Europas größtes IT- und Tech-Magazin

c't magazin für computer technik

12.3.2022 7



WLAN-Router mit Wi-Fi 6E im Test

Massenspeicher: Auf den Einsatzzweck kommt es an

Der c't-Speicher-Kompass

Schnelle SSDs • große Festplatten • USB-Sticks • SD-Karten

IM TEST

- Erstes Gaming-Notebook mit AMD Ryzen 6000
- Mobile Spielkonsole emuliert Game Boy & Co.
- Edel-Notebook MS Surface Laptop Studio
- Amazon Smart Display erkennt Personen
- Samsung Galaxy S22+ und S22 Ultra



Gbit-Internet für zu Hause

Tarife für DSL, TV-Kabel, Glasfaser

Boards für Core i-12000

Top-Ausstattung zu fairen Preisen

Python programmieren unter Android
Barrierefreie PDFs mit Microsoft Word
Individuelle Tastaturbelegung unter Linux
Windows 11: Erster Blick aufs nächste Release
Tools und Tipps für bessere Videokonferenzen

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

10 zwingende Admin-Gründe für den Umstieg

IPv6: Das müssen Sie jetzt wissen

Einsteiger-Guide • Praxis: IPv6-VPN mit Fritzbox & WireGuard

4 196148 405900 07

FRITZ!

MACHT'S EINFACH!

WLAN soviel Du willst



avm.de/einfach

Helfen!

Der Schock über den russischen Angriffskrieg gegen die Ukraine bleibt, doch die anfängliche Hilflosigkeit ist überwunden.

An dieser Stelle möchte ich Ideen und Vorschläge zeigen, die sich zum großen Teil an hilfsbereite Menschen mit IT-Kenntnissen richten. Die Liste ist weder vollständig noch geordnet, aber ein Anfang. Schreiben Sie mir, wenn Sie weitere Ideen haben, für die IT-Kenntnisse nötig sind, damit wir diese veröffentlichen können.

Alle hier genannten Artikel haben wir für Sie freigeschaltet und Sie können damit auch ein PDF erzeugen, das Sie frei verteilen können. Sie finden alles unter ct.de/yhng:

- Informieren Sie sich darüber, was digital rund um den Krieg geschieht, damit Sie Fakes, Desinformation und Fehlschlüssen souverän begegnen können. In unserem News-Portal heise online haben wir eine eigene Rubrik eingerichtet, in der die redaktionelle Task Force rund um die Uhr berichtet. In der c't bringen wir zusätzlich Hintergründe und Analysen (siehe Kasten).

- Die erste Anlaufstelle, wenn Sie geflüchtete Menschen aufnehmen wollen, ist das Elinor-Portal.

- Der Satelliten-Internetdienst Starlink ist für die Ukraine freigeschaltet, die dafür nötigen Satelliten-Terminals sind bereits dort und auf dem Weg. Wer Kontakt in die Ukraine hat, kann den Menschen dort Infos aus der c't über Starlink geben.

- Für Übersetzungen in Englisch, Ukrainisch oder Russisch empfehlen wir Google-Translate. DeepL geht auch und beherrscht Englisch und Russisch, nicht aber Ukrainisch.

- Wenn Sie jemanden mit Laptop oder Handy ausstatten wollen, raten wir eher zu professionellen Wiederverkäufern. Über den Link finden Sie Anbieter und auch Beratung, welche Ausstattung Gebrauchtgeräte aktuell haben sollen.

- Das SIM-Karten-Problem: Ohne Papiere gibt es keinen Vertrag, es bleiben nur Prepaid-Angebote. Doch ohne Pass geht auch das nicht. Wenn Sie eine Prepaid-Karte für eine andere Person freischalten, könnten Sie bei Strafverfahren in Verdacht kommen, doch das Risiko ist überschaubar. Die Telekom teilte uns mit, dass Aufenthaltstitel und Ersatzpapiere für Flüchtlinge, wie etwa der Ankunftsnachweis oder die Aufenthaltsgestattung für Asylbewerber, genügen. Vodafone will 10.000 kostenlose SIM-Cards verteilen.

