andreas Martini

Ist das sicher?

Mythen rund um Passwörter, Kartenzahlung und Sicherheit

In Sachen Security stößt man immer wieder auf haarsträubende Mythen und Empfehlungen, die einfach nicht auszurotten sind. Etwa, dass man sein Passwort regelmäßig ändern soll. Warum das falsch ist und wo Sie außerdem genauer hinschauen sollten, lesen Sie in diesem Artikel.

Von Wilhelm Drehling

Im Privacy-Modus des Browsers surfe ich anonym

⬇ Auch wenn der Name es vielleicht suggeriert, bewegt man sich im privaten Modus nicht anonym im Internet. Zwar löscht der Browser nach der Session die Cookies und die besuchten Seiten tauchen nicht mehr in der Chronik auf. Aber Webseitenbetreiber, Internetdienstleister oder der Arbeitgeber, wenn man im Firmennetzwerk surft, können nach wie vor sehen, welcher Seite man einen Besuch abstattet hat. Denn der Browser verschleiert nicht die IP-Adresse. Davor warnen unter anderem Mozilla (Firefox) und Google (Chrome) eindringlich in

ihren Hilfeseiten zum privaten Modus (siehe ct.de/ytab).

Der Browser merkt sich also im Inkognito-Modus weniger vom Surfverhalten, schützt aber nicht Ihre Identität im Internet. Wenn Sie tatsächlich anonym im Web unterwegs sein wollen, dann kommen Sie um ein VPN [1] oder den Tor-Browser [2] nicht herum. (wid@ct.de)

Passwörter sollte man regelmäßig ändern

⬇ Das ist und bleibt Quatsch. Passwörter anlasslos zu ändern, bringt nichts und kann sogar schaden. Denn Nutzer, die sich regelmäßig neue Passwörter ausdenken und merken müssen, tendieren dazu, sich ein System zu überlegen. Und das stellt dann ein echtes Sicherheitsrisiko dar. Passwörter müssen zufällig ausgewählt sein, beispielsweise aus einem Haufen wahlloser Zeichen oder einer zufälligen Aneinanderreihung von Wörtern. Letzteres heißt Passphrase und hat den Vorteil, dass man es sich leichter merken kann.

Wer einen Passwortmanager benutzt, wozu wir raten, kann zwar relativ problemlos regelmäßig neue Passwörter vergeben, gewinnt dadurch aber immer noch nichts. Viel wichtiger: Verwenden Sie ein Passwort niemals bei mehr als einem Account. Dann verschafft ein Datenleck bei einem Anbieter Angreifern keinen Zugang zu Konten bei anderen Services.

Schnellstmöglich ändern sollte man sein Passwort jedoch, wenn es geleakt wird, also anlassbezogen aufgrund eines Sicherheitsvorfalls. Damit man schnell reagieren kann, lohnt es sich, Services wie haveibeenpwned [3] zu nutzen (siehe ct.de/ytab). Sie verschicken Warnmails, wenn sie von Leaks erfahren, die Accounts mit der eigenen Mailadresse betreffen. haveibeenpwned sucht auf Wunsch sogar nach Ihren eigentlichen Passwörtern in Leaks, wenn Sie sie dem Dienst anvertrauen. Das eingegebene Passwort wird im Browser gehasht und nur die ersten 5 Nibbles des Hash werden zum Server übertragen. Besser ist es aber, von vornherein so lange, individuelle und zufällige Passwörter zu nutzen, dass sie über jeden Zweifel erhaben sind. (syt@ct.de)

Nur ein „dummes“ TV schützt vor Schnüffeleien

Unter einem „dummen TV“ versteht man einen Fernseher, der zwar Tuner und WLAN bereithält, aber keine Apps anbietet und mit anderen Geräten nur im internen Netz kommuniziert. Anstatt extra ein dummes TV zu kaufen, kann man aber auch ein herkömmliches Smart TV „dumm halten“, indem man ihm den Zugang zum Internet verwehrt.

Wir konnten bislang alle Fernseher ohne Internet installieren. Man erhält dann zwar auch keine Updates, aber die sind unnötig, stellen sie üblicherweise doch lediglich neue Apps und Sicherheitsfunktionen fürs Internet bereit. Sollte mal ein Update anstehen, um Farbfehler im Display zu beseitigen oder ihm neue Funktionen wie VRR beizubringen, lässt sich

der smarte Fernseher per Pi-hole [4] vom Rest des Hausnetzes isolieren und so gefahrlos das Update einspielen.

Es gibt im Handel nur sehr wenige „dumme TVs“, weil sich diese für die Hersteller nicht lohnen: Die Nachfrage ist zu gering, die Kosten pro Gerät deshalb höher als bei der Massenware Smart TV. In der Folge muss man bei den dummen kostenoptimierten Geräten nicht nur auf Apps verzichten – was ja beabsichtigt ist –, sondern auch auf hilfreiche Bildoptimierungen und Zusatzausstattungen wie eingebaute Medienplayer oder die Möglichkeit, TV-Sendungen direkt am Gerät aufzunehmen. Zusätzlich stecken meist nur sehr einfache, lahme Panels in den TVs, die Bildqualität ist deshalb schon per se schlechter als bei gleich teuren Smart TVs.

Es gibt auch dumme TVs mit ganz ausgezeichneten Panels, nämlich für die Installation als Informationsdisplay. Doch da an diese ganz andere Anforderungen gestellt werden – sie eignen sich üblicherweise für den 24/7-Betrieb, besitzen besonders hohe Leuchtdichten, halten Fernwartungsfunktionen bereit und haben längere Garantiezeiten – sind solche Informationsdisplays auch ohne TV-Tuner wesentlich teurer als ein Smart-TV. (uk@ct.de)

Updates machen alles kaputt und langsamer

Es kann passieren, dass ein Update Software langsamer macht. Beispielsweise, weil es Bugs mitbringt oder neue Features einführt, die man gar nicht braucht. Das ist natürlich ärgerlich für Nutzer. Oft ist aber das Gegenteil der Fall und die neue Version bringt eine Reihe von Verbesserungen mit. Auch wenn Sie von ständigen Updates von Betriebssystem und installierter Software genervt sind oder deren Nutzen anzweifeln, sollten Sie nicht darauf verzichten. Denn neben neuen Funktionen und Bugfixes enthalten Updates wichtige Patches für Sicherheitslücken. Ein veraltetes System ist ein beson-

ders lohnendes Ziel für Angreifer. Diesen Gefallen sollten Sie ihnen nicht tun. Wenn also mal wieder ein Neustart ansteht, um ein Update einzuspielen, machen Sie ein Pauschen, lehnen sich zurück und freuen sich darüber, dass Ihr System ein kleines Stückchen sicherer wird. (ndi@ct.de)

Eine Telefonnummer reicht, um gehackt zu werden

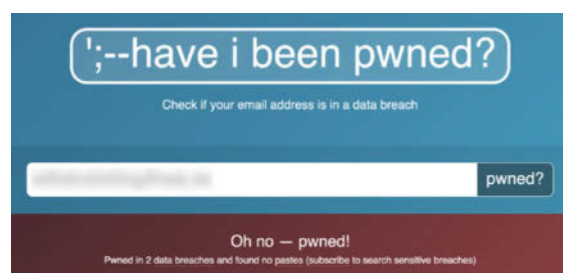
Grundsätzlich stimmt das, solch schwerwiegende Lücken gibt es tatsächlich. Berühmt-berüchtigt ist etwa die Spyware Pegasus, die „Zero-Click-Exploits“ nutzte, um Smartphones zu infizieren [5]. Der Name rührt daher, dass Infektionen über solche Lücken ohne Benutzerinteraktion auskommen; beispielsweise reicht der bloße Empfang einer SMS oder einer E-Mail, um ein Gerät zu übernehmen. Besonders perfide: So ausgestattete Malware kann auch ausschließlich im RAM leben und hinterlässt dann kaum Spuren. Ein Neustart des Gerätes entfernt solche Schadsoftware zwar, aber Angreifer können sie dank Zero-Click-Lücke ja direkt wieder auf das Gerät bringen.

Sie sollten ob der Existenz solch katastrophaler Lücken aber nicht in lethargischen Fatalismus verfallen: Zero-Clicks sind selten und daher auf den schwarzen und grauen Märkten, auf denen man dergleichen handelt, sehr teuer. Die große Mehrheit aller Angriffe nutzt sie daher nicht und die übliche Vorsicht und Skepsis im Internet haben durchaus ihren Sinn. Auch Angreifer haben ein Interesse, solche Zero-Click-Lücken nicht gegen jedermann einzusetzen: Mit jeder Verwendung steigt das Risiko, dass der Angriff entdeckt, die teure Lücke erkannt und vom Geräte- oder Softwarehersteller behoben wird.

Solche Fehlerbehebungen sind auch Ihre beste Verteidigung gegen Zero-Clicks: häufige Updates. Hersteller reagieren oft sehr schnell, wenn sie von einer Zero-Click-Lücke erfahren, schließlich sind die potenziellen Auswirkungen katastrophal. Umso wichtiger ist, dass Sie die Updates auch so schnell wie möglich sehen und einspielen. (syt@ct.de)

Open Source ist unsicher

Wenn der Quellcode eines Programms öffentlich einsehbar ist, liegt der Schluss nahe, dass die Software un-



„Oh nein! Meine Passwörter wurden geleakt“ – Dienste wie haveibeenpwned zeigen, wenn Accounts zu der angegebenen Mailadresse in Leaks auftauchen. Dann heißt es: schnellste Passwörter wechseln!

sicher ist. Immerhin könnten Cyberschurken den Code analysieren, Sicherheitslücken finden und diese ausnutzen. Das tun sie auch tatsächlich. Allerdings können Sicherheitsforscher und sogenannte „White Hat Hacker“ den Code ebenfalls einsehen und Lücken an die Entwickler melden, damit diese sie stopfen. Je nach Struktur und Lizenz der Open-Source-Projekte können die Finder sogar direkt Verbesserungsvorschläge einreichen. Diese Möglichkeit gibt es bei proprietärer Software nicht, was es Hackern eher erlaubt, Lücken unbemerkt auszunutzen.

Der Umkehrschluss, dass jede Open-Source-Software durch die bessere Transparenz automatisch sicherer ist, gilt allerdings auch nicht. Nur weil alle die Möglichkeit haben, den Code zu untersuchen und sicherer zu machen, heißt das nicht, dass das auch immer passiert. Manchmal fehlen eben die Ressourcen, um gefundene Lücken zu stopfen. Bei Open-Source-Projekten sollte man daher stets darauf schauen, ob regelmäßig Updates veröffentlicht werden und wie viele Leute aktiv zur Codebasis beitragen. (ndi@ct.de)

Im Deep Web beziehungsweise Darknet tummeln sich nur Kriminelle

➔ Darknet und Deep Web sind nicht das Gleiche: Laut dem Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) besteht das Internet zu gut 90 Prozent aus dem Deep Web (siehe [ct.de/ytab](https://www.ct.de/ytab)). Dazu gehört alles, was im Internet nicht über die klassischen Suchmaschinen auffindbar ist, wie Server, Datenbanken oder private Clouddienste. Ein kleiner Teil des Deep Webs wiederum ist das Darknet. Diesen kann man nur mit einer Spezialsoftware wie dem Tor-Netzwerk betreten [2].

Da der Sinn des Darknets darin liegt, anonym zu surfen, ist es kein Wunder, dass Kriminelle es für ihre Zwecke benutzen. Regelmäßige Schlagzeilen wie „Illegaler Darknet-Marktplatz ausgehoben“ verstärken zusätzlich das Bild der bösen dunklen Seite des Webs. Doch zu den Besuchern gehören nicht nur Auftragsmörder, Drogenhändler oder Waffenschieber. Ein großer Teil sind einfache Leute, die zum Beispiel die Zensur ihres Landes umgehen oder keine Spuren hinterlassen wollen. Denn Tor zu verwenden ist nicht illegal, problematisch wird es erst, wenn man verbotene Dienstleistungen in An-

spruch nimmt oder nicht erlaubte Waren kauft.

Betrachten Sie also das Darknet nicht nur als eine Spielwiese für Cybergangster. Wir haben zum Beispiel einen heise-Briefkasten im Darknet hinterlegt, damit man uns anonym Material zuspielen kann (mehr dazu finden Sie unter heise.de/investigativ). Das macht uns ja nicht zu Kriminellen. (wid@ct.de)

Visa und Mastercard sehen meine Einkäufe

⬇ Das ist falsch. Visa und Mastercard sind rechtlich gesehen nur Dienstleister für die Banken von Händlern und Kunden. Beide Konzerne verdienen ihr Geld mit Lizenzentgelten der Banken sowie Provisionen für jede Zahlung. Sie als Kunde schließen nur mit Ihrer Bank einen Vertrag, anders als der Aufdruck auf den Bezahlkarten und die Logos bei Händlern suggerieren. Die Logos von Mastercard und Visa auf den Karten signalisieren lediglich, dass diese mit dem Bezahlnetzwerk kompatibel sind.

Visa und Mastercard vermitteln im Auftrag von Kunden- und Händlerbank die Zahlungen mit solchen Karten. Dafür schickt die Händlerbank die Kartennummer, das Ablaufdatum, die dreistellige Kontrollnummer (CVC/CVV) und den Namen des Händlers an Mastercard und Visa. Die 16-stellige Kartennummer (Primary Account Number, PAN) enthält einen festen Code Ihrer Bank. Dorthin leiten die Kartenfirmen die Zahlungsanfrage zusammen mit dem Ergebnis ihrer Betrugsprüfung.

Den individuellen Teil der PAN kann nur Ihre Bank mit Ihnen verknüpfen. Visa und Mastercard sind also gar nicht dazu in der Lage, Dritten Auskunft über Ihre Einkäufe zu geben. Damit Visa oder Mastercard Daten einsehen darf, müssen Sie und der Händler explizit zustimmen und dürfen zudem eine Gegenleistung für den Datenhandel erwarten. (mon@ct.de)

Man sollte 2FA und die Onlinebanking-App nicht auf einem Gerät haben

⬇ „Befinden sich eine Onlinebanking-App und die zugehörige App für die Zwei-Faktor-Authentifizierung auf einem einzigen Smartphone oder gar beide Funktionen in einer App, ist kein sicheres Ban-

king mehr möglich.“ So pauschal stimmt dieser Mythos nicht. Eine Zwei-Faktor-Authentifizierung (2FA) verhindert in erster Linie, dass Angreifer allein mit einem erbeuteten Passwort ein Konto übernehmen können. Dafür arbeitet eine dynamische 2FA mit zeitlich begrenzt gültigen Codes, die an den konkreten Zweck und ein bestimmtes Gerät gebunden sind. Das schützt allerdings nur, solange das Smartphone frei von Schadcode bleibt und niemand anderes als der Nutzer selbst es entsperren und die Apps für das Banking starten kann.

Sollte der Angreifer Schadcode auf das Gerät schleusen und die Kontrolle darüber übernehmen, könnten Sie in Schwierigkeiten geraten. Das ist aber gar nicht so leicht zu bewerkstelligen, denn dazu ist es erforderlich, dass Sie zum Beispiel auf eine Phishing-Mail reinfallen und über die Phishing-Seite Schadcode herunterladen. Auch Apps, die ein ähnliches Ziel verfolgen und sich in Stores verstecken, stellen ein Risiko dar. Doch selbst damit müssen Schadcode und Täter noch die Sicherheitsmechanismen im (hoffentlich aktuellen) Betriebssystem, die Manipulationserkennung der Banking-Apps und die Betrugserkennung der Bank selbst überlisten.

Kritisch wird es, wenn ein Angreifer nach einem Diebstahl Zugriff auf das Gerät und die Apps erhält. Das setzt allerdings voraus, dass er auch die Passwörter für die Gerätesperre und die Apps erbeutet oder errät. Zudem darf das Opfer den Verlust nicht rechtzeitig genug bemerken, um das Onlinebanking sperren zu lassen. 2FA versagt also erst, wenn mehrere Umstände zusammentreffen. Da das recht unwahrscheinlich ist, wertet die europäische Bankenaufsicht das Verfahren als rechtskonform. Nichtsdestotrotz bietet ein separates Gerät für die 2FA stets einen weitergehenden Schutz. (mon@ct.de) ☛

Literatur

- [1] Peter Siering, Der VPN-Guide, Wovon ein Zugang zum Virtual Private Network schützt und wovon nicht, c't 18/2021, S. 14
- [2] Ronald Eikenberg, Privat und sicher surfen, Tor Browser auf PC und Smartphone einrichten, c't 14/2022, S. 20
- [3] Ronald Eikenberg, Passwort: sicher, Security-Checkliste Passwörter & Accounts, c't 17/2023, S. 82
- [4] Peter Siering, Netzwäscher, Pi-hole installieren und Netzwerk konfigurieren, c't 20/2022, S. 70
- [5] Wilhelm Drehling, Jürgen Schmidt, Gefährlich, gruselig, genial, Pegasus: Wie die Spyware auf die iPhones kam, c't 3/2022, S. 38

Weiterführende Links und Materialien:
[ct.de/ytab](https://www.ct.de/ytab)

Erste Apps mit Flutter programmieren

Webinar-Serie „Einstieg in die App-Entwicklung mit Flutter“

Tauchen Sie ein in die Welt von Flutter mit unserer Webinar-Serie. Von den Grundlagen bis zu fortgeschrittenen Techniken – lernen Sie, wie Sie außergewöhnliche, plattformübergreifende Apps erstellen können. Perfekt für Entwickler, die ihre Fähigkeiten auf das nächste Level heben möchten.

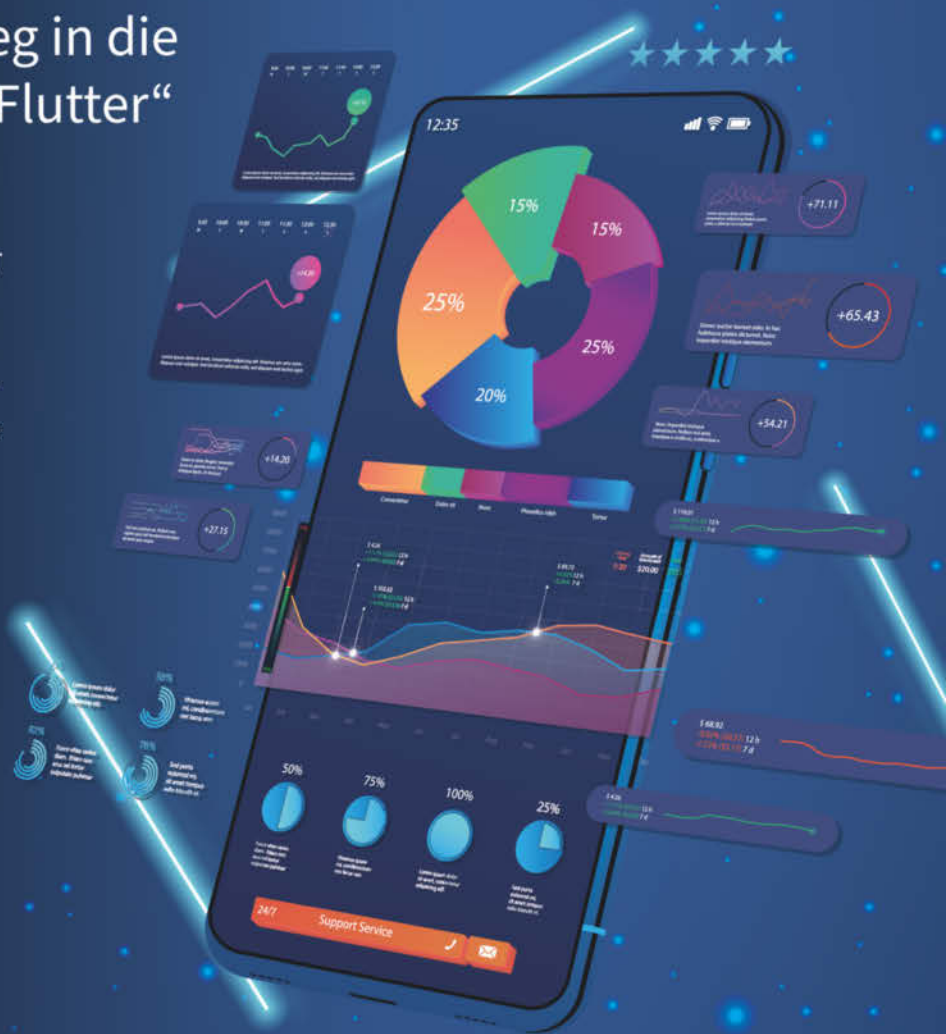
23. Januar
Einführung in Flutter und Dart

30. Januar
Grundrahmen und erste Navigation in einer Flutter-App

6. Februar
Listen, Packages und Datenmodellierung in Flutter

13. Februar
Navigation und Formulare mit Flutter erstellen

20. Februar
Testing der Flutter-App und Einführung von Provider



Jetzt Kombi-Rabatt sichern:
heise-academy.de/webinare/flutter124





Bild: Andreas Martini

Gelbe Punkte und SSD-Amnesie

Hardware-Mythen vom Drucker bis zum WLAN-Router

Viele Mythen kursieren rund um Prozessoren, Speicher, Displays, Netzwerk und Drucker. Wir haben gängige Hardwareansichten näher beleuchtet: etwa, ob alle OLED-TVs fürs Gaming taugen.

Von Rudolf Opitz

Farbdrucker kennzeichnen Drucke und Kopien heimlich mit gelben Punkten („Yellow Dots“)

↑ Tatsächlich drucken viele, aber nicht alle Laserfarbdrucker ein Raster sehr feiner gelber Punkte, in dem die Seriennummer des Geräts und bei manchen auch das aktuelle Datum und weitere Informationen kodiert sind. Der Machine Identification Code (MIC) ist bei normaler Be-

leuchtung mit bloßem Auge nicht zu sehen, die gelben Pünktchen haben oft einen Durchmesser von nicht mehr als 0,1 Millimeter. Sichtbar werden sie erst mithilfe einer starken Lupe unter einer UV-Lampe.

Der MIC wurde Anfang der 1980er-Jahre von Xerox entwickelt, weil man befürchtete, die damals noch brandneue Druckertechnik werde es Fälschern etwa von Dokumenten und Geldscheinen zu leicht machen. Als andere Hersteller Laserfarbdrucker und -kopierer auf den Markt brachten, nutzten auch sie den MIC. Der blieb lange unentdeckt, bis 2004 die niederländische Polizei einen Fälscher dingfest machte und die Ursache des Fahndungserfolgs öffentlich wurde: der MIC eines Canon-Druckers, den der Fälscher benutzt hatte. Danach dauerte es nicht lange, bis unabhängige Organisationen wie die Electronic Frontier Foundation (EFF) und der Chaos Computer Club die „Yellow Dots“ auf den Drucken vieler Farblasergeäte fanden und die ersten Codes entschlüsselten.

Seitdem tauchen die „Yellow Dots“ alle paar Jahre wie das Ungeheuer von

Loch Ness aus dem Sommerloch auf. Wer einen Tintendrucker oder ein monochromes Lasergerät hat, braucht sich um geheime Codes auf seinen Ausdrucken keine Sorgen zu machen: Schwarzweißdruckern fehlt der gelbe Toner und bei Tintendruckern würden die gelben Tintentröpfchen sich oft mit benachbarten Farben vermischen, was etwa bei Mischfarben beachtlich ist. Bisher ist kein Tintenmodell bekannt, das den MIC druckt. Das macht auch nicht jeder Farblaserdrucker: Die Geräte von Oki drucken keinen MIC und wer noch einen Samsung-Drucker hat, braucht sich ebenfalls keine Sorgen zu machen. Die EFF hat eine Liste veröffentlicht, welche Modelle den MIC drucken und welche nicht (siehe ct.de/yf7r).

Hat man allerdings ein Farblasergerät, das den MIC druckt, lässt sich dieser nicht einfach abschalten. Die MIC-Routinen sind nicht im Treiber, sondern direkt in der Firmware der Drucker integriert und treten in Multifunktionsgeräten auch beim Kopieren in Aktion. Da viele Hersteller die Firmware ihrer Geräte vor Manipulation schützen und Fehler den Drucker dauerhaft lahmlegen können, sind Änderungen hier aufwendig und keine gute Idee. Eine Gruppe von Forschern des Illinois Institute of Technology hat 2014 ein Paper veröffentlicht, das verschiedene Optionen der MIC-Manipulation diskutiert und die „Watermark Obfuscation“, die Verschleierung des MIC-Codes, als beste Lösung ermittelt. Dabei werden die Yellow-Dot-Codes analysiert und die Muster mit passend gedruckten zusätzlichen Punkten aufgefüllt, sodass die Information nicht mehr lesbar ist. Die TU Dresden hat 2018 dazu ein Toolkit veröffentlicht (siehe heise.de/-4090876).

Einer NSA-Whistleblowerin wurde 2017 ein Drucker-MIC zum Verhängnis,

der auf einem der Dokumente gefunden wurde. Allerdings bestand der NSA-MIC aus einem speziellen Wasserzeichen und nicht aus den herkömmlichen „Yellow Dots“. Für Whistleblower und solche, die es werden wollen, gilt aber die Regel: Nutzen Sie niemals den Drucker des Arbeitgebers oder einen privaten Laserfarbdrucker. Ein Tintendrucker oder ein Schwarzweiß-Lasergerät ist sicherer. (rop@ct.de)

Laserdrucker drucken billiger als Tintendrucker

Es mag wie immer Ausnahmen geben, doch Laserdrucker sind in fast allen Kategorien teurer als Tintendrucker. Schon bei der Anschaffung zeigt sich das: Einen neuen Tintendrucker bekommt man ab etwa 40 Euro, Lasergeräte kosten mindestens 80 Euro – und dann drucken sie nur schwarz. Für einen Farblaserdrucker muss man noch einmal mindestens das Doppelte hinblättern.

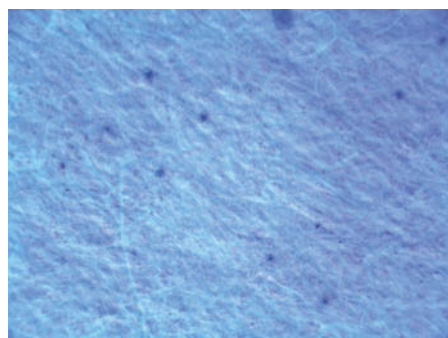
Im Druckbetrieb sind die größten Kostenverursacher in der Regel die Tinten und Toner. Die Faustregel „je billiger die Drucker, desto teurer die Tinten oder der Toner“ gilt für beide Druckerarten. Den preisgünstigsten Geräten liegen nur sehr spärlich befüllte „Starter“-Patronen und -Kartuschen bei, bald braucht man Ersatz – und der ist vergleichsweise teuer. Ein Satz Patronen kann bei Tintengeräten schon einmal ein Dreiviertel des Gerätepreises kosten und ihn bei günstigen Lasermodellen sogar weit übertreffen, etwa bei Lexmark-Druckern.

Die meisten Hersteller haben erkannt, dass sie sich damit den Unmut ihrer Kunden zuziehen, und bieten Alternativen an: Canon, Epson und HP haben Drucker mit eingebauten Tintentanks im Pro-

gramm, die sich sehr günstig aus Flaschen nachfüllen lassen, aber oft das Dreifache eines vergleichbaren Patronenmodells kosten. Doch bekommt man dafür eine Tankfüllung, die für 6000 Seiten oder mehr reicht. Die Tintenkosten liegen bei einem Zehntel im Vergleich zu Patronenmodellen und Laserdruckern mit Kartuschen. HP hat das Prinzip auf kleine Schwarzweißlaserdrucker übertragen: Der Laserjet Tank hat einen festen Toner-speicher mit einer Reichweite von 5000 Seiten, der aus Knautschtüten mit tonerdichtem Verschluss sehr günstig nachgefüllt werden kann. Eine Schwarzweißseite kostet lediglich 0,67 Cent. Vergleichbare Tintenmodelle, die nur mit schwarzer Tinte drucken, kommen auf Tintenkosten von 0,3 Cent pro Seite: wieder ein Punkt für die Tintendrucker.

Doch nicht nur Tinte kostet. Laser- und LED-Drucker (beide nutzen das gleiche Druckwerk, nur die Belichtung der Fototrommel funktioniert unterschiedlich) haben weitere Verschleißteile: die Fototrommel, die Fixiereinheit und bei Farblasergeräten das Transferband. Bei Billigeräten hält besonders die Fototrommel nur wenige tausend Seiten. Im Schnitt kann man zu den Druckkosten pro Seite bis zu einem Cent hinzurechnen, wobei gilt: je teurer der Drucker, desto länger halten die Verschleißteile. Bei Tintendruckern gibt es abgesehen von den Bubblejet-Druckköpfen von Canon und HP keine Verschleißteile. Preisgünstige Canon- und HP-Modelle drucken mit Kombipatronen mit integrierten Druckköpfen. Das macht die Patronen zwar teurer, doch bekommt man mit dem Patronenwechsel einen frischen Druckkopf. HP geht bei Laserdruckern denselben Weg und hat die Fototrommeln in die Kartuschen integriert.

Drucker brauchen zum Arbeiten auch Energie in Form von elektrischem Strom. Da Laserdrucker das Tonerpulver bei hohen Temperaturen mit dem Papier verschmelzen, müssen sie eine Art Heißmangel – die Fixiereinheit – auf etwa 200 Grad bringen. Moderne Lasergeräte drucken nicht langsamer, begnügen sich beim Drucken aber mit 200 bis 300 Watt, größere und ältere Laserdrucker kommen auf 500 bis 600 Watt. Tintendrucker liegen im Betrieb bei 15 bis 20 Watt, größere Büromodelle kommen auch mal an die 30 Watt und brauchen damit ein Zehntel der Leistung von Laserdruckern. Im Sleep- oder Sparmodus genehmigen sich sowohl Laser- wie Tintendrucker nur ein bis zwei Watt.



Um die gelben Punkte des MIC zu erkennen, braucht man eine starke Lupe oder besser ein Auflichtmikroskop. Unter blauem oder UV-Licht (links) heben sich die Punkte dunkel vom Hintergrund ab.

Einige werden jetzt sagen: Ja, aber ich drucke sowieso nur mit günstigem Alternativtoner. Mit Toner von anderen Herstellern kann man Geld sparen, doch gilt das auch für Fremdtinten. (rop@ct.de)

Stromlose SSD verlieren Daten

➔ „Eine SSD taugt nicht als Archivmedium, weil sie möglicherweise Daten verliert, wenn man sie mehrere Monate lang ohne Stromversorgung lagert.“ Diese Einschätzung hat einen wahren Kern, allerdings ist uns kein Fall aus der Praxis bekannt, bei dem das passiert ist. Die Speicherchips in SSDs – egal ob mit PCIe-, SATA- oder USB-Controller – sind NAND-Flash-Speicherchips. Die einzelnen Flash-Zellen darin speichern Elektronen und die Ladung der Zelle repräsentiert die gespeicherte Information.

Weil eine Flash-Zelle jedoch nicht unendlich gut isolieren kann, fließen Elektronen ganz allmählich ab. Das führt irgendwann zum Verlust der gespeicherten Information. Und ist eine Zelle schon oft überschrieben worden, dann isoliert sie schlechter als eine ganz frische. Solange eine SSD mit Strom versorgt wird, prüft der Controller in gewissen Abständen sämtliche Zellen und korrigiert Fehler. Dazu dienen Algorithmen, die zusätzlich abgespeicherte Informationen zur Fehlerkorrektur nutzen. Steigt die Fehlerrate in einem Speicherblock zu stark an, kopiert der Controller die dort gelagerten Daten in einen Reservesektor.

Bekommt die SSD keinen Strom, kann diese Fehlerkorrektur nicht arbeiten. Nach einigen Monaten oder Jahren Lagerdauer kann dann die Fehlerrate in einem Speicherblock so hoch steigen, dass die Korrektur versagt – Daten gehen verloren. Wie



Der Flashspeicher in SSDs kann Daten zwar auch ohne Strom lange vorhalten, Bitfehler werden von den eingebauten Reparaturroutinen aber nur behoben, wenn der Chipspeicher mit Energie versorgt wird.

lange man eine SSD sicher ohne Stromversorgung lagern kann, ist aber unklar: Die Fehlerquote der einzelnen Zellen hängt von der jeweiligen Fertigungstechnik ab sowie davon, wie oft sie bereits überschrieben wurden. Fabrikfrische SSDs erhalten nach unseren Erfahrungen einmal geschriebene Daten über mehrere Jahre. Trotzdem raten wir eher zum Kauf einer herkömmlichen magnetischen Festplatte als zu einer SSD, wenn darauf archivierte Daten mehrere Jahre lang überdauern sollen. (ciw@ct.de)

Photovoltaikanlagen mit Akkus schützen generell auch gegen Ausfälle des Stromnetzes

⬇ Nein, im Allgemeinen nicht: Gängige „Solarbatterien“ optimieren vor allem die Eigennutzung von Sonnenstrom. Mit eigener Photovoltaik spart man im Vergleich zu teurerem Netzstrom desto mehr Geld, je mehr des selbst erzeugten Stroms man im eigenen Haushalt verbraucht. Aber die Sonne scheint dummerweise dann am hellsten, wenn viele Hausbewohner gar nicht daheim sind: mittags. Deshalb speichert der Akku den in der Mittagszeit erzeugten Strom, damit er dem Haushalt auch am Abend oder am nächsten Morgen zur Verfügung steht.

Typische Solarbatterien sind nicht für den sogenannten „Inselbetrieb“ ausgelegt, also für den Betrieb unabhängig vom Stromnetz. Das hat mehrere Gründe. Zunächst einmal müsste der Wechselrichter so stark ausgelegt sein, dass er den ganzen Haushalt alleine versorgen könnte, also auch möglicherweise vorhandene Großverbraucher wie einen 18-Kilowatt-Durchlauferhitzer. Dadurch würde der Wechselrichter teuer. Alternativ müsste man die Hausverteilung so umbauen, dass bei Stromausfall nur ein Teilnetz versorgt wird.

Zweitens wäre eine typische Solarbatterie rasch geleert: Die immer noch recht teuren Geräte speichern oft lediglich 3 bis 8 Kilowattstunden (kWh) Energie, weil typische private Photovoltaikanlagen täglich kaum mehr Energie liefern. Ein einziger Heizlüfter mit 2000 Watt würde einen 4-kWh-Akku jedoch in zwei Stunden leeren. Drittens sind für die Inselversorgung eines Privathauses meistens zusätzliche Komponenten in der Elektroverteilung nötig, damit das sicher funktionieren

kann. Denn im Falle eines Stromausfalls müsste die externe Einspeisung zuverlässig elektrisch getrennt werden und später automatisch wieder zugeschaltet. Eine solche Anlage ist teuer und muss fachmännisch konfiguriert und eingebaut werden. Der Aufwand für ein Akkusystem, das auch Stromausfälle überbrücken kann, ist also erheblich höher als für eine „netzgeführte“ Solarbatterie, die nur die Eigenstromnutzung steigert. (ciw@ct.de)

ARM-Prozessoren sind per se effizienter

⬇ Prozessoren mit CPU-Kernen der britischen Firma ARM rechnen grundsätzlich effizienter als x86-Prozessoren von AMD oder Intel. Die Apple-Prozessoren M1, M2 und M3 mit ARM-Kernen arbeiten wesentlich effizienter als ähnlich leistungsfähige Prozessoren von AMD oder Intel. Die ARM-Befehlssatzarchitektur (Instruction Set Architecture, ISA) gehört zum Typ der Reduced Instruction Set Architecture (RISC), während man ältere x86-Prozessoren eher der Complete Instruction Set Architecture (CISC) zurechnet.

Daraus schließen manche, RISC-Prozessoren seien grundsätzlich effizienter als CISC-Prozessoren. Doch einerseits liefern ARM-Serverprozessoren nicht allgemein mehr Rechenleistung pro Watt als eine vergleichbare x86-CPU. Und die komplexen Befehlssatzerweiterungen moderner Prozessoren etwa für Vektordaten (ARM: NEON/SVE, x86: AVX) weichen die klare Unterscheidung in RISC und CISC auf.

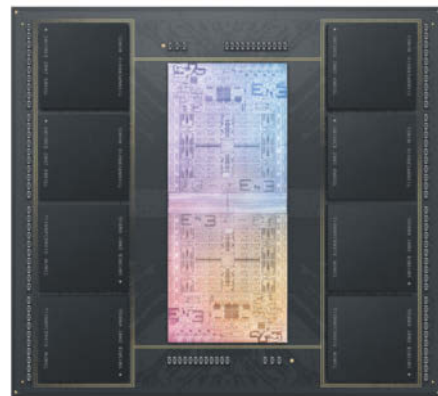


Bild: Apple

Ob eine ARM-CPU wie Apples M1-Prozessor effizienter arbeitet als ein x86-Modell, hängt nicht so sehr von der RISC-Architektur ab. Der Gesamtaufbau inklusive Cache und integrierte Port-Controller spielen bei der Energiekalkulation eine wichtigere Rolle.

Bei der Effizienz im Sinne von Rechenleistung pro Watt kommt es weniger auf die ISA an als darauf, wie der konkrete Prozessor ausgelegt ist. Auch der angesehene CPU-Experte Jim Keller, der maßgeblich an der Entwicklung mehrerer RISC-, ARM- und x86-Prozessoren mitgearbeitet hat, sieht zwischen diesen Konzepten keine grundsätzlichen Unterschiede bei der Effizienz mehr. (ciw@ct.de)

Alle OLED-TVs taugen fürs Gaming

⬇ Helligkeitswechsel bewältigen OLEDs in kürzester Zeit, Schaltzeiten von unter einer Millisekunde sind üblich. Deshalb könnten alle OLED-TVs absolut spieletauglich sein. Fürs Gaming braucht es aber noch mehr, nämlich hohe Bildwiederholraten und eine möglichst geringe Latenz, also geringe Verzögerungen zwischen einer Signaleingabe von Maus oder Tastatur und der Umsetzung am Schirm. Dafür brauchen die TVs eine schnelle Ansteuerlektronik, die sich mit mindestens 120 Hertz takten lässt und die die Daten ohne Zwischenspeicherung an den Schirm übergibt. In den Gaming-Presets von TVs werden deshalb alle Bildoptimierungen deaktiviert, da sie wertvolle Zeit kosten. Je schneller die Displayelektronik, umso teurer ist sie. Deshalb findet man etliche günstige OLED-TVs, die sich trotz kurzer Schaltzeiten nur mit 60 Hertz takten lassen. (uk@ct.de)

Von Monitoren mit hohen Bildraten profitieren nur Spieler

⬇ Nein, von hohen Bildfrequenzen profitieren auch Büroarbeiter, denn dann bewegen sich Objekte geschmeidiger über den Bildschirm. Der Mauszeiger gleitet sanfter und beim Verschieben von Fenstern verwaschen Bilder und Text weniger. Hinzu kommt die Latenz, also die Verzögerung (der Input Lag), mit der ein Eingangssignal am Monitor als Aktion auf dem Bildschirm erscheint. Wer CAD macht, kennt das Phänomen großer Latenzen zwischen Mausbewegungen auf dem Tisch und Zeigerbewegungen am Bildschirm: Der Mauszeiger fühlt sich an wie an einem Gummiband fixiert. Einen ähnlichen Eindruck bekommt man bei geringen Bildwiederholraten.

Für schnelle Actionspiele sind Monitore mit hohen Bildraten von Vorteil, doch sie stellen auch Bewegungen des Mauszeigers und das Verschieben von Fenstern oder Ausschnitten etwa bei der Bildbearbeitung geschmeidiger dar.



Gamer brauchen abgesehen von möglichst geringen Latenzen hohe Bildfrequenzen, damit das Bild auch bei schnellen Bewegungen scharf bleibt. Das funktioniert nur, wenn das Panel Helligkeitsänderungen ausreichend schnell anzeigen kann, also kurze Schaltzeiten hat. Für 144 Hertz müssen es mindestens 7 Millisekunden sein, für 240 Hertz schon 4 Millisekunden. (bkr@ct.de)

WLAN-Namen zu verstecken steigert die Sicherheit

⬇ Vielleicht schützt das vor Skript-Kiddies. WLANs mit versteckter SSID senden trotzdem Beacons und können mit den richtigen Tools auch angezeigt werden. Zudem sorgt die Kommunikation der Geräte mit dem Access-Point für lesbare Netzwerkpakete in der Luft, aus denen etwa die MAC-Adressen und die Verschlüsselung erkennbar sind. Netzwerkschnüffler können diese sehen, indem sie ihre WLAN-Karte auf dem richtigen Kanal in den Monitor-Modus versetzen. Im Monitor-Modus liefert das WLAN-Modul alle empfangenen Pakete, die dann mit geeigneten Tools analysiert werden können.

Einen echten Sicherheitsgewinn im WLAN erzielen Sie, indem Sie einen sicheren Netzwerkschlüssel konfigurieren, die aktuellste Verschlüsselungstechnik (wenn möglich WPA2+WPA3) einstellen und darauf achten, dass die Firmware Ihres Routers aktuell ist.

Optional können Sie auch die Sendeleistung Ihres Routers und Ihrer Repeater

beziehungsweise Access-Points etwas herabsetzen, um die Empfangbarkeit Ihres Netzes außerhalb Ihrer eigenen vier Wände zu reduzieren. (amo@ct.de)

Das WLAN am Router nachts abzuschalten und die Sendeleistung zu reduzieren spart viel Energie

⬇ Die Spareffekte beim Abschalten von Funkmodulen sind verschwindend gering. Schaltet man das WLAN komplett ab, spart das bei den meisten WLAN-Modulen gerade mal rund ein Watt Leistungsaufnahme ein – also etwas über einen Euro pro Jahr. Der Großteil des Verbrauchs eines Routers kommt durch den Prozessor, LEDs und andere, immer unter Spannung stehende Bauteile zustande.

Da WLAN-Module nur grob ein Watt verbrauchen, bringt auch das Herabsetzen der Sendeleistung nur wenige hundert Milliwatt Einsparung. Doch der Schein kann auch trügen, denn weniger Sendeleistung am Router bedeutet auch geringere Empfangsstärke bei entfernten Clients. Dann muss der Router mit langsamerer Modulation senden; die Folge ist eine höhere Energieaufnahme, da die Übertragung länger dauert. (amo@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Oliver Kuhlemann, Klaus Schmeh, Machine Identification Code bei Laserdruckern, iX 12/2023, S. 114

MIC-Druckerliste der EFF: ct.de/yf7r

Niederlage nach Punkten

Schufa-System verstößt gegen DSGVO

Das oberste europäische Gericht hat geurteilt, dass die automatisierte Scoreberechnung von Auskunftsteilen häufig illegal war. Die Entscheidung könnte Verbrauchern mehr Transparenz beschern, Kreditanträge aber erschweren.

Von Markus Montz

Die Schufa hat vor dem Europäischen Gerichtshof wie erwartet eine Niederlage erlitten: Am 7. Dezember befanden die Richter in der Entscheidung C 634/21 „SCHUFA Holding (Scoring)“, dass ihr sogenanntes „Scoring“ in der bisherigen Form nicht mit der DSGVO vereinbar sei. Den Score (Punktwert), der die Kreditwürdigkeit einer bestimmten Person ausdrückt, errechnet ein Algorithmus der

Auskunftei. Sofern der Score „maßgeblich“ über das Zustandekommen eines Kreditvertrags entscheide, wertete der EuGH ihn als eine laut DSGVO untersagte „automatisierte Entscheidung“. Das Urteil ist auch auf andere Auskunftsteile übertragbar.

Worum es ging

Eigentlich saß in dem Verfahren der Hessische Landesdatenschutzbeauftragte (HBDI) auf der Anklagebank. Er hatte die Beschwerde einer Frau gegen die Schufa abgewiesen, die bei einer Bank wegen ihrer Bonität keinen Kredit und von der Schufa den Score nicht begründet bekam. Dagegen klagte sie vor dem Verwaltungsgericht (VG) Wiesbaden. Dieses rief den EuGH an.

Der EuGH hat dessen Fragen nun geklärt: Wenn eine Auskunftsteil automatisiert berechne, mit welcher Wahrscheinlichkeit eine Kundin in der Zukunft einen Kredit zurückzahle und dieser Wert „maßgeblich“ die Kreditentscheidung beeinflusse, sei dies eine automatisierte Entscheidung

im Sinne von Artikel 22 Absatz 1 DSGVO. Die Schufa hatte argumentiert, dass sie beim Scoring nur eine „vorbereitende Handlung“ ausführe und nicht sie selbst über die Kreditvergabe entscheide, sondern ihre Vertragspartner. Diese berücksichtigen auch weitere Daten.

Bereits das Verwaltungsgericht Wiesbaden hatte dem entgegengehalten, dass viele Schufa-Kunden – große und kleine Händler, Banken, Mobilfunkanbieter, Vermieter – faktisch allein oder maßgeblich anhand des Schufa-Scores entscheiden. Dafür braucht es jedoch in den nationalen Gesetzen laut EuGH eine Grundlage, die mit dem Europarecht vereinbar ist. Bislang zogen die Schufa, andere Auskunftsteile und auch deutsche Gerichte dafür den Paragraphen 31 des Bundesdatenschutzgesetzes (BDSG) heran, in dem es um den Schutz des Wirtschaftsverkehrs bei Scoring und Bonitätsauskünften geht. Der EuGH bezweifelte jedoch, dass dieser Paragraph mit der DSGVO kompatibel ist. Nach dieser Auslegung hätte die Schufa illegal personenbezogene Daten verarbeitet.

Darüber hat nun das VG Wiesbaden zu befinden. Kommen das VG und höhere Instanzen zu demselben Schluss, müsste die Schufa womöglich nicht nur Scores löschen, sondern auch hohe Bußgelder zahlen. Hinzu kämen Schadenersatzforderungen von Verbrauchern, denen Nachteile wie ein abgelehnter Mietvertrag oder höhere Kreditzinsen entstanden sind. Da die Bundesregierung § 31 BDSG nicht als datenschutzrechtliche Norm betrachtet, ist das durchaus realistisch. Bewegung kommt auch in die Frage, welche Auskunftspflichten die Schufa gegenüber Verbrauchern erfüllen muss. Ein Knackpunkt bleibt der Begriff „maßgeblich“, den der EuGH nicht präzise definiert hat.

Schufa reagiert gelassen

Die Schufa ließ verlauten, dass das Urteil „wichtige Fragen“ beantworte, inwieweit Scores bei Entscheidungsprozessen verwendet werden dürften. Zudem habe der EuGH Scoring als solches nicht infrage gestellt. Die Auskunftsteil zog sich besonders auf den Begriff „maßgeblich“ zurück. Sie verwies darauf, dass die meisten Kunden den Score zwar für wichtig hielten, dieser jedoch in aller Regel nicht entscheidend respektive „maßgeblich“ sei, damit ein Vertrag geschlossen werden könne. Falls doch, müssten sie sich an das Urteil anpassen.

Sie gab betroffenen Geschäftskunden indirekt auch gleich Tipps, wie den, dass



Die Schufa und ihre Vertragspartner müssen die Kreditwürdigkeit von Verbrauchern anders prüfen als rein automatisiert.

der zweite Absatz von Artikel 22 DSGVO erlaube, dass Unternehmen eine Einwilligung des Verbrauchers einholen können. Außerdem gestatte er eine automatisierte Entscheidung, wenn die Datenverarbeitung für den Vertragsabschluss erforderlich sei. Die Auskunft wünscht sich auch, dass der Gesetzgeber den Paragraphen 31 des BDSG anpasst.

Der Bundestag überarbeitet tatsächlich derzeit das BDSG, aber nicht in diesem Punkt. Der stellvertretende Fraktionsvorsitzende der Grünen, Konstantin von Notz, möchte dafür lieber keine Ausnahmeregelung schaffen. Denn die müsste sowohl die Vorgaben des EuGH berücksichtigen als auch umfangreiche Auskunftsrechte garantieren.

Mehr Transparenz gefordert

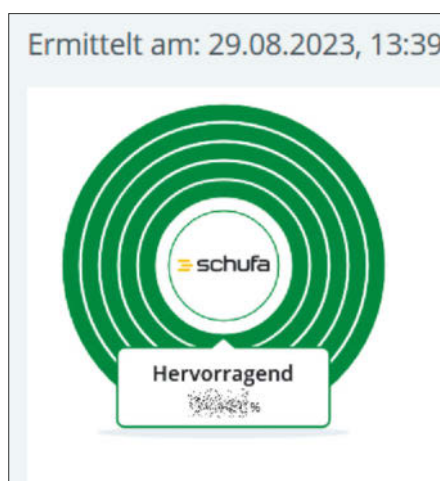
Viele Daten- und Verbraucherschützer sehen die Auskunft in der Pflicht, Verbraucher verständlicher und detaillierter darüber zu informieren, wie der Score zustande kommt. Zwar schicken Schufa & Co. Verbrauchern auf Anfrage getreu Artikel 15 der DSGVO eine sogenannte „Datenkopie“ zu. Sie enthält aber bisher nur die erfassten Einträge, etwa zu Krediten oder Rechnungskäufen, sowie die Scores für bestimmte Branchen. Es fehlt aber der Rechenweg, wie der Score zustande kommt.

Wie also die Schufa aus Girokonto, Darlehen oder Rechnungskäufen den Score berechnet, ist intransparent. Wie die Formel rechnet, erfahren nur wenige, etwa Wissenschaftler und der hessische Landesdatenschutzbeauftragte zur Prüfung. Für die Öffentlichkeit bleibt sie unter Verschluss. Verbrauchern gegenüber macht die Schufa nur allgemeine Aussagen, etwa dass ein lange störungsfrei geführtes Girokonto eine positive Wirkung habe.

Auch mit der 2022 selbst auferlegten „Transparenzoffensive“ beantwortet die Schufa bisher nur allgemeine Verständnisfragen, zum Beispiel im sogenannten „Score-Simulator“. Zwar liefert der Schufa-eigene Dienst Bonify einen kostenlosen Zugang zum „Basisscore“. Dieser hat jedoch kaum Aussagekraft, ganz abgesehen von anfänglichen Sicherheitslücken, die viel Vertrauen gekostet haben.

Das Ende der Schufa?

Den beschwichtigenden Äußerungen der Schufa stehen Datenschutzjuristen gegenüber, die massive Probleme auf die Auskunft, aber auch ihre Kunden zukom-



Die bloße Bereitstellung des Basisscores dürfte bei der Schufa künftig nicht mehr für ihre Transparenzpflichten genügen.

men sehen. Dazu zählt zum Beispiel die Plattform „Europäische Gesellschaft für Datenschutz mbH“ (EuGD). Sie vermittelt Verbrauchern, die ihren Datenschutz verletzt sehen, zwecks kostenloser Prüfung von Schadenersatzansprüchen Kontakt zu Fachanwälten. Die EuGD hat bereits erste Klagen eingereicht.

Der in der EuGD aktive Anwalt Peter Hense ließ nach dem Urteil verlauten, dass der EuGH ein rechtswidriges Geschäftsmodell beendet habe. Die Schufa habe mit Daten gearbeitet, an denen sie keine Rechte besaß – ganz abgesehen von fehlerhaften Daten, die „die Zuverlässigkeit der bereits per se zweifelhaften Schufa Scores weiter unterminiert hätten. Die Schufa müsse nun die Datenbasis bereinigen, Erklärungen nachliefern und sich gegen Vorwürfe verteidigen, dass ihre

Scores Fehlentscheidungen verursacht hätten.

Es könnte also teuer für die Schufa werden. Dass sie untergeht, ist jedoch unwahrscheinlich. Zwar könnten Bürger nach einem EuGH-Urteil vom 14. Dezember zur Haftung bei Datenmissbrauch einfacher an Schadenersatz kommen, da das Gericht die Schwelle dafür deutlich gesenkt hat. Allerdings machte das Scoring 2022 nach Schufa-Angaben nur 13 Prozent des Umsatzes aus. Die meisten Auskünfte erteilt die Schufa zur Identität von Personen.

Aus Verbrauchersicht könnte das Urteil sogar zum Bumerang werden, wenn sich kein Weg findet, auf dem bisherige Schufa-Kunden die Kreditwürdigkeit von Verbrauchern schnell und rechtssicher prüfen können. So beruht der verbraucherfreundliche Rechnungsbau auf einer vorherigen Bonitätsprüfung. Am Ende könnte ein Ende der Auskunftseien Verbraucher dazu zwingen, ihren Gläubigern vorab Dokumente wie Kontoauszüge oder Gehaltsnachweise zu übermitteln. Ebenso könnten die Kosten für Kredite oder einen Mobilfunkvertrag steigen, weil die Anbieter das höhere Ausfallrisiko einpreisen.

Dies zu verhindern, liegt vor allem bei der Schufa selbst. Sie sollte ihrer „Transparenzoffensive“ mehr Substanz verleihen und Verbrauchern möglichst genau, verständlich und kostenlos erklären, welche Daten sie erfasst und wie sie daraus die Bonität errechnet und ihnen Mittel geben, um Falscheinträge schnell und zuverlässig zu erkennen und sie loszuwerden.

(mon@ct.de) **ct**

EuGH-Urteile: [ct.de/yedp](https://www.ct.de/yedp)

Noch ein Urteil: Insolvenzregister

Im Urteil C-26/22 „SCHUFA Holding (Restschuldbefreiung)“ entschieden die Richter parallel über den Zeitraum, in dem die Schufa und andere Auskunftseien Einträge aus öffentlich zugänglichen Insolvenzregistern speichern und verarbeiten dürfen. Im konkreten Fall ging es darum, dass die Schufa Einträge zur sogenannten „Restschuldbefreiung“ bei Privatinsolvenzen drei Jahre lang speicherte und in die Berechnung des Scores einfließen ließ. Im Insolvenzregister befindet sich dieses Datum jedoch nur sechs Monate.

Der EuGH urteilte, dass Auskunftseien solche Daten nur so lange nutzen dürfen, wie sie öffentlich einsehbar sind. Die Schufa hatte ihre Praxis als Reaktion auf den Antrag des EuGH-Generalanwalts bereits im März 2023 angepasst und die Speicherdauer auf sechs Monate verkürzt. Mit Ablauf der Frist löscht die Schufa den Eintrag automatisch. Möglicherweise erwachsen aber auch daraus nachträgliche Schadenersatzansprüche von Betroffenen, die beispielsweise keine Wohnung bekamen.

Internationaler Schlag gegen Geldwäsche

In der von Europol koordinierten Aktion „EMMA 9“ gegen Tausende betrügerisch genutzte Konten haben Ermittler in ganz Europa deren Inhaber identifiziert und Hinterleute festgenommen.

Im Juni, Oktober und November haben die Polizei und Staatsanwaltschaften weltweit in 27 Staaten Schläge gegen Geldwäsche durchgeführt. Außer in europäischen Ländern gab es Ermittlungen und Festnahmen in Asien, Nordamerika, Australien und Kolumbien. Bei der zum neunten Mal vom europäischen Polizeiamt Europol koordinierten Aktion „EMMA“ (European Money Mule Action) enttarnten die Ermittler systematisch Geldwäschekonten und leiteten Verfahren gegen deren Inhaber und Hintermänner ein.

Insgesamt nahmen die Polizeibehörden 1.013 Verdächtige fest. Zudem identifizierten sie 10.759 sogenannte „Finanzagenten“. Bei ihnen handelt es sich häufig um unwissende oder der Tragweite ihres Handelns nicht bewusste Helfershelfer.

Diese auf Englisch „Money Mules“, also „Geldesel“ genannten Personen nehmen als Kontoinhaber das Geld der Opfer aus Betrugs- und anderen Delikten entgegen und leiten es weiter. Im Zuge der Aktion identifizierte die Polizei auch 474 Menschen, die solche „Finanzagenten“ anwerben und koordinieren.

Nach Europol-Angaben folgten auf die Schläge insgesamt 4.659 Ermittlungsverfahren. Man habe mit Unterstützung von 2.822 Banken insgesamt 10.736 betrügerische Überweisungen und Zahlungen identifiziert und Schäden von fast 32 Millionen Euro abwenden können. Als „alarmierend“ bezeichnete ein ungenannter EU-Mitgliedstaat den Trend, Flüchtlinge aus der Ukraine als „Finanzagenten“ anzuwerben. Die Täter nutzen deren wirtschaftliche Not aus und treiben sie dazu, Geldwäschekonten zu eröffnen. Auch ältere Menschen sind zunehmend betroffen; in diesen Fällen suchen die Täter ihre Opfer häufig sogar persönlich auf und nehmen ihnen die Arbeit der Ausweiskopien und Unterschriften zur Kontoeröffnung ab.



Bild: Jerry Lampen/AMP/dpa

Nach Ermittlungen von Europol und nationalen Polizeibehörden haben Strafverfolger über 10.000 Geldwäschekonten enttarnt.

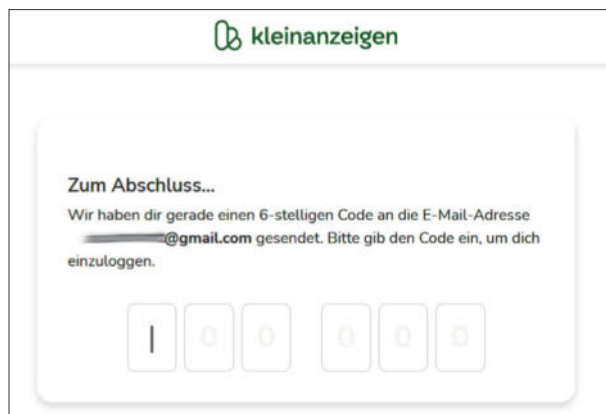
Ein Opferschema gibt es auch bei Jüngeren: Die Täter rekrutieren sie für Gutscheinkartenbetrug. Dabei übermitteln sie ihnen die Kartencodes, die sie zuvor bei Betrugsoffern ergaunert haben. Die Helfer, die von den Hintergründen häufig nichts wissen, kaufen davon Waren und erhalten dafür eine Provision. Die Täter verkaufen die Produkte anschließend im Internet. (mon@ct.de)

Kleinanzeigen contra Betrug

Die Privatverkaufsplattform Kleinanzeigen.de hat eine **Zwei-Faktor-Authentifizierung per SMS** eingeführt. Damit will sie es Betrugern erschweren, Nutzerkonten Dritter zu übernehmen. Die Kontoinhaber sollen immer dann eine SMS mit einem Authentifizierungscode erhalten, wenn eine automatische Prüfung beim Login verdächtige Aktivitäten feststellt. Das passiert zusätzlich zu der bisher schon versandten Mail mit einem Link, über den man in solchen Fällen das bisherige Pass-

wort zurücksetzen und ein neues vergeben muss. Die Angabe einer Mobilfunknummer ist bereits seit zwei Jahren Pflicht; bisher nutzte Kleinanzeigen sie aber nur bei der Registrierung.

Mit der Erweiterung will Kleinanzeigen auch solche Fälle abdecken, in denen das Mailkonto des betroffenen Nutzers kompromittiert ist. Die Einführung von Einmalpasswörtern (OTP) oder Authentifizierungs-Apps plant der Dienst jedoch weiterhin nicht. (mon@ct.de)



Die Zwei-Faktor-Authentifizierung per Mail kommt bei Kleinanzeigen künftig zusätzlich auch als SMS.

Kurz & knapp

Die European Payments Initiative hat in einem Pilotversuch erstmals eine **Konto-zu-Konto-Zahlung über das System „Wero“** abgewickelt. Zehn Euro gingen via SEPA-Echtzeitüberweisung von der französischen BPCE an die Sparkasse Elbe-Elster.

Der Neobroker **Trade Republic** hat eine **Vollbanklizenz** von der Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht erhalten. Die Verrechnungskonten der Kunden sollen aber vorerst bei Solaris und der Deutschen Bank bleiben.

Der EuGH hat das Urteil des Gerichts der Europäischen Union (EuG) von 2021 bestätigt, demzufolge **Amazon nicht 250 Millionen Euro Steuern an Luxemburg** zurückzahlen muss. Die EU-Kommission hatte 2017 eine unzulässige staatliche Beihilfe Luxemburgs gesehen.

Windows 10 ESU: Länger Updates gegen Geld

Gewerbliche Nutzer von Windows 10 können wie zuvor bei Windows 7 nach dem regulären Support-Ende weiter Sicherheitsupdates beziehen. Das kostet Geld – mit einer Ausnahme.

Microsoft gab bekannt, dass Firmenkunden, die Windows 10 einsetzen, bis zu drei Jahre nach dem regulären Support-Ende des Systems kostenpflichtig Sicherheitsupdates buchen können. Wie Microsoft-Manager Jason Leznick in einem Blogbeitrag ausführt, kann das ESU (Extended Security Updates) genannte Programm jahresweise gebucht werden. Es bietet ausschließlich wichtige und kritische Sicherheitsupdates, aber keinerlei Korrekturen für nicht sicherheitsrelevante Probleme. Ein vergleichbares Angebot hatte Microsoft bereits Windows-7-Firmenkunden gemacht, die auch nach dem Support-Ende im Januar 2020 auf das Betriebssystem angewiesen waren.

Bemerkenswert ist, dass Microsoft die Updateverlängerungen für Windows 10 offenbar auch Privatkunden anbieten will, was Leznick

allerdings bislang nur in einem Halbsatz angedeutet hat (Zitat: „Stay tuned for [...] an ESU program for individual consumers“).

Preise fürs Update hat Microsoft bis dato nicht veröffentlicht. Als Richtschnur kann man die des Windows-7-ESU-Programms nehmen. Für ein Windows 7 Professional wurden damals im ersten Jahr 50 US-Dollar, im zweiten Jahr 100 und im dritten Jahr 200 US-Dollar fällig, und zwar pro Installation. Kunden mit Enterprise-Abos zahlten die Hälfte. Eine Ausnahme soll diesmal aber für Firmengeräte gelten, die noch mit Windows 10 laufen, aber zur Verbindung mit Windows-365-Cloud-PCs benutzt werden: In diesem Fall bekommt das Windows 10 auf den Clientrechnern die ESU-Updates gratis.

Die aus unserer Sicht spannendere Frage wird sein, mit welchen Argumenten Microsoft Privatkunden überzeugen will, Geld für Sicherheitsupdates auszugeben, zumal auf Computern, die problemlos laufen. (jss@ct.de)

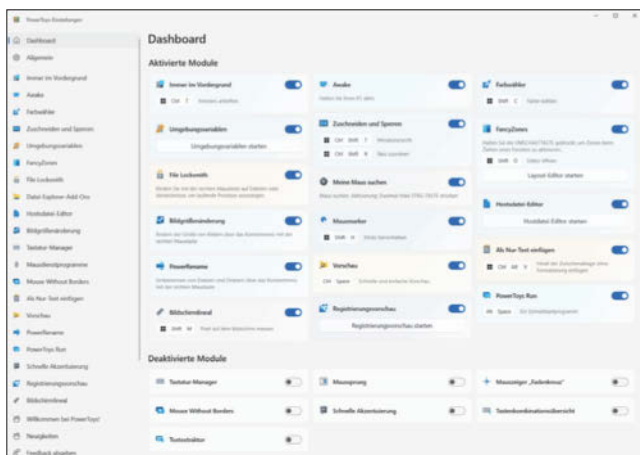
Blogbeitrag Windows 10 ESU: ct.de/yfej

PowerToys mit neuem Unterbau

Microsoft hat seiner Open-Source-Tool-Sammlung **PowerToys** mit Version 0.76 einen neuen Unterbau verpasst: Sie fußt nun auf .NET 8. Außerdem kann der Tastatur-Manager nun auch beim Gedrückthalten einer Taste einen zuvor definierten Unicode-Text einfüllen – sehr praktisch ist das beispielsweise, um mit einem Tastendruck Blindtext einzufügen oder immer wieder verwendete Ausdrücke parat zu haben.

Bereits mit dem Wechsel zu Version 0.75 haben die PowerToys ein neu gestaltetes Dashboard bekommen, mit dem man alle enthaltenen Funktionen auf einer Übersichtsseite ein- und ausschalten kann. Mit Version 0.75 ist auch der Umgebungsvariablen-Editor hinzugekommen, der User- und System-Umgebungsvariablen anzeigen und auch neue anlegen kann. (jss@ct.de)

Download PowerToys bei GitHub: ct.de/yfej



PowerToys hat einen neuen Unterbau und seit Kurzem auch ein neues Dashboard.

just
DOCK IT.

Denke grün!



**ENTSCHEIDE DICH
FÜR DIE UMWELT!
REDUZIERE PLASTIK,
WIR TUN ES AUCH!**

✓ **WENIGER MATERIALIEN,
STRATEGISCH EINGESETZT**

Durch neue Produktionsprozesse konnten wir unseren Materialverbrauch erheblich senken.

✓ **FSC-ZERTIFIZIERTER DRUCK**

Mit Papier aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern und der Verwendung nachhaltiger Druckfarben bekräftigen wir unser Engagement für den Umweltschutz.

✓ **ÖKO-DESIGN AN
VORDERSTER FRONT**

Für unser Produktdesign kommen in großem Maße Aluminium, aber auch ABS Kunststoff zur Verwendung, die jeweils für ihre recyclebaren Eigenschaften bekannt sind.

 **ICY'S CLEAN IT UP!**
REDUCE PLASTIC

JETZT MEHR ERFAHREN:



www.icybox.de

 icyboxofficial  ICY BOX®
 RaidSonic Technology GmbH

GnuPG-Erfinder forkt OpenPGP

Inhaltliche Differenzen in der OpenPGP-Arbeitsgruppe: GnuPG-Erfinder Werner Koch startet den Fork LibrePGP.

Seit mehreren Jahren modernisiert eine Arbeitsgruppe der Internet Engineering Task Force (IETF) den Standard zum OpenPGP-Format (RFC 4880). Da die Richtung, in die sich die Arbeitsgruppe bewegt, dem GnuPG-Hauptentwickler Werner Koch nicht passt, hat er LibrePGP als alternativen Standard initiiert. Mit dabei ist laut LibrePGP-Webseite neben Kochs Firma g10 Code auch das Unternehmen Ribose, das hinter der PGP-Bibliothek RNP steht. Thunderbird nutzt RNP, um OpenPGP zu implementieren.

Entzündet hat sich der Streit an einem möglichen „Crypto-Refresh“ für OpenPGP, der unter anderem von Proton, bekannt für den E-Mail-Dienst Protonmail und Entwickler von OpenPGP.js, angestrengt wird. Für Koch und die LibrePGP-Mitstreiter ist diese Erneuerung zu einschneidend. Sie sei aufgrund mangelnder Rückwärtskompatibilität schädlich für bestehende OpenPGP-Software, schreibt der GnuPG-Gründer in seiner Ankündigungsmail. Auf der LibrePGP-Seite sind acht Kritikpunkte aufgeführt, die sich um kryptografische Details drehen, beispielsweise den Einsatz der Blockchiffen GCM. Koch und seine Mitstreiter verlangen, zu einem älteren Entwurf zurückzukehren.

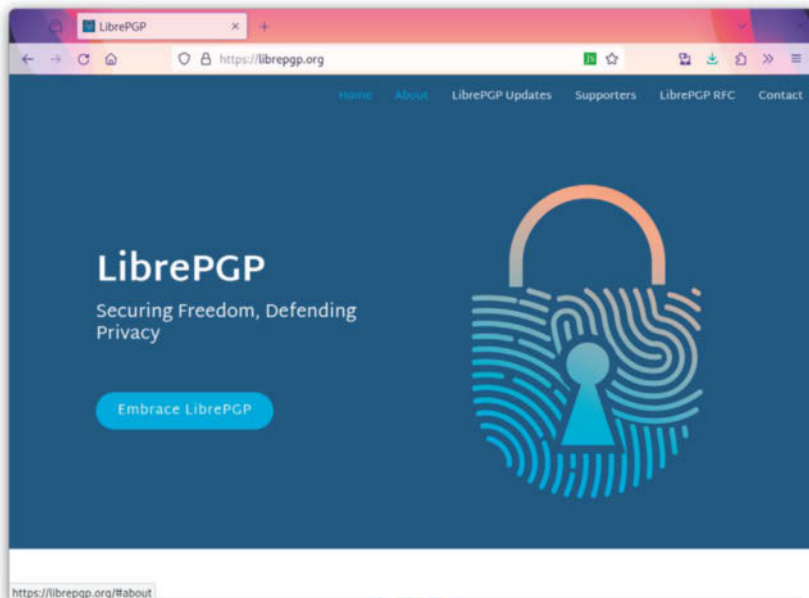
Widerspruch dazu kommt unter anderem von Andrew Gallagher, einem der Betreiber des Keyservers PGPKes.eu. In einem eigens für die Replik aufgesetzten

Blog führt er zu jedem Punkt Gegenargumente auf und hinterlegt diese mit Links zu Diskussionen auf der Mailingliste der OpenPGP-Arbeitsgruppe oder früheren Dokumenten. Zumindest bei den technischen Fragen sind beide Argumentationen nachvollziehbar. Die Mehrheit der IETF OpenPGP-Arbeitsgruppe hat sich wohl auf den Crypto-Refresh-Entwurf festgelegt und arbeitet weiter daran, ihn zu finalisieren.

Bei einigen Angehörigen der OpenPGP-Community gibt es die Befürchtung, dass es künftig zwei inkompatible Standards gibt und es für User noch komplizierter wird, PGP zu verwenden, als es jetzt schon ist. So wies Thunderbird-Entwickler

Kai Engert auf mögliche Implikationen für die Benutzer hin und fragte, wie künftig Clients mit unterschiedlichen, inkompatiblen Formaten umgehen sollen. Die Frage ist auch, ob Clients künftig beide Standards implementieren. Zumindest das GnuPG-Team scheint nicht gewillt, die Änderungen des Crypto-Refreshs zu integrieren. Proton-Mitarbeiter Daniel Hui-gens kündigte für OpenPGP.js und GopenPGP an, alle Formate zu unterstützen und das „Durcheinander“ vor den Usern zu verstecken.

PGP-Verschlüsselung kämpft schon lange mit dem Problem geringer Akzeptanz. Der Streit dürfte die Lage verschlimmern. (ktn@ct.de)



Die LibrePGP-Webseite wirbt mit markigen Worten für den Fork.

Canonical ändert LXD-Spielregeln

Das für die Linux-Distribution Ubuntu bekannte Unternehmen hat die **Lizenz des Container- und VM-Managers LXD von Apache 2.0 zur Copyleft-Lizenz AGPL 3.0 geändert**. Dies sieht der ursprüngliche LXD-Entwickler und ehemalige Canonical Mitarbeiter Stéphane Graber als Versuch, dem LXD-Fork Incus Steine in den Weg zu legen. Incus war entstanden, nachdem Canonical nach Grabers Weggang

überraschend LXD vom Projekt Linux Containers (LXC) weggenommen hatte. Durch die Lizenzänderung kann Incus keinen LXD-Code mehr übernehmen, außer der Fork beugt sich der Copyleft-Klausel.

Gleichzeitig verlangt Canonical von allen Entwicklern, die an LXD mitarbeiten wollen, ein Contributor License Agreement (CLA) zu unterzeichnen, womit es

das Recht hat, nachträglich die Lizenz von zugelierten Quelltexten zu ändern, also auch zu einer nicht-freien Lizenz. Aus der Community gibt es für Canonicals Vorgehen Unverständnis.

LXD ist ein essenzieller Bestandteil von Canonicals Produkt MicroCloud, das Unternehmen die Einrichtung von privaten Cloud-Infrastrukturen erleichtern soll. (ktn@ct.de)

Smartphone erkennt gefälschte Medikamente

Mit einem Barcodescan und einem Foto der Oberflächentextur kann jedermann per Smartphone die Echtheit einer Medikamentenpackung überprüfen – ohne Datenbankzugriff. Drei Fraunhofer-Institute haben SmartID entwickelt und sind im Gespräch mit Herstellern.

In den vergangenen drei Jahren haben Fraunhofer-Forscher am IAP (Institut für angewandte Polymerforschung), am SIT (sichere Informationstechnologie) und am FOKUS (offene Kommunikationssysteme) das Barcodesystem SmartID entwickelt. „Jede Medikamentenverpackung hat eine einzigartige, charakteristische Smartphonekameras können sie erfassen“, erklärt Projektkoordinator Tobias Jochum vom IAP auf der SmartID-Projektseite. Bei internationalen Onlineversenden sind nicht bloß Lifestyle-Präparate wie Haarwuchsmittel erhältlich, sondern auch rezeptpflichtige Medikamente etwa gegen Bluthochdruck oder Krebs. Seit Jahren warnt die Weltgesundheitsorganisa-

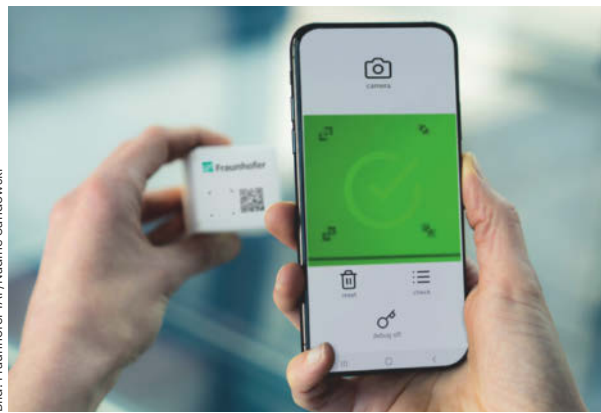
tion WHO vor gefälschten Produkten vor allem im Internethandel.

Die Forscher im Fraunhofer-Projekt digitalisieren Informationen über die per Handykamera erkennbare Oberflächenbeschaffenheit der Medikamentenverpackung. Diese Informationen können Hersteller als Barcode direkt auf die Verpackung drucken.

Eine SmartID-App ist dann in der Lage, aus Kamerabildern die Texturinformationen zu ermitteln und die dazu errechneten Daten mit denen des Barcodes

zu vergleichen. Dazu braucht der Anwender weder Datenbankabfrage noch Webzugriff; der Hersteller braucht somit keine online verfügbare IT-Infrastruktur aufzubauen. Derzeit versuchen die Forscher, durch Quantenmaterialien die erforderliche unbedruckte Fläche zu minimieren, die der Anwender braucht, um die Oberflächentextur zu analysieren. Parallel laufen bereits erste Lizenzverhandlungen mit Herstellern. (agr@ct.de)

Projektseite SmartID: ct.de/y6f2



Mit Handykamera und App prüft der Patient nicht einfach einen Barcode, auch die Oberfläche der Verpackung muss dazu passen.

Bild: Fraunhofer IAP/Nadine Sandowski

Weltgrößter Fusionsreaktor

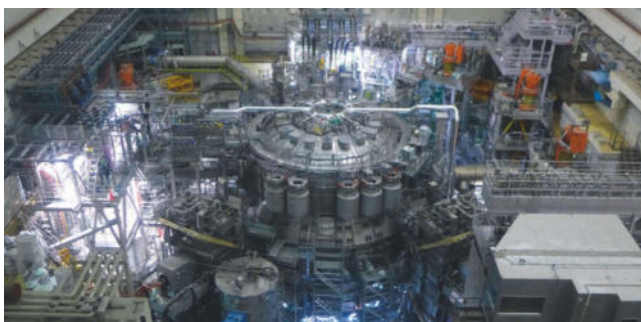
Eine europäisch-japanische Kooperation hat Anfang Dezember den weltweit größten experimentellen Kernfusionsreaktor eingeweiht. Der JT-60SA (Japan Torus 60 Super Advanced) steht nordöstlich von Tokio. Schon am 23. Oktober hat diese Anlage zum ersten Mal Wasserstoffplasma erzeugt, in zwei Jahren soll sie **200 Millionen Grad heißes Plasma** für 100 Sekunden aufrechterhalten.

Der JT-60SA stützt sich auf die Tokamak-Technik (Toroidale Kammer mit Magnetspulen). In einer ringförmigen Vaku-

umkammer hält der Reaktor das heiße Plasma durch Magneten berührungslos in der Schwebe. So können Wasserstoffkerne zu Helium fusionieren und dabei wie im Inneren der Sonne immense Energiemengen freisetzen. Im französischen Cadarache entsteht zwar eine größere Tokamak-Anlage namens ITER, aber wann diese fertig wird, steht nach Verzögerungen und Baumängeln in den Sternen. Derzeit geben die Verantwortlichen nicht einmal einen geplanten Fertigstellungstermin an. (agr@ct.de)

Lithiumbedarf mal 25

Das Öko-Institut in Freiburg hat den Rohstoffbedarf berechnet, den die Elektrifizierung des Straßenverkehrs mit sich bringt. Nach den Prognosen wächst die jährlich zu schaffende Batteriekapazität für Pkw- und Lkw-Antriebe von 15 Gigawattstunden (GWh) im Jahr 2020 bis auf 270 GWh in 2035. Damit vervielfacht sich der Lithiumbedarf von 1000 Tonnen auf 25.000 Tonnen jährlich. Parallel werden weitere **Schlüsselmaterialien deutlich stärker gefragt** sein als heute: Bei Nickel wird der Bedarf von fast 10.000 auf 110.000 Tonnen zunehmen, bei Kobalt von 2000 auf 23.000 Tonnen und bei Graphit von 10.000 auf 240.000 Tonnen. Zugleich werde mit der verabschiedeten EU-Batterieverordnung die Recyclingquote steigen. Ab 2040 könne demnach mehr als ein Viertel des Lithiums (27 Prozent) aus recycelten Batterien stammen, bei Kobalt seien es sogar 45 Prozent. (agr@ct.de)



Der derzeit größte Tokamak-Fusionsreaktor der Welt steht in Japan und hat bereits im Testlauf heißes Wasserstoffplasma erzeugt.

Bild: JT-60SA

Klotzen für KI

AMD und Intel stellen neue Prozessoren und Beschleuniger für KI vor

Wie das Jahr anfang, so ging es auch zu Ende: Denn wenn es 2023 einen beherrschenden Tenor in der IT gab, war es die Künstliche Intelligenz. KI war auch das Thema, als Intel und AMD kurz vor Jahresende neue Prozessoren und Beschleuniger vorstellten, die Nvidia den Markt streitig machen sollen.

Von Carsten Spille

Der Hype-Cycle um KI ist noch in vollem Gange und beschert Hardwareherstellern volle Kassen; zuletzt hatte Nvidia wieder einen Rekordgewinn vermeldet. Kein Wunder, brauchen das Training im Rechenzentrum und auch die Anwendung der immer aufwendigeren Modelle für sogenannte Generative AI doch einen Haufen Rechenleistung und reichlich Speicher.

Intel und AMD zeigten auf ihren Jahresend-Events neue Serverprozessoren, Beschleuniger für Rechenzentren und Kombinationen daraus, mit denen sie sich jeweils dicke Batzen des Multimilliardenmarktes sichern wollen. Beide Firmen gehen unterschiedliche Wege, was die Einsatzgebiete angeht, sind sich bei Mobilprozessoren aber relativ einig: Dort sollen es besonders energieeffiziente Spezialschaltkreise richten – siehe auch die Artikel auf Seite 43 und unter ct.de/y797.

Erfrischte Xeons

Nur elf Monate und vier Tage lang erfreute sich Intels Xeon SP Gen 4 als Speerspitze für Server und Rechenzentren seines Ruhms, bevor er von der Nachfolgeneration mit dem Codenamen Emerald Rapids beerbt wurde. 32 neue Modelle zwischen 415 und 12.400 US-Dollar stellte Intel vor, die vieles besser machen sollten

als der erste Aufschlag der Chiplet-Architektur „Sapphire Rapids“.

Die kurze Zeit zwischen den beiden Generationen ist zwar untypisch, aber nachvollziehbar. Denn einerseits hat Intel die Rechenkerne und deren Verbindungen kaum angefasst, sondern eher Feintuning betrieben. Die Kernelemente sind größtenteils gleich geblieben, ebenso der Fertigungsprozess „Intel 7“. Andererseits zeigt sich hier auch ein Vorteil des Chiplet- oder wie Intel ihn lieber nennt Tiling-Ansatzes: die Flexibilität. Bestanden die Topmodelle beim Xeon SP Gen 4 noch aus bis zu vier Tiles, sind es bei Emerald Rapids nur noch zwei Chips mit je 32 aktiven Kernen (physisch sind 33 vorhanden, einer dient als Reserve zur Steigerung der Ausbeute). Deren zweite große Änderung ist der 160 MByte große Level-3-Cache; 5 MByte pro Abschnitt, die jeweils einem Kern zugeordnet sind.

Bei billigeren Xeon-SP-Gen-5-Versionen kommen klassische Einzelchips zum Einsatz, die ebenfalls bis zu 32 aktive Kerne



Intel-Managerin Lisa Spelman bei der Präsentation der neuen Xeon-CPUs. In ihrer linken Hand (also rechts im Bild) ein Anschauungsobjekt ohne Heat-spreader.

haben, sich aber nicht auf einem Träger kombinieren lassen und nur jeweils 60 MByte L3-Cache besitzen. Für besonders kleine und energieeffiziente System gibt es noch den EE-LP-Chip mit 20 Kernen.

Maximal gibt es also Xeons mit 64 Kernen, ein Plus von mageren 7 Prozent, aber auch etwas mehr Takt, 17 Prozent schnelleren DDR5-Speicher und um ein Viertel schnellere Verbindungen der Prozessoren untereinander. Intel sieht bei herkömmlichen Aufgaben – also SPEC-rate2017, HP Linpack und Stream Triad – ein Plus von 21 Prozent, vergleicht dabei aber den 64-Kerner Xeon Platinum 8592+ mit dem 56-Kerner der vierten Generation. Die Logik der Firma: Mit Emerald Rapids gibt es nur neue Xeons für 1- und 2-Sockel-Server (1P und 2P) und für die war der Xeon 8480+ offiziell das kernreichste Modell. Der 60-Kerner 8490H war auf dem Papier für bis zu 8P-Systeme und ein anderes Einsatzgebiet (In-Memory-Datenbanken oder Virtualisierung) gedacht, lief aber auch in 1P-/2P-Konfigurationen.

Weiterhin sind die vier Hardwareblöcke In-Memory Analytics Accelerator (IAA), Dynamic Load Balancer (DLB), Dynamic Stream Accelerator (DSA) und Quick Assist Technology (QAT) mit an Bord. XCC-Chips haben jeweils zwei davon, MCC-Chips je zwei DLB und QAT sowie je einen IAA und DSA. In jedem einzelnen Kern hingegen sind Intels Advanced-Matrix-Einheiten (AMX) verankert. Sie können besonders bei Berechnungen mit geringer Präzision, wie sie etwa vielen KI-Anwendungen ausreicht, den Durchsatz auch gegenüber der AVX-Erweiterung VNNI nennenswert beschleunigen.

Die spezifizierte Verlustleistung bleibt bei bis zu 350 Watt, allerdings haben die Xeon SP Gen 5 einen neuen Energiesparmodus, der bei geringer bis mittlerer Auslastung bis zu 110 Watt sparen soll. Daneben macht Intel noch Rechnungen auf, laut derer Betreiber über die Total Cost of Ownership (TCO) gegenüber älteren Xeon-Prozessoren von der dritten bis hinunter zur ersten Generation Hunderttausende US-Dollar und zig Tonnen an CO₂-Emissionen sparen können.

Abseits der Xeons trommelte Intel weiter für seine Gaudi-2-Beschleuniger. Die sind eher mit Googles TPU vergleichbar als mit Nvidias H100 und AMDs Instinct-MI-Reihe, da sie sehr auf KI-Anwendungen hin angepasst sind. Daher können sie in manchen Anwendungen sparsamer arbeiten. Wildert Intel mit ihnen noch

unterhalb der teureren H100, soll der angekündigte Gaudi 3 mit viel mehr Rechenleistung, 50 Prozent höherer Speicherrate und mindestens 128, wohl eher aber 192 GByte HBM-Speicher nicht nur auf Nvidia aufholen. Kommt er wie geplant 2024 auf den Markt, könnte er sich einen Teil des KI-Kuchens abschneiden.

AMD geht in die Vollen

Wenige Tage nach Intel, dafür aber in einem öffentlichen Live-Stream, hat AMD seine KI-Werbetrommel gerührt. Neue Zen-Kerne und Epyc-Prozessoren gab es dabei nicht, sondern man konzentrierte sich auf die nächste Generation der Instinct-Beschleuniger MI300A und MI300X, deren Vorgänger unter anderem im schnellsten Supercomputer Frontier sitzen. Zwischen den beiden MI300 gibt es einen markanten Unterschied: Ist die X-Version ein reiner Rechenbeschleuniger, der auf dem Papier 30 bis 140 Prozent mehr Durchsatz als Nvidias H100-Beschleuniger hat, ersetzt AMD bei der A-Variante eines der vier Compute-Dies durch CPU-Kerne, sodass der MI300A auch auf sich allein gestellt funktioniert, also ohne zusätzliche CPU. Möglich macht das die Chiplet- und Stacking-Technik, die AMD gemeinsam mit dem Fertiger TSMC vorantreibt.

Zuunterst sind vier I/O-Dies (IOD) auf dem Träger angebracht. Sie verbinden nicht nur die restlichen IOD-Chiplets mit 16 Lanes Infinity Fabric 4, sondern liefern mittels Through-Silicon-Vias auch die Stromversorgung und haben jeweils 16 PCIe-5.0-Lanes, 64 MByte Infinity-Cache sowie Speichercontroller für zwei HBM3-Stapelspeicher. Ein MI300 hat insgesamt also 256 MByte Infinity Cache und 8 HBM-Stapel. Das IOD versorgt jedes per Hybrid-Bonding-Verfahren aufgebrauchte Accelerator Complex-Die (XCD) mit bis zu 2,1 TByte/s an Daten, über den gesamten MI300X sind das zusammen 16,8 TByte/s. Der MI300X hat acht Stapel aus HBM3-Chips mit je 24 GByte und soll speziell bei KI-Anwendungen glänzen.

Der MI300A ersetzt eines dieser XCDs durch ein CPU-Complex-Die (CCD) mit drei Gruppen zu je acht Zen-4-Kernen. Dadurch entsteht ein riesiger Kombichip, der seinen ultraschnell lokal angebundenen Beschleuniger quasi in sich trägt und sich mit ihm einen Speicherbereich teilt. Diese Variante sieht AMD für High-Performance-Computing vor und gibt jedem MI300A 128 GByte in acht HBM3-Speicherstapeln mit. Die haben dieselbe Transferrate von

Links ein Rendering des MI300X-Packages, rechts eines vom MI300A. In der unteren rechten Ecke erkennt man das Chiplet mit den CPU-Kernen.

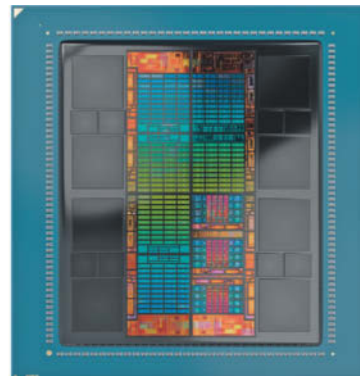
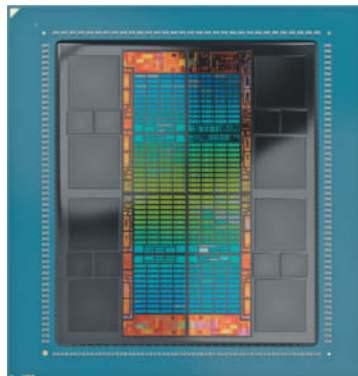


Bild: AMD

5,3 TByte/s wie die MI300X, intern aber nur jeweils acht Chiplets zu 16 GBit anstelle von zwölf. Bei beiden Varianten gibt es allerdings keinen zusätzlichen Speicher in Form von DDR5-Fassungen. MI300-Systeme müssen also mit 192 GByte pro Beschleuniger und 128 GByte pro Kombichip auskommen.

Quo Vadis, KI-Chip?

Intel setzt zurzeit vor allem darauf, dass sich die KI-Modelle nicht weiter aufblähen und es zunehmend spezialisierte KI-Modelle gibt. Die könnten dann auch auf flexiblen Xeon-CPU laufen, vor allem, wenn die IT-Abteilung nicht direkt ein eigenes Rechenzentrum nur für KI auf die Beine stellen kann oder will. Für KI-Rechenzentren hat man die dedizierten Gaudi-Beschleuniger im Programm, die aber nicht viel anderes können.

AMD hat anders als Intel keine hochspezialisierten KI-Beschleunigerchips, sondern setzt auf die Synergien zwischen CPU- und Beschleunigerkernen auf einem Package und fürs Inferencing auf die rohe

Power des MI300X. Eine ähnliche Strategie also wie sie auch Nvidia als derzeitiger Hauptprofiteur des KI-Booms fährt. Dort sollen auch die Grace-Hopper-Superchips sowie Beschleuniger der kommenden Blackwell-Generation die marktbeherrschende Stellung halten. Die ist auch den vielen vorhandenen KI-Frameworks und -Bibliotheken zu verdanken, die dank früher Verfügbarkeit und guter Optimierung auf Nvidias CUDA-Schnittstelle aufbauen. Nvidia mahnt, gerade bei KI-Anwendungen sei Hardware-Design nur die halbe Miete. Das sehen auch Intel und AMD so und versuchen, mit ihren Konkurrenzprodukten OneAPI respektive ROCm den KI-Programmierern das Leben und den Umstieg von CUDA leichter zu machen.

(csp@ct.de) **ct**

Transparenzhinweis: Intel und AMD haben Reise- und Hotelkosten zu den Veranstaltungen für den Autor übernommen.

Vorstellung der Meteor-Lake-Notebook-CPUs: ct.de/y797

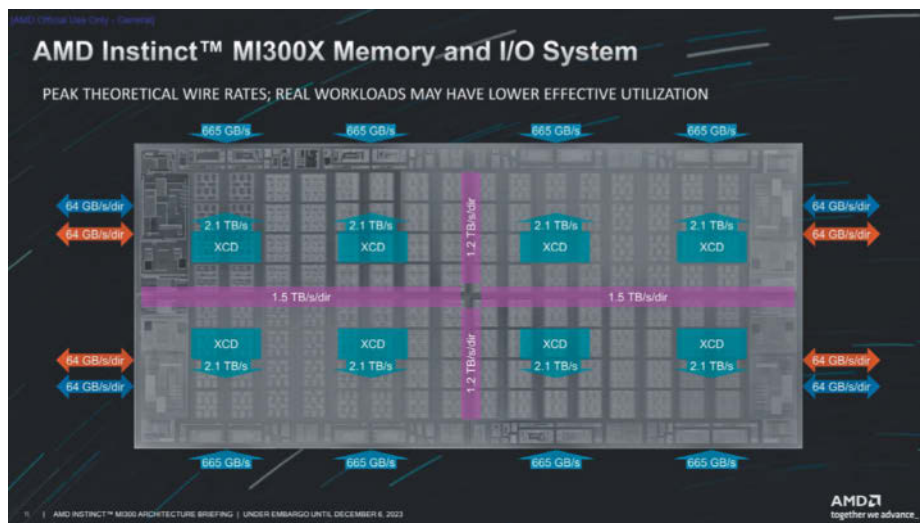


Bild: AMD

Die I/O-Dies verbinden die aufgebrauchten Beschleuniger- oder CPU-Chips mit bis zu 2,1 TByte/s zum Cache und die Caches mit maximal 1,5 TByte/s pro Richtung untereinander.

Bitte lächeln 2.0

„Monocam“ erwischt Handy- nutzer am Steuer mittels KI

Ein Blitzer, der nicht Schnellfahrer erwischt, sondern Handy-nutzer hinter dem Steuer: Nach einem erfolgreichen Test arbeitet Rheinland-Pfalz an einer Rechtsgrundlage für die „Monocam“. Sollten die Regelungen vor Gericht Bestand haben, dürften andere Bundesländer nachziehen.

Von Christian Wölbert

Wer mit Tempo 130 über die Autobahn fährt und dabei vier Sekunden lang auf seinem Smartphone herumtippt, legt 144 Meter im Blindflug zurück. Die Straßenverkehrsordnung erlaubt die Nutzung eines elektronischen Gerätes deshalb nur dann, wenn „hierfür das Gerät weder aufgenommen noch gehalten wird“ und nur eine kurze, den Verhältnissen angepasste „Blickzuwendung“ erfolgt. Wer erwischt wird, zahlt 100 Euro und kassiert einen Punkt in Flensburg. Doch bislang erwischt die Polizei nur wenige Handysünder, denn dafür müssen die Beamten persönlich den Verkehr beobachten.

In der Politik und bei der Polizei steigt deshalb das Interesse an der „Monocam“, einem von der niederländischen Polizei entwickelten Kamerasystem, das man auch als Handyblitzer bezeichnen könnte. Es filmt den Verkehr, erkennt eigenständig, ob ein Autofahrer ein Handy in der Hand hält, und schießt ein Beweisfoto (im Kasten rechts beschreiben wir die Funktionsweise genauer).

Die niederländische Polizei nutzt die Monocam schon seit 2021. In Deutschland wurde sie im Jahr 2022 erstmals getestet:

Bei Trier dokumentierte sie an 46 Kontrolltagen 327 Verstöße, bei Mainz waren es 941 Treffer an 42 Tagen. Im Frühjahr 2023 entschied das rheinland-pfälzische Innenministerium, die Monocam künftig im Regelbetrieb einzusetzen. Minister Michael Ebling (SPD) argumentierte dabei mit der präventiven Wirkung, denn während der Tests wiesen Schilder auf den neuartigen Blitzer hin. Mit diesem Ansatz habe man die Zahl der Ablenkungsverstöße in den Testphasen „mindestens halbiert“.

Auch in anderen Bundesländern ist das Interesse an der Monocam groß. In Schleswig-Holstein forderten die Regierungsfractionen von CDU und Grünen das Innenministerium im Dezember auf, die Einführung der Monocam zu prüfen. Man behalte sich vor, „im Rahmen der Prüfung gegebenenfalls auch ein Pilotprojekt durchzuführen“, teilte das Ministerium auf Anfrage von c't mit.

Die meisten anderen Innenministerien antworteten, dass sie die Entwicklung in Rheinland-Pfalz aufmerksam verfolgen. Die Berliner Senatsverwaltung für Inneres erklärte darüber hinaus, die dortige Polizei „stünde einer Erprobung der Monocam aufgeschlossen gegenüber“.

Rechtlich heikel

Eine Entscheidung für den Regelbetrieb gibt es bislang nur in Rheinland-Pfalz. Ein Grund dafür ist rechtlicher Natur: Die meisten Länder wollen eine Gesetzesänderung in Rheinland-Pfalz abwarten, mit der die Landesregierung den dauerhaften Monocam-Betrieb sichern will. Und vermutlich werden viele auch noch abwarten, ob diese Regeln vor Gericht bestehen.

Denn laut einem Urteil des Bundesverfassungsgerichts von 2009 greift eine anlasslose Videoüberwachung des Verkehrs in das Persönlichkeitsrecht der Betroffenen ein und erfordert eine gesetzli-

che Grundlage. 2018 entschied das Gericht zudem, dass auch eine automatisierte Kontrolle von Autokennzeichen in das Persönlichkeitsrecht eingreift – selbst dann, wenn kein Treffer vorliegt und die Daten sofort wieder gelöscht werden, wie bei der Monocam auch.

Der rheinland-pfälzische Datenschutzbeauftragte Dieter Kugelman stimmte dem Pilotversuch dennoch zu, stellte aber eine Reihe von Forderungen: Zum Beispiel dürfe der Livestream lediglich automatisiert ausgewertet werden, alle Treffer müssten unverzüglich manuell überprüft und falsch-positive Treffer spurlos gelöscht werden. Außerdem forderte Kugelman für eine Laufzeit über sechs Monate hinaus eine eigenständige Rechtsgrundlage. Eine solche Regelung will die Mainzer Regierung in die nächste Novelle des Polizeigesetzes einbringen. Für wann das geplant ist, beantwortete das Innenministerium nicht.

Gericht erlaubt Beweisverwertung

Doch obwohl es für den Pilotversuch noch keine spezielle Rechtsgrundlage gab, hatten Einsprüche gegen die Bußgelder keinen Erfolg. Das Amtsgericht Trier bestätigte in einem Urteil vom 2. März 2023 zwar, dass die Kontrolle von Handyverstößen mit der Monocam in das Recht auf informationelle Selbstbestimmung eingreift und dafür eine Rechtsgrundlage nötig sei. Den Fotobeweis dürften die Behörden trotzdem verwerten. Denn in der Gesamtschau überwiege das Interesse der Allgemeinheit an der Abwehr von Gefahren (Az.: 27c Owi 8041 Js 2838/23).

Außer rechtlichen Fragen gibt es ein praktisches Problem. Da die niederländische Polizei das System weitgehend eigenständig entwickelt hat, gibt es dieses nicht einfach auf dem Markt zu kaufen. Die Hol-



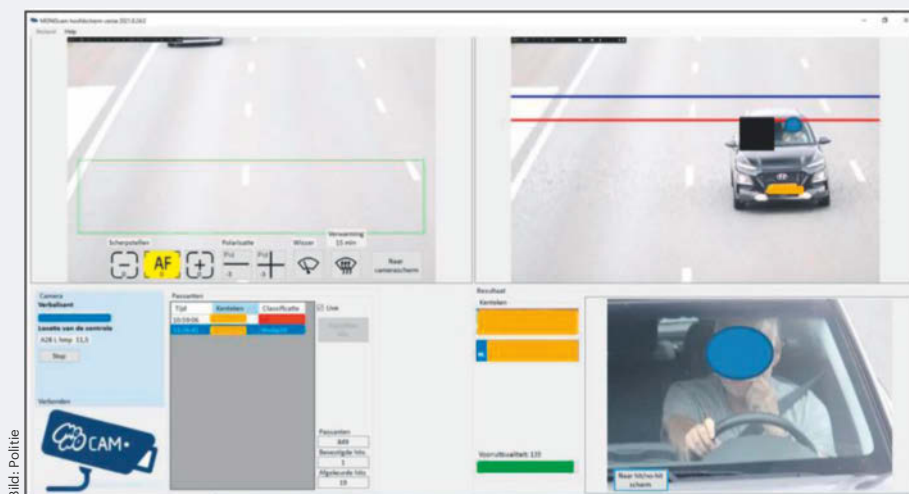
Bild: Harald Tittel/dpa

Wie die Monocam funktioniert

Wie die Monocam funktioniert, schildert das Amtsgericht Trier in einem Urteil vom 3. März 2023, da die technischen Abläufe für die rechtliche Einschätzung entscheidend sind.