- Sie können Menschen helfen, Kontakt zu Freunden und Angehörigen in der Ukraine aufzunehmen, indem Sie Guthaben fürs Telefonieren und für die Datenübertragung spenden. Anbieter sind unter anderem Recharge, Mobilrecharge und Ding.

- Das Tor-Netzwerk spielt für einigermaßen abhörsichere Kommunikation und für die Informationsbeschaffung eine große Rolle. Sie können das Tor-Netzwerk mit weiteren Nodes und Bridges unterstützen.

- Ein WLAN-Zugang ist für Geflüchtete sehr wichtig. Freifunker haben bereits an vielen Orten Hotspots eingerichtet, doch es gibt noch Lücken. Nehmen Sie lokal mit den Freifunkern Kontakt auf, wenn Sie die Infrastruktur mit ausbauen wollen. Vodafone will zudem 1000 Geräte aufstellen, die Flüchtlingsheime mit WLAN versorgen.

- Lokale Hilfsorganisationen, die sich direkt um Menschen in Not kümmern, haben derzeit alle Hände voll zu tun und vernachlässigen eventuell die Sicherheit ihrer IT. Wenn Sie Security-Know-how haben, können Sie diesbezüglich helfen.

Artikel und Infos, die helfen: ct.de/yhng

Cyberwar bleibt aus ..... **Seite 14**
Was die Tech-Sanktionen bedeuten ... **Seite 30**
Internet-Zensur im Ukraine-Krieg ... **Seite 32**





Jürgen Rink

terra
IT. MADE IN GERMANY.

TERRA MOBILE

1470T

Außergewöhnlich.
Flach.
Leistungsstark



Windows 11 bietet mehr Geräteauswahl für mehr Produktivität

Windows 11 Pro unterstützt die weltweit größte Auswahl an Unternehmensgeräten , sodass Mitarbeitende mit dem für sie richtigen Gerät arbeiten können – für eine angenehmere und produktivere Arbeit. Mit Innovationen in den Bereichen Sprache, Touch und Stift passt sich Windows 11 Pro problemlos unterschiedlichen Arbeitsstilen an. Darüber hinaus bietet es aufgrund seiner neuen Mindestsystemanforderungen eine bessere Leistung bei allen Gerätekonfigurationen. Und mit der breitesten Palette von OEMs, die Windows 11 Pro unterstützen, und dem breitesten Ökosystem an Siliziumoptionen profitiert Ihr gesamtes Unternehmen von den kontinuierlichen Fortschritten in Hardware und Technologie.

ERHÄLTLICH BEI IHREM TERRA FACHHÄNDLER

IBN Gesellschaft für Systemtechnik mbH, **14478** Potsdam, Tel. 0331/888400 • Capeletti & Perl GmbH, **20097** Hamburg, Tel. 040/23622 0 • Computer-Service-Buchholz GmbH, **21244** Buchholz i.d.N., Tel. 04181/137373 • Caligrafika, **26133** Oldenburg, Tel 0441/9250095 • T&S Computech GmbH, **30175** Hannover, Tel. 0511/884817 • B.I.T. Datentechnik GmbH, **31675** Bückeburg, Tel 05722/95040 • Systemhaus Przykopanski, **31848** Bad Münder, Tel. 05042/933160 • MBörso-Computer GmbH, **33100** Paderborn, Tel. 05251/28818-0 • Microtec GmbH, **33649** Bielefeld, 0521/9455274 • bits+bytes Computer GmbH & Co. KG, **35745** Herborn, Tel. 02772/94990 • RODIAC EDV-Systemhaus GmbH, **42551** Velbert, Tel. 02051/989000 • ServeNet Computervertrieb, **42279** Wuppertal, Tel. 0202/266166 • Rose Computer GmbH, **46395** Bocholt, Tel. 02871/244400 • Kortenbrede 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 • J.S. EDV-Systemberatung GmbH, **63843** Niedernberg, 06028/97450 • Pauly Büromaschinen Vertriebs GmbH, **65555** Limburg, Tel. 06431/500466 • hecom TK + IT Lösungen, **67071** Ludwigshafen, Tel. 0621/6719070 • Lehmann Elektronik, **67346** Speyer, Tel. 06232/28746 • 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** Reulingen, Tel. 07121/56780 • MP-Datentechnik GmbH, **73730** Esslingen, 0711/3609163 • Resin GmbH & Co.KG, **79589** Binzen, Tel. 07261/6660 • Office Komplett, **79664** Wehr Tel. 07762 / 708860 • Schwarz Computer Systeme GmbH, **92318** Neumarkt, Tel. 09181/48550 • K&L electronics GmbH, **95466** Weidenberg, 09278/98610-0 •

WORTMANN AG empfiehlt Windows 11 Pro für Unternehmen.