Demzufolge erfasst die Monocam von einer erhöhten Position aus einen Fahrbahnausschnitt und überträgt einen Livestream an ein angeschlossenes Notebook. Eine mit Fotos von Handyverstößen trainierte KI-Software analysiert den Livestream und sucht zunächst nach dem Kennzeichen eines Fahrzeugs, dann nach der Windschutzscheibe und nach einem Objekt mit handtypischen Merkmalen im Bereich des Fahrzeugführers. Erkennt die Software, dass dieses Gerät von einer Hand gehalten wird, speichert sie ein Foto. Andere Fahrzeuginsassen werden schon im Livestream geschwärzt, andere Fahrzeuge unscharf dargestellt.

Die Fotos werden vor Ort durch Beamte bewertet. Bestätigen sie einen Treffer, speichern sie das Foto auf einem



Die in den Niederlanden entwickelte Monocam-Software zeigt links den Livestream und rechts potenzielle Treffer.

USB-Stick und leiten es später an die Bußgeldstelle weiter. „Mit Abmeldung vom Auswertelaptop verbleiben keinerlei personenbezogene Daten auf dem Laptop“,

heißt es im Urteil. Laut einer Bedienungsanleitung der niederländischen Polizei steckt in der Monocam eine IP-Kamera mit 20 Megapixel.

länder bauten zunächst einen Prototyp und vergaben dann einen Auftrag für die Serienfertigung. Im Moment arbeite man daran, das Design der Monocam den Behörden anderer Staaten kostenlos zur Verfügung zu stellen. Damit könnten diese selbst Produktionsaufträge vergeben, sagte ein Spre-

cher der holländischen Polizei gegenüber c't. „Wir verlangen kein Geld, wir teilen Know-how.“ Medienberichten zufolge kostet eine Monocam-Einheit in den Niederlanden etwa 20.000 Euro.

Die Anschaffungskosten dürfte die Monocam schnell wieder einspielen. In

einer Umfrage der Allianz-Versicherung im Jahr 2016 sagten 15 Prozent der Autofahrer, dass sie während der Fahrt das Handy in die Hand nehmen, um eine Nachricht zu schreiben oder zu lesen. Als die Allianz die Umfrage 2022 wiederholte, waren es schon 24 Prozent. (cwo@ct.de) **ct**



Streiche können teuer werden.

Wie Sie sich gegen Attacken auf Ihre IT-Infrastruktur wappnen können, erfahren Sie in unseren Seminaren und Workshops.

www.cyber-akademie.de

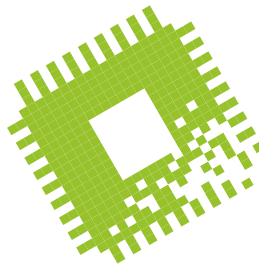
CAk
Cyber Akademie

Jetzt Kurse buchen!



Bit-Rauschen

AMD und Intel stolpern über ihre eigenen Füße



Die US-Messe CES wirft ihre Schatten voraus. Dort wollen AMD und Intel einander übertrumpfen, kommen dabei aber ins Schleudern. Und viele Firmen versuchen vom KI-Boom zu profitieren, verwirren aber damit.

Von Christof Windeck

Vor einer großen Veranstaltung wird es oft hektisch. Und die Fachmesse CES Anfang Januar in Las Vegas ist für AMD und Intel sehr wichtig: Dort wollen beide Firmen glänzen. 2024 sollen die PC-Verkaufszahlen endlich wieder steigen, vor allem dank neuer Windows-Notebooks mit KI-Funktionen. Marktbeobachter haben 2024 bereits zum Jahr des „AI PC“ ausgerufen und Microsoft trommelt für KI-Assistenten.

Im Eifer des Gefechts kamen AMD und Intel jedoch aus der Spur. Bei Intel schusterte jemand einen Werbezettel zusammen, der AMD wörtlich den Handel

mit „Schlangenöl“ unterstellte. Das bezog sich auf die tatsächlich verwirrenden Prozessornamen von AMD. Denn zwar tragen alle im Jahr 2023 neu vorgestellten Ryzen-Versionen die Zahl 7000 im Namen – etwa 7020, 7035, 7040 –, aber in einigen davon steckt gut abgehangene Technik, im Ryzen 7020U etwa Zen-2-Kerne von 2019. Und 2024 setzt AMD das Spielchen fort, der „neue“ Ryzen 8040 (siehe S. 43) unterscheidet sich nur wenig vom Vorgänger Ryzen 7040 „Phoenix“, den AMD-Chefin Lisa Su schon auf der CES 2023 als angeblich ersten x86-Prozessor mit KI-Einheit ankündigte.

Intel hat also im Grunde recht mit der Kritik, sitzt allerdings im Glashaus. Denn auch im Core i-14000 verbirgt sich ziemlich ähnliche Technik wie im zwei Jahre älteren Core i-12000. Das scheint Intel dann auch aufgefallen zu sein und das Anti-AMD-Pamphlet verschwand rasch wieder von der Website.

AMD wiederum konnte die erwähnten „KI-Prozessoren“ Ryzen 7040 erst viele Monate nach der großen Vorstellung tatsächlich liefern; damit bestückte Notebooks konnten wir hierzulande erst im Herbst beschaffen. Und bei denen war dann die „Ryzen AI“-Einheit nicht einmal aktiviert. Die Notebookhersteller ignorierten sie bisher schlichtweg.

Obwohl es AMD also 2023 nicht wirklich geschafft hat, Mobilprozessoren mit KI-Einheit ins Rennen zu schicken, baut man zur CES 2024 auf diesem Fehlschlag auf: Im Ryzen 8040 soll Ryzen AI angeblich um bis zu 60 Prozent schneller sein. Dabei wollte AMD nicht verraten, wie das genau funktioniert, und nachmessen kann man es auch nicht, weil die erste Ryzen-AI-Generation nirgends läuft. Anscheinend will AMD überholen, ohne einzuholen.

KI-Konfusion

Im Rausch der KI-Ankündigungen blickt man kaum noch durch, speziell bei PC-

Hardware. Denn die neuen KI-Rechenwerke in Ryzen 8040 und Intel Core Ultra sind vor allem als effiziente „Akkuschoner“ für Aufgaben wie Webcam-Bildverbesserung gedacht. Neue KI-Funktionen in Apps zur Bearbeitung von Fotos und Videos wiederum laufen weiterhin auf CPU oder GPU. Und Assistenten wie Microsoft Copilot residieren bisher vor allem in der Cloud, nutzen also die Technik der beschworenen KI-PCs gar nicht.

Es geistern auch Spekulationen über ein neues „Windows 12“ umher, bei dem KI eine wichtige Rolle spiele. Welche das jedoch ist, ob sie über Copilot herausgeht und welche Apps und Funktionen es konkret betrifft, ist bislang unklar – vermutlich nicht versehentlich.

Intel macht kein Hightech

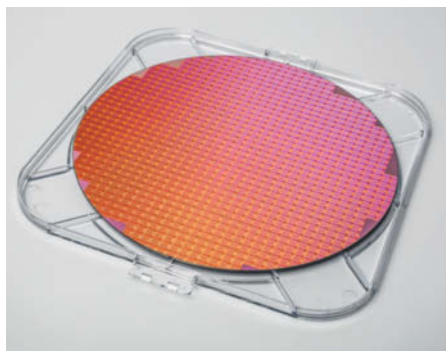
Indem das Bundesverfassungsgericht die Haushaltspläne der Regierung sprengte, stürzte es die Planungen für die deutschen Chip-Fabs von Intel, TSMC und Wolf-speed ins Ungewisse. In den Regionen, in denen die Werke entstehen sollen, schrillten die Alarmglocken. Mitte Dezember beschloss die Bundesregierung allerdings, die geplante Ansiedelung der neuen Fabs weiter zu unterstützen.

Mancher kritisiert diese Milliarden-subsidien, darunter Wirtschaftsprofessor Lars P. Feld, der von 2011 bis 2021 einer der fünf „Wirtschaftsweisen“ war. Am 5. Dezember argumentierte er in der Talkshow Markus Lanz gegen die seiner Meinung nach falschen und zu hohen Subventionen für die Intel-Ansiedelung in Magdeburg. Dabei sagte er wörtlich „im Falle von Intel reden wir nicht über Hightech [...] das ist eben eine Massenproduktion“. Das deutet auf ein seltsames Verständnis von Hightech hin – in einem Land, dass mit Milliarden den Absatz von Autos mit über 100 Jahre alter Verbrennertechnik ankurbelt, obwohl das den Planeten ruiniert. Die Arbeitsplätze! Feld ist jedenfalls der Meinung, wir sollten Chips besser weiter im Ausland zu kaufen.

Es wird also spannend, wie es 2024 im Saarland, in Sachsen und Sachsen-Anhalt mit der Chipbranche weitergeht. Das Bit-Rauschen-Team wünscht seinen Leserinnen und Lesern jedenfalls alles Gute fürs neue Jahr! Hören Sie gerne mal bei unserem Podcast rein, wenn Sie möchten.

(ciw@ct.de) 

Podcast Bit-Rauschen: ct.de/yexn



Ein Wafer voller Meteor-Lake-Chiplets, für die Intel 2024 gute Verkaufszahlen erhofft. Aber nicht jeder hält solche Chips für Hightech-Produkte.

Mini-PCs mit Ryzen-8000-Prozessoren

AMD steigert bei den Mobil-CPU's der Serie Ryzen 8040 „Hawk Point“ die KI-Leistung. Erste Mini-PCs damit bietet Asrock in der Serie 4X4 Box an.

Bei den Mobilprozessoren der Serie Ryzen 8040U/HS handelt es sich um eine leichte Überarbeitung der Anfang 2023 vorgestellten Ryzen 7040U/H/HS. In den CPUs rechnen weiterhin je nach Modell vier bis acht Kerne mit Zen-4-Architektur. Die Spitzenvariante Ryzen 9 8945HS tritt mit einem Takt von bis zu 5,2 GHz und einer konfigurierbaren Thermal Design Power von 35 bis 45 Watt an. H-Typen gibt es nicht mehr, stattdessen entscheidet die letzte Ziffer über das Power-Budget. Der Ryzen 7 8840HS mit ebenfalls acht Kernen arbeitet je nach Notebook mit 20 bis 30 Watt und maximal 5,1 GHz.

Die U-Varianten für schlankere Notebooks spezifiziert AMD mit 15 bis 30 Watt. Spitzenmodell ist hier der Ryzen 7 8840U mit identischem Maximaltakt zum Ryzen 7 8840HS. Nur die Ryzen 7 und 9 enthalten die leistungsfähige Radeon-780M-Grafik mit 768 Shader-Einheiten. In Ryzen 5 und 3 laufen die schwächere Radeon 760M (512 Shader) und 740M (256 Shader).

Mit Ausnahme des Ryzen 5 8540U und Ryzen 3 8440U enthalten die Prozessoren einen KI-Rechenbeschleuniger mit XDNA-Architektur, der auch als Neural Processing Unit (NPU) bezeichnet wird. Dessen Leistung will AMD im Vergleich zum Vorgänger mit identischem Die von 10 auf 16 Teraoperationen pro Sekunde gesteigert haben.

Zu den ersten Geräten mit Ryzen 8040U zählen die Mini-PCs 4X4 Box-8640U und 4X4 Box-8840U von Asrock

Industrial. Diese Barebones im NUC-Format mit 11,8 × 11,0 × 4,9 Zentimetern Kantenlänge nehmen jeweils zwei SO-DIMMs für insgesamt 96 GByte DDR5-RAM sowie zwei M.2-SSDs auf. Als Besonderheit steuern sie über 2 × HDMI 1.4b und zwei USB4-Typ-C-Buchsen vier 4K-Displays an. Zudem bieten sie Wi-Fi 6E und zwei Ethernet-Ports mit 2,5 und 1 Gbit/s. Zu Preisen und Verfügbarkeit hat der Hersteller noch nichts veröffentlicht. (chh@ct.de)

In den zweiten M.2-Slot des Asrock 4X4 Box mit AMD Ryzen 8040U passt nur eine 42-Millimeter lange SSD.

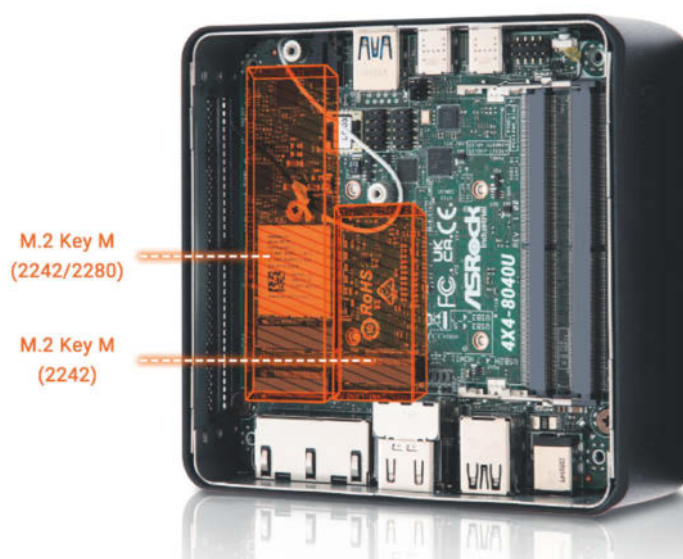


Bild: Asrock

Sonderheft c't Hardware-Tipps

Einen PC selbst zusammenzubauen bietet den großen Vorteil, die Hardware passgenau auf die eigenen Wünsche und Anforderungen abzustimmen. Das Sonderheft c't Hardware-Guide hilft Ihnen durch Kaufberatungsartikel und zahlreiche Tests, die richtigen Teile dafür auszuwählen. Als Basis können Sie unsere Bauvorschläge verwenden, um damit beispielsweise einen sparsamen Office-Mini, einen günstigen Spiele-PC oder eine leistungsstarke Gaming-Maschine zusammenzustellen. Letztere taugt auch für Foto-, Video- und selbstlernende KI-Anwendungen. In mehreren Praxisartikeln erfahren Sie, wie



sie einen bestehenden Rechner durch geschicktes Aufrüsten vor der Schrottpresse bewahren.

Auf 130 Seiten finden Sie umfangreiche Tests von Intel Core i-14000, dem

Gaming-Prozessor AMD Ryzen 7 7800X3D, schnellen SSDs, leistungsstarken Grafikkarten, 48-GB-Byte-DIMMs und Big-Tower-Gehäusen. Das Sonderheft c't Hardware-Tipps gibt es auf Papier im heise Shop und im Handel für 14,90 Euro. In digitaler Form erwerben Sie es für 12,99 Euro über den heise Shop, direkt in unseren Android- und iOS-Apps oder bei Amazon. (chh@ct.de)

Kurz & knapp

Für viele AM5-Mainboards bieten die Hersteller bereits **BIOS-Updates für die kommenden Ryzen-8000G-Prozessoren** an. Diese enthalten den von AMD gelieferten Codeblock AGESA in Version 1.0.8.0 oder neuer. Die Ryzen 8000G „Phoenix“ sollen im Januar mit bis zu acht Zen-4-Kernen und integrierter RDNA3-Grafik mit bis zu 768 Shader-Einheiten erscheinen.

Beim **Midi-Tower-Gehäuse** Sharkoon Rebel C60 RGB bestehen Front und linke Seitenwand aus Glas und gewähren einen Blick auf die Hardware. Ab Werk stattet der Hersteller es mit vier 12-cm-Lüftern aus, die RGB-LED-Beleuchtung haben. Das Sharkoon Rebel C60 RGB kostet 110 Euro.

Neues Gewebe

Threads startet in der EU: Ein brauchbarer X-Ersatz?

Erst kamen Mastodon und das Fediverse als „X-Nachfolger“ in den Fokus, dann Bluesky. Jetzt hat Meta seinen Dienst Threads gestartet. Damit steht binnen eines guten Jahres das dritte soziale Netzwerk als globaler Diskursraum auf dem Prüfstand. Unterdessen beschädigt Elon Musk X weiter.

Von Jo Bager

Threads bedeutet Fäden. Gemeint sind wohl die Diskussionsfäden, die in Metas Netz gesponnen werden sollen, wobei ein Thread auch für einen einzelnen Post stehen kann. Nun kann man also auch in Europa mitspinnen.

Im Rest der Welt startete Threads bereits im Juli. In Europa war die Einführung aufgeschoben worden, weil Metas Dienst einige wettbewerbsrechtliche Vorgaben nicht erfüllte. So waren Threads-Konten zu eng mit Instagram-Accounts verknüpft. Wer ein Threads-Konto gelöscht hätte, hätte auch sein Instagram-Konto beerdigt. Diese enge Verzahnung hat Meta jetzt aufgehoben.

Man kann sich jetzt ein neues Konto direkt in der Threads-App anlegen, die für Android und iOS verfügbar ist. Wer mag, verknüpft aber nach wie vor die Instagram- und Threads-Konten. Instagram zeigt ausgewählte Threads im Feed, und über einen Link direkt unter dem Profilnamen wechselt man aus Instagram zu Threads. Threads lässt sich auch passiv nutzen, also ohne eigenes Profil. Dann kann man allerdings die Inhalte liken, kommentieren oder anders mit ihnen interagieren.

Großer Zuspruch

Kurz nach dem europäischen Start konnte man den Eindruck gewinnen, dass zumindest in Deutschland viele darauf gewartet

haben, bei Threads mitzuspinnen. ARD, ZDF, DLF, Spiegel, Tagesspiegel et cetera pp.: Innerhalb des ersten Tages waren etliche Medien und viele „übliche verdächtige“ netzaffine Journalisten dabei.

Die Politik war ebenfalls sofort an der Spindel, in Form diverser Ministerien, der Parteien (zum Beispiel SPD, FDP und CDU sowohl mit ihren Hauptkonten und ihren Bundestagsfraktionen) sowie Politikern, darunter Lars Klingbeil, Friedrich Merz und Agnes Strack-Zimmermann.

Der erste Zustrom solcher Multiplikatoren erscheint viel schneller und zielgerichteter als beim Fediverse und Bluesky – als ob sich alle nach einem Ort geseht haben, in dem man Politikern und Promis aus aller Welt folgen, Fotos und Videos von News-Schauplätzen aus erster Hand erhalten und all das diskutieren kann.

Meta ist das eigentlich gar nicht recht. Threads-Chef Adam Mosseri hat mehrfach deutlich gemacht, dass Politik und Nachrichten auf Threads eine untergeordnete Rolle spielen sollen. Aber Betreiber sozialer

Plattformen können die Richtung nur begrenzt vorgeben, in denen sich ihre Netze entwickeln. Threads scheint das erkannt zu haben und will ab 2024 mit Fact Checkern zusammenarbeiten, um Fake News zu identifizieren.

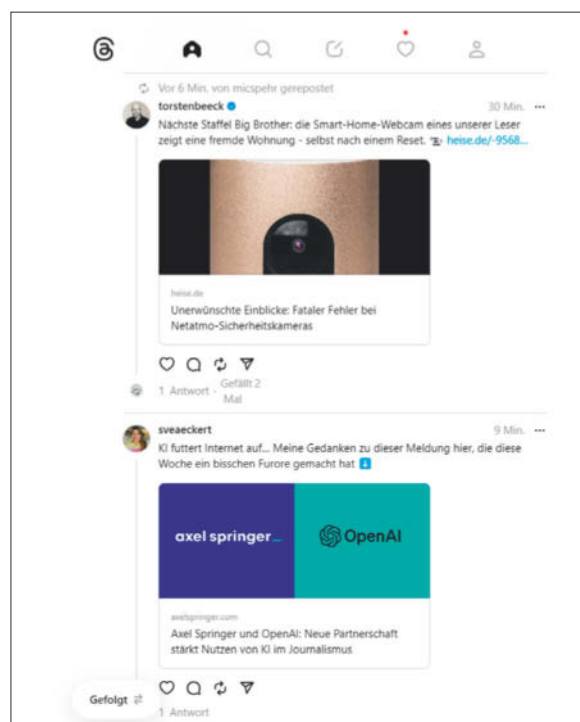
Alles in allem erscheint Threads wie ein riesiges soziales Experimentierfeld. Das gilt auch für die Öffnung des Netzes hin zum Fediverse, ein äußerst ungewöhnlicher Schritt für Meta, das bisher seine Plattformen gegen Dritte abgeschottet hat. Kurz vor dem Start in Europa hat Threads mit ersten öffentlichen Tests zur Anbindung des Diensts an das verteilte Netzwerk begonnen. Seitdem kann man von Mastodon & Co. aus ersten Threads-Konten folgen.

Weiterer X-odus

Unterdessen geht es mit X weiter bergab. Nachdem Pro-Nazi-Posts auf der Plattform erschienen und Musk eine antisemitische Verschwörungstheorie unterstützt hatte, haben sich etliche Werbekunden zurückgezogen. Musk sendete ihnen bei einem öffentlichen Auftritt ein „Go fuck yourself!“ hinterher.

Die Besucher bleiben der Plattform ebenfalls zunehmend fern. So verbringen 37 Prozent der deutschen Nutzer inzwischen weniger Zeit bei X. Jeder Fünfte hat das Posten eigener Beiträge eingestellt, jeder Dritte will sein Profil perspektivisch löschen. Das hat eine Umfrage des Branchenverbandes Bitkom ergeben.

(jo@ct.de) **ct**



In der Weboberfläche von Threads wechselt man mit dem kleinen Button zwischen der algorithmisch erzeugten „Für Dich“-Timeline und „Ge folgt“, dem chronologischen Feed aller Nutzer, denen man folgt.

Metas Messenger verschlüsselt

Meta hat begonnen, bei seinem Messenger (früher Facebook Messenger) die **voreingestellte Ende-zu-Ende-Verschlüsselung** zu aktivieren. Sie ist zukünftig immer bei persönlichen Anrufen und Nachrichten zwischen zwei Nutzern aktiv. Bisher mussten Anwender explizit einen verschlüsselten Chat starten. Meta setzt sich auch mit WhatsApp für verschlüsselte Nachrichten und gegen eine Chatkontrolle ein. WhatsApp-Chef Will Cathcart hat sich bereits mehrfach zu Gesprächen mit EU-Politikern getroffen. (jo@ct.de)

WhatsApp: Nachrichten anpinnen

WhatsApp-Nutzer können zukünftig Textnachrichten, Umfragen, Bilder, Emojis und andere Medien **in Chats oben anheften**. Um eine Nachricht dort zu fixieren, muss sie lange gedrückt werden. Es erscheint ein Menü mit der Funktion „Anheften“. Der Anwender kann auswählen, wie lange eine Nachricht oben stehen bleiben soll: 24 Stunden, 7 Tage oder 30 Tage lang. 7 Tage sind die Voreinstellung. In Gruppenunterhaltungen können die Administratoren festlegen, wer Nachrichten anpinnen darf: nur sie selbst oder alle Mitglieder der Gruppe. (jo@ct.de)

Firefox mobil: Hunderte Add-ons

Mozilla hat begonnen, im großen Stil **Add-ons für die mobile Version** seines Browsers Firefox freizugeben. Bei einer Stichprobe im Dezember 2023 waren mehr als 500 Erweiterungen für Firefox Mobile verfügbar. Gemessen an den 40.000 der Desktopversion von Firefox sind wenige hundert Erweiterungen zwar nicht viel, aber dennoch ein deutlicher Mehrwert gegenüber anderen Browsern, etwa dem Hauptkonkurrenten Chrome, der unter Android überhaupt keine Erweiterungen unterstützt. Mozilla verspricht sich von dem Schritt einen merklichen Nutzerzuwachs für die Mobilversion von Firefox. (jo@ct.de)

Die aktuelle exone Business PC-Familie

modern, kompakt & nachhaltig



Sie wollen mehr über unsere aktuelle
exone Business PC-Familie erfahren?
Dann scannen Sie jetzt den QR-Code!



Schnüffelpflicht auf Eis

Spanien scheitert mit Vorstoß zur verpflichtenden Chatkontrolle in der EU

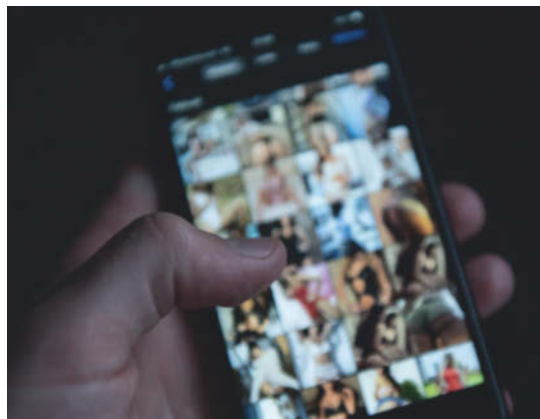


Bild: Silas Stein/dpa

Die spanische Regierung wollte mit Unterstützung einer breiten Lobbyallianz Internetdienste zur Kontrolle verschlüsselter Chats verpflichten. Nach dem Scheitern dürfen Plattformen unverschlüsselte Nachrichten wohl freiwillig weiter scannen.

Von Jan Vollmer

Vorerst wird es in der EU keine sogenannte verpflichtende Chatkontrolle geben. Das EU-Gesetzesvorhaben wurde in den vergangenen Monaten vor allem von der spanischen Regierung vorangetrieben, die im zweiten Halbjahr 2023 die Präsidentschaft im EU-Rat innehatte. Sie will Internetdienste dazu verpflichten, auf Anordnungen hin die Kommunikation aller Nutzer zu scannen. Die Befürworter begründen die massenhafte anlasslose Chatkontrolle mit dem Schutz von Kindern: Pädokriminelle Inhalte sollen entdeckt und zur Strafverfolgung an ein EU-Zentrum weitergeleitet werden.

Im Gegensatz dazu sehen Datenschützer in der Verpflichtung zur Überwachung von Ende-zu-Ende-verschlüsselten Chats einen besonders schweren Eingriff in die Grundrechte der Bürger. Sie betonen, dass die anlasslose Chatkontrolle nicht nur gegen geltendes Recht verstoßen würde. Sie sei auch das falsche Instrument, um Kinder im Netz zu schützen. „Es ist gut, dass die Chatkontrolle gescheitert ist. Sie hätte einer massenhaften Überwachung der privaten Kommunikation aller Menschen die Türen geöffnet“, kommentierte Alexandra Geese, Abgeordnete der Grünen im Europaparlament, gegenüber c’t. Zum Schutz von Kin-

dern bräuchte es andere Mittel wie gut ausgestattete Polizeikräfte und Jugendämter.

Breite Lobby

Neben der EU-Kommission hatten sich auch Rumänien und Irland für das Scannen verschlüsselter Chats ausgesprochen. Unterstützt wurden sie dabei von einem Bündnis verschiedener Lobbyorganisationen, darunter Tech-Unternehmen, Stiftungen, NGOs und Sicherheitsbehörden. Die Organisation Thorn ist ihr prominenter Vertreter. Sie wurde vom ehemaligen Schauspieler Ashton Kutcher gegründet. Thorn vertreibt eine Software, die pädokriminelles Material aufspüren soll.

Spanien ist nun mit dem Versuch gescheitert, nach monatelangen Verhandlungsrunden und Einzelgesprächen mit EU-Staaten eine Einigung über die Chatkontrolle zu organisieren. Widerstand kam nicht nur aus dem Europäischen Parlament, sondern auch aus einzelnen EU-Staaten wie den Niederlanden, Österreich, Slowenien und Estland. Hohen Zuspruch fand ein Alternativvorschlag des Ausschusses für bürgerliche Freiheiten, Justiz und Inneres (LIBE) des EU-Parlaments, der eine Überwachung verschlüsselter Nachrichten nur auf Anweisung einer zuständigen Justizbehörde bei begründeten Verdachtsfällen als Ultima Ratio vorsieht.

Auch die deutsche Bundesregierung sprach sich gegen eine Überwachung von verschlüsselten Chats aus. Sie konnte sich lediglich vorstellen, statt verschlüsselter Chats von Unverdächtigen nur unverschlüsselte Chats von Verdächtigen zu kontrollieren. Der französischen und der polnischen Regierung ging die Massenüberwachung ebenso zu weit: Beide Länder verwiesen auf den juristischen Dienst des Rats der EU, der die spanische Initiative für unverhältnismäßig und rechtswid-

rig hält, weil sie gegen die Grundrechtscharta der EU verstoße.

Freiwillige Kontrolle

Bislang scannen diverse Anbieter zumindest Beiträge auf ihren Plattformen sowie Bilder und andere abgelegte Dateien in der Cloud. Ende-zu-Ende-verschlüsselte Privatnachrichten auf WhatsApp, Signal oder Threema können sie nicht mitlesen. Der Bericht des National Center for Missing & Exploited Children (NCMEC) für 2022 verzeichnet 236 Unternehmen, die fast 32 Millionen entdeckte Nachrichten und Dateien sperrten, bei denen automatische Filter oder Nutzermeldungen auf möglichen Kindesmissbrauch hinwiesen. Meta war mit mehr als 21 Millionen Meldungen allein bei Facebook, 5 Millionen bei Instagram und 1 Million bei WhatsApp das mit Abstand aktivste Unternehmen. Weil Meta bei WhatsApp nicht hineinsehen kann, basieren diese Zahlen auf von Nutzern ausgeleitete Meldungen entschlüsselter Inhalte auf den Endgeräten.

Mit dem Jahreswechsel geht die Ratspräsidentschaft der Europäischen Union von Spanien auf Belgien über. Ohne Einigung wird das Gesetz zur verpflichtenden Chatkontrolle voraussichtlich nicht mehr vor den Europawahlen im Juni 2024 verabschiedet.

Stattdessen soll die bisherige, befristete Verordnung zur freiwilligen Kontrolle der Internetdienstleister bis August 2026 verlängert werden, die sonst im Sommer auslaufen würde. Sie nennt eine Ausnahme der E-Privacy-Richtlinie zur freiwilligen Kontrolle unverschlüsselter Nachrichten. Die Verlängerung sollte kurz nach Redaktionsschluss am 20. Dezember beschlossen werden. (hag@ct.de) **ct**

Berichte und EU-Papiere: [ct.de/y23e](https://www.ct.de/y23e)

Lob & Preise für die Spielebranche

Die Game Awards und der Deutsche Entwicklerpreis haben besonders gelungene Spiele ausgezeichnet. Zu den Siegern gehören „Baldur's Gate 3“ und „Shadow Gambit“.

In den vergangenen Wochen wurden bei gleich zwei Veranstaltungen Preise an Spielehersteller verliehen. Den Hauptpreis bei den **Game Awards**, der wohl wichtigsten Preisverleihung der Spielebranche, sicherte sich „Baldur's Gate 3“. Mit seinen Dungeons-&-Dragons-Syste-

men samt Würfeln, Rüstungsklassen und Skill-Checks richtet sich der Titel an Fans klassischer Rollenspiele, begeistert mit seinem Umfang und technischen Niveau aber auch den Mainstream.

Neben dem Hauptpreis und dem Publikums-Award gewann „Baldur's Gate 3“ auch den Preis für den besten Community-Support, für das beste Rollenspiel und das beste Multiplayer-Spiel (wegen des optionalen Koop-Modus). Neil Newbon, der die Figur Astarion in „Baldur's Gate 3“ spielt, wurde als bester Performer ausge-

zeichnet. Damit war „Baldur's Gate 3“ erwartungsgemäß der ganz große Gewinner des Abends.

Mehrere Preise bekam das Horror-Adventure „Alan Wake 2“, darunter den für „Best Game Direction“ und „Best Narrative“. „The Legend of Zelda: Tears of the Kingdom“ erhielt den Preis für das beste Action-Adventure, „Cyberpunk 2077“ wurde als „Best Ongoing Game“ für viele Updates ausgezeichnet, die die Entwickler von CD Projekt in den vergangenen Monaten veröffentlicht haben.

Beim **Deutschen Entwicklerpreis** zeichnete die Jury „Shadow Gambit: The Cursed Crew“ als bestes deutsches Spiel aus. Auch in den Kategorien „Bestes Audiodesign“ und „Beste Grafik“ überzeugte das Taktikspiel von Mimimi Games aus München.

Der Preis fürs beste Gamedesign ging ebenso wie der für das beste Indie-Spiel an „Dome Keeper“ von Bippinbits. Als bestes Casual Game überzeugte „Thronefall“ von Grizzly Games, den Preis für das beste Studio erhielt Deck13 Interactive aus Frankfurt. (lmd@ct.de)



Das Rollenspiel Baldur's Gate 3 überzeugte bei den Game Awards gleich in mehreren Kategorien.

Pioneers of Pagonia: Bauen und Wuseln im Early Access

Von Aufbaustrategiefans sehnlich erwartet ist „Pioneers of Pagonia“ in den **Early Access auf Steam gestartet**. Mit Volker Wertich hat bei diesem Titel der Schöpfer von „Die Siedler“ den Hut auf.

„Pioneers of Pagonia“ ist ein Aufbaustrategiespiel, das die Fans zum Siedlungsbau auf einer Insel ablädt (Video siehe ct.de/ywws). Sind erste Gebäude errichtet und Straßen gebaut, kann man weit hineinzoomen und den Figuren beim Arbeiten zusehen, wobei die Grafik viel Liebe fürs Detail zeigt.

Der Entdecker zieht beispielsweise mit einem Proviantpäckchen im Arm los und pfeift dabei ein Liedchen. Dann staunt er und macht große Augen, woraufhin sich der Nebel lichtet und mehr von der Karte zu sehen ist. Erst allmählich werden dann die Grenzen erweitert, indem Wachen die Grenzsteine herausklopfen und neue setzen. Ganz klassisch zählen in diesem Titel gut aufeinander abgestimmte Produktionsketten. Über 40 Gebäude- und 70

Warentypen ermöglichen eine komplexe Siedlung.

„Pioneers of Pagonia“ spielt in einer mittelalterlichen Fantasy-Welt, in der nicht nur Banditen, sondern auch Geister oder Werwölfe auftauchen können. Trotz früher Early-Access-Phase stehen bereits mehrere Insel-Karten und unterschiedliche Schwierigkeitsgrade zur Wahl.

Ein für Februar angekündigtes Update soll neue Gebäude wie ein großes Lager hinzufügen. Später sollen weitere Berufszweige wie Geologen, Magier und Schatzjäger folgen.

Hinter „Pioneers of Pagonia“ steht das deutsche Studio Envision Entertainment aus Ingelheim, für das Game-Design zeichnet Volker Wertich verantwortlich, der vor allem für die „Siedler“-Reihe bekannt ist. „Pioneers of Pagonia“ gibt es als Windows-Version für rund 30 Euro auf Steam. (lmd@ct.de)

Video: ct.de/ywws

Kurz & knapp



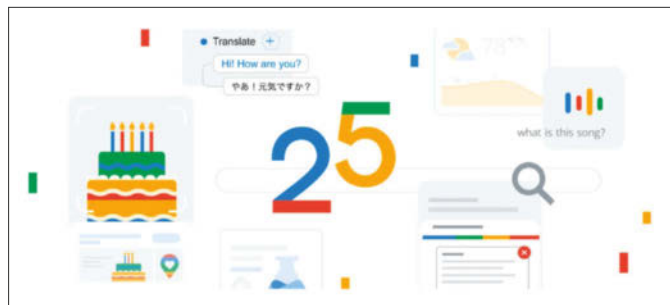
Neu bei c't zockt: In unserem Indie-Gaming-Kanal auf YouTube haben wir **das Aufbaustrategie-Game Pioneers of Pagonia** angespielt (Video siehe ct.de/ywws).

John Romero hat die **zweite Erweiterung für das klassische „Doom“ veröffentlicht: „Sigil 2“** setzt die mit „Sigil“ begonnene Geschichte fort. Die beiden Gratis-Erweiterungen beschreibt Romero als das inoffizielle fünfte und sechste Kapitel von „Doom“. Beide Add-ons stehen kostenlos auf Romeros Website zum Download bereit.

Beliebte Suchen

blog.google/intl/de-de/produkte/suchen-entdecken/top-suchen-aus-25-jahren
<https://trends.google.com/trends>

Google feierte 2023 seinen 25. Geburtstag. So finden sich im Blog der Suchmaschine nicht nur, wie üblich, die Top-Suchbegriffe des gerade abgelaufenen Jahres, sondern auch ein Beitrag über die **Top-Suchen aus 25 Jahren** samt Zeitkapsel und Rate-



spielen. Beliebte Suchbegriffe sind nach Kategorien unterteilt, etwa die meistgesuchten Begriffe in der Kategorie „Musik/Album Cover“ (Platz 1: Abbey Road) oder „Reisen/Sehenswürdigkeit“ (Eiffelturm).

Leider lassen sich diese Aufstellungen nicht nach Ländern filtern. Dazu besucht man lieber die **Google Trends**, wählt oben rechts beispielsweise Deutschland, Österreich oder die Schweiz und findet nach kurzem Scrollen dann auch einen auf das gewählte Land eingegrenzten Jahresrückblick.

(dwi@ct.de)

Schlaue Kids

<https://www.klima-kit.de>

Es muss etwas passieren gegen den Klimawandel, soviel ist klar. Auch Kinder und Jugendliche treibt das Thema um, doch längst nicht alle im Web verfügbaren Informationen rund um Energie, Umwelt und nachhaltiges Einkaufen taugen für junge Menschen. **Kit Klimamonster** vermittelt kindgerecht, was jeder Ein-



zelne tun kann. Selbst aktiv zu werden kann helfen, Klimawandelängste bei Kindern aufzufangen.

Die Site informiert zu Themen wie Verkehrsmittel, Tiere und Wasserverbrauch. Kinder werden angeregt, sich mit ihren Großeltern über die Tante-Emma-Läden aus deren Kindheit zu unterhalten und vielleicht einmal gemeinsam einen Unverpacktladen zu besuchen. Basteltipps und kleine Spiele runden das Angebot für die Hauptzielgruppe ab. Für Eltern und Erzieher gibt es weiterführende Links, Tipps für die Arbeit in Kita und Hort sowie Hinweise dazu, wie man mit Kindern angemessen über den Klimawandel sprechen kann.

(dwi@ct.de)

Buntes Konfetti

<https://www.kirilv.com/canvas-confetti>
<https://github.com/catdad/canvas-confetti>

Wer auf seiner Website ein virtuelles Feuerwerk zünden oder Konfetti regnen lassen möchte, bekommt auf **Canvas Confetti**



die passenden JavaScript-Codeschnipsel dazu. Das Projekt von Kiril Vatev findet man auch auf Github.

(dwi@ct.de)

Gute Vorsätze

<https://www.laurieherault.com/free-tool/dont-break-the-chain>

Einfache Listen zum Ankreuzen oder Abhaken haben sich bewährt, um gute Vorsätze im Blick zu behalten und möglichst viele Tage hintereinander jeweils zu joggen, zu meditieren oder Salat zu essen.

Don't Break the Chain lautet das Motto dazu und so heißt auch diese Website, deren einziger Zweck es ist, eine Liste für persönliche Vorhaben zu erstellen. Die bekommt zunächst eine Überschrift. Dann wählt man für die Kästchen zum Abhaken zwischen rund oder eckig, mit oder ohne Datum. Nach Auswahl von Startdatum und Papierformat folgt der Export als PDF oder PNG-Datei.

(dwi@ct.de)

Diese Seite mit klickbaren Links: ct.de/yb33

Werbung direkt auf die Ohren

Erreichen Sie Ihre Zielgruppe auf Spotify!

Wir produzieren Ihnen einen Spot mit individuellem Sprechertext und Hintergrundmusik, ergänzt durch einen klickbaren Werbebanner.

Die Vorteile auf einen Blick

Große Reichweite – Spotify hat allein in Deutschland 26 Mio. aktive Hörer, davon nutzen 60 % das kostenfreie Angebot mit Werbeeinblendungen.

Hohe Aufmerksamkeit – Audiospots auf Spotify werden in der Regel während einer Musik-Wiedergabe zwischen den Titeln abgespielt und erhalten die volle Aufmerksamkeit.

Genaue Zielgruppenansprache – Streuverluste werden durch das spezifische Targeting vermieden.

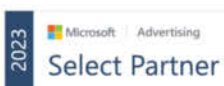
Spotify ist cool – Präsentieren Sie sich als kreatives Unternehmen am Puls der Zeit.



Spotify Audio Ads:
Der Ohrwurm im
Online-Marketing

LISTEN ON  Spotify

Erfolgreiches
Marketing
vor Ort.



 heise regioconcept

Telefon 0511 80 90 89 43
www.heise-regioconcept.de

Schlecht vertauscht

Kunden-Backup landet bei fremder Person



Durch den Fehler eines Filialmitarbeiters gerät das Backup einer Kundin unbemerkt auf den falschen Rechner – ein schwerwiegender Datenschutzverstoß. Die Betroffene muss lange auf Erklärungen warten.

Von Holger Bleich

Am 29. Juni 2023 erwarb Luisa M. (Name von der Red. geändert) ein neues MacBook Air M2 in der Lüneburger Filiale der Comspot GmbH. Der Laden firmiert als Apple Premium Reseller und wirbt mit „zertifizierten Techniker*innen“ sowie „höchsten Sicherheitsstandards“. Deshalb willigte Luisa M. ohne Bedenken ein, als ihr ein Mitarbeiter den kostenlosen „digitalen Umzugsservice“ anbot. Die Werkstatt erstellt dabei ein Backup des alten Geräts und überträgt die Daten auf das gekaufte Produkt. Am Abend war das neue Notebook tatsächlich mit all ihren persönlichen Onlinekonten und Daten einsatzbereit.

Fast vier Monate später, am 21. Oktober, klingelte bei Luisa M. das Handy. Es war Samstag spätabends: „In der Leitung war eine mir völlig unbekannte Frau“, schilderte sie uns. Diese hatte am Vormittag genau wie Luisa M. damals den Datenumzugsservice von Comspot in Anspruch genommen. Als sie ihr neues Notebook zu Hause gestartet hatte, erschien der Desktop einer anderen Person. Luisa M. erzählt: „Die Frau hat in die fremden Mails geschaut und fand so meine Handynummer, die ich in vielen Fällen bei meinem Mail-Schriftverkehr angebe.“ Offensichtlich hatte Comspot versehentlich das Backup von Luisa M.

auf den Rechner einer anderen Kundin aufgespielt.

Luisa M. war einerseits dankbar für den Anruf, andererseits aber entsetzt. Ihr MacBook enthielt ihre gesamte digitale Identität. Außerdem ist die ältere Dame politisch aktiv und kommuniziert in einer Gruppe von Parkinson-Erkrankten. Nicht nur ihre Daten, sondern auch höchst private Informationen über andere Personen waren bei einer wildfremden Person gelandet. Und: Das Backup lag offensichtlich fast vier Monate in der Filiale. Was also, wenn es auf weiteren Rechnern gelandet ist, deren Besitzer nicht so nett waren, sich bei ihr zu melden?

Am folgenden Montag stand Luisa M. gleich vormittags in der Comspot-Filiale. Ihrer Erinnerung nach entschuldigte sich der angesprochene Verkäufer mehrmals „und versicherte mir, meine Daten seien inzwischen gelöscht und auf kein anderes Laptop aufgespielt worden. Schriftlich habe ich das nicht.“ Außerdem habe sie der von Comspot angegebenen Datenschutzbeauftragten auf den Anrufbeantworter gesprochen. Diese habe gleich zurückgerufen und versichert, „sich umgehend zu kümmern“. Über einen Freund, der c't-Leser ist, hat sich Luisa M. bald auch bei uns gemeldet und den Fall geschildert.

Nachgehakt

Nachdem die Kundin 14 Tage nichts von Comspot gehört hatte, haken wir nach. Tina Walloschek, Inhaberin der Beratungsfirma QuaSi Consult GbR aus Bispingen, fungiert als bezahlte externe Datenschutzbeauftragte gemäß DSGVO für alle Filialen der Hamburger Comspot GmbH. Wir fragten sie per Mail unter anderem, ob die Ursache der Datenpanne ermittelt ist und ob die Daten noch auf anderen Kundenrechnern gelandet sind.

Walloschek versicherte, sie habe nach dem Telefonat mit der Kundin „alle datenschutzrelevanten Schritte in die Wege geleitet, und der Datenschutzvorfall wurde mit den Verantwortlichen der Comspot GmbH aufgearbeitet und von der Rechtsabteilung der Comspot GmbH übernommen.“ Daher werde sich Comspot bei uns melden und die Fragen beantworten. In der Tat mailte uns vier Tage später Michael Hencke, Geschäftsführer der Comspot GmbH. Er schlug ein erklärendes Telefonat vor. Wir sprachen mit ihm, baten aber außerdem um eine verbindliche schriftliche Antwort auf unsere Fragen,

die dann wieder 14 Tage später, am 24. November folgte.

Hencke betonte, dass die Filiale in Lüneburg zur Comspot GmbH gehöre, Reparaturen aber von der getrennten Comspot Repair GmbH erledigt würden, deren Geschäftsführer er nicht sei. Im Fall von Luisa M. „wäre es bei ordnungsgemäßer Auftragserteilung zu einem Auftrag für die Dienstleistung mit der Comspot Repair GmbH gekommen“. Da an diesem Tag aber niemand aus der Werkstatt anwesend gewesen sei, habe ein Shopkollege eigenmächtig und unbefugt improvisiert.

Dieser Mitarbeiter habe einen dafür nicht vorgesehenen Datenträger hergenommen, während „auf einem anderen Datenträger versehentlich noch ungelöschte Daten von Luisa M. als zurückgespieltes Kundenbackup über einen falschen Rechner in Umlauf kamen. Letzteres ist künftig durch Passwörter und Verschlüsselung verhindert.“ Hencke könne ausschließen, dass das Backup von Luisa M. auf Rechnern weiterer Kunden gelandet sei: „Entsprechende Bestätigungen aller Beteiligten liegen uns vor, und es gab in der Zwischenzeit keine weiteren ähnlich lautenden Aufträge.“

Art. 33 der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) verpflichtet Verantwortliche, „Verletzungen des Schutzes personenbezogener Daten unverzüglich und möglichst binnen 72 Stunden“ an die zuständige Datenschutzbehörde zu melden, nachdem ihm die Verletzung bekannt wurde. Im vorliegenden Fall besteht diese Pflicht zweifellos. Verantwortlich im Sinne der DSGVO dürfte die Hamburger Comspot GmbH sein, also wäre der Hamburgische Beauftragte für Datenschutz zu informieren.

Ja, man habe die Datenschutzverletzung gemeldet, erklärte Geschäftsführer Hencke. Allerdings habe man „die 72 Stunden etwas gerissen, da die betroffenen Kollegen, die heute nicht mehr im Unternehmen tätig sind, leider erst versucht haben, den Fall allein aus der Welt zu schaffen“. Außerdem sei die Meldung erst „in die falsche Firma weitergeleitet“ worden und verzögert bei der Comspot GmbH eingegangen.

Auf Anfrage teilte uns die Hamburger Behörde mit, dass die Meldung keinesfalls wenig später, sondern erst am 16. November eingegangen ist, also 24 Tage, nach-

dem die Comspot GmbH vom Datenverlust erfahren hatte und zehn Tage, nachdem c't die erste Anfrage dort gestellt hatte. Mit Hinweis auf ein laufendes Verfahren wollte uns die Behörde „zum jetzigen Zeitpunkt keine weiteren Auskünfte dazu erteilen“.

Unternehmen haftet für Mitarbeiter

Mehrfach wies uns Geschäftsführer Hencke darauf hin, dass sich im Fall von Luisa M. ein einzelner Mitarbeiter eigenmächtig über die Regeln hinweggesetzt habe. Wir baten Rechtsanwalt Adrian Schneider, Experte für IT- und Datenschutzrecht bei der Kanzlei Osborne Clarke, den Fall einzuschätzen. Tatsächlich stellt sich für ihn die Frage: „Kann ein Bußgeld gegen ein Unternehmen verhängt werden, wenn ein Mitarbeiter eigenmächtig und unbefugt gehandelt hat oder müsste das Bußgeld dann gegen den entsprechenden Kollegen verhängt werden?“

Genau mit dieser Frage habe sich gerade erst der Europäische Gerichtshof (EuGH) in der Entscheidung „Deutsche Wohnen“ beschäftigt (Az. C-807/21 vom 5. Dezember 2023). Es sei nicht erforderlich, den Verstoß einer identifizierten natürlichen Person zuzurechnen. Ein Unternehmen hafte also auch für Datenschutzverstöße anderer Personen, die im Rahmen der unternehmerischen Tätigkeit und im Namen des Unternehmens handeln: „Allein der Umstand, dass das Backup also nicht von der Geschäftsführung, sondern von einem Shop-Mitarbeiter überspielt wurde, führt nicht dazu, dass Comspot von einem Bußgeld befreit wäre.“

Unabhängig von einem drohenden Bußgeld könnten Schneider zufolge auch Schadensersatzforderungen auf Comspot zukommen: „Schon den Aufwand, den Luisa M. damit hatte, Comspot hinterherzulaufen, um Informationen zu erhalten, wird sich als Schaden belegen lassen. Obendrein erfasst die DSGVO nicht nur ‚harte‘ materielle Schäden, sondern auch immaterielle Schäden.“ Die Weitergabe der Daten sei vergleichbar mit einem Wohnungseinbruch: „Wenn Fremde unbefugt in der Wohnung waren, hinterlässt das auch emotionale Spuren.“ Inzwischen hat Luisa M. eine Anwältin beauftragt, ihre Interessen gegenüber Comspot geltend zu machen. (hob@ct.de) **ct**

**VOR
SICHT
KUNDE!**

Voll verlötet

40 Jahre c't: Genau hinsehen und Smart-Home-Heizungsthermostat-Sets gewinnen



Unsere geheime Produktionsabteilung braucht dringend Unterstützung: Bei der Fertigung einer Platine haben sich einige Fehler eingeschlichen, die es nun zu finden gilt.

Von Oliver Lau und Georg Schnurer

Vor dem Blick auf unser finales Rätsel im 40-Jahre-c't-Reigen schauen wir erst einmal zurück zur Adventsrätselerei aus c't 28/2023: Dort galt es, möglichst alle drei Rätsel zu lösen, um mit bis zu

fünf Losen am Gewinnspiel um unseren Hauptpreis (siehe Kasten am Artikelende) dabei zu sein. Beim ersten Rätsel sollten Sie herausfinden, welcher Weihnachtsbaum nicht zu den anderen passt. Dazu galt es, die Charakteristika der Bäume herauszuarbeiten: Das Besondere an Baum A ist, dass er als einziger Schneemännchen statt Kugeln als Schmuck trägt. Baum B ist der einzige ohne Girlande, Baum C der einzige mit blauem Schmuck und Baum E der einzige mit einem Stern obenauf. **Baum D** hingegen hat nichts Einzigartiges an sich, weil er jedes seiner Merkmale mit wenigstens einem weiteren Baum teilt. Oder augenzwinkernd: An ihm ist das Besondere, dass er keine Besonderheit hat.

In Rätsel Nummer 2 ist offenbar ein Satellitenbild zu sehen, dazu als Hinweise eine Banane und die polnische Flagge. Gesucht war der Name einer weit entfernten Insel mit 10 Buchstaben. Nicht nur der zeitliche Kontext, sondern auch die Gestaltung der Rätsel legte nahe, dass alle Rätsel etwas mit Weihnachten zu tun haben. Also „Weihnachtsinsel“ im Web suchen, bei Wikipedia zwischenstoppen und im pazifischen Staat Kiribati landen, genauer: auf dem Atoll **Kiritimati**. Dort sind die nach den Siedlern benannten Orte Banana und Poland zu finden und auch die im Satellitenbild zu sehenden Lagunen. Georätsel gelöst. Übrigens scheint die Google-Bildersuche höchst volatile Ergebnisse zu produzieren: Mal ergab eine Suche nach dem Bildausschnitt mit den Lagunen bereits auf der ersten Ergebnis-seite einen Treffer, mal erst (etliche) Seiten später. Auch Google-Maps erwies sich hier als wenig hilfreich: Es schickt einen mit der Eingabe „Weihnachtsinsel“ zu der gleichnamigen Insel im Indischen Ozean, die etwa 350 Kilometer südlich der indonesischen Insel Java liegt und politisch zu Australien gehört.

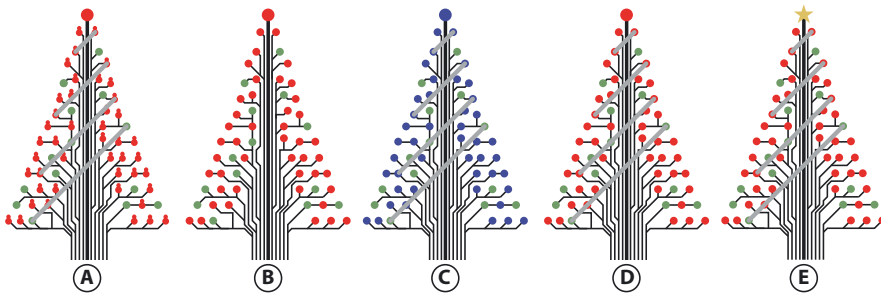
Santa Chilly

Beim dritten Rätsel durften Sie den Pinguin Chilly auf seinem Winterabenteuer begleiten. Auf einem 40 × 40 Kästchen großen Feld sollte er die logistische Kärnerarbeit für den Weihnachtsmann übernehmen und für ihn alle Geschenke einsammeln, bevor er das grüne Zielfeld ansteuert. Gesucht war die Route mit den wenigsten Zügen.

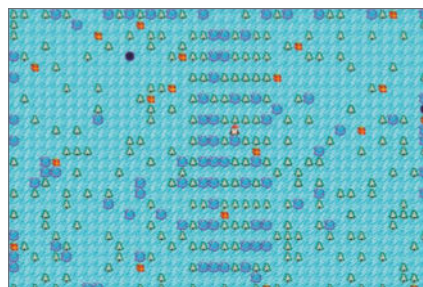
Die Auswertung dieses Rätsels war am aufregendsten für uns, weil wir die optimale Lösung nicht kannten. Denn wir hatten im Vorfeld Chilly zunächst nur per Hand zum Ziel gelotst, woraus sich auch die im Spiel festgelegten Schwellwerte von 144 und 129 Zügen für ein und zwei Sterne am Ende des Spiels ergaben. Ein darauf folgender naiver Solver, der per Breiten-

Adventsrätsel 2023

Rätsel 1: Welcher Baum passt nicht dazu?

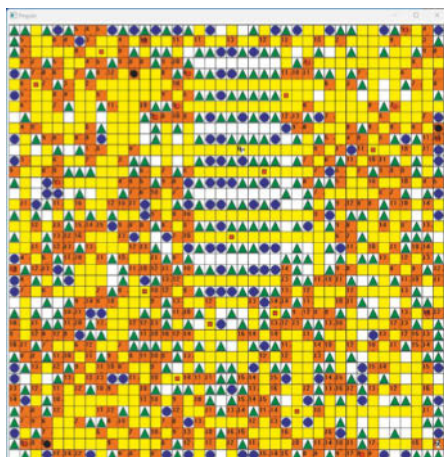


Rätsel 2: Nein, der Schuh rechts ist nicht Italien. Gesucht ist ein sehr weit abgelegenes Eiland mit zehn Buchstaben.



Rätsel 3: Das wird ein wilder Ritt für Chilly, wenn Sie ihn über alle Geschenke zum Ziel schubsen. Finden Sie den Weg mit den wenigsten Zügen!

Die Adventsrätsel waren offenbar schwieriger als gedacht: Nur insgesamt 286 richtige Einsendungen erreichten uns dazu, 110 zum ersten, 106 zum zweiten und 70 zum dritten.



Frank M. hat sich von einer selbst-geschriebenen Software beim händischen Finden der besten Route helfen lassen.

suche den Weg zum jeweils nächsten Geschenk und abschließend zum Ziel findet, führte zur untersten Schwelle mit 126 Zügen.

Umso toller war es zu sehen, dass Sie beim Knobeln so richtig Gas gegeben haben. Wir fanden in Ihren Einsendungen unter anderem Fotos von Ausdrucken des Spielfelds, auf denen Routen eingezeichnet wurden, ausradiert, neu gezeichnet, wieder ausradiert und so weiter. Ein Teilnehmer aus Australien, EJ aus Melbourne, hat Chilly sogar auf dem kleinen Display seines Handys Geschenke sammeln lassen.

Ein früher Einsender, Frank M. aus Nesselal, hat ein Windows-Programm mit einer Visualisierung des Spielfelds geschrieben, das in jedes Feld die Anzahl der Züge einträgt, in denen man es von einem anderen Feld aus erreichen kann. So hat er nach und nach mit Computerhilfe eine hervorragende Lösung mit 105 Zügen erzielt, ohne einen Solver dafür programmieren zu müssen.

Das Minimum liegt höchstwahrscheinlich bei 103 Zügen. Diesen Wert haben gleich mehrere, unterschiedlich funktionierende Solver ermittelt: Matthias M. aus Hofbieber hat in C++ eine sehr speicherintensive Breitensuche implementiert, dito Frank H. aus Fürth. Weitere Solver mit 103 Zügen kamen von Stefan T. aus Hannover (C#), Mathias G. (Python), Philipp B. aus Aachen (C++) und Josef S. aus Gallneukirchen (Julia). Dirk S. aus Leverkusen hat übers Programmieren seines in Java programmierten Solvers leider den Einsendeschluss übersehen, soll hier aber

nicht unerwähnt bleiben. Mit diesen und den weiteren Solver-Programmen werden wir uns noch eingehend beschäftigen. Allerbesten Dank für diese tollen Weihnachtsgeschenke! Wir revanchieren uns bei den oben Genannten dafür mit dem Sonderpreis der Redaktion, je ein Exemplar der Sci-Fi-Kurzgeschichtenbände „Ausblendung. Wege in die virtuelle Welt“ und „Massaker in RobCity“.

Weil unsere Losfee Resturlaub abbaut, haben wir für die Auswertung ein Python-Skript geschrieben, das alle richtigen Einsendungen für die drei Rätsel mit je einem Los belohnt. Dazu gab je ein Los für alle, deren Route unter die besten 5 oder 10 Prozent aller Streckenlängen fällt, insgesamt 327 Lose. Dabei ist Folgendes herausgekommen:

Wer unter die besten 10 Prozent kommen wollte, durfte Chilly nicht mehr als 110 Mal geschubst haben (9 Einsendungen), für die besten 5 Prozent nicht mehr als 105 Mal (7 Einsendungen). Übrigens: Der Mittelwert über alle Streckenlängen liegt bei 174,5 Zügen, der Median bei 133. Die längste Route hatte 1684 Züge.

Die Python-Funktion `random.choice()` hat aus den Losenden den Gewinner ermittelt: Der ausgelobte Energiesparserver geht an Stefan B. aus Leinfelden. Viel Freude damit!

Bevor es mit dem neuen Rätsel losgeht, hier noch eine Extraaufgabe für Ruhm und Ehre, für die Sie sich Chillys Spielfeld anschauen müssen. Können Sie den darin versteckten Code entschlüsseln? Antworten bitte formlos an ola@ct.de.



Satte acht Sonderpreise der Redaktion verteilen wir diesmal unter den Einsendern.

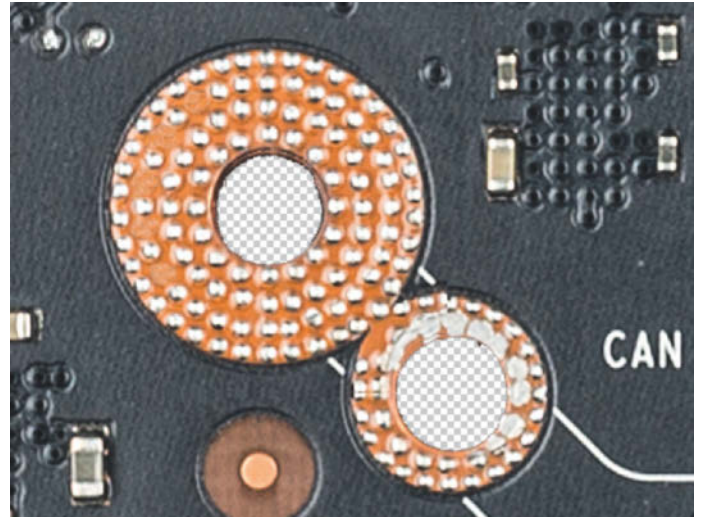
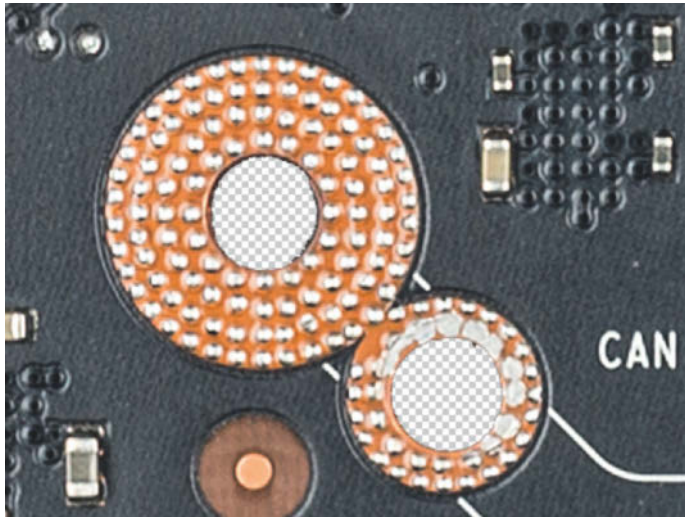


Respekt für so viel Eifer: EJ aus Melbourne hat Santa Chilly auf dem eigentlich viel zu kleinen Display seines Handys zu Ende gespielt.

Bildersuche

Doch nun zur neuen und letzten Aufgabe im Rahmen unseres Jubiläumsjahrs. Sie werden sich vielleicht wundern, dass es in dieser Ausgabe 1/2024 noch ein weiteres Rätsel gibt. Doch auch wenn auf dem Cover 2024 zu lesen ist, erscheint diese c't noch im Jubeljahr 2023 – wir haben zwar mit der Ausgabe 29/2023 eine Schalt-Ausgabe eingelegt, doch auch so konnten wir nicht verhindern, dass die nominell erste 2024er-c't bereits im Dezember 2023 in die Kioske und zu den Abonnenten kommt. Der EVT (Erstverkaufstag), wie es im Redaktionssprech heißt, ist nämlich der 30.12.2023. Erst die 2/2024 (EVT: 12.1.2024) ist dann die erste echte 2024er-Ausgabe. Moment: 12.1., das ist doch ein Freitag – die c't gab es doch traditionell immer erst am Samstag! Genau, alles neu macht das neue Jahr: Aus produktionstechnischen Gründen wandert der Erstverkaufstag ab 2024 auf einen Freitag.

So, genug Präludien – wir brauchen Ihre Hilfe: Beim Versuch, eine Platine



Man muss schon sehr genau hinsehen, um zu erkennen, dass um das Befestigungsloch links im zweiten Löt punktkreis im Vergleich zum Original fünf kleine Punkte fehlen.

nachzufertigen, ist ganz viel schiefgegangen: Der Bestückungsautomat war verwirrt und hat einige Komponenten an die falsche Stelle platziert, bei anderen rutschte irgendwie ein falscher Wert durch und auch beim Verteilen der mechanischen Bauteile ging anscheinend so manches in die Hose. Doch damit nicht genug: Selbst beim Platinenlayout hat es wohl so manches Malheur gegeben und auch die Abteilung Software war wohl nicht auf der Höhe der Zeit.

Hilfe erbeten

Deshalb hier unser Hilferuf: Finden Sie alle Unterschiede zwischen dem auf der folgenden Seite oben abgebildeten Original und dem darunter zu sehenden Fehlversuch. Als einen Fehler betrachten wir immer eine oder mehrere Abweichungen bei einer Komponente. Dazu ein hoffentlich anschauliches Beispiel: Der Anschluss

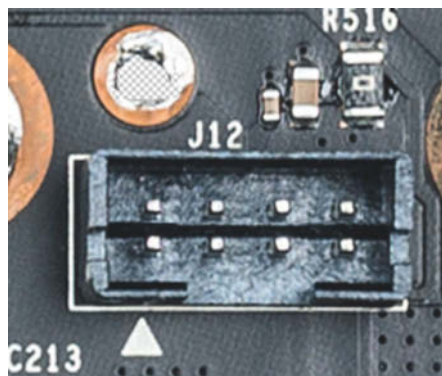
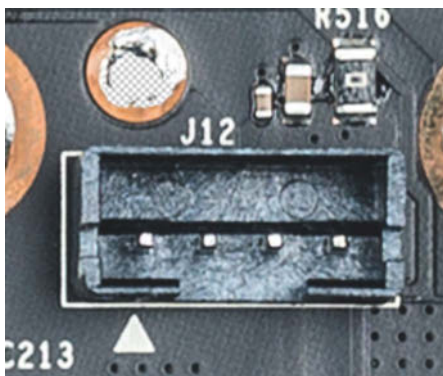
J12 oben rechts auf der Platine hat im Original vier Kontakte, auf dem Fehlversuch hat sich da aber ein Anschluss mit acht Kontakten reingeschummelt. Es gibt also vier Abweichungen und doch zählt das als ein Fehler, nämlich eine fehlbestückte Komponente. Wer ganz genau hinsieht, entdeckt natürlich noch Abweichungen zwischen Original und Fehlversuch beim Löt bild etwa rund um die Befestigungs löcher. Das zählen wir aber nicht als Fehler, denn keine zwei Lötstellen sehen exakt gleich aus. Die unterschiedlich ausgeformten Zacken beim Löt zinn beeinträchtigen die Funktion schließlich nicht, wohl aber ein fehlendes oder falsch bestücktes Bauelement.

Damit unsere Zählweise und die so ermittelte Gesamtfehlerzahl eindeutig ist, hier noch ein Beispiel: Auf der Platinenrückseite gibt es beim oberen linken Loch der Kühlkörperbefestigung klare Abwei-

chungen: Während die einzelnen Kontaktpunkte beim Original sehr schön symmetrisch angeordnet sind, vermissen wir beim Fehlerexemplar fünf Löt punkte im zweiten Löt punktring von außen. Auch wenn es hier also fünf Abweichungen gibt, gilt das als ein fehlerbehaftetes Befestigungsloch.

Moment: Rückseite der Platine? Die ist doch gar nicht abgebildet! Stimmt – darum lässt sich dieses Bildrätsel nur vollständig lösen, wenn Sie die beiden Dateien via ct.de/yty1 herunterladen und sich diese ganz genau ansehen. Nachdem unser Auftakträtsel ebenfalls ein Bilderrätsel war – Sie erinnern sich, da gab es Unterschiede zwischen zwei Bildern des Space Shuttles auf der Start rampe (Mission STS-135) –, wollten wir es dieses Mal ein klein wenig schwieriger machen. Schließlich hatten wir beim Auflösen des ersten Bilderrätsels in c't 6/2023 ja auf verschiedene vollautomatische Lösungswege verwiesen. Die dort gezeigten Möglichkeiten funktionieren bei unserem Abschlussrätsel nicht mehr so ohne Weiteres. Wir sind aber gespannt, welche Lösungswege Ihnen zu diesem Bildrätsel einfallen. Besonders schöne, ausgefallene oder auch nur skurrile Lösungen prämiieren wir wieder mit unserem beliebten Sonderpreis der c't-Redaktion. Bleibt uns noch, Ihnen allen viel Spaß bei der Fehlersuche und einen guten Rutsch ins Jahr 2024 zu wünschen.

(gs@ct.de) **ct**



Eine klare Fehlbestückung: Der Anschluss J12 hat im Original vier Pins, bei der fehlbestückten Platine sind es hingegen acht.

Downloads der beiden zu vergleichenden Bilder: ct.de/yty1

NIX VON DER STANGE!

Wunsch-PC selber bauen oder aufrüsten



Günstige Zeiten für PC-Bastler: keine Lieferschwierigkeiten für Hardware mehr, bei den Prozessoren gibt's so viel Rechenleistung wie noch nie und die SSD- und RAM-Preise sind auf niedrigem Niveau. Mit den Bauanleitungen und Aufrüsttipps aus diesem c't-Sonderheft bauen Sie Ihren Wunsch-PC oder schenken Ihrem geliebten alten PC-Schätzchen noch mehr Lebenszeit.

TRAUEN SIE SICH!

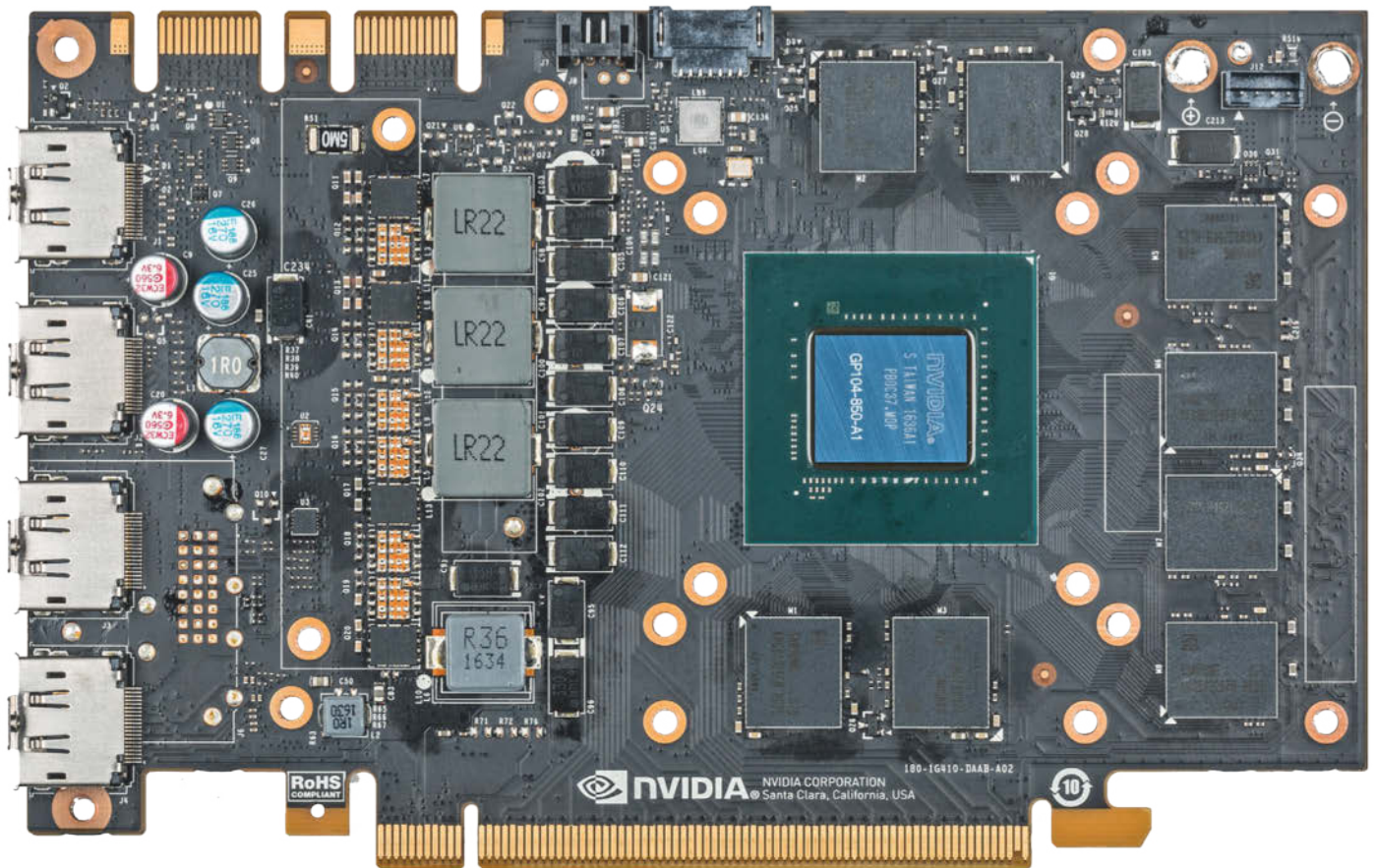


- Bauvorschläge für Gaming-PC/ Allrounder
- Nachhaltig und günstig: Alter Rechner länger nutzen
- Praxisanleitung: Windows auf neue SSD umziehen
- Der große CPU-Wegweiser

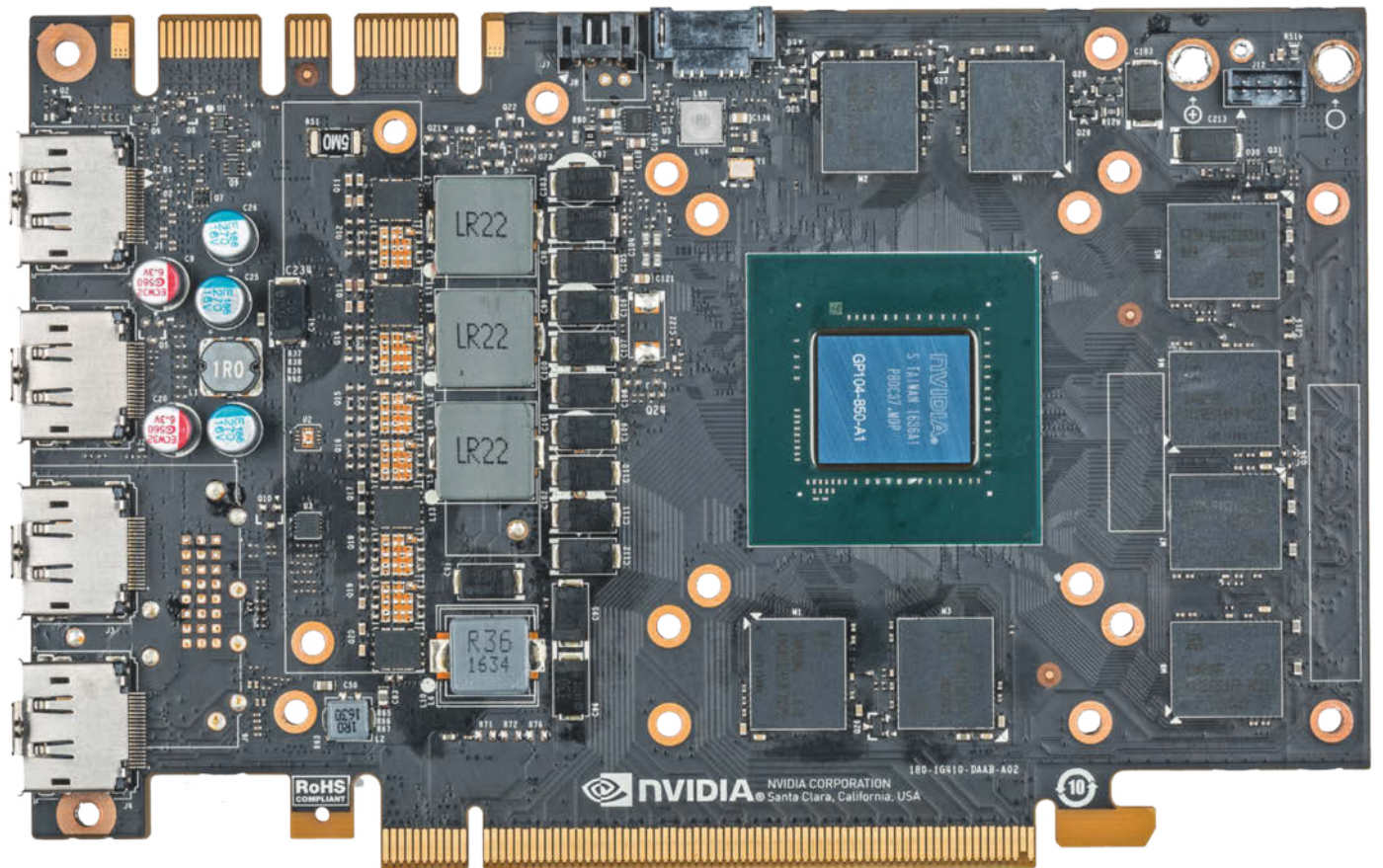
Heft für 14,90 € • PDF für 12,99 € • Heft + PDF 19,90 €



shop.heise.de/ct-hardwaretipps24



So sollte unsere Platine eigentlich aussehen ...



... doch irgendwie war bei der Reproduktion der Wurm drin.
Helfen Sie uns bei der Fehlersuche und gewinnen Sie ein Set moderner Heizungsregler.

Gewinnen Sie eines von fünf WLAN-gesteuerten Heizkörperventil-Sets

Die vollautomatische Glücksfee ermittelte Stefan B. aus Leinfelden-Echterdingen als Gewinner unseres kompakten Energiesparservers aus dem Hause Thomas Krenn. Das speziell für diese Verlosung zusammengestellte Sondermodell mit passiver Kühlung und Intel Core i5-10210U (1,60 GHz, 4 Kerne) verfügt über sechs LAN-Ports (Intel I225-V) mit einer Datenrate von bis zu 2,5 GBit/s. Der Hauptspeicher besteht aus zwei 8-GB-Byte-SO-DIMM-Modulen (DDR4 3200). Eine Spezialität ist die im Sondermodell eingebaute 480-GB-Byte-SSD aus dem Hause ATP. Das M.2-NVMe-Modell (ATP N600Sc) ist speziell für industrielle Umgebungen ausgelegt und arbeitet störungsfrei von 0 bis 70 °C. Zusätzliche Stützkondensatoren auf der SSD sorgen dafür, dass laufende Schreibvorgänge innerhalb der SSD auch bei einem plötzlichen Stromausfall noch ausgeführt werden. Der Miniserver hat einen Wert von knapp 1000 Euro und wird ohne Betriebssystem und Peripherie, aber inklusive energiesparendem Slim-Line-Netzteil an den Gewinner versendet. Im Onlineshop von Thomas Krenn gibt es den kompakten Energiesparserver als selbst konfigurierbares System – allerdings ohne Jubiläums-Branding.

Wer in der finalen Rätselrunde in dieser Ausgabe teilnimmt, hat die Chance

Der Preis für fleißige Rätsellöser aus der Ausgabe 28/2023 war ein Energiesparserver von Thomas Krenn.



Bild: Thomas Krenn

auf eines von fünf Sets WLAN-gesteuerter Heizkörperthermostate (Modell TRV, Wi-Fi 802.11 b/g/n) aus dem Hause Shelly. Zu jedem Set gehören drei Geräte, die problemlos an handelsüblichen Heizkörpern montiert werden können. So lassen sich die wichtigsten Räume in Haus oder Wohnung energiesparend warm halten. Die von Allnet zur Verfügung gestellten Sets lassen sich um weitere Komponenten aus dem Shelly-Universum erweitern. Die Steuerung des Systems erfolgt über eine App und ist dank Cloudanbindung von jedem Ort aus möglich. Alternativ lässt sich Shelly TRV aber auch völlig cloudfrei in andere Heimautomationssysteme integrieren, wenn diese die Möglichkeit bieten, via WLAN Kommandos abzusetzen und Statusmeldungen zu empfangen. Ein

integrierter Webserver mit SiLabs-CPU stellt die Verbindung zum Heimnetzwerk und zu weiteren Shelly-Komponenten her. So lassen sich auch komplexe Szenarien programmieren, wenn das System etwa um einen Anwesenheitsdetektor erweitert wird. Die Energieversorgung der Heizungs-thermostate erfolgt über einen integrierten Akku (6500 mAh), der sich via USB-C aufladen lässt.

Wenn Sie an der Verlosung teilnehmen wollen, schicken Sie uns eine Mail an 40.Geburtstag@ct.de mit dem Betreff c't-Rätsel 1/2024 – LÖSUNG, wobei LÖSUNG durch die Anzahl der gefundenen Fehler zu ersetzt ist. Haben Sie beispielsweise sieben Fehler entdeckt, müsste der Betreff „c't-Rätsel 1/2024 – 7“ lauten.

Wenn Sie in den Mails Ihre postalische Anschrift angeben, erleichtern Sie uns damit das Versenden des Preises. Rechtzeitig bis 23:59:59 am Stichtag 7.1.2024 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 eingewendet werden, Mehrfacheinsendungen 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.



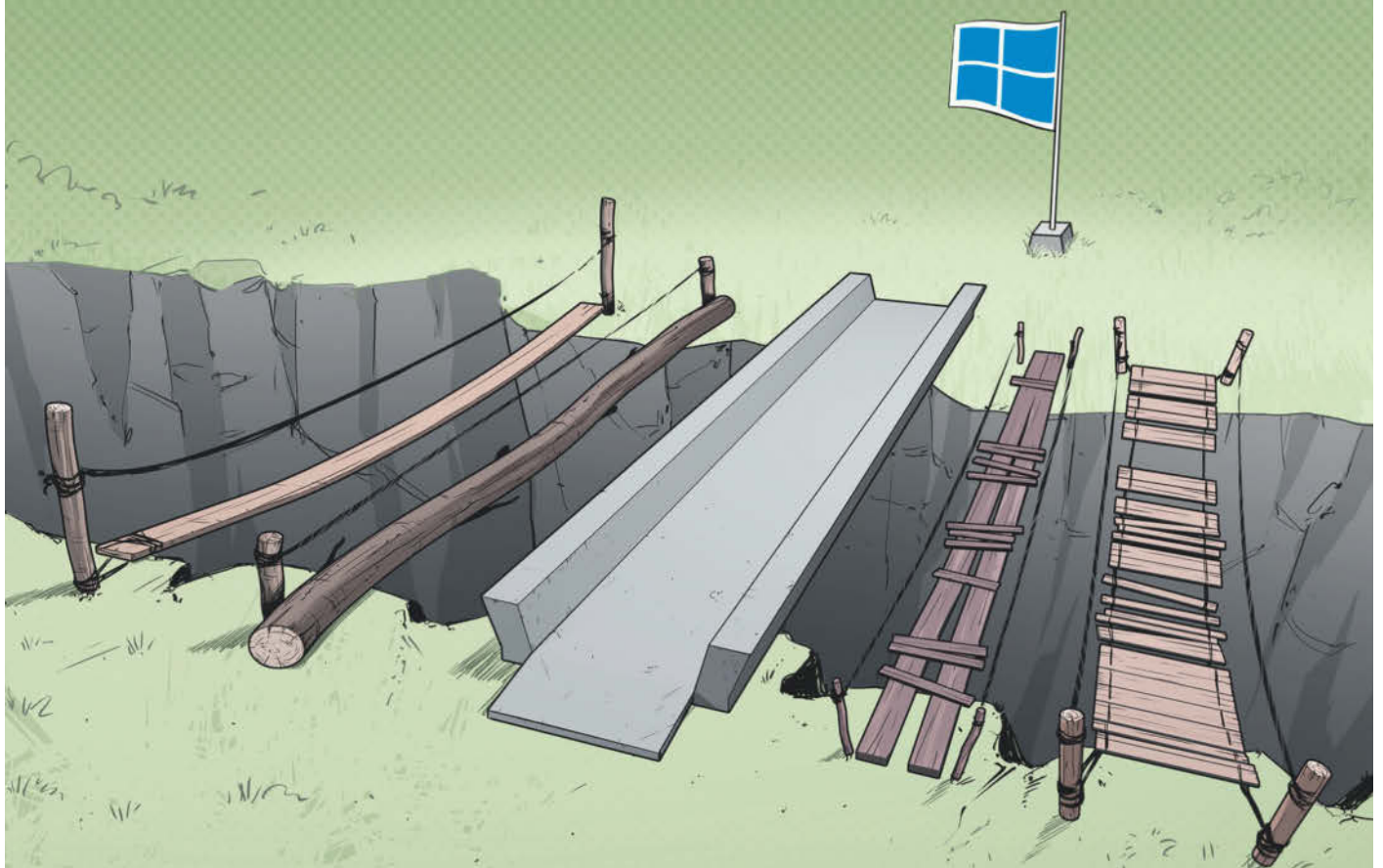
Bild: Shelly

Der Lohn der Mühe besteht dieses Mal aus fünf Sets smarter Heizkörperthermostate vom Typ Shelly TRV mit WLAN-Interface.

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.

Überraschend viele

Systemanforderungen von Windows 11: von Absurditäten, Drohungen und verwirrenden Angeboten



Die verschiedenen Hardware-Anforderungen für Windows 11..... Seite 58
Microsofts Anforderungs-Chaos und die Folgen beim PC-Kauf Seite 64

Zusammen mit Windows 11 veröffentlichte Microsoft eine Liste, welche Anforderungen ein PC offiziell erfüllen müsse, damit das neue Betriebssystem darauf korrekt funktioniere. Rein technisch gelten jedoch andere Anforderungen, und zwar mal diese und mal jene. Die absurden Folgen bekommen Sie nun sogar beim Hardwarekauf zu spüren.

Von Axel Vahldiek

Die hohen Systemanforderungen, die Microsoft für Windows 11 aufgestellt hat, waren bereits häufiger Thema in c't, und was wir davon halten, brachte die Überschrift des Artikels in c't 10/2023 zum Ausdruck: „Reine Willkür“ [1]. Erzählt haben wir auch schon von Tricks, die es erlauben, die Anforderungen zumindest teilweise zu umgehen [2, 3]. Es gibt sogar noch ein weiteres Paket an Anforderungen, und zwar vom Windows-Setup-Programm. Es stellt Hürden auf, die zwar nicht ganz so hoch reichen wie die offiziellen Anforderungen, doch auch nicht so leicht zu überwinden sind wie mit den Tricks. Daher spielte dieser Aspekt bislang kaum eine Rolle, und das letzte Mal haben wir uns damit beschäftigt, als Windows 11 noch gar nicht offiziell erschienen war [4].

Mittlerweile hat sich aber etwas geändert: Bis einschließlich Windows 10 konnten Sie davon ausgehen, dass ein im Handel angebotener PC mit vorinstalliertem Windows auch die Systemvoraussetzungen für diese Version erfüllte. Das galt stets auch für gebrauchte Geräte, die spezialisierte Händler („Refurbisher“) anbieten. Doch mit Windows 11 ist das nun anders: Selbst steinalte PCs bietet der Handel als Windows-11-Rechner an. Dabei handelt es sich keineswegs nur um irgendwelche Geiz-ist-geil-Angebote von dubiosen Schrotthökern, sondern auch um solche von namhaften Verkäufern aus Deutschland. Was aber steckt hinter sol-

chen Angeboten, welche Rolle spielen die Seltsamkeiten rund um die Hardwareanforderungen dabei und womit müssen Sie rechnen, wenn Sie zugreifen?

Die Antworten darauf haben wir in dieser Ausgabe auf zwei Artikel aufgeteilt. Der, den Sie gerade lesen, widmet sich den Unterschieden zwischen den offiziell verkündeten und den tatsächlichen Anforderungen von Windows 11. Dieses Wissen erleichtert die Lektüre des nachfolgenden Beitrags: Wir haben Gebraucht-PCs mit vorinstalliertem Windows 11 unter die Lupe genommen und Microsoft dazu befragt. Spoiler: Obwohl der Konzern die aktuellen Entwicklungen überhaupt erst ermöglicht hat, hält es ihn nicht von der Drohung ab, alle Rechner von der Versorgung mit den wichtigen Sicherheitsupdates abzuschneiden, die nicht die offiziellen Anforderungen erfüllen.

Diskussionsbedarf

Zunächst noch einmal kurz zur Erinnerung zu dem, was mit Systemanforderungen überhaupt gemeint ist: Es sind die Mindestvoraussetzungen zur Installation eines Betriebssystems, festgelegt durch dessen Hersteller. Sie öffentlich bekannt zu geben ist an sich eine gute Idee, denn es hilft Enttäuschungen nach dem Kauf zu vermeiden: Nur ein PC, der die Anforderungen erfüllt, wird das Betriebssystem zufriedenstellend ausführen können.

Der Haken an der Sache: Bei solchen Anforderungslisten geht es üblicherweise nicht um die Frage „läuft oder läuft nicht“, sondern darum, ob der PC schnell genug funktioniert. Das hängt jedoch vom Ein-

satzzweck des PCs sowie von der Länge des Geduldsfadens der Person davor ab. Die Voraussetzungen stellen also stets einen Kompromiss dar, der schon immer gern für Diskussionsstoff sorgte.

Bei Windows 11 gibt es zudem mehr zu diskutieren als sonst. Von Windows Vista über 7, 8, 8.1 bis hin zu Windows 10 galten nahezu identische Anforderungen, doch für Windows 11 nennt Microsoft erheblich höhere. Sie sind so hoch, dass sie für bemerkenswert viele Anwendungsfälle drastisch überzogen erscheinen. Und nicht so ganz glaubwürdig, schließlich nutzen Windows 10 und 11 nicht nur dieselbe technische Basis, sondern ähneln einander so sehr, dass sich Windows 11 mitunter als Windows 10 meldet [5].

Die Begründung „verbesserte Sicherheitsfunktionen“ scheint vorgeschoben. Das, was da für Windows 11 als neu angepriesen wurde, steckt weitgehend auch schon im Vorgänger, es war dort bloß noch nicht aktiviert. Für unsere Vergleichsmessungen hatten wir das Aktivieren unter Windows 10 seinerzeit nachgeholt, und siehe da: Windows 11 war bei identischen Sicherheitseinstellungen zwar mess-, aber nicht spürbar langsamer als sein Vorgänger [6].

Dennoch behauptet Microsoft, dass viele Computer, die für Windows 10 noch mehr als nur gut genug sind, nicht mehr für Windows 11 taugen. Weil zudem der Support für Windows 10 nur noch bis Oktober 2025 läuft, erklärt Microsoft auf diese Weise massenhaft Rechner kurzerhand zu Elektroschrott, obwohl sie in Wirklichkeit auch Windows 11 zufriedenstellend ausführen könnten.

c't kompakt

- Im Handel sind viele PCs zu finden, auf denen Windows 11 vorinstalliert ist, obwohl die Hardware Microsofts Anforderungen dafür nicht erfüllt.
- Dass das funktioniert, hat Microsoft dem Windows-Setup-Programm extra beigebracht.
- Microsoft droht: Wenn Sie so einen PC nutzen, könnte es überraschend schnell passieren, dass Sie keine Sicherheits-Updates mehr bekommen.

Dass als Folge nicht nur Sicherheitsprobleme für alle drohen, sondern auch eine Umweltsauerei, scheint Microsoft nicht zu interessieren [7]. Dabei gehört das Vermeiden von Abfall zum offiziellen Unternehmensziel. Microsoft will nicht nur bis 2030 den Unternehmensbetrieb sowie den Vertrieb der Produkte abfallfrei gestalten, sondern auch den Kunden dabei helfen, dieses „zero waste“-Ziel zu erreichen (siehe ct.de/yn7c, dort finden Sie auch alle anderen in diesem Artikel genannten Links).

Es bleibt der Eindruck, dass es bei den Anforderungen allen Beteuerungen zum Trotz bloß um eines geht: um die Steigerung der PC-Verkäufe. Schließlich wandert dabei meistens auch eine Windows-Vorinstallation mitsamt Lizenz mit über den Ladentisch, Microsoft kassiert also bei solchen Verkäufen mit.

Die offiziellen Anforderungen

Doch was sind nun die offiziellen Anforderungen? Sie stehen in einer auf den ersten Blick überraschend langen Liste, die Microsoft unter microsoft.com/windows/windows-11-specifications veröffentlicht hat. Vieles gilt nur, wenn spezielle Funktionen zum Einsatz kommen sollen, und manches ist selbstverständlich: „Raumklang erfordert unterstützende Hardware und Software“, „Spracheingabe erfordert einen PC mit Mikrofon“, „Toucheingabe erfordert einen Bildschirm oder Monitor, der Multitouch unterstützt“ ...

Es gibt aber auch Anforderungen, die nicht nur für einzelne Funktionen erfüllt sein müssen, sondern für den Betrieb des Betriebssystems selbst. Einige sind wieder eher trivial: Ein PC mit weniger als 4 GByte Arbeitsspeicher macht heute keinen Spaß mehr. Dasselbe gilt, wenn eine SSD kleiner 64 GByte oder gar bloß eine herkömmliche Magnetplatte als Speicherort der Windows-Installation dient. Hinzu

kommt: Diese Voraussetzungen dürften die meisten Computer heutzutage ohnehin erfüllen.

Anders sieht es bei den Anforderungen an Prozessor und Mainboard aus. Zuerst zum Prozessor: Er muss nicht nur 1 GHz Taktfrequenz und 2 Kerne bieten, sondern auch „kompatibel“ sein. Für welche das gilt, hat Microsoft in separaten Listen zusammengestellt. Die Details führen hier zu weit (mehr dazu wie erwähnt in [1]), grob zusammengefasst geht es bei Intel erst ab der 7. Core-i-Generation los, bei AMD ab Ryzen 2000 (Zen+), wobei auch „Athlon“-Prozessoren mit Zen-1-Kernen aufgeführt sind.

Weitere Anforderungen gelten dem Mainboard. Das „Basic Input/Output System“ (BIOS), welches in der Firmware des Mainboards steckt und die ersten Handgriffe nach dem Einschalten des PCs erledigt, muss die Spezifikation des Unified Extensible Firmware Interface (UEFI) erfüllen. Zum Booten von Windows 11 muss das BIOS zudem UEFI-Mechanismen nutzen. Falls das UEFI-BIOS ein Compatibility Support Module (CSM) mitbringt, um damit das Booten per klassischem Legacy-BIOS emulieren zu können, darf dieses nicht aktiv sein. Was hier so kompliziert klingt, wird in Diskussionen oft abgekürzt zu „Windows 11 muss per UEFI booten“.

Weitere Anforderungen ans Mainboard: Es muss ein TPM besitzen, und zwar eines der Version 2.0 oder höher. Die drei Buchstaben stehen für „Trusted Platform Module“ (FAQ dazu in [8]). Es bietet ähnliche Funktionen wie eine SmartCard, ist aber fest eingebaut. Es dient als separater Vertrauensanker (Root of Trust). Dazu speichert es einen Geheimwert, der das TPM nie verlässt, aber als Wurzel einer kryptografischen Zertifikatskette dient. Es kann andere digitale Zertifikate signieren und prüfen sowie sichere Schlüssel erzeugen. Schließlich stellt ein TPM noch ge-

schützten Speicherplatz bereit, sogenannte Platform Configuration Registers (PCRs). Darin kann der Computer Hashes speichern, etwa um Manipulationen an der Firmware zu erkennen.

Schließlich muss „UEFI Secure Boot“ aktiviert sein, ein kryptografisch gesicherter Startmodus. Im Wesentlichen geht es darum sicherzustellen, dass sich keine manipulierten Komponenten in den Bootvorgang einklinken können. Ein TPM ist dabei zwar nicht erforderlich, kann aber helfen, Manipulationen des UEFI-BIOS zu erkennen.

Anspruch und Realität

Die Systemanforderungen zu verkünden, ist das eine, sie durchzusetzen etwas anderes. Rechtlich gesehen kann Microsoft das nur, wenn Sie beispielsweise als Unternehmen einen entsprechenden Vertrag direkt mit Microsoft oder einem vom Konzern autorisierten Lizenzhändler abgeschlossen haben. Dann gilt, was Sie dabei unterschreiben. Wenn Sie aber eine Windows-11-Lizenz beispielsweise im Einzelhandel kaufen, dann geht es den Konzern rechtlich gesehen nichts an, auf welchem PC Sie sie einsetzen. Sie dürfen die Lizenz als rechtmäßiger Besitzer auf einem beliebigen Computer verwenden, also auch auf einem alten.

Microsoft kann aber technische Hürden aufstellen. Naheliegend sind vor allem zwei Ansätze: Das Setup-Programm könnte unter Verweis auf nicht erfüllte Anforderungen die Installation verweigern, und Windows könnte aus dem gleichen Grund den Betrieb einstellen. Immerhin: Letzteres ist bislang nicht der Fall. Wenn Windows 11 erst mal läuft, dann läuft es auch, egal worauf.

Das Setup-Programm hingegen prüft tatsächlich, ob der PC die Anforderungen erfüllt. Jedoch sind hier, wie oben schon erwähnt, andere Anforderungen gefragt als jene, die Microsoft offiziell verkündet hat.

Setup-Programm

Während die offizielle Liste der Anforderungen recht lang ist, beschränkt sich das Setup-Programm auf fünf Prüfungen. Das sind: die Größe des Arbeitsspeichers und des freien Speichers auf dem internen Datenträger, Secure Boot, TPM und schließlich der Prozessor. Falls Sie sich wundern, dass nicht abgefragt wird, ob der PC per UEFI bootet: Das weiß das Setup-Programm quasi über Bande, denn Secure

Hardwareanforderungen für Windows 11

Anforderungen	Offiziell	Geprüft bei Neuinstallation	Geprüft bei Upgrade	Geprüft mit Registry-Hack (Neuinstallation)	Geprüft mit Registry-Hack (Upgrade)
Prozessor	„Kompatibel“, 2 Kerne, 1 GHz Takt	2 Kerne	„Kompatibel“	2 Kerne	2 Kerne
RAM	4 GByte	4 GByte	4 GByte	2 GByte	4 GByte
UEFI	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja
TPM	2.0	1.2	2.0	Nein	1.2
Secure Boot	aktiv	vorhanden, aber nicht aktiv	vorhanden, aber nicht aktiv	Nein	vorhanden, aber nicht aktiv

Boot funktioniert nur beim Booten per UEFI. Die restlichen Punkte der Reihe nach.

Die Mindestgröße des Arbeitsspeichers definiert Microsoft mit 4 GByte, das Setup-Programm gibt sich mit minimal weniger zufrieden (3686 MByte).

Auf dem Zieldatenträger verlangt das Setup-Programm nur 52 GByte (offiziell: 64 GByte) freien Platz. So ganz ernst gemeint ist das aber nicht: Bei weniger weist das Setup-Programm zwar darauf hin, setzt seine Arbeit aber nach einem Klick auf „Weiter“ dennoch klaglos fort. Dann reicht selbst eine 20-GByte-Partition.

Auch bei Secure Boot weicht das Setup-Programm von den offiziellen Anforderungen ab: Die Funktion muss zwar zur Verfügung stehen, braucht im BIOS-Setup aber nicht aktiviert zu sein.

Neuinstallation, Upgrade, Update

Bei den Anforderungen, die das Setup-Programm an TPM und Prozessor stellt, wird es noch komplizierter. Denn hier kommt es auf die Aufgabe an, die es gerade erledigen soll: Geht es um eine Neuinstallation auf einem leeren Datenträger, um ein Upgrade oder um ein Update?

Eine bereits vorhandene Installation können Sie irgendwann auf eine neuere Version aktualisieren, etwa beim Umstieg von Windows 10 auf 11 oder wenn eine neue Version von Windows 10 oder 11 erscheint. Von Windows 11 beispielsweise sind bislang drei Versionen erschienen: 21H2, 22H2 und 23H2. Die Namen leiten sich aus der Jahreszahl und der Jahreshälfte des Erscheinens ab, 21H2 erschien also in der zweiten Jahreshälfte des Jahres 2021. Es existieren zwei Varianten zum Umstieg auf eine neue Version: per Upgrade und per Update. Klingt beides ähnlich, ist technisch aber was anderes. Der Unterschied ist hier deshalb relevant, weil nur beim Upgrade die Systemvoraussetzungen eine Rolle spielen.

Bei einem Upgrade verschiebt das Setup-Programm die vorhandene Installation in einen neuen Ordner namens Windows.old, installiert anschließend Windows neu daneben und versucht dann, Ihre Dokumente, Anwendungen und Einstellungen möglichst vollständig aus der alten in die neue Installation zu übernehmen.

Bei einem Update hingegen tauscht Windows selbst lediglich einzelne Dateien gegen neue Versionen aus und startet an-



Das Setup-Programm verweigert zwar die Arbeit, wenn es Windows 11 auf einem PC installieren soll, der die Anforderungen nicht erfüllt. Doch geht es dabei um andere als um jene, die Microsoft offiziell nennt.

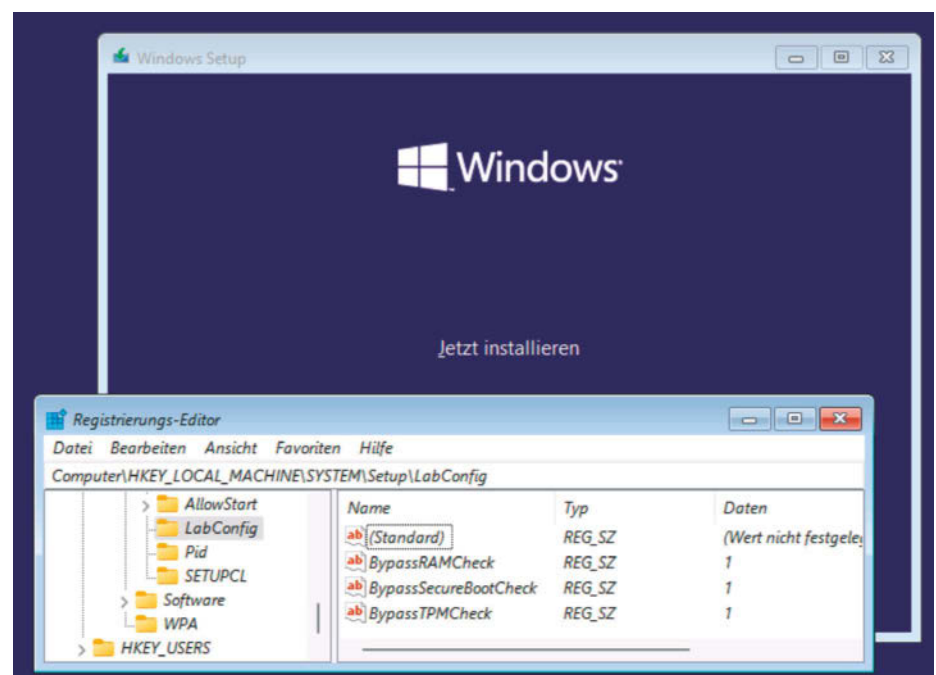
schließend neu. Anders als beim Upgrade kommt das Setup-Programm in diesem Fall nicht zum Einsatz.

Wann genau ein Upgrade und wann ein Update zum Aktualisieren erforderlich ist, lässt sich nicht vorhersagen. Es hängt von der Zielversion ab sowie vom Alter der vorhandenen Installation. So kann es durchaus sein, dass der Umstieg von Version X auf X+1 per Update gelingt, der von X+1 auf X+2 ebenfalls, der von X auf X+2 aber ein Upgrade erfordert. Microsoft stiftet hier gern zusätzliche Verwirrung, indem es die Begriffe munter mischt, also auch mal Updates als Upgrades bezeichnet und andersherum.

Zusammengefasst kommt das Windows-Setup-Programm zwar nicht bei Updates, sehr wohl aber bei Upgrades und natürlich auch bei Neuinstallationen zum Einsatz. Noch nicht kompliziert genug? Bei einem Upgrade stellt das Setup-Programm andere Anforderungen an TPM und CPU als bei einer Neuinstallation.

Der Prozessor muss zwar in jedem Fall zwei Kerne besitzen, aber nicht unbedingt auch „kompatibel“ sein: Darauf kommt es nur bei einem Upgrade an, nicht aber bei einer Neuinstallation.

Auch ein TPM muss in jedem Fall vorhanden sein. Bei einer Neuinstallation gibt sich das Setup-Programm aber mit einem



Drei Schlüssel reichen, damit das Setup-Programm Windows 11 auch auf steinalter Hardware installiert. Dass das funktioniert, hat Microsoft dem Programm extra beigebracht.

der veralteten Version 1.2 zufrieden. Nur bei einem Upgrade will es die offizielle Anforderung erfüllt wissen, es muss dann also ein TPM 2.0 vorhanden sein.

Microsofts Hintertüren

Das ist Ihnen immer noch nicht verwirrend genug? Microsoft liefert Hacks, genauer: Registry-Schlüssel. Wenn Sie die setzen, prüft das Setup-Programm zwar trotzdem die Anforderungen auf die oben erwähnte Weise, ignoriert aber ganz oder teilweise, was dabei herauskommt. Sie

ahnen es schon: Auch hier hängt es wieder davon ab, ob eine Neuinstallation oder ein Upgrade ansteht.

Zuerst zum Upgrade, denn das ist simpler. Es reicht, in der Registry des laufenden Systems unter HKLM\SYSTEM\Setup\MoSetup ein DWORD namens AllowUpgradesWithUnsupportedTPMOrCPU mit dem Wert 1 zu erzeugen. Der Name des DWORD sagt es schon: Die Version des TPM und die CPU interessieren das Setup-Programm dann nicht mehr. Wohlgemerkt: Nur die Version des TPM, es muss also

eines vorhanden sein, aber Version 1.2 reicht nun. Und als CPU reicht eine beliebige mit mindestens 2 Kernen. Die Anforderungen „4 GByte RAM“ und „Secure Boot zumindest vorhanden“ gelten hingegen bei einem Upgrade auch mit Hack. Um es noch mal deutlich zu sagen: Das ist kein dubioser Hack aus den Tiefen des Internets, sondern wurde von Microsoft in Windows eingebaut und dokumentiert (siehe ct.de/yn7c).

Auch für Neuinstallationen hat Microsoft Registry-Schlüssel eingebaut, und zwar drei. Die zu setzen ist jedoch nicht ganz trivial, weil während einer Neuinstallation auf dem internen Datenträger noch gar keine Registry vorhanden ist. Es läuft anders. Wenn Sie von einem Windows-Setup-Medium booten, startet davon zuerst ein Mini-Windows namens Windows PE. Die Abkürzung PE steht für „Preinstallation Environment“ [9]. Unter diesem Betriebssystem verrichtet anschließend Setup.exe seine Arbeit und installiert Windows 11 auf den internen Datenträger. Dieses PE hat eine eigene Registry, und dort gehören die Schlüssel rein.

Eine Anleitung für den Einbau sprengt hier den Rahmen, daher sei auf bereits erschienene c't-Artikel verwiesen. Wenn Sie die Schlüssel nur einmalig in PE einbauen wollen (was noch vergleichsweise einfach geht), finden Sie eine Anleitung in [2], für das dauerhafte Integrieren haben wir eine in [3] veröffentlicht. Als Lohn der Mühe lässt sich Windows 11 auf quasi beliebiger Hardware sauber neu installieren: Booten per Legacy BIOS ganz ohne TPM und Secure Boot, beliebige 2-Kern-CPU, nur 2 GByte RAM, 20 GByte Plattenplatz – alles kein Problem (ob der Betrieb von Windows unter solchen Bedingungen sinnvoll ist oder Spaß macht, steht auf einem anderen Blatt). Es sei noch mal darauf hingewiesen: Dass das Windows-Setup-Programm diese Schlüssel beachtet, hat Microsoft ihm extra beigebracht.

Noch mehr Hintertüren

Die Registry-Hacks dienen jeweils zum Beeinflussen des Setup-Programms, doch ist das gar nicht immer nötig. Denn wenn hier bislang vom Setup-Programm die Rede war, dann war stets das von Windows 11 gemeint. Windows 10 und 11 sind einander jedoch so ähnlich, dass zum Installieren von Windows 11 auch das Setup-Programm von Windows 10 taugt, und das weiß nichts von den hohen Hardware-



Microsoft droht unverhohlen damit, alle PCs, die die Anforderungen von Windows 11 nicht erfüllen, von der Versorgung mit Sicherheitsupdates abzuschneiden.

anforderungen. Für Kenner stellt das keine Herausforderung dar: Befüllen Sie mit dem Media Creation Tool (MCT) für Windows 10 einen Installations-USB-Stick und mit dem MCT für Windows 11 einen weiteren. Nun ersetzen Sie auf dem 10er-Stick im Ordner Sources die Datei Install.wim (oder Install.esd, je nachdem, welche vorhanden ist) durch deren Pendant vom 11er-Stick. Damit haben Sie nun einen Installationsstick, von dem das 10er-Setup-Programm startet und Windows 11 auch auf alter Hardware klaglos installiert (Links zu den MCTs finden Sie via ct.de/yn7c).

Mit anderen Werkzeugen zum Installieren von Windows funktioniert es ebenso. Das müssen nicht mal solche von anderen Herstellern sein. Wer mit Microsofts vor allem für Admins und PC-Hersteller gedachten Kommandozeilenwerkzeugen Diskpart, Dism, BCDboot und Reagentc umgehen kann, kann damit Windows 11 auch auf alten PCs installieren.

Diese weiteren Wege leiden aber unter einer wesentlichen Einschränkung: Damit gelingt grundsätzlich nur eine Neuinstallation, aber niemals ein Upgrade. Letzteres erfordert grundsätzlich das Setup-Programm.

Vorsicht, Fallen!

Eines haben alle Wege zum Neuinstallieren und Upgraden von Windows gemeinsam: Egal, welche Microsoft-Werkzeuge Sie verwenden, die offiziellen Anforderungen müssen in keinem Fall erfüllt sein.

Dennoch lauern hier Fallen. Microsoft spricht unverhohlene Drohungen aus, wenn Sie Windows 11 auf einem PC betreiben, der die „Mindestsystemanforderungen“ nicht erfüllt. Denn dann, so Microsoft, ist Ihr PC „nicht mehr zum Empfang von Updates berechtigt. Schäden an Ihrem PC aufgrund unzureichender Kompatibilität fallen nicht unter die Herstellergarantie.“ (siehe ct.de/yn7c). Anders formuliert: Microsoft behält sich vor, solche Computer jederzeit und nach Gutdünken von der Update-Versorgung abzuschneiden.

Doch selbst wenn Microsoft diese Drohung nicht wahr machen sollte, droht noch eine weitere Falle, weil für Neuinstallation und Upgrade unterschiedliche Voraussetzungen erfüllt sein müssen. Es kann Ihnen passieren, dass zwar das Neuinstallieren von Windows 11 auf einem angeblich untauglichen PC gelingt. Doch sobald eine Nachfolgeversion erscheint,

Support-Ende für aktuelle Windows-Versionen

Version	Home/Pro	Enterprise/Education
Windows 11 Version 23H2	11. November 2025	10. November 2026
Windows 10 Version 22H2 ¹	14. Oktober 2025	14. Oktober 2025
Windows 11 Version 22H2	8. Oktober 2024	14. Oktober 2025
Windows 11 Version 21H2	Beendet	8. Oktober 2024
Windows 10 Version 21H2	Beendet	11. Juni 2024

¹ Keine weitere Version geplant

die Microsoft nicht nur als Update, sondern als technisch aufwendigeres Upgrade ausliefert, scheitert womöglich das Aktualisieren darauf. Und das hat ebenfalls Auswirkungen auf den Support, also auf den Zeitrahmen, wie lange sie von Microsoft mit den wichtigen Sicherheitsupdates versorgt wird.

Jede Windows-Version und derzeit auch jede Edition hat einen eigenen, separaten Support-Zeitraum. Das gilt auch für Windows 11 (Termine siehe Tabelle). Die Home- und Pro-Editionen bekommen zwei Jahre Support ab Erscheinen, bei Enterprise und Education sind es drei. Danach bekommen Sie erst wieder Updates, wenn Sie Ihre Installation auf eine neuere Version aktualisieren. Doch genau das kann auf alten Rechnern scheitern, wenn das Setup-Programm vor dem Upgrade auf das Einhalten höherer Anforderungen besteht als bei der Neuinstallation. Und dann ist es mit der Freude über die gelungene Installation auf alter Hardware nach überraschend kurzer Zeit wieder vorbei.


Falls nun der Einwand kommt, das sich bislang alle Windows-11-Versionen als Update installieren ließen: Stimmt, aber es gibt keine Garantie, dass das so bleibt.

Worauf Sie sich auch nicht verlassen sollten, sind die von Microsoft veröffentlichten Registry-Hacks. Denn selbst mit denen sind bei einem Upgrade noch einige Anforderungen zu erfüllen, und ein Ausweg ist dafür bislang nicht bekannt. Zudem mag es durchaus sein, dass das, was Microsoft da in die Registry eingebaut hat, in der nächsten Version wieder rausfliegt.

Und nun?

Es ist schon absurd, dass Microsoft es geschafft hat, höchst unterschiedliche Anforderungen für ein und dasselbe Betriebssystem aufzustellen: Offiziell lässt sich Windows 11 nur auf relativ neuer Hardware installieren, doch in Wirklichkeit klappt es auch auf älterer – und zwar, weil Microsoft selbst dafür gesorgt hat. Sollte die offizielle Liste der Anforderungen nicht so ganz ernst gemeint sein?

Doch, irgendwie schon, denn Microsoft setzt die Anforderungen zumindest zu einem Teil eben durch, und zwar spätestens dann, wenn Sie die Installation per Upgrade auf die nächste Version aktualisieren wollen: Ganz ohne TPM und Secure Boot geht es dann nicht. Die Freude am Umgehen der offiziellen Voraussetzungen währt also nicht lange – zumindest wenn es nicht nur um zeitlich befristete benötigte Rechner geht, sondern um solche, die dauerhaft produktiv genutzt werden sollen. Und dann steht ja noch die Drohung im Raum, Installationen auf älterer Hardware nicht mehr mit Sicherheitsupdates zu versorgen.

Und damit kommen wir nun zum nächsten Problem: Woran lässt sich eigentlich erkennen, ob ein PC dauerhaft Windows-11-tauglich ist, also die offiziellen Anforderungen tatsächlich erfüllt? Und was können Sie tun, wenn er es nicht ist? Sofern keine finanziellen Gründe dagegensprechen, könnten Sie versucht sein, einfach einen PC mit vorinstalliertem Windows 11 zu kaufen, denn der wird dann schon passen, oder? Leider nein, doch darum geht es im nachfolgenden Artikel. (axv@ct.de) 

Literatur

- [1] Christof Windeck, Reine Willkür, Hintergründe und Tipps zu den Hardware-Anforderungen von Windows 11, c't 10/2023, S. 70
- [2] Axel Vahldiek, Dann halt so ..., Windows-11-Setup ohne Hardware-Prüfung, c't 26/2021, S. 28
- [3] Axel Vahldiek, Dauerhaft geöffnet, Hardwareprüfung aus Windows-11-Setup-Medium entfernen, c't 1/2022, S. 152
- [4] Axel Vahldiek, Hier will ich nicht, Windows 11: Hardwarevoraussetzungen erstmals überprüfbar, c't 20/2021, S. 30
- [5] Axel Vahldiek, Was läuft?, Windows-Version und -Edition identifizieren, c't 14/2022, S. 172
- [6] Axel Vahldiek, Und los!, Windows 11: Erste Messergebnisse, c't 24/2021, S. 50
- [7] Axel Vahldiek, Microsofts Upgrade-Skandal, Das Support-Ende für Windows 10 hat Auswirkungen auf alle, c't 10/2023, S. 62
- [8] Christof Windeck, FAQ: TPM 2.0, c't 16/2021, S. 180
- [9] Axel Vahldiek, Wenn sonst nichts mehr geht, Probleme lösen mit dem Mini-Betriebssystem Windows PE, c't 10/2018, S. 162

Quellen, Hacks, MCTs: ct.de/yn7c

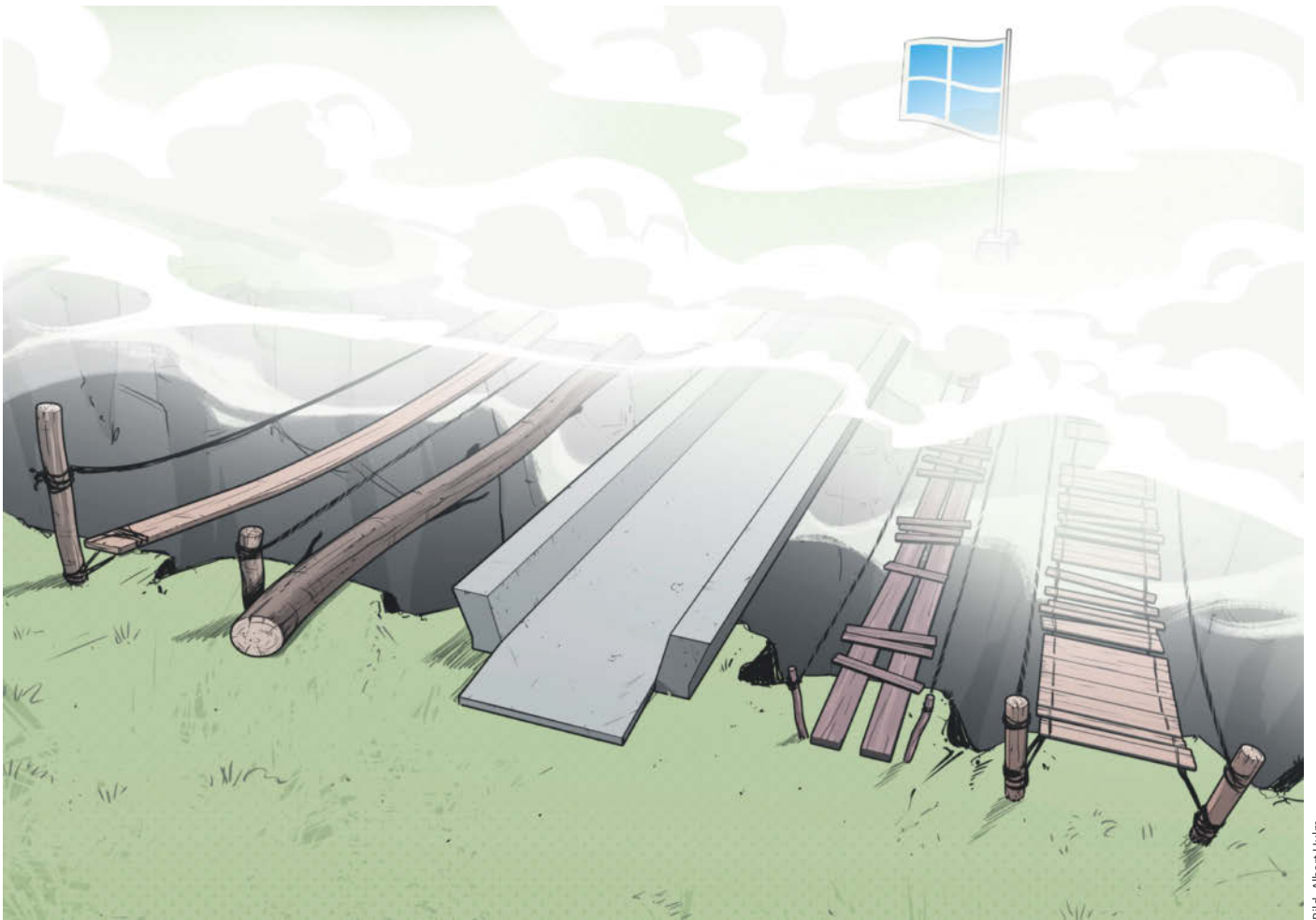


Bild: Albert Huim

Im Nebel

Systemanforderungen von Windows 11: die absurden Folgen beim Gebraucht-PC-Kauf

Sie brauchen einen Computer, der Microsofts Anforderungen für Windows 11 erfüllt? Kaufen Sie doch einfach einen Gebrauchten mit vorinstalliertem Windows 11, dann sollte das Problem ebenso kostengünstig wie zuverlässig gelöst sein, oder? Leider nein.

Von Axel Vahldiek

Damit Windows 11 auf einem PC hinreichend schnell läuft, sollte dieser die Systemvoraussetzungen erfüllen. Doch welche genau das sind, lässt sich gar nicht so leicht sagen, denn es existiert ein eklatanter Unterschied zwischen Microsofts Anspruch und der Wirklichkeit. Offiziell legt Microsoft die Latte absurd hoch, doch das Windows-Setup-Programm gibt sich bescheidener. Von Microsoft verbreitete Registry-Hacks legen die Latte noch mal niedriger. Hinzu kommt: Mit Setup-Programm und Hacks gelten je nach Aufgabe jeweils unterschiedliche Anforderungen. Und dann gibt es noch Microsoft-Werkzeuge, mit denen zumindest eine Neuinstallation von Windows 11 selbst auf steinalter Hardware klappt. Die

Details dieses Chaos erläutert der voranstehende Beitrag ausführlich, und wir empfehlen, ihn vor der Lektüre dieses Beitrags zu lesen. Denn hier geht es um die Folgen dieses Chaos, und zwar beim PC-Kauf.

Das gab es vor Windows 11 nicht: Im Handel sind Geräte mit einer vorinstallierten aktuellen Windows-Version zu finden, die deren Systemvoraussetzungen nicht erfüllen. Das wäre nicht weiter schlimm, denn an sich läuft Windows 11 trotz Microsofts gegenteiliger Behauptungen auf so ziemlich allen Rechnern aus den letzten zehn Jahren. Doch der Konzern will das nicht. Er droht jedem, der Windows 11 auf einem PC betreibt, der die offiziellen Anforderungen nicht erfüllt, dass diese Ins-

tallation „nicht mehr zum Empfang von Updates berechtigt“ sei (Quelle siehe ct.de/y42y). Es kann also jederzeit passieren, dass Sie auf so einem PC keine Sicherheitsupdates mehr bekommen. Anders formuliert: Wenn Sie dem absehbaren Support-Ende von Windows 10 im Oktober 2025 durch den Kauf eines PCs mit Windows 11 begegnen wollen, kann es sein, dass Sie noch viel früher keine Sicherheitsupdates mehr erhalten. Abgesehen von den verbalen Drohungen droht auch rein technisch eine Falle. Und diese Upgradefalle ist bei solchen PCs quasi eingebaut. Auf manchen können Sie sie immerhin umgehen.

Zur Erinnerung: Jede Windows-Version bekommt für einen vorab festgelegten Zeitraum Support, womit vor allem die Versorgung mit Sicherheitsupdates gemeint ist. Als Starttermin dieses Zeitraums gilt stets der Tag des Erscheinens. Bei Windows Vista, 7 und 8 war ein Zeitraum von zehn Jahren üblich, doch seit von Windows 10 und nun auch von Windows 11 ständig neue Versionen erscheinen, hat Microsoft die Spanne auf zwei Jahre verkürzt (Enterprise und Education bekommen drei Jahre, sind aber für Privatkunden nicht erhältlich). Nach Ablauf dieses Zeitraums bekommt eine Windows-Installation nur dann weitere frische Sicherheitsupdates, wenn sie zuvor auf eine neuere, noch unterstützte Version aktualisiert wurde. Solche Aktualisierungen wird es für Windows 10 definitiv nicht mehr geben. Auch für die aktuelle Windows-11-Version 23H2 ist im November 2025 Schluss mit Updates, aber Windows 11 ist bei Microsoft bis auf Weiteres im „Aktiven Support“, mit mindestens jährlichen Upgrades ist also zu rechnen – zumindest für Rechner, die die Voraussetzungen dafür erfüllen.

Das Aktualisieren erledigt entweder Windows selbst durch das Einspielen von Updates oder aber das Windows-Setup-Programm mit einem Upgrade (Details im vorigen Artikel). Anders als bei Updates spielen bei einem Upgrade wie schon bei der Erstinstallation erneut die Systemvoraussetzungen eine Rolle – nur dieses Mal andere, und zwar höhere. Folge: Auf so manchem PC lässt sich zwar Windows 11 installieren, weil er die dabei abgefragten Voraussetzungen gerade noch so erfüllt, doch später scheitert das Upgrade, weil es dafür eben nicht mehr reicht. Und dann ist es überraschend schnell vorbei mit den Sicherheitsupdates.

Solche Fallen drohen unter anderem beim Erwerb eines gebrauchten PCs. Der

war an sich jahrelang eine gute Idee, weil er Geldbeutel und Umwelt gleichermaßen schonte. Und lassen Sie sich bloß nicht in irgendeinem Forum oder sonstwo einreden, dass eine dabei erworbene Windows-Lizenz grundsätzlich illegal wäre. Mit seinem „Refurbisher“-Programm verdient Microsoft sogar selbst dabei mit.

Betrifft vor allem Gebrauchte

Derzeit stehen viele Gebraucht-PC-Händler vor einem Problem. Vor Windows 11 ließen sich zirka fünf Jahre alte Rechner problemlos mit einer seinerzeit aktuellen Windows-Version ausstatten und liefern dann lange Jahre tadellos. Jetzt ist es anders: Wenn ein älterer PC die Anforderungen für Windows 11 nicht erfüllt, bleibt als Windows-Alternative nur dessen Vorgänger. Doch weil dessen Support im Oktober 2025 endet, würde die Lebensspanne des Rechners auch nur bis dahin reichen. Was also tun? Offenbar machen manche etwas, was Microsoft zwar nicht gefällt, aber überhaupt erst ermöglicht: Sie probieren einfach mal, ob sich Windows 11 auf den alten Rechnern installieren lässt, und siehe da: Oft geht es, und zwar ohne jegliche Hinweise der Software, dass das irgendwie ein Problem darstellen könnte.

Das liegt daran, dass das Setup-Programm, wie bereits erwähnt, geringere Ansprüche stellt, als die offiziellen Systemvoraussetzungen für Windows 11 definieren. Andere Anbieter verwenden statt des Windows-Setup-Programms andere Werkzeuge, um Windows 11 vorzuinstallieren. Und damit gelingt das sogar auf steinalter Hardware.

Doch selbst wenn das Setup-Programm verwendet wird: Es gibt sich bei einer Neuinstallation mit 4 GByte RAM und einem internen Datenträger größer als 52 GByte zufrieden. Ein TPM muss ebenfalls vorhanden sein, es reicht aber eines der alten Version 1.2, obwohl Microsoft offiziell Version 2.0 oder besser vorschreibt. Secure Boot ist zwar notwendig, es braucht aber nicht aktiviert zu sein. Schließlich muss der Prozessor mindestens zwei Kerne haben, aber keine weiteren Anforderungen erfüllen, insbesondere also nicht in Microsofts Listen der „kompatiblen“ Prozessoren enthalten sein. Um es noch mal deutlich zu sagen: Um Windows 11 auf einem solchen PC zu installieren, sind keinerlei Hacks erforderlich. Microsoft hat das Windows-Setup-Programm so programmiert, und zwar extra für Windows 11.

PCs, die dem Setup-Programm gerade eben genügen, finden sich vor allem bei Anbietern, die mit gebrauchter Hardware handeln. Darunter sind auch welche mit bekannten Namen wie Voelkner (gehört mittlerweile zu Conrad). Dort stand folgendes zum Kauf bereit: „HP EliteDesk 800 G2 Desktop PC (generalüberholt) (gut) Intel® Core™ i5 i5-6600 16GB 512GB SSD Intel HD Graphics 530 Windows® 11“. Wir haben mal auf „kaufen“ geklickt, und siehe da: Ja, geliefert wird, was bestellt wurde. Also ein PC mit vorinstalliertem Windows 11, der die offiziellen Hardwareanforderungen nicht erfüllt. Denn der Prozessor ist laut Microsoft zu alt und das TPM bloß eines der Version 1.2.

Ähnliche Angebote fanden wir beispielsweise bei Ankermann, greenDOT.it, IT-Versand.com, IT-Welt24.de und Softwarebilliger.de, die Liste ließe sich fortsetzen.

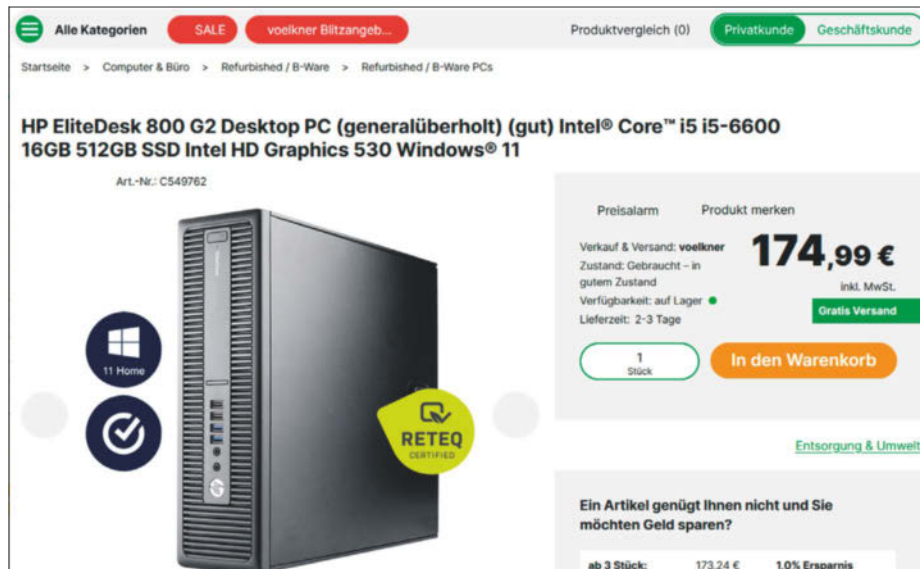
Bewusst?

Ob solche Anbieter wissen, dass sie Windows-11-PCs verkaufen, die die Anforderungen nicht erfüllen, also inklusive angedrohtem Support-Stopp und eingebauter Upgradefalle im Regal stehen? Voelkner schrieb uns: „Nach Rücksprache mit unserer Fachabteilung können wir Ihnen hierzu leider keine Informationen geben.“

Andere Händler schreiben hingegen schon auf der Angebotsseite, dass sie wissen, dass der PC nicht die Anforderungen erfüllt. Beispiel IT-Versand.com: „Gerät erhält Windows 11 nicht per Windows Update. Microsoft ermöglicht jedoch die direkte Installation und Lauffähigkeit von

c't kompakt

- Früher konnten Sie sich darauf verlassen, dass ein gebrauchter PC für das vorinstallierte Windows Sicherheitsupdates erhält.
- Anbieter im Gebrauchtmarkt können ihre Ware mit vorinstalliertem Windows 10 wegen des nahenden Support-Endes kaum noch verkaufen, doch mit Windows 11 endet der Support womöglich noch früher.
- Manche Händler nutzen Microsofts Werkzeuge, um Windows 11 auf steinalten Geräten vorzuinstallieren.



Dieser Gebraucht-PC ist rein technisch zwar schnell genug für Windows 11, doch weil der Prozessor und die TPM-Version zu alt sind, droht Microsoft damit, dass er bald keine Sicherheitsupdates mehr bekommt.

Windows 11 auf diesem Gerät. Für künftige Windows Updates und Funktionen gelten ggf. andere Anforderungen als aktuell.“ Wer weiß, worauf genau zu achten ist, findet hier also tatsächlich einen Hinweis darauf, dass die Upgradefalle droht. Und auch darauf, dass es künftig Probleme mit Sicherheitsupdates geben könnte. Von einer Art schlechtem Gewissen kann zudem keine Rede sein: Der Anbieter weist ja korrekterweise darauf hin, dass Microsoft die Vorinstallation selbst erst ermöglicht.

Nicht ganz so deutlich ist der Hinweis bei greenDOT.it: „Die Kompatibilität mit Windows 11 wurde für diese Hardware seitens Microsoft nicht überprüft und wird darum nicht offiziell unterstützt. Wir haben den PC intensiv mit Windows 11 getestet und gewährleisten, dass er in der ausgelieferten Version kompatibel ist. Er ist ohne Einschränkung betriebsfähig.“ Das ist an sich korrekt, denn Windows 11 läuft auf dem PC, wie wir nach einem Testkauf bestätigen können. Nur: Das ist nicht das eigentliche Problem. Das aber sieht greenDOT.it nicht: „Wir haben auf den meisten Notebooks und PCs bereits problemlos 23H2 aufspielen können.“ Das wundert uns nicht, denn das Setup-Programm von Windows 11 23H2 stellt dieselben Anforderungen wie das von Windows 11 22H2, also geringere als die offiziellen. Auch beim Aktualisieren erwartet die Firma keine Probleme: „Es kam auch noch nicht eine einzige Rückmeldung wegen eines fehlerhaften Updates.“ Auch

hier: Kein Wunder, denn es geht hier ja nicht um fehlerhafte Updates, sondern darum, überhaupt welche zu bekommen. Und bei Upgrades sind die Systemvoraussetzungen entscheidend. Doch darauf geht das Unternehmen nicht direkt ein. Stattdessen schrieb uns die Firma: „Sollte tatsächlich mal ein Fehler auftreten, sind wir verpflichtet, innerhalb der Gewährleistung den PC entweder wieder vollständig gangbar zu machen oder zu erstatten.“ Und wieder: Kein Wunder, schließlich ist das gesetzlich so vorgeschrieben.

Bei den von uns testweise gekauften PCs von Voelkner und greenDOT.IT wäre es für die Händler übrigens ein Leichtes, Microsofts Registry-Hack in die Vorinstallation einzupflanzen. Damit würden TPM-Version und CPU beim Upgrade ignoriert und der Rest erfüllt ohnehin die offiziellen Anforderungen. Zumindest die Upgradefalle wäre so umgangen. Der Schlüssel steckt aber nicht drin, und das, obwohl zumindest greenDOT.it ihn kennt: Auf unsere Nachfrage, was denn bei einem Scheitern des Upgrades sei, wurde uns der Link zur Microsoft-Doku geschickt.

Fallen schon aktiv?

Die Drohungen des Support-Stopps für solche Rechner hat Microsoft bis Redaktionsschluss nicht wahrgemacht. Ob und falls ja, wann sich das ändert, bleibt unklar. Microsoft hält die Drohung nicht nur aufrecht, sondern wies uns auf Nachfragen zum Thema „Systemvoraussetzungen“ extra noch mal darauf hin.

Ob die Upgradefalle bei den Testkäufen tatsächlich jetzt schon zuschlägt, konnten wir bis Redaktionsschluss ebenfalls nicht sagen. Vorinstalliert war auf den beiden PCs zwar Windows 11 Version 22H2, dessen Nachfolger 23H2 war bereits erschienen und das Aktualisieren darauf wurde nicht angeboten. Doch kennen wir den Grund dafür nicht.

Denkbar ist, dass die PCs schlicht noch nicht an der Reihe waren: Microsoft verteilt neue Versionen nicht auf einen Schlag an alle, sondern nach und nach in Wellen. Und die letzte Welle ist noch nicht durch: In der Redaktion stehen Computer, die definitiv die Anforderungen erfüllen und trotzdem bislang kein 23H2 angeboten bekommen. Mitunter stoppt Microsoft die Auslieferung an bestimmte Rechner, weil für diese erst noch Probleme zu lösen sind. Denkbar ist aber auch, dass 23H2 nur deshalb nicht zur Installation angeboten wurde, weil die PCs die Anforderungen nicht erfüllten, die Upgradefalle also bereits zugeschnappt hat.

Doch egal, aus welchem Grund das Aktualisieren auf 23H2 noch nicht angeboten wird: Beim Erscheinen von 24H2, 25H2 und so weiter droht wieder dieselbe Upgradefalle. Es sei denn, Microsoft stellt die Sicherheitsupdates an solche Rechner bereits vorher ein.

Steinalt geht auch

Die bisher genannten Angebote waren Geräte, die zwar offiziell nicht Windows-11-tauglich sind, aber trotzdem für viele Zwecke noch problemlos ausreichen – mit Linux machen sie oft richtig Spaß. Im Handel sind aber auch gebrauchte PCs mit vorinstalliertem Windows 11 zu finden, bei denen der Spaß selbst für Pinguine aufhört.

Als Beispiel sei ein in Amazons Marktplatz gelistetes Angebot von Shinobee zitiert: „HP 8200 Silent Business Office Multimedia Computer | Intel®Core i5® 2400 3.4 GHz | 8GB DDR3 | 256 GB SSD + 250 GB | WLAN | 10xUSB | Windows 11 Prof. | MS Office 2010 | #7132“. Hier wird also allen Ernstes ein Gerät mit einem Prozessor von 2011 (!) angeboten, inklusive eines noch älteren (!) Office-Pakets. Wie genau Shinobee auf diesen Methusalem Windows 11 bekommen hat, spielt letztlich keine Rolle, Microsoft hat ja genug Möglichkeiten dazu eröffnet.

Entscheidend ist vielmehr, dass so ein Angebot zeigt, dass Sie derzeit wirklich mit allem rechnen müssen, wenn Sie nach einem Windows-11-PC suchen. Um es noch

mal deutlich zu sagen: Wenn Sie das Windows-11-Setup-Programm mit Microsofts Registry-Schlüsseln füttern, installiert es das Betriebssystem auch auf einem uralten, nur per Legacy BIOS bootenden PC ohne Secure Boot oder TPM. Es brauchen nur ein Zweikern-Prozessor und 2 GByte RAM drinzustecken. Andere Microsoft-Werkzeuge scheuen sich nicht mal um diese Minimalanforderungen. Doch egal, wie Windows 11 letztlich auf diesen Oldie-PC kam: Die Upgradefalle lässt sich auf solchen Rechnern nicht mal per Registry-Hack umgehen.

Vor dem Kauf: Was nicht hilft

Doch woran können Sie nun erkennen, ob ein PC mit vorinstalliertem Windows 11 auch wirklich die offiziellen Anforderungen erfüllt? Die deprimierende Antwort: Gar nicht, denn es gibt kein sicheres Identifikationsmerkmal.

Aus dem intensiven Blick in die Händlerregale lassen sich aber immerhin einige Lehren ableiten. Die wichtigste: Nur weil auf einem Computer Windows 11 läuft, bedeutet das keineswegs, dass er wirklich die offiziellen Anforderungen erfüllt. Es sagt zudem nichts darüber aus, wie lange die Installation mit Sicherheitsupdates versorgt wird und auch nicht, ob Sie sich bei Problemen damit selbst helfen können.

Wenn ein Windows-11-PC ausdrücklich als „neu“ angepriesen wird, ist das ein gutes Indiz dafür, dass Sie hier das bekommen, was Sie erwarten. Aber: Ein Indiz ist kein Beweis. Es ist durchaus vorstellbar, dass Händler auf die Idee kommen, bislang nicht abverkaufte Restbestände an Windows-10-Rechnern mit Windows 11 auszustatten und diese dann eben als „neu“ anzupreisen. So ganz falsch ist es ja nicht mal. Aber über die Erfüllung der offiziellen Windows-11-Anforderungen sagt es eben nichts. Die Händler bräuchten dafür nicht mal eine neue Lizenz, denn der Umstieg von Windows 10 auf 11 ist gratis.

Versprechen Sie sich nicht zu viel von dem Versuch, das Risiko durch den Kauf bei einem etablierten Händler zu reduzie-

ren. Amazon beispielsweise ist durchaus etabliert, bietet aber über seinen Marktplatz auch Anbietern wie dem oben genannten Shinobee eine Plattform. Solche Marktplätze sollten Sie auch bei anderen Händlern meiden, und damit ist nicht nur eBay gemeint, sondern beispielsweise auch Kaufland, Otto und die bereits erwähnte Firma Voelkner. Wobei: Den PC, der die Anforderungen nicht erfüllte, erwarben wir direkt bei der Firma und nicht auf deren Marktplatz.

Den PC eines etablierten Herstellers wie Acer, Asus, Dell, Lenovo, Samsung und so weiter auszuwählen hilft auch nicht. Deren Geräte werden gebraucht selbst dann mit Windows 11 angeboten, wenn sie die Anforderungen nicht erfüllen. Die Hersteller können nicht mal etwas dafür, denn sie haben nichts anderes versprochen.

Versprechen des Händlers, dass Windows 11 auf dem PC problemlos läuft, sind mit Vorsicht zu genießen. Denn die Probleme lauern ja nicht im laufenden Betrieb, sondern bei der Updateversorgung.

Gebrauchte PCs beim Kauf von vornherein auszuschließen, ist auch nicht zielführend. Es gibt durchaus Händler, die peinlich genau darauf achten, Windows 11 nur auf solchen Gebraucht-PCs zu installieren, die die offiziellen Anforderungen wirklich erfüllen. Und bei denen lässt sich gutes Geld sparen.

Vor dem Kauf: Was auch nicht hilft

Auf irgendwelche Logos zu achten, bringt auch nichts, denn es gibt derzeit kein offizielles von Microsoft. Das einzige, was wir kennen, sind Hologramm-Aufkleber mit Windows-Logo. Doch die sagen bloß aus, dass ursprünglich mal Windows vorinstalliert war und in der Firmware des Mainboards ein zur damaligen Version passender Installationsschlüssel steckt (auszulesen mit dem c't-KeyFinder, siehe ct.de/keyfinder). Über die Hardwareanforderungen, die das Gerät erfüllen mag, sagt der Aufkleber nichts.

Dass es kein Logo gibt, hat aber immerhin einen Vorteil: Wenn ein Händler eines präsentiert, das angeblich die Erfüllung der Windows-11-Anforderungen bescheinigt, können Sie davon ausgehen, dass das wohl eher selbstgemalt ist. Gehen Sie dann einen Laden weiter, es gibt ja genug.

Der Preis sagt auch nicht immer etwas aus: Ein dubioser Händler könnte versucht sein, ihn absichtlich besonders hoch anzusetzen, damit die Kundschaft annehme, dass der PC dann auch besonders neu und toll sei, also die Anforderungen erfülle. Um das eigentlich Selbstverständliche sicherheitshalber zu betonen: Schwarze Schafe sind oft bemerkenswert kreativ im Erfinden und Beschreiben von Angeboten, die sich erst bei näherem oder gar erst bei sehr genauem Hinsehen als etwas ganz anderes entpuppen. Wir wollen keine Zwietracht zwischen Handel und Kundschaft sähen, aber ein gesundes Misstrauen ist dennoch angebracht.

Schließlich: Eine Firma kann ihr Geschäftsmodell jederzeit ändern, da reicht schon der Wechsel des Eigentümers oder des Geschäftsführers. Daher finden Sie hier in dieser c't keine Empfehlung für ausgewählte Firmen. Entscheiden Sie stattdessen vor jedem Kauf aufs Neue, und zwar selbst, ob Sie einem Händler Vertrauen entgegenbringen wollen. Tipp: Unter ct.de/y42y finden Sie einen Link zum Forum zu diesem Artikel. Dort können Sie sich mit anderen Lesern über Händler und Ihre aktuellen Erfahrungen mit ihnen austauschen.

Vor dem Kauf: Was wirklich hilft

Eine Sache gibt es aber, die vor dem Kauf wirklich hilft. Gemäß der alten Weisheit „Wissen ist Macht“ sind Sie am besten vorbereitet, wenn Sie die Anforderungen kennen. Prüfen Sie die Angebote genau, ob sie die Anforderungen erfüllen. Beginnen Sie mit dem Prozessor: Steht er in Microsofts Listen? Falls ja, ist das schon mal ein gutes Zeichen, denn ein Firmware-TPM steckt

Angeboten wird dieser PC mit Windows 11, doch drin steckt trotz Microsoft-Anforderungen ein über zehn Jahre alter Prozessor.




HP 8200 Silent Business Office Multimedia Computer | Intel®Core i5® 2400 3.4 GHz | 8GB DDR3 | 256 GB SSD + 250 GB | WLAN | 10xUSB | Windows 11 Prof. | MS Office 2010 |...

★★★★☆ ~ 154
100+ Mal im letzten Monat gekauft

139,00€

✓prime
GRATIS Lieferung Mi., 8. Nov.
Nur noch 19 auf Lager

Betriebssystem	CPU-Modellfamilie	CPU-Geschwindigkeit	Festplattengröße
Windows 11 Pro	Core i5 Family	3.40 GHz	512.00 GB

Windows 11 version 22H2 supported Intel processors

Article • 10/05/2023 • 2 contributors

[Feedback](#)

The processors listed represent the processor models which meet the minimum floor for the supported processor generations and up through the latest processors at the time of publication. These processors meet the design principles around security, reliability, and the minimum system requirements for Windows 11. Subsequently released and future generations of processors which meet the same principles will be considered as supported, even if not explicitly listed. It is expected that the processor list will not reflect the most current offerings from processor manufacturers between updates. Updates to the processor lists will occur at each subsequent general availability of Windows.

OEMs may use the following CPUs for new Windows 11 devices. New Windows 11 devices must use modern device drivers which have passed the [Windows Hardware Compatibility Program](#) for Windows 11 or the latest available modern device drivers based on Declarative, Componentized, Hardware Support Apps (DCH) design principles.

[Expand table](#)

Manufacturer	Brand	Model
Intel®	Atom®	x6200FE
Intel®	Atom®	x6211E
Intel®	Atom®	x6212RE
Intel®	Atom®	x6413E
Intel®	Atom®	x6414RE
Intel®	Atom®	x6425E
Intel®	Atom®	x6425RE
Intel®	Atom®	x6427FE
Intel®	Atom®	x6427FE

Tipp: Prüfen Sie vor dem Kauf eines PCs mit vorinstalliertem Windows 11, ob der Prozessor in Microsofts Listen steht. Falls ja, stehen die Chancen gut, dass auch der Rest die Anforderungen erfüllt. Eine Garantie dafür ist das aber nicht.

dann heutzutage stets mit drin. Die dazu passenden Mainboards können per UEFI booten und haben Secure Boot dabei. Solche Rechner gibt es längst auch als Gebrauchte.

Beachten Sie aber: Microsoft veröffentlicht nicht nur für AMD und Intel getrennte Listen, sondern mitunter auch neue. So gibt es Listen für die ursprünglich veröffentlichte Version von Windows 11 (21H2), aber auch welche für den Nachfolger 22H2. Änderungen haben wir dabei aktuell zwar keine finden können, aber bei künftigen Listen könnte das anders aussehen.

Was das TPM betrifft: Es muss zwar eines vorhanden sein, aber ein Problem mit einer zu alten Version lässt sich mitunter mithilfe des Hardwareherstellers lösen. Suchen Sie – und zwar vor dem Kauf – auf dessen Website nach Updates zum Aktualisieren des TPM auf mindestens Version 2.0.

Nach dem Kauf: Prüfen

Anders als vor dem Kauf eines PCs können Sie danach mit vorinstalliertem Windows

11 relativ leicht prüfen, ob er die offiziellen Anforderungen erfüllt: Sie können sich dafür entweder unter Windows 11 durch den Gerätemanager (CPU, TPM), das Systeminformationsprogramm msinfo32.exe (RAM, UEFI, Secure Boot) und die Datenträgerverwaltung (SSD) wühlen. Oder Sie installieren kurzerhand ein kostenloses Microsoft-Programm mit dem absurden Namen „Windows PC Health Check“, auf Deutsch kaum weniger absurd „Integritätsprüfung“. Für den Download nutzen Sie bitte unbedingt jenen Link, den wir unter ct.de/y42y hinterlegt haben, denn per Google & Co. landen Sie auf der dazugehörigen Microsoft-Website, die den Download unter Windows 11 nicht anbietet.

Nach Installation und Start des Programms ignorieren Sie alles, was es vorschlägt und an Schaltern mitbringt. Klicken Sie einfach nur oben auf die blaue Schaltfläche „Jetzt überprüfen“. Anschließend bejubelt die Software entweder, dass Ihr PC die Anforderungen erfüllt, oder sie verrät, an welcher Komponente das scheitert.

Reingefallen: Was nicht hilft

Sie haben ungewollt einen PC mit vorinstalliertem Windows 11 erworben, der die Anforderungen nicht erfüllt, und wollen dem Händler dafür nun juristisch ans Leder? Sparen Sie sich das. Falls Sie uns nicht glauben, fragen Sie Ihren Anwalt, lesen Sie aber zuvor noch diesen Abschnitt durch.

Sie könnten auf die Garantie pochen, doch die ist grundsätzlich eine freiwillige Leistung des Garantiegebers, die dessen eigenen Bedingungen unterliegt. Das heißt, bei Dauer und Umfang von Garantien lässt sich nichts verallgemeinern. Wenn Sie Pech haben, ist der Garantiezeitraum längst um, bis der Update-Stopp oder die Upgradefalle zuschlägt.

Dann bleibt die Gewährleistung. Die gilt üblicherweise zwei Jahre bei Neuware und ein Jahr bei gebrauchten Geräten. Dabei geht es um Mängel an der Ware, und zwar nur um solche, die beim Kauf bereits vorhanden oder angelegt waren. Solche müssten Sie erst mal nachweisen.

Hinzu kommt: Zumindest wir bekommen bei unseren Testkäufen genau das, was beworben wurde.

Sie fühlen sich nach dem Kauf getäuscht? Dem Händler arglistige Täuschung zu unterstellen ist leicht, doch vor Gericht reicht das nicht: So einen Vorwurf müssen Sie auch gerichtsfest beweisen können.

Auch andere Versuche, dem Händler juristischen Ärger zu bereiten, haben schlechte Aussichten. Letztlich wird wohl jeder Kauf eines solchen PCs als Einzelfall behandelt werden, weil sich nun mal die Details von Kauf zu Kauf unterscheiden. Und in Anbetracht der Preise, die für einen PC heutzutage im Handel aufgerufen werden, ist der pekuniäre Streitwert wohl kaum ausreichend, um einen Anwalt zur Arbeit zu bewegen. Anders mag es aussehen, wenn Sie als Unternehmen Geräte im zigtausender-Paket erwerben. Aber auch dann gilt wieder: Fragen Sie Ihren Anwalt.

Reingefallen: Was wirklich hilft

Zumindest bei einem Privatkau stehen Ihre Chancen dann am besten, wenn Sie möglichst direkt nach dem Kauf wie oben beschrieben prüfen, ob der PC die offiziellen Anforderungen für Windows 11 erfüllt. Ist das nicht der Fall, geben Sie den PC kurzerhand zurück. Dann haben Sie (hoffentlich) wenigstens Ihr Geld wieder.

Alternativ und wenn der gekaufte Computer sonst gefällt, können Sie statt Windows 11 auch Windows 10 installieren. Sofern Windows 11 über eine „digitale Lizenz“ verfügt (zu prüfen in den Einstellungen unter „Update & Sicherheit/Aktivierung“), brauchen Sie nicht mal einen separaten Installationsschlüssel dafür. Wenn das Windows-10-Setup-Programm danach fragt, überspringen Sie die Eingabe einfach. Sobald die (meist automatische) Aktivierung ansteht, wird die digitale Lizenz auf den Aktivierungsservern wiedergefunden und Windows aktiviert. Dass das funktioniert, liegt daran, dass Windows 10 und 11 einander so ähnlich sind, dass die Installationsschlüssel die beiden nicht auseinanderhalten können. Einer für 10 gilt auch für 11 und umgekehrt.

Statt Windows 10 zu installieren, können Sie aber auch die Gelegenheit nutzen, sich von Microsofts Chaos endlich unabhängig zu machen und auf Linux umzusteigen. Einen passenden PC haben Sie ja nun.

Aussicht

Wird das Chaos rund um die Systemanforderungen und dessen Folgen beim Hardwarekauf in absehbarer Zeit kleiner? Wohl nicht.

Dass so viele Menschen auf Windows-11-PCs umsteigen, liegt kaum an den Neuerungen des Betriebssystems, sondern vor allem daran, dass der Support für den Vorgänger Windows 10 in nicht mal zwei Jahren endet. Zwar kündigte Microsoft mittlerweile an, dass sich der Support auch für private Kunden verlängern lässt. Doch diese „Extended Security Updates“ (ESU) kosten Geld. Wie viel, ist noch nicht bekannt, ebenso wenig wie die Rahmenbedingungen, also ob beispielsweise ein Mi-

crosoft-Konto oder irgendein Abo Voraussetzung sein werden.

Auf Verlängerung des kostenlosen Supports für Windows 10 sollten Sie nicht hoffen. Zwar ist nicht auszuschließen, dass Microsoft aufgrund des öffentlichen Drucks irgendwann einknickt und doch eine Verlängerung verkündet (und dann so tun wird, als wäre das schon immer so geplant gewesen). Doch letztlich hat nur die Politik wirklich die Macht, Microsoft dazu zu zwingen.

Folgen für alle

Viele der Auswirkungen der Entscheidung, die Anforderungen für Windows 11 absurd hoch anzusetzen, sind schon länger bekannt, etwa auf die Umwelt. Daher ist es eigentlich eine gute Idee, wenn gebrauchte PCs mit Windows 11 weiterverkauft und so vor dem Schrottplatz gerettet werden. Doch wenn Microsoft seine Support-Stopp-Drohungen wahrmacht oder die Upgradefalle zuschnappt, landen die Rechner dort doch vor ihrer Zeit. Wer stattdessen Windows ohne Sicherheitsupdates weiter betreibt, vergrößert nicht nur das eigene Risiko, dass der PC von Schädlingen befallen wird. Denn der PC könnte so auch zur Virenschleuder werden, die andere gefährdet.

Besonders fies ist, dass sich weite Teile der Kundschaft mangels Fachwissen kaum vor Fehlkäufen schützen können: Wer kennt sich denn schon wirklich aus mit Prozessoren und den kryptischen Bezeichnungen, die sich die Marketingabteilungen der CPU-Hersteller dafür so ausdenken?

Doch auch so mancher Händler leidet: Wie soll er einem Laien gegenüber nachweisen, dass der PC wirklich die Anforderungen erfüllt? Anbieter, die ihr Geld mit Gebraucht-PCs verdienen, sehen sich der

Tatsache gegenüber, dass PCs der bislang gehandelten Altersklassen als Handelsware faktisch ausfallen. Weil der Support für Windows 10 in knapp zwei Jahren endet, lassen sich Computer damit kaum noch verkaufen. Windows 11 kommt aber wegen Microsofts Drohungen ebenfalls nicht infrage. Durch diese Zwickmühle sieht sich mancher gar in eine Art Notwehrsituation gedrängt.

Wir sprachen mit einem Partner aus dem „Microsoft Authorized Refurbisher“-Programm, über das Windows-Lizenzen für aufbereitete Computer bezogen werden können. Er meinte, dass ihm quasi nichts anderes übrig bleibe, als Windows 11 auch auf älterer Hardware zu installieren und dann die Daumen zu drücken, dass die Kunden weiter Support von Microsoft erhalten. Die PCs sind ja noch gut. Alternativ könne er sie nur wegwerfen oder Linux beziehungsweise ChromeOS installieren, doch das sei nun mal kein tragfähiges Geschäftsmodell. Entsprechende Hinweise und Proteste der offiziellen Microsoft Partner seien in Redmond bislang ungehört geblieben. Es gäbe nicht mal mehr kompetente Ansprechpartner, die ihm erklären könnten, welche Ziele Microsoft mit diesem Verhalten verfolgt.

Und Microsoft?

Was sagt der Konzern eigentlich selbst zu den Folgen der hohen Anforderungen? Microsoft nannte uns auf Nachfrage einige altbekannte Links, unter anderem zu den offiziellen Systemvoraussetzungen und den vorgeblichen Gründen dafür, sowie zu der Seite mit der angedrohten Einstellung des Supports.

Doch warum gibt es die Seite mit der Drohung überhaupt? Antwort Microsoft: „Wie Sie sich vorstellen können, scheinen die Leute Wege zu finden, unsere Anforderungen und Empfehlungen zu umgehen.“ Diese Aussage wollte man auch nach unserem Einwand nicht korrigieren, dass die Wege ja von Microsoft selbst eröffnet werden.

Überhaupt wolle man mehr nicht sagen: „In Anbetracht der Komplexität des Themas geben wir keine weiteren Informationen weiter.“ Anders formuliert: Erst stellt Microsoft absurd hohe Anforderungen auf, eröffnet zugleich aber Wege, sie zu umgehen, und bedroht anschließend alle, die diese Wege nutzen. (axv@ct.de) **ct**

Forum, „Integritätsprüfung“, CPU-Listen, Quellennachweise: ct.de/y42y



Dieser PC erfüllt die offiziellen Anforderungen an Windows 11 nicht, wurde aber dennoch mit einer solchen Vorinstallation verkauft.



Feine Details

61-Megapixel-Systemkamera: Sony Alpha 7CR

Die kompakte Sony Alpha 7CR lockt mit einer außerordentlich hohen Auflösung von 61 Megapixeln, einem schnellen Autofokus und rauscharmen Bildern. Wir haben getestet, was die Vollformatkamera in der Praxis leistet.

Von Christine Bruns

Die Sony Alpha 7CR enthält einen 61-Megapixel-Sensor, der 100 MByte große Raw-Dateien produziert. Das schreit geradezu nach schnellen CF-Express-Karten als Speichermedium, doch leider gibt es nur einen Slot für immerhin UHS-II-fähige Karten. Acht Serienbilder pro Sekunde hält sie daher aber nicht länger als ein bis zwei Sekunden durch.

Die Kamera zeichnet lediglich 4K-Videos auf, bei 61 Megapixeln ein Armutszeugnis. Zeitlupe gibt es nur in Full HD. Selbst den meisten Social-Media-Nutzern dürfte das zu wenig sein.

Im Pixelshift-Modus nimmt die Kamera 4 oder 16 Raw-Dateien auf und verschiebt dabei den Sensor jeweils um Pixelbreite. Die Aufnahmen verrechnet sie aber

nicht direkt zu einem hochauflösenden Bild. Sony verweist auf das Programm Imaging Edge für Windows und macOS, mit dem man daraus Bilder mit 240 Megapixeln erstellen kann.

Handhabung

Am besten bedient man die Alpha 7CR mit den durchdacht angeordneten Tasten. Touchbedienung ist möglich, aber etwas fummelig. Ein Schalter am Modusrad wechselt zwischen Video, S+Q (Zeitraffer und Zeitlupe) sowie Foto. Der Autofokus erkennt Menschen, Vögel, Autos, Züge, Flugzeuge und Insekten. Im Test verfolgte er Motive zufriedenstellend. Bei Kleinkindern stellte er oft die Augen nicht richtig scharf. Tier- und Vogelaugen erfasste er aus unterschiedlichen Perspektiven hervorragend. Ein unruhiger Hintergrund kann den Autofokus aber irritieren.

Das Gehäuse ist gegen Staub und Spritzwasser abgedichtet. Das schließt jedoch nicht die Klappen über den Anschlüssen ein. Darüber kann Feuchtigkeit eindringen. Im Lieferumfang ist eine Grifferweiterung enthalten, denn gerade bei größeren Objektiven bietet der schlanke Body wenig Halt.

Messwerte und Bildkritik

Für den Dynamikumfang der Sony Alpha 7CR haben wir 10,3 Blendenstufen bei ISO 100 gemessen. Ab ISO 3200 fällt er unter 10 Blendenstufen – ein durchschnittliches Ergebnis. Bei ISO 100 sind die Bilder weitgehend frei von Rauschen. Bis ISO 1600 hält die Kamera den Visual-Noise-Wert unter 2: geringes Rauschen. Ab ISO 6400 steigt der Wert auf 3,6, deutlich störendes Bildrauschen. Zentral erreicht sie bei ISO 100 fast die maximal mögliche Auflösung: immerhin 96 Prozent. Bei ISO 3200 fällt sie auf 89 Prozent zurück. Bis ISO 12.800 bildet sie zentral noch über 80 Prozent der möglichen Auflösung ab.

Mikrokontraste und Plastizität gehen bereits ab ISO 800 zurück. Durch die hohe Auflösung bleiben feine Strukturen und

Details dennoch erkennbar. Ab ISO 6400 wirkt das Rauschen körnig. Dabei verflachen und verwaschen die Details, sobald man etwas in das Bild hineinzoomt. Ab ISO 12.800 fehlt jedes Gefühl von Schärfe.

Die Kamera macht bei detailreichen Motiven im niedrigen ISO-Bereich wirklich Spaß. Scharfe Bilder gelangen beim Ausflug ins Moor aus der Hand fotografiert bis 1/50 Sekunde bei 35 Millimeter recht sicher. Stimmung und Nebel im warmen Licht fing sie sehr gut ein.

Fazit

Die Sony A7CR ist ein Widerspruch in sich. Fotos löst sie sehr hoch auf, aber 8K-Video fehlt. Für 3700 Euro ist das zu wenig. Damit richtet sich die Kamera an Fotografen, die eine leichte Zweitkamera mit hoher Auflösung benötigen oder ein kompaktes Modell für Reisen suchen. (akr@ct.de) **ct**

Sony Alpha 7CR

Spiegellose Systemkamera	
Hersteller, URL	Sony, sony.de
Sensor	BSI-CMOS (35,7 mm × 23,8 mm)
Sensorauflösung	61 Megapixel (9504 × 6336)
Pixelgröße	3,8 µm
Lichtempfindlichkeit	ISO 100 – ISO 32.000 (erweiterbar)
interne Bildstabilisierung	5 Achsen
Autofokustyp / Messfelder	Hybrid / 693 (Phase)
kürzeste / längste Verschlusszeit	1/8000 s / 30 s (Bulb)
Serienbildrate	8 B/s
Videoformate / Codec	XAVC S / MPEG-4 AVC, H.264; XAVC HS / MPEG-H HEVC/H.265
Videokomprimierung	3840 × 2160 Pixel (60 fps) (4K)
Sucher / Vergrößerung	OLED (1024 × 768) / 0,7x
Display / bewegl. / Touch	LCD, 7,5 cm (720 × 480) / ✓ / ✓
Speicherkartenfächer	1 × SD (UHS-II)
Akku-Kapazität / Aufnahmen	Li-Ion (2280 mAh) / 530 (Display), 490 (Sucher)
Gehäusemat. / wetterfest	Magnesiumlegierung / ✓
Bajonett	Sony E-Mount
Abmessungen / Gewicht	124 mm × 71 mm × 63 mm / 515 g
Anschlüsse	USB-C 3.2, HDMI (Typ D), Mikrofon, Kopfhörer, Zubehör
Laden über USB	✓
Wireless	WLAN, Bluetooth
Preis (UVP / Straße)	3700 € / 3500 €



Die Sony Alpha 7CR überzeugt mit Detailtreue. Hier im Moor sind sogar die Spinnennetze an den Halmen zu sehen (35 mm | ISO 100 | f/5.0 | 1/8 s).

Losgelöster Klang

Teufel Motiv Home: Streaminglautsprecher mit Akku im Test



Ein Streaminglautsprecher mit starkem Klang, der nicht nur an einem festen Platz aufspielt, sondern dank Akku ebenso auf dem Balkon oder im Garten – das ist das Konzept hinter Teufels „Motiv Home“. Und es geht auf.

Von Nico Jurrán

Aktivlautsprecher, die sich über WLAN mit Musikstreamingdiensten wie Spotify verbinden, sind meist so konzipiert, dass sie im Heim an einem festen Ort stehen. Nicht so Teufels „Motiv Home“: Mit seinem 5200-mAh-Akku spielt er überall, wo man möchte. Im Test mussten wir ihn erst nach rund 14,5 Stunden Dauerbetrieb bei Zimmerlautstärke wieder aufladen.

Dabei wollte Teufel mit dem 550 Euro teuren Lautsprecher offensichtlich keine Boombox erschaffen, die man mit sich herumträgt oder an den Strand oder zum Sport mitnimmt – auch wenn dies möglich ist. Vielmehr erinnert die in Weiß und Schwarz erhältliche Box mit ihrem unaufdringlichen Design an eine kleine Soundbar, auch wenn sie mit 16,5 Zentimetern dafür zu hoch ist.

Volle Kontrolle

Dieser Eindruck verstärkt sich beim Blick auf die Rückseite der Box: Hier gibt es zwar eine kleine Griffmulde, stundenlang herumtragen möchte man das knapp 4,5 Kilogramm schwere Gerät so aber eher nicht. Auch wasserdicht ist es nicht. Er ist eher für den temporären Einsatz im Garten oder auf dem Balkon gedacht.

Einrichten lässt sich der Lautsprecher mit der „Teufel Home“-App unter Android und iOS. Danach nimmt er Musik über WLAN (2,4 und 5 GHz) und Bluetooth (auch AAC-kodiert) entgegen und unterstützt neben AirPlay 2 auch Chromecast. So lassen sich alle üblichen Musikstreamingdienste nutzen, Spotify und Tidal sind zudem über die Connect-Varianten direkt integriert. Internetradio kann man über TuneIn hören. Über die Multiroom-Funktionen von AirPlay 2 und Chromecast spielt der Motiv Home zusammen mit anderen Streaminglautsprechern, Teufels Raumfeld-System unterstützt er indes nicht. Schließlich hält er noch einen analogen Miniklinkeneingang bereit.

Eine Fernbedienung neben der App gibt es nicht, der Motiv Home bietet auf seiner Oberseite aber ein Drehrad und eine Tastenreihe, über die sich mehr direkt am Gerät steuern lässt als bei vielen Konkurrenzprodukten. So kann man unter anderem den Eingang wählen, Lautstärke und Bass regulieren, die Wiedergabe steuern und auf drei Direktwahltasten etwa Internetradiosender hinterlegen. Alle Einstellungen bleiben erhalten, wenn man das Gerät vom Netz trennt beziehungsweise ihm im mobilen Betrieb der Saft ausgeht.

Rückmeldung erhält man über Status-LEDs an der Front. Deren Helligkeit regelt die Box automatisch mittels eines integrierten Lichtsensors.

Im Einsatz

Akustisch betrachtet ist der Motiv Home ein 2-Wege-System, bei dem sich vier Breitbandlautsprecher aus Aluminium mit einem Durchmesser von je knapp 51 Millimetern um die beiden Hauptkanäle kümmern. Hinzu gesellt sich ein Tieftöner mit einem Durchmesser von 127 Millimetern. Mit dem eingebauten Verstärker kommt

das System laut Teufel auf eine Gesamtausgangsleistung von 70 Watt.

Es ist beeindruckend, was Teufel aus dieser Kombination herausholt. Die Box erzeugt zwar bauartbedingt keinen absoluten Tiefbass, muss sich bei tiefen Tönen aber keineswegs verstecken. Vor allem klingt sie über den gesamten Frequenzbereich druckvoll, klar und harmonisch. Das gilt auch noch, wenn man etwas kräftiger am Lautstärkeregler dreht – erst im Maximalbereich werden Stimmen und Tiefen etwas beißend. Wer möchte, kann Tiefen und Höhen rein- oder rausdrehen, wofür die Motiv Home einige Reserven bietet. Ähnliches gilt für die Stereofront: Diese dürfte die meisten Hörer überzeugen; wenn nicht, kann man sie über Teufels Klangbearbeitungsfunktion „Dynamore Ultra“ erweitern lassen.

Fazit

Alles in allem ist Teufel Motiv Home eine Streamingbox mit breiter Formatunterstützung und einem für ihre Größe erstaunlich voluminösen Klang. Der optionale Akkubetrieb ist definitiv ein Plus, wenn man im Sommer die Gartenparty angenehm beschallen will. Eine Boombox für Ausflüge ist der Lautsprecher aber eher nicht – was Aussehen und Klang zugutekommt. (nij@ct.de) **ct**

Teufel Motiv Home

Streaminglautsprecher mit Akku	
Hersteller, Web	Teufel, teufel.de
Lautsprechersystem	Aktives 2-Wege-System, 70 Watt
Konnektivität	Analog-In (AUX, Miniklinkeneingang), WLAN, Bluetooth 4.2 (SBC, AAC), mit AirPlay 2 und Chromecast, USB (Powerbank-Funktion)
Akku	Lithium-Ionen, 5200 mAh, 14,5 Stunden Laufzeit (gemessen bei Zimmerlautstärke)
Maße, Gewicht	40 cm × 16,5 cm × 16,1 cm, 4,45 kg
Preis	549,99 €

Cloudbrauhaus

Bluetooth-Braukessel mit Online-Rezeptdatenbank

Hobbybrauen 4.0: Der Grainfather G30 V3 kocht und pumpt nicht nur den Sud, er verbindet sich auch per Bluetooth mit einer App, die sich in einer Onlinedatenbank Rezepte für selbstgebrautes Bier holt. Das Konzept erinnert an vernetzte Küchenmixer und erweist sich als hilfreiche Unterstützung für Hobbybrauer – auch wenn die App nicht immer rund läuft.

Von Jan Mahn

Anno dazumal, als vor allem Mönche sich darauf verstanden, aus Malz, Wasser und Hopfen ein erfrischendes und sättigendes Bier zu brauen, wurden Rezepte noch mündlich oder auf Pergament überliefert und Brauen war Handwerk und Kunst gleichermaßen. Gerührt wurde per Hand, gekocht auf Holzfeuer und Temperaturen wurden mehr nach Erfahrung und weniger nach Thermometer gehalten. Hefe kam zufällig über die Luft dazu und war nicht als Zutat bekannt.

Heute ist Bierbrauen in den meisten Fällen eine industrialisierte Angelegenheit, der Hektoliter (100 Liter) die kleinste Rechengröße in der Brauerei. Steuercomputer verwalten die Rezepte und schicken Befehle an Sudkessel, Heizungen, Pumpen und anderes Gerät. Auf der anderen Seite gibt es Menschen, die auch mal was anderes trinken wollen als filtriertes Industriebier und mit großen Töpfen, Filtern und Glühweinkochern in der heimischen Küche selber brauen. Ein Kompromiss aus beiden Welten ist der Grainfather G30 V3, eine 30-Liter-Brauanlage mit Steuercomputer, Bluetooth und Online-Rezeptdatenbank. Um herauszufinden, ob halbautomatisches Brauen mit App noch

Spaß macht, musste der Grainfather für mehrere Sude zum Test antreten.

Der Grainfather G30 ist zunächst mal ein hochgewachsener Wasserkocher mit isolierender Edelstahldoppelwand, der mit bis zu 2000 Watt heizen kann. Ebenfalls verbaut ist eine 6-Watt-Magnetkuppelpumpe, die Flüssigkeit unten durch einen Filter ansaugt und über ein Rohr nach oben befördert. Mit diesem Aufbau wird Bierbrauen im kleinen Maßstab in der heimischen Küche zu einer recht komfortablen Angelegenheit und viel weiteres Zubehör braucht man nicht mehr. Im Inneren des Kessels steckt ein Edelstahl-einsatz mit gelochtem Boden – der wird mit Wasser und mit mehreren Kilogramm geschrotetem Malz gefüllt. Damit aus der Stärke im Malz vergärbare Zucker wird, muss der Getreidebrei bei festgelegten Temperaturstufen (sogenannten Rasten) gehalten werden, um den Enzymen Zeit zum Arbeiten zu geben. Grundsätzlich



geht das auch auf einem Haushaltsherd, aber 25 Liter Wasser 60 Minuten lang bei 67°C zu halten, ist in Handarbeit nicht vernünftig. Die Steuerung am Gehäuse des Grainfathers erledigt diese Aufgabe spielend und nutzt dafür einen Temperaturfühler am Boden. Für gute Durchmischung und konstante Temperatur wirft sie im passenden Moment die Pumpe an und fährt auf Wunsch mehrere Temperaturstufen nacheinander an. Wer spontan brauen will, kann die Temperaturen direkt am Gerät einstellen, der Clou des Geräts ist die App-Anbindung per Bluetooth.

c't IPA 3003

Die Online-Rezeptdatenbank ist nützlich, auch wenn viele Zutaten für deutsche Bierkenner befremdlich erscheinen. Die Erfinder des Geräts kommen aus Neuseeland und den USA und da wird Bier nach Belieben mit Zucker und Schönungsmitteln in Tabletten- und Pulverform behandelt. Deutsche, die sich dem hiesigen Reinheitsgebot emotional verbunden fühlen, können solcherlei Zutaten auch weglassen und Bier allein mit Wasser, Malz, Hopfen und Hefe herstellen. Ein handgebrautes Bier darf naturtrüb sein.

Wenn Ihnen in der langen Rezeptliste (community.grainfather.com) am Anfang der Überblick fehlt, suchen Sie doch mal nach unserem „c't 3003 IPA“. Den Brauprozess des hopfenbetonten

India Pale Ale mit dem Grainfather haben wir für unseren YouTube-Kanal c't 3003 dokumentiert und das Resultat für gut befunden. Wenn Sie keinen Grainfather zur Hand haben und ohne brauen wollen, finden Sie das Rezept wie auch das Video über ct.de/ym3u.



Zusammen mit Jan-Keno vom YouTube-Kanal c't 3003 brauten wir ein IPA.

TAUCHE EIN IN DIGITALE WELTEN – MIT DEM c't DIGITALABO

Jetzt 6 × c't lesen

für 23,40 €
statt 30,90 €

35 %
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

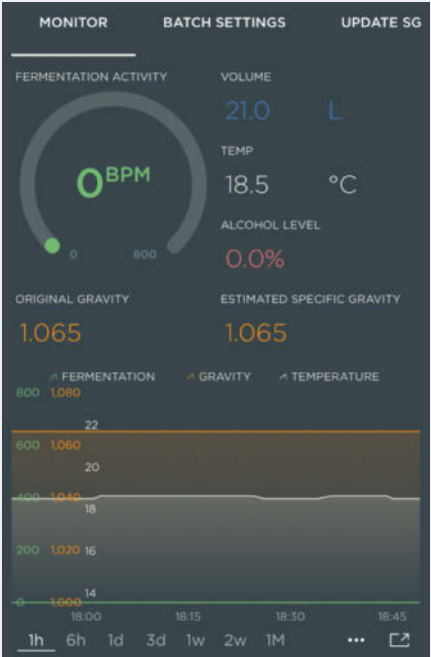
Jetzt bestellen:
ct.de/digitalangebot



Gärung online überwachen

Ein geflügeltes Wort in der Brauerei lautet: Der Brauer macht die Würze, die Hefe macht das Bier. Beim Herstellen der Würze assistieren der Grainfather und die passende App, die Hefe kommt weitestgehend ohne menschliches Zutun aus. Überwachen kann man die Gärung dennoch, natürlich auch über eine App: Populäres Werkzeug dafür ist der WLAN-Gärverschluss Plaato Airlock. Der ersetzt ein analoges Gärröhrchen, zählt Gasbläschen und meldet sie über das Internet an die Cloud des Herstellers. Über eine App sieht der Brauer, ob die Hefe arbeitet, wie viel Zucker schon umgesetzt wurde und wie viel Alkohol daraus entstanden ist. Nützlich ist das vor allem, um zu ermitteln, wann die Gärung abgeschlossen ist. Über die Plaato-App kann man die Messungen auch an Grainfather weitergeben und in dessen App neben den Details zum Brauvorgang anzeigen.

Der Haken am Angebot von Plaato: Der Hersteller hat die Hobbybrausparte eingestellt, den Airlock gibt es daher aktuell günstiger als Auslaufprodukt. Mindestens bis November 2025 sollen Cloud-server und App noch weiter betrieben werden. Für den 15. Januar 2024 hat das Unternehmen ein Online-Meeting für Interessierte angesetzt, in dem CEO und CTO über die Zukunft und eine mögliche



In der App des WLAN-Gärverschlusses Plaato können Brauer die Hefe bei der Arbeit beobachten.

Open-Source-Weiterentwicklung sprechen wollen (zur Anmeldung über ct.de/ym3u). Eine MQTT-fähige Alternativfirmware dürfte mit überschaubarem Aufwand zu entwickeln sein.

Onlinerezepte

Über das Funkprotokoll spricht die Steuerkiste des Grainfathers mit einer App für iOS, iPadOS und Android und bekommt auf diesem Weg Rezepte Schritt für Schritt. Eigene Bierrezepte zu entwerfen, ist eine Aufgabe für erfahrene Hobbybrauer; Einsteiger profitieren vom Community-Ansatz des Grainfathers. Mit einem kostenlosen Account (für den man kein Gerät besitzen muss) kann man die Datenbank durchstöbern, öffentliche Rezepte anderer Nutzer in die eigene Sammlung übernehmen und abwandeln. Das funktioniert ein bisschen wie GitHub für Bierrezepte, jedoch ist die Nutzerbasis aktuell zu klein: Rezepte gibt es über 17.000, aber anhand von Bewertungen ist es schwer, gute zu finden; das am besten bewertete Rezept der Sammlung hat gerade einmal 51 Daumen nach oben.

Hat man sich für ein Rezept entschieden, die Zutaten gekauft und den Grain-

father per Bluetooth gekoppelt, startet man in der App auf Tablet oder Handy einen Brauvorgang. Im App-Automatik-Modus zeigt der Grainfather bei jedem Schritt auf dem Display an, was als Nächstes zu tun ist: „Befüllen Sie mich mit 21 Liter Wasser, damit ich heizen kann. Wiegen Sie dann schon mal 4 Kilogramm Malz folgender Sorte ab. Danach erhitzen Sie mal 12 Liter in einem separaten Topf, die kommen demnächst als Nachguss dazu, ...“ Ganz automatisch arbeitet die Steuerung das Programm zum Glück nicht ab, wenn zum Beispiel die Pumpe gestartet werden soll, muss der Nutzer immer noch mal quittieren, dass das Rohr auch richtig angeschlossen ist. Am ersten Brautag setzt einen der kleine Computer noch gehörig mit seinen Arbeitsanweisungen unter Druck. Wer den Prozess einmal durchlaufen und die Anleitung gelesen hat, kann den Anweisungen ent-

spannt folgen. Seit Anfang Dezember sind Teile der App auf Deutsch übersetzt, jedoch noch nicht alle Anweisungen.

Bei einigen Handgriffen kann der Steuercomputer nicht helfen und so muss man zwischendurch das schwere Malzrohr selbst anheben und am Ende die Würze durch den Kühler in einen Gärbottich umpumpen. Und auch die Küche reinigt der Grainfather nicht automatisch.

Die App hat durchaus ihre Tücken – auf einem iPhone brach der Brauvorgang immer mal wieder ab, wenn man die App geschlossen und das Telefon für andere Aufgaben genutzt hat. Am besten besorgt man sich ein Tablet (gern auch mit spritzwasserfester Hülle), das man während des Brauens exklusiv für die Steuerung nutzt.

Fazit

Braucht man einen Grainfather G30 V3 mit Bluetooth und Online-Rezeptdatenbank? Ein ganz klares Nein, falls man nicht gerade eine kleine Gasthausbrauerei eröffnen wollte. Wer sich aber ohnehin fürs Hobbybrauen interessiert, rund 850 Euro (zeitweise gibt es den Grainfather auch für 800 Euro in Angeboten) des Weihnachtsgelds investieren will und eine kompakte Brauanlage sucht, bekommt ein nützliches Komplettpaket inklusive Gegenstromkühler mit praktischen digitalen Extras. Beziehen kann man das Gerät über deutsche Brauzubehörhändler, die auch Hopfen und Malz im Sortiment haben.

Die Fernsteuerung ist nützlich: Während der längeren Heiz- und Kochphasen, die zum Brauen dazu gehören, kann man dank App-Überwachung auch problemlos im Nebenraum anderen Tätigkeiten nachgehen. Spaß macht das Brauen dennoch – dank der Rezeptverwaltung können sich fortgeschrittene Hobbybrauer auf das Wesentliche konzentrieren, ihre Rezepte mit jedem Sud verfeinern und mit der Community teilen. (jam@ct.de)

App und Grainfather: ct.de/ym3u

Grainfather

Vernetzte Bier-Brauanlage mit Bluetooth	
Hersteller, URL	Bevie Ltd., grainfather.com
Fassungsvermögen	30 Liter
Schnittstellen	Bluetooth 4.0
Lieferumfang	Braukessel, Malzrohr, Gegenstromwürzkühler, Adapter
Preis	850 €

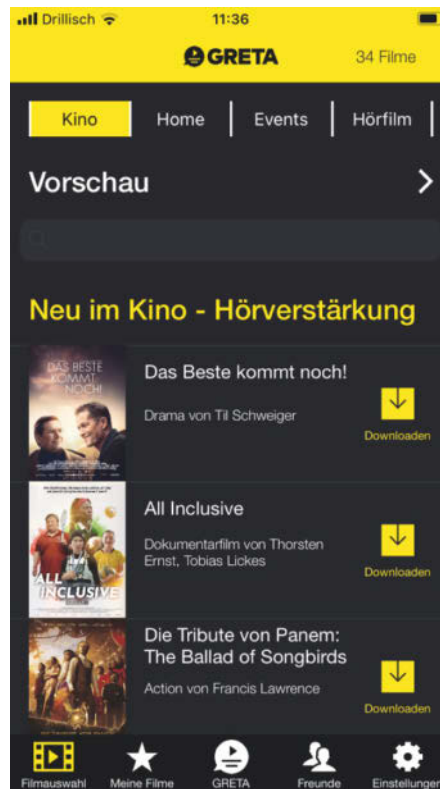
Greta: Kino barrierefrei

Ins Kino gehen, wenn man nicht oder nicht gut hören, nicht oder nicht gut sehen oder die Sprache nicht verstehen kann? Greta ist eine Gratis-App, die genau das möglich macht.

Mit der Greta-App kann man beim Kinobesuch Untertitel zu Filmen auf dem Smartphone lesen; Sehbehinderte können sich Beschreibungen von Filmszenen – sogenannte Audiodeskriptionen – über Kopfhörer anhören und schwerhörige Menschen können die App per Bluetooth mit kompatiblen Hörgeräten verbinden. Für einige Filme bietet die App sogar Synchronfassungen in anderen Sprachen. In Brasilien können Gehörlose sich offenbar sogar Dialoge in Gebärdensprache parallel zum Kinofilm in der App ansehen.

Nach der Registrierung mit Vorname, Nachname, E-Mail-Adresse und Passwort kann man auswählen, ob man Greta für Audiodeskriptionen, Synchronfassungen, Untertitel für Hörgeschädigte oder Sprachfassungen – das sind Untertitel in einer anderen Sprache – nutzen will. Verfügbar sind Untertitel in verschiedenen Fremdsprachen, derzeit sind das Englisch, Französisch, Spanisch, Deutsch, Portugiesisch (Brasilien), Italienisch, Ukrainisch, Niederländisch, Russisch, Türkisch und Litauisch. Außerdem fragt Greta, ob man Push-Benachrichtigungen mit Hinweisen zu Kinostarts und Gewinnspielen erhalten will. Anschließend landet man auf dem Home-Bildschirm, wo eine Auswahl aktueller Filme angezeigt wird. Außerdem gibt es eine Suche, in der man den gewünschten Titel einfach eingeben kann. Nach dem Klick auf Download beim gewünschten Film wird die Fassung unter „Meine Filme“ abgelegt und ist dort sieben Tage verfügbar. Danach verschwindet der Download automatisch, man kann ihn aber jederzeit neu herunterladen.

Im Kinosaal angekommen, wählt man den entsprechenden Film unter „Meine Downloads“ aus und tippt auf Abspielen. Je nach Fassung muss man dann nur noch die Kopfhörer ins Ohr stecken, Greta per Bluetooth mit dem Hörgerät koppeln oder das Handy im Blickfeld platzieren. In der Zeit, während der Trailer und Werbung gezeigt werden, macht Greta nichts und „hört zu“. Audiodeskriptionsnutzer hören ein leises Klopfgeräusch, solange die App



den Filmstart sucht. Wenn der Film beginnt, signalisiert die App mit einem kurzen Signalton, dass sie sich synchronisiert hat. Dann geht es auch schon los und man kann den Film genießen. Sollte Greta zwischendrin den Faden verlieren – aus technischen Gründen oder weil man den Kinosaal etwa für Popcorn oder Toilette kurz verlassen hat – kann man die App über den Sync-Play-Button einfach neu mit dem Film synchronisieren.

Bemängeln kann man an Greta, dass die App längst nicht für alle Filme eine passende Fassung für jeden Bedarf bietet, außerdem scheinen vor allem Android-Nutzer sich laut der Bewertungen im Google Playstore an technischen Aussetzern zu stören. Gerade für Hörgeschädigte, die SMH-Untertitel nutzen, scheint Greta jedoch so gut zu funktionieren, dass der Kinobesuch mit der App wohl Spaß macht. Wer vorher zu Hause testen will, ob Greta ihm oder ihr als Kinobegleitung taugt, kann das mit einer etwas versteckten Testversion tun, die unter „Filmauswahl“ mit der Suchfunktion und der Eingabe des Suchbegriffs „Test“ zu finden ist. (kst@ct.de)

Greta

Accessibility-App	
Hersteller, URL	Greta & Starks Apps GmbH, gretaundstarks.de
Systemanf.	iOS 14+; Android 8+
Preis	kostenlos

Jedes Abenteuer beginnt mit dem ersten Schritt

Entry-Level Server zum kleinen Preis

Der erste Server-Kauf ist immer der schwierigste, deshalb haben wir für Sie eine Auswahl geeigneter **Einsteiger-Konfigurationen** zusammengestellt – platzsparend, flexibel und mit großartigem Preis-Leistungs-Verhältnis!



Jetzt sichern: Einsteiger-Systeme
thomas-krenn.com/einstieg23

THOMAS KRENN®

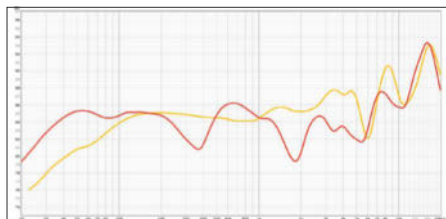
IT's people business



Platzsparendes Podcast-Headset

Für Podcasts oder Hörbücher wäre die Stimmfülle eines hochwertigen Mikrofons wünschenswert. Audio-Technica hat schreibtischplatzfreundlich ein Kondensatormikrofon in einen Kopfhörer eingebaut.

In den für seinen recht analytischen und angenehmen Klang bekannten Kopfhörer ATH-M50x hat Audio-Technica bei der Variante M50xSTS in die linke Muschel einen Mikrofonarm mit Kondensatormikrofon eingebaut. Die hier getestete Version hat die nötigen Wandler und Verstärker, sodass sie einfach per USB-A Anschluss an Windows und macOS findet. Auch Android und iOS erkennen den M50xSTS als Headset. Die Analogvariante mit 3,5-mm-Klinke für den Kopfhörer und XLR-Stecker fürs Mikrofon benötigt



Der M50xSTS-USB mit den textilähnlichen Ohrpolstern (rot) klingt im Vergleich zum offenen Sennheiser HD600 (gelb) etwas stärker im Bass und hat zwei kleine Löcher bei 0,4 und 2 kHz. Etwas präziser klingen die anderen Polster.

hingegen ein separates Audiointerface und eine Analogbuchse.

Das Mikrofon nimmt Stimmen detailreich und fast spitz auf. Allzu nah am Mund sollte es nicht sitzen, um Atemgeräusche möglichst zu vermeiden, eher so weit weg, wie es Raumhall und Störgeräusche erlauben – ein paar Testaufnahmen sind also ratsam. Das M50xSTS klingt besser als Billig-USB-Mikros und die Mikros von Gaming-Headsets, aber im Vergleich zu 100-Euro-USB-Mikrofonen wie Røde NT-USB Mini oder Shure MV5C (siehe Tests in c't 11/2021, S. 70) fehlt etwas Fülle.

Der M50xSTS mischt die Stimme in den abgespielten Ton ein, was für längere Gespräche ob der guten Isolierung der Ohrpolster wichtig ist. Die Lautstärke der Einblendung reguliert man mit einem Schieber an der Rückseite der linken Muschel; drückt man ihn, oder klappt man das Mikrofon zum Stummschalten hoch, wird die Stimme ganz ausgeblendet. Bei der XLR-Version fehlt das Einmischen. Teams & Co. bekommen das Stummschalten nicht mit und blenden kein Mute-Symbol ein. Weitere Bedienelemente hat der M50xSTS nicht. Das zwei Meter lange Kabel ist leider fest angeschlossen.

Die Ohrpolster sind wechselbar. Audio-Technica liefert zwei Versionen mit, zum einen die vom M50x bekannten Lederpolster mit guter Außenisolierung und sattem Bass, zum anderen komfortabler sitzende und weniger schweißtreibende Polster, die etwas unpräziser klingen. Um je nach Situation zwischen den Paaren zu wechseln, lassen sie sich allerdings nicht einfach genug umbauen.

Wer Platz für einen Mikrofonständer oder -arm hat und allein für ein Mikrofon mehr ausgeben möchte als für den M50xSTS, erzielt auch ohne XLR-Audiointerface schon mit USB-Mikrofonen wie dem Røde PodMic USB (siehe c't 20/2023, S. 83) bessere Ergebnisse. Aber solche Lösungen erreichen nicht die unkomplizierte Bedienung, die gute Musikqualität, das Preis/Leistungs- und vor allem Platz/Leistungsverhältnis des ATH-M50xSTS.

(jow@ct.de)

ATH-M50xSTS-USB

USB-Kopfhörer mit Kondensatormikrofon	
Hersteller, URL	Audio-Technica, audio-technica.com
Gewicht	300 g
Lieferumfang	zweites Paar Ohrpolster, Adapter auf USB-C
Preis	200 €



Gewichtsberater

Wer Lebensmittel wiegt, um sich strikt nach Plan zu ernähren, wird die smarte Küchenwaage von Lidl lieben.

Die smarte Küchenwaage von der Lidl-Eigenmarke Silvercrest verbindet sich per Bluetooth mit einer App namens „Lidl Home“ auf dem Smartphone, im Test gelang das reibungslos. In der App sieht man sofort den gleichen Messwert wie auf dem Display, was allein noch wenig spektakulär ist. Die Hardware hat ihre Schuldigkeit damit schon getan, die App bietet hingegen nützliche Zusatzfunktionen: Wählt man aus, welches Nahrungsmittel gerade auf der Waage liegt, zeigt die App Nährwerte und Kalorien an. Im Prinzip ersetzt das Ernährungs-Apps wie Foodiary oder Yazio.

Zusätzlich gibt es sogar Rezepte. Wählt man eins aus, zeigt die App die Zutaten, sodass man nicht suchen muss, um sie einzeln abzuwiegen. Lidl hat offensichtlich für den 500 Euro teuren Thermomix-Klon entwickelte Features auch für die Waage freigeschaltet. Um die eingebaute Ernährungsberatung zu nutzen, verlangt die App recht detaillierte Angaben zu Geschlecht, Gewicht und Abnehmplänen, aus denen sie die tägliche Kaloriendosis errechnet. Wer diese Funktion nutzt, muss bedenken, dass die Daten mit einem Lebensmittelhändler geteilt werden.

(pmk@ct.de)

SKWS 5 A1

Smarte Küchenwaage	
Hersteller, URL	Silvercrest, www.lidl.de
Stromversorgung	Batterie: 3 × AAA
Messbereich	bis 5 kg
Preis	17,99 €



Mini-Panorama

Der Panorama 2 kühlt CPUs bis 95 Watt in kompakten Rechnern.

Der Kompaktkühler mit vier 6-Millimeter-Alu-Heatpipes, Alu-Kühlhamellen und vernickelter Kupferbodenplatte passt auf AMDs und Intels Desktop-Fassungen der letzten fünf Jahre und lässt sich in 90-Grad-Schritten drehen. Mit seinem 92-Millimeter-Lüfter beträgt die Gesamthöhe 47 Millimeter.

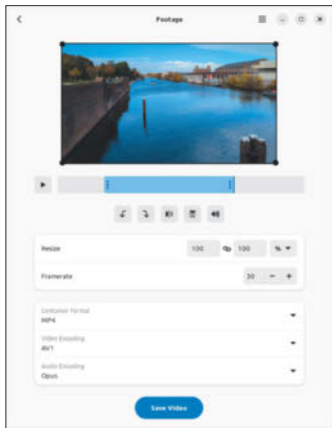
Zur einfachen Montage nutzt er die an AMD-Mainboards vormontierte Backplate, für Intel-Systeme liegt eine passende bei. Unschön: Weil man den Kühler im letzten Schritt durch die Lüfterschaukeln hindurch auf Haltestege schrauben muss, läuft man Gefahr, die Schaukeln oder das Lüfterlager zu beschädigen.

Die Drehzahl reicht von 500 bis 3000 U/Min, die Lautheit von unter 0,1 bis 3 sone. Bis zum PWM-Wert von 55 Prozent bleibt der Lüfter mit unter 0,5 sone sehr leise. Einen AMD Ryzen 7700 im offenen Aufbau kühlte der Panorama 2 bei lastlosem Windows bei rund 750 U/min und 0,1 sone auf 43 Grad Celsius. Mit Volllast auf allen Kernen bei 90 Watt Leistungsaufnahme stieg die CPU-Temperatur auf 85 Grad Celsius, die Drehzahl auf 2400 U/min und die Lautheit auf etwa 2 sone.

Der Panorama 2 hält das Versprechen, bis zu 95 Watt Verlustleistung abzuführen, arbeitet dann aber hörbar. 65-Watt-CPU hat er gut und abseits der Dauervolllast leise im Griff. (bkr@ct.de)

Alpenföhn Panorama 2

Kompakter CPU-Kühler	
Hersteller, URL	EKL, alpenfoehn.de
CPU-Fassungen	AMD: AM5/AM4; Intel: LGA1700/1200/115X
Abmessungen / Gewicht	94 mm × 93,5 mm × 47 mm (B × T × H) / 350 g
Preis	40 €



In Form bringen

Das kleine Linux-Tool Footage kürzt Videoclips an Anfang und Ende, dreht und skaliert sie und rendert das Ergebnis ins gewünschte Format.

Footage reduziert lange Videos bei Bedarf auf kleine Schnipsel, die das Wesentliche zeigen. Dazu zieht man Anfang und Ende eines Videoclips einfach mit der Maus passend zurecht. Außerdem kann das Tool einen Clip horizontal oder vertikal spiegeln und die Ausrichtung korrigieren. Bei kleinteiligen Videos ist es bedauerlich, dass das Vorschauenfenster nicht mit der Fenstergröße skaliert. Die Software verarbeitet alle Videoformate, die das GStreamer-Framework unterstützt.

Das bearbeitete Video rendert Footage abschließend wahlweise mit oder ohne Tonspur. Das Zielformat, Video- und Audiocodex können dabei beibehalten werden. Alternativ kann Footage das Video herunterskalieren. Um das Seitenverhältnis zu ändern, muss man das Bild an den Anfassern der Vorschau zurechtziehen. Ist die Auflösung hoch genug, kann Footage also auch Hochkantvideos aus im Querformat aufgenommenem Material erstellen. Die Framerate lässt sich anpassen, als Formate stehen MKV, MP4, WEBM und GIF mit den Video-codecs AV1, VP9, VP8, H264 und H265 zur Wahl. Auf Audioseite sind Vorbis, Opus, AAC, AC3 und FLAC nutzbar. Footage ist ein einfach zu bedienendes Werkzeug, um Videoclips schnell einzukürzen und in andere Formate zu konvertieren. (lmd@ct.de)

Footage 1.3.1

Videobearbeitung	
Hersteller, URL	Khaleel Al-Adhami, gitlab.com/adhami3310/Footage
Systemanf.	Linux, Flatpak-Unterstützung
Preis	kostenlos (Open Source)



Dritte Hand

Omnifixo hält Bauteile beim Basteln stabil fest. Die Klemmen lassen sich leicht positionieren und anpassen.

Omnifixo ist die dritte Hand beim Basteln und Löten. Anders als von Konkurrenten gewohnt, ist sie erfreulich wackelfrei. Sie hält etwa Platinen, Stecker und weitere Bauteile fest und assistiert beim Testen und Messen.