Windows 11



TERRA MOBILE 1470T

- Intel® Core™ i5-1135G7 Prozessor (8 MB Cache, bis zu 4.20 GHz)
- Windows 11 Pro
- 8 GB RAM
- 500 GB SSD
- Intel® UHD Grafik

Artikel-Nr.: 1220727

1.069,-*

Preis UVP inkl. gesetzl. MwSt.

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

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

www.wortmann.de

WORTMANN AG
IT. MADE IN GERMANY.

Inhalt c't 7/2022

Titelthemen

Der c't-Speicher-Kompass

16 **Leitfaden** Der optimale Massenspeicher
20 **SSD-Kaufberatung** SATA, NVMe, TLC, QLC ...
24 **Festplatten** Warum man sie immer noch braucht
26 **Wechselspeicher** für Transport und Ablage

IPv6: Das müssen Sie jetzt wissen

56 **Grundlagen** und Rundgang durchs eigene Netz
62 **VPN** Endlich auch via IPv6
66 **Profi-Tipps** 10 gute Gründe für IPv6

Gbit-Internet für zu Hause

88 **Breitbandtarife** für DSL, Kabel und Glasfaser

Boards für Core i-12000

100 **Serie-600-Mainboards** Spitze für kleines Geld

Aktuell

14 **Ukraine** Cyberwar bleibt aus
30 **Russland** Was die Tech-Sanktionen bedeuten
32 **Internet-Zensur** im Ukraine-Krieg
33 **Medizin-IT** Secunet gehört neu konfiguriert
34 **Internet** EU-Datengesetz, Trumps Twitter-Klon
35 **Webbrowser** Version-100-Bugs
36 **Bit-Rauschen** Ukraine-Schock, Intel-Fab
38 **Server** Quantensicheres TPM, Intel Xeon
39 **Hardware** 4 Monitore am NUC, Dicke Netzteile
40 **Forschung** Schwebende Joysticks, Tastsensor
41 **Netzwerke** Glasfaser-Fritzbox mit Wi-Fi 6
42 **Recht auf Reparatur** 13 Forderungen
44 **Polizeiroboter** Wie NRW „Spot“ einsetzt
46 **European Payments Initiative** vor dem Aus
48 **Datenschutz** Eklat bei Fotoüberweisung
50 **Android-Smartphones** mit Snapdragon 8 Gen 1
51 **Android-Tablet** mit E-Ink-Display
52 **Web-Tipps** Wikitrivia, Code als Kunst, Hacking

Test & Beratung

74 **Einsteiger-Grafikkarte** Nvidia/PNY T400
75 **Workstation-Grafikkarte** Radeon Pro W6400
76 **Dock für Massenspeicher** Maiwo KS3016SD
76 **Wi-Fi-6-Repeater** AVM Fritz!Repeater 1200AX
78 **Android-Smartphone** Motorola Moto G200
80 **VR-Headset** Varjo Aero
82 **Studiokopfhörer** Sennheiser HD 400 Pro
82 **Lautsprechersimulation** für Kopfhörer
83 **M2.SSD mit PCIe 4.0** WD_Black SN770
83 **Raumluftsensor** Smart Air Quality Monitor
84 **WLAN-Router mit Wi-Fi 6E im Test**
86 **Online-Hackerspiel** Bitburner
106 **Samsung Galaxy S22+ und S22 Ultra**
110 **Erstes Gaming-Notebook mit AMD Ryzen 6000**
114 **Edel-Notebook MS Surface Laptop Studio**
118 **Systemkameras** Canon EOS R3 vs. Nikon Z 9



120 **Amazon Smart Display erkennt Personen**
124 **Mobile Spielkonsole emuliert Game Boy & Co.**
128 **Bildskalierung** mit künstlicher Intelligenz
170 **Open-World-Spiel** Horizon: Forbidden West
181 **Bücher** Domain-Driven Design, Arduino

Wissen

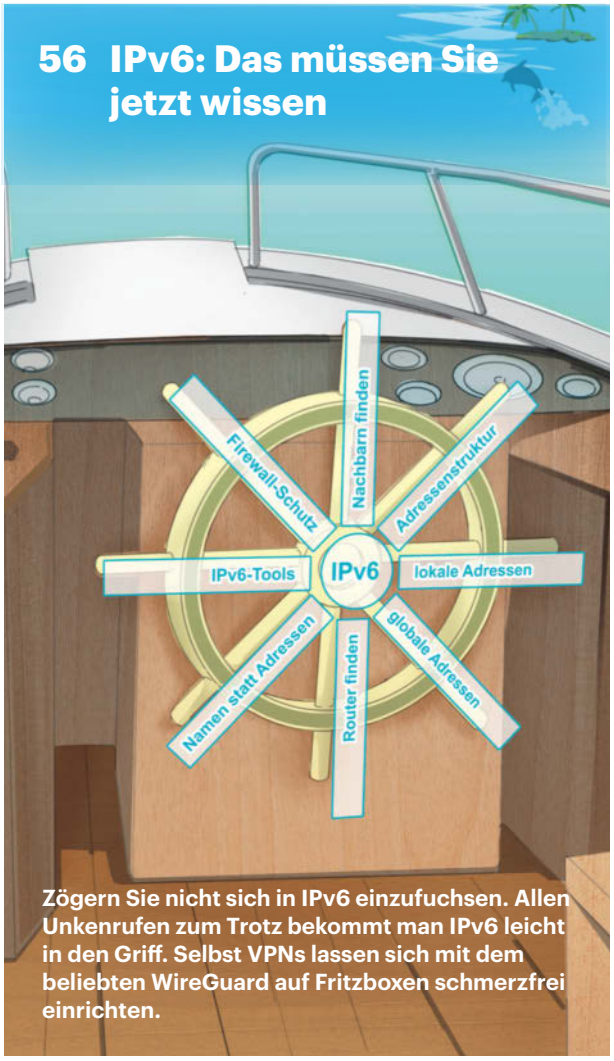
134 **Zahlen, Daten, Fakten** Quantencomputing
136 **Windows 11: Erster Blick aufs nächste Release**
138 **EPC-QR-Codes** für schnelle Überweisungen
142 **FAQ** Kommunikation mit Behörden
172 **Recht** Interkontinentale Datentransfers

Praxis

94 **Tools und Tipps für bessere Videokonferenzen**
146 **Windows** c't-Skript analysiert Setup-Medium
150 **Barrierefreie PDFs mit Microsoft Word**
156 **Python programmieren unter Android**
160 **Linux** auf dem Framework Laptop
164 **Individuelle Tastaturbelegung unter Linux**

Immer in c't

3 **Standpunkt** Ukrainern helfen
8 **Leserforum**
13 **Schlagseite**
54 **Vorsicht, Kunde** Gebrauchtes als neu verkauft
178 **Tipps & Tricks**
182 **Story** Das beste Ich
191 **Stellenmarkt**
192 **Inserentenverzeichnis**
193 **Impressum**
194 **Vorschau 8/2022**



Zögern Sie nicht sich in IPv6 einzufuchsen. Allen Unkenrufen zum Trotz bekommt man IPv6 leicht in den Griff. Selbst VPNs lassen sich mit dem beliebten WireGuard auf Fritzboxen schmerzfrei einrichten.

Papierqualität:

Für die gedruckte Auflage dieser Ausgabe musste aufgrund eines Streiks ein anderes Papier verwendet werden. Dieses Papier ist etwas dicker als das gewohnte und hat einen höheren Recycling-Anteil. In c't 6/2022 auf Seite 54 (ct.de/papier) lesen Sie mehr über die Hintergründe und Auswirkungen des Streiks.