Omnifixo gibt's als Set in zwei verschiedenen Größen; einzelne Klemmen sind auch separat erhältlich (OF-C1). Im größeren Set (OF-M4) sind eine Basisplatte mit 90 × 160 Millimeter sowie vier Klemmen enthalten; das kleine Set (OF-S2) umfasst eine Platte mit 90 × 90 Millimeter und zwei Klemmen. Kopf und Fuß der Klemmen sind magnetisch, dadurch kann man sie auf der Platte frei positionieren. Die Metallklammern sitzen mit einem Kugelgelenk auf einem abnehmbaren Füßchen. Damit stehen die Klemmen aufrecht, verdreht und lassen sich stapeln. Die Klemmen greifen Objekte mit bis zu 14 Millimetern Höhe. Mit ihrer Gummiaabdeckung hinterlassen sie keine Abdrücke am gegriffenen Objekt und isolieren es elektrisch. Wenn man die Gummiaabdeckung abnimmt, dienen die zusätzlichen Metallhände als Stromversorgung.

Für einige wird Omnifixo die lang gesuchte Alternative zu herkömmlichen Dritthänden sein. Das große Set ist vergleichsweise teuer, dafür schnellen die Klemmen nicht zurück und das schicke Design macht Freude. (Stella Risch/cwo@ct.de)

Omnifixo

Halterung zum Löten	
Hersteller, URL	Omnifixo, omnifixo.com
Sets	Basisplatte 90 × 160 mm mit 4 Klemmen, Basisplatte 90 × 90 mm mit 2 Klemmen, einzelne Klemme ohne Basisplatte
Preise	57,95 € (M4), 33,95 € (S2), 12,95 € (C1)



KI-Notebook

Microsoft Surface Laptop Studio 2 mit KI-Zusatzchip

Microsoft hat sich KI nicht nur bei der Software auf die Fahnen geschrieben: Im hauseigenen Profinotebook Surface Laptop Studio 2 arbeitet der KI-Chip Intel Movidius 3700VC VPU.

Von Florian Müssig

Hardwareeinheiten, die sich speziell um KI-Berechnungen kümmern, sind derzeit en vogue: 2024 soll gemäß AMD, Intel und Qualcomm das Jahr der KI-PCs werden. Das stellte die Hardwareentwick-

ler der Surface-Geräte allerdings vor ein Dilemma: Ein Jahr vor den Ryzen 7040 und deren integrierter KI-Einheit Ryzen AI hatte Microsoft alle AMD-Surface eingestellt und Qualcomms bisherige Chips mit KI-Technik taugen zwar für Tablets, liefern aber bei Weitem nicht die CPU-Performance für starke Notebooks.

Für den Surface Laptop Studio 2 ging Microsoft deshalb einen ungewöhnlichen Weg: In ihm steckt nicht nur eine Intel-CPU der 13. Core-i-Generation und eine Nvidia-GPU der RTX-40-Serie, sondern auch ein KI-Zusatzchip. Microsoft hat sich für den einer Intel-Tochter entschieden, nämlich den Movidius 3700VC VPU.

Es ist das erste (und nach unserem Kenntnisstand auch einzige) Mal, dass ein

Movidius-Chip in einem Windows-PC steckt; sonst findet man sie eher in Drohnen und Embedded-Systemen. Sie tragen deshalb noch die Abkürzung VPU (Vision Processing Unit) im Namen, obwohl Intel diesen Begriff inzwischen aufs Abstellgleis geschoben hat und wie die restliche Branche mit NPU (Neural Processing Unit) ins Buzzword-Bingo eingestiegen ist.

KI-PC

Während die Hersteller von Ryzen-7040-Notebooks den im Prozessor enthaltenen KI-Beschleuniger bisher totschweigen [1], wirbt Microsoft offensiv mit künstlicher Intelligenz. Allerdings hat das Wenigste dessen, was man auf der Produktwebseite des Surface Laptop Studio 2 vorfindet, tatsächlich etwas mit dem Movidius-Chip zu tun.

„Genießen Sie atemberaubende Grafiken, die mit KI verbessert wurden“, bezieht sich beispielsweise auf die Nvidia-Funktion DLSS, die den eigentlichen 3D-Rendervorgang durch Zwischenbildgenerierung entlastet und auch bei vielen anderen Notebooks mit GeForce-GPU an Bord ist. „Arbeiten Sie smarter und pro-

duktiver mit KI-Tools in Windows 11 und Microsoft 365-Apps“ verweist auf die hauseigene ChatGPT-Implementierung Copilot, doch deren Berechnungen laufen auf Cloudservern – also unabhängig von der Hardware, die vor einem steht.

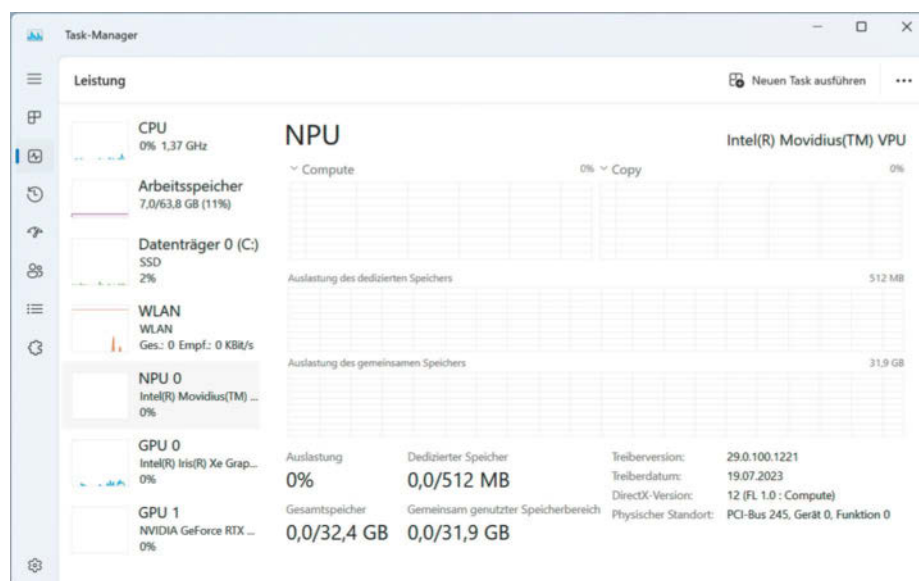
Der Movidius-Chip ist für andere Zwecke ausgelegt, nämlich darauf, nicht allzu rechenintensive Dauerlast möglichst energieeffizient abzuwickeln. Der bislang einzig nennenswerte Anwendungsfall dazu sind die Studioeffekte von Windows 11. Dahinter versteckt sich ein systemweiter Filter, der auf Webcam-Streams angewandt wird und dann unabhängig von der Videokonferenzanwendung den Nutzer mit weichgezeichnetem Hintergrund oder korrigiertem Blickwinkel (in die Kamera statt auf den Bildschirm) darstellt.

Diese Funktion ist an sich nichts Neues. Just das Hintergrundweichzeichnen war allerdings eine der Aufgaben, die Notebooks zu Corona-Hochzeiten in den allgegenwärtigen Videokonferenzen stark ins Schwitzen brachten, was wiederum unmittelbar auf Akkulaufzeit und Lüfterlärm durchgeschlagen hat. Da darf man als Nutzer schlicht erwarten, dass sich Hersteller der Sache annehmen und neue Systeme dieses Real-World-Szenario besser meistern.

Allerdings ist genauso klar, dass Zusatzchips immer nur eine Übergangslösung sind. Als HD-Videos noch neu waren und die damals aufkommenden schwachbrüstigen Netbooks ans Limit brachten, hat Dell in sein Inspiron Mini 10 den Videobeschleuniger Broadcom Crystal HD eingebaut [2]. Alle anderen Hersteller haben es hingegen ausgesessen, bis eine solche Funktionseinheit eine Generation später in der CPU war. So wird es auch hier laufen: AMD hat seit der CPU-Baureihe Ryzen 7040 eine NPU, Gleiches gilt für Qualcomm und Apple. Intel zieht mit der frisch vorgestellten Meteor-Lake-Generation gleich – damit wird der Movidius-Chip für Notebooks des Jahrgangs 2024 obsolet.

Immerhin: Er ist die erste uns untergekommene NPU, die sich im Windows-Taskmanager als solche meldet. Die Studioeffekte funktionieren bereits auf dem Ende 2019 erschienenen Surface Pro X mit SQ1 alias Snapdragon 8cx Gen1 [3], doch selbst unter Windows 11 23H2 läuft Qualcomms Hexagon-NPU auf diesem Gerät weiterhin unter dem Radar.

Wir sind beim Surface Laptop Studio 2 über eine kuriose Ungereimtheit gestolpert: Schaltet sich der Bildschirm ab oder legt man das Notebook manuell schlafen,



Microsofts Surface Laptop Studio 2 gibt im Taskmanager nicht nur zu CPU, GPU und SSD Auskunft, sondern auch zum KI-Beschleuniger alias NPU.

dann haben wir mehrfach knapp 10 Watt Energieverbrauch gemessen – mehr als im Betrieb. Es ist unklar, woran das liegt, jedoch sollte Microsoft diesen Fehler bei seinem Flaggschiff-Notebook zügig beheben. Unser Bauchgefühl deutet in Richtung Movidius-Chip: Zusatzchips verkomplizieren unweigerlich jeden Systemaufbau und sind eine zusätzliche Fehlerquelle – was wiederum der Grund ist, warum Notebookhersteller nicht gerade wild darauf sind.

Groß-Hybrid

Abgesehen vom KI-Zusatzchip folgt die zweite Ausgabe des Surface Laptop Studio seinem Vorgänger [4]. Das Gerät hat einen stiftbedienbaren 14,4-Zoll-Touchscreen im 3:2-Format mit 120 Hertz Bildwieder-

holrate; eine zweite Drehachse im Deckel erlaubt es, dass man ihn mit dem Bildschirm nach außen zuklappt. Ein Stift gehört nicht zum Lieferumfang, doch wer einen Surface Slim Pen 2 für 130 Euro extra erwirbt, kann ihn vorne am Rumpf unter dem Überhang magnetisch parken, wobei er auch geladen wird.

Passend zum Windows-11-Look hat Microsoft alle vier Ecken des Panels abgerundet. Seitens des Betriebssystems gibt es allerdings keine Anpassungen daran, weshalb besonders bei älteren Anwendungen in den Ecken platzierte Icons oder Fensterelemente abgeschnitten wirken.

Zum Lieferumfang gehört ein 120-Watt-Netzteil, dessen Stecker magnetisch am proprietären Surface Connector andockt. Hieran finden auch Docks wie



Dank einer zweiten Drehachse im Deckel kann man den Surface Laptop Studio 2 auch mit Bildschirm nach außen zuklappen und dann bequem darauf zeichnen.



Der Surface Slim Pen 2 kostet extra, lässt sich zum Transport magnetisch vorne am Surface Laptop Studio 2 befestigen und wird dabei dann geladen.

das Surface Dock 2 Anschluss. Anders als früher bieten allen aktuellen Surface-Geräte auch Thunderbolt, worüber ebenfalls Docking möglich ist. Darüber fließen zwar maximal 100 Watt, doch das reicht aus, solange man die Windows-Energieeinstellungen auf Werkszustand belässt. Wir haben alle Messungen in ebendiesem „Empfohlen“-Profil durchgeführt. In diesem Modus bleibt das Kühlsystem angenehm leise; selbst bei Dauerlast auf CPU und GPU werden die Lüfter nie lauter als 0,7 sone.

Die getestete Ausstattungsvariante entspricht mit Core i7-13700H, GeForce RTX 4060, 64 GByte aufgelötetem LPDDR5-Speicher und 1-TByte-SSD dem Topmodell. Der Listenpreis beträgt 3800 Euro, doch bei Redaktionsschluss in der Vorweihnachtszeit war das nur wenige Monate alte Gerät auch bei Microsoft selbst zum gängigen Straßenpreis von rund 3400 Euro zu haben. Mit der Profi-GPU RTX 2000 Ada sind Preise über 4000 Euro möglich, doch höhere SSD-Kapazitäten sieht Microsoft auch dort nicht vor. Einstiegskonfigurationen beginnen bei unter 2000 Euro ohne Nvidia-GPU. Der KI-Zusatzchip ist immer an Bord.

Die Tastatur gefällt mit ordentlichem Tippgefühl und zweizeiliger Enter-Taste; der Cursor-Block ist aber in eine Zeile gequetscht. Microsoft verkauft das Gerät ausschließlich in Silber und hat sich in diesem Zuge für graue Tastenkappen entschieden. Darunter leidet die Ergonomie: Wenn im Dämmerlicht die weiße Hintergrundbeleuchtung angeht, kann man die Tastenbeschriftung mangels Kontrast kaum noch entziffern. Der Kartenleser nimmt nur kleine microSD-Kärtchen auf, liest diese aber mit hoher Geschwindigkeit aus.

Fazit

Microsoft setzt nicht nur bei Software und Diensten voll auf KI, sondern mit dem Surface Laptop Studio 2 auch bei seiner Hardware. Für den Zusatzchip Intel Movidius 3700VC VPU fehlt jedoch eine Killeranwendung: Die Studioeffekte sind zwar

ganz nett für Videokonferenzen, doch für solche ist das restliche Gerät hinsichtlich CPU- und GPU-Power überkandidelt – und auch zu teuer. Es ist daher eher als Entwicklerplattform zu sehen, damit Anwendungen mit KI-Funktionen bereitste-

hen, wenn NPUs in allen Oberklasse-Notebooks enthalten sein werden – was schon mit der 2024er-Gerätegeneration der Fall sein wird. (mue@ct.de)

Literatur

[1] Florian Müssig, Mobile Aschevögel, Kompakte Notebooks mit Ryzen 7040U, c't 25/2023, S. 114
[2] Florian Müssig, Das zweite Atom-Zeitalter, Netbooks mit Atom N450 und Windows 7, c't 8/2010, S. 124
[3] Florian Müssig, Henne und Ei, die X-te, Windows-10-Tablet Microsoft Surface Pro X mit ARM-Prozessor Microsoft SQ1, c't 26/2019, S. 68
[4] Florian Müssig, Studiobook, Microsofts Edernotebook Surface Laptop Studio mit 120-Hertz-Panel und Windows 11, c't 7/2022, S. 114

Microsoft Surface Laptop Studio 2:
Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration	Z2D-00005
Lieferumfang	Windows 11 Home, Netzteil
Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)	
HDMI / DisplayPort / Kamera (Hello)	– / – / ✓ (✓)
USB / LAN / Klinke	2 × L (2 × Typ C) / – / R
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	R (MicroSD) / – / R
USB-C: 40 Gbit/s / 10 Gbit/s / DisplayPort / Laden	✓ / ✓ / ✓ / ✓
Ausstattung	
Display	14,4 Zoll (36,7 cm), 2400 × 1600, 3:2, 200 dpi, 120 Hz, 2 ... 436 cd/m², spiegelnd, IPS, Touch
Prozessor	Intel Core i7-13700H (6 P-Kerne + 8 E-Kerne)
Hauptspeicher / SSD	64 GByte LPDDR5 / Kioxia XG8 (1024 GByte)
KI-Einheit	Intel Movidius 3700VC VPU
Grafikchip (Speicher)	Nvidia GeForce RTX 4060 (8 GByte GDDR6)
Sound	Realtek ALC274
Mobilfunk / LAN / WLAN + Bluetooth	– / – / Intel AX210 (Wi-Fi 6E, 2 Streams)
Touchpad (Gesten) / Fingerabdruckleser	HID (max. 4 Finger) / –
Gewicht, Maße, Stromversorgung	
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	2 kg / 32,4 cm × 23,1 cm / 2,3 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster / Beleuchtung	1,6 cm / 19 mm × 18,5 mm / ✓
Akku (Ladestopp < 100% einstellbar)	58 Wh Lithium-Ionen (✓)
Netzteil (Notebookzuleitung abnehmbar)	120 W, 449 g (–)
bei USB-PD: 5 / 9 / 12 / 15 / 20 Volt mit ...	–
Leistungsaufnahme	
Suspend / ausgeschaltet	0,5 W / 0,3 W
ohne Last: Display aus / 100 cd/m² / max.	9,5 W / 6,3 W / 8,9 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	56 W / 16 W / 92 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	124 W / 0,93
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks	
Laufzeit Idle (100 cd/m²) / Video (200 cd/m²) / 3D (max.)	19,7 h / 8,1 h / 1,1 h
Ladestand nach 1h Laden	73 %
Geräusch ohne / mit Rechenlast	< 0,1 sone / 0,7 sone
Massenspeicher lesen / schreiben	4976 / 3860 MByte/s
Leserate SD-Karte	240 MByte/s
WLAN 6 GHz / 5 GHz / 2,4 GHz (20m)	898-1071 / 1022-1341 / 287-342 Mbit/s
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 98,7 dBA
CineBench 2024 Rendering (GPU / 1T / nT)	8975 / 71 / 600 Punkte
GeekBench 6.2 (Single / Multi)	1658 / 9500 Punkte
3DMark: Fire Strike / Time Spy / Solar Bay	18.835 / 8343 / 36.751 Punkte
Preis und Garantie	
Straßenpreis Testkonfiguration	3400 €
Garantie	1 Jahr
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe	

Sprachmodelle im Unternehmen

LLMs sicher und effizient einsetzen



6. Februar 2024 – Online Deep Dive

ChatGPT hat gezeigt, wozu Large Language Models in der Lage sind. LLMs können weit mehr, als einfach Fragen zu beantworten. Für Unternehmen entstehen dadurch völlig neue Möglichkeiten.

Lernen Sie auf dem Thementag, wie Sie LLMs effizient einsetzen und welche offenen Modelle es gibt. Erfahren Sie außerdem, wie Sie Problemen wie dem Halluzinieren entgegenwirken und welche juristischen Grundlagen zu beachten sind.

m3-konferenz.de/llm.php

Jetzt
Frühbuche-
ticket
sichern!

Veranstalter



Die ML-Konferenz

24. – 25. April 2024 – Köln



Die Minds Mastering Machines (M3) ist seit 2018 der Treffpunkt für Data Scientists, Data Engineers und Developer, die Machine-Learning-Projekte in die Realität umsetzen. Tauschen Sie sich in Köln mit Gleichgesinnten über aktuelle Fragestellungen aus und lassen Sie sich inspirieren von zahlreichen Praxisberichten und Vorträgen zu Themen wie

- ✓ Large Language Models in der Unternehmenspraxis
- ✓ Effektives Prompt Engineering
- ✓ Vektordatenbanken
- ✓ Federated Learning
- ✓ Threat Modeling für KI-Anwendungen
- ✓ Bias, Fairness und Erklärbarkeit
- ✓ MLOps

m3-konferenz.de

Jetzt
Frühbuche-
ticket
sichern!

Workshops zum Einsatz von LLMs und zu Conversational Apps mit Langchain und Python am 23. April

Veranstalter





Flash-Rennen

18 SSDs mit PCIe 4.0 und 5.0 im Test

So langsam lohnt es sich, über den Kauf einer SSD mit PCIe 5.0 nachzudenken: Die ersten Modelle schaffen mit 12 GByte/s schon deutlich höhere Geschwindigkeit als welche mit PCIe 4.0; zwei haben wir im Test. Fünf neue Mini-SSDs im 2230er-Format sind ebenfalls dabei, alle mit der für das Platzangebot enormen Speicherkapazität von 2 TByte.

Von Lutz Labs

Die ersten wirklich schnellen SSDs nutzten PCIe 3.0 als Schnittstelle und ihre Geschwindigkeit reicht in vielen Anwendungsfällen heute immer noch aus. Doch die SSD-Hersteller kommen davon

ab: In den vergangenen drei Monaten ist in Deutschland keine 3.0er-SSD mehr neu auf den Markt gekommen. Eine Ära neigt sich dem Ende zu.

PCIe 4.0 markiert nun den Einstieg in die Klasse der schnellen SSDs. Im Test dabei sind die beiden 80-Millimeter langen 2280er-SSDs Crucial T500 und Teracle T450. Dazu gesellen sich die kürzeren 2230er-Modelle Corsair MP600 Core Mini, Seagate Firecuda 520N SSD, Silicon Power UD90, Teamgroup MP44S sowie die Western Digital WD_Black SN770M NVMe SSD. Corsair MP700 Pro und Gigabyte Aorus Gen5 12000 SSD stehen für die Königsklasse der 5.0er-SSDs, die Gigabyte-SSD konnten wir sogar mit 1 und 2 TByte Speicherplatz testen.

Die Silicon Power UD90 hatten wir in Ausgabe 20/2022 schon einmal besprochen, damals noch in der Bauform M.2 2280. Die hier vertretene Version aber muss mit der damaligen nach Angaben des Herstellers nicht übereinstimmen: Wie

auch einige andere Hersteller gibt Silicon Power keine Garantie, dass alle ausgelieferten Modelle eines Typs mit den gleichen Komponenten bestückt sind; die lange Version etwa war bereits mit zwei verschiedenen Speichertypen und zwei unterschiedlichen Controllern im Umlauf.

Die Gigabyte Aorus Gen5 12000 SSD kam uns ebenfalls bekannt vor; das gilt jedoch nur für den Kühlkörper. Diesen hatte Gigabyte bereits beim 10-GByte/s-Modell verwendet [1]. Der mächtige 40-Millimeter hohe Alublock passt so gerade unter den noch viel mächtigeren CPU-Kühler unseres Testmainboards, aber die Heatpipes an der Schraubenseite der SSD verhindern den Einsatz auf einigen anderen Mainboards. Gigabyte führt eine Kompatibilitätsliste auf seiner Website (siehe ct.de/ybd2; die Infos dort gelten auch für die ältere SSD).

Der Name Teracle war uns vor einigen Monaten noch nicht bekannt. Der koreanische Hersteller hat aktuell lediglich die T450 mit 1 und 2 TByte im Programm,

wahlweise auch mit Kühlkörper. Eine größere SSD mit 4 TByte soll im Februar unter dem Namen T460 auf den Markt kommen, zu Preisen hält sich der deutsche Vertrieb noch bedeckt.

Standardgröße nun 2 TByte

Bislang testeten wir vornehmlich SSDs mit je 1 TByte Speicherplatz, durch den Preisverfall sind SSDs aber so günstig geworden, dass viele Anwender gleich zur nächsten Kapazitätsstufe mit 2 TByte greifen. Bei PCIe-5.0-SSDs gibt es zwischen den 1- und 2-TByte-Modellen einen deutlichen Geschwindigkeitsunterschied, sodass die Hersteller uns lieber die größeren zum Test zur Verfügung stellen. Ab sofort testen wir SSDs daher wenn möglich mit jeweils 2 TByte. Dadurch sind die neuen Ergebnisse nicht direkt mit denen früherer Tests vergleichbar, aber die Vergleichbarkeit leidet eh unter dem Wechsel des Testsystems für die schnelleren SSDs mit PCIe 5.0.

Wie üblich stellen wir noch eine Reihe bereits länger erhältlicher, aber immer noch interessanter SSDs zum Vergleich mit den neu getesteten Modellen vor. Eine SSD mit PCIe 3.0 ist auch dort nicht mehr dabei: Der Preis der Samsung 980, lange Zeit unser Favorit für eine gute 3.0er-SSD, ist in den letzten drei Monaten um mehr als 20 Euro gestiegen, mit 65 Euro liegt er deutlich über dem guten 4.0er-SSDs. Ein

anderer Kandidat wäre die Crucial P3, doch das schnellere Schwestermodell P3+ ist günstiger – und das nutzt bereits PCIe 4.0 und funktioniert natürlich auch in einem PCIe-3.0-Slot.

Neu dabei ist ebenfalls die WD Blue SN580, die zwar für eine 4.0er-SSD recht langsam ist, aber eben auch günstig. Die Lexar NM800 musste der NM790 aus dem selben Haus weichen, die noch etwas schneller und zudem sogar günstiger ist; die Rolle der 2230er-SSD mit 2 TByte Speicherplatz übernimmt die Micron 2400. Zudem haben wir mit der Seagate Firecuda 540 eine weitere PCIe-5.0-SSD aufgenommen.

Preiserhöhungen bei SSDs

Auf weiter sinkende SSD-Preise sollte man nicht mehr hoffen. Im Sommer kostete eine einfache 1-TByte-SSD weniger als 40 Euro, heute deutlich mehr. Die NAND-Flash-Hersteller hatten die Produktion stark zurückgefahren, um ihre Lagerbestände abzubauen, und diese künstliche Verknappung führte dann auf die Dauer zum gewünschten Ergebnis: höhere Preise.

Wer auf weiter fallende Preise hoffte und bisher nicht gekauft hat, bekommt jetzt weniger Speicher für sein Geld. Die gute Nachricht: Der Speicher ist immer noch günstiger als vor einem Jahr. Der Preisvergleich von heise online zeichnet

auf Wunsch eine Kurve der Preise bis zum Erscheinen der SSD zurück – da verbirgt sich so manche Überraschung.

Noch ein Hinweis: Vom Schreiben bis zum Erscheinen dieser c't vergeht aufgrund der vorgezogenen Weihnachtsproduktion eine längere Zeit als üblich. Die Preise haben wir kurz nach dem Black Friday Ende November notiert, sie können sich seitdem verändert haben.

PCIe 5.0 wird interessant

Die ersten SSDs mit PCIe 5.0 erreichten beim Lesen und Schreiben 10 GByte/s, nur die Crucial T700 war schneller – da hatte Crucial wohl exklusiven Zugriff auf bessere Flash-Chips des Mutterkonzerns Micron. Nun aber scheint Micron auch andere SSD-Hersteller mit dem schnelleren Speicher zu beliefern.

Von den vor drei Monaten im letzten SSD-Test [2] versprochenen SSDs mit mehr als 12 GByte/s beim Lesen sind bisher nur zwei auf dem Markt: die damals noch unbenannte Corsair MP700 Pro und die Gigabyte Aorus Gen5 12000 SSD. Für den nächsten Test hoffen wir etwa noch auf die Lexar NM1090, die MSI Spatium M570 Pro Frozr, die Patriot PV553 und die Verbatim Vi12000. Eine weitere neue Zwölftausender-SSD, die Nextorage NN5Pro, wird nach Angaben der Phison-Tochter nur in Japan und den USA erschei-

SSDs mit PCIe 4.0 und 5.0 – Benchmarks

Modell	seq. Transferraten Schreiben/Lesen ¹ [MByte/s]	seq. Transferraten Schreiben gesamte SSD ² / 5 Minuten ¹ [MByte/s]	IOPS Lesen QD=1/32/256 ³ [in Tausend]	IOPS Schreiben QD=1/32/256 ³ [in Tausend]	PCMark 10 Drive Performance Consistency / Full System Drive ⁴ [Punkte]
	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►
Corsair MP600 Core Mini (2 TByte)	3960/5149	135/3742	16/212/477	65/460/878	518/1212
Corsair MP700 Pro (2 TByte)	11819/12363	1940/11808	21/486/1456	79/574/1514	3839/4935
Crucial T500 (2 TByte)	6955/7358	681/5794	21/477/1172	59/466/1097	1977/3740
Gigabyte Aorus Gen5 12000 SSD (1 TByte)	9627/11666	1080/9470	21/540/1337	80/573/1509	1372/4842
Gigabyte Aorus Gen5 12000 SSD (2 TByte)	11812/12379	2350/11809	22/566/1486	81/577/1629	4168/4957
Seagate Firecuda 520N SSD (2 TByte)	3814/5149	134/3362	16/220/507	66/456/852	547/2632
Silicon Power UD90 (2 TByte)	3935/5130	134/3632	16/213/476	65/457/871	482/1217
Teamgroup MP44S (2 TByte)	3900/5130	134/3291	16/209/469	65/454/873	588/1198
Teracle T450 (2 TByte)	6854/7464	1140/6313	16/437/1272	582/481/1190	1365/3066
Western Digital WD_Black SN770M NVMe SSD (2 TByte)	4895/5219	439/4756	16/244/362	75/552/526	920/3210
Zum Vergleich					
Crucial P3 Plus (1 TByte)	3650/5139	95/3629	16/233/671	66/180/186	419/2666
Crucial T700 PCIe Gen5 NVMe M.2 SSD (2 TByte)	11821/12332	1710/5283	20/532/1493	84/410/1211	3644/4688
Kingston NV2 (1 TByte)	2942/3645	584/2943	18/287/626	72/437/598	484/1446
Lexar NM790 (1 TByte)	6638/7453	847/6642	21/488/687	57/287/434	1018/3451
Micron 2400 NVMe SSD (2 TByte)	3225/4425	187/2515	18/369/560	61/412/570	491/2545
Samsung SSD 980 Pro (1 TByte)	4953/6648	1690/4937	22/503/1020	55/505/1035	2130/2910
Seagate FireCuda 540 Gen 5 PCIe SSD (2 TByte)	10189/10058	1930/10175	21/534/1429	83/551/1525	1736/4571
Western Digital WD Blue SN580 NVMe SSD (1 TByte)	4129/4119	600/3976	20/247/473	61/509/617	996/3274
Western Digital SN850X (2 TByte)	6681/7368	1560/6423	21/447/1181	64/519/825	1260/3682

¹ gemessen mit Iometer, Blockgröße 512 KByte, Laufzeit 60 s

² gemessen mit H2testw

³ gemessen mit Iometer, Blockgröße 4 KByte, Laufzeit 60 s

⁴ auf Asus TUF Gaming B550M-Plus (Wi-Fi) mit AMD Ryzen 7 5800X und 16 GByte DRAM, PCIe-5.0-SSDs auf ASRock B650 Pro mit AMD Ryzen 9 7950X und 32 GByte DRAM



Corsair MP600 Core Mini

Die 2230er-SSD von Corsair eröffnet den Reigen der baugleichen SSDs mit 2 TByte NAND-Flash für ultrakompakte Notebooks und Spielkonsolen. Der Controller stammt von der Firma Phison, die nach unseren Informationen diese SSD auch fertigt.

Die QLC-SSD schwächelt vor allem beim vollständigen Beschreiben mittels H2testw, die allermeisten Festplatten dürften diesen Test schneller hinter sich bringen. Davon wird man im Alltag jedoch kaum etwas bemerken, auch bei Zugriffen auf zufällige Adressen ist die MP600 Core Mini schnell genug für alltägliche Aufgaben.

- ↑ ultrakompakt
- ↓ teuer

Preis: circa 208 Euro



Corsair MP700 Pro

Die Corsair MP700 Pro ist Nachfolgerin der MP700 und unterscheidet sich von dieser vor allem durch schnelleren Flash-Speicher. Damit erreicht sie beim Lesen großer Dateien mehr als 12 GByte/s; auch die Zugriffe auf zufällige Adressen wurden noch etwas schneller.

Die thermischen Probleme der Vorgängerin dürften durch eine aktualisierte Firmware nicht mehr auftreten, zudem kühlt der unregelmäßige Lüfter die SSD so weit herunter, dass sie in den meisten Situationen nicht mehr temperaturbedingt drosseln muss. Wer eine Wasserkühlung in seinem PC hat, bekommt dafür eine Version mit einem speziellen Kühlkörper.

- ↑ sehr schnell
- ↓ sehr teuer, Lüfter

Preis: circa 406 Euro



Crucial T500

Crucials T500 ist die erste SSD mit dem Phison-Controller E25, dem designierten Nachfolger des weit verbreiteten E18. Mit knapp 1,2 Millionen IOPS beim Lesen zufälliger Adressen erreicht sie einen neuen Bestwert für PCIe-4.0-SSDs. Beim Zugriff auf große Dateien ist sie mit knapp 7 GByte/s beim Schreiben und fast 7,4 GByte/s beim Lesen ebenfalls sehr schnell, die Geschwindigkeit fällt bei längerem Schreiben jedoch bald ab.

Der Aufkleber auf der Oberseite besteht aus dem mittlerweile üblichen Material Graphen, welches die Wärme besser von den Bauteilen abführen soll. Crucial verkauft zudem eine Version mit Kühlkörper, die auch in die Playstation 5 hineinpasst.

- ↑ schnell
- ↑ vergleichsweise günstig

Preis: circa 150 Euro

nen – auf einen Test haben wir daher verzichtet.

Gigabyte stellte uns von der Aorus SSD gleich zwei Muster zur Verfügung: eins mit einem TByte Speicher, eins mit zwei. Die kleinere Version ist grundsätzlich etwas langsamer, vor allem bei sequenziellen Transfers: Statt 12,4 GByte/s schafft sie beim Lesen nur 11,7, beim Schreiben sind die Unterschiede mit 11,8 zu 9,6 GByte/s noch größer. Beim vollständigen Beschreiben mittels H2testw erreichte die kleinere Version knapp die halbe Geschwindigkeit der großen – sie kann die Schreibvorgänge intern eben nur auf halb so viele Chips verteilen. Komisch kamen uns die Ergebnisse im Ausdauer-Test des PCMark 10 vor; hier erreichte die 2-TByte-Version 4168 Punkte, die kleinere aber nur 1372. Diese Diskrepanz konnte auch Gigabyte bis Redaktionsschluss nicht auflösen. Im Alltag dürfte man von

der geringeren Geschwindigkeit der 1-TByte-SSD nichts merken, da diese beim Zugriff auf zufällige Adressen nur wenig langsamer ist. Das bestätigt auch der Full-System-Drive-Test des PCMark 10, bei dem der Abstand nicht einmal drei Prozent beträgt.

Mit der MP700 Pro landete die zweite M.2-SSD mit eigenem Lüfter bei uns. In unserem Akustiklabor schlug sie sich besser als die Adata Legend 970 aus dem letzten Test: Ihr Lüfter pustet nicht von oben auf die SSD, sondern flach über die Oberseite. Unsere Messsysteme registrierten im Abstand von 25 Zentimetern eine Lautheit von 1 sone – hörbar, aber im geschlossenen PC-Gehäuse noch nicht nervig.

Ob das auch für die kommende PNY-SSD CS3150 gilt, ist fraglich: Ihr Kühler hat gleich zwei Lüfter und auf Wunsch noch eine RGB-Beleuchtung. Die SSD nutzt PCIe 5.0, soll bis zu 12 GByte/s lesen und maxi-

mal 11 GByte/s schreiben. Die Beleuchtung lässt sich in das RGB-Setup des PCs integrieren, der Lüfter ist wohl wie bei den bisherigen Kandidaten unregelmäßig. Die CS3150 soll im Dezember nach Redaktionsschluss in Deutschland erhältlich sein, für die 1-TByte-Version ruft PNY 189 Euro auf, die RGB-Version kostet 10 Euro Aufpreis – diese kleine Version ist allerdings mit 11,5 respektive 8,5 GByte/s etwas langsamer. Die 2-TByte-Version verkauft PNY zunächst lediglich in Asien und der Pazifikregion. Aufgrund der anderen Maximalgeschwindigkeiten könnte es sein, dass die CS3150 nicht wie alle bisherigen 5.0er-SSDs mit dem Phison-Controller E26 arbeitet – etwas Konkurrenz täte dem Markt gut.

Zwei Lüfter mit RGB-Beleuchtung stellen aber noch lange nicht das Ende der Fahnenstange dar: Teamgroup hat den T-Force Siren GD120S AIO Cooler vorge- stellt. Der Kühlkörper leuchtet zwar nicht

Wir schreiben Zukunft.



35 %
Rabatt

2 Ausgaben MIT Technology Review
als Heft oder digital
inklusive Prämie nach Wahl

mit-tr.de/testen



Teamgroup MP44S

Der taiwanische Hersteller Teamgroup setzt bei der MP44S ebenfalls auf die Hilfe des Controller-Herstellers Phison. Wie die anderen 2230er-Modelle braucht die SSD im tiefsten Schlafzustand lediglich 5 Milliwatt und eignet sich damit gut für akkubetriebene Geräte.

Das vollständige Beschreiben mittels H2testw dauert bei der 2-TByte-SSD rund vier Stunden, der Check der Kapazität nur 40 Minuten. Der kleine SLC-Cache führt zu einer recht niedrigen Bewertung von nur 1200 Punkten im Test der Eignung als Startlaufwerk.

- ↑ ultrakompakt
- ↓ teuer

Preis: circa 200 Euro



Teracle T450

Die T450 ist das erste Modell des bislang unbekannten SSD-Herstellers Teracle. Die SSD nutzt einen schnellen Innogrit-Controller, 2 GByte DRAM und 176-Layer-TLC-Flash von SK Hynix; damit kommt sie auf 7,45 GByte/s beim Lesen und 6,85 GByte/s beim Schreiben – sehr gute Werte für eine PCIe-4.0-SSD.

Auf der Rückseite der SSD prangt der Name TK-Global; von Teracle stammt möglicherweise nur der Aufkleber. Der deutsche Vertrieb schickte uns während des Tests noch ein zweites Muster mit einer aktualisierten Firmware, insgesamt ein gelungener Start in den SSD-Markt.

- ↑ schnell
- ↑ hohe Endurance

Preis: 138 Euro (UVP)



Western Digital WD_Black SN770M NVMe SSD

Die WD_Black SN770M hat nur das Format mit den vier baugleichen SSDs aus diesem Test gemein. Controller und Flash-Speicher stammen von Western Digital. Bemerkenswert ist vor allem der Speicher: Während die anderen 2230er mit eher langsamem QLC arbeiten, schafft es Western Digital, hier flotteren TLC-Flash zu integrieren.

Das führt dann auch zu einer deutlich schnelleren SSD. Sie erreicht etwa die dreifache Geschwindigkeit beim vollständigen Beschreiben mit H2testw und fast die doppelte Punktzahl im Ausdauer-Test des PCMark 10 und ist damit kaum langsamer als eine gute SSD im 2280er-Format.

- ↑ flott für 2230
- ↓ teuer

Preis: circa 199 Euro

auf der SSD-Oberfläche, aber im 120-Millimeter-Ventilator am Ende des Wasserkreislaufs. Damit gekühlte SSDs sollen sich laut Herstellertests auf maximal 54 °C erhitzen.

Mini-Größe, Maxi-Kapazität

Bis vor Kurzem noch eine Besonderheit, nun fast schon Standard: eine nur 30 Millimeter lange SSD mit 2 TByte Flash-Speicher. Da passt nur ein Flash-Baustein drauf, in dessen Innerem aber mehrere Dies gestapelt sind; für den Controller bleibt wenig Platz. Fünf solcher SSDs haben wir im Test, und vier davon sehen einander sehr ähnlich: Platinen und Bestückung der SSDs von Corsair, Seagate, Silicon Power und Teamgroup sind gleich. Sie nutzen jeweils den Phison E21 sowie einen 2-TByte-Baustein von Micron mit

QLC-NAND-Flash. Der Aufdruck der Platinenrevision auf der Unterseite der SSDs erinnert an den auf den PCIe-5.0-SSDs; auch diese 2230er-SSDs dürften wohl alle- samt bei Phison produziert worden sein.

Kleine Unterschiede gibt es aber. Teamgroups Aufkleber ist nach Herstellerangaben ein „wärmeableitendes Graphen-Etikett“, der der Silicon Power ist ebenfalls wärmeleitend und die Seagate SN520N hat eine andere Firmware. Diese verändert vor allem die Größe des SLC-Caches von circa 40 auf etwa 480 GByte; damit erreicht die Seagate beim Systemlaufwerks- test des PCMark 10 die doppelte Punktzahl der direkten Konkurrenz.

Western Digital lötet hingegen einen selbst entwickelten Controller auf die SSD, der Speicher stammt von Kioxia und speichert pro Zelle nur 3 Bit – schnelleres TLC-

Flash also. Die Western Digital SN770M spielt damit in einer anderen Liga und erreicht vor allem beim Schreiben deutlich höhere Werte.

Solche Mini-SSDs sind nicht in erster Linie zum Einbau in einen PC oder ein übliches Notebook konzipiert, sondern etwa für das Microsoft Surface Pro und Spielkonsolen wie Steam Deck und ROG Ally. Sie nutzen zwar die gleiche Technik wie SSDs im gängigen Format M.2 2280, sind aber meistens etwas langsamer. Für einen Desktop-PC nimmt man daher besser eine vom Typ 2280. Außerdem fehlen vielen Mainboards die notwendigen Befestigungslöcher an der richtigen Stelle, häufiger passen SSDs in den Formaten 2242, 2260 und 2280, manchmal auch noch solche mit dem bei Servern verbreiteten 22110.



Gigabyte Aorus Gen5 12000 SSD

Die Gigabyte Aorus Gen5 12000 SSD ist genauso schnell wie die Corsair MP700 Pro. Das ist auch kein Wunder, sie nutzt die gleichen Bauteile mit den gleichen Versionsnummern. Der Hersteller will demnächst eine neue Firmware veröffentlichen – ob diese auch für andere baugleiche SSDs folgt, ist unbekannt.

Der Kühler der Aorus ist mit 40 Millimetern sehr hoch, zudem stehen die Heatpipes weit über. In beengte Umgebungen dürfte die insgesamt mehr als 95 Millimeter lange SSD nicht hineinpassen. Die 1-TByte-Version war im Test etwas langsamer, in der Praxis dürfte man den Unterschied jedoch kaum bemerken.

↑ sehr schnell

↓ teuer

Preis: circa 309 Euro



Seagate Firecuda 520N SSD

Seagate lässt seine 2230er-SSD Firecuda 520N mit hoher Sicherheit ebenfalls bei Phison produzieren, kümmert sich jedoch selbst um das Feintuning der Firmware. Die SSD nutzt einen mit 450 GByte gut zehnmal so großen SLC-Cache wie die drei anderen 2230er-SSDs mit dem Phison-Controller und erreicht dadurch im Full-System-Drive-Benchmark des PCMark 10 ein mehr als doppelt so hohes Ergebnis wie diese.

Bei anderen Tests aber liegt die 520N mit diesen drei SSDs gleichauf. Mit dem großen Cache dürfte sich die 520N im Alltag flotter anfühlen als diese, vor allem bei Kopieraktionen mit großen Dateien.

↑ schnelles Bootlaufwerk

↓ teuer

Preis: circa 201 Euro



Silicon Power UD90

Die UD90 von Silicon Power, ebenfalls eine SSD mit Phison E21 und QLC-Flash von Micron, gibt es offiziell auch mit Kapazitäten von 1 TByte und 500 GByte – die kleinste Version haben die drei anderen nicht im Programm. Statt eines einfachen Etiketts klebt Silicon Power eine bedruckte Metallfolie über Controller und Flash-Baustein, was für eine bessere Wärmeableitung sorgen soll.

Zudem nennt Silicon Power eine mit 1,2 Petabyte sehr hohe Endurance, die baugleichen Modelle aus diesem Test fallen bereits nach 450 TByte Schreiblast aus der Garantie heraus.

↑ hohe Ausdauer

↓ teuer

Preis: circa 229 Euro

Flash-Markt

Die Gespräche endeten mit einem Knall: Zwei Jahre lang hatten Kioxia und Western Digital über eine Fusion ihrer Flash-Sparten gesprochen. Die beiden Unternehmen sind seit Jahren Produktionspartner, auch die Entwicklung neuer Flash-Generationen stemmen sie gemeinsam. Die Fusion sollte Kosten senken und die Effizienz steigern, um dem weltweiten Überangebot an NAND-Flash-Chips und der aktuell schwachen Nachfrage zu begegnen.

Doch ein indirekter Investor von Kioxia, der koreanische Konzern SK Hynix, legte sein Veto ein. Sicher nicht uneigennützig, denn das fusionierte Unternehmen wäre Marktführer bei der Flash-Produktion geworden – Samsung liegt bei 31 Prozent, Kioxia bei 20 und Western Digital bei 15. Damit wäre SK Hynix, das zu-

sammen mit der ehemaligen Intel-Sparte Solidigm insgesamt 18 Prozent allen Flash-Speichers produziert, weiter zurückgefallen.

Im Zusammenhang mit der Fusion wurde immer wieder über eine Aufteilung von Western Digital in zwei Unternehmen spekuliert: eins für Festplatten, eins für Flash-Produkte. Diese Aufteilung strebt das Unternehmen nun trotz der Fusionsabsage an, eine endgültige Entscheidung soll jedoch erst im kommenden Jahr fallen.

Auch sonst rumort es in der Flash-Branche. Micron wurde vom chinesischen Konkurrenten YMTC verklagt: Micron habe Innovationen von YMTC benutzt, obwohl dem Unternehmen klar gewesen sei, dass YMTC entsprechende Patente besitze. Die Klage soll vor einem kalifornischen Schwurgericht verhandelt wer-

den. YMTC hofft auf Schadensersatz und andere Ersatzleistungen im Zusammenhang mit den Ansprüchen sowie auf eine Entscheidung, die Micron weitere Verstöße gegen seine Patente verbietet.

SSD-Controller

Der SSD-Controller spielt für die Geschwindigkeit einer SSD eine entscheidende Rolle. Einer der größten Hersteller ist Phison – was man in diesem Test deutlich sieht. Sieben SSDs haben Phison-Controller: die 2230er-SSDs von Corsair, Seagate, Silicon Power und Teamgroup den Phison E21, die 5.0er-SSDs von Corsair und Gigabyte den E26 und die Crucial-SSD den neuen E25. Western Digital nutzt bei seiner 2230er-SSD eine haus-eigene Entwicklung, Teracle einen Innogrit-Controller.



Crucial P3+

Test in c't 16/2023, S. 88

↑ günstig

↓ geringe Ausdauer

Preis: circa 56 Euro (1 TByte, PCIe 4.0)



Crucial T700 PCIe Gen5 NVMe M.2 SSD

Test in c't 16/2023, S. 88

↑ sehr schnell

↓ teuer

Preis: circa 345 Euro (2 TByte, PCIe 5.0)



Kingston NV2

Test in c't 2/2023, S. 116

↑ günstig

↓ wechselnde Komponenten möglich

Preis: circa 51 Euro (1 TByte, PCIe 4.0)



Lexar NM790

Test in c't 22/2023, S. 88

↑ günstig

↑ schnell

Preis: circa 71 Euro (1 TByte, PCIe 4.0)



Micron 2400

Test in c't 22/2023, S. 88

↑ vergleichsweise günstig

↓ langsam bei hohem Füllstand

Preis: circa 183 Euro (2 TByte, PCIe 4.0)



Samsung SSD 980 Pro

Test in c't 18/2021, S. 106

↑ schnell

↑ geringe Erwärmung

Preis: circa 76 Euro (1 TByte, PCIe 4.0)



Seagate Firecuda 540

Test in c't 22/2023, S. 88

↑ sehr schnell

↓ teuer

Preis: circa 320 Euro (2 TByte, PCIe 5.0)



Western Digital Blue SN580

Test in c't 22/2023, S. 88

↑ günstig

↓ langsam für PCIe 4.0

Preis: circa 52 Euro (1 TByte, PCIe 4.0)



Western Digital SN850X

Test in c't 23/2022, S. 94

↑ sehr schnell

↑ sehr dauerlastfest

Preis: circa 75 Euro (1 TByte, PCIe 4.0)

Die Crucial T700 ist die erste SSD mit dem 4.0er-Controller Phison E25. Er hat nur vier Flash-Kanäle und beschleunigt die T700 dennoch auf Werte knapp unterhalb der PCIe-4.0-Grenze. Dafür braucht er aber schnelle Flash-Chips: Der E25 unterstützt ONFI 5.0 mit einer Schnittstellengeschwindigkeit von 2400 Megatransfers pro Sekunde, solch schneller Speicher ist bislang noch recht selten.

Silicon Motion hat neue Informationen zu seinem 5.0er-Controller SM2508 herausgegeben. Ursprünglich im Februar vorgestellt und im Mai schon auf einer Messe gezeigt, hat die aktuelle Version nun einige Veränderungen erfahren. 14,5 GByte/s beim Lesen verspricht Silicon Motion jetzt, dazu 12 GByte/s beim Schreiben. Bei Zugriffen auf zufällige Adressen redet das Unternehmen von bis zu 2,5 Millionen IOPS. Die wesentliche Änderung aber betrifft den Fertigungsprozess: Ursprünglich für 12 Nanometer geplant, soll der Wechsel auf 6 Nanometer nun den Energieverbrauch um 45 Prozent auf maximal 3,5 Watt senken und damit den Einsatz von PCIe-5.0-SSDs auch im Notebook ermöglichen. Zum Vergleich: Der weit verbreitete Phison E26 mit 12-Nanometer-Technik benötigt bis zu

5 Watt. Beide arbeiten mit je acht Flash-Kanälen und sind damit durchaus vergleichbar.

USB-Adapter für PCIe-SSDs

Bei der Recherche zu diesem Artikel ist uns ein etwa 20 Euro teurer USB-Adapter aufgefallen, der im Test Arbeit gespart hat: Der Intertech K-1696-P2 nimmt PCIe- und SATA-SSDs im M.2-Format auf und verbindet sie mit einer USB-C-Schnittstelle. Er ist deshalb besonders praktisch, weil man die SSDs einfach in den Adapter hineinstecken kann, ohne sie mit Schrauben befestigen zu müssen.

Das kleine Sichtfenster an der Seite hilft beim Einfädeln der SSD in den Slot. Die beiden 5.0er-SSDs aus diesem Test konnten wir damit jedoch nicht nutzen: Ein Kühlkörper passt in den schmalen Schlitz nicht hinein. Mit der SATA-SSD Samsung 860 Evo kam der Adapter auf 550 MByte/s beim Lesen und 510 MByte/s beim Schreiben, eine Nextorage-PCIe-SSD erreichte knapp über 1 GByte/s. Die Samsung 990 Pro mochte der Intertech-Adapter nicht so gerne, sie schaffte darin nur knapp 900 MByte/s – aber was soll's, für kurze Tests oder zum Kopieren langt das völlig.

Fazit

SSDs mit PCIe 5.0 werden immer schneller. Die augenscheinlich baugleichen Modelle von Corsair und Gigabyte nehmen sich nichts, beide haben kleine Nachteile: Die Corsair macht etwas Lärm, die Gigabyte braucht ziemlich viel Platz.

Die SSDs von Crucial und Teracle spielen in der Oberklasse der 4.0er-SSDs mit. Die Teracle T450 ist für ein Erstlingswerk sehr ordentlich geraten, in einigen Disziplinen schlägt sie die Crucial sogar. Bei den 2230er-SSDs ist die Lage ziemlich klar: Die Western Digital ist dank TLC-Flash am schnellsten, die Seagate-SSD nur dank eines größeren SLC-Cache schneller als die drei anderen QLC-SSDs. Da alle fünf praktisch das Gleiche kosten, fällt die Wahl leicht. Weil diese SSD-Klasse noch sehr neu ist, könnte sich das Warten auf fallende Preise ausnahmsweise vielleicht doch lohnen. (ll@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Lutz Labs, Flash-Rennen, 18 SSDs mit PCIe 3.0, 4.0 und 5.0 im Test, c't 16/2023, S. 88
- [2] Lutz Labs, Flash-Rennen, 24 SSDs mit PCIe 3.0, 4.0 und 5.0 im Test, c't 22/2023, S. 88

Download Testprogramme, Links zum Preisvergleich: ct.de/ybd2

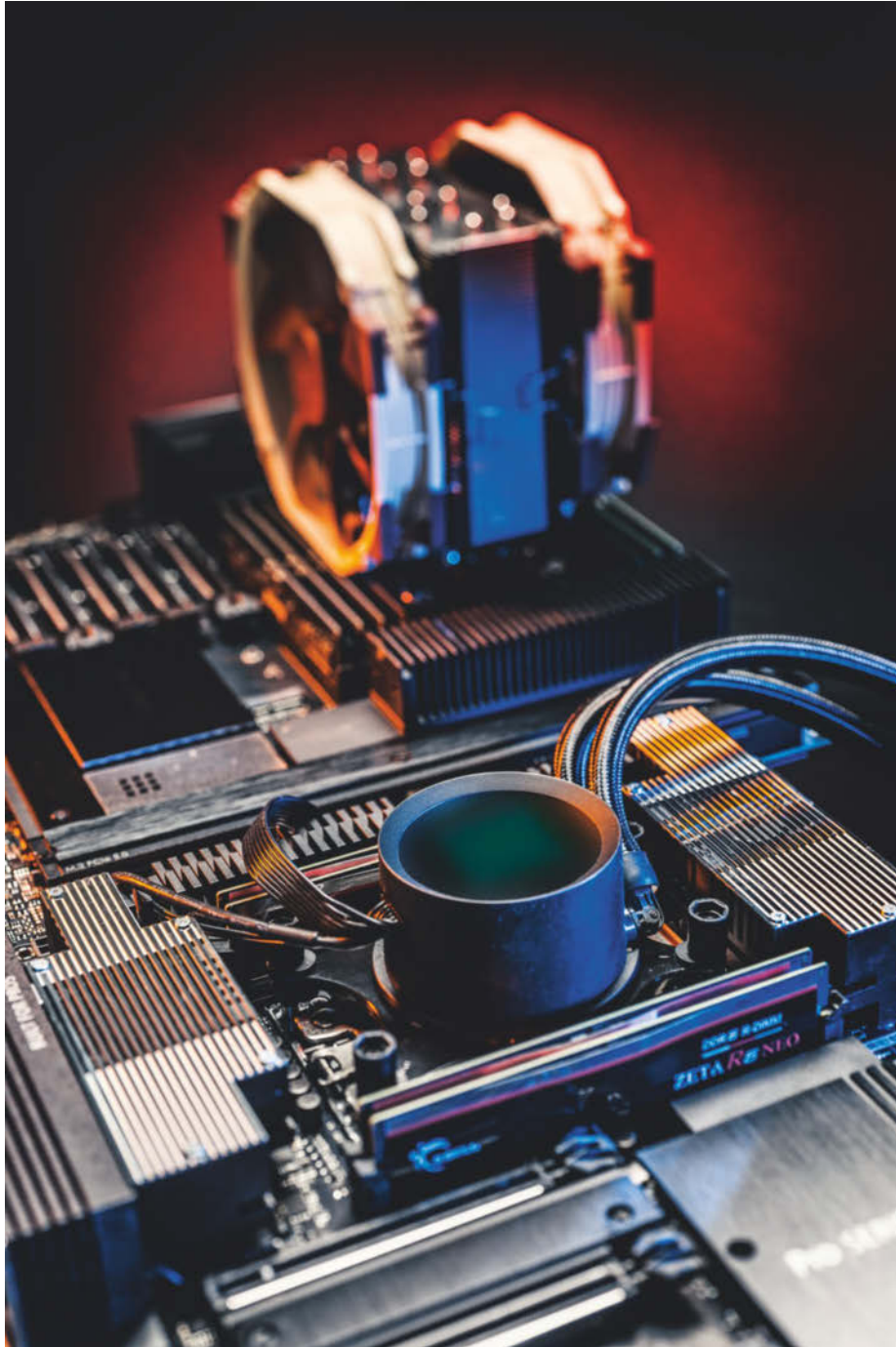
M.2-SSDs mit PCIe 4.0 und 5.0

Modell	MP600 Core Mini	MP700 Pro	T500	Aorus Gen5 12000 SSD	Firecuda 520N SSD	UD90	MP44S	T450	WD_Black SN770M NVMe SSD
Hersteller, URL	Corsair, corsair.com	Corsair, corsair.com	Crucial, crucial.com	Gigabyte, gigabyte.com	Seagate, seagate.de	Silicon Power, silicon-power.com	Teamgroup, teamgroup.com.tw	Teracle, teracle.io	Western Digital, wdc.com
Bezeichnung	Corsair MP600 CORE MINI	CSSD-F2000-GBMP700PRO	CT2000T500SSD8	AG512K2TB	Seagate ZP2048GV30002	SU02K-GBP44UD9007MM	TEAM TM5FF3002T	T450-2TB	WD_Black SN770M 2TB
Kapazität laut Hersteller ¹	2 TByte	2 TByte	2 TByte	2 TByte	2 TByte	2 TByte	2 TByte	2 TByte	2 TByte
von Windows erkannte Kapazität	1863 GByte	1863 GByte	1863 GByte	1863 GByte	1908 GByte	1908 GByte	1908 GByte	1863 GByte	1863 GByte
Interface / Protokoll	PCIe 4.0 x4 / NVMe 1.4	PCIe 5.0 x4 / NVMe 2.0	PCIe 4.0 x4 / NVMe 2.0	PCIe 5.0 x4 / NVMe 2.0	PCIe 4.0 x4 / NVMe 1.4	PCIe 4.0 x4 / NVMe 1.4	PCIe 4.0 x4 / NVMe 1.4	PCIe 4.0 x4 / NVMe 1.4	PCIe 4.0 x4 / NVMe 1.4
Bauform / Bestückung / Bauhöhe über Platine	M.2 2230 / einseitig / 1,3 mm	M.2 2280 / doppelseitig / 26,9 mm	M.2 2280 / einseitig / 1,3 mm	M.2 2280 / doppelseitig / 42,1 mm	M.2 2280 / doppelseitig / 42,1 mm	M.2 2230 / einseitig / 1,3 mm	M.2 2230 / einseitig / 1,3 mm	M.2 2230 / einseitig / 1,3 mm	M.2 2280 / einseitig / 1,4 mm
SSD-Controller / NAND-Kanäle / Firmware-Version	Phison E21 / 4 / ELFMC1.0	Phison E26 / 8 / EQFM22.1	Phison E25 / 4 / P8CR002	Phison E26 / 8 / EQFM22.1	Phison E21 / 4 / SUMSS000	Phison E21 / 4 / ELFMC1.0	Phison E21 / 4 / ELFMC1.0	Innogrit IG5236 / 8 / 3.Y.J.HB	Western Digital / 4 / 731100WD
Flash-Hersteller / Flash-Art	Micron / QLC	Micron / TLC	Micron / TLC	Micron / TLC	Micron / QLC	Micron / QLC	Micron / QLC	SK Hynix / TLC	Kioxia / TLC
Schreibleistung pro Tag ²	247 GByte	767 GByte	658 GByte	767 GByte	247 GByte	658 GByte	247 GByte	658 GByte	658 GByte
jährliche Ausfallwahrscheinlichkeit ²	0,49 %	0,55 %	0,44 %	0,55 %	0,49 %	0,58 %	0,58 %	k.A.	0,50 %
DRAM-Cache ²	–	✓ / 4 GByte	✓ / 2 GByte	✓ / 4 GByte	–	–	–	✓ / 2 GByte	–
Leistungsbedarf ² PSO ... PS4 [W]	0,005 / 0,05 / 1,5 / 2,4 / 5,5	0,144 / 0,144 / 6 / 6 / 11,5	0,035 / 0,025 / 3 / 4 / 8,25	0,144 / 0,144 / 6 / 8 / 11,5	0,005 / 0,05 / 1,5 / 2,4 / 5,5	0,005 / 0,05 / 1,5 / 2,4 / 5,5	0,005 / 0,05 / 1,5 / 2,4 / 5,5	0,008 / 0,15 / 2,8 / 3,3 / 3,5	0,005 / 0,015 / 2,4 / 3,5 / 5,4
Garantie	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre
Preis pro TByte	112 €	218 €	81 €	166 €	105 €	120 €	105 €	74 €	107 €
Straßenpreis	208 €	406 €	150 €	309 €	201 €	229 €	200 €	138 €	199 €
weitere erhältliche Kapazitäten	1 TByte (100 €)	1 TByte (244 €)	1 TByte (90 €)	1 TByte (178 €)	1 TByte (110 €)	1 TByte (95 €)	1 TByte (90 €)	1 TByte (78 €)	500 GByte (77 €), 1 TByte (104 €)

¹ Die Hersteller rechnen mit 1 GByte = 1.000.000.000 Byte. Für Windows dagegen ist 1 GByte = 1.073.741.824 Byte, die angezeigte Kapazität ist daher kleiner.

² Herstellerangaben

✓ vorhanden – nicht vorhanden k.A. keine Angabe



Hochgezüchtet

Intel Xeon w9-3495X gegen AMD Threadripper 7970X und 7980X

Mehr, mehr, mehr! Prozessorkerne, Arbeitsspeicher – und PCI-Express-5.0-Lanes für schnelle Beschleuniger, SSDs oder Netzwerkkarten. Diese Wünsche von High-End-Fans erfüllen Intels Xeon w9-3495X und AMDs Threadripper 7000 im Vorbeigehen, aber man sollte dennoch genau überlegen, zu welchem der teuren Luxus-schlitten man greift.

Von Carsten Spille

AMD unterzog seine Threadripper-Prozessoren einer Frischzellenkur und bringt sie nach längerer Pause außer für Workstations nun auch wieder in einer weniger teuren Variante für High-End-Desktops (HEDT). Die Threadripper 7000 sind dabei mit den gleichen Kernen ausgestattet wie die Server-Prozessoren Epyc 9004 und verfügen im Falle der Pro-WX-Versionen sogar über ebenso viele Kerne – nämlich bis zu 96. Intels Workstation-Angebot in Form des Xeon W-3400 gibt sich mit bis zu 56 Kernen im w9-3495X etwas konservativer, basiert aber ebenfalls auf Server-Kernen, in diesem Fall der Xeon SP der vierten Generation, Codename: Sapphire Rapids.

Doch wer braucht solche Kern-King-kongs? Diese berechtigte Frage ist etwas zu kurz gedacht. Denn nicht nur die vielen CPU-Kerne, die man zum Beispiel beim 3D-Rendering, für KI-Anwendungen oder für virtuelle Maschinen nutzen kann, sind ein Merkmal der Plattformen. Das moderne DDR5-RAM ist je nach CPU mit vier bis acht Kanälen angebunden und erlaubt auch dank Registered DIMMs einen Speicherausbau auf bis zu 4 TByte. Das ist schon eine andere Hausnummer als die derzeit maximal 192 oder 256 GByte in einem „normalen“ Desktopsystem. Außerdem kann man mit 48 bis 128 PCI-Express-5.0-Lanes protzen und damit außer schnellen Beschleunigern für Grafik, KI oder HPC-Anwendungen auch viel SSD-Speicher einbinden und hat noch Reserven für superschnelle Vernetzung mit 100-Gbit/s-Ethernet oder mehr.

Gibt es bei Intel offiziell nur den Fokus auf Workstations, den die angebotenen Übertaktungsfunktionen aber etwas kon-

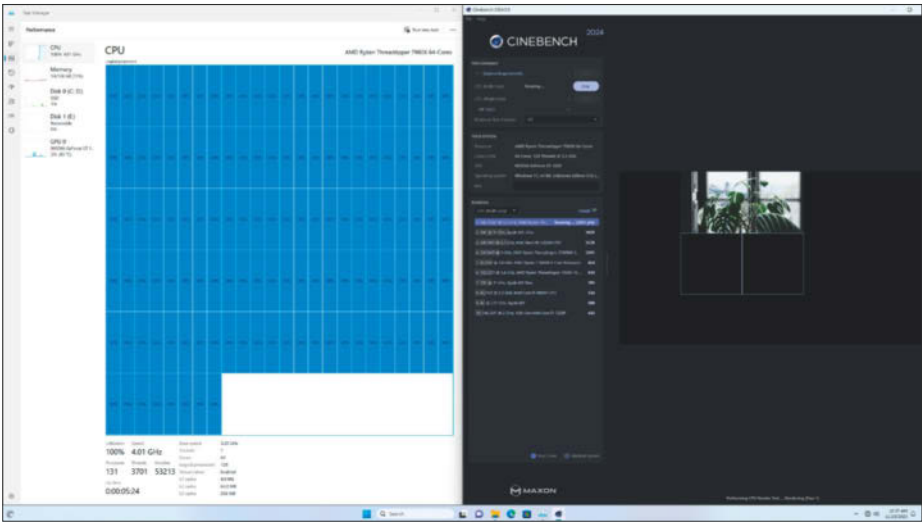
ct kompakt

- AMD und Intel erneuern ihre Workstation- und High-End-Plattformen.
- Sie haben moderne Standards wie DDR5-RAM und Dutzende PCIe-5.0-Lanes.
- Die CPU-Preise sind jedoch enorm hoch.

terkarieren, trennt AMD die Threadripper-CPU's auch hinsichtlich der Boards auf: WRX90 für Workstation-WX-CPU's und sTRX50 für High-End-Desktop. Die WX-CPU's laufen ohne AMD-Pro-Features auch in den sTRX50-Boards, müssen aber mit den unten genannten Einschränkungen klarkommen. Dafür sind sTRX50-Boards potenziell merklich günstiger und schon für unter 900 Euro zu haben. WRX90-Boards sind bislang noch nicht einzeln zu bekommen, dürften laut Aussage von AMD aber im vierstelligen Euro-Bereich landen.

Zusammengestrichen

Den Rotstift setzt AMD auch an anderer Stelle an: Anstelle von bis zu zwölf DDR5-Speicherkanälen sind es bei den Threadripper Pro 7000 WX nur noch acht und damit genau so viele wie bei Intels Xeon W-3400. Einen noch heftigeren Einschnitt müssen die TR7000 X für das HEDT-Segment hinnehmen: Ihre bis zu 64 Kerne werden mit maximal vier DDR5-5200-RDIMMs versorgt. Gegenüber den Server-CPU's ist das ein drastischer Rückschritt und auch im etwas hinkenden Vergleich



Unter Windows 11 kommen nur die wenigsten Programme wie hier der Cinebench 2024 mit der Kernflut zurecht, die Threadripper und Xeon in ihren größten Ausbaustufen zu bieten haben.

zur Vorgängergeneration, die es nur als Workstation-Versionen mit 8 x DDR4-3200 gab, immer noch eine Verschlechterung um fast ein Fünftel. Wie sich das auf die Leistung auswirkt, werden die Benchmarkergebnisse zeigen. sTRX50-Boards haben also nur vier Speicherefassungen, sodass die zusätzlichen Speicherkanäle der ebenfalls lauffähigen Workstation-Prozessoren brachliegen.

Ebenfalls problematisch: AMD erlaubt den Threadripper 7000 die Bestückung der Speicherkanäle nur mit jeweils einem einzigen RAM-Riegel (1 DIMM per Channel, 1DPC), sodass die HEDT-Plattformen derzeit auf 1 TByte, die Workstations auf 2 TByte beschränkt sind. Hier ist Intel weiter und ermöglicht nicht nur bis zu acht Speicherkanäle, sondern auch die

gewohnte 2DPC-Bestückung für insgesamt bis zu 4 TByte Arbeitsspeicher. Allerdings laufen die Xeon-Speicherkontroller innerhalb der Spezifikation nur mit maximal DDR5-4800, bei 2DPC sowie bei Xeon w3-2400 nur mit DDR5-4400.

Die RAM-Fehlerkorrektur per Error Correction Code (ECC) haben alle hier genannten Prozessoren an Bord. Für den Einsatz im Firmennetz sind die Workstation-Varianten von AMD und Intel mit den üblichen Technikpaketen für Admins, AMD Pro respektive Intel vPro, ausgestattet.

Nicht von der Stange

Beide Hersteller offerieren mehr oder weniger offensiv den Betrieb außerhalb der Spezifikationen, indem sie bei vielen Mo-

Leistungsvergleich Workstation- und Serverprozessoren

Prozessoren	Kerne pro CPU [phys./virt.]	7-Zip 23.01 Kompression [MByte/s]	Flops max. Flops [GFlops]	Kcbench 0.9.6 Kernel kompilieren ¹ [s]	Handbrake 1.5.1 4K Production Max. [fps]	MLC 3.10 Bandwidth ² [GByte/s]	Blender 3.6.1 classroom [s]	Blender 3.6.1 Lone Monk [s]	y-Cruncher 0.8.2.9522 Pi, 10 Mrd. Stellen [s]
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	◀ besser	besser ▶	besser ▶	◀ besser	◀ besser	◀ besser
AMD Threadripper 7980X	64/128	416	4491	219	124	126	38	369	109
AMD Threadripper 7970X	32/64	332	2458	323	112	128	64	609	113
Intel Xeon w9-3495X	56/112	336	4385	335	75	200	69	582	101
Zum Vergleich:									
2 x Xeon Platinum 8452Y	36/72	409	13579	257	91	467	46	406	0 ³
2 x Xeon Platinum 8380	40/80	363	12682	283	55	319	54	454	95
2 x Xeon Platinum 8280	28/56	245	8552	417	57	193	84	708	0 ³
2 x AMD Epyc 7601	32/64	191	1350	490	44	250	89	945	288
2 x AMD Epyc 7763	64/128	447	10857	223	88	298	33	298	117
2 x AMD Epyc 9654	96/192	794	20004	176	109	704	19	181	60

Alle Messungen unter Ubuntu Server 22.04.3 LTS¹ Kernel 6.4.11 mit gcc 12.3.0, inklusive Kernelmodulen² max. Transferrate im Test „Stream Triad-like“³ keine Messung

dellen den offenen, also selbst wählbaren Multiplikator für den Basistakt anpreisen oder gleich Leistungswerte mit unter anderem deutlich erhöhtem Speichertakt als Referenz herausgeben.

Dabei gilt wie so oft: Beim Übertakten wagt man sich auf dünnes Eis. Wir haben die beiden Threadripper-CPU's mit DDR5-6400 statt -5200 und schärferen Latenzen durch unsere Server-Benchmarks laufen lassen. Der MLC 3.10 bescheinigte die Verbesserung der Latenz von rund 106 auf 88 ns und eine um 30 Prozent auf 167 GByte/s erhöhte Transferrate im Triad-Like Bandbreiten-Test.

In speicherlastigeren Benchmarks wie y-Cruncher zeigte sich bis zu 20 Prozent Leistungsunterschied bei der Berechnung von 25 Milliarden Pi-Nachkommastellen und 10 Milliarden bei der Lemniskate-Konstante. Tendenziell und wenig überraschend legte der TR 7980X mit 64 Kernen stärker zu als der 32-kernige 7970X, da er die verfügbare Transferrate ja auf doppelt so viele Kerne aufteilen musste.

Im 3D-Rendering mit Blender oder beim Videotranscoding mit Handbrake tat sich allerdings nichts. Die Linux-Kernel-kompilierung mit kcbench wurde sogar etwas langsamer, bis wir RAM und Spannungswandler mit einem zusätzlichen Lüfter kühlen – hier war die Hitze durch den erhöhten Stromdurst der Komponenten sonst über dem Limit und führte zum Drosseln.

Apropos Linux: Bis auf die weiteren beschriebenen Spiele-Benchmarks haben wir unsere Benchmarks dieses Mal hauptsächlich unter Linux durchgeführt und die High-End-CPU's mit ein paar neueren und älteren Server-Prozessoren im Doppelpack verglichen. Wie die Tests zeigen, sind Threadripper 7970X, 7980X und Xeon w9-3495X in vielen Tests durchaus konkurrenzfähig, darunter auch bei der



Intels Xeon w9-3495X passt in die neue Fassung LGA4677, hat acht Speicherkanäle und bringt haufenweise moderne Schnittstellen mit.

Videoumwandlung oder einfachen Renderjobs in Blender.

Unbeabsichtigt übertaktet

Unsere Testmuster, die Threadripper 7970X und 7980X sowie der Xeon w9-3495X lassen sich wie gesagt übertakten. Die beiden AMD-Prozessoren machten das im Test jedoch eher ungewollt. Zunächst fiel uns der hohe Turbotakt auf, der beim 7970X 5,65 GHz auf einem Kern erreichte anstelle der beworbenen 5,3 GHz. Nun sind ein paar Megahertz mehr auch von Ryzen-Prozessoren nicht unbekannt, dort bewegt sich das undokumentierte Plus aber im Rahmen von 50, maximal 100 MHz – beim Threadripper waren es jedoch 350 MHz. AMD konnte auf Nachfrage zunächst auch nicht weiterhelfen.

Am Ende zeigte sich, dass bei den neuen Threadripper-Prozessoren einmaliges Aktivieren von EXPO, also dem Speicher-Übertaktungspaket, oder einer anderen OC-Einstellung ausreicht, damit

dieses erhöhte Limit dauerhaft aktiv ist - AMD will dadurch die Garantie nicht einschränken. Ob das an der Werkseinstellung unseres Asus-Mainboards Pro WS TRX50-Sage WIFI lag oder daran, dass unsere Test-CPU bereits zuvor genutzt wurde, ließ sich nicht abschließend klären. Jedenfalls sind unsere Messwerte daher zwangsweise mit etwas höherem Single-Core-Takt entstanden. Ein JEDEC-konformes Speicherkit mit DDR5-5200 ließ sich zum Testzeitpunkt nicht auftreiben, das von AMD zur Verfügung gestellte lief entweder mit JEDEC-Standard als DDR5-4800 oder im übertakten EXPO-Modus mit DDR5-6400 und schärferen Timings.

High-End, Gaming?

Um die Leistung als Spielekiste zu ermitteln, haben wir dem Xeon und den beiden Threadripper-Prozessoren eine High-End-Grafikkarte vom Typ GeForce RTX 4090 zur Seite gestellt. Stellvertretend haben wir uns mit dem Action-Adventure Shadow of the Tomb Raider und dem Rollenspiel Cyberpunk 2077 zwei Spiele angesehen, die bekannt gut auf CPU-Leistung und nach mehreren Patches auch auf eine Vielzahl von Kernen reagieren.

Damit die Grafikkarte trotz ihres hohen Tempos nicht zum begrenzenden Faktor wird, beschränkten wir uns auf Full-HD-Auflösung, denn je höher die Auflösung, desto stärker der Einfluss der Grafikkarte auf die Bildrate. Beide Spiele liefen mit der Detailstufe Ultra und im Falle von Cyberpunk 2077 auch mit Raytracing, denn die Erzeugung der von der Grafikkarte durchlaufenen „Bounding Volume Hierarchy“ (BVH) kostet ebenfalls einiges an CPU-Leistung.

In beiden Spielen sind sowohl AMD's Threadripper-Prozessoren als auch Intels Xeon locker-flockig mehr als schnell

Plattformen für High-End-Desktop und Workstations

Prozessoren	AMD Threadripper 7000X	AMD Threadripper PRO 7000 WX	Intel Xeon W-2400	Intel Xeon W-3400
Architektur	Zen 4 „Genoa“	Zen 4 „Genoa“	Golden Cove „Sapphire Rapids“	Golden Cove „Sapphire Rapids“
Kerne (Anzahl)	24 bis 64	12 bis 96	6 bis 24	12 bis 56
Takt Basis / Turbo 1C-ST	3,2 / 5,3 GHz	2,5 / 5,3 GHz	2,6 / 4,8 GHz	2,2 / 4,8 GHz
TDP Basis / Turbo max.	350 / k. A. Watt	350 / k. A. Watt	225 / 270 Watt	350 / 420 Watt
Plattform	sTR5	sTR5	LGA4677	LGA4677
Speichertyp	4 × 1 DDR5-5200-RDIMM ECC	8 × 1 DDR5-5200-RDIMM ECC	4 × 2 DDR5-4400-RDIMM ECC	8 × 2 DDR5-4800-RDIMM ECC
Speichermenge (max.)	1 TByte	2 TByte	2 TByte	4 TByte
PCIe-Lanes (max.)	48 × 5.0, 32 × 4.0, 8 × 3.0	128 × 5.0, 8 × 3.0	64 × 5.0; 16 × 4.0, 12 × 3.0	112 × 5.0; 16 × 4.0, 12 × 3.0
SATA 6G (max.)	2 CPU + 4 Chipsatz	4 CPU + 4 Chipsatz	0 CPU + 8 Chipsatz	0 CPU + 8 Chipsatz
USB 3 (max.)	1 × 20 Gbit/s; 8 × 10 Gbit/s	1 × 20 Gbit/s; 8 × 10 Gbit/s	5 × 20 Gbit/s; 10 × 10 Gbit/s, 10 × 5 Gbit/s	5 × 20 Gbit/s; 10 × 10 Gbit/s, 10 × 5 Gbit/s

genug auch für anspruchsvolle Spiele. Die beiden AMD-CPU's 7970X und 7980X legen gegenüber dem Xeon allerdings noch spürbar zu: 17 respektive 27 Prozent schneller sind die beiden in Tomb Raider und erreichen Bildraten jenseits von 220 Bildern pro Sekunde. Dass Spiele-Engine und Grafikkarte noch nicht am Ende der Skalierung sind, zeigen auch die sieben Prozent Vorsprung, die der 7980X auf den 7970X einfährt.

In Cyberpunk 2077 sind die Bildraten zwar auch im Minimum noch über den magischen 60 Bildern pro Sekunde, aber leider nicht so enorm hoch wie in Tomb Raider, sodass viele Spieler sich über mehr Performance durchaus freuen. Knackt der Xeon die 60-fps-Marke im P1-Perzentil nur denkbar knapp und schafft im Durchschnitt 76 fps, sind diese 75 Bilder pro Sekunde mit den Threadripper-Prozessoren schon im P1 möglich, der Durchschnitt liegt bei 85 respektive 87 fps und damit schon ein ganzes Stückchen höher.




Die AMD-Threadripper-7000-CPU's sind für die Fassung sTR5 gedacht. AMD trennt hier zwischen Workstation- und High-End-Desktop-Modellen wie unseren Testmustern.

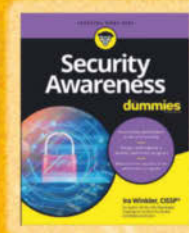
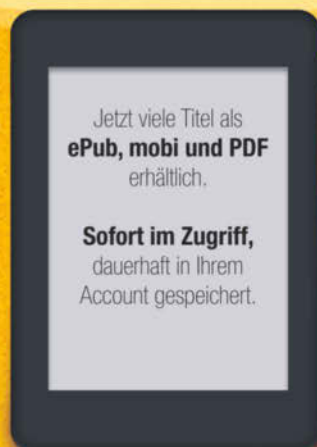
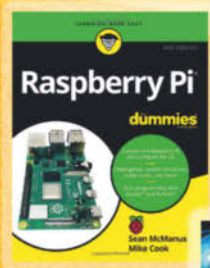
Ein Wermutstropfen bleibt: Die erreichten Bildraten in Spielen schaffen bereits weitaus günstigere Mainstream-Prozessoren mit acht oder mehr Kernen wie zum Beispiel der Ryzen 9 5900X. Spielen kann auf den High-End-CPU's also zwar gut, aber einen Mehrwert können wir nicht attestieren.

Fazit

Leistung bieten sowohl der Xeon als auch die beiden Threadripper-Prozessoren im Überfluss. Die Frage ist eher, welche Arbeitsabläufe von diesem Luxus wirklich profitieren oder ob man die Workstation-Plattformen mit ihren Vorzügen wie enormer Speichermenge oder exorbitant vielen PCIe-Lanes benötigt. Ist einer der beiden letztgenannten Faktoren gegeben, könnte man allenfalls überlegen, ob es sich lohnt, am Prozessor zu sparen und eine Variante mit weniger Kernen einzusetzen. Bei mehreren Beschleunigerkarten, Dutzenden Terabyte SSD-Speicherplatz oder Arbeitsspeicher im vierstelligen GByte-Bereich ist das trotz der hohen CPU-Preise von oft mehreren Tausend Euro ein Tropfen auf den heißen Stein.

Für den High-End-Desktop-Anwender eignet sich der Threadripper ansonsten hauptsächlich als Statussymbol oder als williges Objekt für Übertakter – dann aber mit einer besonders starken Kühlung. (csp@ct.de) 

E-Books im heise Shop



 shop.heise.de/e-books

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 20 € (innerhalb Deutschlands). Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten. E-Books können einem DRM-Schutz unterliegen.

 heise Shop



Kino für die Jackentasche

Videobrillen im Test: Lenovo Legion Glasses und Viture One XR

Videobrillen taugen zwar nicht für Virtual-Reality-Spiele und -Apps, sind aber viel leichter und sehen dezenter aus als Meta Quest, Apple Vision Pro & Co. Filme und Spiele geben sie wieder, als säße man im virtuellen Kinosaal.

Von Stella Maria Risch

Lenovos Legion Glasses und Vitures One XR sind Videobrillen, die dem Nutzer ein großes Display vor die Augen projizieren. Zum Zocken und Filmegucken eignen sie sich besonders. Wenn man sie aufsetzt und einschaltet, ist es um einen herum dunkel. Dadurch scheint es, als säße man im Kino – mit der Viture One auf Knopfdruck sogar in 3D. Die virtuellen Bildschirme erscheinen so groß wie ein 80-Zöller aus 3 Metern Entfernung und sind somit größer als etwa die Displays portabler Spielkonsolen. Außerdem können sie den Nacken entlasten, weil man eine freiere Körperhaltung wählen kann, als wenn man nach unten aufs Handydisplay starrt.

Die mobilen Monitore sind auch unterwegs praktisch, etwa zum Arbeiten in der Bahn. Dann können andere Fahrgäste einem nicht aufs Display gucken und die

E-Mail mitlesen, die man gerade tippt. Wenn man unter der Brille hervorlinst, kann man sie auch nutzen, um über dem Laptopmonitor einen zweiten virtuellen einzublenden und zu erweitern.

Anders als Virtual- und Augmented-Reality-Brillen erfassen die Videobrillen aus unserem Test nicht, wie man den Kopf bewegt. Deshalb kann man den Blick nicht durch virtuelle Welten schweifen lassen. Egal, wohin man sich dreht, eine virtuelle Leinwand schwebt immer vor einem. Positiv bemerkbar macht sich der Verzicht auf die VR-Technik beim Gewicht: Die Viture One wiegt lediglich 115 Gramm, die Legion Glasses lediglich 139 Gramm, während zum Beispiel die Meta Quest 3 auf 515 Gramm kommt.

Für PC, Smartphone oder Spielkonsole

Um loszulegen, schließt man die Brille via USB-C zum Beispiel ans Smartphone, Notebook oder eine Spielkonsole an. Übers USB-Kabel wird sie dann mit Strom versorgt. Das Bildsignal kommt über dasselbe Kabel, das Zuspieldgerät muss aber DisplayPort unterstützen.

Im Zusammenspiel mit Windows-Notebooks hatten wir im Test keine Probleme. Am MacBook zeigten beide Brillen das Phänomen, dass Knöpfe im Spiel Civilization 6 an anderer Stelle positioniert waren als eingeblendet. Wie man es von externen Monitoren gewohnt ist, kann man das Monitorbild auf die Brille spie-

geln oder diese als weiteren Bildschirm an einer Seite des Laptopmonitors andocken.

Am Android-Smartphone zeigen die Brillen den Displayinhalt zunächst hochkant an. Wenn man ein Video im Vollbildmodus kippt, wird es quer abgespielt. Mobile Spiele bereiten nicht viel Freude, weil man durch die Brille die Position des Fingers auf dem Display nicht im Auge hat und nicht weiß, wohin man tippt. An einem iPhone 15 mit USB-C-Anschluss liefen die Brillen ebenfalls ohne Probleme.

Für iPhones mit Lightning-Buchse hat Viture einen HDMI-Adapter im Sortiment (rund 90 Euro), zusätzlich benötigt man einen Lightning-auf-HDMI-Adapter. Für den Anschluss an Nintendos Switch-Konsole gibt es ein Dock (rund 140 Euro). Das benötigt die Switch für die Weitergabe des Bildes, obwohl sie einen USB-C-Anschluss besitzt. Wir konnten das teure Zubehör auch mit dem Dock der Switch und einem günstigen Adapter ersetzen.

Die Displays

In beiden Brillen stecken je zwei Mikro-OLED-Displays mit 1080p und 60 fps, eins für jedes Auge. Die Displays machten auf uns einen guten Eindruck, uns fiel bei beiden Brillen lediglich ein leichter Gelbstich auf. Einzelne Pixel sind nicht zu erkennen. In unserem Test schnitten beide so ähnlich ab, dass wir vermuten, dass beide Hersteller dieselbe Komponente einbauen.

Die Optiken der beiden Brillen unterscheiden sich hingegen stark. Die der

Viture One macht einen hochwertigen Eindruck. Ihre sogenannte „Birdbath“-Optik spiegelt von den oben eingebauten Displays nach unten ins Sichtfeld. In der Bildmitte befindet sich ein leicht rötlicher, hellerer Bereich. Insgesamt wirkt das Bild heller als das der Lenovo-Brille. Die Bildschärfe nimmt zum Rand leicht ab.

Lenovos Brille ist mit optischen Linsen ausgestattet, die an ein Bierglas erinnern, allerdings aus Kunststoff. Wenn man die Brille aufsetzt, fällt innerhalb von Sekunden auf: Das Bild wird zu den Rändern hin deutlich unscharf. Außerdem ist es an den Rändern blau umrahmt. Die Ränder des virtuellen Bildschirms verlaufen auch nicht viereckig gerade, sondern erinnern an die ausgebeulte Form eines Kopfkissens. Diese Form haben wir bei der Viture-Brille weniger stark gesehen. Text lesen kann man auf beiden Brillen gut, nur möchte man Text auf Lenovos Brille in den inneren beiden Vierteln belassen.

Wir haben beide Brillen mit einem Handspektralradiometer, dem UPRTek MK550T, getestet. Der Farbwiedergabeindex der Viture One lag bei 85,6, ein guter Wert. Die Legion Glasses erreichte 78,3.

Die Viture One besitzt zusätzlich außen ein bistabil beschichtetes Brillenglas, das auf Knopfdruck abdunkelt oder aufhellt. So kann man leichter durch die Brille gucken und nimmt seine Umwelt besser wahr. Wer richtig abdunkeln möchte, setzt die passende Kappe (rund 8 Euro) auf die Gläser.

Beide Brillen haben im Bügel über den Ohren Schlitz, in denen auf kleinem Raum Lautsprecher verstaut sind. Der Klang der Lenovo-Brille ist recht blechern. Viture klingt etwas besser – Audioenthusiasten wird das aber nicht genügen. Die sollten stattdessen kabellose In-Ear-Kopfhörer verwenden. Die strahlen auch weniger Schall in die Umgebung ab – bei den eingebauten Lautsprechern kann beispielsweise ein Sitznachbar im ICE mithören.

Auf Knopfdruck spielt die Viture One sogenannte „Full Side by Side“-3D-Filme ab. Das bedeutet, dass in dem Modus jedes der beiden Displays ein eigenes 4K-Video für das rechte beziehungsweise linke Auge anzeigt. Das führt zu einem überzeugenden 3D-Effekt.

Hardware im Halsband

Viture hat neben dem iPhone-Adapter und dem Switch-Dock ein „Neckband“ getauftes Zusatzgerät im Sortiment; auch das haben wir uns genauer angeschaut. Dabei



Lenovo Legion Glasses

Bei Lenovos Legion Glasses scheint die Optik weniger ausgereift als bei der Viture One, denn von der Bildmitte her nimmt die Schärfe merkbar ab. Außerdem ist ihr USB-C-Kabel nicht abnehmbar. Die Brille selbst hat einen Blaulichtmodus. Zwischen den Augenbrauen befindet sich ein Sensor. Er erkennt, wenn die Brille abgenommen wird, und schaltet das Display aus. Das kann man je nach Präferenz praktisch oder störend finden, wenn man die Brille nur kurz auf das Haupt schiebt, um mit jemandem zu sprechen.

Die Brille wird mit zwei weiteren Nasenpads und Gummiteilen geliefert, um den Sitz an den eigenen Kopf anzupassen. Für die Brille gibt es zwar keine smarten Accessoires, dafür erschien in Lenovos Legion-Reihe eine Handheld-Konsole, mit der die Brille kompatibel ist.

- 🟢 getrennte Tasten
- 🔴 Bildränder unscharf
- 🔴 Brillenträger brauchen Extra-Gläser

Preis: 499 Euro

handelt es sich im Prinzip um einen akkubetriebenen Streamingplayer in Form eines Halsbandes. Er läuft auf Android 11 mit dem Sicherheits-Patch von Ende 2021.

Das rund 180 teure Halsband kann neben Videos der üblichen Streamingdienste auch Spiele vom PC oder einer Konsole via WLAN streamen. Es verbindet sich über Bluetooth etwa mit Maus und Tastatur.

Das Halsband kann die Größe des Bildschirms anpassen: So kann er im Sichtfeld kleiner werden und nach unten rutschen, wie bei einer Bild-in-Bild-Funktion – besonders praktisch, wenn man die Brille



Viture One XR

Die Viture One XR erinnert an eine klassische Sonnenbrille. Das USB-Kabel ist magnetisch und lässt sich dadurch leicht lösen und wieder einstecken – das ist beim Tragen und Verstauen sehr angenehm. Insgesamt fühlt sie sich gut an und macht einen wertigen Eindruck: Die Gelenke sind nicht scharfkantig und die Brillengestell-Enden abgerundet. Haare bleiben auch nur selten hängen. Wer kurzsichtig ist, kann 0 bis -5 Dioptrien direkt an der Brille einstellen.

Viture bietet weitere Produkte um die Brille herum an. Nutzer können gegen einen Aufpreis ihr iPhone mit dem sogenannten „Adapter for iPhone“ produktiver einsetzen, mit dem „Neckband“ Serien streamen, bequem in einem anderen Zimmer zocken, in dem der Gaming-PC nicht steht, oder mit dem „Mobile Dock“ den kleinen Nintendo-Switch-Bildschirm ersetzen.

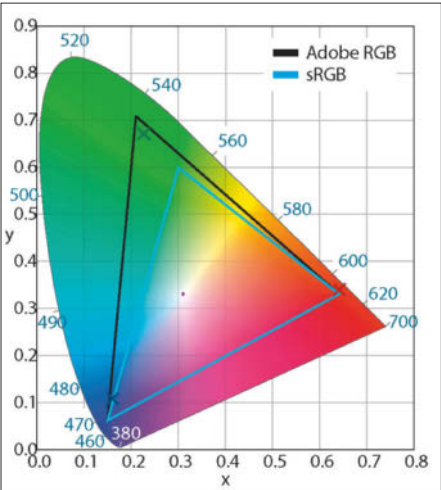
Viture versendet aus den USA nach Deutschland, sodass zum Preis der Brille noch rund 20 Euro Versandkosten sowie 19 Prozent Einfuhrumsatzsteuer hinzukommen.

- 🟢 angenehmes Tragegefühl
- 🟢 gutes Bild
- 🔴 Versand nur aus den USA

Preis: ca. 400 Euro (plus Steuer und Versand)

le auf Durchsicht stellt, um seine Umwelt zu beobachten.

Einige Apps wie Netflix, Amazon Video oder Hulu sind unter dem Reiter „Laden“ bereits installiert. Wer etwas Bestimmtes vermisst, kann in Googles Play Store nachlegen oder sich eine APK-Datei besorgen und über den USB-C-Anschluss aufspielen. Das Halsband meldet sich am Computer nämlich im Massenspeichermodus an. Als Apps haben wir Jellyfin und Firefox installiert. Wer eine Maus anschließt, kann angenehm im Browser navigieren. Neben Apps kann man darüber auch Videodateien überspielen. Unser Testgerät hatte insge-



Wie die Grafik zeigt, decken die Displays in der Viture One XR fast den kompletten Adobe-RGB-Farbraum ab. Die Lenovo-Brille zeigte sich nur im grünen Bereich ein wenig schwächer.

samt 117 GByte Speicher, wovon wir 104 GByte noch bespielen konnten.

Wenn man Steam auf einem PC sowie die App Steamlink auf dem Halsband öffnet, schlägt die App eine Verbindung zwischen den beiden vor. Über das Halsband kann man dann Spiele oder andere Programme steuern. Das Spiel Super Meat Boy lief flüssig. Mit einem Controller konnten wir angenehm aus dem Nebenraum spielen, ohne störende Latenzen. Im Spiel Civilization 6 lief das Bild ebenfalls flüssig, allerdings ruckelte der Mauszeiger in der Bewegung deutlich, wenn wir die Maus über Bluetooth mit dem Halsband koppelten. Die Apps Remote Play für Xbox und PSPlay für PS4 und 5 sind ebenfalls auf dem Halsband installiert.

Brille und Halsband entwickeln im Betrieb Wärme. Die Stellen sind allerdings so positioniert, dass sie auf der Haut nicht stören. Dafür lüftet das Halsband hörbar. Wer die Lüftung runterregelt und gleichzeitig einen Film schaut, kann die Geräusche aber ignorieren.



Viture One mit Halsband fürs Streamen von Filmen und Spielen.

Die Viture-Brille benötigte im Test beim Schauen eines Antarktis-Filmes mit hellster Einstellung im Schnitt 930 mA. Das heißt: Mit einem typischen Smartphone kann man etwa drei bis vier Stunden auf der Brille Videos schauen, bei niedrigerer Helligkeit etwas länger. Lenovos Brille verbrauchte in unserem Test im Durchschnitt 100 mA mehr. Der 3280-mAh-Akku von Vitures Streaming-Halsband hielt im Test zweieinhalb Stunden durch, während wir den Antarktis-Film auf der angeschlossenen Brille abspielten. Zum Laden von 0 auf 80 Prozent brauchte das Halsband anderthalb Stunden.

Beide Brillen saßen auf den Köpfen unserer Probanden unterschiedlich gut: Manchen passten sie gut, anderen war das Gestell zu eng anliegend. Die Gelenke sind immerhin flexibel, dadurch sitzen die Brillen sicher und fallen nicht herunter.

Um das Display möglichst scharf zu bekommen, muss man die Brillen sehr exakt positionieren, ganz besonders die Lenovo-Brille. Sie drückt nach einer Weile leicht am Kopf. Die Viture-Brille sitzt auf Dauer etwas angenehmer. Ihre Gelenke und Enden sind außerdem abgerundet, sodass man sich an ihr nicht so leicht einklemmt und Haare ausreißt wie mit den Legion Glasses.

Beide Brillen bieten nur wenige, mehrfach belegte Knöpfe. Lenovos Legion-Brille hat an jeder Seite zwei: zum Einstellen der Helligkeit und der Lautstärke sowie zum Ein- und Ausschalten des Bildschirms und des Blaulichtmodus. Wer den Bildschirm nicht per Knopfdruck deaktivieren möchte, kann die Brille dank eines eingebauten Sensors einfach absetzen. Die Viture-Brille hat nur eine Wippe und einen weiteren Knopf. Mit ihm schaltet man die Funktionen auf der Wippe durch: von Helligkeit über Lautstärkeinstellungen bis zum neuen Positionieren des Bildschirms. Der sichtdurchlässige elektrochrome Film und die 3D-Funktion werden darüber auch gesteuert.

Fazit

Beide Brillen sind deutlich leichter als VR-Brillen. Unterwegs taugen sie als externe, private Bildschirme, auf die man nicht wie auf ein Handy von oben herabblicken und seinen Nacken belasten muss. Anfangs braucht man ein wenig Zeit, um den Sitz zu optimieren, aber im Test konnten wir beide Modelle ein bis zwei Stunden ohne Beschwerden tragen.

Lenovos Brille zeigt die Bildränder unscharf an. Wenn man Text lesen möchte,



Die Viture One (rechts) hat Rädchen, um Dioptrien ohne Zusatzgerät direkt einzustellen. Ihre Gelenke sind auch weniger scharfkantig.

kann man den aber mittig ausrichten. Bei YouTube-Videos dürfte das Problem vielen Menschen weniger auffallen, für Film-Aficionados ist die Brille aber nichts. Vitures Brille bietet ein schärferes Bild und liegt besonders angenehm in der Hand und auf der Nase. Zu ihr gibt es Zusatzgeräte, falls man sich nach mehr Funktionen sehnt.

Ob man mit den Brillen Filme schauen mag, ist letztlich Geschmackssache. Herkömmliche OLED-Fernseher bieten ein tolles Bild, können aber kaum mit auf Reisen kommen. Manche Beamer kann man zwar mitnehmen, dafür ist ihr Bild manchmal nicht so hell und der Lüfter nicht so leise, wie man es gerne hätte. Wenn der Bildschirm in die Tasche passen soll und man nur allein schaut, kann man auf eine Videobrille zurückgreifen. Sie verbreiten immerhin etwas Kino-Feeling, Vitures Brille sogar in 3D.

(stri@ct.de) ct

Videobrillen

Modell	Legion Glasses	One XR Glasses
Hersteller, URL	Lenovo, lenovo.com/de	Viture, viture.com
Displayart, Auflösung pro Auge, Bildwiederholrate	Mikro-OLED, 1080p, 60 fps	Mikro-OLED, 1080p, 60 fps
Sehstärkeanpassung	Beiliegende Vorlage für Korrekturgläser	0 bis -5 Dioptrien, Rahmen für Korrekturgläser
Augenabstand	k.a.	57,5-69,5 mm
Farbtemperatur	4029 Kelvin	5773 Kelvin
Maße (L x B x H)	150 mm x 49 mm x 75,4 mm	163 mm x 49 mm x 55 mm
Gewicht	139 g	115 g
Kabellänge	1,19 m	1,16 m
Bewertung		
Bildeindruck	○	⊕
Klangeindruck	⊖	○
Bedienung / Ausstattung	⊕ / ○	⊕ / ⊕
Preis UVP / Straße	499 € / 430 €	ca. 400 € / ca. 355 € (plus Versandkosten und Einfuhrumsatzsteuer)
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ sehr schlecht k. A. keine Angabe		



Qualifizieren Sie Ihre Fachkräfte für die Zukunft der IT

Mit Ihrem Partner für digitale IT-Weiterbildung

**JETZT
KOSTENLOS
TESTEN**

Die Zukunft des Lernens ist digital

Mit dem academy Pass nehmen Ihre IT-Fachkräfte ihre Weiterbildung selbst in die Hand und entscheiden individuell und im eigenen Tempo, wie, was und wo sie lernen möchten.

Stetig wachsendes Kursangebot

100 digitale Webinare, über 100 Videokurse und viele Features wie Notizen, Transkript und Übungsaufgaben ermöglichen ein interaktives und nachhaltiges Lernen.

Themen von heute und morgen

Stetig wachsende Kursbibliothek mit berufsrelevanten und praxisnahen Lernangeboten aus den Bereichen Softwareentwicklung, Webtechnologie, IT-Security und vielem mehr.