Frisch aus c't Nerdistan

124 **Retro-Spielkonsole** für Game Boy und Sega

c't Hardcore

66 **IPv6** 10 gute Gründe, IPv4 adieu zu sagen
146 **Windows** c't-Skript analysiert Setup-Medium

Leserforum

Abgehobene Träume

Standpunkt: Facebook/Meta, c't 6/2022, S. 3

Ich denke, im Silicon Valley träumt man von einer Art virtueller 3D-Megawelt wie die „Oasis" aus Ready Player One. Und zwar nicht nur bei Facebook/Meta, sondern auch darüber hinaus; siehe ct.de/ykv5 [Artikel auf heise online zu einem unternehmensübergreifenden Konsortium, das sich mit der Ethik in virtuellen Räumen beschäftigt, Anm. d. Red.]. Allerdings glaube ich kaum, das so etwas gerade von Facebook kommen kann.

M76

Artikel: „Wie das Metaversum zum Safe Space werden könnte": ct.de/ykv5

Recht auf langsames Internet

Was das Recht auf Versorgung mit schnellem Internet wirklich bringt, c't 6/2022, S. 32

Viel wichtiger fände ich, dass die Provider verpflichtet werden, weiterhin „langsames" Internet zu entsprechenden Konditionen anzubieten, auch wenn sie gerade ein Gebiet teuer auf 50 Mbit/s oder mehr ausgebaut haben.

xyrxmir

Angefangene Baustellen

Im Wettstreit um die Förderung werden aber nun viele Baustellen angefangen und nicht beendet. Wir (ein Dorf mit knapp 100 Grundstücken) sollen Glasfaser der Telekom bekommen (Frühjahr 2021). Bei uns liegt nun eine Ader im Keller – seit Oktober 2021. Das war aber auch der letzte Tag, an dem man einen Bautrupp der Telekom bei uns im Ort gesehen hat.

Auf Nachfrage wird dann gesagt: „Nach dem Bau der Glasfaserkabel im Haus und an den Verteilerkästen stehen nun umfangreiche und systematische Dokumentationsarbeiten in unseren Systemen an, diese sind zwingend notwendig, um die Verbindung im Glasfasernetz gewährleisten zu können. Daher ist uns die Benennung eines genauen Termins leider nicht möglich. [...]"

Volker Zinn

Privatwirtschaft ist der Schlüssel

SPD-Digitalsprecher Jens Zimmermann über die Pläne der Ampel-Koalition, c't 6/2022, S. 70

Ich hätte erwartet, dass Sie auch die IT-Wirtschaft zu Wort kommen lassen, denn nur die wird in der Lage sein, die Probleme zu lösen. Aber man lässt sie nicht und gibt ihr auch kein Geld.

Da lohnt ein Blick in die Vorzeigeländer Dänemark und Estland. Diese Länder haben die nötige Software nicht selbst umgesetzt, sondern Konzepte mit der Privatwirtschaft entwickelt und die Umsetzung dann öffentlich ausgeschrieben. In Deutschland versucht man dagegen mehr und mehr staatliche IT-Unternehmen zu etablieren, welche Milliarden Steuergelder aufsaugen, aber viel zu ineffizient und zu teuer sind.

Wir gehören zur Weltspitze, haben aber Verwaltungen, die im IT-Mittelalter verweilen, weil sie die hervorragenden Kapazitäten im eigenen Lande nicht nutzen – angeblich, weil das Ausschreibungsrecht, das sie selbst eingeführt haben, zu aufwendig ist.

Das fehlende Vertrauen in die IT-Wirtschaft ist auch daran zu sehen, dass nun gefordert wird, es solle alles Open Source gemacht werden (wo private Unternehmer ihr eigenes Geld investiert haben). Die Lösungen der staatlichen IT-Unternehmen aber sind vollständig geschlossener Code, obwohl zu 100 Prozent staatlich finanziert.

Detlef Sander,
Geschäftsführer Databund e.V.