Weitere Vorteile:

- Einfache Angebotsabwicklung
- Volle Kostenkontrolle durch individuelle Gruppenlizenzen
- Teilnahmebescheinigungen

Jetzt 30-Tage-Test für Ihr Team anfragen:
heise-academy.de/academy-pass





Sorgenfrei online

Prepaid-Mobilfunktarife mit voller Kostenkontrolle

Mit Prepaid-SIMs sind böse Überraschungen bei den Kosten ausgeschlossen. Die Provider bieten für das gleiche Geld Jahr für Jahr mehr Datenvolumen und bessere Leistungen. Ein Vergleich ist auch für Bestandskunden interessant, die mit ihrem Prepaid-Vertrag jederzeit in günstigere oder leistungsstärkere Tarife wechseln können.

Von Urs Mansmann

Bei Prepaidtarifen bekommt man immer mehr fürs Geld. Typisch sind aktuell fünf bis sechs Gigabyte Datenvolumen für 8 bis 10 Euro im Monat und eine Telefonie-

Flatrate gibts noch obendrauf. Das ist keine neue Entwicklung, seit 2016 hat sich das Datenvolumen pro Euro glatt verzehnfacht und es sieht nicht so aus, als ob diese Dynamik irgendwann gebrochen würde.

In den zurückliegenden Jahren hat sich das Datenvolumen nicht nur bezogen auf die Tarifkosten, sondern auch pro Mobilfunkanschluss im gleichen Maß erhöht. Statt Fotos werden in sozialen Medien und Messengern immer öfter Videos verschickt und die gestiegene Auflösung der Kameras erhöht die Datenmenge weiter. Verschoß man früher große Up- und Downloads mit dem Handy so lange, bis man sie in einem kostenfreiem WLAN erledigen konnte, werden Videos heute per Instagram und TikTok ganz selbstverständlich auch unterwegs und damit übers Mobilfunknetz konsumiert und hochgeladen.

Andere Länder sind in dieser Entwicklung schon weiter: In Österreich ver-

braucht jeder Mobilfunknutzer viermal so viele Datenvolumen wie in Deutschland, in Finnland sogar das Sechsfache. Es ist vermutlich kein Zufall, dass in diesen beiden Ländern Mobilfunkverträge viel günstiger als in Deutschland sind.

Günstige Preise, aber nicht im EU-Vergleich

Die Prepaidangebote decken das untere Preissegment ab. Für typischerweise bis zu 20 Euro im Monat bekommt der Kunde bis zu zehn Gigabyte Datenvolumen. Die meisten Laufzeitverträge mit diesen Parametern sind deutlich teurer, bieten aber auch in vielen Fällen mehr Leistungen wie eine Multi-SIM für zusätzliche Geräte.

Viel Volumen mit Prepaidvertrag bieten nur wenige Marken – der ist dann aber teurer als so mancher Laufzeitvertrag. Vodafone und Telekom bieten gegen Vorkasse sogar echte Flatrates an, aber auch

diese kosten deutlich mehr als in der Laufzeitvariante.

Kunden mit schlechter Kreditauskunft bekommen oft keine Laufzeitverträge oder müssen bei vielen Anbietern nachfragen, bevor sie einen solchen Vertrag schließen können. Bei Prepaidtarifen wird die Kreditwürdigkeit meist nicht geprüft außer bei Angeboten, die ihre Kunden dazu zwingen, am SEPA-Lastschriftverfahren teilzunehmen. Hier kann es tatsächlich passieren, dass ein Prepaidkunde abgelehnt wird, denn Lastschriften kann man jederzeit zurückgeben, und wenn dann das Guthaben bereits verbraucht ist, bleibt der Anbieter auf seinen Kosten sitzen.

Anonym sind Prepaidkarten schon seit vielen Jahren nicht mehr. Vor der Aktivierung muss man eine Identifizierung durchlaufen. Oft passiert das per Video oder über einen Dienstleister in einer Filiale oder an der Haustür. Viele Provider bieten aber inzwischen alternativ die Registrierung mit dem elektronischen Personalausweis an, die im Handumdrehen erledigt ist. NFC-fähige Handys lassen sich mittels der AusweisApp oder der App von Postident als Lesegeräte nutzen, man benötigt lediglich die PIN für die Ausweisfunktion. Wer die vergessen hat, kann sie kostenlos per Post anfordern.

Angebote für alle Netze

Prepaidangebote gibt es für drei Mobilfunknetze: O2, Telekom und Vodafone. Lediglich für das Netz von 1&1, das bislang nur punktuell verfügbar ist, gibt es keins. Tendenziell sind Angebote im O2-Netz die günstigsten, dafür wird dem Netz bei Tests regelmäßig eine eher mäßige Abdeckung bescheinigt, auch wenn der Rückstand auf die beiden Mitbewerber in den vergangenen Jahren kleiner geworden ist.

Welcher der Netzbetreiber die beste Wahl ist, hängt von der Region ab. In Großstädten ist der Unterschied marginal, auf dem Land hingegen haben oft Telekom und Vodafone die Nase vorn, aber längst nicht immer. Wer viel an wechselnden Orten unterwegs ist, fährt unterm Strich mit dem Netz der Telekom am besten, gefolgt von Vodafone und O2.

Immer mehr Prepaidtarife in allen Netzen bieten den Zugang zum 5G-Netz an. Die Anbieter werben auch groß mit dem Schlagwort 5G. Taucht es nicht auf, handelt es sich stets um LTE-Angebote. Das 5G-Netz ist nur dort verfügbar, wo es auch 4G gibt, deshalb ist die Abdeckung

nicht besser, wohl aber bietet das modernere Netz Vorteile bei Latenz, Datendurchsatz und Stabilität, wenn etwa bei Massenveranstaltungen die Mobilfunkzelle stark ausgelastet ist.

Bei vielen Tarifen ist die technisch mögliche Datenrate von 200 bis 500 Mbit/s deutlich gedrosselt, oft auf 25 oder 50 Mbit/s. In der Praxis ist dieser Unterschied gar nicht so groß, wie man vermuten könnte. Die wenigsten Mobilanwendungen werden spürbar langsamer, wenn man die Datenrate darauf beschränkt. Außerdem sind die beworbenen Maximalraten in der Praxis fast nie zu erreichen. Ist in einer Mobilfunkzelle viel los, kann die Datenrate auch mal deutlich unter 25 Mbit/s fallen – das bemerkt jedoch kaum ein Kunde.

Die „Weitersurfgarantie“

In der Praxis viel wichtiger ist, was passiert, wenn das bezahlte Volumen aufgebraucht ist. Bislang drosselten alle Betreiber den Zugang auf 16 bis 64 kbit/s und damit praktisch zur Unbrauchbarkeit. Bei einer derart geringen Datenrate wähen sich viele Smartphone-Apps offline, weil die Antworten auf Serveranfragen viel zu lange dauern. Die Übertragung von Bilddateien oder gar Videos ist damit gar nicht mehr möglich.

O2 hat nun als erster Anbieter diese Grenze hochgesetzt. In den Prepaidtarifen mit vierwöchentlicher Abrechnung gibt es die „Weitersurfgarantie“. Hat man das gebuchte Datenvolumen vorzeitig verbraucht, erhält man immer noch 384 kbit/s. Das reicht für alle gängigen Anwendungen außer für hochauflösende Videos. O2 verspricht, damit lasse sich problemlos „chatten und Musik streamen“. Das ist im Großen und Ganzen korrekt, auch wenn die eine oder andere App über einen derart gedrosselten Zugang länger als gewohnt brauchen wird, um Daten zu laden.

Bislang waren Kunden gezwungen, Volumen teuer nachzukaufen, wenn das gebuchte nicht die ganzen vier Wochen reichte. Dabei nutzen die Anbieter die Notlage des Kunden aus und bieten den Nachschlag zu einem viel höheren Preis pro Gigabyte an als im Grundtarif. O2-Kunden hingegen haben nun die Wahl: Sie können bis zum Ende des Abrechnungszeitraums langsamer surfen, die Basisfunktionalität des Internetzugangs bleibt aber erhalten.

Die Anbieter melken ihre Prepaidkunden öfter als Vertragskunden. So werden Prepaidtarife grundsätzlich pro vier Wo-

ct kompakt

- Bei Prepaidtarifen kann man die Kosten gut kontrollieren, wenn man auf die automatische Aufladung verzichtet.
- Bis 10 Gigabyte im Monat sind sie meist günstiger als Laufzeittarife.
- Neu am Markt ist die „Weitersurfgarantie“ von O2 mit 384 kbit/s, wenn das Datenvolumen aufgebraucht ist.

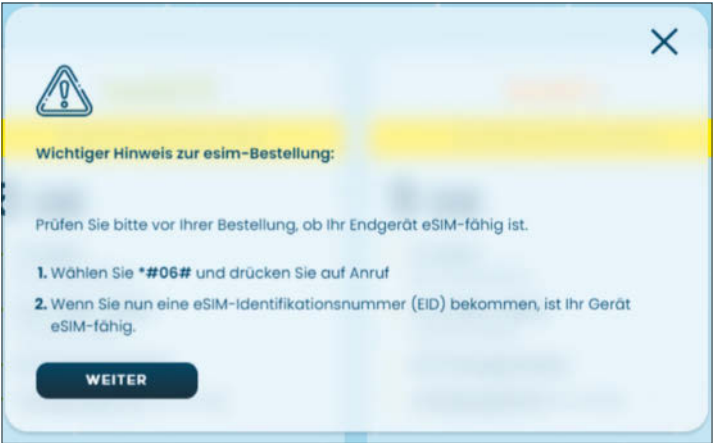
chen abgerechnet, ins Jahr passen also 13 Abrechnungseinheiten und nicht 12 wie bei klassischen Laufzeitverträgen. Eine Multi-SIM, mit der sich eine Rufnummer auf mehreren Geräten nutzen lässt, gibt es bei Prepaidverträgen grundsätzlich nicht. Und wer eine Rechnung über Guthabenaufloadungen oder den Verbrauch haben will, die das Finanzamt anerkennt, findet diese in vielen Fällen nicht selbstverständlich jeden Monat in seinem E-Mail-Fach, sondern muss sie bei vielen Anbietern extra anfordern.

Guthaben aufladen

Dafür stimmt der Service, wenn es ans Kassieren geht: Guthaben auf eine Prepaidkarte aufzubuchen ist eine leichte Übung. Das geht immer noch am Kiosk und im Supermarkt, den Aufladecode gibt es inzwischen in der Regel auf dem Kassenzettel und nicht mehr wie früher auf Rubbelkarten.

Komfortabler geht das Auffüllen des Prepaidkontos online über das Kundencenter oder die App. Wer dort Zahlungsdaten von Bankkonto oder Kreditkarte hinterlegt, kann das Aufladen auch per SMS oder App anstoßen. Überweisen kann man Guthaben auf Prepaidkonten im O2- und Vodafone-Netz (siehe ct.de/ydd3). Vorsicht sollte man allerdings bei automatischen Aufladungen walten lassen, denn damit hebt man die Kostenkontrolle aus. Zwar ist es praktisch, wenn man sich gar nicht mehr um den Kontostand kümmern muss, allerdings birgt das auch die Gefahr, dass immer wieder unbemerkt Geld abgebucht wird, beispielsweise von Abzockern per WAP-Billing (siehe ct.de/ydd3).

Auch Tarifoptionen können unbemerkt Kosten verursachen, wenn man beispielsweise versehentlich einen monatlichen Datenvolumennachschlag gebucht



Die meisten Anbieter haben auch für ihre Prepaidkunden inzwischen eSIMs im Angebot.

Ganz leerlaufen lassen sollte man das Prepaidkonto allerdings nicht. Hat man nicht genügend Guthaben und ein Optionstarif kann deswegen nicht erneut gebucht werden, dann gelten die Basiskonditionen. Bei einigen Tarifen wird die Internetverbindung dann gekappt, bei anderen läuft sie zum Normalpreis weiter, und der liegt bei 290 Euro pro Gigabyte bei Lebara und Ay Yildiz, die das mit einer Preisangabe von 29 Cent pro Megabyte kaschieren. Mit 240 Euro pro Gigabyte nicht viel günstiger sind Alditalk, Blau, Fonice, Nettokom und Tchibo, alles Anbieter im O2-Netz. Smartmobil und Discotel verlangen vergleichsweise bescheidene 60 Euro, Vodafone 30, Ein eventuelles Restguthaben ist dann sehr zügig aufgebraucht, und im Anschluss geht gar nichts mehr. Alle anderen Anbieter, vor allem im

hat statt eines einmaligen oder vergessen hat, eine nicht mehr benötigte kostenpflichtige Tarifoption zu kündigen. Bucht man Guthaben nur manuell, fällt so etwas

eher auf. Man sollte von Zeit zu Zeit prüfen, welche Kosten tatsächlich das Guthaben abschmelzen lassen und ob der aktuelle Tarif noch zeitgemäß ist.

Prepaidtarife für Smartphones (O2-Netz)

Anbieter	Aldi Talk	Ay Yildiz	Blau	Discotel	Fonice
Tarif	Basistarif	Aystar	Prepaid	LTE Prepaid 6 Cent	Classic / Smart
URL	alditalk.de	ayyildiz.de	blau.de	discotel.de	fonice.de
Netz	O2	O2	O2	O2	O2
Grundkonditionen					
max. Datenrate Download / Upload, beste Zugangstechnik	50 / 25 Mbit/s, LTE (25 / 10 Mbit/s, LTE für Datenoptionen)	50 / 25 Mbit/s, LTE (25 / 10 Mbit/s, LTE für Datenoptionen)	33 / 11,2 Mbit/s, LTE	21,6 / 11,2 (50 / 32 Mbit/s ab 6 GByte/28 Tage), LTE	25 / 10 Mbit/s, LTE
Datenrate gedrosselt Download / Upload	64 / 64 kbit/s	64 / 64 kbit/s	64 / 64 kbit/s	32 / 32 kbit/s	64 / 64 kbit/s
Preis Telefonminute / SMS	11 / 11 ct	15 / 15 ct	9 / 9 ct	6 / 6 ct	9 / 9 ct
Preis Telefonminute / SMS anbieterintern	3 / 3 ct	9 / 9 ct	9 / 9 ct	6 / 6 ct	9 / 9 ct
Grundpreis Abfrage Mailbox	kostenlos	kostenlos	kostenlos	6 ct/Min.	kostenlos
Grundpreis Daten	24 ct/MByte	29 ct/MByte	24 ct/MByte	6 ct/MByte	24 ct/MByte
eSIM verfügbar	✓	✓	✓	✓ (14,95 € einmalig)	–
Optionen und Erweiterungen					
fest zubuchbare reine Datenoptionen oder -pakete	2 GByte, 4,99 €/28 Tage	2,5 GByte, 4,99 €/28 Tage	0,3 GByte, 2,49 €/28 Tage	1 GByte, 3,95 €/28 Tage	–
	5 GByte, 9,99 €/28 Tage	11 GByte, 12,49 €/28 Tage	1 GByte, 3,99 €/28 Tage	3 GByte, 6,95 €/28 Tage	
	10 GByte, 14,99 €/28 Tage	30 GByte, 22,49 €/28 Tage	3 GByte, 6,99 €/28 Tage	5 GByte, 9,95 €/28 Tage	
		60 GByte, 32,49 €/28 Tage	5 GByte, 9,99 €/28 Tage	10 GByte, 14,95 €/28 Tage	
fest zubuchbare Kombipakete aus Daten und Telefonie/SMS	6 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 8,99 €/28 Tage	9 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 7,49 €/28 Tage	5 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 8,99 €/28 Tage	1 GByte, 100 Min. oder SMS, 4,95 €/28 Tage	6 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 10,99 €/28 Tage
	12 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 14,99 €/28 Tage	18 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 17,49 €/28 Tage	10 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 13,99 €/28 Tage	3 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 7,95 €/28 Tage	12 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 16,99 €/28 Tage
	20 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 19,99 €/28 Tage	48 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 22,49 €/28 Tage	15 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 18,99 €/28 Tage	6 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 12,95 €/28 Tage	20 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 21,99 €/28 Tage
		54 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 39,99 €/28 Tage		12 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 17,95 €/28 Tage	
Tagestarife	1 / 10 GByte, 1,99 € / 3,99 € / 24 Stunden	10 / 20 GByte, 4,99 € / 7,49 € / 24 Stunden	10 GByte, 5,99 € / 24 Stunden	–	0,5 GByte, 1,99 € / Kalender-tag ²
Schweiz im Roaming zum EU-Tarif abgerechnet	–	–	–	–	–
Kosten					
einmalige Kosten	9,99 €	7,49-9,99 €	9,99-19,99 €	9,95-17,95 €	9,99 €
Startguthaben	10 €	0-10 €	10-20 €	10-18 €	10,99-21,99 €
mögliche Zahlungsmittel bei Onlinebestellung	PayPal, Visa, Mastercard, Amex, Apple Pay, Google Pay, SEPA-Lastschrift, Rechnung	PayPal, Visa, Mastercard, Amex	SEPA-Lastschriftmandat erforderlich	SEPA-Lastschriftmandat erforderlich	SEPA-Lastschriftmandat erforderlich

¹ zzgl. 25 ct pro Telefonat ² max. 20 €/Kalendermonat ✓ vorhanden – nicht vorhanden

Telekom-Netz, sperren den Zugang komplett, wenn kein Optionstarif gebucht wurde.

Teure Datentarife

Die Provider bewerben vor allem Kombi-tarife mit Telefonie-Flatrate und Datenvolumen. Es gibt aber bei vielen Anbietern, oft ein wenig versteckt, auch reine Datentarife ohne Telefonie-Flat, die sind aber in vielen Fällen teurer als das vergleichbare Kombiprodukt. So kostet beispielsweise bei Nettokom ein reiner LTE-Datentarif mit 5 Gigabyte 9,99 Euro in vier Wochen. Der vergleichbare Kombitarif mit 6 Gigabyte Datenvolumen, einer Telefonflat und 5G ist einen Euro günstiger. Davon betroffen sind nicht nur die Tarife vieler Discounter inklusive Aldi, sondern auch der Netzbetreiber Vodafone und Te-

lekom selbst. Kombi- und Datentarife werden auf den Webseiten der Anbieter oft getrennt aufgeführt, was den Vergleich erschwert. Auch wenn Sie nur einen Datentarif benötigen, fahren Sie mit einer Kombi in vielen Fällen günstiger.

Wer nur ab und zu eine Datenverbindung benötigt, aber dann mit richtig viel Datenvolumen, etwa auf Geschäftsreisen oder an Wochenenden im Ferienhaus, sollte darauf achten, dass es für den Tarif eine Tages-Flatrate gibt. Für typischerweise 7 Euro kann man dann 24 Stunden lang unbegrenzt surfen und streamen. Solche Angebote findet man bei der Telekom, bei Vodafone und bei Edeka Smart. Die anderen Anbieter haben nur fünf oder zehn Gigabyte extra im Programm, was für einen Streamingabend in hoher Qualität schon zu wenig ist.

Günstig sind alle Tarife auch im EU-Roaming, das außer den EU-Ländern auch Norwegen, Island und Liechtenstein umfasst, nicht aber die Schweiz. Wer an der Schweizer Grenze unterwegs ist, etwa am Hochrhein, am Bodensee, am Lago Maggiore oder dem Luganersee, muss aufpassen, dass sich das Smartphone nicht unbemerkt ins Schweizer Netz einbucht und Kosten verursacht. Nur bei Prepaidangeboten im Telekom-Netz ist die Datennutzung in der Schweiz kostenlos, abgehende und ankommende Telefonate werden aber auch bei diesen Angeboten mit saftigen Minutenpreisen berechnet. Tariftechnisch fällt die Schweiz üblicherweise in die Gruppe sonstiger europäischer Länder mit beispielsweise Bosnien-Herzegowina, Serbien, der Ukraine oder der Türkei.

Lebara	Nettokom	O2	Smartmobil	Tchibo Mobil	WhatsApp SIM
Hello Prepaid	Basic	Prepaid	Flat	Prepaid-Tarif	Basis-Tarif
lebara.de	nettokom.de	o2-freikarte.de	smartmobil.de	tchibo.de	whatsappsim.de
O2	O2	O2	O2	O2	O2
25 / 10 Mbit/s, LTE	50 / 25 Mbit/s, 5G	300 / 50 Mbit/s, 5G	21,6 / 11,2 (50 / 32 Mbit/s ab 6 GByte/28 Tage), LTE	25 / 10 Mbit/s, LTE	25 / 10 Mbit/s LTE
64 / 64 kbit/s	64 / 64 kbit/s	384 / 384 kbit/s	32 / 32 kbit/s	64 / 64 kbit/s	64 / 64 kbit/s
9 ^h / 19 ct	9 / 9 ct	9 / 9 ct	6 / 6 ct	9 / 9 ct	9 / 9 ct
9 ^h / 19 ct	9 / 9 ct	9 / 9 ct	6 / 6 ct	9 / 9 ct	9 / 9 ct
9 ct ^h /Min.	kostenlos	9 ct/Min.	6 ct/Min.	kostenlos	kostenlos
29 ct/MByte	24 ct/MByte	0,03 GByte, 0,99 €/Tag	6 ct/MByte	24 ct/MByte	kostenlos, 32 kbit/s ohne Tarifoption
✓	–	–	✓ (14,95 € einmalig)	–	–
–	2 GByte, 4,99 €/28 Tage	–	1 GByte, 3,95 €/28 Tage	1 GByte, 4,99 €/28 Tage	–
–	5 GByte, 9,99 €/28 Tage	–	3 GByte, 6,95 €/28 Tage	4 GByte, 9,99 €/28 Tage	–
–	10 GByte, 14,99 €/28 Tage	–	5 GByte, 9,95 €/28 Tage	7 GByte, 14,99 €/28 Tage	–
–	–	–	10 GByte, 14,95 €/28 Tage	12 GByte, 19,99 €/28 Tage	–
7 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 4,99 €/28 Tage	6 GByte, Telefonie- und SMS-Flat, 8,99 €/28 Tage	6 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 12,99 €/28 Tage	1 GByte, 100 Min. oder SMS, 4,95 €/28 Tage	– (nur als Laufzeitvertrag)	4 GByte, 9,75 €/28 Tage, je Min./SMS wird ein MByte abgezogen
10 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 7,99 €/28 Tage	12 GByte, Telefonie- und SMS-Flat, 14,99 €/28 Tage	18 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 17,99 €/28 Tage	3 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 7,95 €/28 Tage	–	–
20 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 12,99 €/28 Tage	20 GByte, Telefonie- und SMS-Flat, 19,99 €/28 Tage	24 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 22,99 €/28 Tage	6 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 12,95 €/28 Tage	–	–
25 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 19,99 €/28 Tage	–	999 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 74,99 €/28 Tage	12 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 17,95 €/28 Tage	–	–
–	1 / 10 GByte/24 Stunden, 1,99 / 3,99 €	25 GByte/24 Stunden, 5,99 €	–	–	–
–	–	–	–	–	–
4,99–19,99 €	9,99 €	4,99 € Versandkosten für 999-GB-Tarif, sonst kostenlos	9,95–17,95 €	9,99 €	10 €
4,99–19,99 €	10 €	1 €, außer für 999-GB-Tarif	10–18 €	10 €	10 €
PayPal, Visa, Mastercard, Amex, Sofortüberweisung, Giropay	SEPA-Lastschriftmandat erforderlich	PayPal, Visa, Mastercard, Amex, Sofortüberweisung, Nachnahme	SEPA-Lastschriftmandat erforderlich	PayPal, Visa, Mastercard, Vorkasse	SEPA-Lastschrift erforderlich

SIM-Karte aktivieren

Video Ident
Bequem von zu Hause

Tchibo Ident
In einer Tchibo Filiale

Post Ident
In einer Filiale der Deutschen Post AG

Normalerweise kann man im Einzelhandel oder bei Discountern keine Identitätsprüfung vornehmen, sondern nur online, bei Tchibo gehts auch im Laden.

Datenrate von rund 64 kbit/s netto nochmals mehr Audiobandbreite in höherer Qualität überträgt als der im Festnetz eingesetzte Codec G.722. Außerdem geben Smartphones Audio besser wieder als handelsübliche DECT-Telefone fürs Festnetz. Telefonie bieten die Anbieter gerne an, denn eingehende Anrufe bringen ihnen Geld. Wer seine Mobilfunknummer mitnehmen will, muss dafür nichts mehr bezahlen, sondern bekommt häufig noch einen kleinen Bonus gutgeschrieben. Das ist keine Kundenfreundlichkeit, sondern Umsatzmaximierung.

Ein Prepaidtarif eignet sich als kostengünstiger Festnetzersatz auch für Senioren. Im Vergleich zu den günstigsten Festnetzanschlüssen kosten Mobilfunktarife inklusive Telefon-Flatrate nur

Günstig telefonieren

Schon bei den günstigsten Kombitarifen ist inzwischen eine Telefonie-Flatrate für alle deutschen Netze dabei. Mit einem modernen LTE-Handy ist die Sprachquali-

tät per VoLTE (Voice over LTE) oder VoWiFi (WLAN-Telefonie) inzwischen besser als mit HD-Telefonie im Festnetz. Ein Grund dafür ist, dass der im Mobilfunk verwendete Codec G.722.2 bei gleicher

Prepaidtarife für Smartphones (Telekom- und Vodafone-Netz)

Anbieter	Congstar	Edeka	Jamobil	Kaufland	Normaconnect
Tarif	Allnet / Prepaid wie ich will	Smart Talk	Prepaid Smart/Easy	Smart/Basic	Smart/Start
URL	congstar.de	edeka-smart.de	jamobil.de	kaufland-mobil.de	norma-connect.de
Netz	Telekom	Telekom	Telekom	Telekom	Telekom
Grundkonditionen					
max. Datenrate Download / Upload, beste Zugangstechnik	25 / 10 Mbit/s, LTE	300 / 50 Mbit/s, LTE	25 / 10 Mbit/s, LTE	25 / 10 Mbit/s, LTE	25 / 10 Mbit/s, LTE
Datenrate gedrosselt Download / -Upload	64 / 16 kbit/s	32 / 16 kbit/s	64 / 16 kbit/s	64 / 16 kbit/s	64 / 16 kbit/s
Preis Telefonminute / SMS	9 / 9 ct	9 / 9 ct	9 / 9 ct	9 / 9 ct	9 / 9 ct
Preis Telefonminute / SMS anbieter-intern	9 / 9 ct	kostenlos/kostenlos	9 / 9 ct	9 / 9 ct	9 / 9 ct
Grundpreis Abfrage Mailbox	kostenlos	kostenlos	kostenlos	kostenlos	kostenlos
Grundpreis Daten	—	—	—	—	—
eSIM verfügbar	✓	✓	✓	✓	✓
Optionen und Erweiterungen					
fest zubuchbare reine Datenoptionen oder -pakete	1 GByte, 2 €/28 Tage	—	0,5 GByte, 2,99 €/28 Tage	0,5 GByte, 3 €/28 Tage	0,5 GByte, 3 €/28 Tage
	2 GByte, 4 €/28 Tage	—	1 GByte, 3,99 €/28 Tage	1 GByte, 5 €/28 Tage	1 GByte, 5 €/28 Tage
	5 GByte, 7 €/28 Tage	—	3 GByte, 6,99 €/28 Tage	3 GByte, 8 €/28 Tage	3 GByte, 8 €/28 Tage
	10 GByte, 12 €/28 Tage	—	5 GByte, 12,99 €/28 Tage	5 GByte, 15 €/28 Tage	5 GByte, 15 €/28 Tage
	15 GByte, 17 €/28 Tage	—	—	—	—
fest zubuchbare Kombipakete aus Daten und Telefonie/SMS	1 GByte, Telefonie-Allnet-Flat, 5 €/28 Tage	1 GByte, 50 Min./SMS, 4,95 €/28 Tage	1 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 4,99 €/28 Tage	1 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 4,99 €/28 Tage	5 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 7,99 €/28 Tage
	6 GByte, Telefonie-Allnet-Flat, 10 €/28 Tage	5 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 9,95 €/28 Tage	5 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 7,99 €/28 Tage	5 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 7,99 €/28 Tage	10 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 12,99 €/28 Tage
	10 GByte, Telefonie-Allnet-Flat, 15 €/28 Tage	9 / 20 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 14,95 / 24,95 €/28 Tage	10 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 12,99 €/28 Tage	10 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 12,99 €/28 Tage	20 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 19,99 €/28 Tage
	18 GByte, Telefonie-Allnet-Flat, 20 €/28 Tage	Flatrate für Daten, Telefonie und SMS, 94,95 €/28 Tage	20 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 19,99 €/28 Tage	20 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 19,99 €/28 Tage	—
Tagestarife	10 GByte, 5 €/24 Stunden; 15 GByte, 8 €/48 Stunden; 20 GByte, 20 €/7 Tage	Daten-Flatrate, 5,95 €/24 Stunden	—	10 GByte, 5 €/24 Stunden; 15 GByte 8 €/48 Stunden; 20 GByte, 20 €/7 Tage; Internet-Flat, 7 €/24 Stunden	10 GByte, 5 €/24 Stunden; 5 GByte 8 €/48 Stunden; 20 GByte, 20 €/7 Tage
Schweiz im Roaming zum EU-Tarif abgerechnet	✓ (nur Datennutzung)	✓ (nur Datennutzung)	✓ (nur Datennutzung)	✓ (nur Datennutzung)	✓ (nur Datennutzung)
Kosten					
einmalige Kosten	9,99 €	9,95-94,95 €	9,95 €	9,99 €	9,95 €
Startguthaben	10-20 €	9,95-94,95 €	7,50-20 €	10 €	10 €
mögliche Zahlungsmittel bei Onlinebestellung	SEPA-Lastschriftmandat erforderlich	Visa, Mastercard, Amex, Google Pay, Apple Pay, Rechnung	Vorkasse, Visa, Mastercard, Amex, Google Pay, Apple Pay	PayPal, Visa, Sofortüberweisung, SEPA-Lastschrift, Rechnung	Vorkasse, Visa, Mastercard, Amex, Google Pay, Apple Pay, Giropay
¹ providerinterne Flat ² inklusive Hotspot-Flat ³ für Data-Tarif ✓ vorhanden — nicht vorhanden					

einen Bruchteil. Durch die bessere Sprachqualität erhöht sich auch die Verständlichkeit bei eingeschränktem Hörvermögen. Die größte Hürde für betagte Menschen ist der Umstieg vom seit Jahrzehnten gewohnten Festnetztelefon auf ein Smartphone. Wenn Sie ältere Menschen technisch unterstützen, sollten Sie im Zweifel deshalb zunächst einmal testen, ob das Telefonieren mit dem Smartphone klappt, bevor Sie den Festnetzanschluss kündigen. Bei einer Differenz von bis zu 20 Euro im Monat amortisiert es sich schnell, statt eines teuren Festnetzanschlusses beispielsweise eine Fritzbox mit Mobilfunkzugang einzusetzen, und auf diesem Umweg das Senioren-DECT-Telefon mit dem Mobilfunknetz zu verbinden.

Fazit

Prepaidangebote sind für Wenig- und Normalnutzer bis circa zehn Gigabyte im Monat eine kostengünstige Alternative zu Laufzeittarifen, wenn man deren Vorteile wie eine Multi-SIM oder eine gemeinsame Rechnung mit Rabatten für Familienmitglieder nicht benötigt. Für Kunden mit schlechter Kreditwürdigkeit sind sie der einzige Weg, einen Mobilfunkvertrag zu bekommen.

Für Kinder, Jugendliche und unerfahrene Nutzer sind Prepaidtarife wegen der damit verbundenen Kostenkontrolle die einzige vernünftige Wahl. Selbst wenn sie einmal in eine Kostenfalle tappen, ist nur das Geld weg, das auf dem Guthabenkonto liegt. Böse Rechnungsüberraschungen oder Nachforderungen sind ausgeschlossen.

Interessant ist der neue Tarif von O2, mit dem man mit 384 kbit/s unbegrenzt weitersurfen kann, wenn das Volumen verbraucht ist. Zwar ist das Angebot ein wenig teurer als bei den Mitbewerbern, dafür bietet es aber auch mehr Leistung. Wer gelegentlich eine echte Tagesflatrate zubuchen will, sollte zu einem der Tarife von Edeka, Kaufland, der Telekom oder Vodafone greifen, bei O2 gibt es maximal 25 Gigabyte pro Tag. Und wer einen günstigen Smartphonetarif inklusive Allnet-Flat für Telefonie sucht, wird bei den Providern im Telekom-Netz fündig: Hier gibt es gleich mehrere Angebote mit Tarifoptionen für 5 Euro pro vier Wochen inklusive 1 Gigabyte Daten. (uma@ct.de) **ct**

Guthaben und WAP-Billing: ct.de/ydd3

Pennymobil	Telekom	Fyve	Lidl Connect	Otelo	Vodafone
Easy / Smart	MagentaMobil Prepaid	Basis-Tarif	Classic	Prepaid	CallYa
pennymobil.de	telekom.de	fyve.de	lidl.de	otelo.de	vodafone.de
Telekom	Telekom	Vodafone	Vodafone	Vodafone	Vodafone
25 / 10 Mbit/s, LTE	300 / 50 Mbit/s, 5G	21,6 / 3,6 Mbit/s, LTE	25 / 10 Mbit/s, 5G (LTE für Datentarife)	21,6 / 3,6 Mbit/s, LTE	500 / 100 Mbit/s, 5G
64 / 16 kbit/s	32 / 16 kbit/s	64 / 64 kbit/s	64 / 64 kbit/s	64 / 64 kbit/s	32 / 32 kbit/s
9 / 9 ct	9 / 9 ct	9 / 9 ct	9 / 9 ct	9 / 9 ct	9 / 9 ct
9 / 9 ct	9 / 9 ct	9 / 9 ct	9 / 9 ct	9 / 9 ct	9 / 9 ct
kostenlos	9 ct/Min.	kostenlos	kostenlos	kostenlos	9 ct/Min.
–	–	–	–	–	3 ct/MByte
✓	✓	–	✓	✓	✓
0,5 GByte, 2,99 €/28 Tage	1 GByte, 4,95 €/24 Stunden	2 GByte/30 Tage, 5 €	0,75 GByte, 2,99 €/28 Tage	1 GByte, 3,95 €/28 Tage	0,5 GByte, 2,99 €/28 Tage
1 GByte, 3,99 €/28 Tage	2 GByte, 9,95 €/28 Tage		3 GByte, 6,99 €/28 Tage	2 GByte, 4,95 €/28 Tage	1 GByte, 4,99 €/28 Tage
3 GByte, 6,99 €/28 Tage	4 GByte, 14,95 €/28 Tage		5 GByte, 9,99 €/28 Tage	5 GByte, 9,95 €/28 Tage	4 GByte, 9,99 €/28 Tage
5 GByte, 12,99 €/28 Tage	12 GByte, 29,95 €/28 Tage		10 GByte, 14,99 €/28 Tage	10 GByte, 19,95 €/28 Tage	10 GByte, 19,99 €/28 Tage
1 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 4,99 €/28 Tage	1 GByte, 50 Min. ¹ , 4,95 €/28 Tage	2 GByte, 200 Min./SMS, 6,95 €/Monat	1 GByte, 100 Min./SMS, 4,99 €/28 Tage	1 GByte, 100 Min./SMS, 4,95 €/28 Tage	1 GByte, 100 Min./SMS ¹ , 4,99 €/28 Tage
5 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 7,99 €/28 Tage	5 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 9,95 €/28 Tage ²	3 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 8,95 €/Monat	6 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 8,99 €/28 Tage	2 GByte, 200 Min./SMS ¹ , 6,95 €/28 Tage	6 / 10 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 9,99 / 14,99 €/28 Tage
10 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 12,99 €/28 Tage	9 / 14 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 14,95 / 24,95 €/28 Tage ²	5 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 14,95 €/Monat	12 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 14,99 €/28 Tage	3 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 7,95 €/28 Tage	20 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 20 €/28 Tage
20 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 19,99 €/28 Tage	Daten-, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 9,95 €/28 Tage ²		20 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 19,99 €/28 Tage	7 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 14,95 €/28 Tage	Daten-, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 79,99 €/28 Tage
–	Daten-Flatrate, 6,95 €/24 Stunden (9,95 €/24 Stunden ³)	10 GByte, 4,99 €/24 Stunden	10 GByte, 4,99 €/24 Stunden	10 GByte, 4,99 €/24 Stunden	10 GByte, 4,99 €/24 Stunden; Daten-Flatrate 6,99 €/24 Stunden
✓ (nur Datennutzung)	✓ (nur Datennutzung)	–	–	–	– (Option: 1 GByte/14 Tage, 9,99 €)
9,95 €	9,95–99,95 €	9,45–17,45 €	9,99 €	4,95 €	–
7,50–20 €	10–100 €	6,95–14,95 €	10 €	5 €	–
Vorkasse, Visa, Mastercard, Amex, Google Pay, Apple Pay, Giropay	PayPal, Visa, Mastercard, Amex, Nachnahme	PayPal, Visa, Mastercard, Lastschrift, Überweisung	Vorkasse, PayPal, Visa, Mastercard	PayPal, Visa, Mastercard, Lastschrift, Vorkasse	keine Zahlung nötig

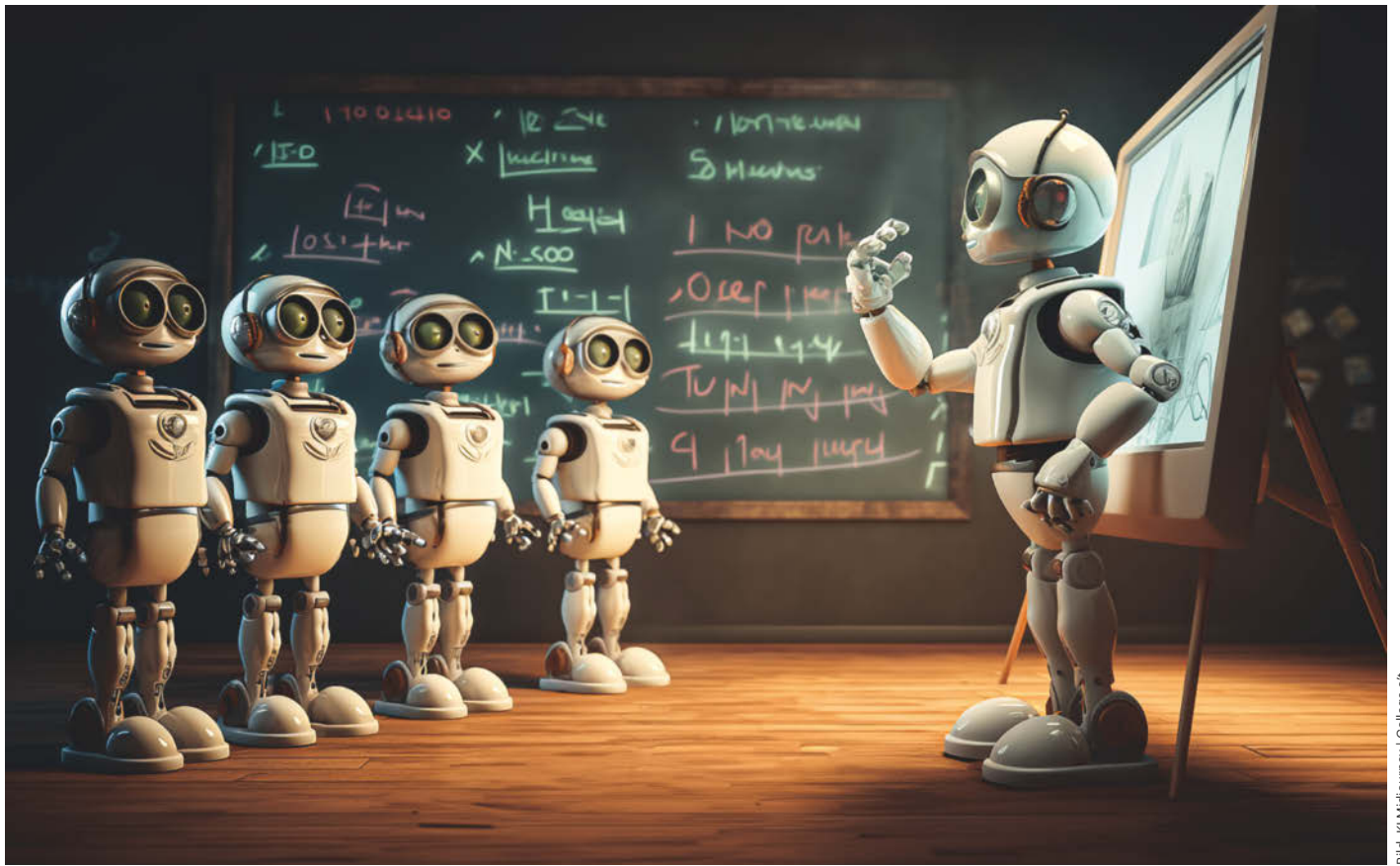


Bild: KI Midjourney | Collage c't

Trupp der Kopiloten

Wie das neue multimodale ChatGPT bei der Arbeit mit Texten, Bildern und Sprache hilft

ChatGPT kann neuerdings auch Dokumente und Bilder analysieren, gesprochene Anfragen verstehen und mit Sprache, Text und Bildern antworten. Dazu schlüpfen GPTs in die Rolle von spezialisierten Assistenten. Wir fühlen den neuen Funktionen auf den Zahn und zeigen, wo die generative KI hilft und wo sie aufs Glatteis führt.

Von Hartmut Gieselmann

Seit ChatGPT vor gut einem Jahr auf den Markt kam, hat sich viel getan. Die meisten Neuerungen verbergen sich

hinter der Bezahlschranke. Wer rund 23 Euro im Monat für ChatGPT Plus bezahlt, erhält Zugang zum Modell GPT-4V (das V steht für Vision). Dieses versteht nicht nur Textchats, sondern auch gesprochene Fragen und analysiert PDF-Dokumente sowie Bilder. ChatGPT antwortet mit gesprochener Sprache, Text, mit generierten PDF-Dokumenten oder Bildern.

Um die multimodalen Fähigkeiten auf einen bestimmten Zweck hin zu trimmen, ist es seit Kurzem auch möglich, eigene GPTs zu erstellen. Dabei handelt es sich um GPT-4-Abkömmlinge mit zusätzlichen Instruktionen. Sie ergänzen das bisherige Plug-in-Konzept, indem sie feste Rollen übernehmen und zusätzliche Dokumente für ihre Antworten auswerten. OpenAI hat die Trainingsdaten inzwischen auf den Stand von April 2023 gebracht. Für aktuellere Informationen

durchsucht ChatGPT das Web mit Bing und fasst die Ergebnisse mit Verweisen zusammen.

Allerdings macht ChatGPT immer noch Schlagzeilen, weil sich zu viele Fehler in die Antworten einschleichen. Da OpenAI im Hintergrund ständig an den Sprachmodellen feilt, veralten Testergebnisse und KI-Erfahrungen relativ schnell: Manches wird besser, anderes möglicherweise schlechter. Unsere Analyse bezieht sich auf das Verhalten von ChatGPT im Dezember 2023.

In diesem Test nehmen wir die verschiedenen Einsatzgebiete von ChatGPT unter die Lupe und beantworten die häufigsten Fragen aus unserer Webinar-Reihe zu ChatGPT & Co. (siehe heise.de/ct/Events). Wir beleuchten die neuesten Funktionen der Sprach-KI, wie man eigene GPTs erstellt, Prompts optimiert und

was man bei der neuen Bild- und Sprachverarbeitung im professionellen Umfeld beachten sollte.

Kosten und Verfügbarkeit

Der kostenlose Zugang auf chat.openai.com erlaubt nur Chats mit GPT-3.5, die Sie entweder im Browser oder über die Apps für Android und iOS führen. Die mobilen Apps verstehen inzwischen auch Sprache, ohne Abokosten. Dazu wertet die App Spracheingaben online mit dem hauseigenen Whisper-Modell aus und antwortet mit einer von fünf künstlichen Stimmen. Diese sprechen deutlich natürlicher als Alexa, Siri & Co. – auch auf Deutsch. Wegen ihrer natürlichen Sprachmelodie mit leicht englischem Akzent dürfte so mancher vergessen, dass er mit einer Maschine und nicht mit einem Menschen spricht.

Das kostenlose GPT-3.5 antwortet schneller, aber mitunter auch ungenauer als das kostenpflichtige GPT-4. Das kann zudem auf das Web zugreifen, hochgeladene Dokumente, Bilder und Fotos analysieren sowie Bilder mit Dall-E 3 erzeugen.

Ob mit oder ohne Plus-Abonnement: Um ChatGPT nutzen zu können, müssen Anwender laut AGB mindestens 13 Jahre alt sein. Minderjährige benötigen die Zustimmung ihrer Erziehungsberechtigten – ein Passus, der vor allem der juristischen Absicherung von OpenAI dient, aber mit keiner Identitätsprüfung durchgesetzt wird. Die Altersgrenzen sind nicht zuletzt für Lehrer wichtig, die ChatGPT beispielsweise in den Bundesländern Mecklenburg-Vorpommern und Rheinland-Pfalz ChatGPT über die Plattform Fobizz im Unterricht einsetzen.



ChatGPTs Bilderkennung lieferte folgende Beschreibung: „Das Foto zeigt ein geparktes, weißes Vintage-Fahrzeug, das im Stil der 1960er Jahre gehalten ist, vor einer urbanen Szene. Im Hintergrund befinden sich die Fassaden von Geschäften, darunter ein Bistro namens „Aloha“ und ein Club mit einer Fassade, die in dunklen Tönen gehalten ist und „Bar Manager Club“ heißt. Auf den Straßen und Gehwegen sind Personen zu sehen, die den Alltag in einer Stadt offenbar genießen. Die Szene vermittelt einen Eindruck von urbanem Leben, vielleicht in einer Stadt mit historischem Flair oder einem kulturell lebendigen Viertel.“ Anschließend markierte ChatGPT auf Nachfrage das Vorderrad mit einem roten Rahmen.

Die kostenlose Version von ChatGPT ist manchmal überlastet und antwortet dann nicht. In diesem Fall sollten Sie Ihre Chats auf eine andere Tageszeit verlegen, zum Beispiel auf den Morgen, wenn die meisten Amerikaner schlafen. Die kostenpflichtige Version ChatGPT Plus ist eigentlich immer verfügbar, außer bei Störungen. OpenAI informiert darüber per Mailingliste. Die beiden jüngsten Totalausfälle gab es am 8. November und 13. Dezember und dauerten etwa eine Stunde. Kleinere Störungen treten etwa ein- bis zweimal pro Woche auf.

Aber auch wenn alle Server laufen, können Plus-Abonnenten nicht unbegrenzt mit GPT-4 chatten. Wegen des im Vergleich zu GPT-3.5 höheren Rechenaufwands erlaubt OpenAI derzeit nur 40 Anfragen innerhalb von drei Stunden. Danach bricht die Sprach-KI den laufenden Chat ab und erlaubt nur noch neue Diskussionen mit der kostenlosen Variante GPT-3.5, für die keine Mengenbeschränkungen gelten. Die Anfragengrenze ändert OpenAI je nach Auslastung immer wieder.

Für Profis ist diese Begrenzung sehr störend, da man mit ChatGPT iterativ arbeitet und die Ergebnisse wie mit einem Kopiloten im Dialog verbessert. Gerade wenn es darum geht, geeignete Bilder zur

Illustration mit Dall-E zu diskutieren, sind 40 Versuche schnell verbraucht. Wer damit nicht auskommt, hat derzeit nur die Möglichkeit, die Sprachmodelle über die Programmierschnittstelle von OpenAI anzusprechen.

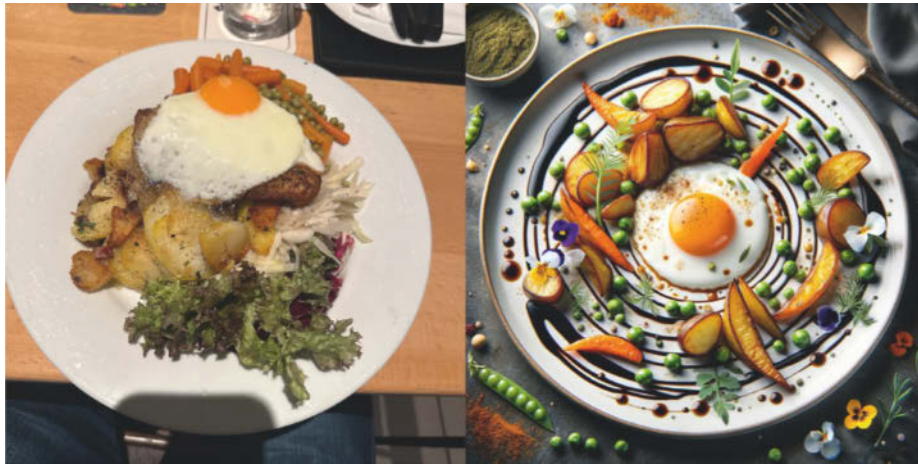
Über diese haben Entwickler beispielsweise Zugriff auf eine verbesserte Version namens GPT-4 Turbo, die bis zu 128.000 Token verarbeiten kann, was etwa einer halben Million Buchstaben oder über hundert c't-Seiten entspricht. Die über ChatGPT verfügbare Version von GPT-4 kann im Kontext nur 8.192 Token verarbeiten, was etwa 32.000 Buchstaben oder rund sieben c't-Seiten entspricht. Zugang bekommt man über den sogenannten Playground auf platform.openai.com/playground. Aber Vorsicht: OpenAI rechnet dort sämtliche Ein- und Ausgaben nach der Menge der Token ab, die die Modelle verarbeiten.

Datenschutz und Transparenz

Die Nutzungsbedingungen liegen erst seit Mitte November in deutscher Sprache vor und sind seit Mitte Dezember gültig. Die Datenschutzerklärung stammt hingegen vom Juni 2023. Schon allein, weil sie nur auf Englisch verfügbar ist, genügt sie hierzulande nicht den Anforderungen der

ct kompakt

- Die Smartphone-App von ChatGPT kann auch ohne kostenpflichtiges Abo zuhören und erstaunlich natürliche Sprachantworten geben, die Alexa & Co. in den Schatten stellen.
- Die Bild- und Dokumenten-Verarbeitung eröffnet neue Einsatzgebiete, doch der Teufel steckt im Detail.
- Mit GPTs lässt sich ChatGPT anpassen und spezialisieren, was zu einer undurchsichtigen Flut externer Angebote führt, für die ChatGPT als Plattform dient.



Food-Porn auf Steroiden: ChatGPT analysiert Fotos und erzeugt mit seiner detaillierten Textbeschreibung ein geändertes Bild mit Dall-E 3. Im Beispiel sollte ChatGPT einen per Handy fotografierten Kneipenteller mit Spiegelei und Bratkartoffeln in ein 5-Sterne-Gericht umwandeln.

DSGVO. OpenAI weist darauf hin, dass keine personenbezogenen oder sonstigen sensiblen Daten auf ChatGPT hochgeladen werden sollten.

Ebenso lehnt OpenAI jegliche Verantwortung für die Antworten von ChatGPT ab, unabhängig davon, ob diese Antworten korrekt sind oder ob sie möglicherweise andere Personen beleidigen könnten. Sie dürfen den ChatBot laut Nutzungsbedingungen nicht in risikoreichen Bereichen einsetzen. Dies gilt insbesondere für medizinische oder finanzielle Beratung. Im Schadensfall begrenzt OpenAI seine Erstattungen auf 100 US-Dollar. Diese Selbstregulierung geht vielen EU-Parlamentariern aber nicht weit genug, weshalb im AI Act weitere Maßnahmen beschlossen wurden (siehe Artikel auf Seite 14).

OpenAI behält sich vor, alle Eingaben und Daten der Nutzer zur Verbesserung seiner Dienste zu nutzen. Wer das nicht möchte, kann unten links auf der Hauptseite auf seine Kontoinformationen klicken und unter „Einstellungen/Datenkontrolle“ den Punkt „Chat-Verlauf & Training“ deaktivieren. OpenAI verspricht, Ihre Daten dann nicht für Trainingszwecke zu verwenden. Allerdings verliert man dadurch auch den Chatverlauf. Solche Chroniken sind beispielsweise für Studenten relevant, wenn sie Chats als Nachweise protokollieren müssen. Eine Möglichkeit, Chronik und Training separat zu deaktivieren, will OpenAI erst später über Business-Accounts anbieten. Derzeit stellt das Unternehmen nur Enterprise-Zugänge für große Unternehmen zur Verfügung.

Auch ohne Trainingserlaubnis speichert OpenAI alle hochgeladenen Daten bis zu 30 Tage, unter anderem, um möglichen Missbrauch oder kriminelle Aktivitäten verfolgen zu können. Wir raten daher dringend davon ab, sensible Firmen- und Personendaten oder Ähnliches an ChatGPT zu übermitteln. Firmen sollten dazu ein Regelwerk für den Umgang mit KI-Diensten aufsetzen [1].

Bessere Prompts

Wie bei allen generativen Sprachmodellen hängen die Antworten von ChatGPT von den Eingaben ab. Denn das Modell errechnet seine Ausgaben Wort für Wort mithilfe von Wahrscheinlichkeiten auf Basis der Frage und des bisherigen Gesprächsverlaufs. Sie sollten daher für jedes Thema einen neuen Chat beginnen. Ob Sie die Frage auf Deutsch oder Englisch stellen, spielt nur eine untergeordnete Rolle. Obwohl OpenAI keine Angaben zum Trainingsmaterial macht, ist davon auszugehen, dass die allermeisten Trainingstexte englisch sind und auch das Feintuning auf Englisch erfolgt.

Deutsche Trainingstexte liegen für Sprach-KIs in der Regel hauptsächlich als Übersetzungen vor. Sie können sich also ganz normal mit ChatGPT auf Deutsch unterhalten. Wenn Ihnen die Antworten nicht gefallen, können Sie es auch auf Englisch versuchen. Wer das nicht beherrscht, kann für Fragen und Antworten externe Übersetzer wie DeepL nutzen, die mitunter treffendere Formulierungen finden.

Darüber hinaus können Sie die Antworten verbessern, wenn sie ChatGPT bestimmte Regeln („schreibe in Reimform“), Rollen („übernimm die Rolle eines Ernährungsberaters“) oder auch Beispiele („hier sind drei Beispiele von Fragen und Antworten. Antworte auf folgende Fragen ebenso.“) vorgeben.

Eine zweite Technik ist die Gedankenkette (Chain of Thought). Dabei weisen Sie ChatGPT an, seine Antworten Schritt für Schritt zu entwickeln. Da die generative KI Ihre Antworten Wort für Wort auf der Basis von Wahrscheinlichkeiten berechnet, können Sie so nicht nur mögliche Fehler leichter entlarven, sondern ChatGPT auch von manchem Irrweg abbringen.

Eine dritte Technik besteht darin, größere Aufgaben in kleinere Teilaufgaben zu zerlegen. Lassen Sie ChatGPT beispielsweise zunächst den groben Ablauf einer Veranstaltung entwerfen und arbeiten Sie dann einzelne Programmpunkte aus. Arbeiten Sie iterativ: Kritisieren Sie einzelne Aspekte einer Antwort und bitten Sie den Bot, diese zu verbessern. ChatGPT korrigiert sich auf Nachfrage manchmal selbst. Aber auch dabei passieren Fehler.

Dies gilt insbesondere, wenn Sie mit großen PDF-Dokumenten arbeiten. Wir konnten ChatGPT ein komplettes c't-Heft hochladen und Fragen dazu stellen. Die Antworten blieben aber eher allgemein und oberflächlich. Präziser wurden die Antworten, wenn wir nur einen einzelnen Artikel hochluden. Damit ChatGPT weniger halluziniert, kann man es anweisen, nur Informationen aus dem Dokument zu verwenden. Bei unseren Tests blieben Antworten unvollständig und übersahen Details, obwohl sie im Artikel erklärt wurden.

Sie können auch die ersten Worte der Antwort vorgeben und ChatGPT dann fortfahren lassen. Oder Sie geben genau vor, wie viele Gründe, Stichpunkte und so weiter der Chatbot in seiner Antwort auflisten soll. Allerdings können generative Sprachmodelle die Anzahl ihrer Wörter und Buchstaben nicht zählen. Es ergibt also keinen Sinn, ChatGPT anzuweisen, eine Antwort mit genau 500 Zeichen zu schreiben.

Da Sprachmodelle nicht deterministisch sind, kann man Fragen auch mehrmals stellen. Die Antworten werden immer etwas anders ausfallen. Die Varianz der Antworten wird durch den Parameter „Temperatur“ gesteuert. Er kann Werte

zwischen 0,0 und 2,0 annehmen. 0 steht für eine formale Antwort, 2 für eine fantasievollere. In der normalen Weboberfläche von ChatGPT können Sie den Wert der Temperatur zwar nicht direkt ändern, der ChatBot kann Ihre Anweisungen für eine niedrige oder hohe Temperatur allerdings interpretieren. Weitere Tipps finden Sie in [2].

Eigene GPTs

Damit Sie Rollenzuweisungen, Regelvorgaben und Beispiele nicht jedes Mal neu eingeben müssen, können Sie diese in GPTs speichern. Das geht ganz einfach. Der Chatbot führt Sie Schritt für Schritt durch die einzelnen Punkte, derzeit allerdings nur auf Englisch.

ChatGPT stellt Fragen zu den Aufgaben, die das GPT erledigen soll. Es schlägt einen Namen vor, erzeugt ein Logobild und bindet Websuchen, hochgeladene Dokumente oder auch einen Codeinterpreter ein. Damit kann ChatGPT kleine Programme für bestimmte Aufgaben erstellen, zum Beispiel ein PDF-Dokument öffnen, den Text verbessern und in ein neues PDF schreiben. Treten dabei Fehler auf, startet ChatGPT selbstständig zwei bis drei neue Versuche, um eventuell zu einer Lösung zu kommen. Während unserer Tests brach ChatGPT das Generieren solcher Antworten aber immer wieder ab.

ChatGPT erzeugt die Anweisungen des GPT in Englisch. Es versteht aber auch deutsche Antworten und Änderungswünsche. Die Instruktionen können Sie auf einer Konfigurationsseite anpassen. Dort laden Sie auch zusätzliche PDF-Dokumente hoch, die das GPT in seine Antworten einbezieht.

Wem die üblichen Webabfragen über Bing zu unspezifisch sind, kann über „Actions“ per JavaScript direkte Anbindungen an Webdienst-APIs einbauen. Als Beispiel hat ChatGPT eine Anfrage an einen Wetterdienst oder einen Shop für Haustiere eingebaut. Wer nicht programmieren kann, der bittet ChatGPT in einem neuen Chat, die Skripte zu erklären und für andere Zwecke anzupassen.

Ob OpenAI die Gespräche mit den GPTs zum Training verwenden darf, stellen Sie unter „Additional Settings“ ganz unten auf der Konfigurationsseite ein. Inwieweit sich diese Einstellungen von den oben beschriebenen Benutzereinstellungen unterscheiden, bleibt allerdings unklar.

Als Spezialität kann Dall-E 3 Comic-Szenen mit Sprechblasen erzeugen. Die Texte enthalten jedoch oft noch Fehler. Hier sollte der Roboter eigentlich sagen: „Dall-E kann Sprechblasen mit Text füllen, allerdings passieren manchmal Fehler.“



Vom Grabbeltisch

Sie können entscheiden, ob Sie Ihre GPTs nur privat nutzen oder veröffentlichen möchten. Für 2024 plant OpenAI sogar einen Shop, in dem Anbieter ihre GPTs verkaufen können. Kurzfristig sind andere Webseiten in die Bresche gesprungen, die Tausende von GPTs kostenlos verlinken.

Die Website GPTs Hunter listet beispielsweise weit über 50.000 frei verfügbare GPTs auf. Deren Funktionen reichen von einfachen Anleitungen über zusätzlich eingebundene Dokumente bis hin zu Webanwendungen für externe Dienste. Auf einer weiteren Übersichtsseite namens gpts.framer.website steht beispielsweise ResearchGPT mit knapp 300.000 Aufrufen an erster Stelle. Das GPT verbindet sich mit der Webdatenbank von Consensus und listet dort Suchtreffer nach Studien zu bestimmten Themen auf.

Wenn Sie ein fremdes GPT in ChatGPT öffnen, finden Sie außer ein paar werbenden Worten keine konkreten Erklärungen, was die GPTs machen oder wer sie erstellt hat. Sie können die GPTs nach Anweisungen, Aktionen oder Dokumenten fragen, haben aber keine Garantie, dass die Antwort richtig und vollständig ist. Ebenso könnte der Entwickler das GPT beim nächsten Aufruf unbemerkt ändern, da es keine Versionshistorie gibt.

Diese Intransparenz war schon bei den Plug-ins das größte Problem [3]. In dem riesigen, völlig unüberschaubaren Angebot kann man zwar ein paar Stunden

herumstöbern, aber echte und vertrauenswürdige Hilfen findet man so schwer wie Glückstreffer auf einem Grabbeltisch im Supermarkt beim Schlussverkauf. Und selbst wenn ein Programmierer ein wirklich cooles GPT entwickelt, geht es in der Masse gnadenlos unter. Solange OpenAI die Transparenz nicht verbessert, raten wir zu äußerster Vorsicht beim Einbinden unbekannter GPTs und Plug-ins.

Fazit

In den einzelnen Kästen ab Seite 108 beleuchten wir die neuen multimodalen Fähigkeiten von ChatGPT. Wenn es um das Zusammenspiel dieser Fähigkeiten geht, ist OpenAI der Konkurrenz weit voraus, weshalb wir uns in diesem Test auf ChatGPT konzentriert haben. Die Möglichkeiten des Chatbots sind auf den ersten Blick beeindruckend, insbesondere die Sprach- und Bilderkennung sowie die natürliche Sprachausgabe. OpenAI kommt der Zukunftsvision aus dem Hollywood-Film „Her“, in dem sich der Protagonist in eine sprechende KI verliebt, schon erschreckend nahe. Immerhin betont ChatGPT immer wieder, dass es eine Maschine ist und keine Gefühle hat.

Für den gelegentlichen Plausch im Alltag reicht die App für das Smartphone aus und ist durchaus unterhaltsam. Bohrt man jedoch tiefer und will ChatGPT professionell nutzen, zeigen sich Risse in der Oberfläche: Nach derzeit 40 Fragen legt GPT-4 mit seiner Bild- und Dokumenten-

Bilderkennung

Wenn man ChatGPT Fotos hochlädt oder mit der Smartphone-App ein Foto schießt, formuliert der Chatbot eine detaillierte und in vielen Fällen erstaunlich treffende Beschreibung. Als Formate akzeptiert er PNG, JPEG und WEBP mit einer Dateigröße von bis zu 20 MByte. Mitunter erklärt er, wie er zu seiner Beschreibung kommt. Auf Wunsch markiert ChatGPT erkannte Objekte mit einem roten Rahmen, deren Position im Test aber nicht immer stimmte. ChatGPT liest keine Metadaten von Bilddateien aus.

Webdesigner können die Texte etwa als Platzhalter oder Ersatztexte sowie als Beschreibung für barrierefreie Webseiten nutzen. ChatGPT erkennt auch Texte und kann Diagramme erklären. Im Test war der Bot in der Lage, Messkurven von Kopfhörern zu interpretieren. Er machte einige richtige, aber auch falsche Beobachtungen. OCR-Scans von mehrseitigen Büchern überforderten die KI, insbesondere wenn der Text in mehreren Spalten layoutet war. Hier muss man Block für Block einzeln vorgehen.

OpenAI weist darauf hin, dass die Bilderkennung ähnlich wie die Texterkennung fehleranfällig ist. Sie sollte daher nicht in Risikobereichen wie der Medizin oder der Sicherheitsüberwachung sowie zur Erkennung von giftigen Substanzen oder Lebensmitteln eingesetzt werden. Der Hersteller hat auch einige Sicherheitsleinen gezogen: ChatGPT weigert sich beispielsweise von Haus aus, Captcha-Aufgaben zu lösen, die im Web zur Abwehr von Bots eingesetzt werden.

- 👆 liefert detaillierte Beschreibungen
- 👆 erkennt Texte und liest sie vor
- 👇 keine größeren Scans

Preis: im Plus-Abo (23 Euro/Monat)

Bildgenerator Dall-E 3

In ChatGPT Plus ist der Bildgenerator Dall-E 3 integriert. Dieser erzeugt nach einer deutschen Beschreibung Bilder mit bis zu 1792 × 1024 Bildpunkten (Querformat oder Porträt). Mithilfe der detaillierten Beschreibungen aus einer Bilderkennung lassen sich zu einem hochgeladenem Bild ähnliche und abgewandelte Bilder erzeugen, etwa über das eingebaute GPT „Hot Mods“. Eine Modifikation einzelner Objekte innerhalb eines Bildes ist jedoch nicht möglich.

Im Vergleich zu Midjourney kann Dall-E keine besonders guten fotorealistischen Bilder erzeugen. Ein Filter verhindert, dass Dall-E reale Personen des öffentlichen Lebens abbildet oder den Stil noch lebender Künstler imitiert. Im Test weigerte sich ChatGPT, Bilder von Politikern oder im Stil von Banksy oder Dan Hillier herzustellen. Dall-E kann aber gute Illustrationen oder Comicbilder berechnen, deren Textelemente auf Englisch manchmal sogar richtig geschrieben sind. Bei Klaviaturen oder Händen ist aber auch Dall-E mit Details oft überfordert, etwa der Position der schwarzen Tasten oder Anzahl und Art der Finger.

Mit ChatGPT kann man die Entwürfe iterativ anpassen, Stile angleichen und stimmige Bildserien erzeugen. Die Sprach-KI hilft dabei mit ausführlichen und detaillierten Prompts. Als GPTs stehen weitere Variationen zur Verfügung: „Cosmic Dream“ für psychedelische Traumbilder, „Sticker Whiz“ für Sticker-vorlagen sowie „Coloring Book Hero“, das kindgerechte Szenen als Malbuchseiten erzeugt.

- 👆 komfortable Prompterzeugung
- 👆 bindet Textelemente mit ein
- 👇 Schwächen im Fotorealismus

Preis: im Plus-Abo (23 Euro/Monat)

Dokumentenanalyse

Das Plus-Abonnement erlaubt das Hochladen von PDF-Dokumenten zur direkten Analyse oder als Hintergrund für GPTs. ChatGPT fasst dann den Inhalt zusammen oder beantwortet Fragen zum Text. Es scheint keine festen Größenbeschränkungen zu geben. Da von ChatGPT genutzte GPT-4 derzeit jedoch nur Kontexte mit bis zu 8.192 Token (rund 32.000 Buchstaben) berücksichtigt, sollte man sich auf kurze Dokumente mit fünf bis zehn Seiten beschränken. Bilder, Tabellen und komplizierte Layouts reduzieren den für die KI erfassbaren Umfang erheblich.

Im Test hielt sich ChatGPT recht gut an die Vorgabe, Fragen nur mit Informationen aus dem Dokument zu beantworten und nicht mit halluzinierten Aussagen zu garnieren. Allerdings ließ es auch bei konkreten Nachfragen wichtige Passagen außer Acht. Man kann sich also nicht darauf verlassen, dass bestimmte Informationen in einem Dokument fehlen, nur weil ChatGPT sie nicht findet. Aus der Testtabelle eines c't-Artikels listete ChatGPT beispielsweise nur acht von zehn Kandidaten auf und ordnete eine Eigenschaft zwei richtigen und einem falschen Kandidaten zu.

ChatGPT kann seine Aussagen mit Zitaten oder Seitenangaben belegen. Allerdings wichen die Formulierungen oft leicht ab oder stimmten nur sinngemäß. Verlinkte Zitate führten zuweilen ins Leere. Eine generative KI wie ChatGPT ist daher für die Suche und Zusammenfassung wissenschaftlicher Arbeiten mit Vorsicht zu genießen. Sie hilft, einen ersten Überblick zu bekommen. Wenn es aber um Details oder belastbare Belege geht, ist weiter zeitaufwendige Handarbeit gefragt.

- 👆 verschafft ersten Überblick
- 👇 übersieht wichtige Textstellen
- 👇 Zitate nicht immer verlässlich

Preis: im Plus-Abo (23 Euro/Monat)

Websuche mit Bing

Stellt man ChatGPT eine Frage zu Neuigkeiten nach April 2023 oder zum aktuellen Kulturprogramm in der Stadt, destilliert es daraus eine Anfrage an die Suchmaschine Bing. Das funktioniert allerdings nur im Plus-Abo mit GPT-4. Die besten Bing-Treffer fasst ChatGPT dann in seiner Antwort zusammen. Bei einer schriftlichen Frage verlinkt ChatGPT die gefundenen Webseiten. Bei einer mündlichen Frage sagt ChatGPT, auf welchen Webseiten es Informationen gefunden hat.

Im Test wurden besonders häufig Leitmedien wie ZDF heute, die Tageschau oder Wikipedia genannt. Die Webanbindung ist zusammen mit der Spracherkennung und -Ausgabe besonders nützlich, wenn man unterwegs mit dem Smartphone eine schnelle Anfrage stellen möchte. Allerdings passieren bei den Zusammenfassungen auch Fehler und ChatGPT übersieht Informationen. Das merkt der Nutzer erst, wenn er die Quellen genauer prüft. So hat uns ChatGPT im Test bei der Frage nach Kinovorstellungen falsche Anfangszeiten genannt.

Wer selbst weitersuchen möchte, kann sich die entsprechende Bing-Seite von ChatGPT anzeigen lassen und die Suchbegriffe anpassen oder in anderen Suchmaschinen einsetzen. Darüber hinaus kann ChatGPT zu speziellen Themen auch Quellen im Web verlinken und so bei der manuellen Websuche helfen.

Da ChatGPT die Informationen über die Suchmaschine Bing sammelt, können Webseiten schlecht verhindern, dass ChatGPT ihre Inhalte auswertet. Für viele Nutzer dürften im Alltag schnelle Anfragen an ChatGPT zur Informationsbeschaffung ausreichen, auch wenn die Antworten der KI Fehler enthalten. Dies könnte sich negativ auf den Traffic und die Werbeeinnahmen der Quellen-Seiten auswirken.

- 👉 erlaubt schnelle Anfragen ans Web
 - 👉 verlinkt und nennt Quellen
 - 👇 übersieht Informationen
- Preis: im Plus-Abo (23 Euro/Monat)

Whisper und TTS-Stimmen

Mit den mobilen Apps kann man sich mit ChatGPT unterhalten, auch ohne ein Plus-Abo zu haben. Zur Auswahl stehen fünf TTS-Stimmen (Text-to-Speech), die erstaunlich gut Deutsch verstehen und in einem natürlichen Rhythmus sprechen. Das klingt viel besser als die mechanischen Stimmen von Alexa oder Siri. Dazu tragen der leicht englische Akzent, aber auch die dynamischen Satzmelodien bei. Mit den Stimmen sind direkte Gespräche auf dem Smartphone möglich. Zwischen Frage und Antwort vergehen nur wenige Sekunden. Die Antworten sind manchmal etwas lang.

Wegen der Sprechfunktionen kann man ChatGPT unter anderem auch als Übersetzer nutzen: Man sagt ihm einfach, er soll die Sätze in eine bestimmte Sprache übersetzen. Zur Auswahl stehen 37 Sprachen. Neben Englisch, Spanisch und Französisch sind auch Chinesisch, Japanisch, Arabisch und Russisch verfügbar. Die Qualität der Spracherkennung von Whisper ist so gut, dass man sich – eine Datenverbindung vorausgesetzt – als Tourist problemlos mit Einheimischen unterhalten können sollte. Intern entwickelt OpenAI Modelle für knapp hundert Sprachen. Davon haben laut OpenAI aber nur etwas mehr als die Hälfte in Tests eine Wortfehlerrate von unter 50 Prozent erreicht.

ChatGPT speichert die Konversationen auch in Textform. Da es für Dialoge optimiert wurde, eignet es sich kaum, um Diskussionen zu protokollieren. Es versteht zwar alle Sätze und fasst Aussagen weitgehend korrekt zusammen. Es ist jedoch nicht in der Lage, zwischen verschiedenen Sprechern zu unterscheiden und unterbricht die Aufnahme in kurzen Sprechpausen, um eine Antwort zu berechnen.

- 👉 sehr gute Sprachausgabe
 - 👉 erlaubt flüssige Gespräche
 - 👉 übersetzt 37 Sprachen
- Preis: kostenlos in den Mobil-Apps

verarbeitung erst einmal eine mehrstündige Pause ein. Und bei einer Faktentreue um die 70 Prozent kann man sich auf die Aussagen von ChatGPT einfach nicht verlassen: Egal, ob man es nach den Anfangszeiten der nächsten Kinovorstellung am Abend fragt oder sich eine wissenschaftliche Arbeit zusammenfassen lässt: Am Ende muss man alles selbst nachprüfen, was die eingesparte Zeit schnell wieder auffrisst. ChatGPT ist daher eher ein kreatives als ein informatives und verlässliches Werkzeug.

Größtes Manko ist die Intransparenz: Für sich selbst beanspruchen die KI-Hersteller freien Zugang zu allen Daten und sogar urheberrechtlich geschützten Werken. Ihre eigenen Datenpools und Trainingsmethoden aber schotten sie hermetisch ab, damit ihnen kein Konkurrent das Geschäft verdirbt. Das gilt nicht nur für ChatGPT und OpenAI-Modelle, sondern auch für die unüberschaubare Fülle von GPTs und Plug-ins.

Seine größte Bedeutung hat ChatGPT, weil man mit dem Dienst und seinen Experimenten viel Erfahrung im Umgang mit KIs sammeln und die Entwicklung hautnah miterleben kann. Wer kritisch mit den GPT-Antworten umgeht, findet schnell selbst heraus, wo die Sprach-KI helfen kann und wo man ihr nicht trauen sollte. Da ähnliche Systeme immer mehr in die Arbeitswelt vordringen oder auch zur Überwachung im öffentlichen Raum eingesetzt werden, sind diese eigenen Erfahrungen umso wichtiger. Wer der Technik nicht hilflos oder gar mit übersteigerten Erwartungen gegenüberstehen will, muss sich mit ihr auseinandersetzen. (hag@ct.de) **ct**

Literatur

[1] Joerg Heidrich, Gut ausgerichtet, Richtlinien für die Nutzung von KI in Unternehmen schaffen, c't 19/2023, S. 156
[2] Jo Bager, Instruieren und verifizieren, Tipps und Tools, mit denen Sie Sprachmodelle produktiv nutzen, c't 21/2023, S. 26
[3] Jo Bager, Andrea Trinkwalder, Bot mit Zusatzkräften, Was ChatGPT-Plug-ins können, c't 18/2023, S. 128

Studien zu ChatGPT: ct.de/ymap

ChatGPT

generatives Sprachmodell für Texte, Bilder und Sprache	
Hersteller, URL	OpenAI, chat.openai.com
Systemanforderungen	Browser, Android ab 6.0, iOS/iPadOS ab 16.1
Preise	Standard (mit GPT-3.5): kostenlos , Plus (mit GPT-4, Dall-E 3): 23 €/Monat

secIT by heise

HANNOVER 2024

5. - 7. MÄRZ 2024, HANNOVER

Die Kongress- messe für Security-Profis

Aussteller





meet. learn. protect.



Jetzt Ticket buchen
und bis **31.01.2024**
von unseren
Frühbucherrabatten
profitieren!



secit-heise.de

Zahlen, Daten, Fakten

Sprachen im Internet

Dem Sprachen-Portal Ethnologue zufolge gibt es weltweit 7168 lebende Sprachen. Im Internet sind nur einige Hundert davon vertreten. Die besten Zahlen dazu liefert die Website W3techs, der zufolge Englisch als Sprache von über 50 Prozent aller Websites dominiert. Japanisch liegt mit 4,2 Prozent auf Platz 5. Chinesisch schafft es mit 1,3 Prozent nur auf Platz 13 (und daher nicht in unsere Grafik). Kritiker bezweifeln die Zahlen, sie vermuten etwa, dass die chinesische Suchmaschine Baidu lediglich als eine Website in die Zählung eingeht.

Sicher ist hingegen, dass viele Menschen beim Zugang zu Informationen aus dem Internet doppelt benachteiligt sind. Einerseits gibt es für sie oftmals technische Hürden, andererseits finden sie kaum Inhalte in ihrer Muttersprache.

Das Ranking der meistübersetzten Websites hat einen kuriosen Spitzenreiter: die Seite der Zeugen Jehovas mit über 1000 Sprachversionen. Einen respektablen zweiten Platz schafft die Wikipedia mit Ausgaben in immerhin 329 Sprachen. Auf den Plätzen 3 bis 5 rangieren Google mit 150 Sprachen sowie Facebook und die Apple-Website mit je gut 100.

Problematisch ist die Sprachwahl auch beim Training von KI-Systemen. Zwar lassen sich englischsprachige Inhalte leicht maschinell in andere Sprachen übertragen, doch kulturelle Stereotypen und Maßstäbe bleiben erhalten.

Den vielgenutzten Trainingskorpus „Colossal Clean Crawled Corpus“ (C4) untersuchten Forscher der School of Computer Science der University of Washington zusammen mit Kollegen

vom Allen Institute for AI (siehe ct.de/yt5a). C4 diene als Trainingsgrundlage für Googles Flan-T5, Facebooks LLaMA und fließt auch in Datensätze von Open-Source-Initiativen ein. Es handelt sich um einen per Webscraping aus dem Internet gesammelten Korpus fast ausschließlich englischsprachiger Texte teils dubioser Herkunft. So bediente sich C4 auch an Daten von Piratenseiten wie b-ok.org und Inhalten aus Websites wie Kickstarter und Patreon, darunter Ideen zu künstlerischen Projekten, also geistiges Eigentum. Die Datenquelle, die mengenmäßig das meiste zu diesen Corpus beitrug, ist Googles Volltextsuchmaschine für weltweite Patente patents.google.com. (dwi@ct.de) **ct**

Studie zum C4-Datensatz: ct.de/yt5a

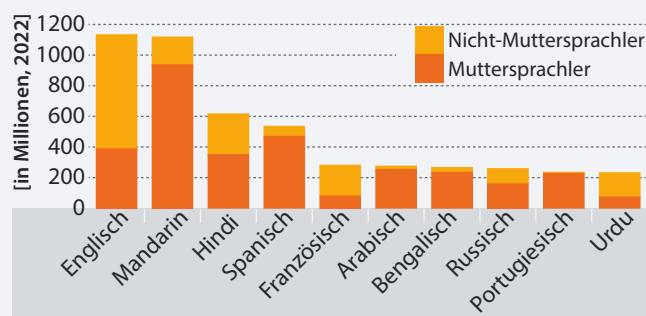
► Sprachen im Internet

Die Sprache des Internets ist Englisch: Gut die Hälfte aller Websites sind laut der Marktforscher des Portals W3techs in dieser Sprache verfasst.¹



► Sprachen weltweit

Zählt man alle Menschen, die eine Sprache beherrschen, liegt Englisch vorn – die Zahl der Muttersprachler ist bei Mandarin deutlich höher.³



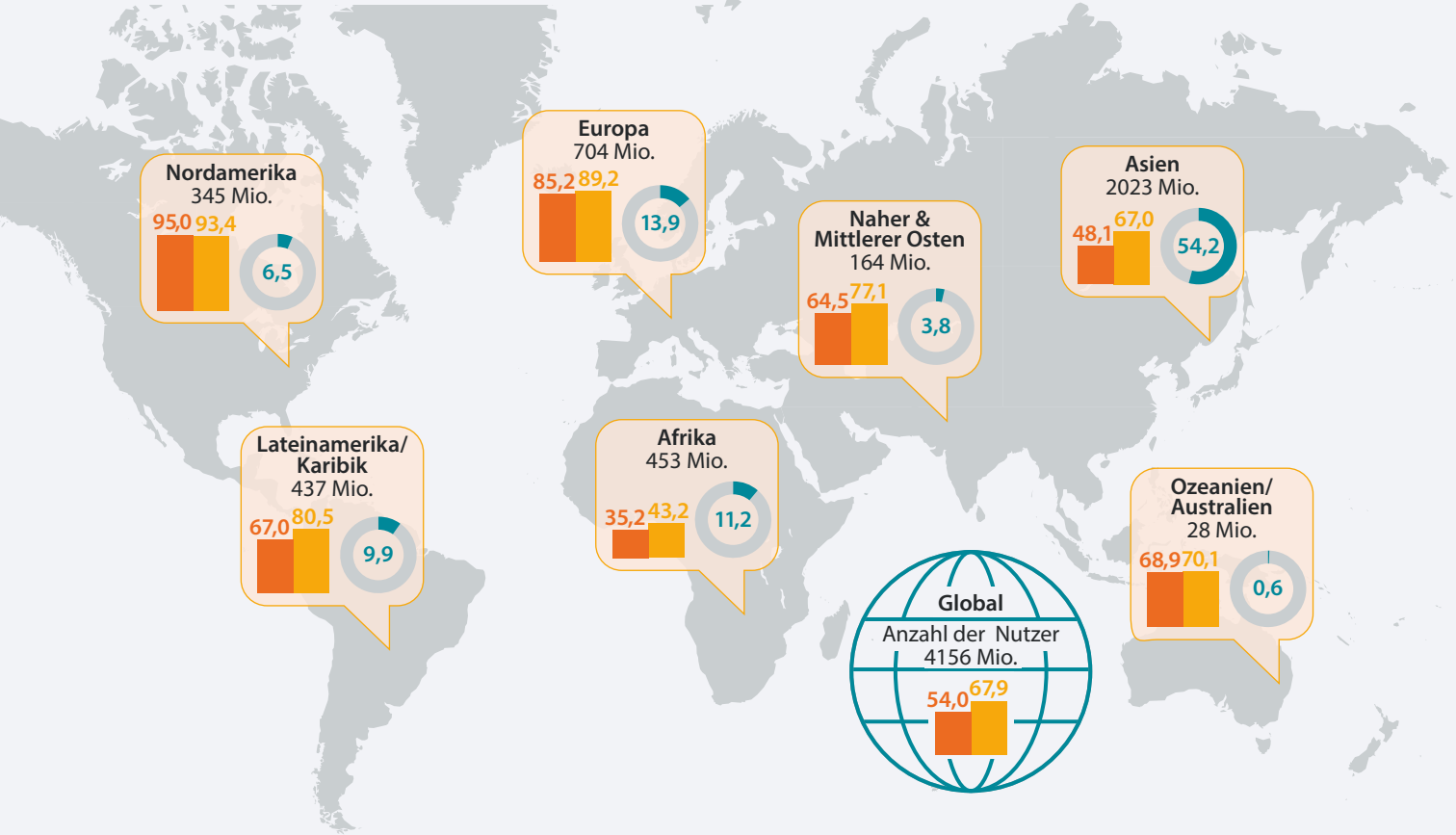
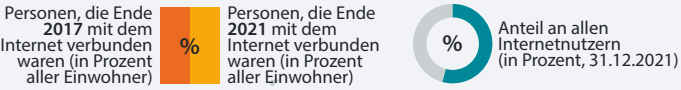
► Sprachen der Wikipedia

Das Online-Lexikon Wikipedia gibt es in knapp 300 Sprachversionen.⁴



► Internetnutzung weltweit

Ende 2017 hatten erst etwas mehr als die Hälfte aller Menschen weltweit Zugang zum Internet, Ende 2021 waren es gut zwei Drittel.⁵



► KI-Trainingsmaterial

Eine Untersuchung von Googles Datensatz C4 („Colossal Clean Crawled Corpus“) ergab, dass die meisten der verwendeten 15 Millionen Websites auf Englisch vorlagen. C4 diente als Trainingsmaterial einiger LLMs, darunter Googles T5 und Facebooks LLaMA.⁶

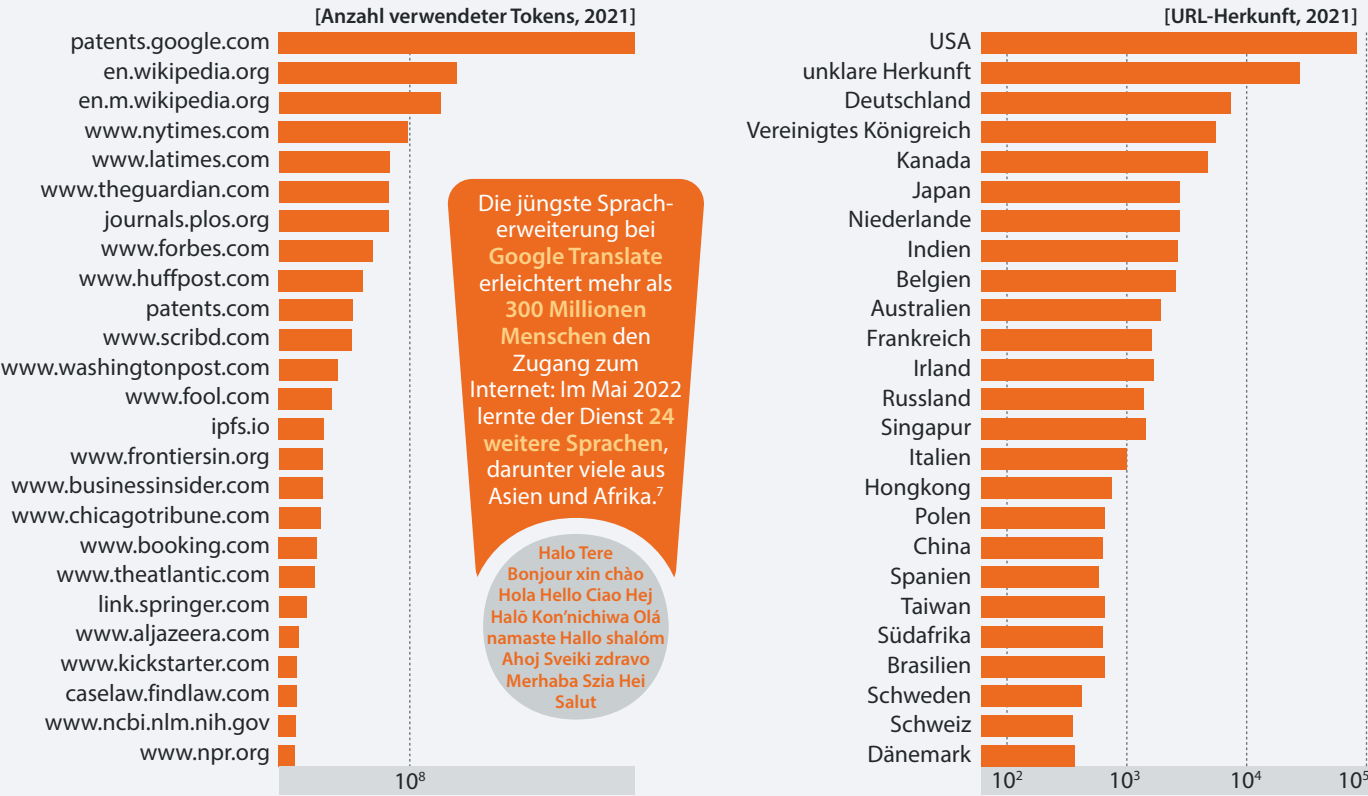




Bild: Sam Barnes / Web Summit / Sportsfile / CC BY 2.0 Deed

„Kryptowährungen bringen der Gesellschaft keine Vorteile“

Interview: Molly White über die Zukunft der Blockchain-Branche

Die Bloggerin Molly White dokumentiert die Pleiten und Betrugereien von Blockchain-Firmen. Wir haben sie gefragt, wie es nach den jüngsten prominenten Fällen mit der Branche weitergeht und ob sie Kryptowährungen auch irgendetwas Positives abgewinnen kann.

Von Sylvester Tremmel und Christian Wölbert

c't: Vor einem Jahr kollabierte die Kryptobörse FTX, vor ein paar Monaten wurde ihr Gründer Sam Bankman-Fried wegen Betrugs verurteilt und nun hat sich auch noch Binance, die größte Kryptobörse der Welt, wegen verschiedener Straftaten schuldig bekannt. Dennoch ist der Bitcoin-Kurs in den vergangenen Monaten stark gestiegen. Wie um alles in der Welt kann das sein, Frau White?

Molly White: Die Kurse von Kryptowährungen sind oft von der Realität abgekoppelt.

Sie werden vor allem von Narrativen beeinflusst. Und zuletzt hat die Kryptoindustrie das Narrativ etabliert, dass es bald einen Bullrun [siehe Kasten auf Seite 117, Anm. d. Red.] geben wird, weil angeblich bald Bitcoin-Spot-ETFs in den USA zugelassen werden. Demzufolge werde das eine riesige Welle frisches Geld in die Kryptowelt spülen, und man müsse jetzt schnell noch Bitcoin oder andere Kryptowährungen kaufen, bevor die Kurse wieder durch die Decke gehen. Diese Erzählung scheint zu wirken, zumindest im Moment.

c't: Worum geht es bei diesen Bitcoin-Spot-ETFs?

White: Börsenmakler könnten damit ihren Kunden auf eine klassischere Art und Weise einen Zugang zu Bitcoin bieten. Die Leute müssten nicht selbst an einer Börse Kryptowährungen kaufen, sondern könnten einfach Anteile an einem ETF kaufen, der Bitcoin hält und so dem Bitcoin-Kurs folgt.

c't: Wenn wir annehmen, dass diese ETFs zugelassen werden: Würde das dem Krypto-Ökosystem tatsächlich einen neuen Schub verpassen?

White: Das ist schwer vorherzusagen. Zu einem gewissen Grad vermutlich ja. Einfach, weil es ein neuer Weg wäre, in Kryptowährungen zu investieren. Aber ich glaube nicht, dass es so viel bringt, wie manche in der Kryptowelt glauben. Ich weiß einfach nicht, wie viele Leute es in der traditionellen Finanzbranche gibt, die in Bitcoin investieren wollen und das nicht schon über einen anderen Weg getan haben.

c't: Bitcoin war anfangs als Währung gedacht, als Zahlungsmittel. ETFs sind jedoch Geldanlageprodukte. Heißt das, Bitcoin ist mittlerweile einfach nur eine Geldanlage und nichts anderes?

White: Ich denke, die Community hat sich von Bitcoin als Währung verabschiedet. Ein paar Leute halten noch an dieser Erzählung fest, aber Bitcoin hat sich nun schon ein Jahrzehnt lang nicht als Währung bewährt. Der Preis ist einfach viel zu volatil, als dass man damit bezahlen könnte. Bitcoin war im Grunde schon immer eine spekulative Geldanlage.

c't: Welche Auswirkungen haben die Pleite von FTX und das Schuldeingeständnis von Binance denn auf die Branche, wenn man die Kurse einmal außen vor lässt?

White: Im Narrativ der Kryptobranche sind jetzt all die Bösewichte aus dem Spiel, die Kryptowährungen nur ausgenutzt haben und betrogen haben. Ich halte nicht viel von diesem Narrativ. Es gibt immer noch ziemlich viele Bösewichte in der Kryptobranche, auch wenn Sam Bankman-Fried jetzt raus ist und zu einem gewissen Grad auch Changpeng Zhao, der ehemalige Chef von Binance.

Es gibt auch keine neuen Gesetze, die verhindern würden, dass sich solche Geschichten mit anderen Protagonisten wiederholen. Die Regeln für Kryptowährungen sind weitgehend dieselben wie zur Zeit dieser Betrügereien. Das einzig Neue ist, dass die SEC [siehe Kasten] und andere Behörden in den USA viel aggressiver versuchen, die Regeln durchzusetzen, die es immer schon gab. Sie haben aber begrenzte Kapazitäten. Wenn 100 neue FTX aufploppen, kann man kaum davon ausgehen, dass die Behörden die alle im Keim ersticken, bevor irgendetwas schiefgeht.

c't: Binance hat mit dem US-Justizministerium einen Deal geschlossen, laut dem das Unternehmen mehr als 4 Milliarden US-Dollar Strafe zahlen muss und drei Jahre unter eine besondere Aufsicht gestellt wird. Ist Binance damit erledigt? Oder ist das eher eine Gelegenheit für einen Neustart?

White: Ich denke, dass es für sie unter der neuen Aufsicht sehr schwierig wird. Es gab in der Vergangenheit schon Beispiele dafür, dass Leute eine zwielichtige Kryptofirma übernommen und versprochen haben, diese auf Vordermann bringen. Ich denke da an Poloniex, eine Börse, die mal eine Anlaufstelle für Leute war, die mit Kryptowährungen handeln wollten, ohne ihre Identität offenzulegen. Es gab den Versuch, sie in die USA zu bringen und sie zu einer regulierten, regelkonformen Börse zu machen. Die haben nach unge-

fähr einem Jahr aufgegeben, weil die Kundschaft so etwas gar nicht wollte.

Binance ist ein bekannteres Unternehmen, und vielleicht gibt es ein paar Leute, für die es jetzt eher infrage kommt, mit denen Geschäfte zu machen. Aber im Großen und Ganzen ist das alles nicht gut für Binance.

c't: Stablecoins werden als vertrauenswürdiger Alternative zu klassischen

»Es gibt immer noch ziemlich viele Bösewichte in der Kryptobranche.«

Kryptowährungen vermarktet. Allein Tether kommt auf einen Börsenwert von etwa 80 Milliarden US-Dollar. Aber für Außenseiter ist es schwer zu verstehen, warum Stablecoins so erfolgreich sind. Schließlich sind sie einfach an klassische Währungen wie den US-Dollar gekoppelt. Können Sie den Erfolg erklären?

White: Stablecoins sind so etwas wie die Pokerchips der Kryptowelt. Man braucht einfach irgendetwas zur Annäherung an klassische Währungen. Stablecoins haben sich dafür bewährt. Und man braucht so etwas, weil es wirklich herausfordernd und teuer ist, ständig zwischen Kryptowährung und klassischer Währung hin- und herzuwechseln.

Aber was die Vertrauenswürdigkeit angeht: Das ist meiner Meinung nach äußerst ungewiss. Der größte Stablecoin ist im Moment Tether. Der Anbieter wurde in den USA zu Geldbußen verurteilt und ihm wurde untersagt, im Bundesstaat New York Geschäfte zu machen, wegen falscher Behauptungen über hundertprozentige Reserven. Die Stabilität und Vertrauenswürdigkeit dieses Stablecoins steht also sehr stark infrage. Andere Stablecoins werden als ein bisschen vertrauenswürdiger angesehen, aber auch da gibt es große Fragezeichen.

c't: Tether wirbt weiterhin damit, dass sämtliche Token zu 100 Prozent durch

Zur Person

Die Informatikerin Molly White arbeitet von 2014 bis 2022 als Softwareentwicklerin bei HubSpot, mittlerweile ist sie hauptberuflich Krypto-Kritikerin: Auf ihrem Blog „Web3 is Going Just Great“ dokumentiert sie Pleiten, Betrügereien, Hackerangriffe und andere Pannen aus der Welt der Kryptowährungen und Blockchain-Projekte. Der „Grift Counter“ (Gaunereizähler) ihres Blogs steht aktuell bei über 70 Milliarden US-Dollar. Das Onlinemagazin „The Information“ bezeichnete sie als „absoluten Albtraum für Web3-Evangelisten“. White ist auch als Wikipedia-Editorin aktiv, schreibt für renommierte US-Medien über Technikthemen und hält Vorträge.

Reserven gedeckt seien. Glauben Sie nicht daran?

White: Nein. Wir wissen mit Sicherheit, dass das nicht immer der Fall war. Deshalb halte ich es nicht für vernünftig, davon auszugehen, dass das jetzt der Fall ist. Außerdem haben sie ihre Aussagen im Lauf der Zeit geändert. Früher haben sie behauptet, dass alles eins zu eins mit Bargeld oder Bargeldäquivalenten unterlegt sei. Dann haben sie angefangen, die Definition dessen, was sie als Reserven verwenden, zu erweitern.

Es gab Gerüchte, dass sie Wertpapiere chinesischer Immobilienfirmen genutzt haben. Angesichts der Verwerfungen auf den chinesischen Immobilienmärkten wäre das nicht gerade eine solide Grundlage für etwas, das eins zu eins in US-Dollar auszahlbar sein soll. Also, kurz gesagt glaube ich nicht, dass sie über angemessene Reserven verfügen.

c't: Wie überrascht wären Sie, wenn Tether kollabiert?

White: Das Beispiel FTX zeigt, dass Kryptofirmen erstaunlich lange weitermachen können, wenn sie nicht das Kapital haben,

»Je weniger ehrlich man ist, desto mehr Geld kann man verdienen.«

das sie behaupten zu haben. Was alles zum Einsturz bringen kann, sind die Ängste der Öffentlichkeit. Tether hat sich als erstaunlich widerstandsfähig gegen solche Ängste erwiesen.

c't: Glauben Sie, dass die Leute, die Tether halten, sich keine Sorgen machen? Oder gehen die eher davon aus, dass sie schon nicht die Dummen sein werden, wenn Tether kollabiert?

White: Ich denke, manche Leute glauben wirklich, dass bei Tether alles astrein abläuft. Es gibt aber auch viele Leute, die Tether nur für kurze Transaktionen nutzen. Deshalb spielt es für sie keine Rolle, wenn Tether nicht ausgerechnet in dem

kurzen Zeitraum zusammenbricht, in dem sie die Token halten.

c't: Einige Experten weisen darauf hin, dass Tether ein perfektes Geschäftsmodell habe, weil sie für ihre US-Dollar Zinsen kassieren, während sie selbst keine Zinsen zahlen müssen. Was würde Tether also dazu motivieren, etwas Riskantes oder Zwielfichtiges zu tun, wenn sie ohne jedes Risiko viel Geld verdienen?

White: Die Motivation wäre einfach, noch mehr Geld zu verdienen. Je weniger ehrlich man ist, desto mehr Geld kann man verdienen. Und sie haben die Möglichkeit, sehr zwielfichtige Dinge zu tun, weil es keinen Audit gibt. Sie könnten eine Menge Geld verdienen, indem sie im Grunde Dollar fälschen und einfach Token ausgeben, die nicht abgesichert sind. Oder die Reserven für Zwecke verwenden, für die sie nicht bestimmt sind.

c't: Auf Ihrem Blog „Web3 is Going Just Great“ gibt es einen „Ganereizähler“, der derzeit bei etwa 70 Milliarden US-Dollar steht. Heißt das, dass Kryptowährungen im Wert von 70 Milliarden US-Dollar gestohlen wurden?

White: Ein Teil des Geldes, das dort gezählt wird, ist verschwunden, weil ein Insolvenzverfahren läuft. Da gibt es eine gewisse Resthoffnung, dass ein Teil davon irgendwann an die Besitzer zurückgegeben wird. Aber zum größten Teil handelt es sich um Geld, das von Betrügern oder Hackern gestohlen wurde. Das ist also einfach weg oder in den Händen der Angreifer und nicht des rechtmäßigen Eigentümers. Und ich muss betonen, dass der Zähler nur bis Anfang 2021 zurückreicht. Es gab in der Zeit davor noch weitaus mehr Diebstähle, Betrügereien und dergleichen.

c't: Bisher haben wir hauptsächlich über Betrug und Spekulation gesprochen. Sehen Sie auch positive Aspekte von Kryptowährungen?

White: Es gibt Einzelfälle, in denen Kryptowährungen jemandem helfen. Zum Beispiel Geschichten von Menschen mit Geldsorgen, die in einen Token investiert haben und nun viel besser abgesichert sind. Oder Geschichten von Menschen, die vor autoritären Regimen geflohen sind

und ihr Geld mithilfe einer Kryptowährung mitnehmen konnten.

Aber im Großen und Ganzen bringen Kryptowährungen der Gesellschaft keine Vorteile. Es gibt keine wirklich skalierbaren Vorteile. Im Allgemeinen verdienen Menschen mit Kryptowährungen nicht wirklich Geld. Und wenn viele Menschen anfangen, Kryptowährungen zu nutzen, um einem autoritären Regime zu entkommen, wird dieses Regime in der Regel hart gegen Kryptowährungen vorgehen.

c't: Neben Kryptowährungen gibt es viele andere Blockchain-Projekte, zum Beispiel zur Nachverfolgung von Emissionszertifikaten. Die Anbieter argumentieren, dank der Blockchain müsse man nicht einem einzelnen Akteur vertrauen. Klingt das nicht sinnvoll?

White: Nein, ich glaube nicht, dass das sinnvoll ist. Es gibt die vage Vorstellung, dass Blockchains sehr sicher seien, was die Vertrauenswürdigkeit der Daten angeht. Das kommt daher, dass es sehr, sehr, sehr schwierig ist, einen Eintrag in einer unveränderlichen Blockchain wie der von Ethereum zu ändern, sobald der Eintrag hinzugefügt wurde. Aber das Ethereum-Netzwerk oder jede andere Blockchain unternimmt rein gar nichts, um die Daten, die der Blockchain hinzugefügt werden, zu validieren. Die Daten können also ungenau oder gefälscht sein.

Viele Blockchain-Projekte verkennen die tatsächlichen Probleme, die in der heutigen Welt existieren. Zum Beispiel meinen sie, dass die Probleme des Zertifikat Handels irgendwie damit zusammenhängen, dass Datenbanken anfällig für Änderungen sind. In Wirklichkeit geht es aber darum, dass Menschen betrügen. Und Menschen können auf einer Blockchain genauso leicht betrügen wie mit einer klassischen Datenbank. Es gibt also keinen wirklichen zusätzlichen Nutzen. Dazu kommen noch die Nachteile von Blockchains wie ihre hohen Kosten und ihre Langsamkeit.

c't: Haben Sie das Gefühl, dass die Risikokapitalgeber der Kryptobranche den Rücken kehren und sich anderen Themen wie KI zuwenden?

White: Es gibt einige, die immer noch sehr stark auf Kryptowährungen setzen, und

einige von ihnen sind ziemlich groß und einflussreich, zum Beispiel Andreessen Horowitz. Es gibt auch Risikokapitalfirmen, die extra für den Kryptosektor gegründet wurden und die diesen Fokus nicht geändert haben. Aber ja, viele Risikokapitalgeber sind weitergezogen. Die Risikokapitalwelt folgt dem Hype, und als der Krypto-Hype abflaute und der KI-Hype begann, folgten sie dem. Aber wenn der Hype um Kryptowährungen zurückkehrt, werden auch die Kapitalgeber zurückkommen.

c't: War Krypto denn eine Erfolgsgeschichte für die Kapitalgeber? Oder haben sie sich die Finger verbrannt?

White: Ich denke, es war eine Blamage für diejenigen, die über Krypto als die Zukunft des Internets und die Zukunft

darin besteht, Zugriff auf Token zu bekommen, bevor die Allgemeinheit Zugriff hat.

Sie bauen einen Hype um das Projekt auf, und sobald die Token für die Öffentlichkeit verfügbar sind und das Interesse und der Preis in die Höhe schnellen, verkaufen sie ihre Token so schnell wie möglich. Das ist sehr lukrativ, denn was danach passiert, spielt für die Kapitalgeber keine Rolle. Wenn sie verkaufen, stürzt der Preis ab und das Projekt versinkt in der Bedeutungslosigkeit.

c't: Das ist also der Grund, warum es so viele verschiedene Kryptowährungen gibt?

White: Genau. Wenn man nach diesem Muster vorgeht, ist es schwer, einen Coin wiederzubeleben, der den Prozess schon mal durchlaufen hat. Es ist viel einfacher, einen neuen Coin mit einer neuen Geschichte und einem neuen Team aufzubauen.

c't: Welche Unterschiede und welche Parallelen sehen Sie zwischen dem Blockchain-Hype und dem KI-Hype?

White: Genau wie beim Krypto-Hype sind die Aussagen über KI ziemlich übertrieben. Aber die Technik, die den KI-Hype antreibt, ist ein bisschen vielversprechender. Wir alle nutzen KI in der realen Welt für ziemlich nützliche Dinge. Im Vergleich dazu haben die meisten Menschen nichts mit Blockchains zu tun, hatten es wahrscheinlich nie und werden es wahrscheinlich auch nie.

»Die Technik, die den KI-Hype antreibt, ist ein bisschen vielversprechender.«

der Gesellschaft gesprochen haben, denn das hat sich einfach nicht bewahrt. Aber von der monetären Seite her war es ziemlich erfolgreich, weil das Risikokapitalmodell in der Kryptowelt

Krypto-Begriffe

Bullrun: Kursrallye, starker Aufwärtstrend

Coin: Kryptowährung

Fiatgeld: Tauschmittel ohne inneren Wert; in der Kryptoszene häufig ein Begriff für klassische Währungen wie US-Dollar oder Euro, in Abgrenzung zu Kryptowährungen

SEC: Securities and Exchange Commission, US-Börsenaufsichtsbehörde

Token: Digitaler Vermögenswert, dessen Besitzverhältnisse in einer Blockchain dokumentiert sind

Web3: Marketingbegriff für ein zukünftiges, dezentralisiertes Internet, das auf Blockchain-Technik aufbaut. Häufig auch Sammelbegriff für alles, was mit Blockchains zu tun hat.

Was meiner Meinung nach ein sehr markanter Unterschied ist, ist die Tatsache, dass der KI-Hype normale Menschen nicht in dem Maße einem finanziellen Risiko aussetzt, wie es beim Krypto-Hype der Fall war. Ganz normale Menschen, die normalerweise keine riskanten Geldanlagen kaufen, haben durch den Krypto-Hype eine Menge Geld verloren. Dieses Risiko gibt es beim KI-Hype weniger, weil die KI-Unternehmen keine Token an die breite Öffentlichkeit verkaufen.

(cwo@ct.de) **ct**

Web3 is Going Just Great: ct.de/ynwg



Heft + PDF mit 29 % Rabatt

Do KI Yourself!
Modelle anwenden und selbermachen

Heft für 14,90 € • PDF für 14,90 €
Bundle Heft + PDF 20,90 €

 shop.heise.de/ix-ki



Bild: KIT

Es liegt was in der Luft

ESA-Satellit soll erkunden, wie der Klimawandel die Atmosphäre verändert

Eine globale Beobachtung der Spurengase in der mittleren Erdatmosphäre soll helfen, Klimaereignisse besser vorherzusehen. Das Satellitenprojekt CAIRT soll dazu nicht von oben, sondern seitlich durch die Atmosphäre schauen.

Von Arne Grävemeyer

Die Forscher am KIT (Karlsruher Institut für Technologie) sprechen von einem Tomografen für die Erdatmosphäre: In bisher nicht erreichter räumlicher Auflösung wollen sie Spurengase und Aerosole in 5 bis 115 Kilometern Höhe erfassen und Wellen beobachten, die durch die Luftmassen dieser Atmosphärenschichten rollen. Damit soll ihr CAIRT-Satellitenmodul (Changing Atmosphere Infra-Red Tomography Explorer, siehe ct.de/yrbk) das Wissen über die Vorgänge in der Erdatmosphäre

re vertiefen. Eine konkrete Hoffnung besteht darin, sich anbahnende Naturereignisse bereits Wochen oder sogar Monate im Voraus zu erkennen. Zudem kann eine derartige Mission die Auswirkungen von Vulkanausbrüchen und bei vulkanischen Aktivitäten ausgeschleuderten Aschewolken beobachten. Ebenso wird es möglich sein, absichtliche Geoengineering-Eingriffe zu entdecken und zu protokollieren.

Bei dem einzigen Konkurrenzprojekt handelt es sich um WIVERN, ein Satellit-

c't kompakt

- Mit ihren Earth-Explorer-Missionen unterstützt die europäische Weltraumagentur ESA die Klimaforschung.
- Seit November befindet sich unter den letzten beiden Bewerbern für die elfte Mission das CAIRT-Projekt, das global in der Atmosphäre die vorhandenen Aerosole und Spurengase, unter anderem auch Ozon, messen soll.
- CAIRT könnte extreme Wetterereignisse für mehrere Wochen vorher sagen und Klimamanipulationen entdecken.

tenprojekt, das die weltweite Beobachtung von Wind und Wolkenvorgängen mittels Radar zum Ziel hat. Diese Mission soll insbesondere vertikale Luftströmungen in Wolken beobachten und zudem die Wege von Regen, Schnee und Eiswasser in der Atmosphäre verfolgen.

Bereits seit 2009 gibt es die sogenannten Earth-Explorer-Forschungsmissionen der europäischen Weltraumagentur ESA (siehe c't-Link). Sie haben seitdem auf unterschiedliche Weise das Verständnis des Klimasystems der Erde und der atmosphärischen Dynamik erweitert. Beispielsweise hat das erste Projekt GOCE (Gravity Field and steady-state Ocean Circulation Explorer) von 2009 bis 2013 die Erdgravitation global erfasst und damit nicht nur Daten zur Physik des Erdinneren geliefert, sondern auch zur Ozeanzirkulation und zu Veränderungen des Meeresspiegels.

Der Aeolus-Satellit [1] vermaß von 2018 bis Ende Juli 2023 Luftströmungen mittels eines Lidar-Sensors unterstützt von einem Spiegelteleskop. Deren Auswertung verbesserte Wettervorhersagen und verkürzte insbesondere die Vorwarnzeiten vor Taifunen.

2025 plant die ESA gleich zwei Missionen, die Lebensdaten der Erde aufnehmen sollen. Biomass soll beispielsweise mit langwelligem Radar (Wellenlänge etwa 70 Zentimeter) Informationen über den Zustand der Wälder auf dem Planeten einsammeln und deren Rolle im Kohlenstoffkreislauf klären. Um das Radarecho einzufangen, hat der Satellit einen regen-

schirmartigen Reflektorschirm mit einem Durchmesser von zwölf Metern. Parallel dazu laufen die Planungen an FLEX, einer Mission, die die pflanzliche Photosynthese auf der Erdoberfläche kartieren und quantifizieren soll. Mit einer hochauflösenden Optik, deren Spektralbereiche auf Chlorophyll und Sauerstoff ausgerichtet sind, soll diese Mission zugleich Daten zur Gesundheit der Pflanzen auf der Erde sammeln und erkennen, wo und wie stark die Pflanzengemeinschaft von Stress betroffen ist.

Blick auf den Horizont

Für die elfte Earth-Explorer-Mission, voraussichtlich ab 2032, hat die ESA im November 2023 den vom KIT koordinierten Vorschlag in die engste Auswahl genommen. Anders als bei den meisten Satellitenmissionen üblich soll das CAIRT-Modul nicht senkrecht von oben die Erde beobachten, sondern seinen Infrarotdetektor in Flugrichtung tangential auf den Horizont ausrichten. Dadurch wird es möglich, auf der vertikalen Skala viele verschiedene Schichten zu unterscheiden und in jeder einzelnen die jeweiligen Spurengase und Aerosole aufgrund ihrer individuellen Wärmestrahlungssignatur zu bestimmen.

„Das Ziel dieser Mission ist es, Änderungen auf regionaler Ebene zu erkennen und zu verstehen“, sagt Björn-Martin Sinn-

huber, Forscher am KIT-Institut für Meteorologie und Klimaforschung. Sinnhuber ist Vorsitzender der CAIRT-Beratungsgruppe und hat auch die vorbereitende Studie zur Mission koordiniert. „Beispielsweise haben fast alle Wetterdienste in den vergangenen Jahren ihre Modelle nach oben erweitert und betrachten jetzt auch Vorgänge bis in 80 Kilometer Höhe. Einschneidende Naturereignisse haben oft Vorläufer in der Stratosphäre, die CAIRT schon früh wahrnehmen könnte“, berichtet Sinnhuber.

So gab es eine ganze Reihe von Studien, die zeigten, dass sich natürliche Störungen in der mittleren Atmosphäre auf der Südhalbkugel Wochen und Monate später ausgewirkt haben. Die Folgen waren beispielsweise sehr trockene und heiße Wetterbedingungen, die in Australien etwa die großen Waldbrände in der Saison 2019/2020 auslösten. Die Vorläufer solcher Klimaanomalien könnte ein globales Monitoringsystem in Zukunft wahrscheinlich erkennen und so eine deutlich längere Vorwarnzeit als bisher ermöglichen.

Spektrale Fingerabdrücke

Laut Konzeption wird der CAIRT-Satellit die Erde im Low Earth Orbit, also einer Umlaufbahn auf etwa 800 Kilometern Höhe umkreisen. Bei der Horizontsondierung wird der Tangentialpunkt zur Erde,



Bild: ESA

Die Earth-Explorer-Mission GOCE vermaß von 2009 bis 2013 das Gravitationsfeld der Erde und brachte dabei auch Erkenntnisse über die Ozeanzirkulation und Meeresspiegeländerungen.

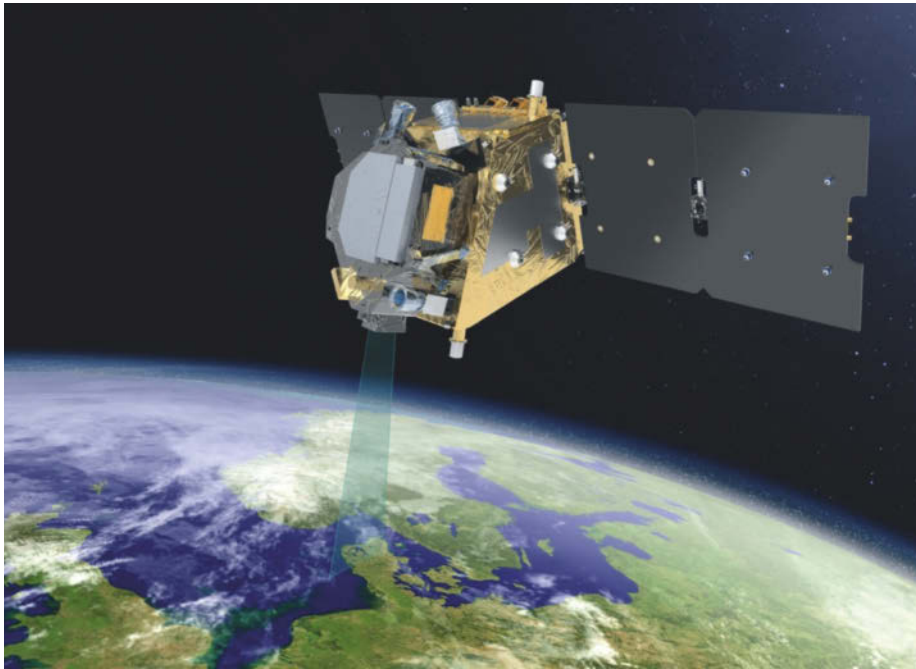


Bild: ESA

Die Mission FLEX soll ab 2025 die Vegetation auf der Erde kartieren und die Photosynthese auf dem Planeten quantifizieren.

also der Punkt, von dem aus der größte Beitrag zu den Messungen kommt, etwa 3000 Kilometer entfernt liegen. Der abbildende Infrarotdetektor wird etwa 100×100 Pixel auflösen. Bei seinem Betrachtungswinkel soll er mit einer einzigen Messung den gesamten Höhenbereich von 5 bis 115 Kilometern gleichzeitig erfassen. Entsprechend kann er mit jedem Pixel Signale aus einem Abschnitt von etwa 1,1 Kilometer in der Höhe detektieren. In

der Breite erfasst das Sensorfenster etwa 400 Kilometer. Die Forscher planen, dabei jeweils ein paar Pixel zu einem Messpunkt von etwa 25 Kilometern Breite zusammenzufassen.

Aus der Überfluggeschwindigkeit und der Scandauer von etwa sieben Sekunden pro Messung wird sich etwa alle 50 Kilometer eine neue Aufnahme ergeben. Damit sind fortwährende Einzelmessungen von dreidimensionalen Voxels mit den

Maßen $25 \text{ km} \times 50 \text{ km} \times 1,1 \text{ km}$ möglich. Wenn man sich die daraus entstehende Schichtendarstellung der Atmosphäre vorstellt, versteht man, wie die Forscher auf die Bezeichnung „Weltraumtomograf“ gekommen sind.

Der Infrarotdetektor soll thermisches Infrarot scannen, etwa im Wellenlängenbereich zwischen 4 und 15 Mikrometern. In diesem Messbereich emittieren die anvisierten Spurengase und Aerosole Wärmestrahlung und liefern dabei jeweils einen individuellen spektralen Fingerabdruck. „Das Gute ist, dass diese Emittierer ihre Wärmestrahlung unabhängig von der direkten Sonneneinstrahlung abgeben. Damit kann der Satellit Tag und Nacht scannen“, erklärt Sinnhuber. Durch die Satellitenbahn und -geschwindigkeit ergibt sich ein Erdumlauf in 100 Minuten, etwa alle zwei Tage decken die Aufnahmen den kompletten Erdball ab.

Zwei Industriekonsortien arbeiten derzeit daran, die Technik für das Satellitenprojekt auszuarbeiten. Das Datenvolumen, das die CAIRT-Mission erzeugt, ist dabei durch den Downlink mit einer Transferrate von etwa einem Gigabit pro Sekunde limitiert. Das wird Sinnhuber zufolge aber genügen, um den Datenstrom vom Satelliten an die Bodenstation zu gewährleisten.

Zuvor mit Flugzeug und Ballon

Bereits 2011 startete das KIT zusammen mit dem Forschungszentrum Jülich ähnlich gelagerte Messungen in der Atmosphäre mit einem Infrarotdetektor im Projekt GLORIA. Mit dem deutschen Forschungsflugzeug HALO (High Altitude and Long Range Aircraft) und später mit Ballons brachte man das Messinstrument auf Höhe. Das Problem beim Verfahren der Horizontabtastung ist allerdings, dass man nur unterhalb der Beobachterhöhe tangential durch die Atmosphäre schauen kann. „Zu allem, was oberhalb der Beobachterhöhe liegt, kann man nur sehr wenig sagen“, berichtet Sinnhuber. Mit HALO sind die Forscher bis auf 14 Kilometer Höhe gekommen, selten noch etwas höher. Später mit Ballons gelangen Aufstiege bis auf 30 bis 35 Kilometer Höhe. Gegenüber dem Flugzeug, das in Kampagnen Gebiete abfliegt, konnte der höher fliegende Ballon keine Distanzen abfliegen und entsprechend keine Gradienten über eine Strecke beobachten.

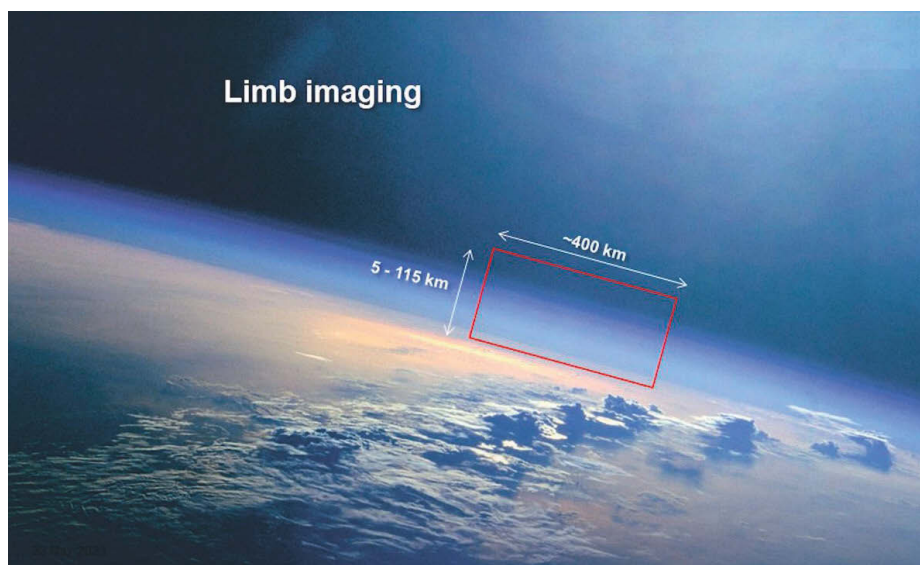


Bild: CAIRT

Horizontabtastung, das sogenannte Limb Imaging, in Flugrichtung: Das Fenster, das der CAIRT-Sensor aufnimmt, hat Kantenlängen von 110 und 400 Kilometer. Etwa alle 50 Kilometer soll eine weitere Aufnahme erfolgen.

Von 2002 bis 2012 war die MIPAS-Mission (Michelson-Interferometer for Passive Atmospheric Sounding) mit dem Envisat im Orbit. Dieses Instrument lieferte, wie auch für CAIRT vorgesehen, bereits eine hohe spektrale Auflösung und erfasste damit die spektralen Fingerabdrücke der verschiedenen Spurengase. Das eingesetzte Michelson-Interferometer ist ein FTIR-Spektrometer (Fourier-Transform-Infrarotspektrometer). Dieses Gerät nimmt nicht durch schrittweise Änderungen die Wellenlängen einzeln auf und es benutzt auch kein Prisma, sondern es berechnet eine Fourier-Transformation seines vollständigen Interferogramms. So erzeugt es das Spektrum der detektierten Wellenlängen, um darin die emittierenden Stoffe in der Atmosphäre erkennen zu können.

Allerdings hatte MIPAS keinen abbildenden Detektor, sondern erfasste bei jeder Messung nur einen Datenpunkt, den aber immerhin spektral aufgelöst. MIPAS musste daher die anvisierten Höhenschichten zwischen 6 und 70 Kilometern nacheinander absannen und konnte somit nur eine geringe räumliche Auflösung liefern.

Schärfere Augen für Spurengase

CAIRT könnte die Daten wesentlich genauer erfassen. Die gemäß der Planung zu beobachtenden Höhen reichen von der oberen Troposphäre (bis etwa 15 Kilometer) über die Stratosphäre (15 bis 50 Kilometer) bis in die Mesosphäre (50 bis 80 Kilometer) und sogar in die Thermosphäre hinein (oberhalb von 80 Kilometern). Aus überlappenden Messungen und Scans aus verschiedenen Winkeln soll sich ein Schichtenmodell ergeben, das fundiert über Ozonkonzentrationen Auskunft gibt, über flüchtige organische Verbindungen (Volatile Organic Compounds, VOC), verschiedene Schadstoffe, Ammoniak oder Schwefelverbindungen. Die ermittelten Konzentrationen lassen sich über Zeitreihen durch wiederkehrende Messungen alle zwei Tage verfolgen.

Darüber hinaus hoffen die Forscher, durch die hohe räumliche Auflösung auch atmosphärischen Schwerewellen auf die Spur zu kommen. Schwerewellen entstehen zum Beispiel, wenn sich Luftmassen über Gebirge schieben, wobei sich Impulse bis in die mittlere Atmosphäre ausbreiten. Die rückstellende Kraft ist die Schwerkraft. Damit rollen Schwerewellen tatsächlich ganz ähnlich wie die Wellen auf einem See.

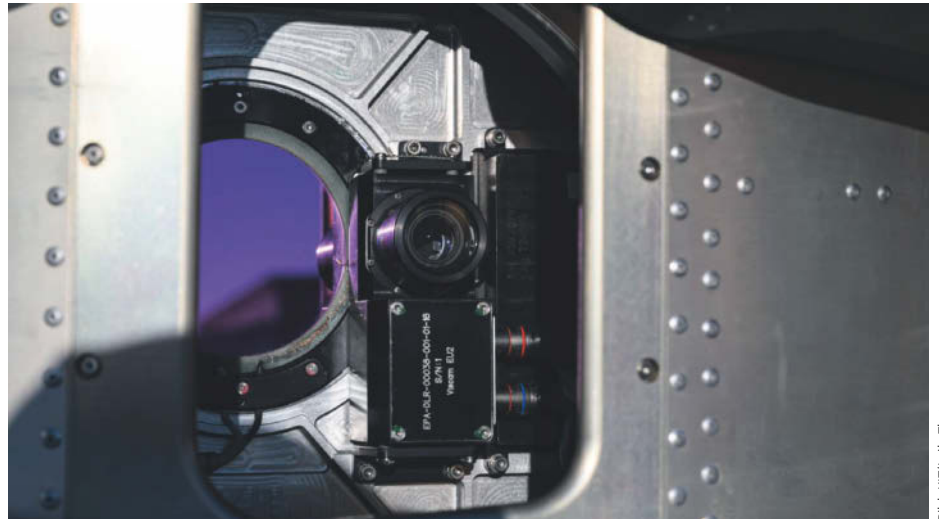


Bild: KIT/Laila Tkotz

Der Vorgänger des CAIRT-Infrarotspektrometers spürte bereits bei Flugzeugmesskampagnen die Spurengase und Aerosole in der Atmosphäre anhand ihrer individuellen Wärmestrahlungssignatur auf.

Bisher konnten Schwerewellen kaum im globalen Maßstab beobachtet werden und damit auch nicht, wie sie sich auf Wettervorgänge auswirken. Man sieht im Windschatten von Bergketten ab und zu Wolkenbänder in gleichmäßigen Abständen, die von diesem Phänomen herrühren. Hinabströmende Luftmassen erwärmen sich adiabatisch, beim Aufströmen kühlen sie sich wiederum ab und bilden Wolken. Aber welche Rolle spielen Schwerewellen in der Atmosphärendynamik generell? CAIRT soll sie ab einer Wellenlänge von 100 Kilometern erkennen können und ihren Einfluss auf das Geschehen am Boden entschleiern.

Geoengineering bleibt nicht unbemerkt

„Wir haben mit früheren Missionen bereits Aerosole, kleinere Partikel und Ruß in bis zu 30 Kilometern Höhe gefunden, beispielsweise nach heftigen Waldbränden“, berichtet Sinnhuber. Im Rahmen von Klimaabkommen etwa des Weltklimarates werde man die Erholung der stratosphärischen Ozonschicht überwachen können. Ebenso werde es sogar möglich, absichtliche Einträge von Aerosolen zu detektieren und zu überwachen.

Damit zielen die Forscher weniger auf FCKW-Sünder aus der Industrie, sondern eher auf Geoengineering-Bestrebungen. Es ist bekannt, dass nach heftigen Vulkanausbrüchen große Mengen an Schwefeldioxid in die Stratosphäre gelangen und dort über Jahre bleiben kön-

nen. Schwefeldioxid reagiert mit Luftfeuchtigkeit zu Schwefelsäure und bildet Sulfatpartikel. Diese reflektieren aber die Sonnenstrahlung, in den tiefer liegenden Schichten wird es dadurch spürbar dunkler und kühler.

Angesichts des derzeit beobachteten Klimawandels gibt es natürlich eine Diskussion, ob die Menschheit in ähnlicher Form auf Geo- beziehungsweise Climate-Engineering setzen und aktiv Schwefelsäure in die Stratosphäre bringen sollte. Sinnhuber möchte sich aus dieser Diskussion heraushalten. Klar ist nur eines: Die CAIRT-Mission wäre ideal, um ein denkbare Abkommen zur Regulierung von Geoengineering-Maßnahmen zu überwachen. CAIRT würde solche Maßnahmen sicher detektieren und auch mögliche unerwünschte Nebenwirkungen entdecken.

Die endgültige Auswahlentscheidung für die Earth-Explorer-Mission Nummer 11 fällt voraussichtlich im Sommer 2025. Bis dahin arbeiten die KIT-Forscher intensiv mit den Kollegen vom Forschungszentrum Jülich und weiteren acht Partnern an einer konkretisierten Wissenschaftsstudie.

(agr@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Michael Link, Windbeutel, Bessere Vorhersagen durch globale Windprofile mit dem europäischen Satelliten ESA Aeolus, c't 16/2018, S. 150

Projektseiten zu ESA Earth Explorers und CAIRT: ct.de/yrbk



Bild: KI Midjourney | Collage c't

IBAN abgecheckt

Wie die EU Überweisungen sicherer machen will

Die EU verpflichtet Banken dazu, künftig für ihre Kunden vor einer Überweisung IBAN und Empfängeramen abzugleichen. Damit will sie mehr Sicherheit schaffen. Dennoch haben wir auch Hintertüren für Betrüger gefunden.

Von Max Dermann
und Markus Montz

Kaum etwas fürchten Nutzer beim Onlinebanking mehr als eine Überweisung an die falsche Person oder gar einen Betrüger. Letztere haben es dabei relativ einfach: Aus der IBAN – ausgeschrieben heißt die Abkürzung „International Bank Account Number“ und steht für die Kontonummer bei einer bestimmten Bank – ergibt sich bisher zwar die Empfängerbank. Doch nur sie kennt auch den Namen des Empfängers. Denn obwohl nach Umfragen bis zu zwei Drittel der Menschen anderes vermuten, prüft keine Bank, ob die IBAN und der Empfängername zusammengehören. Fehler lösen keinen

Alarm aus, ausschlaggebend ist allein die korrekte IBAN. In diese Lücke stoßen in den vergangenen Jahren vermehrt Cyberkriminelle, die ihre Opfer zu Fehlern verleiten [1].

Mit der Instant-Payments-Verordnung will die EU nun gegensteuern. Anfang November 2023 haben sich Europäisches Parlament und EU-Ministerrat auf einen gemeinsamen Textentwurf geeinigt, mit dem sie vordergründig SEPA-Echtzeitüberweisungen in der gesamten EU zum Durchbruch verhelfen wollen. Im offiziellen Dokument taucht außerdem ein neues, oft gefordertes Sicherheitsfeature auf: der

ct kompakt

- Onlinebankingnutzer sollen künftig vor einer Überweisung eine Rückmeldung erhalten, wenn IBAN und Name nicht zusammenpassen.
- Die EU will es Bankkunden damit erleichtern, betrügerische Überweisungsaufforderungen zu erkennen.
- Damit der Plan aufgeht, müssen Banken ihren Kunden verständliche Informationen wie Empfängernamen oder Organisationsformen liefern.

IBAN Name Check. Er soll es Betrügern erschweren, ihre Opfer hinter Licht zu führen. Wir haben uns die geplanten Regularien für den IBAN Name Check genauer angesehen (ct.de/yr3y), ihn auf Vorteile und Lücken abgeklopft und schlagen Verbesserungen vor.

IBAN: Nicht für Menschen

Eine SEPA-Überweisung, also eine Überweisung innerhalb der „Single Euro Payments Area“ (einheitlicher Euro-Zahlungsverkehrsraum), besteht derzeit aus drei Pflichtfeldern: dem Betrag, der IBAN sowie dem Empfängernamen. Zwar ist jeder IBAN ein Kontoinhaber namentlich zugeordnet, egal, ob es sich um eine Privatperson (oder mehrere), ein Unternehmen oder eine Institution handelt.

Banken prüfen jedoch schon seit Langem nicht mehr, ob der von Kunden eingetragene Empfängername plausibel oder gar identisch mit dem des Kontoinhabers ist. Eine gesetzliche Pflicht gab es nie, die einst selbst auferlegte Prüfung ging in der schieren Masse an Transaktionen mit

immer kürzeren gesetzlichen Ausführungsfristen unter.

Damit bleibt die IBAN die einzige Variable, mit der die Banken arbeiten. Die IBAN mit ihren bis zu 34 alphanumerischen Zeichen ist vor allem auf Maschinenfreundlichkeit ausgelegt. Zwar haben IBANs ein festes Schema, das sich aus Länderkennung, Prüfziffern, Bankleitzahl, Kontonummer und optional einer nationalen Prüfziffer zusammensetzt. Menschen tun sich aber schwer damit. Obwohl jede IBAN per Prüfsumme fast alle versehentlichen Fehlbuchungen vermeidet, kann man ihr als Mensch nicht ohne Weiteres einen Namen als Kontoinhaber zuordnen. Es gibt keine öffentlich zugänglichen Verzeichnisse dafür, allein schon, da sie für Taten wie Lastschriftbetrug und Identitätsdiebstahl Tür und Tor öffnen würden.

Die Masche

Betrüger nutzen die Schwächen der IBAN und manipulieren Menschen mit fundierten psychologischen Strategien (Social Engineering). Sie täuschen ein potenzielles Opfer, sodass dieses glaubt, dass eine IBAN zu einem bestimmten Empfänger gehört. An diesen überweist es dann Geld, obwohl das Konto einer ganz anderen Person gehört. Meist bauen die Täter zusätzlich zeitlichen Druck auf. Angeblich kann das Opfer gerade noch negative Konsequenzen verhindern oder abschwächen. Die Täter wollen es so davon abhalten, sein Handeln zu überdenken. Dazu gaukeln sie gern eine behördliche Strafe, eine drohende Inhaftierung, eine vom angeblichen Bankberater erkannte Fehlbuchung oder ein notleidendes Kind vor.

Die Zielkonten gehören oft nicht einmal den Betrügern selbst. Stattdessen haben die Täter Strohleute dazu verleitet, ihnen ein Konto zur Verfügung zu stellen.

Beim sogenannten „Produkttester“-Angriff zum Beispiel denken die Betroffenen, dass sie lediglich den Eröffnungsprozess für ein Girokonto testen, aber keines anlegen. In Wahrheit geschieht genau das, ohne dass die Kontoinhaber vom Missbrauch durch die Täter wissen [2].

Dem Opfer nennen die Täter meist ausgedachte Namen, damit diese zur aufgetischten Geschichte passen. Dabei hilft ihnen, dass die Banken die Kombination aus Name und IBAN nicht prüfen und das Opfer es nicht kann. Selbst wenn das Opfer den Betrug schnell bemerkt, kann seine Bank die Überweisung nur selten noch aufhalten.

Die EU reagiert

Zwar hat die Zweite Europäische Zahlungsdiensterichtlinie (PSD2) die Banken beim Thema Sicherheit mit der obligatorischen Zwei-Faktor-Authentifizierung stärker an die Kandare genommen. Als die PSD2 zwischen 2013 und 2015 entstand, legten Experten und Politik ihr Hauptaugenmerk jedoch darauf, dass Betrüger allein mit erbeuteten Onlinebankingpasswörtern keinen Schaden mehr anrichten können.

Mittlerweile haben Cyberkriminelle sich darauf eingestellt. Sie bringen ihre Opfer dazu, sich in gutem Glauben willentlich zu authentifizieren. Zupass kommt den Tätern dabei auch die SEPA-Echtzeitüberweisung, nach der die Empfängerbank die Überweisung innerhalb von zehn Sekunden gutschreiben muss.

Anders als bei einer Standardüberweisung, die sich mit Glück noch stoppen lässt, kann die Zahlerbank eine einmal ausgelöste Echtzeitüberweisung nicht mehr nachträglich aufhalten. Ungeachtet dessen würde selbst die beste Authentifizierungsmethode den Opfern nicht helfen, wenn sie eine Überweisung an Be-

Struktur einer IBAN

Eine IBAN mit ihren bis zu 34 Stellen besitzt zwar einen logischen Aufbau, viele Menschen überfordert sie aber selbst in der kürzeren Form hierzulande beim Lesen und Schreiben. Zudem können sie den Kontoinhaber aus der Zahlenkombination nicht ersehen.





	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	...	34													
 ISO-Standard:	LAND		Prüfziffern		Kontoidentifikation																																	
 Deutschland	DE		Prüfsumme		Bankleitzahl								Kontonummer																									
 Österreich	AT		Prüfsumme		Bankleitzahl						Kontonummer																											
 Schweiz	CH		Prüfsumme		Bankclearing-Nr.				Kontonummer																													



Bild: Europäische Union

Das EU-Parlament und der EU-Ministerrat haben sich geeinigt, mithilfe eines Abgleichs von IBAN und Empfängername die Sicherheit beim Onlinebanking zu erhöhen.

träger mit nur scheinbar korrekter IBAN selbst freigeben. Auf dem Schaden bleiben sie sitzen, da die Banken sich auf die korrekte Freigabe durch den Kunden selbst berufen.

Genau deshalb hat die EU den IBAN Name Check in die Instant-Payments-Verordnung integriert. Die Verordnung schreibt vor, dass Banken den Empfängernamen künftig verbindlich und für den Kunden kostenlos mit der IBAN abgleichen müssen. So sollen Bankkunden deutlich einfacher erkennen, ob eine Zahlung an den erwarteten Empfänger geht. Damit müssten Betrüger einem Opfer den womöglich seltsamen Empfängernamen plausibel machen, was zwar möglich ist, aber doch eine neue Hürde darstellt.

Der Text von Parlament und Rat umfasst sämtliche Überweisungen und geht damit über den ursprünglichen Vorschlag der EU-Kommission hinaus. Sie hatte den Check nur für SEPA-Echtzeitüberweisungen vorgesehen. Die Banken müssen den IBAN Name Check spätestens 18 Monate nach Inkrafttreten der Verordnung in ihr Onlinebanking integriert haben.

Der Namenschecker

Beim vorgesehenen Verfahren gleichen die Zahler- und die Empfängerbank vor der Auftragsfreigabe untereinander den Namen ab, den der Zahler zu einer IBAN eingegeben hat. Es spielt keine Rolle, ob die Überweisung im Onlinebanking, in der

App oder über einen Drittanbieter erfolgt. Wenn Name und IBAN bei der Empfängerbank nicht übereinstimmen, soll die Zahlerbank ihren Kunden deutlich warnen, dass die Überweisung auf ein falsches Konto gehen könnte oder dass womöglich ein Betrugsversuch dahintersteckt. Wenn der Name annähernd zur IBAN passt, beispielsweise bei Tippfehlern oder Sonderzeichen, darf die Zahlerbank dem Zahler den korrekten Namen anzeigen, sonst bleibt es bei einem Hinweis.

Der Kunde darf eine Warnung stets überstimmen. In diesem Fall entbindet die Verordnung die Bank von der Haftung für ungewollte Transaktionen. Wenn eine Bank dem Kunden eine Übereinstimmung zeigt, obwohl IBAN und Name nicht passen, steht sie in der Haftung.

In den Niederlanden machen es die Banken schon so. Nach Angaben des Betreibers Surepay, der auch in Großbritannien aktiv ist, habe man in beiden Ländern gute Erfahrungen gemacht: Die Zahl der Fehlbuchungen sei um zwei Drittel, der Betrug mit IBANs sogar um vier Fünftel zurückgegangen. Zudem zeige sich, dass es nur bei drei Prozent aller Transaktionen größere Abweichungen gebe.

Probleme vor dem Rechner

Einige Fragen beantworten die Vorgaben der Verordnung aber nicht: So soll der IBAN Name Check bei Überweisungen an Privatpersonen in erster Linie Vornamen

und Nachnamen prüfen; bei Gemeinschaftskonten würde ein Inhaber ausreichen. Allerdings verwendet man im Alltag oft einen anderen, vielleicht verkürzten oder abgewandelten Namen als den, der im Personalausweis steht und der den Banken als Referenz dient. Wer sich Max nennt, heißt laut Ausweis oft Maximilian, die Bine ist demnach oft eine Sabine.

Wie großzügig die Banken den Spielraum für die Namenserkennung nutzen, weiß man nicht. Die Erwägungsgründe von Parlament und Rat nennen als explizite Beispiele diakritische Zeichen (wie ü oder ø) sowie Transliterationen, etwa aus dem griechischen oder kyrillischen Alphabet. Tippfehler als solche erwähnt das Papier nicht, auch wenn die Formulierung „beinahe übereinstimmen“ nahelegt, dass die Verfasser sie mitmeinen. Die Erfahrung bei derartigen Rechtsvorgaben lässt jedoch vermuten, dass vielen Banken lieber einmal zu oft warnen, als für falsche Buchungen zu haften.

Genehmigungsantrag

Bitte prüfen Sie die folgenden Angaben.

SEPA Überweisung bestätigen

Empfänger: DGzRS

Empfänger IBAN: DE36290501010001072016

Empfänger BIC: SBREDE22XXX

Betrag: 20,00 EUR

Freigeben

Abbrechen

Bei der heutigen Zwei-Faktor-Authentifizierung zählen allein die IBAN und der Betrag. Die IBAN lässt sich aber nur mühsam lesen. Beim viel besser lesbaren Empfängernamen muss man selbst sicherstellen, dass er zur IBAN gehört (in diesem Fall tut er es).

31. Januar 2024

ICM München (auf der OOP)

Moderne IT-Integrationen

Die richtigen Daten zum richtigen
Zeitpunkt am richtigen Ort

**Moderne IT-Integration als Fundament
einer dynamikrobusten Architektur**

- Treffpunkt für IT-Leiter, Softwarearchitekten und Produktionsverantwortliche
- Zentrale Techniken und Anwendungsszenarien, um Daten und Integrationsherausforderungen anzugehen
- Information & Austausch zur Integration neuer Plattformen, Services und Tools



Jetzt kostenlos registrieren:
konferenzen.heise.de/integrationen



Überweisung ⓘ

Giro Smart
DE

2,46 EUR ⓘ

IBAN
DE31 2515 1270 0000 1477 51 · ST SPK BARSINGHAUSEN

Empfänger
Robert-Enke-Stiftung

Betrag
18,96 EUR

☐ Skontorechner

Verwendungszweck (optional)
Spende

☐ Dauerauftrag ☐ als Vorlage speichern

Ausführung
☒ Standard ☐ nächstmöglich ⓘ
Buchung auf dem Empfängerkonto spätestens bis Ende übernächster Geschäftstag.

Ausführung
☐ Echtzeit-Überweisung ⓘ
Bitte beachten Sie die geltenden Preis- und Leistungsverzeichnisse.

An dieser Stelle des Überweisungsvorgangs müssen Banken künftig anzeigen, ob der Empfängername zur IBAN passt. Im Beispiel würde das neue Lämpchen grün leuchten.

Bei Organisationen oder Firmen kommt hinzu, dass der Zahler oft nicht den offiziellen Namen kennt, etwa den im Firmenregister. Unter diesem führt die Bank aber das Konto. Ein Beispiel: Die Modekette „Hennes & Mauritz“ kennen die meisten nur als „H&M“. Auch weiß man selten, ob es sich dabei um eine GmbH, einen e. V. oder eine ganz andere Organisationsform handelt. Zwar sollen Zahler alternativ zum Empfängernamen auch dessen Steuer- oder Handelsregisternummern eingeben dürfen. Das führt jedoch zum selben Problem wie bei der IBAN, weil sich beide schlecht lesen oder gar auswendig lernen lassen.

Entscheidend wird also sein, wie „intelligent“ die Prüfung ausfällt, insbesondere bei kleineren Abweichungen. Wenn zu viele falsch-positive Alarmer etwa beim „Max“ statt „Maximilian“ auftreten, trainiert dies Menschen auf Dauer, Warnmel-

dungen zu ignorieren. Dann würde der IBAN Name Check wirkungslos werden.

Social Engineering bleibt möglich

Der Verordnungsentwurf hilft nicht gegen naheliegende Manipulationsstrategien. In einem typischen Szenario lassen die Täter das Opfer glauben, an eine Organisation zu überweisen, obwohl das Empfängerkonto einer Privatperson gehört. Sollte der IBAN Name Check dies anzeigen, wäre die Chance groß, dass das Opfer stutzig wird. Geschieht dies nicht, muss es dem Täter nur gelingen, das Opfer durch eine plausibel erscheinende Erklärung zum Ignorieren der Warnmeldung zu überreden.

Bei Vereinen oder Hilfsorganisationen, aber auch bestimmten Unternehmensformen wie der GbR oder dem Kleinunternehmer kommt hinzu, dass sie nicht

im Handelsregister stehen müssen. Die Täter könnten also nachvollziehbar versuchen, das Opfer auf die Fehlermeldung beim Name Check vorzubereiten. Alternativ nutzen sie lange, komplizierte Namen und erklären glaubhaft, dass die Erkennung damit oft überfordert sei. Mit einer Prise Zeitdruck dürften die Täter dann häufig weiterhin an ihr Ziel kommen.

Keine Hilfe wäre der IBAN Name Check, wenn die Täter dem Opfer eine Rechnung oder Zahlungsaufforderung für eine tatsächlich existierende Name-IBAN-Kombination unterjubeln. Wenn das Opfer daraufhin Geld an die darin angegebene Person oder das Unternehmen überweist, gäbe die Namensprüfung grünes Licht. Das wäre auch der Fall, wenn es den Tätern gelänge, Unternehmen mit täuschend ähnlich lautenden Namen in das Handelsregister eines anderen EU-Landes zu schmuggeln. Die Täter müssten dem Opfer dann lediglich vorgaukeln, dass es an die *Dépendance* im Ausland überweist und diese eben „Schick mir dein Geld A/S“ und nicht „Schick mir dein Geld GmbH & Co. KG“ heißt.

Ideen zur Abhilfe

Ungewollte Gewöhnungseffekte und Manipulationsstrategien könnte man aber eindämmen. So könnten die Banken Zahler mit intuitiv verständlichen Informationen versorgen. Wenn der IBAN Name Check grundsätzlich anzeigt, ob das Empfängerkonto einer Organisation oder Privatperson gehört, wäre wie gezeigt schon viel geholfen. Die Verordnung sieht das nicht vor, in den Niederlanden wird es aber bei zu starker Abweichung bereits jetzt so gemacht. Besser wäre noch, wenn der Zahler vorher wählen muss, ob er einer Privatperson oder Organisation Geld überweist. Hilfreich ist es außerdem, wenn die Bank den Ort einer Organisation oder zu einem Namen nennt. Dies könnte ein Opfer misstrauisch machen, selbst unter Zeitdruck.

Denkbar wäre auch, dass die Banken den Empfängernamen automatisch anzeigen, sobald der Zahler die IBAN eingegeben hat. Die DSGVO dürfte dafür jedoch hohe, wenn nicht unüberwindbare Hürden setzen. Dann könnte man nämlich sehr einfach durch Massenabfragen die IBAN von vielen Kunden erbeuten. Solche Massenabfragen ließen sich aber verhindern, indem das Onlinebanking wiederholte Versuche erkennt, den Nutzer daraufhin ausloggt und ihm kurzzeitig oder gar vollständig den Zugang sperrt.

Fazit: Gut, aber ausbaufähig

Der IBAN Name Check stellt trotz Lücken ein Mittel dar, die Hürden für Betrug zu erhöhen und das Onlinebanking sicherer zu machen. Ein Abgleich von Namen und IBAN bringt Bankkunden mit dem Empfängernamen eine zusätzliche, wichtige Information. Wie wirk-

sam er am Ende ausfällt, hängt aber stark davon ab, wie weit die Banken und ihre Dienstleister die Spielräume der Instant-Payment-Verordnung ausnutzen. Eine klug umgesetzte Namensprüfung, die nur wenige falsch-positive Warnungen produziert, ist für den Erfolg essenziell.

(mon@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Mirko Dölle, Bei Anruf: Geld weg!, Wie Telefonbetrüger die Zwei-Faktor-Authentifizierung aushebeln, c't 14/2023, S. 66
- [2] Markus Montz, Vom Bankentester zum Geldwäscher, Wie Cyberkriminelle arglose Jobsucher rekrutieren, c't 3/2023, S. 126

Vorläufiger Verordnungstext von Parlament und Rat: ct.de/yr3y

Echtzeitüberweisungen

Die „Instant Payments Regulation“ (Echtzeitzahlungsverordnung) zwingt die Banken auf dem Gebiet der EU zukünftig, ihren Kunden für sämtliche Girokonten SEPA-Überweisungen in Echtzeit anzubieten. Die SEPA-Standardüberweisung, die innerhalb eines Geschäftstages am Ziel sein muss, bleibt parallel bestehen. Dafür ändert die EU die SEPA-Verordnung von 2012 und weitere Vorschriften. Technische Grundlage bleiben die Standards für die SEPA-Echtzeitüberweisung, die der Europäische Zahlungsverkehrsausschuss (EPC) 2017 festlegt hat.

In Deutschland haben die meisten Banken und Sparkassen seither auf freiwilliger Basis SEPA-Echtzeitüberweisungen eingeführt. Zu den Ausnahmen zählen die ING, Consors, die Apobank und einige Spardas; DKB-Kunden können die schnellen Transaktionen bisher nur empfangen. Für eine Echtzeitüberweisung gilt, dass die Bank des Empfängers das Geld innerhalb von zehn Sekunden auf dessen Konto gutschreiben muss, rund um die Uhr an allen Tagen im Jahr. Die neue Verordnung sieht vor, dass die Bank des Zahlers diesen anschließend „sofort“ benachrichtigt, sobald sie die Bestätigung der Empfängerbank erhält. Bei einem Fehlschlag blieben ihr zehn Sekunden, um dem Zahler das Geld wieder gutzuschreiben.

Auch in die Preise greift die EU ein. Bisher bestimmen Banken das Entgelt für eine Echtzeitüberweisung selbst. Die meisten Kreditinstitute in Deutschland verlangen zwischen 50 Cent und drei Euro zusätzlich pro Soforttransaktion. Die Geldhäuser rechtfertigten dies mit den Kosten durch den Aufbau und Betrieb der technischen Infrastruktur. Auch der laufende Betrieb sei teurer, da sie Betrugsverdacht, Geldwäsche und Terrorismusfinanzierung sowie Einträge auf Sanktionslisten in deutlich kürzerer Zeit prüfen

müssten. Dennoch gibt es Institute, die Echtzeitüberweisungen mit den Kontoführungsgebühren abgelten.

Um das Tempo von Zahlungen im Handel zu erhöhen, können zukünftig auch Zahlungsdienstleister ohne Banklizenz die Zahlungsabwicklungssysteme der Zentralbanken nutzen. Bisher durften darauf nur Geschäftsbanken Überweisungen ihrer Kunden untereinander abrechnen (das sogenannte „Clearing“ und „Settlement“). Damit entfällt der Umweg über eine Bank, die einen Zahlungsdienstleister zudem als Geschäftskunden ablehnen kann. Die Sicherheit weicht die EU nicht auf, es gelten dieselben strengen Regeln wie für Banken.

Die Banken im Euroraum haben neun Monate Zeit, um ihren Kunden den Empfang von Echtzeitüberweisungen in Euro zu ermöglichen. Bis dahin müssen sie auch die Entgelte anpassen. Innerhalb von achtzehn Monaten sollen alle Bankkunden im Euroraum in Echtzeit auch selbst überweisen können. EU-Banken außerhalb des Euroraums erhalten mehr Zeit. Parlament und Ministerrat müssen dem Text offiziell noch zustimmen, mehr als redaktionelle Änderungen oder Präzisierungen sind aber nicht zu erwarten. Die Frist läuft, sobald die EU den Text im Amtsblatt verkündet, was Beobachter für März 2024 erwarten. Eine EU-Verordnung tritt dann sofort in Kraft; die Mitglieder müssen sie nicht mehr in nationales Recht umsetzen.

Die EU will so erreichen, dass europäische Banken, aber auch Fremddienstleister preisgünstige Alternativen zu den bisher stark von US-Unternehmen wie Mastercard und Visa dominierten Zahlungsarten auf den Markt bringen. Neben mehr Unabhängigkeit möchte die EU durch kontengestützte Verfahren auch Kosten senken. Visa, Mastercard oder PayPal sind gerade aus Händlersicht teuer.

Zusammenfassung

HANNOVERSCHER VOLKSBANK (GF P2)

Betrag in EUR
2,00

Verwendungszweck
Nein Doch Oh

Termin
in Echtzeit

In Echtzeit ausführen ☒

Die Zahlung kann **kostenpflichtig für 1,00 EUR** in Echtzeit ausgeführt werden und erreicht den Empfänger innerhalb weniger Sekunden

Weiter

Abbrechen

Danke, EU: Aufpreise für Echtzeitüberweisungen sind dank Instant-Payments-Verordnung ab September 2025 Geschichte.

Konto-zu-Konto-Zahlungen (Account-to-Account, A2A) in Echtzeit ohne zwischengeschaltete Dienstleister wären deutlich billiger und dürften auch Kleinstzahlungen rentabel machen. Händler könnten Zahlungseingänge sofort registrieren und Privatleute könnten sich beispielsweise über ihr Smartphone Geld direkt schicken, ohne den Umweg über PayPal zu nehmen. Bisher scheiterten solche Systeme in vielen Euro-Ländern daran, dass Kunden dafür extra zahlen müssen oder die Empfänger nicht ans System angeschlossen waren.

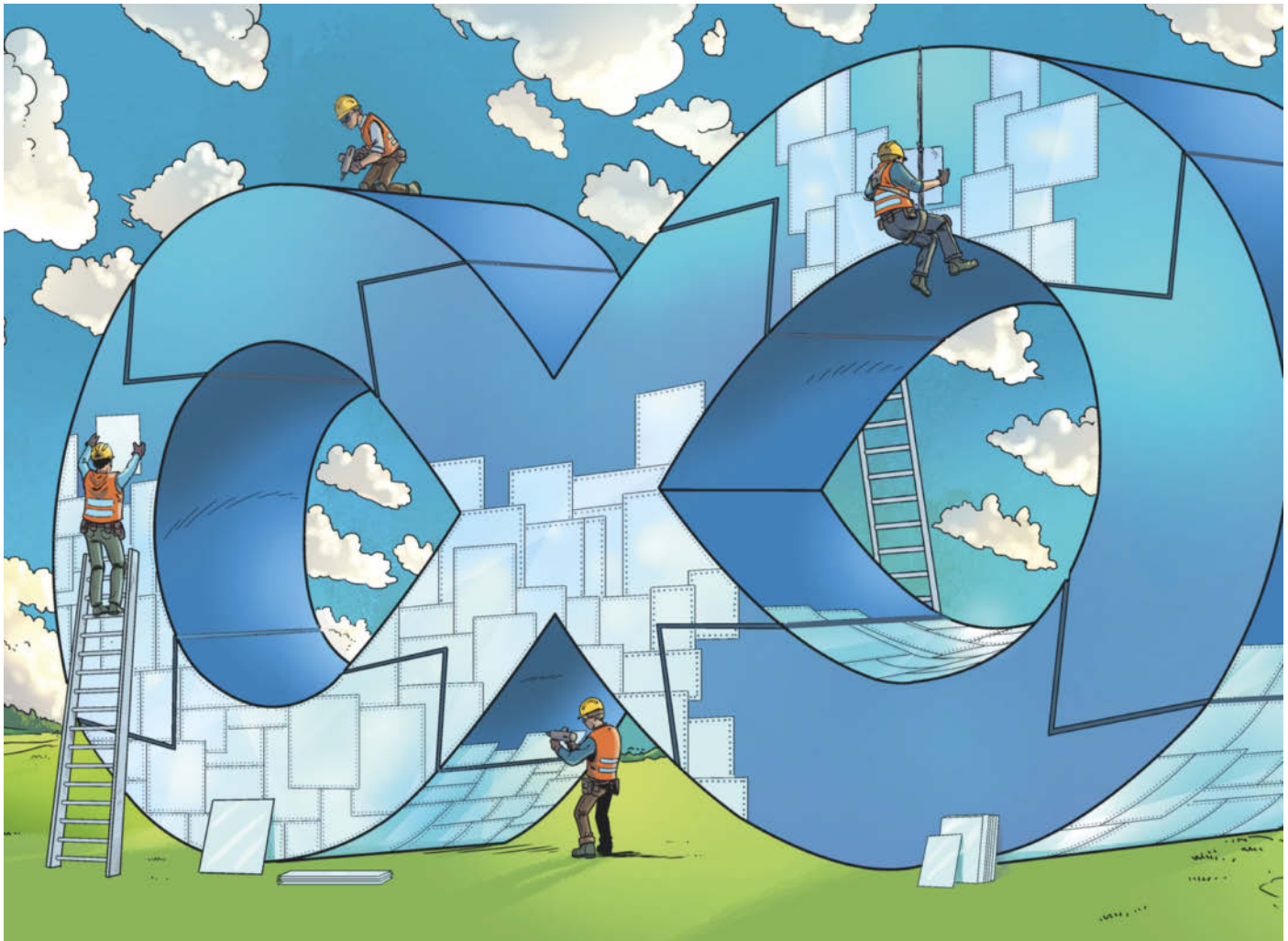


Bild: Michael Vogt

Kontinuierlich Sicherheit üben

Eine Security-Einführung für DevOps-Teams

DevOps-Teams entwickeln und betreiben Software in Eigenregie, einschließlich der IT-Sicherheit von Entwicklungs- und Betriebsumgebungen. Wir erklären, was es zu beachten gilt und wie Sie spielerisch Probleme mit dem Kartenspiel OWASP Cumulus aufspüren.

Von Christoph Niehoff

DevOps ist ein Prinzip der Softwareentwicklung, bei dem Teams die Verantwortlichkeiten von Entwicklern und Systemadministratoren in sich vereinen. Sie sind für das gesamte Produkt zuständig, vom Schreiben der Software bis zum Betrieb der Infrastruktur, auf der sie läuft. Um alltäglichen Kleinkram wie etwa die Zugriffsverwaltung muss sich ein DevOps-Team selbst kümmern, und in außergewöhnlichen Notfällen liegt es ebenso an ihm, schnell und angemessen zu reagieren.

Dafür ist es unerlässlich, dass DevOps-Teams auch für die Sicherheit ihrer Produkte garantieren; und zwar zu jedem Zeitpunkt. Das zugehörige Schlagwort, „DevSecOps“, ist allerdings etwas missverständlich. Denn die Sicherheit (Security) stellt gerade kein drittes Aufgabengebiet neben Entwicklung (Development) und Administration (Operations) dar. Sie muss vielmehr ein grundlegendes Anliegen und ein stetiger und natürlicher Bestandteil der verwendeten Prozesse sein.

Sicherheit immer mitdenken

Bei der Verstetigung von Sicherheit hilft Automatisierung ungemein. So wie sich automatisierte Tests als wichtige Zutat erfolgreicher Softwareentwicklung etabliert haben, können sie auch die IT-Sicherheit verbessern. Beispielsweise gibt es Tools, die veraltete Versionen von Bibliotheken finden oder automatisch Endpunkte einer Applikation auf Schwachstellen abklopfen, um Schadcode einzuschleusen. Solche kontinuierlichen Pentests decken Sicherheitsmängel auf, bevor sie in produktiven Code gelangen. Eine Praxis, die man „shift left“ (Verschiebung nach links) nennt, weil Sicherheitsaspekte früher im Entwicklungsprozess bedacht werden.

Das schützt vor allem vor fehlerhaften und dadurch unsicheren Implementierungen. Deutlich schwieriger zu identifizieren sind Sicherheitslücken, die durch unsicheres Design entstehen. Wenn beispielsweise ein Webshop eine negative Anzahl von Artikeln zulässt und dann womöglich auch noch negative Beträge mit positiven verrechnet, dann ist das kein Programmierfehler, sondern ein Logikfehler. Einen solchen aufzuspüren (oder von vornherein zu verhindern), lässt sich nicht einfach automatisieren, sondern verlangt Wissen und Sensibilisierung.

In c't 18/2022 [1] haben wir Kartenspiele wie Elevation of Privilege oder OWASP Cornucopia vorgestellt. Sie vermitteln Entwicklern Security-Wissen, sensibilisieren für Sicherheitslücken und helfen dabei, sie zu finden und von vornherein zu vermeiden. Diese Spiele legen ihren Fokus aber auf Applikationssicherheit und ignorieren viele DevOps-Aspekte wie Infrastruktursicherheit, CI/CD (Continuous Integration, Continuous Delivery; kontinuierliche Integration, kontinuierliche Auslieferung) oder Cloud-Konfigurationen.

Abhilfe schafft das kostenlose Open-Source-Spiel OWASP Cumulus (siehe [ct.de/yz9u](https://cwiki.cern.ch/bin/view/OWASP/Cumulus)), das ähnlich funktioniert, aber die Operations-Aspekte von DevOps in den Vordergrund rückt. Es stellt daher keinen Ersatz, sondern eine Erweiterung zu Elevation of Privilege oder OWASP Cornucopia dar, um DevOps-relevante Bereiche zu ergänzen. Der Kasten „Schönwetterwolken“ erklärt, wie DevOps-Teams mit Cumulus Security-Best-Practices einüben.

Doch was sind überhaupt Best Practices für DevOps-Teams und wie unterscheiden sie sich von klassischen Ansätzen

in der Softwareentwicklung? Ein zentraler Punkt: DevOps geht oft mit dem Verwenden einer oder mehrerer Clouds einher. Das ist nicht notwendigerweise so, DevOps-Konzepte kann man auch mit Hardware in eigenen Rechenzentren („on premise“) umsetzen. Aber auch wer eigene Server betreibt, profitiert von „Cloud-Security“ als Perspektive, weil sich daraus Sicherheitskonzepte ergeben, die für DevOps allgemein empfehlenswert sind. Die Zwischenüberschriften der folgenden Abschnitte orientieren sich an den fünf Spielkarten, in die Cumulus das Themenfeld unterteilt.

Access & Secrets

Im klassischen Betrieb ist die Netzwerksegmentierung eine der Hauptsäulen, um eine Applikation abzusichern. Das trifft auf moderne Cloud-Deployments im Grunde ebenso zu, funktioniert aber anders: Anstelle technischer Regeln auf einer Hardware-Firewall betrachten DevOps-Ingenieure oft abstraktere Konzepte wie Security Groups und Sicherheitsprofile, welche direkt an ihren Cloudinstanzen hängen. Server- und Netzwerkadministratoren sind nicht mehr die Leute mit dem physischen Schlüssel zum jeweiligen 19-Zoll-Rack, sondern diejenigen mit passenden Berechtigungen in einer Datenbank. Das sogenannte Identity and Access Management ist der Dreh- und Angelpunkt, um Eingriffe in die Infrastruktur zu verwalten.



Die fünf Asse von OWASP Cumulus beschreiben besonders schwerwiegende Sicherheitsprobleme.

ct kompakt

- DevOps-Teams müssen sich konstant auch um die Sicherheit ihrer Projekte kümmern.
- Gefahren, die auf der Operations-Ebene von DevOps drohen, sind für Entwickler oft ein blinder Fleck.
- Das Kartenspiel OWASP Cumulus hilft dabei, diese Perspektive einzüben.

Egal, ob man eine der großen Clouds verwendet oder eigene Hardware mittels Infrastructure-as-Code bespielt – das Berechtigungskonzept, um diese Systeme zu konfigurieren, gleicht einem User-Management mit unterschiedlichen Arten von Benutzern: Zum einen geht es um echte Menschen wie Endkunden oder Entwickler. Gerade bei letzteren ist Multifaktorauthentifizierung Pflicht, denn DevOps-Entwickler haben typischerweise weitreichende Berechtigungen, sodass ein kompromittierter Account hier verheerend wäre. Zum anderen gibt es technische „Benutzer“, also Berechtigungen von IT-Systemen. Die müssen sich untereinander authentifizieren, beispielsweise ein Backendservice, der sich bei der Datenbank anmelden muss, oder ein Webserver, der die aktuelle Version der entwickelten Software aus dem CI/CD-System laden soll.

All diese Berechtigungen muss man sicher konfigurieren und verwalten, wie auch die geheimen Credentials, mit denen sich Systeme ausweisen. Der Schlüssel dazu ist ein klar strukturiertes und verständliches User- und Berechtigungskonzept. Zu große Komplexität stellt einen Nährboden für Fehler dar. Berechtigungen sollte man gemäß dem Prinzip geringstmöglicher Rechte (Principle of Least Privilege) nur in Minimaldosen vergeben. Häufig hilft auch das Invertieren von Zugriffslogiken: Wenn der Webserver sich den neuesten Softwarestand holt, dann braucht die CI/CD-Pipeline keine Schreibrechte auf den Server. Das dämmt die Auswirkungen eines potenziellen Sicherheitsvorfalls ein.

Der Screenshot auf Seite 132 zeigt ein Beispiel, wie so etwas aussehen kann. Die dort abgebildete Konfigurationsdatei

stammt vom IDE-Hersteller JetBrains, der Teile seiner Infrastrukturdefinitionen auf GitHub veröffentlicht. Das Beispiel zeigt feingranulare Berechtigungen für ein einzelnes Objekt, nämlich die Inhalte eines Speicher-„Buckets“ beim Cloudhoster Amazon S3. In diesem Fall gelten diese Berechtigungen auch für nur eine technische Identität, welche eine Verbindung zwischen dem Content-Delivery-Netzwerk Cloudfront und dem S3-Bucket beschreibt. Mit Tools wie Terraform verwaltet man eine solche Konfiguration als Code [2]. Der unterliegt wiederum den gängigen Kriterien zur Qualitätssicherung: Konfigurationsänderungen werden über Git oder ein anderes VCS versioniert, müssen durch ein Review innerhalb des Entwicklungsteams und können idealerweise nur unter der Aufsicht von vier Augen produktiv gehen.

Delivery

Für gelungenes DevOps ist Automatisierung eine technische Notwendigkeit: CI/CD-Pipelines bauen und testen Anwendungen ohne manuelles Zutun der Entwickler und rollen sie auch aus. Ein zweischneidiges Schwert aus Security-Sicht: Einerseits reduziert sich der menschliche Fehlerfaktor immens, wenn es keine manuellen Interaktionen gibt, was Sicherheit und Zuverlässigkeit zugutekommt. Andererseits

aber müssen die Automatismen sehr vertrauenswürdig und zuverlässig sein, damit man sie ruhigen Gewissens ihre Arbeit erledigen lassen kann.

Für Angreifer stellen automatische Pipelines, die typischerweise weitreichende Berechtigungen haben, ein attraktives Ziel dar. Über eine gekaperte Pipeline bekommen sie beispielsweise oft Remote-Zugänge ins System, können Datenbanken auslesen oder Schadsoftware installieren. Bössartige Änderungen der Pipeline-Definitionen nennt man „direct pipeline poisoning“. Um das zu verhindern, sollten die Pipeline-Definitionen komplett unter Versionskontrolle stehen und auch hier ist ein Vier-Augen-Prinzip Pflicht. Beispielsweise können Sie gängige git-Server wie GitHub oder GitLab so konfigurieren, dass sie Codeänderungen nur nach expliziter Genehmigung durch weitere Teammitglieder erlauben.

Angreifer können Pipelines aber auch indirekt zu ihrem Vorteil nutzen. Solches „indirect pipeline poisoning“ ist meist weitaus schwieriger zu erkennen: Oft steht der Großteil des Codes, den die Pipelines ausführen, nämlich nicht unter eigener Kontrolle, sondern wird in Form von Libraries extern bezogen. In den vergangenen Jahren haben sich Supply-Chain-Attacken als großes Problem erwiesen, was nach einem

durchdachten Abhängigkeits- und Vulnerability-Management verlangt. Auch das lässt sich glücklicherweise für die gängigen Ökosysteme gut automatisieren: Software-Teilelisten (Software Bills of Materials, SBOMs) helfen, den Überblick zu bewahren [3], und automatisierte Alarmer melden sich, wenn Sicherheitslücken in den verwendeten Bibliotheken bekannt werden.

Recovery

Wie bereits erwähnt, verwaltet man Infrastruktur in DevOps-Prozessen häufig als Code. Dadurch kann man automatisierte Tools nicht nur für die Softwareentwicklung selbst, sondern auch für die dafür nötige Infrastruktur verwenden. Dies reicht oft bis zu einer „Immutable Infrastructure“, also Systemen, die man vollständig durch Code definiert und niemals umkonfiguriert. Wenn Anpassungen nötig sind, bastelt man nicht an bestehenden Komponenten, sondern zerstört sie komplett und erzeugt sie aus angepasstem Code neu.

Damit gehören undokumentierte Konfigurationsänderungen der Vergangenheit an und es ergeben sich sehr bequeme Möglichkeiten, um Backups und Wiederherstellung zu regeln: Wenn ein physischer Server den Geist aufgibt, hat man in vielen Fällen ein großes Problem, schlimmstenfalls hat man weder eine Ersatzmaschine noch die aktuelle Konfiguration des Servers parat. Wenn dagegen ein virtueller Server abraucht, kann man ihn im besten Fall einfach neu erzeugen, bei einer Immutable Infrastructure ein ohnehin alltäglicher Vorgang.

Allerdings kann das auch ein falsches Gefühl der Sicherheit vermitteln: Zum einen gilt wie immer, dass ein Backup nur dann seinen Namen verdient, wenn auch die Wiederherstellung funktioniert. Zum anderen gibt es in Cloud-ähnlichen Umgebungen eine Menge Dinge, von denen man Backups braucht: Applikationsdaten in der Datenbank, die Applikation selbst, der Zustand der Infrastruktur, die verwendeten Credentials und Geheimnisse et cetera. All das muss gesichert werden und man muss das Wiedereinspielen erfolgreich testen. Außerdem müssen Backups verschlüsselt und manipulationssicher sein. Dazu gehört auch, dass Angreifer sie nicht einfach löschen können.

Nicht zuletzt müssen all diese Schritte auch als durchdachter Katastrophenplan vorliegen und an alle betroffenen



Mit dem Kartenspiel OWASP Cumulus übt man DevOps-Sicherheit im Team ein und hat dabei auch noch Spaß.

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

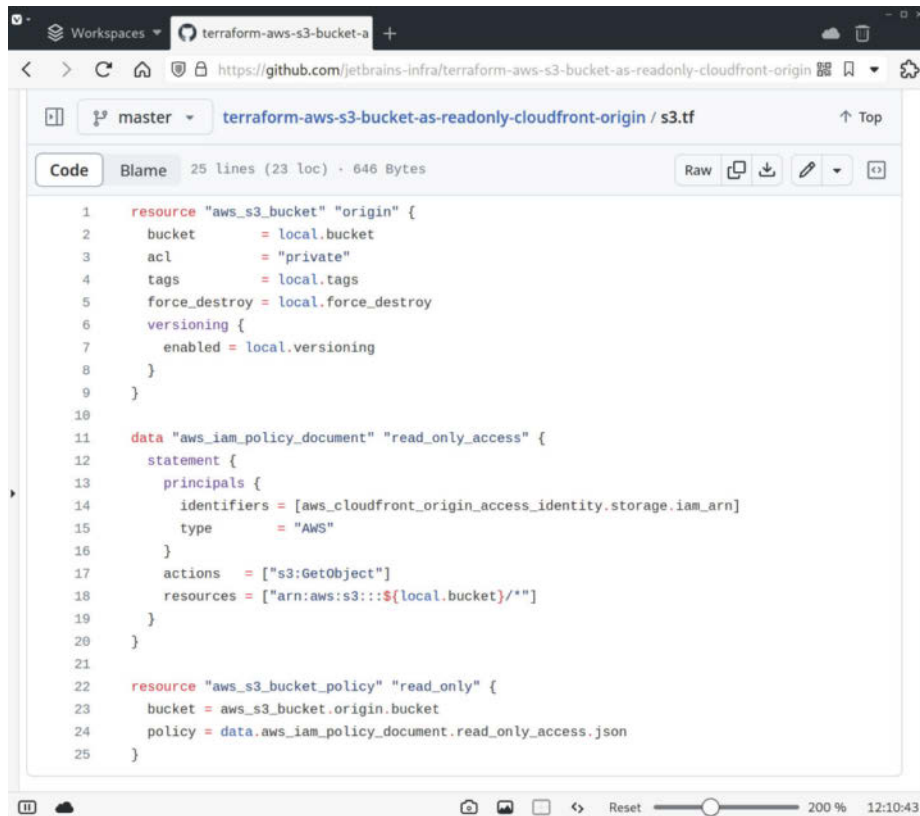


49 (0)541 800 09 120



leserservice@heise.de





Mit dieser Terraform-Konfigurationsdatei liefert JetBrains ein schönes Beispiel für feingranulares, als Code dokumentiertes Berechtigungsmanagement.

Stellen kommuniziert worden sein. Schon vor einem Notfall müssen alle Beteiligten wissen, was sie zu tun haben, wenn nachts der Alarm losgeht.

Monitoring (und Alerts)

Damit ein DevOps-Team die operative Verantwortung für sein Produkt tragen kann, müssen die Entwickler jederzeit den Zustand der Systemlandschaft en détail kennen. Falls es zu einer Anomalie kommt, sollten automatisierte Alarmer eine zeitnahe Reaktion ermöglichen. Softwareentwickler kennen automatisierte Tests als Qualitätssicherungsmaßnahme; das Monitoring kann man als Ausweitung der automatisierten Testabdeckung auf die Infrastruktur eines Projekts ansehen.

Wie bei klassischen Softwaretests benötigt man beim Monitoring eine ausreichende Abdeckung, um Ausfälle zu erkennen oder gar vorherzusagen. Lückenhaftes Monitoring ermöglicht darüber hinaus auch Angreifern, sich unbemerkt auf den eigenen Systemen umzusehen.

Input für das Monitoring sind Loggingdaten, die strukturiert vorliegen müssen, damit das System zuverlässig funktioniert. DevOps-Systemlandschaften

bestehen oft aus einer ganzen Reihe von Einzelsystemen, deren Logs man nicht händisch zusammentragen sollte. Idealerweise aggregiert man alles in einem einheitlichen System (beispielsweise über OpenSearch oder Splunk), mit projektweit eindeutigen IDs. Das erlaubt, Daten- und Kontrollflüsse über Komponentengrenzen hinweg nachzuvollziehen.

Ebenso wichtig sind Audit-Logs, also Protokolle, die Aktivitäten der Administratoren und Systemzugriffe erfassen. Sie erlauben, (Sicherheits-)Vorfälle im Nachhinein nachzuvollziehen und missbräuchliches Verhalten nachzuweisen. Selbst wenn ein Entwickler nur versehentlich eine Ressource der Infrastruktur löscht, möchte man doch zumindest sehen, wer es war und wie es so weit kommen konnte.

Ohnehin sollte man davon ausgehen, dass früher oder später ein Entwickler gehackt wird (oder einer Phishing-Kampagne zum Opfer fällt) und Angreifer Unwesen mit seinen Zugängen treiben. Für solche Fälle muss man sicherstellen, dass auch Audit-Logs unveränderbar und unlöschbar sind. Ein häufiger Fehler: zu weit gefasste Berechtigungen, sodass Entwick-

ler ihre Schreibberechtigung auf die Logs ausweiten können. Angreifern erlaubt das, mit einem übernommenen Account nicht nur Schaden anzurichten, sondern auch ihre Spuren zu verwischen.

Resources

Ganz allgemein sollte nicht alles, was in der DevOps-Umgebung konfigurierbar ist, auch für die Entwickler zugänglich sein. Es gilt das erwähnte Principle of Least Privilege. Man darf es damit aber nicht übertreiben: DevOps-Teammitglieder sollten zwar nicht mehr tun dürfen, als sie zum Arbeiten brauchen – aber eben auch nicht weniger. Es gehört ganz wesentlich zu DevOps, dass Entwickler ihre Systeme betreiben und die dafür nötigen Ressourcen eigenständig verwalten. Alles dafür Notwendige muss ihnen auch erlaubt sein. Das verhindert nicht nur Frust, sondern auch kreative – und oft unsichere – Workarounds, die sich Entwickler typischerweise suchen, wenn man ihre Workflows zu sehr behindert.

Damit es nicht zur bösen Überraschung kommt, wenn die Rechnung des Cloud-Providers ins Haus flattert, sollte man mit Policies regeln, welche virtuellen Instanzen (in welcher Preisklasse) erstellt werden dürfen. Wer einen guten Mittelweg findet, behindert einerseits Entwickler nicht in ihrem Arbeitsalltag und verhindert andererseits unkontrollierten Wildwuchs. Das schützt nicht nur vor Kostenexplosionen bei Cloudanwendern, sondern dient auch der Sicherheit und der Widerstandsfähigkeit gegen Ausfälle. Auch eine solche Policy sollte man am besten durch technische Mittel durchsetzen, beispielsweise durch ein zentral gemanagtes Berechtigungskonzept.

Ein anderer, aus Sicherheitsperspektive wichtiger Aspekt ist das Systemdesign. Man sollte Single Points of Failure vermeiden, deren Ausfall oder Kompromittierung das Gesamtsystem bedroht. In DevOps-Setups kommt dabei den CI/CD-Systemen eine zentrale Rolle zu: Sie werden häufig in einer Form verwendet, die indirekte und schwer zu überblickende Verbindungen zwischen verschiedenen Komponenten und Umgebungen mit unterschiedlichen Sicherheitsniveaus erzeugt; beispielsweise zwischen Test- und Produktionsumgebungen. Hier hilft eine möglichst starke Abgrenzung, auf (virtueller) Netzwerkebene oder – wo möglich noch besser – durch komplett getrennte Cloud-Accounts.

Auch die Abgrenzung hin zum offenen Internet ist essenziell und muss überwacht werden. Früher waren mühsame Verkabelungen zu passenden Routern notwendig, um Ressourcen frei zugänglich zu machen. Bei virtueller Infrastruktur und zu breit vergebenen Rechten reichen ein paar unbedachte Klicks. Öffentlich erreichbare „Buckets“ von Amazons Cloud-Speicher S3 sind einer der häufigsten Gründe für Datenlecks.

Fazit

Es gibt viel zu beachten, wenn ein Team eine Applikation selbstständig und auf si-

chere Weise betreiben will. Im DevOps-Modus bedeutet Security für Entwickler weitaus mehr als bloße Applikationssicherheit. Glücklicherweise gibt es Lösungsansätze für alle Sicherheitsebenen und -facetten, aber davon kann man nur profitieren, wenn das DevOps-Team über alles nötige Wissen und ein Bewusstsein für potenzielle Sicherheitsprobleme verfügt.

Kartenspiele wie OWASP Cumulus können dabei helfen, so ein Bewusstsein einzuüben, Security-Wissen im Team zu verbreiten, Sicherheitslücken in den eigenen Projekten zu vermeiden und bereits vorhandene zu finden. Danach muss man

sie natürlich auch noch schließen, aber wenn das Team die Security-Brille trägt, sollte das leichter von der Hand gehen als zuvor. (synt@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Christoph Niehoff, Spielend einfache Sicherheit, Threat-Modeling per Kartenspiel, c't 18/2022, S. 140
- [2] Niklas Dierking, Alles nach Plan, Infrastructure as Code mit Terraform und Proxmox, c't 16/2023, S. 136
- [3] Manuel Ottlik, Herrscher über die Unterwelt, Abhängigkeiten systematisch erkennen und auswerten, c't 12/2022, S. 68

OWASP Cumulus: ct.de/yz9u

Schönwetterwolken

OWASP Cumulus ist ein als Open-Source-Projekt angelegtes und ein beim Open Worldwide Application Security Project beheimatetes Kartenspiel. Es ist explizit als Community-Projekt gedacht und seine Erfinder freuen sich über Verbesserungsvorschläge per Pull-Request auf GitHub. (Der Autor dieses Artikels gehört der Projektführung an.) Mit solchen Spielen können Teams eigene Projekte in unterhaltender und dadurch motivierender Form untersuchen, sicherheitsrelevante Perspektiven einüben und Wissen untereinander austauschen. So lernt man, bestehende Sicherheitslücken zu finden. Idealerweise vermeidet man aber mit dem „Threat-Modeling“ schon in der Planungsphase eines Projekts, dass Sicherheitslücken überhaupt entstehen.

Cumulus soll eine Lücke in existierenden Threat-Modeling-Kartenspielen wie Elevation of Privilege und OWASP Cornucopia schließen und die operativen Aspekte von DevOps abdecken. Es ist keine Erweiterung, sondern ein eigenständiges Spiel, das DevOps-Teams zusätzlich zu den genannten spielen können. Die Regeln entsprechen denen der anderen Spiele. Wir haben unter [1] ausführlich erklärt, wie man solche Spiele in Präsenz und online spielt, hier eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Punkte:

Die Zielgruppe von Cumulus sind DevOps-Entwicklungsteams, Cloud-Administratoren und Site Reliability Engineers. Um zu spielen, braucht man ein konkretes System oder Projekt, das man analysieren will. Jede Karte beschreibt eine konkrete

Bedrohung, die ausreichend allgemein formuliert ist, um nicht nur bestimmte Technologien oder Cloudanbieter zu betreffen. Cumulus kategorisiert die Karten und Bedrohungen in fünf Spielfarben:

- Access & Secrets: Bedrohungen rund um Berechtigungen und Geheimnisse
- Delivery: das Bauen und die Auslieferung von Software sowie ihre Lieferketten
- Recovery: Backups und deren Wiederherstellung
- Monitoring: Logging, Alarmer und Nachvollziehbarkeit
- Resources: Cloudobjekte und deren Konfiguration

Cumulus ist ein Stichkartenspiel mit Regeln, die an eine vereinfachte Version von Skat erinnern – die höchste Karte macht den Stich. Man gewinnt aber nicht nur durch geschicktes Spielen Punkte, sondern auch durch das Auffinden von Sicherheitslücken.

Von den anderen genannten Spielen unterscheidet sich Cumulus nicht nur durch seine Karteninhalte, sondern auch durch die Perspektive. Bedrohungen beschreibt es aus der Wir-Perspektive der spielenden Projektmitglieder, nicht aus Sicht der Angreifer. Das ist mehr als nur eine andere Ausdrucksweise, weil es die konkrete Verantwortlichkeit betont: Gehackt zu werden bedeutet immer auch eine verpasste Chance, das System abzusichern.

Beispielsweise besagt die Königin der Kategorie Delivery: „We are not certain which code/artifacts we are deploying.“

Die Bedrohungsszenarien auf den Karten sollen ein gemeinsames Brainstorming auslösen, wenn ein Spieler sie ausspielt: Welche Sicherheitslücken kann die Königin im eigenen Projekt bedeuten? Gibt es einzelne Systemkomponenten außerhalb der Versionskontrolle? Haben Accounts unnötige Schreibrechte, mit denen sie Dateien nach dem Build modifizieren können? Man kann den Karteninhalt auch als Warnung vor Supply-Chain-Angriffen verstehen und vieles andere, je nachdem, wie das eigene Projekt aufgebaut ist.

Die allgemeine Formulierung der Bedrohung bietet absichtlich Interpretationsspielraum, aus dem wertvolle Diskussionen entstehen. Identifiziert ein Spieler eine zur Karte passende Bedrohung im System, erhält er einen Punkt Finderlohn. Pro Runde kann man also einen Punkt erhalten, indem man den Stich macht, aber mehrere Punkte, wenn man mehrere passende Systembedrohungen identifiziert. Am Ende eines Spiels hat das Team voneinander gelernt und besitzt eine Liste mit möglichen Bedrohungen, die es nun beheben kann.

Auf der Website des Projekts (siehe ct.de/yz9u) finden Sie die Karten in verschiedenen Versionen, sowohl für professionellen Druck als auch zum Ausprobieren mit dem Heimdrucker. Der Link verweist auch auf eine Onlineversion zum Selbsthosten und eine öffentlich zugängliche Version. (Letztere nur zum Ausprobieren, potenzielle Sicherheitslücken Ihrer App sollten Sie nicht auf Servern Dritter ausdiskutieren.)

Streifenfrei

Smart-TV selbst reparieren – ein Experiment

Wenn der Fernseher bunte Streifen zeigt, die senkrecht durchs Bild laufen, ist etwas an der Spaltenansteuerung faul. Wir haben uns einen solchen Fall genauer angeschaut.

Von Ulrike Kuhlmann

An einem 55-zölligen Samsung GQ-55Q60R aus 2019 mit LCD-Bildschirm, Edge-LED-Backlight, farbverstärkenden Quantenpunkten und 120-Hertz-Panel tauchten irgendwann an der linken Seite des Displays seltsame bunte Streifen auf. Sie verdeckten einen Teil des eigentlichen Bildes, davon abgesehen funktionierte das Smart-TV einwandfrei. Weil das Gerät schöne Bilder zeigt, sich mit seinem 120-Hertz-Panel fürs Gaming eignet und noch nicht allzu alt ist, schien uns eine Reparatur sinnvoll. Wir wollten wissen, ob sich ein solcher Defekt mit grundlegenden Kenntnissen der Elektrotechnik beseitigen lässt.

Die vertikalen Streifen deuten auf defekte Spaltentreiber hin. Allerdings verschwanden die Streifen zwischenzeitlich, was untypisch wäre für eine ausgefallene Treiberhardware. Als erstes versuchten wir deshalb, den Fernseher komplett zurückzusetzen. Doch die Störstreifen tauchten nach dem Wiedereinschalten relativ schnell wieder auf. Als nächstes erforschten wir, ob die Ursache ein Wärme- oder ein mechanisches Problem, also ein Wackelkontakt sein könnte. Dazu öffneten wir das TV, indem wir dessen Gehäuserückwand entfernten. Natürlich nicht, ohne zuvor den Stecker zu ziehen.

Neuere Samsung-Geräte sind nicht verschraubt, der Plastikrücken ist nur über einrastende Verbindungen gesichert. Um

diese zu lösen, schiebt man einen flachen Plastikstift an einer Gehäuseecke vorsichtig zwei Zentimeter tief zwischen Display und Rückenabdeckung und führt ihn dann innen an der Gehäusekante entlang. Dabei klickt es jedes Mal laut, wenn sich eine der Rastverbindung löst. Der untere Rand ist nur an den Seiten geklemmt; hier muss man sehr vorsichtig zu Werke gehen, da dort auch die Panel-Ansteuerung sitzt.

Blick ins Innere

Hinter der Plastikabdeckung finden sich rechts die gelbe Netzteilplatine und links das Mainboard mit dem großen Kühlkörper, unten die beiden Lautsprecher sowie einige Kabel, darunter die weißen Flachbandkabel vom Mainboard zum Panel. Bei

der visuellen Inspektion fallen keine offensichtlichen Mängel auf. An der Netzteilplatine für die Stromversorgung von Hauptplatine und Backlight sitzen alle Kabelverbindungen fest. Wir prüfen auch, ob es irgendwo ein offensichtliches Wärmeproblem gibt, indem wir den geöffneten Fernseher eine Weile laufen lassen. Achtung, Stromschlaggefahr: Berühren Sie nicht die Netzteilplatine des geöffneten TVs!

Das Backlight leuchtet direkt nach dem Einschalten. Es kommt nicht als Fehlerquelle infrage, weil auch die defekten Spalten im Display leuchten, nur eben bunt. Da der Fernseher bootet, die Hauptplatine also ebenfalls mit Strom versorgt wird, scheint die Netzteilplatine in Ordnung.

Der fest eingelötete Prozessor auf der Hauptplatine sitzt unter einem großen schwarzen Kühlkörper, er wird im Betrieb am meisten gefordert. Hier prüfen wir, ob der Kühlkörper fest sitzt und ausreichend Wärmeleitpaste die Hitze sicher ableitet; wir erneuern vorsichtshalber nach einer gründlichen Reinigung die Leitpaste. Der Frame Rate Controller (FRC) fürs Backlight ist in diesem Fernseher Teil des Bildprozessors. Deshalb verlaufen zwei breite Kabelbänder direkt von der Hauptplatine



Das Samsung-TV zeigt auf einer Seite bunte Störstreifen statt des gewünschten Inhalts.

zu den am unteren Displayrand sitzenden Platinenstreifen mit den Treiberstufen fürs Panel. An dieser Verbindung sind ebenso wie an den Anschlüssen auf den Treiberplatinen keine Defekte zu sehen.

Da kein offensichtlicher Wackelkontakt vorliegt, das Backlight funktioniert und das Display ebenfalls ein Bild zeigt, vermuten wir das Problem bei der Hauptplatine. Zumal sich der fest aufgelötete Prozessor unter dem großen Kühlkörper bereits in unserem kurzen Probetrieb arg aufheizt. Daher prüfen wir, ob es das Mainboard als Ersatzteil gibt. Für die Suche nutzen wir die Nummer auf dem Aufkleber am TV-Tuner; bei unserem Gerät ist das die BN94-14136K. Achtung: Jede Ziffer und jeder Buchstabe sind hier relevant; so handelt es sich bei einem sehr ähnlichen Mainboard mit der Nummer BN94-14136V um eines mit nur einem Sat-Tuner. Wir suchen ein Mainboard mit Triple Tuner für Satellit, Kabel und terrestrisches Fernsehen.

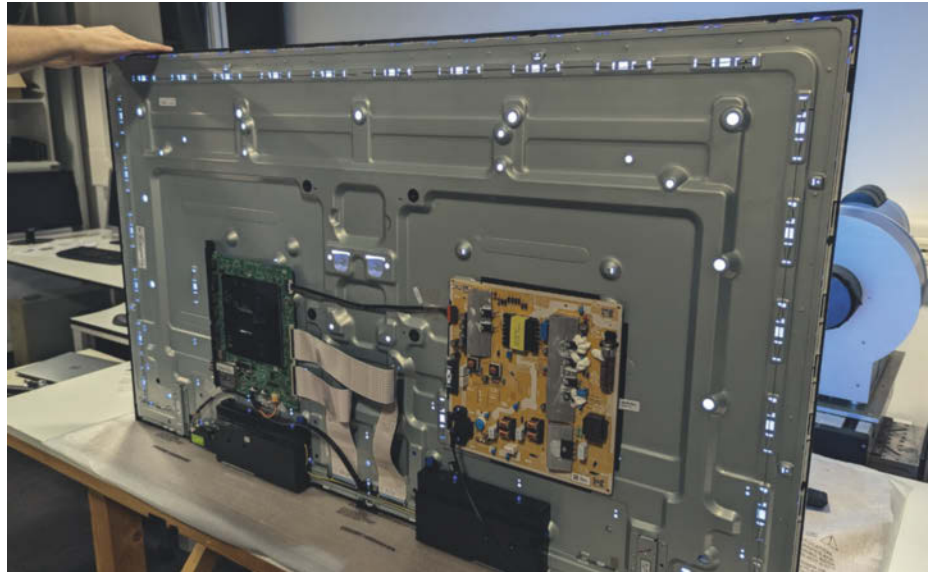
Mainboard gesucht

Rasch findet sich eine Ersatzplatine aus einem gebrauchten Smart-TV für 117 Euro inklusive Versandgebühren. Falls die Platine nicht funktionieren sollte, wäre der finanzielle Schaden noch überschaubar. Mit Glück und Geduld bekommt man sie auch preiswerter.

Die Ersatzplatine trudelt nach wenigen Tagen ein, die Nummer und alle Anschlüsse passen. Der Austausch ist schnell erledigt; vorher fotografieren wir aber das Innenleben bei guter Beleuchtung, um später alle Kabel wieder zuordnen zu können. Wir müssen dann nur die Stecker lösen, die Spannfeder in der Platinecke herunterdrücken und das gesamte Mainboard entlang zweier Nasen etwa einen Zentimeter auf dem Metallrücken zur Seite schieben, schon lässt es sich vom Chassis nehmen. Das Ersatz-Mainboard befestigt man in umgekehrter Reihenfolge. Als wir das Stromkabel einstecken und das Smart-TV mit der Fernbedienung einschalten, bootet es wie erhofft und zeigt ein einwandfreies, streifenloses Bild.

Unbekannte PIN

Allerdings besitzt es noch die Einstellungen des Vorbesitzers: Auf der TV-Oberfläche finden sich der BBC-Player und andere typische UK-Apps, das Board stammt demnach aus einem Fernseher aus Großbritannien. Als wir versuchen, den Fernseher in



Hinter der Plastikabdeckung zeigt sich das Samsung-TV sehr aufgeräumt; das Backlight funktioniert.

seinen Werkzustand zu versetzen, sollen wir eine uns unbekannten PIN eingeben.

Mit einem Trick lässt sich die PIN-Sperre bei Samsung-TVs auf 0000 zurücksetzen: Man drückt nach dem Einschalten auf der Fernbedienung die Tastenfolge stumm-lauter-zurück-leiser-zurück-lauter-zurück. Samsungs Smart Remote hat keine Stumm-Taste, stattdessen drückt man hier mittig auf die Lautstärkewippe. Nach Eingabe der Tastenfolge passierte nichts, aber als wir erneut versuchen, das TV zurückzusetzen, können wir es über die PIN 0000 entsperren, in den Werkzustand booten und anschließend die Neuinstallation starten.

Fazit

Das Smart-TV tut seither klaglos seinen Dienst. Der finanzielle Aufwand blieb für ein vier Jahre altes Gerät im Rahmen, wir mussten es dank der Reparatur nicht wegwerfen und konnten so die Umwelt ein wenig schonen. Mit etwas handwerklichem Geschick und dem Austausch ganzer Komponenten lässt sich auch ohne Messequipment und tiefe Elektronikkenntnisse so manches ältere Gerät retten. (uk@ct.de) **ct**

Videos vom Innenleben und der Reparatur: ct.de/ycs



Sichtprüfung bestanden: Die Komponenten und Anschlüsse des Ersatz-Mainboards stimmen mit denen des Originalbauteils überein.

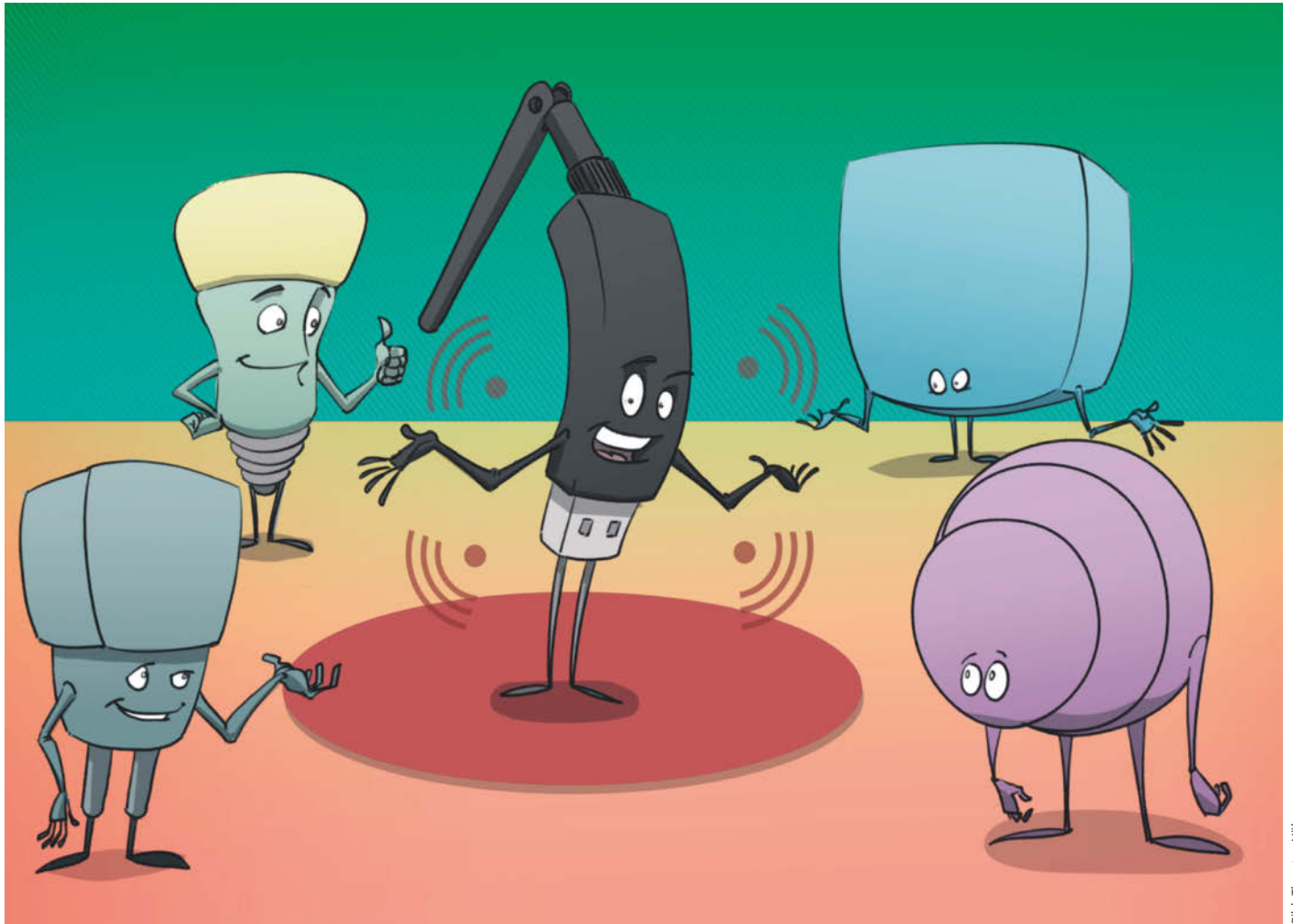


Bild: Thorsten Hübner

Smart-Home-Tausendsassa

Zigbee2MQTT: Adapter, Einrichtung, Marktübersicht

Zigbee2MQTT ist erwachsen geworden: Einfache Installation, ein aufgeräumtes Webinterface und über 3300 unterstützte Geräte machen den cloudlosen Brückenschläger für den Smart-Home-Funkstandard ZigBee richtig attraktiv. Wir zeigen, wie Sie loslegen und stellen eine Reihe spannender Sensoren und Aktoren vor.