True Split für Teams

Test: Übergroße Displays von 34 bis 49 Zoll, c't 6/2022, S. 102

Ich bin in der IT bei einem großen Konzern im Umfeld Beschaffung Client-Hardware zuständig. Die doch recht flapsige Bemerkung zum Lenovo-ThinkVision-Monitor „Der True-Split-Modus ergänzt PbP um eine Spielart" zeigt mir, dass hier nicht der tatsächliche Grund für diese Technologie erkannt wurde, nämlich Microsoft Teams.

Im Businessumfeld wird noch häufig mit zwei Monitoren am Arbeitsplatz gearbeitet. Doch immer häufiger kommt der Wunsch der Anwender nach einem großen Monitor, zum Beispiel 34 Zoll curved. Was hat dies jetzt mit Teams zu tun? Teams kann entweder ein Fenster (Programm) in einem Meeting teilen oder den ganzen Bildschirm.

Viele Anwender wünschen bei großen Monitoren die Möglichkeit, nur einen Teil – so wie bei zwei Monitoren – zu teilen. Genau hier setzt True Split von Lenovo an. Solange Microsoft mit Teams keine bessere Lösung implementiert, ist True Split eine elegante Lösung für Business-Anwender.

Jörg Toller

Aufgeblähte Indexe

Ein Plädoyer für UUIDs in Datenbanken, c't 6/2022, S. 138

Zwar ging es im Artikel primär um MySQL und MariaDB, aber auch in anderen relationalen Systemen gibt es diese Diskussion schon sehr lange. Hier meine zwei Cent zur Microsoft-SQL-Server-Welt. Dort gibt es immer wieder die Frage, ob man GUIDs verwenden sollte für verteilte Szenarien. Und die eindeutige Antwort ist meist: Ja, aber ...

Man sollte diese nicht blind als Primärschlüssel verwenden, da dieser sehr häufig mit dem Cluster Key gleichgesetzt wird. Damit würde man sich dann die GUID in jede Index-Zeile ziehen, da der Cluster Key ja immer (unsichtbar) dabei ist. Das bläht Non-Clustered Indexe unglaublich auf und hilft auch niemanden.

Immer dran denken, dass der SQL Server alles, was er liest (und scannt), im Hauptspeicher parken muss. Und dieser ist bei vielen Umgebungen meist ein Flaschenhals. Also GUIDs gern für verteilte Szenarien, aber sich im Klaren sein, dass das einen sehr merklichen Einfluss auf die spätere Performance einer Lösung haben kann.