Von Andrijan Möcker

Wider das Herstelleruniversum: Wer heute das eigene Zuhause mit überschaubaren Kosten und großer Geräteauswahl versmarten möchte, kommt nicht um eine herstellerunabhängige Smart-Home-Zentrale wie Home Assistant, Node-Red oder openHAB herum. Zwar sprechen diese Zentralen auf Wunsch auch mit Clouds, besitzen aber ebenso eine Reihe von Schnittstellen wie das Telemetrieprotokoll MQTT, um mit cloudlosen Sensoren und Aktoren zu kommunizieren. So wird das Smart Home noch unabhängiger.

Unkomplizierte und günstige Geräte ohne Cloudzwang zu finden, ist indes gar

nicht so leicht. Es gibt aber einen Mittelweg: Zigbee2MQTT. Die kostenlose Open-Source-Software, die ehrenamtlich vom Niederländer Koen Kanter programmiert wird, spannt mittels Netzwerk- oder USB-Zigbee-Adapter eine eigene Basisstation auf, in die man Geräte einbuchen kann.

Zigbee, das ist ein weit verbreiteter, herstellerübergreifender Funkstandard für Smart-Home-Hardware, der seit 2004 existiert. Mittlerweile sind Tausende praktische Zigbee-Geräte günstig im Handel erhältlich: Lampen, Temperatursensoren, Öffnungsmelder für Fenster und Türen, Schaltsteckdosen und viele weitere. Die



Bild: Sonoff

Sonoffs Zigbee-USB-Stick kostet rund 30 Euro und ist bereits mit der passenden Firmware bespielt, um in Verbindung mit Zigbee2MQTT als Basis zu dienen.

Krux an der Sache: Trotz des Standards unterstützt die Bridge des einen Herstellers meist nicht die Geräte des anderen. Wieder entstehen Herstelleruniversen.

Zigbee2MQTT umgeht dieses Problem. Das erklärte Ziel ist, möglichst viele Geräte zu unterstützen, unabhängig vom Hersteller. Grob zusammengefasst übersetzt die Software die Zigbee-Datenpakete im JSON-Format (Objektnotation) auf MQTT und erlaubt umgekehrt das Steuern der Zigbee-Geräte. So können beliebige Smart-Home-Zentralen mit Zigbee-Geräten arbeiten – vorausgesetzt, die Zentralen verstehen sich mit MQTT und JSON. Die Sensoren und Aktoren laufen dann zwar noch mit der Herstellerfirmware, da Zigbee aber keinen Internetzugang bietet, verlassen die Daten die eigenen vier Wände nicht.

Seitdem wir in c't 24/2018 [1] das erste Mal über Zigbee2MQTT berichtet haben, hat sich eine Menge getan: Koen Kaners und fast 400 weitere Unterstützer haben in den letzten Jahren über 3300 Geräte hinzugefügt, der Software ein komfortables Webinterface verpasst und eine Dokumentation geschrieben, die sich sehen lassen kann.

Wir stellen die Software deshalb neu vor und zeigen, wie Sie damit loslegen. Außerdem haben wir eine große Geräteübersicht zusammengestellt, in der Sie ab Seite 138 stöbern können, bevor Sie mit dem Bestellen und Installieren loslegen. Beachten Sie dabei, dass wir nicht alle diese Geräte getestet haben.

Voraussetzungen

Zigbee2MQTT ist, vom sehr einfachen Dashboard abgesehen, nur ein Übersetzer und richtet sich somit an Smart-Home-En-

thusiasten, die bereits eine herstellernabhängige Zentrale betreiben, in die sie die Zigbee-Geräte integrieren wollen. Grundlegende Erfahrungen beim Betrieb einer solchen und etwas MQTT-Wissen sollten Sie also mitbringen, damit die Lernkurve nicht zu steil wird. Einsteigerartikel zu MQTT, der Flowchart-Programmierschnittstelle Node-Red und weiteren Smart-Home-Themen finden Sie in den Literaturverweisen.

Abgesehen davon ist Zigbee2MQTT aber keine dramatisch schwierige Magie, und fertige Zigbee2MQTT-Integrationen gibt es unter anderem für die besonders beliebten Zentralen Home Assistant, openHAB, Domoticz und auch für Node-Red. Diese können Daten über eingebuchte Geräte von Zigbee2MQTT abfragen und erleichtern das Integrieren gegenüber der händischen Arbeit mit MQTT erheblich. Da die Details des Einrichtens von Zentralen zu Zentrale variieren, sparen wir das in diesem Artikel aus und verlinken stattdessen die jeweiligen Dokumentationen: ct.de/y8s1.

Zigbee2MQTT benötigt nur wenige Ressourcen, sodass jeder halbwegs aktuelle Raspberry Pi (ab 2 aufwärts, exklusive Pico und Zero) dafür genügt. Zigbee2MQTT besitzt keinen eigenen MQTT-



Bild: smartlight

Der SLZB-06 der Firma Smartlight lagert den Zigbee-Chip in ein separates Netzwerkgerät aus, mit dem sich Zigbee2MQTT via TCP verbindet. Das ist sinnvoll, wenn Zigbee2MQTT virtuell laufen soll oder der Server weit entfernt vom Einsatzort der Smart-Home-Geräte steht.

c't kompakt

- Zigbee2MQTT läuft unter anderem auf dem Raspberry Pi.
- Das Telemetrieprotokoll MQTT wird von vielen Smart-Home-Zentralen unterstützt.
- Die nötigen Zigbee-USB-Sticks gibt es für Preise zwischen 10 und 30 Euro.

Broker (Server) und kann mit beliebigen verbunden werden. Den Dienst müssen Sie also installieren, aber nicht zwangsläufig auf derselben Hardware.

Adapter

Ein Zigbee-Adapter ist essenziell für Zigbee2MQTT und günstigste Option sind USB-Sticks: Ab etwa 10 Euro wird man bei Amazon, eBay & Co. fündig, wenn man nach „zigbee2mqtt“ sucht. Doch Obacht beim Kauf: Adapter mit CC2531 und CC2538 – zwei Zigbee-Chips von Texas Instruments – werden von den Entwicklern heute nicht mehr empfohlen; sie benötigen für Updates einen separaten Flash-Adapter, haben zu wenig Rechenleistung für größere Zigbee-Netze (>20 Geräte) und bieten gerade mit einer Platinenantenne schlechte Reichweite. Insbesondere bei Zigbee, wo Knopfzellengetriebene Sensoren mit kleiner Sendeleistung funken, sind gute Antennen essenziell.

Unterstützt werden beide Chips aber nach wie vor, sodass Sie die günstigen Sticks trotzdem zum Einstieg kaufen können – solange Ihnen die Nachteile bewusst sind und Sie akzeptieren, dass der Stick mit wachsender Netzgröße eventuell ersetzt werden muss.

Gleich auf Nummer sicher gehen können Sie mit dem „Sonoff Zigbee USB Dongle Plus“ für rund 30 Euro. Der Dongle kommt mit einem aktuellen Zigbee-Chip und einer RP-SMA-Rundstrahlantenne, die man bei Bedarf durch eine größere ersetzen kann. Updates nimmt er per USB entgegen. Mit diesem Adapter haben wir bislang nur positive Erfahrungen gesammelt.

Etwas teurer, aber dafür flexibler sind netzwerkgebundene Zigbee-Adapter: Die ukrainische Firma Smartlight bietet etwa den SLZB-06, der einen ESP32-Mikrocontroller besitzt und wahlweise per WLAN



Bild: Ikea

Zigbee-Starterset von Ikea

Einen der günstigsten Einstiege in die Welt der Zigbee-Leuchtmittel kann man mit dem Trådfri-Starterset machen. Für 13 Euro bekommt man die 800 Lumen starke LED2103G5 sowie die Zwei-Tasten-Fernbedienung E2201 „Rodret“.

Die LED-Lampe leuchtet ausschließlich mit 2700 Kelvin (Warmweiß), lässt sich dimmen und besitzt vier Effekte. Helligkeitsänderungen kann man mit einem Übergang versehen, sodass die Änderung nicht abrupt passiert.

Die Fernbedienung meldet an oder aus, wenn die beiden Tasten kurz gedrückt werden; hält man sie gedrückt, erhöht oder senkt man die Helligkeit. Das Loslassen wird ebenso gemeldet.



Bild: Tuya

Öffnungsmelder von Tuya

Öffnungsmelder sind essenziell im schlauen Heim, denn mit ihnen kann man etwa die Heizung abschalten, wenn das Fenster geöffnet wird, oder auch das Licht einschalten, wenn man spät heim kommt. Der chinesische Smart-Home-Hersteller Tuya bietet eine Reihe von Modellen in unterschiedlichen Formen.

Der 19DZT meldet, ob der Magnetkontakt am Sensor ist oder nicht, den Status der Batterie und ob diese dem Ende nah ist, sowie den Status des Manipulationskontaktes, der auslöst, wenn der Sensor von der Wand entfernt wird.

Auf AliExpress zahlt man derzeit rund 5 Euro pro Sensor, muss aber mit zwei Wochen Versandwartezeit rechnen. Im europäischen Raum werden für Kontakte zwischen 10 und 20 Euro fällig. Zum Betrieb sind zwei AAA-Batterien nötig.



Bild: Xiaomi

Atmosphärensensoren von Xiaomi

Der WSDCGQ12LM alias Aqara T1 von Xiaomi ist ein echter Klassiker. Der Temperatur-, Druck- und Luftfeuchtesensor wurde als einer der ersten von Zigbee2MQTT unterstützt. Er läuft mit einer CR2032-Knopfzelle und hält damit etwa ein Jahr. Das geht, weil der Sensor nur bei Änderungen neue Werte sendet.

Der T1 ist mit seinem 3,6 x 3,6 Zentimeter großen Gehäuse in Weiß sehr dezent und somit leicht im Raum versteckt. Die Redaktion setzt diese Sensoren bereits seit einigen Jahren ein und konnte bislang keine negativen Auffälligkeiten feststellen.

In Europa kostet der Sensor rund 15 bis 20 Euro, in China 7 bis 15 Euro.

oder Ethernet mit dem Heimnetz verbunden werden kann. Die Spannungsversorgung läuft über USB-C oder standardkonformes Power-over-Ethernet (IEEE 802.3af), was das Platzieren erleichtert.

Geduldige Sparfüchse zahlen bei AliExpress rund 53 Euro für den SLZB-06 und den Versand aus China, warten dafür aber auch etwa zwei Wochen bis zum Eintreffen des Pakets. Flotter gehts, wenn man beim niederländischen Webshop HobbyElectronica bestellt, wo rund 70 Euro zusammenkommen.

Netzwerkadapter lohnen sich insbesondere dann, wenn Zigbee2MQTT in einer virtuellen Umgebung laufen soll und das Durchreichen von USB umständlich ist oder wenn der Server beziehungsweise Raspberry Pi so weit entfernt vom Einsatzort der Geräte steht, dass die Kosten für

Router (Zigbee-Repeater) die des Adapters übersteigen.

Zigbee2MQTT verbindet sich per TCP mit den Netzwerkadaptern, das klappt also auch ohne große Umstände über das Internet. So sind auch entfernte Zigbee-Netze ohne zusätzliche Serverhardware und mit virtuellen Zigbee2MQTT-Instanzen im Docker-Container denkbar – etwa für das Elternhaus oder die Ferienwohnung. Da die TCP-Verbindung jedoch unverschlüsselt ist, muss man dafür wenigstens eine VPN-Verbindung zwischen den Orten einplanen.

Anders als in WLANs benötigt man keine zusätzlichen Netzwerkadapter (und auch keine weiteren USB-Sticks), um die Reichweite des Zigbee-Netzes zu erhöhen. Geräte mit fester Spannungsversorgung – Lampen, Schaltsteckdosen, manche Sen-

soren, Extender-Sticks – agieren im Netz als sogenannte Router und leiten die Datenpakete anderer bis zur Basis (Coordinator) weiter. Wer was wie routet, organisiert das Netz ohne Zutun des Nutzers. Links zu den genannten und weiteren Adaptern finden Sie über ct.de/y8s1.

Installation

Haben Sie sich für einen Adapter entschieden, diesen bestellt und erhalten, können Sie mit der Installation von Zigbee2MQTT loslegen. Da ein kleiner Linux-Rechner, wie etwa der Raspberry Pi einer ist, das geläufigste Setup im cloudlosen Smart-Home ist, gehen wir für diese Anleitung genau darauf ein. Zudem verwenden wir die Containerumgebung Docker, die das Administrieren und Updaten von Diensten enorm erleichtert.



Bild: Tuya

Bewegungsmelder von Tuya

Ebenso dezent ist Tuyas Bewegungsmelder 809WZT. Der gerade einmal 3,3 × 2,6 Zentimeter große Sensor im weißen Rundgehäuse hat laut Hersteller einen konischen Öffnungswinkel von 120° bei einer Reichweite von fünf bis acht Metern. Versorgt wird er von einer CR2450-Knopfzelle, die bei zehn Auslösungen pro Tag etwa ein Jahr halten soll.

Der Sensor meldet neben der Bewegungserkennung und dem Manipulationsalarm auch den Batteriestatus in Prozent und als Spannungswert in Millivolt.

In China kostet der 809WZT rund 6 Euro, in Europa etwa das Doppelte. Der wenige Euro teurere ZG-204ZL im gleichen Gehäuse besitzt zusätzlich einen Helligkeitssensor und kann in drei Stufen in seiner Empfindlichkeit geändert werden.



Bild: Tuya/Bosch

Heizkörperthermostate von Tuya & Bosch

Heizkörperthermostate waren anfangs noch ein Problem in Zigbee2MQTT, doch mittlerweile ist die Unterstützung rund geworden, sodass man auch die Heizungssteuerung cloudfrei erledigen kann. Der Funktionsumfang der Thermostate variiert jedoch von Modell zu Modell. Tuyas TV02-Zigbee kostet nur 32 Euro und kann Zeitpläne eigenständig abarbeiten.

Boschs Heizungs thermostat II kostet 60 Euro und ist auf externe Steuerbefehle zum Umsetzen von Zeitplänen angewiesen. Trotzdem sind alle wichtigen Funktionen an Bord, und Zeitpläne beherrschen viele Smart-Home-Zentralen bereits. Außerdem gefällt es uns optisch etwas besser und es stammt von einem europäischen Hersteller.



Bild: Bosch

Raumthermostat von Bosch

Gerade bei hohen Vorlauftemperaturen werden die Temperatursensoren in digitalen Heizkörperthermostaten schnell ungenau. Die Lösung ist ein Raumthermostat wie das von Bosch. Es meldet Temperatur und Luftfeuchte und hat Bedienelemente, um die Zieltemperatur und den Modus der Heizung im jeweiligen Raum zu steuern.

Heizkörperthermostaten mit Remote-Temperature-Option dient das Bosch-Raumthermostat somit als Messstelle – herstellerunabhängig natürlich. Das BTH-RM ist die Batterievariante, die mit vier AAA-Batterien bestromt wird und rund 70 Euro kostet. Die 230-Volt-Variante BTH-RM230Z zur Wandmontage liegt bei 100 Euro. Eine günstige Alternative ohne Bedienelemente ist Sonoffs SNZB-02D für 22 Euro.

Die englische Dokumentation (ct.de/y8s1) von Zigbee2MQTT hält die Schritte für weitere Betriebssysteme bereit. Fehlt Docker auf Ihrem Heimserver noch, finden Sie unter ct.de/y8s1 einen Link zu einer Installationsanleitung; sie besteht nur aus drei Befehlen.

Um mit der Installation zu starten, stecken Sie den Zigbee-USB-Stick an Ihren Heimserver und öffnen eine Konsolensitzung zum Server via SSH. Haben Sie einen Zigbee-Netzwerkadapter bestellt, folgen Sie zunächst der Anleitung des Herstellers, um diesen einsatzbereit zu machen.

Sofern Sie einen USB-Stick einsetzen, müssen Sie zuerst dessen ID ermitteln, damit Zigbee2MQTT immer auf die korrekte serielle Schnittstelle (virtuell über USB) zugreift. Die ID verrät der Konsolenbefehl: `ls /dev/serial/by-id/*`. Das Sonoff

Dongle wird etwa als `/dev/serial/by-id/usb-Silicon_Labs_Sonoff_Zigbee_3.0_USB_Dongle_Plus_0001-if00-port0` angezeigt. Kopieren Sie den Pfad und speichern Sie ihn für später in einem Texteditor.

Jetzt müssen Sie – unabhängig vom eingesetzten Adapter – die Konfigurationsvorlage herunterladen und anpassen. Mit `wget https://raw.githubusercontent.com/Koenkk/zigbee2mqtt/master/data/configuration.yaml` -P <Subpfad> laden Sie die Vorlage. Ersetzen Sie <Subpfad> durch einen Ordnerpfad, in dem Sie die Zigbee2MQTT-Daten speichern wollen, etwa `docker/data/zigbee2mqtt`. Existieren Ordner im Pfad nicht, legt `wget` sie an.

Öffnen Sie die Konfigurationsvorlage mit dem Texteditor Nano: `nano <Subpfad>/configuration.yaml`. Die Navigation läuft über die Pfeiltasten. Setzen

Sie Home Assistant ein, ändern Sie `homeassistant: false` auf `true`, damit Zigbee2MQTT der Zentrale automatisch Geräteparameter zuspielt. Die empfehlenswerte Weboberfläche für Zigbee2MQTT aktivieren Sie, indem Sie direkt unter dem Home-Assistant-Parameter `frontend: true` ergänzen.

Ergänzen Sie in den MQTT-Parametern die IP-Adresse Ihres Servers, sofern dieser nicht auf demselben Host läuft. Haben Sie die Authentifizierung aktiviert, entfernen Sie die Rauten an den Parametern dafür (`user`, `password`) und ergänzen den Zugang.

Besitzen Sie einen Netzwerkadapter, müssen Sie den `port`-Parameter mit dessen IP-Adresse und TCP-Port versehen: `port: 'tcp://<IP-Adresse>:<Port>'`. Beachten Sie die Apostrophe. Nutzen Sie einen USB-



Bild: Innr

Außen-Schaltsteckdose von Innr

Die OSP 210 von Innr ist eine simple Schaltsteckdose, die man per Zigbee-2MQTT einfach an- und ausschalten kann. Der einzige konfigurierbare Parameter ist das Verhalten beim Einstecken beziehungsweise nach einem Stromausfall. Die Dose kann wahlweise an- oder ausschalten, das Gegenteil des vorherigen Zustands einstellen oder sich den vorherigen Zustand merken und wiederherstellen.

Die OSP 210 schaltet bis zu 2,3 Kilowatt (10 Ampere) und erfüllt den Schutzgrad IP44 (spritzwasser- und staubdicht). Sie kostet rund 25 Euro.



Bild: Xiaomi

Taster von Xiaomi

Separate Taster sind im Smart-Home eine tolle Möglichkeit, um mit einem Druck viel auf einmal passieren zu lassen – etwa, um die Tageslichtbeleuchtung im Wohnzimmer abzuschalten, mit indirekter Beleuchtung eine gemütliche Atmosphäre herzustellen und die Heizung aufzudrehen.

Xiaomis Tasterserien sind da nur ein Beispiel unter vielen. Je nach Modell und Hersteller haben die Geräte einen, zwei, drei oder vier Taster. Xiaomis H1 genannte Schalter können dabei nicht nur signalisieren, welcher Taster gedrückt wurde, sondern auch, ob Sie kurz oder lang und einzeln oder gemeinsam gedrückt haben.

Je nach Händler, Hersteller und Anzahl der Taster zahlt man 8 bis 30 Euro.



Bild: Philips

Außenlampe von Philips

Philips ist mit seinen Lampen zweifellos ohne einer der ersten auf der Zigbee-Tanzfläche gewesen und noch heute gut im Geschäft. Mit dem 17435/30/P7 alias „Hue Discover White & Color“ kann man Außenbereiche farbenfroh beleuchten. Der IP44 geschützte LED-Scheinwerfer kann 16 Millionen Farben mit Farbtemperaturen zwischen 2000 und 6500 Kelvin abstrahlen und liefert 2050 Lumen Strahlungsleistung.

Der Preis liegt bei etwa 140 Euro; die elektrische Leistung beträgt maximal 15 Watt. Die Spannungsversorgung läuft über fest verdrahtete 230 Volt, sodass die Lampe von einer Elektrofachkraft angeschlossen werden muss.

Stick, bleibt der Port-Parameter unverändert.

Speichern Sie die Konfiguration mit STRG+O; Nano schließen Sie mit STRG+X.

Das Herunterladen und Starten des Docker-Containers erledigen Sie über ein Compose-File. Dazu wechseln Sie in den Docker-Ordner: `cd docker/`, legen mit `nano compose.yaml` die Datei an und übertragen folgenden Inhalt:

```
version: "3.8"
services:
  zigbee2mqtt:
    image: koenkk/zigbee2mqtt:latest
    restart: unless-stopped
volumes:
  - ./data/zigbee2mqtt:/app/data
  - /run/udev:/run/udev:ro
devices:
  - /<Adapter-Pfad>:/dev/ttyACM0
ports:
  - 8080:8080
```

environment:

- TZ=Europe/Berlin

Beachten Sie, dass die Volume-Zuweisung noch geändert werden muss, wenn Sie unseren vorherigen Vorschlag zum Pfad nicht übernommen haben. Der Punkt symbolisiert den Pfad, in dem Sie sich gerade befinden.

Passen Sie außerdem den Adapter-Pfad an; sofern Sie einen Zigbee-Netzwerkadapter haben, entfernen Sie `devices:` und den Pfad darunter. Damit ist die Datei bereit und Sie können sie speichern und schließen (STRG+O, STRG+X).

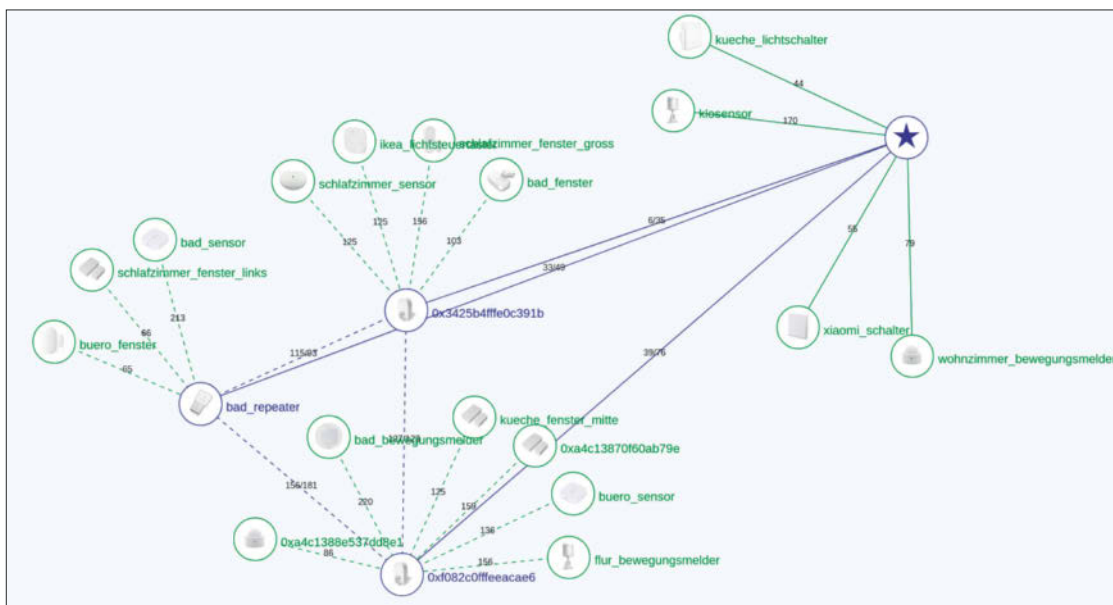
Der Befehl `docker compose up -d` schiebt den Start an. Je nach Geschwindigkeit Ihrer Internetverbindung und der Rechenleistung des Host-Systems kann das einige Minuten dauern. Anschließend öffnen Sie einen beliebigen Browser und navigieren zum Zigbee2MQTT-Webinterface: `http://<IP-Adresse des Servers>:8080`.

Grundeinrichtung

Sobald das Webinterface online ist, können Sie auch das erste Zigbee-Gerät einbuchsen. Dazu klicken Sie oben auf „Anlernen aktivieren (Alle)“ und aktivieren den Pairing-Modus des Geräts. Wie das geht, variiert von Gerät zu Gerät und ist in der Herstelleranleitung beschrieben. Lampen etwa müssen oft einige Male aus- und wieder eingeschaltet werden, viele Sensoren haben einen Reset-Knopf.

Hat sich das Gerät verbunden (joined), „spricht“ Zigbee2MQTT mit ihm über seine Fähigkeiten (Interview) und überträgt Konfigurationsparameter (Configuration). Warten Sie ab, bis das Gerät mit Bild in der Liste angezeigt wird und Zigbee2MQTT meldet, dass das Gerät erfolgreich hinzugefügt wurde. Klicken Sie oben auf „Dashboard“; je nach Gerätetyp können Sie es dort testweise ansteuern beziehungsweise Sensordaten ansehen. Nicht wundern: Bei manchen Geräten mit Batterie wird der Ladezustand nicht in

Die Netzkarte im Zigbee2MQTT-Webinterface zeigt, wie sich Geräte mit fester Stromversorgung um das Weiterleiten der Pakete bis zum Coordinator (Stern) kümmern. Die Zahlen neben den Verbindungen repräsentieren die Verbindungsqualität (Link-Quality-Indicator, 0 bis 255).



jedem Paket gesendet und so kann es sein, dass dieser noch nicht angezeigt wird.

Ist der erste Test erfolgreich, wechseln Sie zurück in die Geräteübersicht und kli-

cken rechts auf den blauen Button, um eine eindeutige Bezeichnung zu vergeben. Wir empfehlen dafür das Muster <Raum>_<Bezeichnung>_<Unterbezeichnung>, etwa

schlafzimmer_fenster_links. Das hilft, den Überblick zu behalten. Ein Klick auf „Gerätenamen“ sortiert diese nach Namen. Diese Bezeichnung, die bei Zigbee2MQTT

WordPress für Einsteiger

Workshop am 14. März 2024

ct
WORKSHOP

Lernen Sie das populäre Content-Management-System kennen!

Unser praxisorientierter Workshop richtet sich an Neu- und Quereinsteiger in WordPress und bietet eine grundlegende und fundierte Einarbeitung.

Sie lernen WordPress Schritt für Schritt kennen und schließen jede Lektion mit einer Praxisübung ab.

Der Kurs gliedert sich in die Arbeitsschritte:
Installation | Rundgang durchs Backend | Erste Schritte als Autor/Redakteur | Erste Schritte als Administrator



**Jetzt
Tickets
sichern!**

webinare.heise.de/wordpress





Licht-Schaltmodul von Sonoff

Alle Lampen im Haus durch smarte Leuchtmittel zu ersetzen geht irgendwann in die Kosten. Zumal das auch nicht immer nötig ist, wenn es nur ums Ein- und Ausschalten geht. Einfache Schaltmodule statt smarte Lampen einzusetzen ergibt deshalb deutlich mehr Sinn. Dafür taugt Sonoffs ZBMINIL2, das laut Hersteller bis zu 1,4 Kilowatt (6 Ampere) schaltet und ohne Nullleiter auskommt. Das geht, weil das Leuchtmittel im ausgeschalteten Zustand trotzdem leicht durchstromt wird, damit der Zigbee-Chip arbeiten kann.

Ein gesundes Misstrauen gegenüber 230-Volt-Produkten aus China ist sinnvoll. Sonoff kann jedoch ein TÜV-Rheinland-Zertifikat vorweisen und erfüllt demnach die Euronorm für elektrische Schalter EN 60669-1.

Der ZBMINIL2 kostet in Europa rund 20 Euro.



Bewässerungscomputer von Pearl

Im smarten Zuhause muss natürlich auch der Garten smart bewässert werden. Der „Royal Gardineer ZigBee“, wie ihn Pearl getauft hat, kann von Zigbee2MQTT mit Zeitplänen zur Bewässerung bespielt werden und optional zum Verschieben seiner Aktionen angewiesen werden, wenn die Natur das Gießen übernimmt.

Die Wasserzufuhr läuft über ein 3/4-Zoll-Außengewinde, ein 1/2-Zoll-Adapter ist auch enthalten. Auf der anderen Seite befindet sich eine in heimischen Gärten übliche Schnellkupplung.

Tatsächlich steckt im Royal Gardineer eine Erfindung von Tuya, die so auch noch andere Hersteller übernommen haben. Pearl verlangt 66 Euro für das Gerät; der Betrieb läuft über zwei AA-Batterien.

„friendly name“ heißt, nutzt die Software gleichzeitig als Bezeichnung für das MQTT-Topic, in dem die Daten des Geräts landen: `<base_topic>/<friendly_name>`.

Je nach Arbeitsweise Ihrer Smart-Home-Zentrale kann es auch Sinn ergeben, Schräg- statt Unterstriche im Namen zu nutzen. Zigbee2MQTT nutzt diese dann, um MQTT-Subtopics zu bauen, also etwa `smarthome/zigbee2mqtt/schlafzimmer/fenster/links` oder `smarthome/zigbee2mqtt/schlafzimmer/sensoren/temperatur_luftfeuchte`.

Das Steuern der Geräte – sofern möglich – läuft über das Subtopic `/set`, das an das Topic des Geräts angehängt wird. Auch Steuerbefehle müssen als JSON-Objekt bei Zigbee2MQTT abgegeben werden, also etwa `{ "state": "ON", "brightness": 255, "color_temp": "warm" }`, um eine Lampe einzuschalten und mit maximaler Helligkeit warmweiß leuchten zu lassen.

Welche Informationen ein Zigbee-Gerät an Zigbee2MQTT liefert und inwiefern es gesteuert werden kann, erfahren Sie aus der Geräteübersicht im Wiki (ct.de/y8s1).

Welt voller Geräte

Mit Ihrer Zigbee2MQTT-Installation steht Ihnen nun eine riesige Welt voller Smart-Home-Geräte zu günstigen Preisen offen – ohne dass Sie sich Sorgen darum machen müssen, ob der Hersteller morgen noch da ist oder die Cloud für andere Zentralen zunagelt, um seine eigene besser verkaufen zu können.

Doch nicht nur das: Zigbee2MQTT besitzt mehr Funktionen, als wir hier im Artikel beleuchten können. Links zu spannenden Artikeln in der Dokumentation finden Sie über ct.de/y8s1. In den Literaturverweisen sind außerdem ältere Artikel zu Zigbee2MQTT, unter anderem dazu, wie Sie Zigbee-Fensterkontakte mit einer Tado-Heizungssteuerung verbinden. (amo@ct.de)

Literatur

- [1] Jan Mahn, Luftbrückenbau, Zigbee-Geräte ohne Cloud und Hersteller-Bridge betreiben, c't 24/2018, S. 164
- [2] Jan Mahn, Weltsprache, Das Protokoll MQTT für robusten Datenaustausch in Industrie und Hausautomation, c't 6/2018, S. 164
- [3] Jan Mahn, Reaktionsmaschine, Einstieg in Heimautomation mit Node-Red, c't 15/2018, S. 142
- [4] Andrijan Möcker, Cloudlos glücklich, Marktübersicht: Alternative Smart-Home-Firmwares und Fertiggeräte, c't 2/2023, S. 62
- [5] Peter Siering, Homekit ohne Apple, Homebridge, c't 23/2022, S. 81

Das noch relativ neue Webinterface von Zigbee2MQTT macht das Einrichten von Zigbee-Geräten sehr einfach und sorgt für guten Überblick.

Adapter, Dokumentation, Infos: ct.de/y8s1

Heft + PDF
mit 28 % Rabatt

Hype oder Hilfe?

Mit Künstlicher Intelligenz produktiv arbeiten



Dieses Heft verschafft Ihnen einen umfassenden Überblick, wie Sprachmodelle grundlegend funktionieren und in welchen Bereichen Ihnen eine KI wirklich helfen kann oder wo die Hersteller eine Arbeitserleichterung nur vorgaukeln.

- KI-Programme anwenden
- Grenzen der Sprachmodelle erkennen
- Was Unternehmen rechtlich beachten müssen
 - Die eigene Sprach-KI betreiben
 - Wo KI-Assistenten tatsächlich helfen
 - Wie KI Schule und Arbeit verändert



Jetzt
bestellen!

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



shop.heise.de/ct-ki23



Tastendynamik

Dynamische Stream-Deck-Programmierung mit Bitfocus Companion

Ob Audiopegel oder Prozessor-temperatur: Dynamisch generierte Tastenbeschriftungen beim Stream Deck und anderen Streamingcontrollern erlauben einen besseren Überblick während Live-Streams und auch im Alltag. Wir zeigen, wie Sie im kostenlosen Bitfocus Companion Informationen aus Skripten und über logische Ausdrücke auf die Tasten Ihres Controllers bringen.

Von Mirko Dölle

Streamingcontroller mit Touchscreen oder transparenten, von einem TFT-Display hinterleuchteten Tasten wie Elgatos Stream Deck oder das Loupedeck Live sind dafür gedacht, auf die wichtigsten Informationen und Funktionen während stressiger Live-Streams zentral und leicht zugreifen zu können. Viele Streamer nutzen sie, um komfortabel zwischen Szenen oder Kameraeinstellungen zu wechseln oder mit einem Handgriff die Audiopegel von Mikrofon und Spiele sound einzustellen.

Stream Deck & Co. sind aber auch abseits des Streaminggeschäfts nützlich,

etwa um bei der Bild- oder Videobearbeitung in Adobe PhotoShop oder Premiere Makros auszuführen. Administratoren erleichtern sie das Server-Monitoring: Direkt unter den Bildschirmen platziert haben Sie den Zustand Ihrer Server oder einzelner Dienste jederzeit komfortabel im Blick. Gibt es Störungen, macht Sie eine rote Taste unmittelbar darauf aufmerksam und bringt Sie auf Knopfdruck direkt zur Serverkonsole. Genauso gut können Sie aber auch die Prozessortemperatur im Auge behalten oder sich über neue Nachrichten informieren lassen. Diese und

weitere Funktionen bietet die alternative Controller-Software Bitfocus Companion, die als Open-Source-Projekt kostenlos die

Streamingcontroller mehrerer Hersteller unter Windows, macOS und Linux mit einem einheitlichen Web-Frontend ansteuert – auch aus Skripten heraus.

Für die dynamische Tastenbelegung gibt es in Companion gleich zwei Möglichkeiten: aus Skripten heraus via Open

Frisch aus
c't Nerdistan

Sound Control und seit Version 3.0 auch über logische Ausdrücke direkt im Web-Frontend. Letzteres ist besonders praktisch, um bei Streamingcontrollern mit Drehreglern ohne integrierte Pegelanzeige die Einstellung in einem benachbarten Tastenfeld auszugeben. Elgatos hauseigene Stream-Deck-Software zeigt den Pegel im Touchfeld oberhalb des jeweiligen Drehreglers als Balken an. Damit verlieren Sie jedoch in der Praxis ein Bedienfeld. In Companion hingegen können Sie die Beschriftung des Tastenfelds und den eingestellten Wert des Drehreglers darunter zusammenfassen. Auf diese Weise gewinnen Sie in Companion gegenüber der Herstellersoftware vier Touchtasten hinzu.

Voraussetzung ist, dass Sie Companion Version 3.0 oder neuer unter Linux wie in [1] oder unter Windows wie im Kasten „Manuelle Installation unter Windows“ beschrieben eingerichtet haben. Eine Datei mit zusätzlichen Udev-Regeln für den Betrieb des Stream Deck Plus unter

Linux finden Sie auf ct.de/yxf9 zum Download. Damit erhalten Sie im Web-Frontend im Reiter „Edit Button“ die Möglichkeit, zwischen „Button text string“ (Schaltfläche „A“ hinter dem Eingabefeld) und „Button text expression“ (Schaltfläche „\$“ hinter dem Eingabefeld) umzuschalten.

Abgedreht

Auf dem Stream Deck Plus ist der linke Drehregler auf der ersten Seite der Taste 1.25 in Companion zugeordnet. Wenn Sie mit diesem Drehregler den Mikrofon-eingang (Quelle „Mikrofon“) in der Streamingsoftware OBS einstellen wollen, aktivieren Sie bei Taste 1.25 die Option „Rotary Actions“ und definieren als „Rotate left action“ sowie „Rotate right actions“ jeweils „obs: Adjust Source Volume“ und wählen als Quelle „Mikrofon“. Damit die Quelle stumm geschaltet wird, wenn Sie den Drehknopf drücken, ohne den zuletzt eingestellten Audiopegel zu

ct kompakt

- Mit dynamischer, situationsangepasster Tastenbeschriftung auf Streamingcontrollern wie dem Stream Deck bekommen Sie nur essenzielle Informationen angezeigt.
- Externe Skripte erlauben Ihnen, Streamcontroller auch für komfortables Server-Monitoring zu nutzen.
- Indem Sie beim Stream Deck Plus die Reglereinstellung in die Beschriftung der Touchtasten integrieren, gewinnen Sie vier weitere Bedienelemente.

verändern, definieren Sie außerdem als „Press action“ „obs: Toggle Source Mute“ und wählen wiederum aus dem Drop-Down-Menü „Mikrofon“ als Quelle.

Manuelle Installation unter Windows

Einen Installer für Companion bietet Bitfocus nur registrierten Benutzern an, Sie können das Programm aber auch mit wenigen Befehlen von Hand aus den GitHub-Quellen installieren. Wie das unter Linux auf dem Raspberry Pi geht, haben wir bereits in [1] beschrieben. Für die Installation unter Windows benötigen Sie zunächst Git, das Sie mit dem Befehl

```
winget install Git.Git
```

in der PowerShell einrichten können. Anschließend öffnen Sie Git-Bash und laden mit folgendem Befehl die Quellen von Companion in Ihr Benutzerverzeichnis herunter:

```
git clone https://github.com/bitfocus/companion.git -b stable-3.0
```

Der Parameter `-b` gibt den Entwicklungszweig an, der heruntergeladen werden soll. Wir haben uns für diesen Artikel für die Version 3.0 entschieden, da sie das erste Major Release mit programmierbaren Tasten war. Außerdem stehen noch der Nachfolger `stable-3.1` und die brandneue Quelle aus dem Branch `master` zur Verfügung – bei letzterem müssen Sie

aber, wie immer bei aktiven Entwicklungszweigen, mit gelegentlichen Problemen rechnen, weil die Entwickler neue Funktionen ausprobieren.

Git hat den Quellcode von Companion in das Unterverzeichnis `companion` kopiert; öffnen Sie eine PowerShell mit Administratorrechten und wechseln Sie in das Companion-Verzeichnis:

```
cd $HOME\companion
```

Companion wird in Node.js entwickelt. Um Probleme zu vermeiden, sollten Sie die gleiche Version verwenden, mit der das Programm entwickelt wurde. Wir empfehlen, den Node.js-Versionsmanager NVM einzurichten und damit das passende Node.js nachzuladen, indem Sie den Installer `nvm-setup.exe` herunterladen (siehe ct.de/yxf9) und ausführen. Welche Version von Node.js Sie für Companion benötigen, verrät Ihnen die Datei `.node-version`:

```
cat .node-version
```

Bei Companion 3.0 ist dies Node.js 18.16.0, diese Version laden Sie in der PowerShell mit NVM und dem folgenden Befehlen herunter und aktivieren es:

```
nvm install 18.16.0
nvm use 18.16.0
```

Die Abhängigkeiten von Companion lösen Sie auf, indem Sie den Paketmanager Yarn aus dem Corepack von Node.js aufrufen. Anschließend starten Sie den Build-Prozess von Companion:

```
corepack enable
yarn update
yarn build:writetfile
```

Damit Companion die notwendigen Ports für das Web-Frontend öffnen darf, mussten Sie die PowerShell mit Admin-Rechten starten. Mit dem folgenden Aufruf lauscht Companion auf allen Netzwerkgeräten auf dem Port 8000:

```
node ./main.js --admin-address 0.0.0.0 --admin-port 8000
```

Möchten Sie Companion lediglich aus einem lokalen Browser heraus steuern, verwenden Sie statt der IP-Adresse `0.0.0.0` die `127.0.0.1`.

Um Companion später zu beenden, brechen Sie die Ausführung einfach mit der Tastenkombination `Strg+C` in der PowerShell ab.



Beim Stream Deck Plus haben die Drehregler keine eigene Pegelanzeige. Durch geschickte Programmierung können Sie den Audiopegel aber in die Beschriftung der darüber liegenden Touch-Taste integrieren.

Da der Drehregler keine eigene Pegelanzeige besitzt, soll er in die Beschriftung des Touchfelds darüber mit der Bezeichnung 1.17 integriert werden. Die reguläre Funktion der Touchtaste wird dadurch nicht beeinträchtigt oder angepasst, lediglich die Beschriftung wird um die Pegelanzeige erweitert. Dafür gibt es zwei Möglichkeiten.

Geht es rein um die Pegelanzeige, so genügt es, bei der Einstellung „Button text string“ die Variable mit dem Pegelwert einzufügen:

```
Kamera ${obs:volume_Mikrofon}
```

Wie die Variable konkret heißt, müssen Sie sich nicht merken: Companion bietet eine automatische Vervollständigung während der Eingabe, bereits wenn Sie \$(eingetippt haben, können Sie aus einer Liste verfügbarer Variablen und Funktionen auswählen. Je mehr Sie eintippen,

desto kürzer wird die Liste, bis Sie irgendwann `obs:volume_Mikrofon` auswählen können. Die schließende Klammer fügt Companion ebenfalls automatisch an. Wichtig ist lediglich, dass OBS während der Eingabe läuft und Sie auch die korrekte Szenensammlung geladen haben – nur dann kann das OBS-Plug-in aus Companion die Namen von Quellen und Szenen aus OBS auslesen und bei der Eingabe anbieten.

Doppelkombi

Wenn Sie nur den Audiopegel des Mikrofons in die Beschriftung integrieren, bekommen Sie jedoch nicht mit, wenn Sie das Mikrofon stummschalten – denn der eingestellte Pegel bleibt dabei unverändert. Das gewünschte Ergebnis ist also, dass entweder die Stummschaltung oder, bei eingeschaltetem Mikrofon, der Pegel angezeigt wird. Um das umzusetzen, müssen Sie auf das Dollarzeichen neben der Eingabezeile für die Tastenbeschriftung klicken und so auf „Button text expression“ umschalten.

Als „Expression“ können Sie direkt Variablennamen eintragen, genau wie bei „Button Text String“ oder Funktionen aufrufen, etwa `substr()`. Das Ergebnis wird dann unmittelbar auf der Taste angezeigt. Um eine komplexe Zeichenkette wie den Text „Kamera“ gefolgt von einem Mute-Symbol oder dem Audiopegel aufzubauen, müssen Sie den Text in umgekehrten Hochkommas verpacken. Um „Kamera 0dB“ wie im vorherigen Beispiel nachzubauen, müssen Sie folgende Expression eingeben:

```
`Kamera ${obs:volume_Mikrofon}`
```

Der Ausdruck `${...}` umschließt alle auflösenden Teile und kann auch mehrfach vorkommen. Der Audiopegel soll nur an-

gezeigt werden, wenn die OBS-Quelle nicht stumm geschaltet ist. Den aktuellen Zustand können Sie über die Variable `$(obs:mute_Mikrofon)` ermitteln, sie ist entweder `Muted` oder `Unmuted`. Mit diesem Wissen können Sie einen logischen Ausdruck aufbauen, der einen Strich anzeigt, wenn das Mikrofon aus ist:

```
$(obs:mute_Mikrofon)=='Muted' && '-'
```

Damit andernfalls der Pegel angezeigt wird, erweitern Sie den logischen Ausdruck mit `||` um ein Oder:

```
$(obs:mute_Mikrofon)=='Muted' && '-' ||  
$| | ${obs:volume_Mikrofon}
```

Zusammen mit der Beschriftung für die eigentliche Tastenfunktion und ein paar Leerzeilen, damit der Pegel am unteren Tastenrand erscheint, ergibt sich daraus:

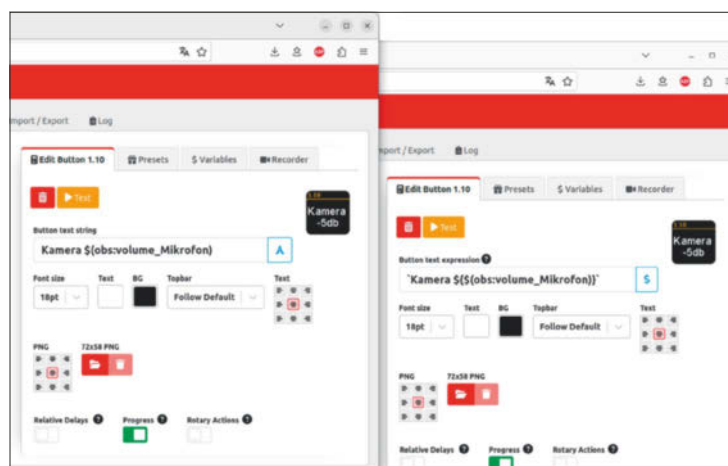
```
`Kamera\n\n${obs:mute_Mikrofon}==  
Muted' && '-' ||  
${obs:volume_Mikrofon}`
```

Die Ausgabe ist aber noch missverständlich, denn die Stummschaltung respektive der Audiopegel betreffen ja nicht die Kamera, sondern das Mikrofon. Deshalb sollte vor dem Pegel noch „Mic“ angezeigt werden. Das verkompliziert den Ausdruck allerdings erheblich:

```
`Kamera\n\n${obs:mute_Mikrofon}==  
Muted' && `Mic -` || `Mic`  
${obs:volume_Mikrofon}`
```

Neu ist, dass hier Zeichenketten ineinander verschachtelt sind. Solange innerhalb einer Zeichenkette nur ein statischer Text wie `Mic -` hinzugefügt werden soll, können Sie den Text nach Belieben in Hochkommas, Anführungszeichen oder umgekehrte Hochkommas einschließen. Handelt es sich jedoch um eine dynamisch erzeugte Zeichenkette, die Sie innerhalb einer Zeichenkette erzeugen, so müssen Sie wiederum umgedrehte Hochkommas verwenden. Somit wird zuerst `Mic 0dB` generiert, bevor daraus etwa `Kamera\n\nMic 0dB` wird.

Übrigens: Wenn Ihnen ein Bild mehr sagt als tausend Worte, dann können Sie auch Symbole aus dem Unicode-Vorrat benutzen. Allerdings unterscheidet sich die Darstellung im Companion-eigenen Font oft von dem, was man aus den Unicode-Zeichentabellen gewohnt ist. Für manche Zeichen gibt es gar keine Entsprechung.



Seit Companion 3.0 können Sie bei der Tastenbeschriftung zwischen einfachem Text und logischen Ausdrücken umschalten und so dynamische Beschriftungen umsetzen.

Skriptisch

Die Tastenbeschriftung lässt sich nicht nur durch „Button text expressions“, sondern auch aus externen Skripten heraus verändern. Dafür eignet sich besonders der OSC-Server (Open Sound Control, nicht zu verwechseln mit OpenStackClient), den Sie in den Einstellungen von Companion aktivieren können. Das Open-Source-Protokoll stammt aus dem Bereich Musik und Multimedia und wird etwa von diversen Keyboards, Controllern und Lichtsteuerpulten benutzt.

Das OSC-Protokoll wurde in diversen Programmiersprachen implementiert. Für die nachfolgenden Beispiele haben wir uns für Python 3 entschieden, da es Python für praktisch alle Betriebssysteme gibt. Allerdings ist die OSC-Bibliothek nicht in der Standardinstallation von Python enthalten, weder unter Linux noch wenn Sie Python 3.11 unter Windows aus dem Microsoft-Store installieren. Sie müssen OSC erst über die Paketverwaltung pip nachinstallieren, etwa in dem Sie den Befehl `pip install python-osc` im Terminal eingeben. Vorsicht, auf vielen Linux-Systemen gibt es `pip` und `pip3`; letzteres müssen Sie verwenden, wenn Sie Python Version 3 benutzen.

Beim OSC-Protokoll werden eine oder mehrere Nachrichten (Messages) gebündelt (Bundle) von einem Client zu einem Server übertragen, wobei jede Nachricht aus einer Adresse und einem oder mehreren Parametern mit Werten besteht. Eine solche Adresse, die ähnelt meist einem Dateipfad, kann zum Beispiel ein Farbkanal eines Bühnenscheinwerfers sein, der Wert

die Helligkeit. Welche Adressen es gibt und welche Parameter er dafür erwartet, legt jeder Server für sich selbst fest.

Bei Companion sind die gültigen OSC-Adressen in den Einstellungen des OSC-Servers dokumentiert. Möchten Sie zum Beispiel die Beschriftung der zweiten Taste auf der ersten Seite des Stream Deck ändern, so lautet die Adresse dafür `/style/text/1/2-1` steht für die Seite und 2 ist die Nummer der Taste auf jener Seite. In der Companion-eigenen Notation ist das die Taste 1.2. Als Parameter erwartet Companion den Text für die Beschriftung. Da OSC ein IP-basiertes Netzwerkprotokoll ist – meist wird UDP für die Übertragung genutzt – müssen OSC-Client und Companion nicht einmal auf demselben Rechner installiert sein.

Um die Beschriftung der Taste 1.2 zu verändern, müssen Sie zunächst eine Nachricht an die Adresse `/style/text/1/2` erzeugen:

```
from pythonosc import \
    osc_message_builder \
    BundleBuilder(osc_bundle_ \
    builder.IMMEDIATELY) \
    msg = osc_message_builder.OscMessage \
    Builder(address="/style/text/1/2")
```

Den Beschriftungstext fügen Sie als ersten und einzigen Parameter der Nachricht an:

```
msg.add_arg("Beschriftung")
```

Diese Nachricht stecken Sie in ein neu erzeugtes OSC-Bundle:

```
from pythonosc import \
    osc_bundle_builder \
    BundleBuilder(osc_bundle_ \
    builder.IMMEDIATELY) \
    bundle.add_content(msg.build())
```

Ein Bundle erhält stets einen Zeitstempel, wann es erzeugt wurde – `IMMEDIATELY` ist lediglich eine Kurzform für die aktuelle Systemzeit. Das fertig erzeugte Nachrichtenbündel übertragen Sie dann nur noch an Companion. Der Einfachheit halber gehen wir davon aus, dass Sie die Befehle auf demselben Rechner ausführen, auf dem auch Companion installiert ist:

```
client = udp_client.SimpleUDPClient( \
    ("127.0.0.1", 12321)) \
    client.send(bundle.build())
```

Flexibel durch Parameter

Damit Sie verschiedene Tasten mit wechselnden Texten beschriften können, bietet es sich an, die Tastendefinition und -belegung beim Aufruf des Python-Skripts als Parameter anzugeben. Dazu eignet sich die Python-Bibliothek `argparse` gut, denn sie erlaubt sehr umfangreiche Parameterdefinitionen und erzeugt automatisch eine Hilfeseite, die Sie wie unter Unix üblich mit dem Parameter `-h` abrufen können.

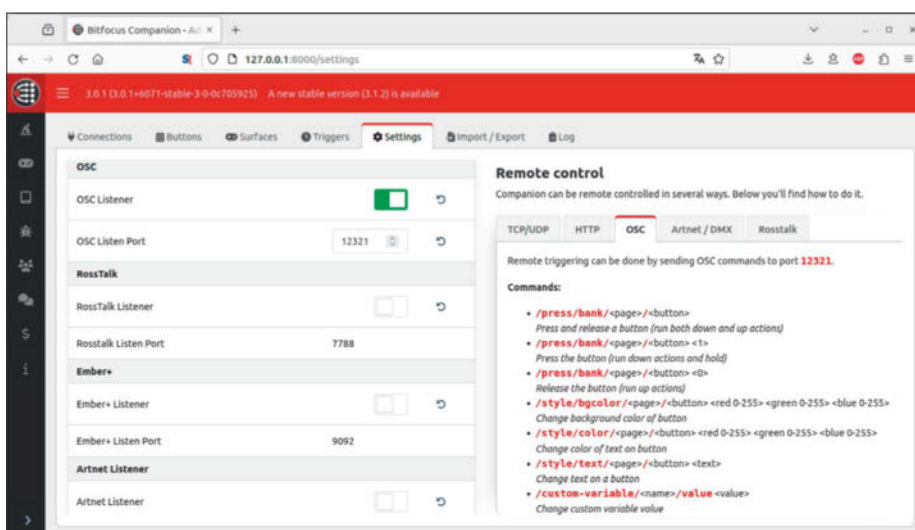
Damit das Programm den Parameter `-T` und als Langform `--text` gefolgt von dem Beschriftungstext akzeptiert, genügen folgende Zeilen Code:

```
import argparse \
    parser = argparse.ArgumentParser() \
    parser.add_argument('-T', '--text', \
    dest='text') \
    args = parser.parse_args()
```

Die ersten beiden Parameter von `add_argument()` sind Kurz- und Langform des Aufrufparameters, um den Text zu übergeben. Mit `dest='text'` legen Sie fest, dass die Beschriftung in der Variablen `args.text` gespeichert wird. Es gibt noch weitere Optionen, zum Beispiel `help='Hilfetext'` mit dem Sie festlegen können, was ein Aufruf mit `-h` für den Parameter anzeigt.

Um die Taste festzulegen, die beschriftet werden soll, benötigen Sie gleich zwei Parameter: die Seite und die Tastennummer. Wir haben uns den Parameter `-B` respektive `--button` ausgesucht:

```
parser.add_argument('-B', '--button', \
    dest='b', type=int, nargs=2)
```



Über das OSC-Protokoll können Sie die Tasten aus Skripten heraus neu beschriften oder auch betätigen. Die unterstützten OSC-Adressen des Servers sind gleich in den Einstellungen dokumentiert.

Den Aufruf von `add_argument()` müssen Sie stets vor `parser.parse_args()` einfügen. Die Optionen `nargs=2` und `type=int` legen fest, dass der Parameter `-B` zwei ganzzahlige Werte erwartet, die wegen `dest=b` in den Variablen `args.b[0]` und `args.b[1]` landen – `args.b` ist also ein Array mit zwei Elementen. Die zugehörige OSC-Nachricht erzeugen dann die folgenden Zeilen:

```
if (args.b and args.text):
    msg = osc_message_builder.OscMessageBuilder(address="/style/")
    msg.add_arg(args.text)
    bundle.add_content(msg.build())
```

Mit zwei weiteren Aufrufen von `add_argument()` können Sie außerdem Parameter für die Angabe von einem abweichenden Hostnamen oder IP-Adresse sowie eines Ports erlauben:

```
parser.add_argument('-H', '--host',
                    dest='host', default='127.0.0.1')
parser.add_argument('-P', '--port',
                    dest='port', default=12321, type=int)
```

Neu ist die Option `default=`, wodurch die Variablen `args.host` und `args.port` stets gesetzt sind – entweder durch manuelle Werte oder durch die Standardwerte. Sie dürfen also darauf vertrauen, dass beide Variablen gesetzt sind und sie zum Versenden des OSC-Bundle verwenden:

```
client = udp_client.SimpleUDPClient(
    args.host, args.port)
if (client):
    client.send(bundle.build())
```

Mit dem Wissen um `argparse` ist es leicht, das Programm um weitere Funktionen zu

ergänzen, etwa den Parameter `-p`, um eine Taste (virtuell) zu drücken:

```
...
parser.add_argument('-p', '--press',
                    dest='bpress', action='store_true')
...
if (args.b and args.bpress):
    msg = osc_message_builder.OscMessageBuilder(address="/press/")
    msg.add_arg(args.b[0])
    bundle.add_content(msg.build())
...

```

Neu bei `add_argument()` ist, dass `-p` keinen Wert erwartet, sondern lediglich die mittels `-B` angegebene Taste drückt. Dazu dient die Option `action='store_true'`, sie speichert in der Variablen `args.bpress` den Wert `True`. Auch die OSC-Nachricht enthält erstmals nur eine Adressangabe, aber keinen zusätzlichen Parameter.

Nachhilfe

Das vollständige Listing des Python-Skripts `companion-osc.py` haben wir im gleichnamigen Kasten aufgeführt und unter `ct.de/yxf9` zum Download bereitgestellt. Es enthält auch den Parameter `help=` bei Aufrufen von `add_argument()` mit den Hilfetexten, die wir bislang zugunsten einer besseren Lesbarkeit der Listingauszüge unterschlagen hatten. Neu ist außerdem der Parameter `metavar=`: Damit können Sie festlegen, wie `argparse` die Parameter auf der Hilfeseite benennt.

Als Beispiel soll die Tastenangabe mit dem Parameter `-B` respektive `--button` dienen:

```
parser.add_argument('-B', '--button',
                    dest='b', type=int, nargs=2)
```

Ohne die Angabe von `metavar` erzeugt `argparse` daraus den Hilfetext:

```
-B B B, --button B B
```

Das ist wenig hilfreich. Indem Sie mit `metavar` die Werte benennen, machen Sie es dem Benutzer leichter. So führt

```
parser.add_argument('-B', '--button',
                    dest='b', type=int, nargs=2,
                    help='page and number of button',
                    metavar=('page', 'number'))
```

zum Hilfetext:

```
-B page number, --button page number
    page and number of button
```

Das Skript `companion-osc.py` enthält noch den Parameter `-V` respektive `--var`, der aus dem Rahmen fällt, weil er keine Angabe einer Taste benötigt. Er dient dazu, benutzerdefinierte Variablen (Custom Variables) zu verändern, wodurch Sie sich viel Arbeit ersparen können.

Angenommen, Sie möchten die Prozessortemperatur auf der Taste 6.4 Ihres Stream Deck (Seite 6, 4. Taste) im Auge behalten. Dazu können Sie unter Linux mit folgendem Bash-Skript die Temperatur in der Pseudo-Datei `/sys/class/thermal/thermal_zone*/temp` in Milligrad auslesen und per `companion-osc.py` auf ganze Grad gerundet anzeigen lassen:

```
#!/bin/bash
for cpu in /sys/class/thermal/thermal*
do
    read t < ${cpu}
    companion-osc.py -B 6 4
    echo -T "$(($t/1000))"
    break
done
```

Indem Sie das Shell-Skript mittels `cron` minutlich ausführen lassen, wird die Anzeige immer wieder aktualisiert.

Variabel durch Variablen

Möchten Sie die Temperatur später auf einer anderen Taste angezeigt bekommen oder gar auf mehreren Seiten, so müssen Sie stets das Shell-Skript ändern und sogar `companion-osc.py` mehrfach pro Durchlauf aufrufen. Das ist nicht nur umständlich, sondern auch fehlerträchtig.

Die bessere Lösung ist, zunächst im Web-Frontend von Companion eine benutzerdefinierte Variable `cputemp` anzulegen.

```
mdoelle@lore: ~
Datei Bearbeiten Ansicht Suchen Terminal Hilfe
mdoelle@lore:~$ ./companion-osc.py -h
usage: companion-osc.py [-h] [-H HOST] [-P PORT] [-B page number] [-T TEXT]
                        [-c red green blue] [-b red green blue] [-p] [-l] [-r]
                        [-V name value]

optional arguments:
  -h, --help            show this help message and exit
  -H HOST, --host HOST  Hostname or IP address of the Companion (default:
                        127.0.0.1)
  -P PORT, --port PORT  Port of the Companion OSC server (default: 12321)
  -B page number, --button page number
                        Specify button number [1-32] on page [1-99]
  -T TEXT, --text TEXT  Text to be displayed on specified button
  -c red green blue, --color red green blue
                        Text color (r g b) [0-255] for specified button
  -b red green blue, --bgcolor red green blue
                        Background color (r g b) [0-255] for specified button
  -p, --press            Press (and release) specified button
  -l, --hold            Press (and hold) specified button
  -r, --release         Release (a previously held) specified button
  -V name value, --var name value
                        Set custom variable name to value
mdoelle@lore:~$
```

Indem Sie mit der Option `metavar` Namen für einzugebende Werte vergeben, wird die automatisch erstellte Hilfeseite von `companion-osc.py` viel verständlicher.

companion-osc.py: Companion mit Python steuern

```
#!/usr/bin/python3

import argparse
from pythonosc import udp_client
from pythonosc import osc_bundle_builder
from pythonosc import osc_message_builder

parser = argparse.ArgumentParser()
parser.add_argument('-H', '--host', dest='host', default='127.0.0.1',
                    help='Hostname or IP address of the Companion (default: 127.0.0.1)')
parser.add_argument('-P', '--port', dest='port', default=12321, type=int,
                    help='Port of the Companion OSC server (default: 12321)')
parser.add_argument('-B', '--button', dest='b', type=int, nargs=2,
                    help='Specify button number [1-32] on page [1-99]',
                    metavar=('page', 'number'))
parser.add_argument('-T', '--text', dest='text',
                    help='Text to be displayed on specified button')
parser.add_argument('-c', '--color', dest='fgcolor', type=int, nargs=3,
                    help='Text color (r g b) [0-255] for specified button',
                    metavar=('red', 'green', 'blue'))
parser.add_argument('-b', '--bgcolor', dest='bgcolor', type=int, nargs=3,
                    help='Background color (r g b) [0-255] for specified button',
                    metavar=('red', 'green', 'blue'))
parser.add_argument('-p', '--press', dest='bpress', action='store_true',
                    help='Press (and release) specified button')
parser.add_argument('-l', '--hold', dest='bhold', action='store_true',
                    help='Press (and hold) specified button')
parser.add_argument('-r', '--release', dest='brelease', action='store_true',
                    help='Release (a previously held) specified button')
parser.add_argument('-V', '--var', dest='var', nargs=2,
                    help='Set custom variable name to value',
                    metavar=('name', 'value'))
args = parser.parse_args()

bundle = osc_bundle_builder.OscBundleBuilder(osc_bundle_builder.IMMEDIATELY)
msg=None
if (args.b and args.text):
    msg = osc_message_builder.OscMessageBuilder(
        address="/style/text/{0}/{1}".format(args.b[0], args.b[1]))
    msg.add_arg(args.text)
    bundle.add_content(msg.build())
if (args.b and args.fgcolor):
    msg = osc_message_builder.OscMessageBuilder(
        address="/style/color/{0}/{1}".format(args.b[0], args.b[1]))
    for c in args.fgcolor:
        msg.add_arg(c)
    bundle.add_content(msg.build())
if (args.b and args.bgcolor):
    msg = osc_message_builder.OscMessageBuilder(
        address="/style/bgcolor/{0}/{1}".format(args.b[0], args.b[1]))
    for c in args.bgcolor:
        msg.add_arg(c)
    bundle.add_content(msg.build())
if (args.b and args.bpress):
    msg = osc_message_builder.OscMessageBuilder(
        address="/press/bank/{0}/{1}".format(args.b[0], args.b[1]))
    bundle.add_content(msg.build())
if (args.b and args.bhold):
    msg = osc_message_builder.OscMessageBuilder(
        address="/press/bank/{0}/{1}".format(args.b[0], args.b[1]))
    msg.add_arg(1)
    bundle.add_content(msg.build())
if (args.b and args.brelease):
    msg = osc_message_builder.OscMessageBuilder(
        address="/press/bank/{0}/{1}".format(args.b[0], args.b[1]))
    msg.add_arg(0)
    bundle.add_content(msg.build())
if (args.var):
    msg = osc_message_builder.OscMessageBuilder(
        address="/custom-variable/{0}/value".format(args.var[0]))
    msg.add_arg(args.var[1])
    bundle.add_content(msg.build())

if (msg):
    client = udp_client.SimpleUDPClient(args.host, args.port)
    if (client):
        client.send(bundle.build())
```

Dazu klicken Sie im Reiter „Buttons“ auf der rechten Funktionsleiste auf den Reiter „Variables“ und wählen dort „Custom Variables“ aus. Unter „Create custom variable“ geben Sie den neuen Namen ein und klicken auf „Add“ – schon erscheint eine Liste mit dem Element `$(internal:custom_cputemp)` – so lautet der vollständige Name der Variablen `cputemp`.

Damit das Shell-Skript die Taste nicht mehr direkt beschriftet, sondern die Temperatur in die Variable `cputemp` schreibt, müssen Sie noch den Aufruf von `companion-osc.py` anpassen:

```
companion-osc.py ↗
5--var cputemp "$((${t}/1000))"
```

Nun wählen Sie im linken Abschnitt „Buttons“ die gewünschte Taste aus, auf der die Temperatur angezeigt werden soll, und geben dort als Beschriftung den vollständigen Namen der Variablen an, mit Dollarzeichen und runden Klammern, wie zuvor in der Übersicht der Variablen stand. Damit zeigt die Taste stets den Wert dieser Variablen an und aktualisiert sie auch automatisch. Sie können auch zusätzlichen Text ergänzen, etwa Grad Celsius:

```
$(internal:custom_cputemp)°C
```

Companion ersetzt lediglich die Variable durch den Wert und übernimmt alles andere, was im Beschriftungsfeld steht. Auf diese Weise können Sie die Temperaturanzeige problemlos auf jede beliebige andere Taste verschieben oder auch mehrfach auf mehreren Seiten Ihres Stream Deck anzeigen lassen, ohne das Shell-Skript jemals anpassen zu müssen.

Mit ähnlichen Shell-Skripten können Sie weitere Systemdaten in Variablen erfassen und visualisieren, etwa die Auslastung eines Servers, wie viele ungelesene E-Mails auf Sie warten, Antwortzeiten eines Webserver, den Status eines Netzwerkdruckers – die Möglichkeiten sind allein durch die Anzahl der Tasten Ihres Streamingcontrollers begrenzt.

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

Literatur

- [1] Mirko Dölle, Mit Gefühl, Raspberry PI als Stream-Fernbedienung, c't 25/2021, S. 154

Skript-Download und Links: ct.de/yxf9

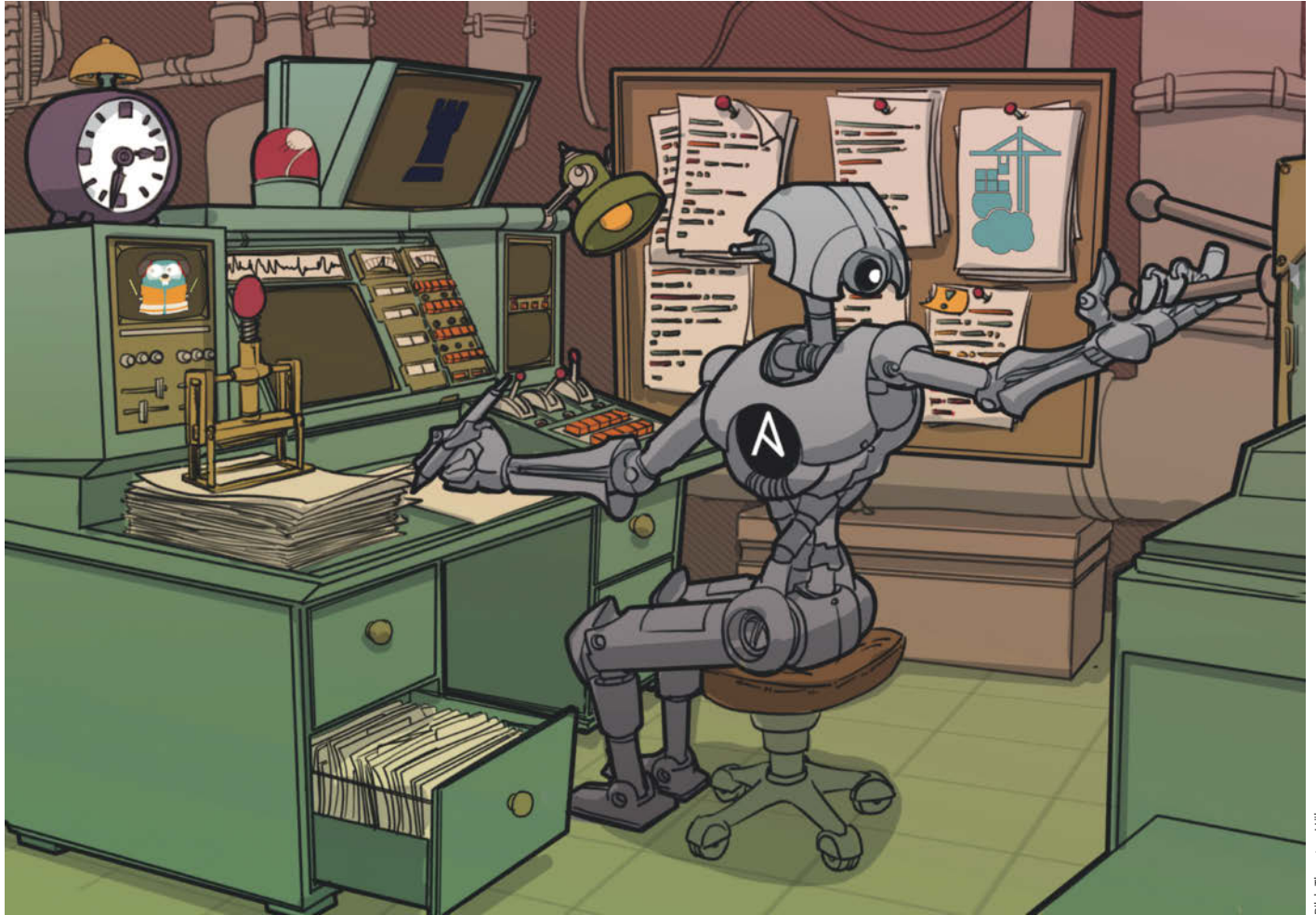


Bild: Thorsten Hübner

Telerec't

Server im Rechenzentrum oder daheim mit Ansible automatisieren

Ansible ist die Automatisierung der Admin-Tätigkeit: Installieren, Kopieren, Patchen – Ansible setzt Ihre Befehle reproduzierbar um, auf so vielen Servern, wie Sie wollen. Gleichzeitig sind die Anweisungen eine vollständige Dokumentation. Als Beispiel bauen wir einen Server-Baukasten namens „Telerec't“.

Von Klaus Greff und Pina Merkert

Login per SSH, Docker installieren, immer die gleichen Container hochfahren. Die Arbeit eines Admins kann eintönig sein. Nur nicht vertippen! Wenn Sie da keine Lust drauf haben, sind Sie nicht allein.

Da man ohnehin Computer benutzt, um Computer zu administrieren, lässt sich das alles automatisieren. Eine beliebte Software dafür ist Ansible. Stellen Sie sich das Programm wie einen

etwas unselbstständigen Admin-Kollegen im Homeoffice vor. Weil der ein Roboter ist, können sie nicht normal mit ihm reden, sondern geben ihm stattdessen sogenannte

„Playbooks“. Das sind To-do-Listen, die er stets fehlerfrei und in Rekordzeit abarbeitet.

Im Grunde verschiebt Ansible

Know-how vom Notizzettel des Admins in ausführbare Playbooks. Der Fachbegriff dafür lautet „Infrastructure-as-



ct kompakt

- Ansible richtet vollautomatisch Server ein. Was das Programm tun soll, steht in sogenannten Roles und Playbooks.
- Infrastructure-as-Code: Die Roles und Playbooks dokumentieren alle Arbeitsschritte lückenlos und Sie können Programmiererwerkzeuge wie Ihre Lieblings-IDE und Git für die Administration nutzen.
- Als Beispiel haben wir „Telerec’t“, ein Server-Setup im Baukastensystem, zusammengestellt. Wir werden es in folgenden Artikeln erweitern.

Code“. Playbooks lassen sich im Unterschied zu einer Zettelwirtschaft mit Git verwalten und mit einem vertrauten Texteditor oder einer verlässlichen Entwicklungsumgebung für Programmierer editieren.

Playbooks enthalten eine geordnete Liste an Teilaufgaben („Tasks“), die Robo-Kollege Ansible abzuarbeiten hat. Für eine bessere Übersicht können Sie zusammengehörende Aufgaben in „Roles“ organisieren. Eine Menge Fehler beim Administrieren von Servern entstehen durch Copy & Paste und danach vergessene Anpassungen. Damit Sie gar nichts anpassen müssen, unterstützt Ansible Variablen und Templates.

Letztendlich passiert aber nichts anderes als ein Log-in auf dem Server mit der Secure-Shell SSH [1]. Auf dem müssen Sie also keine Client-Software installieren. Ansible führt auf dem Server nur stinknormale Shell-Skripte aus, die Sie nicht mal selbst schreiben müssen. Bei all der Admin-Magie, die wir Ihnen im Folgenden vorführen, sollten Sie nicht vergessen, dass Sie alles auch per Hand ausführen könnten. Wenn Sie und kein anderer Admin eine Idee haben, wie es per Hand geht, werden Sie es Ansible auch nicht beibringen können.

Als Beispiel automatisieren wir die Administration eines eigenen Heim- und eines Root-Servers mit Debian oder Ubuntu und unserem Baukasten „Telerec’t“ (von „tele erect“ – „aus der Ferne aufgerichtet“). Der Heimserver soll später mal Smart-Home-Dienste wie Mos-

quitto (MQTT-Broker) und NodeRed (No-Code Automatisierungsregeln) ausführen, der angemietete Root-Server im Rechenzentrum Wordpress (Blog-Software) und Nextcloud (Dateisynchronisation) beherbergen. SSH-Schlüssel hinterlegen sowie Basis-Pakete und Docker installieren ist für beide Server gleich. Im nächsten Artikel zu Ansible stellen wir vier Dienste vor, die in unseren Augen auf jedem Server laufen sollten. Erst danach folgen in weiteren c’t-Ausgaben die eigentlichen Bausteine in Form zusätzlicher Ansible-Roles als eigene Artikel, sodass Sie ganz individuell auswählen können, was Sie auf Ihrem Server installieren wollen.

Die Bausteine setzen wir als Git-Submodules um. Submodules sind ein eher selten genutztes Feature der Versionsverwaltung Git [2, 3]. Jedes Submodule ist ein simpler Unterordner, aber gleichzeitig auch ein eigenständiges Git-Repository. Das binden Sie so in ein Basis-Repository ein, dass dieses protokolliert, auf welchem Stand das Gesamtkonstrukt war. Zum Baukasten wird das, weil Sie die Submodules unverändert in Ihr Basis-Repository einbinden können. Sie pflegen nur dieses eine Repository, denn das bildet Ihr Setup vollständig ab. Updates in den Submodules spielen Sie aber trotzdem mit nur einem Befehl ein.

Infrastructure-as-Code

In diesem Artikel zeigen wir, wie Sie Ansible installieren und eigene Playbooks schreiben. Im ersten Playbook dieses Ar-

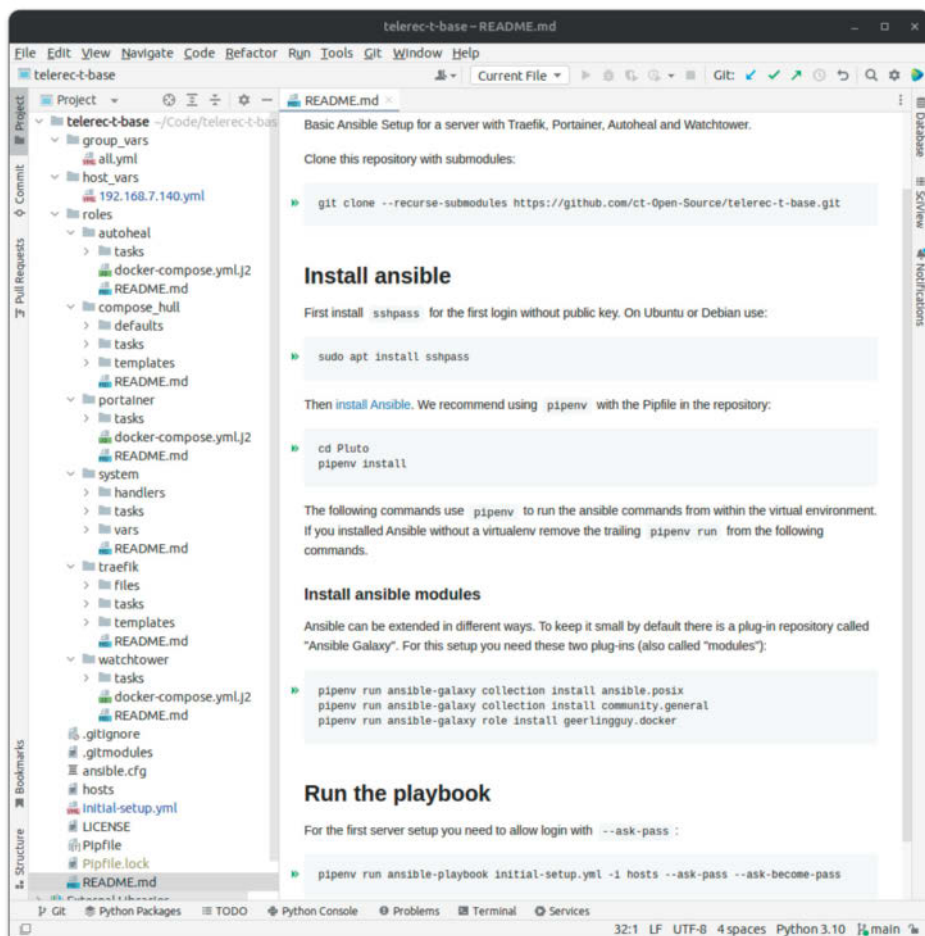
tikels übertragen wir kryptografische Schlüssel, damit Sie und Ansible sich danach mit der Secure Shell SSH [1] ohne Passwort am Server anmelden können. Außerdem werden wir Docker und `docker-compose` installieren. Docker ist meist die erste Wahl, um containerisierte Anwendungen auszuführen. In Container verpackte Anwendungen kommen sich nicht gegenseitig in die Quere. Fertige Images lädt Docker aus dem Docker Hub herunter. Falls Ihnen eine große Auswahl fertiger Images nicht wichtig ist, können Sie Telerec’t stattdessen auch mit der Docker-Alternative Podman nachbauen. Wir werden für Telerec’t aber Docker benutzen.

Ein Wort der Warnung: Telerec’t ist entstanden, weil wir ein Setup für unsere eigenen Server gebraucht haben. Wir veröffentlichen das Basis-Repository und mehrere Submodules, weil diese ein hervorragendes Beispiel sind, wie Sie Ansible für Ihren Server nutzen können. Denken Sie dabei aber bitte mit, prüfen Sie, was wir machen, und tragen Sie gern Verbesserungsvorschläge als Pull-Requests an uns heran. Telerec’t ist nämlich mit all seinen Bausteinen Open Source und unsere Konfiguration haben wir unter der Lizenz GPLv3 veröffentlicht. Wir leisten keinen professionellen Support und geben keine Garantie, die Repositories in Zukunft zu pflegen. Sehen Sie das Projekt als Freie Software ohne Maintainer. Forken Sie die Repositories, falls Sie Maintainer werden wollen.

Hardwareanforderungen

Mit Telerec’t haben wir sowohl einen Heimserver als auch einen virtualisierten Server im Rechenzentrum aufgesetzt. Wir empfehlen mindestens 8 GByte RAM und zumindest zwei CPU-Kerne. Mit einem Raspi Zero würden Sie sich keinen Gefallen tun, der große Raspi 5 (8 GByte) mit einer NVMe-SSD käme als kleiner Heimserver aber infrage. Zwei offizielle M.2-Adapter für den Raspi 5 sind für Frühjahr 2024 angekündigt. Momentan würden wir einen Heimserver mit kleinem Mainboard und einem sparsamen x68-Prozessor empfehlen (beispielsweise ein Billig-Barebone aus [5]).

In Rechenzentren ist die kleine Hardware ein virtualisierter Anteil an einem größeren Server. Angebote ab 15 Euro pro Monat sind meist stark genug für ein Dutzend Webserver-Container, sofern nicht viele Anfragen kommen. Hier steigen die Kosten, falls Sie viel Speicherplatz für eine Nextcloud brauchen. Wir mieten beispielsweise einen Server mit 16 virtuellen Kernen, 24 GByte RAM und 500 GByte Speicherplatz für knapp 18 Euro im Monat. Der reicht für einen Mailserver parallel mit vier Wordpress-Containern, einer Nextcloud, Wekan, Vaultwarden und drei eigenen Django-Projekten.



Der Screenshot aus unserer IDE zeigt die Struktur des Setups: Die Submodule sind in den Ordner `roles/` eingebunden, Playbooks liegen im Wurzelverzeichnis. Die `README.md` enthält Befehle zum Herauskopieren.

Ansible installieren

Für einen stressfreien Start bestellen Sie einen Root-Server mit einem vorinstallierten Debian oder Ubuntu. Falls Sie einen Heimserver aufsetzen, installieren Sie eines der Systeme wie gewohnt und aktivieren Sie das Log-in per SSH. Bei Raspis empfehlen wir ganz langweilig das Debian-basierte Raspberry Pi OS. Telerec't funktioniert auf allen Linux-Distributionen mit dem Paketmanager `apt`. Der händische Teil der Installation endet, sobald Sie `ssh`-Zugang haben. Den sollten Sie testen, was Ihren Rechner nebenbei auf dem Server auch in `~/.ssh/known_hosts` einträgt (Ansible trägt sich dort nicht automatisch ein).

Danach wechseln Sie zu Ihrem Admin-PC oder -Notebook mit Linux, macOS oder Windows mit dem WSL (Windows Subsystem for Linux). Dort installieren Sie Ansible – es läuft auch nur dort. Der Server bekommt nämlich gar nicht mit, dass Sie sich von Ansible helfen lassen. Sie können auch von mehreren

verschiedenen Rechnern aus den Server administrieren. Dafür klonen Sie das Repository mit dem Infrastruktur-Code und geben jedem der Rechner Zugriff auf den Server.

Ansible ist in Python geschrieben, weshalb Sie es auf allen Desktopbetriebssystemen mit Python-Paketmanagern installieren können. Wir empfehlen diese Art der Installation zusammen mit `pipenv`, weil das automatisch ein virtuelles Environment mitverwaltet, sodass unterschiedliche Python-Projekte einander nicht in die Quere kommen können.

Alternativ: In den meisten Linux-Distributionen sind die Ansible-Pakete aus den Paketquellen aktuell genug. Wenn Sie Ansible auf diesem Weg installieren, läuft es ohne virtuelle Umgebung und Sie können `pipenv run` zu Beginn der folgenden Befehle weglassen. Zusätzlich brauchen Sie dann noch `python-passlib`, sparen sich später aber `pipenv install`. Wir haben den Weg über `pipenv` gewählt, weil Sie dann auf allen Betriebssystemen und

Distributionen die aktuelle Version installieren.

Am einfachsten administrieren Sie einen Linux-Server von einem Linux-Rechner aus. Installieren Sie die Pakete für `git`, `sshpass` (fürs Einloggen mit Passwort) und `pipenv` beziehungsweise Ansible (falls Sie die Paketverwaltung bevorzugen). Unter Ubuntu geht das beispielsweise mit dieser Zeile:

```
sudo apt install git sshpass pipenv
```

Unter Windows raten wir zum WSL, das Sie ruckzuck installieren, indem Sie in ein `cmd`- oder `PowerShell`-Fenster mit Administratorrechten `wsl --install -d ubuntu` eingeben. Danach öffnen Sie Ubuntu über das Startmenü, was die Ersteinrichtung anstößt, die einige Sekunden dauert und während der Sie einen Benutzeraccount anlegen. In der Ubuntu-Konsole haben Sie danach den Ubuntu-Paketmanager `apt` zur Verfügung, um die restlichen Abhängigkeiten zu installieren:

```
sudo apt install python3 git pipenv \
    sshpass
```

Mac-Nutzern empfehlen wir Homebrew, das Sie mit dem folgenden Befehl installieren:

```
/bin/bash -c "$(curl -fsSL \
    https://raw.githubusercontent.com/\
    Homebrew/install/HEAD/install.sh)"
```

Danach installieren Sie `git` und `pipenv` mit folgendem Befehl:

```
brew install git pipenv
```

Alternativ können Sie Ansible auf dem Mac ebenfalls mit `brew` installieren und `pipenv run` dann ebenfalls weglassen.

Die nächsten Schritte funktionieren auf allen Systemen gleich.

Privates Repository anlegen

Unser Beispiel-Setup Telerec't fußt auf der Idee, dass Sie sich in einem privaten Git-Repository im Baukastensystem eine Konfiguration für Ihren eigenen Server zusammenbauen. Dafür brauchen Sie zunächst ein leeres privates Repository. Privat sollte das sein, damit Sie dort die Passwörter hinterlegen können. Auch bei kostenlosen GitHub-Accounts können Sie private Repositories erstellen. Falls Sie GitHub nicht vertrauen, können Sie auch mit `git init`

ein lokales Repository anlegen und erst später mit `git add remote` ein Repository zum Synchronisieren hinzufügen, beispielsweise auf einem selbst gehosteten Gitea.

Um Ihnen die Arbeit an Ihrem individuellen Setup zu erleichtern, haben wir ein Beispiel-Repository erstellt, bei dem Sie sich bedienen können (siehe ct.de/yu9e). Statt mit Copy & Paste befüllen Sie Ihr Repository daraus schneller mit `git`:

```
git remote add ct-example https://git@
hub.com/ct-Open-Source/telerec-t-base
git pull ct-example main
git remote remove ct-example
```

Danach haben Sie eine Basiskonfiguration für Ansible bestehend aus den Dateien `ansible.cfg` und `hosts` sowie den Verzeichnissen `group_vars/` und `roles/`. In letzterem befinden sich bereits Git-Submodule, die aber noch nicht geklont wurden. Das holen Sie mit folgendem Befehl nach:

```
git submodule update --init \
--recursive
```

Weil Sie den länglichen Befehl für Updates der Submodule immer mal wieder brauchen, lohnt es sich, ein Alias für die Kurzform `git supdate` anzulegen:

```
git config alias.supdate 'submodule \
update --remote --merge'
```

Nun haben Sie zwar `pipenv` und die nötige Verzeichnisstruktur, aber Ansible und `Passlib` sind noch nicht installiert. Die stehen nämlich nur als Voraussetzung in der Datei `Pipfile` im Repository. Die Voraussetzungen installieren Sie aus dem Basis-Ordner des Repositoriums mit:

```
pipenv install
```

Setup anpassen

Das neu angelegte und mit Beispieldaten befüllte Repository müssen Sie nun an den eigenen Server anpassen. Tragen Sie dafür zunächst in der zweiten Zeile der Datei `hosts` die statische IP-Adresse Ihres Servers oder bei einem Heimserver optional auch dessen Hostname ein. Passend zu diesem Rechner können Sie nun Variablen in `host_vars/<ip_oder_hostname>.yaml` anlegen. Hat Ihr Server beispielsweise die IP-Adresse `192.168.7.140`, lautet der Dateiname also `host_vars/192.168.7.140.yaml`.

Wie die meisten Konfigurationsdateien für Ansible ist auch diese Datei im YAML-Format, mit dem Sie Variablen als hierarchische Strukturen definieren können. Das folgende Beispiel müssen Sie für Ihren Server passend anpassen:

```
ansible_user: mariamuster
admin:
  name: mariamuster
  key: "{{ lookup('file', '~/.ssh/
    id_ed25519.pub') }}"
  email: "maria.muster@gmail.com"
  locale: de_DE.UTF-8
  timezone: Europe/Berlin
  docker_dir: "/docker"
```

In der ersten Zeile steht der lokale Benutzername, der Block darunter definiert einen Account mit Systemverwalterrechten auf dem Server. Die `lookup`-Funktion

hinter dem Schlüssel `key` sucht lokal, also auf dem Admin-System, im angegebenen Verzeichnis `~/.ssh/` nach dem öffentlichen Schlüssel für passwortloses Login mit `ssh`. Den Pfad und Dateinamen müssen Sie wahrscheinlich an die Dateinamen und Pfade an Ihrem Rechner anpassen. Moderne Schlüssel heißen oft `id_ed25519.pub`, ältere oft `id_rsa.pub` [4].

Mit der E-Mail-Adresse darunter bauen Sie schon für die Dienste vor, die wir im nächsten Artikel installieren. Wichtig ist hier zunächst nur, dass es sich um eine externe Adresse handelt, die nicht vom eigenen Mailserver auf demselben Server bereitgestellt wird.

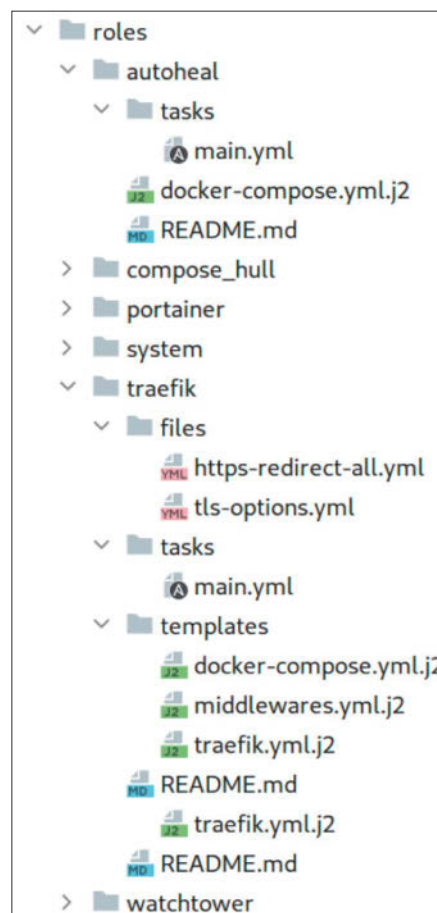
In der letzten Zeile können Sie das Verzeichnis umstellen, in dem auf dem Server letztlich die Daten aller Dienste landen.

Struktur erklärt

Ein Ansible-Projekt besteht aus „Tasks“, die zu „Roles“ zusammengefasst sein können. Aus diesen Elementen kann man dann Programme schreiben, die im Ansible-Jargon „Playbooks“ heißen. Tasks, die immer gemeinsam ausgeführt werden müssen, sollten zusammen in einer Role stehen. Die Roles sind simple Unterverzeichnisse im `roles`-Ordner. Playbooks können alternativ auch direkt Tasks enthalten. Solche haben wir für `Telerec`’t aber nicht gebraucht, weil sie in Roles stets besser aufgehoben waren.

Das Herzstück jeder Role ist der `tasks`-Ordner, in dem Ansible nach einer Datei `main.yaml` sucht. Die kann mit `include_tasks`: auch weitere YAML-Dateien einbinden, automatisch ausgeführt werden die aber nicht. In `defaults/main.yaml` kann man jeweils Role-spezifische Variablen definieren. Der Ordner heißt „defaults“, weil im Playbook definierte Variablen die Variablen aus `main.yaml` überschreiben. Ansible bevorzugt stets spezifisch definierte Variablen gegenüber allgemeinen. In `files/` stellt man Dateien bereit, die Tasks unverändert auf den Server kopieren (`copy`-Task), in `templates/` landen Dateien in der Template-Sprache Jinja2, die Ansible mit dem `template`-Task ausfüllt und überträgt. Neben Variablen können die Templates auch `if`-Abfragen und Schleifen enthalten.

Mit `ansible-galaxy` lassen sich Roles über eine Art Paketverwaltung teilen. Das haben wir im Playbook `initial-setup.yaml` genutzt und installieren Docker mit einer Role von Raspi-YouTuber Jeff Geerling:



Im `roles`-Ordner gibt es Unterverzeichnisse für jeden Dienst. Was in `files/` liegt, kann der `copy`-Task übertragen, in `templates/` liegen Jinja2-Templates für den `template`-Task bereit. Öffentliche Variablen dürfen in einem Ordner `defaults/` stehen. In `tasks/main.yaml` stehen die Arbeitsanweisungen für Ansible.


```
pipenv run ansible-galaxy role ↵
    ↳install geerlingguy.docker
```

Eine so geteilte Rolle ist im Prinzip nichts anderes als ein Verzeichnis unterhalb von `roles/`. Für `Telerec` haben wir einfach Git-Repositories als Git-Submodules ins `roles`-Verzeichnis geklont. Wir hätten sie genauso auf Ansible-Galaxy veröffentlichen können. Mit diesen beiden Methoden bauen Sie auch später weitere Bausteine in Ihr Ansible-Setup ein: Sie suchen sich beispielsweise ein passendes Repository bei github.com/ct-Open-Source (siehe [ct.de/yu9e](https://github.com/ct-Open-Source/ct-Open-Source)) wie `2fauth` [5] aus und klonen es mit dem folgenden Befehl, den Sie im Wurzelverzeichnis des Projekts ausführen:

```
git submodule add https://github.com/↵
    ↳ct-Open-Source/telerec-t-2fauth ↵
        ↳roles/twofauth ↵
            ↳git supdate
```

Beim Basis-Setup sind sechs Roles dabei, die in unseren Augen jeder Server braucht. Das nach `roles/system` geklonte `telerec-t-debian` überträgt den SSH-Schlüssel für passwordloses Login, fügt den Benutzer der `sudo`-Gruppe hinzu, installiert mit `apt` Pakete wie `vim`, `wget`, `curl` und `rsync` (welche genau, steht in `roles/system/vars/main.yml`) und legt das Verzeichnis für Docker-Volumes an. Wir haben dafür `/docker/` voreingestellt, Sie können es aber über die Variable in `host_vars/` auch ändern. In diesem Verzeichnis landen alle Daten, die Sie regelmäßig sichern sollten.

Docker findet sich nicht in den voreingestellten Paketquellen. Die Rolle `geerlingguy.docker` richtet zuerst die Paketquelle mitsamt GPG-Schlüsseln ein und installiert dann Docker und das `Compose`-Plug-in. Da die Rolle von Ansible-Galaxy kommt, gibt es für sie keinen Unterordner in `roles/`. Beide Roles stehen aber im Playbook `initial-setup.yml`:

```
- hosts: server
  become: true
  roles:
    - system
    - geerlingguy.docker
```

Hinter `hosts:` steht der Name des Servers, den Sie in der Datei „`hosts`“ angegeben haben. `become: true` verschafft dem Benutzer auf dem Server Root-Rechte und hinter `roles:` folgt die Liste der Verzeichnisse in `roles/`, die Ansible im Zuge des

```
pina@Alderaan:~/Code/telerec-t-base$ pipenv run ansible-playbook initial-setup.yml -i h
osts --ask-pass --ask-become-pass
SSH password:
BECOME password[defaults to SSH password]:

PLAY [server] *****

TASK [Gathering Facts] *****
ok: [192.168.7.140]

TASK [system : Enable passwordless sudo for admin user pi] *****
changed: [192.168.7.140]

TASK [system : Add SSH public key] *****
changed: [192.168.7.140]

TASK [system : Disable root SSH login] *****
changed: [192.168.7.140]

TASK [system : Only allow SSH key authentication] *****
changed: [192.168.7.140]

TASK [system : Disable SSH password authentication] *****
changed: [192.168.7.140]

TASK [system : Install apt packages] *****
changed: [192.168.7.140]

TASK [system : All packages installed.] *****
ok: [192.168.7.140] => {
  "msg": "Packages have been successfully installed"
}

TASK [system : adding existing user '{{ user }}' to sudo group] *****
ok: [192.168.7.140]

TASK [geerlingguy.docker : Load OS-specific vars.] *****
ok: [192.168.7.140]

TASK [geerlingguy.docker : include_tasks] *****
skipping: [192.168.7.140]

TASK [geerlingguy.docker : include_tasks] *****
included: /home/pina/.ansible/roles/geerlingguy.docker/tasks/setup-Debian.yml for 192.1
68.7.140

TASK [geerlingguy.docker : Ensure old versions of Docker are not installed.] *****
```

Ansible schreibt bunt in die Konsole, welche Tasks geklappt haben. Bricht ein Task mit einem Fehler ab, werden zuvor ausgeführte Änderungen nicht mehr rückgängig gemacht. Deswegen sollten Tasks einen definierten Zustand herstellen, egal was vorher geklappt hat oder nicht.

Playbooks abarbeitet oder die über Ansible-Galaxy geladenen Roles ohne Verzeichnis.

Playbooks ausführen

Ansible will sich standardmäßig ohne Passwort anmelden, was noch nicht geht, wenn der öffentliche SSH-Schlüssel noch nicht hinterlegt ist. Das Playbook `initial-setup.yml` kopiert den Schlüssel auf den Server; um es auszuführen, müssen Sie Ansible aber anweisen, einmalig nach dem SSH-Passwort und dem `sudo`-Passwort zu fragen:

```
pipenv run ansible-playbook ↵
    ↳initial-setup.yml -i hosts ↵
        ↳--ask-pass --ask-become-pass
```

Ansible dokumentiert mit farbigen Ausgaben auf der Kommandozeile die Aus-

führung aller Tasks. Grün deutet an, dass es nichts tun musste, bei Orange war der Task erfolgreich. Fehlermeldungen markiert Ansible rot.

Der Befehl zeigt, wie mächtig Ansible in der Praxis sein kann. Mit obigem Befehl sind Dutzende Pakete installiert und Schlüssel hinterlegt. Und nichts hält Sie davon ab, zusätzlich auch beliebige Skripte auszuführen, Software zu kompilieren oder Daten umherzuschieben. Alles mit nur einem Befehl, und wenn Sie das wünschen, sogar auf Dutzenden Servern gleichzeitig.

Erfahrungsgemäß werden Sie sich schon nach kurzer Zeit Playbooks für alle Routineaufgaben bei der Server-Administration erstellen. Oft ist die Aufgabe dann mit einem einzelnen Befehl erledigt und Sie können sich wieder interessanteren

Tätigkeiten zuwenden. Außerdem dokumentieren Roles und Playbooks exakt, was Sie gemacht haben. So protokollieren Sie Ihre Arbeit nicht nur für Kollegen, sondern auch für sich selbst, und stellen sicher, dass Sie auch Monate später noch nachvollziehen können, welche Schritte Sie genau benutzt haben.

Ähnlich wie das Schreiben von Dokumentation verlangt ein Ansible-Setup aber auch Disziplin. Ändern Sie nicht einfach in einer SSH-Session Konfigurationsdateien auf dem Server. Für Telerec't müssen sie das eigentlich auch gar nicht. Wenn Sie aber trotzdem einen Hotfix brauchen, denken Sie daran, dass vermutlich eines Ihrer Playbooks den Hotfix zu einem ungünstigen Zeitpunkt überschreiben wird. Fügen Sie der betroffenen Ansible-Role deswegen auch gleich Tasks hinzu, die die gleiche Änderung auch automatisch umsetzen können. Das geht beispielsweise mit Tasks, die mit regulären Ausdrücken Textdateien für die geänderte Konfiguration editieren.

Zugegeben: Wir haben einige Stunden gebraucht, bis wir mit Ansible vertraut genug waren, um die gewohnten Wartungsarbeiten am Server vorzunehmen. Inzwischen hat sich dieser Aufwand aber ausgezahlt: Neue Dienste setzen wir mit weniger Tipparbeit auf und sparen bei jedem etwas Zeit. Durch die gute Dokumentation sind wir deutlich konsequenter beim Einrichten der Dienste, was für uns selbst und auch andere die Übersicht verbessert. Vor allem aber ist das Gefühl verschwunden, dass wir einen früheren Schritt vergessen haben könnten und der neueste Befehl alles kaputtmachen könnte. Unser Setup ist in der Versionsverwaltung gesichert und wir können eine funktionierende alte Konfiguration mit einem Checkout und einem Ansible-Durchlauf ganz schnell wieder rekonstruieren. Administrationsaufgaben reproduzierbar ausführen zu können, gibt ein Gefühl der Sicherheit, das die Einarbeitungszeit schon bald rechtfertigt. Zeitersparnisse, weil Sie Befehle nur genau einmal ein-

tippen müssen, und die Möglichkeit, mit anderen Admins Roles auszutauschen, sind der Zuckerguss auf dem Kuchen.

Im nächsten Artikel zu Telerec't werden wir uns der Aufgabe widmen, vier essenzielle Docker-Container aufzusetzen und zu starten. (pmk@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Peter Siering, FAQ: SSH - Secure Shell, c't 03/2018, S. 158
- [2] Herbert Braun, Unvergessen, Erste Schritte mit dem Versionskontrollsystem Git und mit GitHub, c't 5/2014, S. 176
- [3] Jan Mahn und Merlin Schumacher, Arbeiten mit GitHub, c't 21/2018, S. 158
- [4] Niklas Dierking, Schlüsselmeister, Sicher und komfortabel arbeiten mit SSH, c't 21/2022, S. 172
- [5] Markus Stubbig, Cloudtresor zum Generieren von Einmalpasswörtern, 2FA-Authentifikator selbst gemacht, c't 27/2023, S. 146
- [6] Christof Windeck, Desktop-Duell, So schlägt sich der Raspberry Pi 5 als PC-Ersatz, c't 29/23, S. 102

Repositories: ct.de/yu9e

building IoT

Die Konferenz zu IoT und IIoT

21. UND 22. FEBRUAR 2024 • MÜNCHEN

Software entwickeln für das (I)IoT

Aus dem Programm:

- Unified Namespace in der Praxis
- Wie vertraut man IIoT?
- Ultraniedriger Stromverbrauch von Embedded-Geräten
- KI auf MCUs – Wie geht das richtig?
- Cyber Resilience in Aktion

Jetzt
Frühbuche-
ticket
sichern!

www.buildingiot.de

Workshop am 20. Februar: Building a Unified Namespace for IIoT with MQTT

Veranstalter



dpunkt.verlag

Gold-Sponsoren

ecos

HIVEMQ

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 €



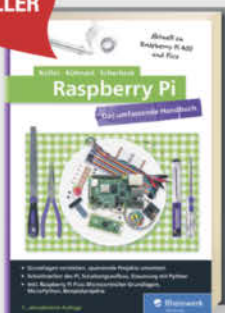
Thomas Kaffka

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 LVTTL-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 €

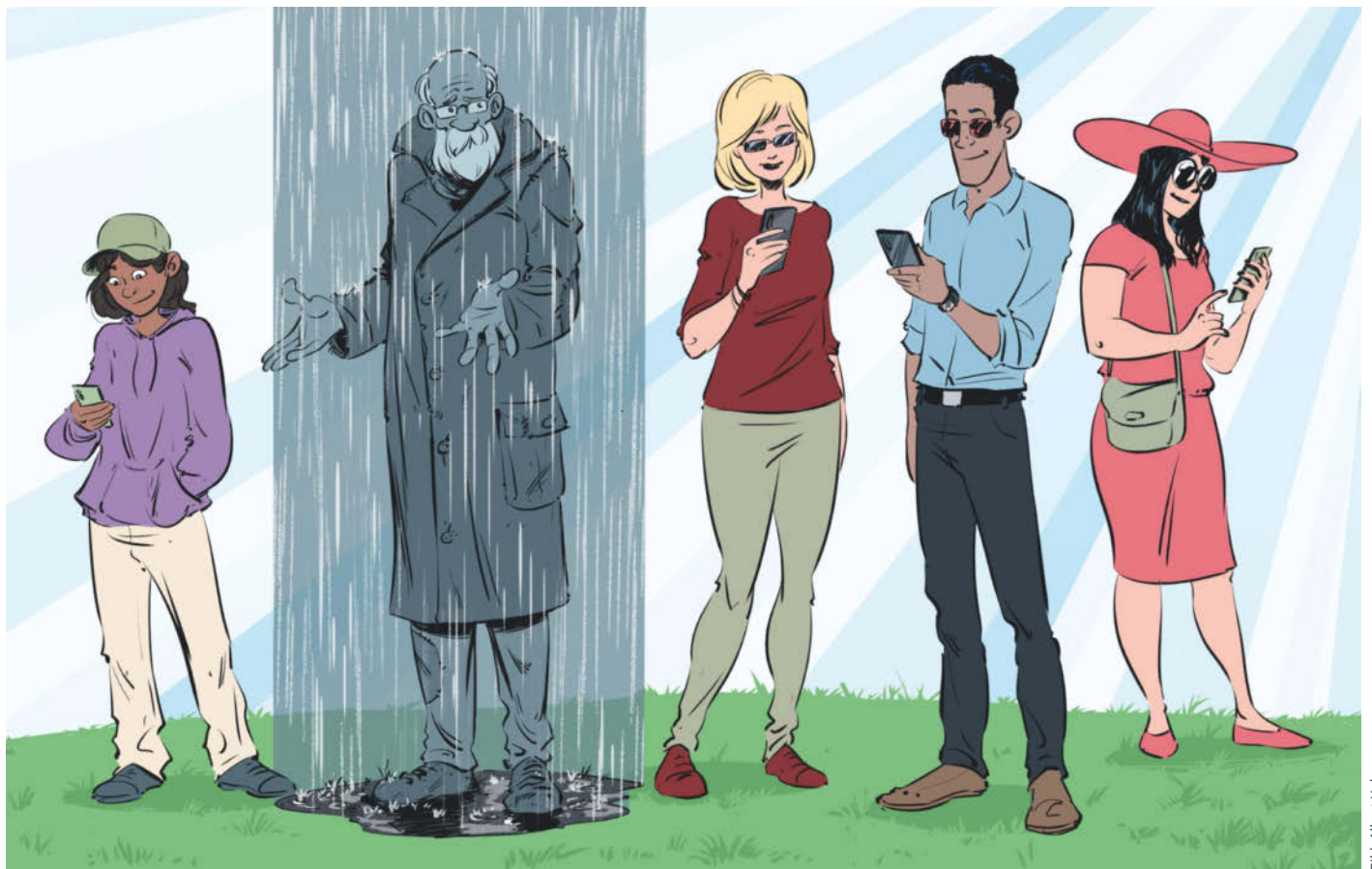


Bild: Albert Hulm

Ohne App geht nix

Ein rechtlicher Blick auf den Digitalzwang

Ob es um Ticket-Abos, Paketabholung, Geldüberweisungen oder sogar Behördentermine geht: Dienste und Anliegen, die sich früher analog handhaben ließen, erfordern heute vielfach einen Zugriff aufs Internet – oft muss man sogar spezielle Mobil-Apps nutzen. Ist es rechtlich in Ordnung, App-Abstinenzler von grundlegender Alltagsteilhabe praktisch auszuschließen?

Von Harald Buring

Die deutschen Big Brother Awards, die die Datenschutz- und Bürgerrechtsinitiative Digitalcourage e.V. alljährlich ver-

leiht, gehören nicht zu den Preisen, die ein Ausgezeichneter gern entgegennimmt: Es sind Negativpreise, die beklagenswerte Verdienste in puncto digitaler Privatsphärenignoranz, Datensorglosigkeit und Verbraucherfeindlichkeit widerspiegeln. 2023 erwischte es in der Kategorie Verbraucherschutz die Deutsche Post DHL Group [1]. Einer der Gründe: Das Unternehmen bindet die Abholung von Paketen bei Packstationen neuerer Art an die Nutzung der Post- und DHL-App auf dem Smartphone. Dieses muss sich per Bluetooth LE mit der Packstation verbinden und dann selbst per Internet Kontakt mit dem DHL-Server aufnehmen. Damit spart der Logistikriese sich nicht nur Bildschirm nebst Scanner zum Auslesen herkömmlicher Zustellbenachrichtigungen, sondern auch eine direkte Internetanbindung der Packstationen. Zugleich zwingt er seine Kunden, die im Hinblick auf Datenschutzbedenken durchaus

problematische Mobil-App zu nutzen – auch diejenigen Paketempfänger, deren hausadressiertes Paket zu einer jener Packstationen umgeleitet worden ist.

Der IT-Sicherheitsexperte Mike Kuketz und der Rechtsanwalt Peter Hense von der Leipziger Sozietät Spirit Legal haben eine umfangreiche Analyse vorgelegt, die das Datensendeverhalten gerade dieser App unter Android und iOS in ausgesprochen zweifelhaftem Licht erscheinen lässt [2]. Als Reaktion darauf behauptete die Deutsche Post, indem sie sich mit einzelnen kritisierten Details befasste, die App sei insgesamt datenschutzkonform [3]. Die Praxis des für den Authentifizierungsvorgang eigentlich unnötigen App-Zwangs findet das Unternehmen nicht problematisch. Im Gegenteil preist DHL das eigene Vorgehen noch als kundenfreundlichen Service an [4]. Durch die Preisverleihung an die Deutsche Post DHL Group ist mancher überhaupt erst auf das Phänomen des grassierenden Digitalzwangs aufmerksam geworden.

Ein weiteres Beispiel: Da Banken ihre Filialnetze drastisch ausdünnen, sind Bankkunden in zunehmendem Maß auf Online-Banking angewiesen. Bei vielen Geldinstituten funktionieren Online-Transaktionen allerdings nur noch, wenn Kunden eine Authentifizierungs-App verwenden, für deren Nutzung ein Smartphone oder Tablet zwingend erforderlich



Die Initiative Digitalcourage e.V., die die deutschen Big Brother Awards verleiht, betreibt einen „Digitalzwangsmelder“, um Beispiele aus dem Alltag zu sammeln. Passend zum Anliegen ermöglicht er es, Zwangsfälle nicht nur übers Web zu melden, sondern auch per Briefpost.

ist. Das ergibt sich aus einer Studie des Verbraucherzentrale-Bundesverbands (VZBV) [5]. Die Institute berufen sich darauf, dass das zur obligatorischen Zwei-Faktor-Authentifizierung (2FA) notwendig sei – was so nicht stimmt: Eine Authentifizierung wäre technisch auch ohne Mobilgerät über ein photoTAN-Verfahren möglich, das mit einem Musterscanner am PC-Bildschirm arbeitet. Dieses bieten jedoch nur wenige Banken an [6].

Wer die Bank-App nicht verwenden möchte oder kann, für den wird es schwierig. Um Bankgeschäfte wieder in einer Filiale durchzuführen – sofern überhaupt eine erreichbar ist –, bedarf es häufig einer Vertragsänderung, der das Geldinstitut erst zustimmen muss. Manche Filialen, die noch nicht komplett eingespart wurden, haben inzwischen zudem nur noch an einem einzigen Wochentag geöffnet – wie etwa das „Privatkundencenter“ der Stadtsparkasse Düsseldorf am Staufplatz [7].

Bahn verlangt Taschengehirne

Auch die Deutsche Bahn hat kein Herz für Digitalmuffel – was insbesondere dadurch problematisch erscheint, dass öffentliche Verkehrsmittel für viele die einzige Option darstellen, mobil zu bleiben. Das trifft gerade Menschen, die sich kein Smartphone leisten können oder für die es aus Altersrespektive Krankheitsgründen nicht infrage kommt. Bereits seit Dezember 2023 gibt es die Probeversion der Bahncard

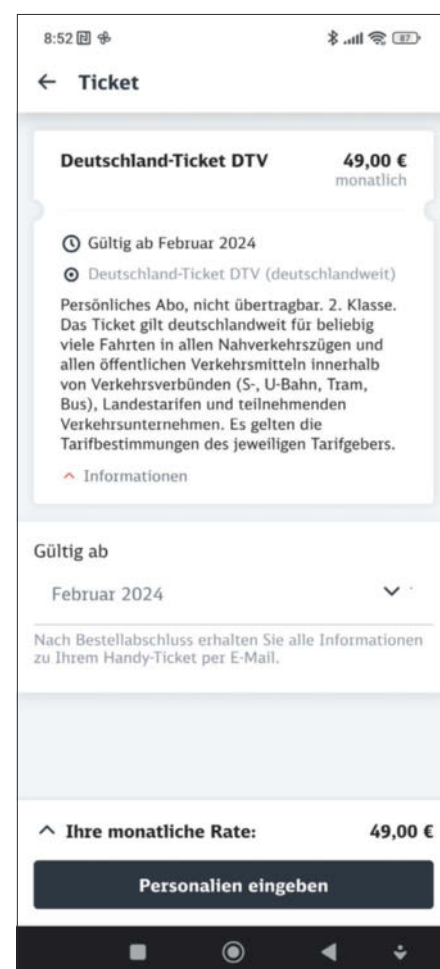
nicht mehr als Plastikkarte, sondern nur noch in der Smartphone-App. Ab Mitte 2024 sollen die Bahncards komplett in die App verbannt werden.

Nicht viel besser sieht es beim staatlich geförderten „Deutschlandticket“ aus. Es steht normalerweise nur im Abonnement über die DB-Navigator-App oder eine App eines Verkehrsverbunds zur Verfügung. Nur bei einzelnen Verkehrsverbünden ist es tatsächlich als Chipkarte zu haben. Pech hat etwa, wer im Allgäu lebt: Die Unternehmen des dortigen Verkehrsverbunds mona bieten die Karte seit September 2023 aus Kostengründen keinen Neukunden mehr an. Auch der GVH, der die Region Hannover abdeckt, gehört zu den Verbünden, die ausschließlich auf die Smartphone-App setzen. Gegen die Beschränkung auf ein Handyticket wenden sich die Verbraucherzentrale (VZ) Sachsen und der Fahrgastverband Pro Bahn Mitteldeutschland: Sie fordern einen barrierefreien Zugang zum Deutschland-Ticket [8].

Selbst beim Einkaufen im Supermarkt haben Nicht-Smartphonisten vielfach das Nachsehen: Die Ladenketten locken mit Rabatten, die nur für App-Nutzer gelten. Dabei geht es wohlgerne nicht etwa um Online-Einkäufe, sondern darum, das Handy samt App an der Supermarktkasse dabei zu haben. Für die Unternehmen lohnt es sich, möglichst vielen Kunden ihre Apps zu verpassen, da die von diesen gelieferten Daten wertvoll sind.

c't kompakt

- Persönlicher Kunden- und Bürgerkontakt bedeutet hohe Personalkosten – Anbieter fahren dergleichen lieber über Webformulare oder Apps, die auch noch wertvolle Daten einsammeln.
- Wer kein Smartphone nutzen kann, bleibt von Angeboten ausgeschlossen. Sogar an Supermarktkassen zahlt er für viele Produkte mehr als Kunden mit App.
- Gerade bei behördlichen Diensten und in Bereichen, die der Daseinsvorsorge dienen, kann der Digitalzwang mit Grundrechten kollidieren.



Alles so schön digital hier: Wer mit dem „Deutschlandticket“ der Bahn unterwegs sein will, muss ein Abonnement per App abschließen.

Der grassierende App-Zwang ist unter anderem deshalb bedenklich, weil längst nicht alle Menschen ein geeignetes Mobilgerät nutzen. In einer telefonischen Befragung, die Bitkom Research im Auftrag der Initiative „Digital für alle“ im April 2021 bei 1004 Personen in Deutschland ab 16 Jahren durchgeführt hat, erklärten 21 Prozent aller Befragten, dass sie kein Smartphone verwenden. Bei den Befragten, die älter als 65 Jahre waren, lag dieser Anteil sogar bei 53 Prozent [9].

So hat denn auch die bereits erwähnte Bürgerrechtsinitiative Digitalcourage e.V. den Digitalzwang, insbesondere in Gestalt obligatorischer App-Nutzung für alltägliche Aktivitäten und Dienste, zum Thema einer Kampagne gemacht. Der Verein setzt sich dafür ein, „dass wir ... immer auch Wahlfreiheit haben, analog zu bleiben“, informiert auf seiner Website ausführlich über verschiedene Aspekte des Themas und wünscht sich ein „Grundrecht auf analoges Leben“ [10].

Grundrechtswidrig?

Selbst da, wo keine bestimmte Mobil-App zum Erreichen eines Ziels verlangt wird, sondern lediglich allgemein ein digitaler Weg, stellt sich, wenn es um behördliches Handeln geht, prinzipiell dieselbe Frage: Ist die geübte Praxis im Hinblick auf den allgemeinen Gleichheitsgrundsatz von Artikel 3 Abs. 1 des deutschen Grundgesetzes (GG) nicht bedenklich? Stellt der Digitalzwang nicht sogar eine unzulässige Diskriminierung nach § 1 des Allgemeinen Gleichbehandlungsgesetzes (AGG) in Verbindung mit Art. 3 GG dar?

In diesem Licht ist etwa die vielfach bei Führerschein- und Zulassungsstellen geübte Praxis, Vorgänge nur mit online vereinbarten Terminen durchzuführen, kritikwürdig. Dasselbe gilt für den Umstand, dass etwa Selbstständige normalerweise keine Steuererklärung gemäß § 25 Abs. 4 Satz 1 des Einkommensteuergesetzes (EStG) sowie keine Umsatzsteuervoranmeldung nach § 18 Abs. 1 Satz 1 des Umsatzsteuergesetzes (UStG) abgeben können, ohne dazu einen Computer oder ein mobiles internetfähiges Gerät zu nutzen.

Wer im Einzelfall gegen öffentlichen Digitalzwang vorgehen will, hat rechtlich oft einen schweren Stand. So wollte ein Bürger aus Baden-Württemberg 2018 gegen den Beschluss eines Gemeinderates klagen. Dieser sah vor, dass künftig die ortsübliche Bekanntgabe der Sitzungen dieses Gremiums ausschließlich digital

Selbst an der Supermarktkasse haben Kunden mit der passenden App oft die Nase vorn, weil manche Rabatte nur für sie gelten.



Prospekt- und Inseratausschnitte: Rewe, Netto, Edeka

über die städtische Internetseite erfolgte. Darüber hinaus sollten als „freiwilliges Serviceangebot“ die Tagesordnungen der öffentlichen Ausschuss- und Gemeinderatssitzungen am Montag der Sitzungswoche im Rathausschaukasten ausgehängt werden. Der Mann sah durch ein solches Vorgehen § 34 Abs. 1 Satz 7 der baden-württembergischen Gemeindeordnung (GemO) verletzt: Diese Bestimmung schreibt vor, dass Zeit, Ort und Tagesordnung der öffentlichen Sitzungen rechtzeitig ortsüblich bekannt zu geben sind. Eine Bekanntgabe über die städtische Internetseite reiche nicht, so das Argument des Bürgers, denn er habe so keine hinreichende Möglichkeit der Kenntnisnahme. Das Verwaltungsgericht (VG) Freiburg wies jedoch bereits seinen Antrag auf Bewilligung von Prozesskostenhilfe wegen mangelnder Erfolgsaussichten der beabsichtigten Klage ab; der Verwaltungsgerichtshof (VGH) Baden-Württemberg wies die Beschwerde dagegen zurück [11].

Den Richtern zufolge bestand eine hinreichende Möglichkeit der Kenntnisnahme ohne digitale Benutzung bereits dadurch, dass der Gemeinderat sich verpflichtet habe, seine Beschlüsse am Montag der Sitzungswoche auszuhängen. Dass dies als „freiwilliges Serviceangebot“ deklariert sei, spiele keine Rolle. Sofern eine Bekanntgabe allein im Internet erfolge, könne eine zumutbare Möglichkeit der Kenntnisnahme auch dadurch hergestellt werden, dass die Gemeinde für ihre Bürger die Möglichkeit der Nutzung eines Computers mit Internetzugang im Rathaus

oder der Bibliothek der Gemeinde schaffe. Die gegen diese Entscheidung gerichtete Verfassungsbeschwerde wies der Verfassungsgerichtshof (VerfGH) Baden-Württemberg als unzulässig ab [12].

Versorgung nur für Online-Kunden?

Der Hamburger Gas- und Stromanbieter Lichtblick bot Online-Verträge an. Er verwendete dabei unter anderem die folgende Klausel: „Diese Lieferverträge sind reine Online-Verträge, das heißt, die Kommunikation erfolgt ausschließlich über elektronische Kommunikationswege.“ Dagegen ging der VZBV vor; er verklagte Lichtblick und verlangte, die erwähnte Bestimmung nicht mehr zu verwenden.

Die Klage war erfolgreich. Das Landgericht (LG) Hamburg entschied, dass Lichtblick zur Unterlassung verpflichtet sei [13]. Grund: Die verwendete Klausel sei intransparent im Sinne von § 307 Abs. 1 Satz 2 des Bürgerlichen Gesetzbuchs (BGB). Es sei für Verbraucher nicht ersichtlich, ob sie etwa eine Kündigung auch in herkömmlicher Form schriftlich per Brief einreichen könnten. Überdies würde ein solches Vorgehen auch solche Verbraucher unangemessen benachteiligen, die ihren Vertrag online abschließen. Sie müssten bei Erklärungen, etwa einer Kündigung, Anfechtung oder eines Rücktritts, immer die Möglichkeit haben, eine strengere Form zu wählen als die elektronische – etwa die Schriftform. Das ergebe sich als Umkehrschluss aus § 309 Nr. 13 BGB: Dieser erklärt AGB-Klauseln, die das Anzeigen oder Erklären an

bestimmte Formen und Zugangswege binden wollen, für unwirksam.

In einem steuerrechtlichen Fall ging es 2019 um einen Steuerpflichtigen, der als Physiotherapeut tätig war. Er verfügte in seiner Praxis zwar über einen PC und Telefon, jedoch über keinen Internetanschluss. Für seine Steuererklärungen und Gewinnermittlungen füllte er die von der Finanzverwaltung bereitgestellten Formulare manuell aus. Doch nach Einführung der Pflicht zur elektronischen Übermittlung wollte das Finanzamt das nicht mehr akzeptieren. Es forderte ihn auf, die Erklärungen online zu übermitteln, und drohte ein Zwangsgeld von 200 Euro an. Daraufhin beantragte der Physiotherapeut, von dieser Verpflichtung befreit zu werden. Das Finanzamt lehnte den Antrag ab, woraufhin der Mann vor Gericht zog und Erfolg hatte: Das Finanzgericht (FG) Berlin-Brandenburg entschied, dass das Finanzamt den Kläger von der Verpflichtung zur elektronischen Erklärungsabgabe für das Streitjahr freistellen müsse. Die von der Finanzverwaltung dagegen eingelegte Revision wies der Bundesfinanzhof (BFH) zurück: Die elektronische Übermittlung sei für den Steuerpflichtigen wirtschaftlich unzumutbar, denn er könne nur mit erheblichem finanziellem Aufwand die technischen Voraussetzungen zur Datenfernübertragung schaffen. Als Kleinstunternehmer habe er lediglich Einkünfte von 14.534 Euro erzielt. Man müsse auch berücksichtigen, dass er für die Übermittlung nicht nur eine Internetverbindung benötige, sondern auch die notwendige Hard- und Software anschaffen und pflegen müsse [14].

Bereits 2012 hatte der BFH in einem anderen Fall jedoch klargestellt, dass er die Pflicht der Unternehmer zur digitalen Übermittlung der Umsatzsteuervoranmeldung grundsätzlich als verfassungsgemäß ansieht [15]. Immerhin, so die Richter, enthalte die Vorschrift ja eine Härtefallregelung: Danach kann das Finanzamt auf Antrag darauf verzichten, die Umsatzsteuervoranmeldung elektronisch übermittelt zu bekommen, wenn der digitale Weg für den steuerpflichtigen Unternehmer mit einer unbilligen Härte verbunden ist (§ 18 Abs. 1 Satz 2 UStG). Das Gleiche gilt für die Einkommensteuererklärung (§ 25 Abs. 4 Satz 2 EStG).

Was tun?


Rechtlich gegen Digitalzwang vorzugehen, ist nicht einfach. Der deutsche Gesetzgeber schreibt weder Privatunternehmen

noch Behörden vor, dass ihre Angebote auch ohne digitale Technik nutzbar sein müssen. Nach dem in § 311 BGB normierten Grundsatz der Privatautonomie dürfen Unternehmen normalerweise selbst bestimmen, gegenüber wem und zu welchen Konditionen sie ihre Angebote machen.

Sich auf Grundrechte wie das Gleichbehandlungsgebot nach Art. 3 GG zu berufen, führt gegenüber privaten Anbietern meistens nicht weit: Grundrechte sind als Rechte gegenüber den staatlichen Gewalten konzipiert, nicht gegenüber privaten Adressaten. Etwas anderes kommt nur dann in Betracht, wenn Bürger auf Leistungen der Daseinsvorsorge dringend angewiesen sind. Typische Beispiele sind Stromversorgung, Post, Telefon, Verkehrsunternehmen und die Müllabfuhr. Insbesondere hier können sich betroffene Kunden ohne Smartphone oder Rechner unter Umständen darauf berufen, dass ihnen diese Leistungen auch analog angeboten werden müssen, weil sich aus dem Grundgesetz ein Anspruch auf Teilhabe ergebe.

Da es hierzu noch keine Gerichtsentcheidung gibt, ist umso spannender, dass sich Dr. Bernd Lorenz, Fachanwalt für IT-Recht und zertifizierter Datenschutzbeauftragter, 2022 im Rahmen eines Fachzeitschriftenaufsatzes mit der Frage beschäftigt hat. Er vertritt die Auffassung, dass Bürger ein Recht auf analoges Leben ohne Internet und Smartphone haben. Das ergebe sich aus dem allgemeinen Persönlichkeitsrecht nach Art. 2 Abs. 1 GG in Verbindung mit Art. 1 Abs. 1 GG sowie aus dem Gleichbehandlungsgebot des Art. 3 Abs. 1 GG. Nach seiner Auffassung ist die Voraussetzung für einen solchen Anspruch

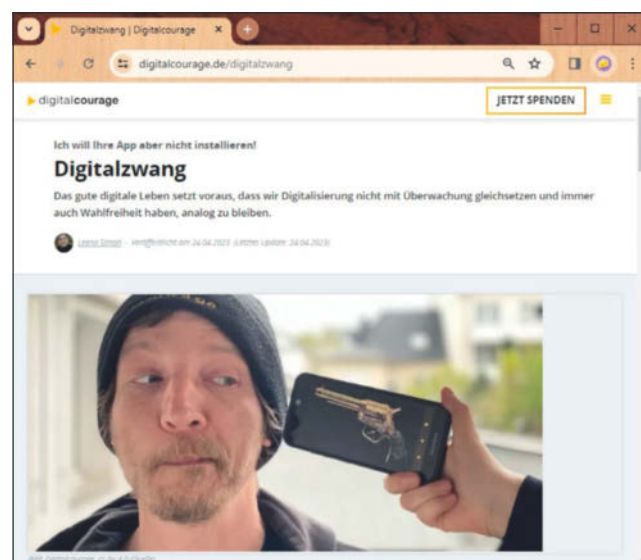
lediglich, dass sich ein Unternehmen ohne Ansehen der Person an ein großes Publikum wendet. Das Gleiche gilt für eine Behörde [16].

Lorenz' Sichtweise ist aus Sicht von Verbrauchern und Bürgern ausgesprochen erfrischend und willkommen. Ob sie sich in gerichtlicher Praxis durchsetzt, ist jedoch zweifelhaft. Es bleibt letztlich nur, an den Gesetzgeber zu appellieren, dass er klare Regelungen trifft, um speziell jene Auswüchse des Digitalzwangs einzudämmen, die technisch für Betroffene nutzlos und in puncto Datenschutz obendrein bedenklich sind. (psz@ct.de) 

Literatur

- [1] Big Brother Awards 2023: heise.de/s/52m0G
- [2] Analyse im Kuketz-Blog: heise.de/s/ELX5z
- [3] Reaktion der Deutschen Post: heise.de/s/qpA55
- [4] DHL lobt die App-gesteuerten Packstationen: heise.de/s/8o7xk
- [5] Erhebung des VZBV vom 13.–22. 7. 2022: heise.de/s/v6NPG
- [6] Stefan Krempel, 2-Faktor-Authentifizierung: Verbraucherschützer vs. Hürden beim Online-Banking, heise.de/s/rGg0
- [7] Traurige Restöffnungszeiten beim Sparkassen-„Privatkundencenter“: <https://heise.de/s/DqeBk>
- [8] VZ Sachsen, Pressemitteilung vom 26. 4. 2023: heise.de/s/Q3P8B
- [9] Pressemitteilung der Initiative „Digital für alle“ vom 03. 6. 2021: heise.de/s/PZPOE
- [10] Digitalcourage e.V., umfangreiches Kampagnenportal zum Thema Digitalzwang: heise.de/s/L1ZEq
- [11] VGH Baden-Württemberg, Beschluss vom 20. 2. 2018, Az. 1 S 2146/17: heise.de/s/KMBN4
- [12] VerfGH Baden-Württemberg, Beschluss vom 16. 4. 2018, Az. 1 VB 21/18: heise.de/s/wNLAV
- [13] LG Hamburg, Urteil vom 29. 4. 2021, Az. 312 O 94/20: heise.de/s/Jlejn
- [14] BFH, Urteil vom 16. 6. 2020, Az. VIII R 29/19: heise.de/s/m1vw0
- [15] BFH, Urteil vom 14. 3. 2012, Az. XI R 33/09: heise.de/s/kDop5
- [16] Bernd Lorenz, Das Recht auf ein analoges Leben, *Multimedia & Recht* 2022, 935

Das Themenportal bei Digitalcourage e.V. bringt das Problem des Digitalzwangs auf den Punkt, beschreibt ausführlich viele Spielarten des Phänomens und beleuchtet auch grundrechtliche Aspekte.





Sie fragen – wir antworten!

Gute Antennen am Router?

? Wie erkenne ich, ob ein WLAN-Router sehr gute Empfangs-, aber auch starke Sendeleistung hat, also mit guten Antennen ausgestattet ist? Bei den bisherigen c't-Tests habe ich diesbezüglich nichts gefunden.

! Rein visuell von außen können Sie das leider nicht erkennen, sondern nur indirekt über das Datenblatt am dort eventuell genannten Antennengewinn in dBi. Gut bündelnde Antennen (Gewinn $\geq +6$ dBi) sind aber oft kontraproduktiv: Alles, was sie in ihre Vorzugsrichtung leisten, fehlt in den anderen Raumrichtungen.

Innerhalb von Gebäuden sind möglichst gut rundum strahlende Antennen (Gewinn nahe an 0 dBi) praxisgerechter, weil Clients sich ja überall aufhalten können und die Einbaulage der WLAN-Basis oft vorgegeben ist, etwa bei der Wand- oder Deckenmontage. Sinnvollerweise stecken solche Antennen im Gerätegehäuse, um unbeabsichtigten Beschädigungen und Vandalismus vorzubeugen.

WLAN-Basen mit Sektorantennen (typisch +6 bis +12 dBi) werden nützlich, wenn Sie beispielsweise „aus der Ecke“ eine Freifläche versorgen wollen, etwa von der Terrassennische aus den Garten oder vom Bürofenster aus den Betriebshof. Bei Richtfunkstrecken will man dann möglichst stark bündelnde Antennen (+20 dBi und aufwärts). Die gibt es für MIMO auch mit zwei Strahlern, horizontal und vertikal polarisiert, in einem Gehäuse.

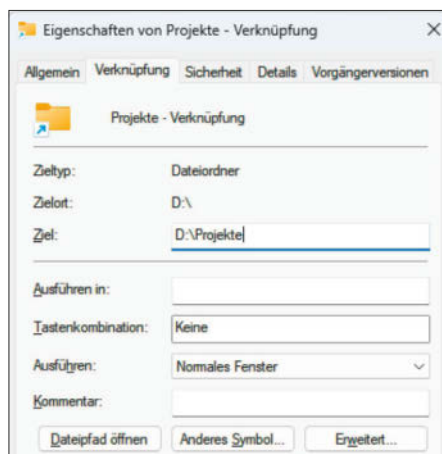
In unseren WLAN-Tests erkennen Sie am über 20 Meter gemessenen Durchsatz, welcher Router sich mit dem jeweiligen Client wie gut versteht (Intel AX200 für Wi-Fi 6, AX210 für Wi-Fi 6E, BE200 für Wi-Fi 7). Das erlaubt allerdings nur den Vergleich innerhalb derselben WLAN-Generation. Unabhängig davon verrät die für 20 Meter genannte Spannweite, ob ein Router konstruktionsbedingt besonders ausrichtungsempfindlich ist: Dann messen wir eine große Min/Max-Differenz; Faktor 2 ist nicht ungewöhnlich. (ea@ct.de)

Ordner auf dem Desktop

? Auf meinen bisherigen Rechnern war ich gewohnt, mir auf dem Windows-Desktop Verknüpfungen zu einigen Ordnern anzulegen, die ich häufig brauche. Dazu habe ich in eine neue Verknüpfung jeweils ein „Ziel“ nach dem Muster „C:\Windows\explorer.exe /n /e.D:\Projekte“ eingetragen. Unter Windows 11 scheint das nicht mehr zu funktionieren. Wie bekomme ich meine Ordnerverknüpfungen zurück?

! Ein Link mit einem Ziel nach Ihrem Muster hat wahrscheinlich noch nie funktioniert, denn es enthält einen Tippfehler: Zwischen „/e“ und den Pfad gehört kein Punkt, sondern ein Komma – dann funktioniert der Link auch unter Windows 11.

Aber warum überhaupt so kompliziert? Einfach nur „D:\Projekte“ als Ziel tut das selbe. Und wenn Sie sich die Tipparbeit und das Herumfummeln an den Eigenschaften des Links komplett ersparen wollen, erstellen Sie so eine Verknüpfung einfach, indem Sie den gewünschten Ordner aus einem Explorer-Fenster mit gedrückter rechter Maustaste per Drag & Drop auf den Desk-



Für eine Verknüpfung zu einem Ordner reicht dessen Name als „Ziel“; der Explorer muss nicht als zuständiges Programm eingetragen sein.

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.

top ziehen und beim Loslassen aus dem Pop-up-Menü „Verknüpfungen hier erstellen“ wählen. (hos@ct.de)

NAS-Durchsatz verdoppeln?

? Ich habe ein NAS mit vier Gigabit-Ethernet-Anschlüssen und SSD-Cache. Könnte ich über Link Aggregation auf einen 2G5-Switch eine höhere Transferate mit einer Gegenstelle erreichen, die 10 Gbit/s beherrscht? Kann mir Aggregation den Adapter ersparen oder hilft das nur, die Gesamtbandbreite zu erhöhen?

! Die Link Aggregation verdoppelt leider nur die Anzahl der Gigabit-Anschlüsse, aber der Durchsatz der beiden Anschlüsse wird nicht summiert. Konkret heißt das: Per Link Aggregation kann ein NAS gleichzeitig zwei Clients mit je 1 Gbit/s beliefern. Aber wenn ein 2G5-Client darauf zugreift, bekommt er vom NAS weiterhin nur 1 Gbit/s.

Das ist auch bei allen anderen PCs und Servern mit Link Aggregation und üblichen Betriebssystemen der Fall, weil heutige TCP-Stacks eine IP-Session immer nur einer physischen Schnittstelle zuordnen.

Es gibt zwar Techniken, um die Datenpakete einer einzelnen Session auf mehr als eine Schnittstelle zu verteilen, darunter etwa Multipath-TCP, aber sie sind wenig verbreitet und müssen auch auf Client-Seite implementiert sein. Einige ähnliche Techniken setzen Routerhersteller wie

Peplink oder Viprinet ein, um zwei oder mehr Internetanschlüsse zu bündeln. Beide gründen auf zentralen Proxies in Rechenzentren, welche die Pakete einer Session, die auf zwei Wegen eingehen, wieder zu einer Session zusammenfügen, bevor sie sie zum Ziel weitergeben. Entsprechend ist auch das keine Technik für das NAS im Heimnetz, eignet sich aber sehr gut, um die Ausfallsicherheit zu erhöhen. (dz@ct.de)

Ordner klebt an HTML-Datei

? Ich habe mit dem Explorer einige Dateien mit der Endung .htm in einen anderen Ordner kopiert und dabei verwundert festgestellt, dass bei einigen Dateien auch ein Verzeichnis mitkopiert wurde. Nach einigem Suchen stellte sich heraus, dass die Dateien von Microsoft Word erstellt und als „.HTM + Verzeichnis“ gespeichert wurden: Kopiert man die Datei „Das ist ein Test.htm“ in ein anderes Verzeichnis, wird auch das Verzeichnis „Das ist ein Test-Dateien“ mitkopiert und umgekehrt. In der Eingabeaufforderung mit copy passiert das nicht. Ist das eine neue Funktion des Windows Explorers?

! Das ist eine Eigenheit des Explorers, aber es gibt sie schon seit Langem. Eingeführt wurde sie mal, damit bei Webseiten, von denen man mit dem Internet Explorer eine lokale Kopie gespeichert hat, die enthaltenen Bilder und andere Komponenten beim Kopieren und Verschieben nicht verloren gehen.

Wenn Sie dieses Verhalten stört, können Sie es dem Explorer auch abgewöhnen: Dazu erzeugen Sie in der Registry im Schlüssel HKEY_CURRENT_USER\Software\Microsoft\Windows\CurrentVersion\Explorer einen neuen DWORD-Eintrag namens NoFileFolderConnection und weisen ihm den Wert 1 zu. Das Standardverhalten können Sie wiederherstellen, indem Sie dort eine 0 eintragen oder den Wert einfach löschen. (hos@ct.de)

Screenshot machen beim neuen Raspberry Pi OS

? Bisher habe ich für Screenshots bei Raspberry Pi OS das Kommandozeilentool scrot verwendet. Beim neuen Raspi OS „Bookworm“ liefert das aber nur schwarze Bilder. Wie geht das jetzt?

```
cttest@raspberrypi: ~
Datei Bearbeiten Reiter Hilfe

cttest@raspberrypi:~ $ grim -h
Usage: grim [options...] [output-file]

-h          Show help message and quit.
-s <factor> Set the output image scale factor. Defaults to the
           greatest output scale factor.
-g <geometry> Set the region to capture.
-t png|ppm|jpeg Set the output filetype. Defaults to png.
-q <quality> Set the JPEG filetype quality 0-100. Defaults to 80.
-l <level> Set the PNG filetype compression level 0-9. Defaults to 6.
-o <output> Set the output name to capture.
-c          Include cursors in the screenshot.

cttest@raspberrypi:~ $ grim
```

Das neue Screenshot-Programm grim für Raspi OS „Bookworm“ versteht diverse Befehlszeilenoptionen.

! Raspberry Pi OS „Bookworm“ nutzt für den grafischen Desktop Wayland statt X.org. Daran scheitert scrot. Es klappt jedoch mit dem Tool grim, das bei unserem Test schon vorinstalliert war. Sonst holen Sie es sich mit dem Befehl `sudo apt install grim`. (ciw@ct.de)

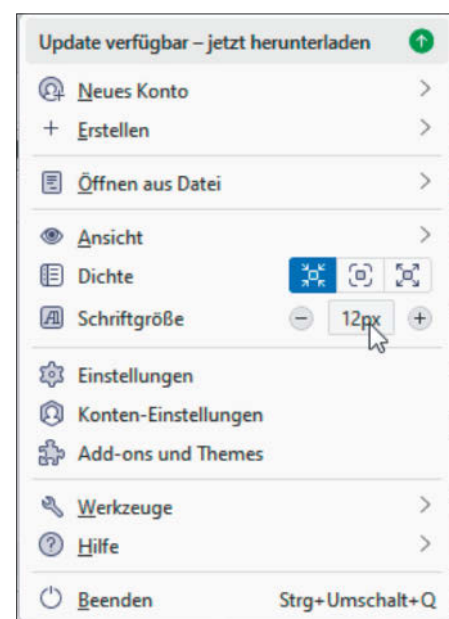
Thunderbird: GUI viel zu groß

? Einem alten Tipp von Ihnen folgend (siehe c't 6/2021, S. 175), habe ich die Schriftgröße des Thunderbird-GUI über die erweiterte Einstellung `layout.css.devPixelsPerPx` angepasst. Leider habe ich versehentlich den Faktor 10 eingegeben und nun ist die Programmoberfläche so stark vergrößert, dass ich Thunderbird weder benutzen noch die Einstellung rückgängig machen kann. Wissen Sie weiter?

! Thunderbird speichert diese Einstellungen in der Datei `prefs.js` in Ihrem Profilordner. Im Notfall können Sie die auch direkt bearbeiten, wofür Sie zuallererst Thunderbird beenden sollten. Öffnen Sie nun den Ordner mit Thunderbirds Profilen, am einfachsten, indem Sie `Windows+R` drücken und im darauf folgenden Ausführen-Dialog `%APPDATA%\Thunderbird\Profiles\` eintippen. Nach einem Klick auf OK öffnet sich ein Fenster mit Ihren Profilordnern. In der Regel gibt es nur einen und dessen Name enthält das Wort „default“. Falls Sie mehrere Profile nutzen und nicht wissen, welches das richtige ist, können Sie die folgenden Schritte auch für jeden Ordner durchführen.

Gehen Sie in den Profilordner und öffnen Sie die darin befindliche Datei `prefs.js` mit einem Texteditor. Suchen Sie die Zeile, die mit `user_pref("layout.css.devPixelsPerPx"` beginnt, und löschen Sie sie komplett. Nun können Sie die Datei speichern, den Editor schließen und Thunderbird wieder starten. Die Vergrößerung sollte dann passé sein.

Mittlerweile hat Thunderbird übrigens eine leicht zugängliche Einstellung für die Schriftgröße der Programmoberfläche erhalten. Sie finden sie direkt im Hamburgermenü rechts oben im Programmfenster. Der Trick mit `devPixelsPerPx` ist obsolet. (syt@ct.de)



Durch einen neuen Eintrag im Hauptmenü von Thunderbird sollte das manuelle Bearbeiten der Anzeigegröße überflüssig geworden sein.



Alles über Tablets

Größer als Smartphones, mobiler als ein PC – Tablets versprechen nicht nur viel, sie leisten auch eine Menge. Doch Tablet ist nicht gleich Tablet, es gibt viele Unterschiede sowohl in der Hardware als auch der Software.

Von Steffen Herget

Aufgeblasene Smartphones

? Tablets sind nichts anderes als über-große Smartphones, oder? Welche technischen Unterschiede gibt es?

! Im Kern sind Smartphones und Tablets sich ähnlich – sie verwenden in der Mehrzahl Prozessoren auf ARM-Basis für den mobilen Einsatz, laden und tauschen Daten über USB-C-Anschlüsse und werden über den Touchscreen bedient. Der größere Bildschirm bringt auch mehr Platz für einen größeren und stärkeren Akku mit sich. Anders als Smartphones verfügen jedoch längst nicht alle Tablets über Mobilfunkunterstützung, und selbst Tablets mit SIM nicht immer über ein 5G-fähiges Modem. Telefonie unterstützen Tablets generell nicht; sofern Sie nicht per Skype, Facetime, WhatsApp oder Signal telefonieren, benötigen Sie also ein Telefon zusätzlich. Austauschbare Akkus gibt es bei Tablets nirgends, bei Smartphones allerdings auch kaum, die Möglichkeit zur Speichererweiterung ist bei beiden eher die Ausnahme als die Norm.

Android, iOS, und was noch?

? Welche Auswahl habe ich hinsichtlich des Betriebssystems?

! Viele Tablets laufen unter den beiden großen Betriebssystemen für Smartphones: Android und iOS beziehungsweise iPadOS, wie Apple die für iPads angepasste Variante seiner Software nennt. Die beiden Systeme eignen sich gut für den Einsatz auf Tablets, schließlich sind sie auf die Touchbedienung ausgelegt. Die Auswahl an Apps ist groß, auch wenn es zu so mancher speziellen Desktop-Software keine Entsprechung gibt. Einen anderen Weg gehen die Fire-Tablets von Amazon. Sie verwenden ein eigenes Betriebssystem namens Fire OS, das zwar als Basis auf dem Open-

Source-Android aufsetzt, allerdings mit eigenem, schlechter gefülltem App-Store und stark angepasster Software, die vor allem auf den Medienkonsum ausgelegt und eng mit dem Amazon-Ökosystem verzahnt ist. Auch die Tablets von Huawei mit dem Android-Derivat HarmonyOS eignen sich aufgrund des firmeneigenen, noch schlechter gefüllten App-Stores nicht recht als Android-Alternative. Eher kommen die wenigen Tablets mit ChromeOS infrage, auf denen man die meisten Android-Apps zum Laufen bekommt.

Als weitere Alternative bietet sich Windows an, auch wenn die Tabletauswahl damit geringer ist. Gute, aber auch teure Windows-Tablets finden Sie beispielsweise in der Surface-Pro-Reihe von Microsoft, teils mit ARM-Prozessor als Alternative zum Intel-Chip. Das ähnlich wie das Surface konstruierte HP Elite x2 ist bereits etwas älter, das Asus ROG Flow Z13 ist ein Windows-Tablet speziell für Gamer. Nur eine extrem kleine Nische besetzen Linux-Tablets. Geräte wie das Purism Librem 11, Juno Tab 2 oder PineTab konnten bisher nur eine arg kleine Fangemeinde um sich versammeln. Experimentierfreudige installieren Linux anstelle von Windows oder Android auf anderer Hardware, das ist allerdings alles andere als trivial.

Kompakte Tablets?

? Ich suche ein kompaktes Tablet, finde aber kaum aktuelle Modelle. Woran liegt das?

! Mit ihren immer größeren Displays knabbern Smartphones ganz gewaltig an der Existenzberechtigung von kleinen Tablets. Viele Smartphones bringen es auf fast 7 Zoll Displaydiagonale, allerdings in einem anderen Seitenformat als die kompakten Tablets, die einmal bei der gleichen Diagonale anfangen. Parallel zum Wachstum der Smartphones sind – nur konsequent – auch Tablets größer geworden. 11

Zoll entwickeln sich zum Standardmaß, XXL-Modelle haben mehr als 14 Zoll große Bildschirme zu bieten. Mini-Tablets gibt es noch von Amazon mit 8 Zoll; das iPad Mini mit 8,3-Zoll-Display ist bereits zwei Jahre alt und soll 2024 endlich einen Nachfolger bekommen.

Desktopmodus?

? Haben alle Tablets einen Desktopmodus?

! Nein, nicht alle Tablets unterstützen alternative Oberflächen, und selbst die, die das tun, verfügen nicht durch die Bank über einen Desktopmodus. Die meisten Hersteller erweitern allerdings den gängigen Android-Homescreen ohnehin, um den großen Platz eines Tablets besser auszunutzen, etwa mit einer verlängerten Taskleiste am unteren Bildschirmrand oder der Möglichkeit, zumindest zwei Apps im Multitasking zu starten. Bekannt für einen „echten“ Desktopmodus sind vor allem die Samsung-Galaxy-Tablets. Der Hersteller nennt diesen Modus „DeX“. Er lässt sich entweder manuell einschalten oder automatisch aktivieren, wenn das Tablet mit einer geeigneten Tastatur samt Maus oder Trackpad verbunden ist. Mit DeX lässt es sich sehr ähnlich arbeiten wie mit einem PC oder Mac: Programme öffnen sich in frei skalierbaren Fenstern oder im Vollbildmodus, es gibt ein Startmenü und eine Taskleiste sowie einen Mauszeiger.

Tablet als zweiter Monitor

? Kann ich ein Tablet als zweiten Monitor an meinem Computer verwenden?

! Ja, das geht in vielen Fällen, mit manchen Modellen auch ganz offiziell durch den jeweiligen Hersteller. Samsung bietet diese Option, idealerweise im Zu-

sammenspiel mit einem Samsung-Notebook, per Kabel und über Funk an und nennt das Second Screen. Apple verbindet iPad und Mac ebenfalls ziemlich elegant per Kabel oder Funk miteinander, die Funktion trägt den Namen Sidecar. Ohne offizielle Herstelleroptionen muss man nach Alternativen suchen. Wer etwa sein iPad an einem Windows-Rechner als Zweitmonitor verwenden möchte, kann die kostenpflichtige App Duet nutzen. Android-Tablet und Windows-PC verbindet beispielsweise das Programm SuperDisplay, sowohl per USB-Kabel als auch über WLAN. Auch die Verwendung des Androiden als Zeichentablet ist möglich. Nach der kostenlosen Testphase von drei Tagen kostet SuperDisplay einmalig 16,99 Euro. Duet kostet ab drei Euro monatlich.

Großer Farbraum

? Welche Tablets haben einen Bildschirm mit großem Farbraum, der sich für die Bildbearbeitung eignet?

! Das wichtigste Detail hierzu verstecken die Hersteller in der Regel in den technischen Datenblättern der Geräte: die Kennzeichnung DCI-P3, die einen erweiterten Farbraum auszeichnet und einen größeren Farbumfang als das klassische sRGB verspricht. Bei Apple verfügen die iPad-Pro-Tablets sowie die Air-Modelle über einen solchen Bildschirm, die günstigen iPads nicht. Spartipp: Es muss nicht einmal ein ganz aktuelles Modell sein, denn das iPad Pro besitzt bereits seit der zweiten Generation ein DCI-P3-Panel, beim iPad Air hat Apple dies mit der dritten Generation eingeführt. Mit Android sind in diesem vor allem die Galaxy-Tab-S-Modelle von Samsung sowie das Lenovo Tab Extreme oder P12 Pro zu empfehlen, die mit hochwertigen OLED-Bildschirmen samt DCI-P3 punkten. Das für die Bildbearbeitung zusätzlich wichtige farbverbindliche Arbeiten mit Farbprofilen kriegt Android allerdings nicht so gut wie iPadOS hin.

Laden und ausgeben

? Kann jedes Tablet Display-Signale ausgeben und parallel geladen werden?

! Nein, nicht alle. Zunächst einmal muss das Tablet die Bildschirmausgabe über

den USB-Anschluss unterstützen. Zudem muss der Anschluss USB-PowerDelivery-fähig sein und das richtige Kabel Verwendung finden. Das Problem dabei: Von außen ist das nur selten ersichtlich, anders als viele Notebooks hat die große Mehrzahl der Tablets keine Symbole neben den Anschlüssen, die auf die angebotenen Standards hinweisen. Hier hilft nur ein Blick ins Datenblatt oder Ausprobieren.

Tablets zum Schreiben

? Ich lege großen Wert darauf, handschriftliche Notizen auf dem Tablet anzufertigen. Welche sind dafür besonders gut geeignet?

! Besonders gut für handschriftliche Notizen sind spezielle E-Ink-Tablets. Diese verfügen über ein leicht raue Displayschutzschicht, die ein natürlicheres Schreibgefühl unterstützt als ein glatter Touchscreen. Bekanntester Vertreter ist das reMarkable, derzeit in der zweiten Generation erhältlich und knapp 350 Euro teuer. Alternativen finden Sie etwa bei Amazon, Boox oder Huawei. In c't 19/2023 auf Seite 68 können Sie die Stärken und Schwächen der vier E-Ink-Tablets im Vergleichstest nachlesen. Auch für viele andere Tablets werden Stifte angeboten, teils sind sie gar im Kaufpreis inbegriffen. Eine besonders gute Handschrifterkennung bietet das Apple iPad, der Pencil 2 ist mit knapp 150 Euro aber auch ziemlich teuer. Samsung stattet seine Galaxy-Tab-S-Modelle mit Stiftunterstützung aus, der S Pen gehört zum Lieferumfang. Als Zubehör bietet Samsung für die neue S-Klasse zudem einen transparenten Displayschutz mit matter Oberfläche an. Der schützt nicht nur den Bildschirm, sondern verbessert auch das Schreibgefühl, kostet jedoch ein wenig Helligkeit und Farbbrillanz.

Durch die magnetische Verbindung ist das Cover flott angebracht und entfernt. Matte Folien zum Aufkleben finden Sie im Zubehörhandel für die meisten Tablets.

Speicher erweitern?

? Kann ich den Speicher meines Tablets erweitern?

! Kommt drauf an. Wie bei Smartphones ist auch bei Tablets die Speichererweiterung per microSD-Karte in den vergangenen Jahren aus der Mode geraten, bei Apple gab es sie nie. Bei Android-Tablets sind es meist die günstigeren Modelle, die eine Speicherkarte aufnehmen können, während die Oberklasse ohne auskommt. So etwas wie austauschbare M.2-Module gibt es aber schon bei Notebooks selten und bei den Windows-Tablets noch seltener. Das Surface Pro ist eine der wenigen Ausnahmen.

Farbige E-Ink-Displays

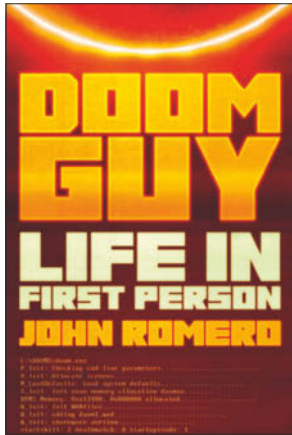
? In letzter Zeit sehe ich häufig Tablets mit farbigem E-Ink-Display. Vereinen diese alle Vorteile von herkömmlichen LCDs mit denen von E-Ink-Displays?

! Leider nein. Die farbigen E-Ink-Bildschirme erweitern klassische, monochrome E-Ink-Displays zwar um eine gewisse Farbdarstellung, reichen aber in der Helligkeit und Farbbrillanz nicht an LCD-Panels oder gar OLED-Bildschirme heran. Die möglichen Farben erscheinen blasser und weniger stark gesättigt. Für bewegte Inhalte sind sie nicht geeignet. Die Vorteile der E-Ink-Displays bleiben aber erhalten: Sie sind flimmerfrei, blickwinkelunabhängig und extrem stromsparend.

(sht@ct.de)



E-Ink-Tablets wie das reMarkable 2 bringen handschriftliche Notizen ins Digitale. Es gibt sie auch mit Farbdisplay.



John Romero

Doom Guy

Life in First Person

Abrams, New York 2023

ISBN 978-1419758119

384 Seiten, 17-24 €

(Epub-/Kindle-E-Book: 11-24 €)

Pixelblut und harte Dollars

Im Dezember feierte „Doom“, der wohl bekannteste First-Person-Shooter, sein 30-jähriges Jubiläum. Zuvor hat John Romero, Mitschöpfer des Spiels, seine Autobiografie veröffentlicht: eine große Portion Branchengeschichte mit viel Entwicklerplauderei.

In einer Zeit, als erfolgreiche Computer- und Videospiele noch eng mit den Namen ihrer Entwickler verbunden waren, wurde John Romero zu einem Star der Branche. Vielen Shooter-Fans machte sein Erfolg Lust auf eine eigene Karriere in der Spieleentwicklung. Der Mann aus Colorado blickt auf die bislang 56 Jahre seines Lebens zurück und schildert spannend, detailreich und bisweilen drastisch Höhen und Tiefen. Die Welt, in der er seine Jugend verbrachte, war geprägt von Armut, Alkohol, Drogen und Kriminalität. Er brachte sich autodidaktisch das Programmieren bei. Nach einem abgebrochenen Studium und kleineren Coder-Jobs lernte er seinen Geschäftspartner John Carmack kennen und gründete mit ihm das Unternehmen id Software.

Wer sich in den frühen Neunzigerjahren für Spiele auf DOS-PCs interessiert hat, kennt die Commander-Keen-Serie von id, die ein zuvor nicht gekanntes, butterweiches Horizontal-Scrolling mit EGA-Grafik verwirklichte. 1992 machte Wolfenstein 3D Schlagzeilen – in Deutschland nicht zuletzt durch seine bundesweite Beschlagnahme. Erster finanzieller Erfolg stellte sich ein; es folgten Titel wie Doom und Quake. Romeros Buch beschreibt ungeschönt den Arbeitsstress, gibt aber auch einen Einblick in Technik und Arbeitsweise jener Tage.

Immer wieder plaudert der Autor aus dem Nähkästchen. So spricht er ausführlich über das Level-Design der Spiele, an denen er beteiligt war. Prominente Namen der Gaming-Szene tauchen auf; es geht um wirtschaftliche Aspekte, etwa um die Lizenzierung der Spiele-Engines und um die Steuerung weiterer Unternehmen. Nach dem Bruch mit John Carmack gründete Romero Ion Storm unter dem Schirm von Eidos. Außer Deus Ex kamen aus dem neuen Haus keine großen Erfolge.

Die Lektüre hält einige Aha-Erlebnisse in Bezug auf technische Entwicklungen bereit. So war die Vertriebsstrategie von id Software mit frei kopierbaren Probe- und kostenpflichtigen Vollversionen schon sehr nah am heutigen Free-to-Play-Geschäftsmodell. Doom II wirkte als Katalysator für die Grafikschnittstelle DirectX.

Romeros spannende Erzählweise sowie das leicht verständliche Englisch machen das Buch nicht nur für Retro-Fans zur unterhaltsamen Lektüre.

(Maik Schmidt/psz@ct.de)

Im Bann des Handgehirns

Im Mittelpunkt der Forschungen von Richardson und Wilken steht die Frage, wie sich das Smartphone und andere digitale Mobilgeräte auf den Menschen als Ganzes auswirken. Das Buch der beiden Medien- und Kommunikationswissenschaftler macht deutlich, wie die Technik das Leben von Millionen Leuten verändert und herausfordert.

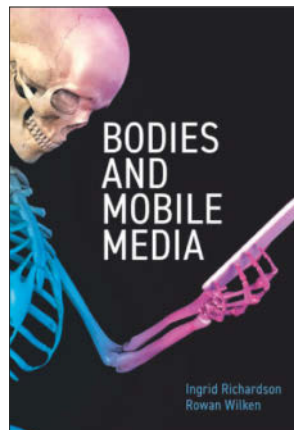
Der italienische Futurist Filippo Tommaso Marinetti postulierte schon 1924 das Konzept des Taktilismus, das in vielerlei Hinsicht die Eigenschaften kapazitiver Touchscreens vorwegnimmt. Die Kombination verschiedener Eindrücke in der Interaktion zwischen Mensch und Computer zeigt sich etwa bei Handy-Games, die durch Vibrationen auf Treffer hinweisen. Im Zusammenspiel mit Spracherkennung und Machine Vision sind neue Formen solcher Interaktion aufgekommen. Heute umfasst sie alle Sinne; cloudgestützte Technik erschließt dabei nahezu grenzenlose Speicher- und Rechenkapazitäten. Das alles hat nicht nur körperliche Auswirkungen, etwa auf Haltung, Augen- und Handbewegung, sondern prägt Gedächtnis, Konzentration und Assoziationsverhalten und wirkt sich auf psychische Parameter sowie das soziale Miteinander aus.

Vom – einst für militärische Zwecke entwickelten – Walkie-Talkie bis zum haptischen Touchscreen ist die Entwicklung smarter Informationsträger einen weiten Weg gegangen. Für manche ist die erweiterte Realität von Google Glass die Zukunft. Andere blicken mit Sorge auf schwindende Privatsphäre. Systeme von Pokémon Go bis zu Google Lens haben die Vision der Geoinformationsgesellschaft vorangetrieben. Geocaching, Tracking, Smartwatches mit Biofeedback und digital organisierte Flashmobs geben dem Begriff „mobil“ neue Bedeutungsfacetten.

Mobile Spiel- und Kommunikationsgeräte beeinflussen, was Menschen wahrnehmen und wie sie sich verhalten. Die omnipräsente Möglichkeit von Information und Medienteilhabe aus der Hosentasche sind Privilegien, mit denen Menschen erst umzugehen lernen müssen, wobei soziale Aspekte nicht zu unterschätzen sind.

All diese Aspekte und noch mehr streifen Richardson und Wilken in ihrem nicht einfach zu lesenden, in gepflegtem Wissenschaftsenglisch verfassten Buch. Wer sich darauf einlässt, den vermag es zu motivieren, darüber nachzudenken, was die Schöpfer der unzähligen smarten Alltagsbegleiter eigentlich auf die menschliche Gesellschaft losgelassen haben.

(Tam Hanna/psz@ct.de)



Ingrid Richardson, Rowan Wilken

Bodies and Mobile Media

Polity (Wiley & Sons),

Cambridge (UK) 2023

ISBN 978-1509549610

224 Seiten, 23-60 €

(PDF-/Epub-/Kindle-E-Book: 18-48 €)

Auch als
Heft + PDF
mit 28 % Rabatt

Bestens verdrahtet!



inkl.
50
Seiten
Fritzbox

Schnelles WLAN, eine komplette Abdeckung in Ihrem Zuhause und bei Bedarf das eigene VPN. Das c't-Sonderheft deckt alle wichtigen Netzwerkthemen ab mit einem Schwerpunkt rund um den beliebten Fritzbox-Router und seinem stark verbesserten FritzOS:

- Fritzbox einrichten und tunen
- Kaufberatung: die beste Fritzbox für jeden Anschluss
- Mesh & Repeater optimal auswählen
- Mit speziellen VPNs die Privatsphäre schützen
- Netzwerke bauen
- Das bringen Wi-Fi-6E und Wi-Fi-7

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



shop.heise.de/ct-netzwerke23



BIS ZUM LETZTEN AXTHIEB

VON CHRISTIAN ENDRES

Mit einem alten Pick-up fahre ich durch die nicht mehr ganz junge Nacht und den knirschenden Neuschnee, einen alten Hund auf dem Beifahrersitz, einen alten Roboter auf der Ladefläche.

Doch das passt schon, ich bin schließlich auch nicht mehr die Jüngste. Anfang Januar, also schon in zwei Wochen, werde ich zweiundsiebzig und zumindest für mich ist das ziemlich surreal. Denn es scheint meinem Gefühl nach erst ein paar Jahre, ein paar Geburtstage her zu sein, dass ich fünfzig gewesen bin.

Mit spürbar weniger Gebrechen und deutlich weniger pseudofreundlichem Mitleid in den Blicken meiner Mitmenschen.

Der Gedanke lässt mich knurren.

Lucy, das brave Mädchen, schaut mich fragend an und wedelt leicht mit dem Schwanz. Wegen Dunkelheit, Schnee und Eis traue ich mich nicht, eine Hand vom Lenkrad zu nehmen, sonst würde ich kurz ihre ergraute Retriever-Schnauze streicheln.

Frische Flocken tanzen im Licht der Scheinwerfer. Trotz aufgedrehter Heizung und Lüftung beschlagen die Scheiben immer wieder von innen. Und mit dem großen, schweren Roboter hinten auf der Pritsche lenkt sich der Pick-up bei diesen winterlichen Verhältnissen ungefähr so leicht wie ein dreibeiniger Elch.

Meine Kinder und Enkel, aber auch meine gleichaltrigen Bekannten würden mich für verrückt erklären, könnten sie mich jetzt sehen, wie ich den schlingernden, rumpelnden Wagen fluchend durch Dunkelheit und Schneetreiben manövriere.

Doch schon als kleines Mädchen habe ich allergisch auf Sätze reagiert, die mit „In deinem Alter solltest du nicht ...“ begannen. Daran hat sich nie etwas geändert.

Mein Mann Daniel verstand das.

Wahrscheinlich funktionierte unsere Ehe deshalb ein halbes Jahrhundert lang so gut, ungeachtet der üblichen Höhen und Tiefen.

„Ich vermisse dich“, sage ich zu der aufgewärmten Luft im Pick-up, der noch immer nach Daniel riecht, nach seiner Werkstatt in der alten Scheune neben dem Haus und seinem Rasierwasser, das ich ihm immer zu Weihnachten geschenkt habe.

Daniel hätte nicht versucht, mich aufzuhalten. Mich lächelnd für verrückt erklärt, das schon – und mir dann bedingungslos bei jeder Etappe dieser Verrücktheit zur Seite gestanden.

Wer würde behaupten wollen, Technik sei bloß kaltes, seelenloses Zeug? Manche schwören, ihr alter Heimcomputer habe einen ebenso sympathischen wie schrulligen Charakter. Auf jeden Fall sind es warme, wertvolle Erinnerungen, die längst Ausgedientes mit Leben erfüllen können – und je nachdem, was ein Konstrukteur in sein Werk hineingelegt hat, kann es noch viel mehr sein.

Er hätte verstanden, wieso es mir so wichtig ist, wie all die Jahre davor in den Wald zu fahren und eine Tanne zu fällen.

Die Tradition des selbst geschlagenen Weihnachtsbaums am Leben zu erhalten.

Sieben Monate sind seit unserem Abschied im Krankenhaus vergangen. Verlust, Schmerz und das phantomhafte Amputationsgefühl stechen an den meisten Tagen noch immer wie eine frische Wunde. Es wird mein erstes Weihnachten ohne Daniel. Natürlich werde ich an den Feiertagen von meiner Familie umringt

sein und sie wären auch jetzt für mich da.

Das hier hat jedoch nichts mit ihnen zu tun. Das ist eine Sache zwischen mir, meinem verstorbenen Mann und dem Wald.

Na schön, und vielleicht noch dem Roboter, der wie Franksteins Monster hinten auf der Ladefläche liegt.

✱ ✱ ✱

Daniel war Robotik-Ingenieur und Programmierer, mit einem Schwerpunkt auf künstlicher Intelligenz. Auch im Ruhestand liebte er es, an Projekten zu tüfteln, zu schrauben und zu coden.

Den Roboter zum Baumfällen schleppte er vor ungefähr fünf Jahren an. Aufgrund meiner kaputten Herzklappe waren Axt und Säge für mich inzwischen tabu und Daniel machte sein Rücken zu schaffen. Klar, wir hätten damals schon eines der Kinder um Hilfe bitten können, aber das war eben schon immer *unser* Ritual.

Früher, mit Anfang zwanzig und direkt nach der Hochzeit, schien es herrlich romantisch, nachts in den Wald zu schleichen und einen Baum zu wildern. Die ersten Male hat uns das so angetörnt, dass wir noch mit harzigen Fingern im Auto übereinander herfielen.

Was? Darf ich mit einundsiebzig nicht mehr über so was reden?

Als die Kinder da waren, wurde es natürlich anders, aber letztlich noch schöner; als sie selbst Familienzweige hatten und ihre eigenen weihnachtlichen Traditionen wuchsen, zogen Daniel und ich wieder allein los, was uns an unsere Anfänge erinnerte – an das, was wir uns so lange bewahrt hatten.

Nein, jemand anderen zu bitten, uns zu helfen, wäre nicht infrage gekommen. Und wofür hatte ich denn bitte ein Genie geheiratet? Doch nicht nur für den abwesenden Blick

bei jeder Gelegenheit, wenn er in Gedanken wieder einmal an seinem gegenwärtigen Projekt weitertüftelte.

Wie an seinem Roboter.

Ich weiß nicht mehr genau, wo Daniel das Ding, dessen Lack schon ziemlich ab war, her hatte. Von einer Weihnachtsbaum-Plantage, glaube ich, die auf VR-Technologie umgerüstet hatte, um jeden bequem die Holzfäller-Experience machen zu lassen. Oder erreichte uns unser Roboter erst über den Umweg einer TV-Show mit Bot-Kämpfen zur Weihnachtszeit, die vor zehn Jahren ziemlich beliebt war?

WOFÜR HATTE ICH DENN BITTE EIN GENIE GEHEIRATET?

Ich krieg's nicht mehr zusammen.

Hey, ich werde bald zweiundsiebzig.

Und ja, wenn *ich* das sage, geht das in Ordnung.

Daniel bastelte ständig an diesem riesigen Metallmann herum. Er baute sogar einen Kran mit Magneten, um das Ding problemlos zwischen seiner Verrückter-Wissenschaftler-Folterbank und dem Pick-up hin und her zu hieven. Voller Stolz erläuterte er mir Jahr um Jahr die Verbesserungen, die er an der Hardware, der Steuerung oder der KI des mechanischen Holzfällers vorgenommen hatte.

Ob ich mir Sorgen mache, den Roboter ohne Daniel bedienen zu können?

Also bitte. Wer hat denn seit Schließung der Bibliothek die Haushaltskasse damit aufgebessert, im Fantasy-Online-Rollenspiel *Realms of Velamoja* einen Nonplayer-Character zu steuern, meistens einen Wachsoldaten auf der Insel der Drachen? Der hatte eine Axt, wenn auch bloß eine kleine.

Heute soll es der Roboter sein, der die Axt schwingt – und zwar eine ziemlich große.

Wie es aussieht, gibt es da am Waldrand allerdings ein Problem.

Der Pick-up tuckert im Leerlauf, und ich blinze durch die angelaufene Scheibe, die Schneeflocken, das Scheinwerferlicht und die Schatten, um zu begutachten, was mir den Weg versperrt.

Der Maschendrahtzaun, der sich in beide Richtungen erstreckt und in der Finsternis verschwindet, ist neu. Das Gleiche gilt für das mit einer Kette und einem Schloss gesicherte Tor sowie das gelbe Warnschild daran.

PRIVATWALD – BETRETEN VERBOTEN!

24/7 DROHNENÜBERWACHUNG!

„Hm“, mache ich halb verärgert, halb nachdenklich.

Jetzt streichle ich Lucy, woraufhin sie meine Finger ableckt.

Stimmt. Da war diese Sache, die ich bis gerade eben komplett verdrängt habe.

Verdrängt. Nicht vergessen. Klar?

Während ich dabei zusah, wie mein Mann im Krankenhaus jeden Tag ein bisschen weniger wurde, hat irgendein reicher Schnösel dem Staat dieses Waldstück abgekauft.

Und anscheinend mag der neue Eigentümer keine Weihnachtsbaum-Outlaws, dafür aber Zäune und Schilder.

„Dann wollen wir mal.“ Ich ziehe meine Handschuhe an, zupfe die Mütze zurecht, klettere aus dem Pick-up und bin froh, dass meine Stiefel so feste Sohlen haben. „Bleib“, sage ich zu Lucy, trete in den Scheinwerferkegel und besehe mir das Schild am Tor aus der Nähe, als würde das etwas an seiner Botschaft ändern.

Verbotsschilder wie dieses sind für mich noch schlimmer als Leute, die mir sagen, was ich besser nicht tun sollte.

Das Gute ist: Einer Witwe mit fast zweiundsiebzig können beide scheißegal sein.

Ich gehe um den Pick-up herum und öffne die Heckklappe der Ladefläche, wo der Roboter unter einer Plane und mehreren Spanngurten schläft, von elektrischen Schafen, dem Aufstand der Maschinen oder sonst was träumt.

„Wir sind gleich da“, sage ich zu ihm und greife nach dem Handbeil, das deutlich kleiner ist als die Axt des Bots.

Es genügt dennoch, um das Vorhängeschloss am Tor kleinzukriegen.

Ich bin eigentlich keine Vandalin. Aber wer es sich leisten kann, einen ganzen verfluchten Wald zu kaufen und zu umzäunen, hat ja wohl sicher auch ein neues Schloss im Budget, oder?

Selbstverständlich weiß ich, dass diese ganze Baum-Banditen-Nummer, bei aller Romantik, Nostalgie, Familientradition und Trauerbewältigung, schon immer illegal gewesen ist und ich technisch gesehen seit rund einem halben Jahrhundert ausgerechnet in der Weihnachtszeit regelmäßig zur saisonalen Kriminellen werde.

Ein weiterer Vorteil des Alters. Über solche lebenslangen Verfehlungen muss ich mir keine Gedanken mehr machen, das läuft unter „zu spät, um noch was daran zu ändern“.

ICH BIN EIGENTLICH KEINE VANDALIN.

Sobald das Schloss ab ist, öffne ich gegen den Widerstand des festsitzenden Schnees das Tor, steige wieder in den Pick-up und setze meinen Weg durch den Wald fort, ob privat oder nicht. Ich fahre langsam, vorsichtig. Der Truck schaukelt trotzdem und rutscht bisweilen besorgniserregend hin und her. Immer wieder regnen kleine Schneelawinen auf uns herab, weil ich einen Baum streife und ein Ast seine weiße Last ablässt.

Ganz so konzentriert bin ich wohl doch nicht.

Ich denke über das Schild nach.

Drohnenüberwachung rund um die Uhr.

Fliegen in diesem Moment über mir ein paar Wächter durch die Nachtluft und das Schneetreiben, deren Sensoren mich längst ausgemacht haben, sodass irgendein Wildhüter oder jemand in der Nachtschicht einer Security-Firma von einem schrillenden Alarm aus dem Schlaf gerissen wird?

Daniel würde jetzt sicher über Sensor-Schneeeulen, künstliche Kamera-Kaninchen, elektronische Eichhörnchen und Dachs-Drohnen witzeln.

„Alter Spinner“, lächle ich, bis der Schmerz kommt, kalt und scharf wie diese Nacht. Lucy merkt es und winselt leise.

„Schon gut, Mädchen“, sage ich. „Alles gut.“

Der verhangene Hohlweg öffnet sich schließlich zu einer Lichtung. Ich lasse den Pick-up ausrollen, ziehe die Handbremse an und überlege kurz, Wagen samt Heizung laufen zu lassen.

Dann aber denke ich an die Drohnen und schalte den Motor ab.

Ich steige aus und diesmal sage ich Lucy, dass sie rauskommen darf. Sie hüpfte weit bedächtiger als früher auf den Fahrersitz und von dort aus in den Schnee, wo sie sofort herumzuschnüffeln beginnt.

Manches ändert sich nie.

Mit den gefütterten Handschuhen brauche ich etwas, bis alle Spanngurte gelöst sind und ich die feste, steife Plane, auf der sich eine Menge Schnee gesammelt hat, vom Roboter ziehen kann.

Wieder muss ich an *Frankenstein* denken.

Weil mir jetzt erst der Geistesblitz kommt, dass ich mein Tablet im Fahrerhaus vergessen habe, stapfe ich grummelnd durch den schienbeinhohen Schnee zurück nach vorn.

Ich ziehe einen Handschuh aus, tippe und wische mich durch die von Daniel programmierte App, um den Boot-Vorgang des mechanischen Holzfällers zu initiieren. Das wird ein paar Minuten dauern, da der Roboter immer erst eine Selbstdiagnose laufen lässt.

„Du willst nicht, dass er zwei Schritte macht und mitten im Wald zusammenbricht“, hat Daniel mir vor Jahren mal erklärt.

Ich kann seine Stimme beinahe hören, was mir nicht bloß die Einsamkeit auf der Waldlichtung umso bewusster macht.

Vielleicht spürt Lucy, dass ich mit der Finsternis zu ringen habe, denn sie kommt von ihrer Erkundung zurück und drückt sich an meine Beine.

Da höre ich das Geräusch zum ersten Mal.

Ein Surren an der Schwelle zum Brummen. Nicht laut, eher durchdringend, wie das dumpfe Zittern eines Hauses, in dessen Keller eine Waschmaschine läuft.

Sofort schießt mir die Befürchtung durch den Kopf, dass das eine Drohne ist und mir jemand gleich die Hölle heiß machen wird.

Ich lausche in die Finsternis hinein.

Meine Ohren sind nicht mehr so gut, wie sie einmal waren.

Nichtsdestotrotz, das Geräusch kommt nicht näher.

Ich werfe einen Blick zum Pick-up, wo der Roboter noch immer flach auf der Pritsche liegt.

„Schätze, wir sollten uns das mal ansehen, bevor wir unseren Freund hier im großen Stil die Axt schwingen lassen, mh?“

Lucy hechelt enthusiastisch.

„Fuß“, sage ich und gehe langsam auf die Quelle des Brummtöns zu, der das Knirschen meiner Stiefel hoffentlich überdeckt. „Und still.“

Mond und Schnee spenden genug Licht, sodass ich nicht gegen einen Baum laufe oder über etwas am Waldboden stolpere. Der Untergrund ist trotzdem tückisch; ich muss bei jedem Schritt aufpassen. Lucy verhält sich ruhig. Sie ist gut erzogen.

Nach vielleicht fünfhundert Schritten mache ich ein Stück weiter vorn ein bläuliches Licht zwischen den Bäumen aus.

Außerhalb des unnatürlichen Lichtkreises verharre ich im Schutz einer großen Tanne, gehe in die Hocke, halte Lucys Halsband fest und betrachte mir das Treiben, das mehrere Scheinwerfer, Stirnlampen und Laternen erhellen: Ein Dutzend Männer, die in zwei Lastwagen hergekommen sein müssen, macht sich mit Geräten zu schaffen, die nach modifizierten Kettensägen aussehen. Von ihnen stammt das Brummen – wahrscheinlich irgendeine Art Schalldämpfer oder andere neuartige Technik.

Daniel wäre Feuer und Flamme gewesen.

Ich bin weniger begeistert, denn das hier ist definitiv eine illegale Aktion.

Ja, ja, ich weiß, Glashaus. Lasst es mich so sagen: Im Vergleich zu mir Christbaum-Kleinkrimineller ist das die Weihnachtsbaum-Mafia. Eine ganz andere Liga.

DANIEL WÄRE FEUER UND FLAMME GEWESEN.

Heute Nacht lasse ich das mit dem Baumschlagen wohl besser.

Gerade als ich den Rückzug antreten will, fällt aus der Richtung, aus der Lucy und ich gekommen sind, der Strahl einer Taschenlampe auf uns. Wir fahren beide herum.

„Hände hoch und langsam aufstehen“, sagt eine junge Männerstimme. „Und wenn der Köter muckt, leg’ ich ihn um ...“

✱ ✱ ✱

Es ist nicht einfach, die knurrende Lucy zu besänftigen und gleichzeitig den Anweisungen des Mannes Folge zu leisten, aber irgendwie schaffen wir es, in den Lichtkreis zu treten, ohne dass jemand gebissen oder erschossen wird.

„Wen haben wir denn da?“, fragt ein anderer Kerl, der uns entgegentritt. Er ist so dick eingepackt wie ich und hat einen schwarzen Rauschbart. In der Hand hält er einen dampfenden Becher Kaffee. „Eine gute Oma, die uns Kekse bringt, weil wir so schwer schuften?“

„Es ist mir völlig egal, was ihr hier macht“, sage ich geradeheraus. „Ich wollte mir selber einen Baum holen.“

Er mustert mich skeptisch. „Konkurrenz, wie?“

Ich ignoriere seinen Witz. „Das kann ich auch ein anderes Mal tun. Ich parke da hinten. Wie wär’s, wenn ich einfach verschwinde und ihr macht weiter euer Ding?“

„Ah, aber genau da liegt das Problem, nicht?“, sagt der Mann und nimmt effekthascherisch einen Schluck Kaffee. „Unser *Ding* könnte uns in große Schwierigkeiten bringen, wenn eine alte Dame beim Friseur darüber plaudert.“

„Werde ich nicht“, sage ich. „Versprochen.“

Er verzieht das Gesicht. „Ich fürchte, darauf können wir uns nicht verlassen. Keine Zeugen. Sorry. Firmenpolitik.“

Eine Kälte durchfährt mich, wie ich sie seit Daniels Tod nicht mehr gespürt habe. Ich fange an zu zittern. Nicht allein vor Angst, sondern angesichts der Gewissheit, dass es jetzt

Über den Autor

Christian Endres ist für c't-Leser ein guter Bekannter. Der „Axthieb“, seine 13. c't-Story, setzt zugleich seine langjährige weihnachtliche Serie fort, die mit dem „Tannenbaum-Terminator“ in c't 26/2019 begann und bislang bis zu „Santa's Shopping Superstar“ in Heft 1/2023 reichte. Treue Leser erkennen im Text Anspielungen auf Elemente älterer c't-Stories von Endres. Der 1986 geborene Würzburger arbeitet als freier Redakteur unter anderem für den Tagesspiegel, den Tip Berlin und Panini Comics. Bei Cross Cult hat er 2023 die ersten zwei Bände seines Action-reichen Fantasy-Romanzyklus „Die Prinzessinnen“ veröffentlicht. Im Mai 2024 soll bei Heyne sein Genremix-Thriller „Wolfszone“ erscheinen, der in einem nahzukünftigen Deutschland spielt. Mit von der Partie: ein Berliner Privatdetektiv, Nanobots, ein KI-gestütztes Wolfsrudel, Gangster und Umweltaktivisten.



Bild: Christian Endres

nichts mehr zu verlieren gibt und dass es auf jede Sekunde ankommt.

„Lucy, fass!“, rufe ich, und die Gute schießt trotz ihres Alters auf den Kerl mit dem Becher zu und verbeißt sich in seinem Arm.

Der dick gefütterte Anorak hält einiges ab. Dennoch schreit der Mann erschrocken auf. Heißer Kaffee spritzt umher.

Ein dritter Holzfäller-Mafioso rennt herbei und schlägt mit einem Ast auf Lucy ein, die jaulend zu Boden geht.

„Lucy!“, schreie ich entsetzt, doch da schubst mich der Typ mit der Taschenlampe auch schon neben Lucy in den Schnee.

„Verdammte Scheiße, ich blute!“, schimpft der, den Lucy erwischt hat.

„Das ist nur Kaffee, Mann“, sagt sein Kumpel und leuchtet ihn ab. „Du ...“

Er verstummt, als im Wald hinter uns lautes Knacken, Reißen, Quietschen, Scheppern und Surren ertönt.

„Was zum ...?“, sagt derjenige, der Lucy niedergeschlagen hat. „Ich dachte, unser Mann lässt die Drohnen heute woanders fliegen?“

„Das ist keine Drohne“, meint der mit der Taschenlampe nervös. „Das ...“

Etwas Großes und Schweres stapft dicht an mir vorbei und übertönt die Stimmen der Kerle.

Ich beuge mich schützend über Lucy, drücke sie an mich. Schüsse fallen.

Kugeln prallen schrill von Metall ab.

Männer schreien.

Metall trifft mit Glockenhall auf Metall.

Noch mehr Schüsse und Schreie.

Fleischiges Klatschen.

Schwere Körper landen im Schnee.

Als ich die Augen wieder öffne, sehe ich Daniels Holzfäller-Roboter, der gegen seine menschlichen Kollegen kämpft.

Blaues Licht zuckt über seine Metallrüstung, während er mit seinen langen Gliedern surrend Hiebe und Knüffe austeilt.

Obendrein schwingt er seine riesige Axt.

Drei der Männer gehen mit ihren Motorsägen auf ihn los, aber das kümmert den Tannenbaum-Terminator nicht. Allerdings frisst eine der Sägen mit schrillum Kreischen eine hässliche Schramme in seinen Brustpanzer, bevor er seinen Angreifer mit einem Rückhandschlag in die nächste Tanne befördert.

Nachdem er zwei weitere Kerle gefällt hat und sie reglos im blutgetränkten Schnee liegen bleiben, sucht der Rest der Bande sein Heil in der Flucht.

★ ★ ★

Der Roboter kommt schweren Schrittes zu mir.

„Danke“, sage ich zittrig und blicke zu ihm empor.

Seine rundlichen Augen, die wie ein schwach beleuchtetes Display glühen, fokussieren sich auf mich.

Ich könnte außerdem schwören, dass er mir abwesend zunickt.

Vielleicht ist die Bewegung auch nur Zufall, da er mir die segmentierten Finger hinstreckt, um mir aufzuhelfen.

Aber das Nicken erinnert mich so sehr an Daniel, dass ich mich unweigerlich frage, was es wirklich mit diesem Roboter auf sich hat.

Hat Daniel so viel Zeit mit ihm verbracht, dass die Maschine sich Daniels Gesten und Gefühle abgesehen hat? So eine Art kybernetische Osmose und Hyper-Nutzerdatenauswertung? Oder hat mein Gatte, der mir das nie gesagt hätte, den Robo-Axtschwinger nach seiner Diagnose zu meinem Beschützer umprogrammiert?

Oder ist das da, auf gewisse Weise, am Ende sogar *Daniel*? Ein Teil seiner Persönlichkeit, die durch Bewusstseins-Digitalisierung mit der KI des Roboters verschmolzen sein mag?

Mir fällt ein, wie ich als junge Frau bei unserem ersten Raubzug in den Wald einst sagte, dass ich Angst vor Wölfen hätte – woraufhin Daniel in männlich-heroischer Überheblichkeit erwiderte, dass er mich bis zum letzten Axthieb beschützen würde, und mich mit ein paar übertriebenen Angriffen auf unsichtbare Gegner zum Lachen brachte.

Ich hätte nie gedacht, dass sein Versprechen, das all die Jahre zurückliegt, so wahr werden könnte.

„Danke, Daniel“, sage ich und bin mir nicht ganz sicher, wie ich das meine – oder wen. „Trägst du Lucy bitte zurück zum Truck? Und nimm doch einen der Bäume da mit, wenn's geht ...“

(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).

Schutz für Hackers Liebling



Heft + PDF
mit 28 % Rabatt



Aktualisierte
und erweiterte
Neuauflage
auf über
200 Seiten

Forscher schätzen, dass in 90% der von ihnen untersuchten Fälle von Cyberangriffen, das Active Directory involviert ist! Mit dieser aktualisierten und erweiterten Neuauflage des **ix Kompakt zur AD-Sicherheit** können Sie sich dringend benötigtes Fachwissen zum Schutz vor Ransomware aneignen:

- Denken wie ein Hacker – Angriffe verstehen und verhindern
- Forensische Analyse von Vorfällen und Angriffen
- Microsofts Schichtenmodell: Tiers festlegen und abschotten, privilegierte Zugriffe absichern
- Marktübersicht: Werkzeuge für die AD-Absicherung

Heft für 29,50 € • Digital für 27,99 € • Heft + Digital 41,50 €



shop.heise.de/ix-ad-sicherheit23



Du bist ein kreativer Kopf, bewegst dich gerne im digitalen Umfeld und hast eine Leidenschaft für Innovationen? Dann treibe mit uns ab 1. April 2024 als **Junior Produktmanager (m/w/d)** unsere digitalen Lösungen voran.

Deine Aufgaben

- Dein tägliches Doing ist die Projektarbeit mit Fokus auf den Aufbau von zukunftsweisenden (vertikalen) Online-Plattformen.
- Darüber hinaus erarbeitest du Konzepte und Designs für die digitale Produktentwicklung und präsentierst neue Produktideen im Rahmen von Vor-Ort-Schulungen und Webinaren.
- Du arbeitest bei der Trend- und Ideengenerierung von neuen Produkten mit, analysierst neue Geschäftsmodelle und gibst Handlungsempfehlungen.
- Zudem kommunizierst du mit externen Dienstleistern über IT-Tools und Plattformen von der Konzeption bis zum Livegang.
- Die enge Zusammenarbeit mit internen Fachabteilungen und die Durchführung von Wettbewerbsanalysen gehört ebenso zu deinen Aufgaben.

Deine Talente

- Du verfügst über eine kaufmännische Ausbildung im Medien- / Agentur-Umfeld oder ein abgeschlossenes Studium im Medienbereich, Informationswissenschaften, BWL, Wirtschaftsinformatik oder ähnliches.
- Erste Erfahrung im Online-Marketing (vor allem SEO) und im Produktmanagement von (vertikalen) Online-Plattformen bringst du idealerweise bereits mit.
- Um mit Entwicklern und ITlern auf Augenhöhe argumentieren zu können, hast du ein solides technisches Grundverständnis und Know-how in CMS.
- Wünschenswert sind Kenntnisse in den gängigen Grafikprogrammen, Google-Tools (z. B. Google Analytics, Google Search Console) und SEO-Tools (z. B. Sistrix, ahrefs).
- Eine hohe Online- und Mobilität sowie gute Deutschkenntnisse runden dein Profil ab.

Deine Benefits

- Die Mitarbeit in einem etablierten und mitarbeiterorientierten Unternehmen mit familiär geprägter Arbeitsatmosphäre, flachen Hierarchien und kurzen Entscheidungswegen.
- Profitiere von flexiblen Arbeitszeiten und der Möglichkeit, auch mobil zu arbeiten.
- Du arbeitest in einem engagierten und qualifizierten Team, das sich sehr dynamisch entwickelt und Spaß an seinen Aufgaben hat – die Entwicklung jedes Einzelnen ist uns dabei sehr wichtig.
- Durch unser Mitarbeiter-Fitnessprogramm und unsere „Corporate Benefits“ schaffen wir einen angenehmen Ausgleich zum Büroalltag.
- Wir bieten dir zudem tolle Mitarbeiter-Events wie unser Sommerfest oder regelmäßige Sundowner, eine Kantine mit kostenlosem Mittagessen und vieles mehr.

Haben wir dich neugierig gemacht?

Besuche uns auf [kununu](#), [Xing](#) oder [LinkedIn](#).

Deine Ansprechpartnerin

Nina Franz, Personalreferentin
Tel.: 0511 5352 488

Bitte bewirb dich online: karriere.heise.de

Bewerbungen von Menschen mit Behinderungen sind erwünscht.



Wir freuen uns auf deine Bewerbung!

Heise Media Service GmbH & Co. KG (Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover)

Unter der Dachmarke Heise RegioConcept bietet Heise Media Service kleinen und mittleren Unternehmen Dienstleistungen für lokales Marketing an. Dazu zählen sowohl Homepage-Lösungen und App-Entwicklung als auch Suchmaschinenwerbung (SEA) und Suchmaschinenoptimierung (SEO). Professionelle Präsentationen in sozialen Netzwerken und Online-Verzeichnissen gehören ebenfalls zum Leistungspaket. Als Microsoft Advertising Select Channel Partner und Google Premium Partner entwickeln wir unser Fachwissen ständig weiter und bieten unseren Kunden alle wichtigen Online-Werbeformen aus einer Hand.

Inserenten*

1blu AG, Berlin.....	180
Dirk Rossmann GmbH, Burgwedel.....	2
Eizo Europe GmbH, Mönchengladbach.....	9
EXTRA Computer GmbH, Giengen-Sachsenhausen.....	45
RaidSonic Technology GmbH, Ahrensburg.....	35
Thomas Krenn.com, Freyung.....	75
WORTMANN AG, Hüllhorst.....	4, 5

Veranstaltungen

Inside Agile/		
PRODUCT OWNER DAYS	iX, dpunkt.verlag	19
Webinarserie Flutter	heise Academy	27
M3	iX, dpunkt.verlag	81
heise academy	heise Academy	97
secIT by Heise	heise Events	110, 111
Modern IT-Integrationen	heise Academy, OPITZ Consulting	125
WordPress für Einsteiger	c't Workshop	141
building IoT	iX, dpunkt.verlag	155

Ein Teil dieser Ausgabe enthält Beilagen der EWE AG, Oldenburg.

* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich.

Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.

Stellenanzeigen

Heise Media Service GmbH & Co. KG, Hannover.....	175
--	-----




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






magazin für
computer
technik

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: „IT-Mythen im Faktencheck“: Greta Friedrich (gref@ct.de), „Windows 11 macht Hardwarekauf zum Glücksspiel“: Axel Vahldiek (avx@ct.de)

Chefredakteur: Torsten Bееk (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 (psz@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 (ktn@ct.de), Axel Vahldiek (avx@ct.de)

Ressort Hardware

Leitende Redakteure: Christof Windeck (cwi@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 Porteck (spo@ct.de)

Leiter c't 3003: Jan-Keno Janssen (jkj@ct.de)

Redaktion: Lukas Rumpel (rum@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)

Redaktionsassistentz: Susanne Cölle (suc@ct.de), Christopher Tränkmann (cht@ct.de)

Software-Entwicklung: Kai Wasserbäch (kaw@ct.de)

Technische Assistenz: Ralf Schneider (LtG., rs@ct.de), Christoph Hoppe (cho@ct.de), Stefan Labusga (sla@ct.de), Arne Mertins (ame@ct.de), Jens Nohl (jno@ct.de), Daniel Ladeira Rodrigues (dro@ct.de)

Dokumentation: Thomas Masur (tm@ct.de)

Verlagsbüro München: Hans-Pinsel-Str. 10b, 85540 Haar, Tel.: 0 89/4271 86-0, Fax: 0 89/4271 86-10

Ständige Mitarbeiter: Detlef Borchers, Herbert Braun (heb@ct.de), Tobias Engler, Monika Ermert, Stefan Krempl, 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, Schülpl, Timo Lenzen, Berlin, Andreas Martini, Wettin, Moritz Reichartz, Viersen, Michael Vogt, Berlin

Editorial: Hans-Jürgen „Mash“ Marhenke, Hannover, Schlagseite: Ritsch & Renn, Wien, c't-Logo: Gerold Kalter, Rheine

c't-Krypto-Kampagne: Infos zur Krypto-Kampagne unter <https://ct.de/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: ayznmonmewb2tjygf7ym4t2726muprjvwckzx2vhf2hbarbbzydm7oad.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, Senefelders-Str. 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-tägig

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, bdvb 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 2024 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA LAE 

Vorschau **ct** 2/2024

Ab 12. Januar im Handel und auf **ct.de**



Datenheime

„Cloud weg, Daten weg“ – das kann mit dem eigenen Netzwerkspeicher nicht passieren. Innerhalb des heimischen Netzes sind Datenbestände auch zügiger gesichert als über die langsame Internetleitung. **c't** testet aktuelle NAS mit schnellem LAN, die genug Reserven für kleine Serveraufgaben haben.



Wasserstoffautos in Theorie und Praxis

Wasserstoff gehört zu den wichtigen Elementen der Energiewende. Doch als nachhaltiger Pkw-Treibstoff ist das hochexplosive Gas umstritten. Wir erklären, wie die aktuellen Hybridmodelle mit Brennstoffzellentechnik funktionieren, und haben ausprobiert, wie sie sich im norddeutschen Winter schlagen.

c't-Notfall-Windows 2024

Egal, ob SSD-Wechsel, Virenbefall, Passwortverlust, Datenhavarie oder Hardwareorgen – unser Notfallsystem auf Basis von Windows bringt das jeweils passende Werkzeug mit. Der erneut verbesserte Bausatz nähert sich der Narrensicherheit.

Browser-Dashboards

Mit Add-ons und Onlinediensten rüsten Sie die „Neuer-Tab“-Seite Ihres Browsers zu einem persönlichen Portal auf. Es fasst wichtige Links und News, Ihre To-Do-Liste, Kalender, Uhrzeit, Wetter, Suchschlitze für Google oder ChatGPT und vieles mehr übersichtlich zusammen.

Virtualisierung auf dem Raspi

Experimentieren mit dem Einplatinencomputer Raspberry Pi macht Spaß, doch es kann lästig werden, dabei mit vielen microSD-Karten zu jonglieren. Mit unserer Anleitung verpassen Sie dem Raspberry Pi einen Hypervisor und lagern Ihre Basteleien in virtuelle Maschinen aus.

Noch mehr
Heise-Know-how



c't Hardware-Tipps 2024
jetzt im Handel und auf
heise-shop.de



iX 1/2024 jetzt im Handel
und auf **heise-shop.de**



MIT Technology Review
1/2024 jetzt im Handel und
auf **heise-shop.de**



ICH WARTE NICHT AUF UPDATES. ICH PROGRAMMIERE SIE.

Jetzt 6 × c't lesen

für 27,90 €
statt 36,30 €

**35%
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/plusangebot





1blu

10
.de-Domains
inklusive!

Eiskaltes Angebot: **1blu-Homepage Cool**

10 .de-Domains inklusive

- > 75 GB Webspace
- > 750 E-Mail-Adressen
- > 70 GB E-Mail-Speicher
- > 70 MySQL-Datenbanken
- > Kostenlose SSL-Zertifikate per Mausklick
- > Viele 1-Klick-Apps inklusive
- > Webbaukasten & Webkonferenzlösung

2,29
€/Monat*



Angebot gültig
bis 31.01.2024!
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/cool**