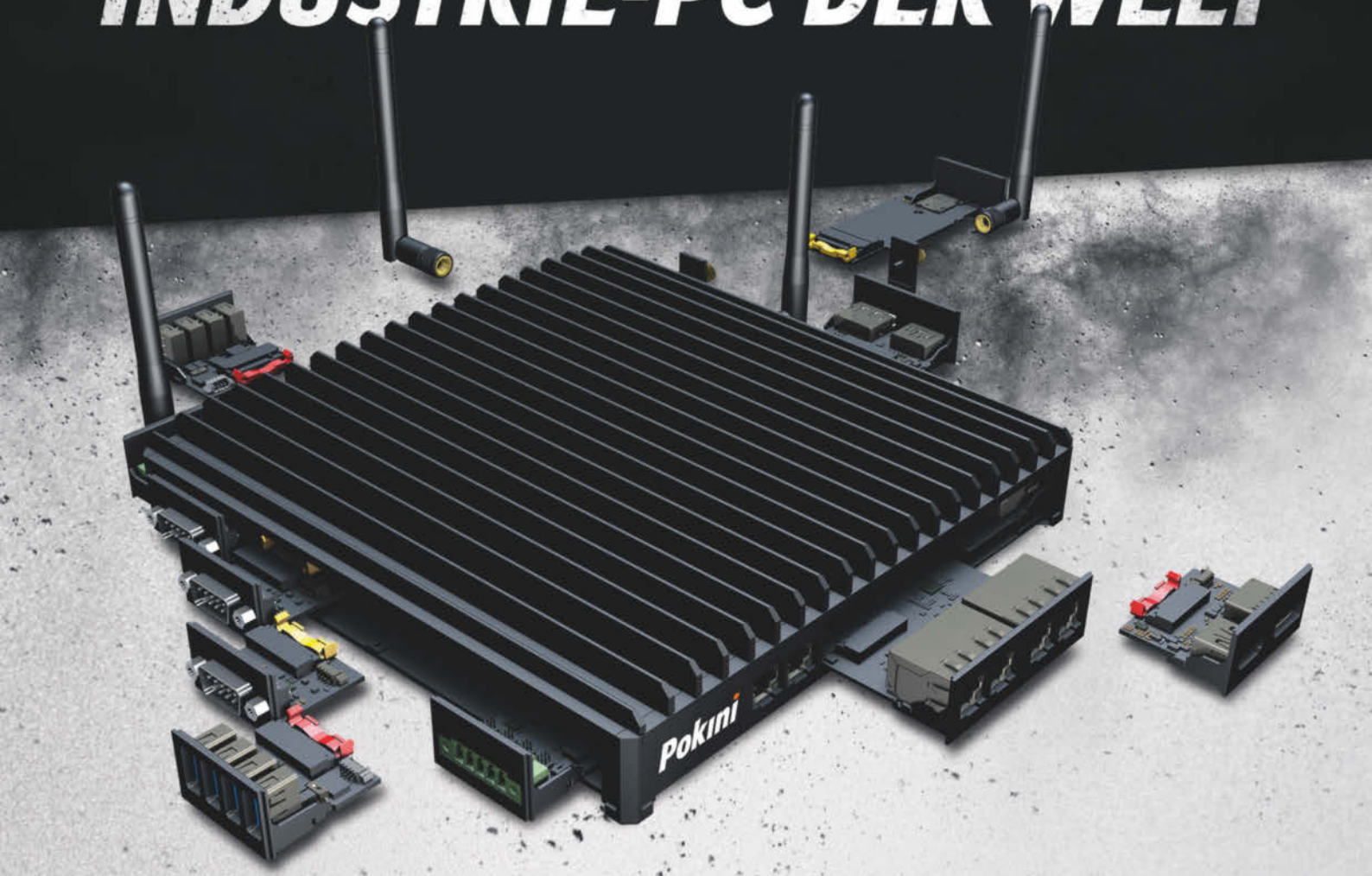
Sascha Lorenz

Fragen zu Artikeln

Mail-Adresse des Redakteurs am Ende des Artikels

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

DER FLEXIBELSTE INDUSTRIE-PC DER WELT



Was den *Pokini* Flex so einzigartig macht?



Jetzt mehr erfahren **www.pokini.de/flex**

Lassen Sie sich die **Vorteile** in einem kompakten **Produktvideo** von einem unserer Experten zeigen und lernen Sie die weitreichenden **Konfigurations- und Einsatzmöglichkeiten** des Pokini Flex kennen. Dieser IPC gehört zu den **weltweit flexibelsten** Plattformen in diesem Formfaktor.

Pokini ist eine Marke der EXTRA Computer GmbH · Brühlstraße 12 · 89537 Giengen-Sachsenhausen · www.extracomputer.de

Irrtum und Änderung vorbehalten. Nur solange der Vorrat reicht.

Linux loswerden

Linux-Distribution neben Windows installieren, c't 6/2022, S. 160

Interessant und wichtig wäre noch: Wie bekomme ich die neben Windows installierte Linux-Distribution unfallfrei wieder los? Das heißt: Grub wieder weg und nur noch Windows.

Werner Maurer

Löschen Sie über die Windows-Datenträgerverwaltung die Linux-Partition(en) und weisen Sie den frei gewordenen Speicher wieder Windows zu. Entfernen Sie im BIOS-Setup der UEFI-Firmware den Eintrag zu Ubuntu.

UEFI-Modus hat geholfen

Der Hinweis, für die Bootmenü-Auswahl den USB-Stick im UEFI-Modus auszuwählen, hat geholfen. Ich habe damit Linux Mint Mate auf einer externen SSD installiert mit drei Partitionen: EFI, System mit EXT4 und Swap. Den Bootloader wollte ich nicht auf meiner internen Windows-SSD haben und habe diesen in die EFI-Partition installieren lassen.

Damit hat zum ersten Mal eine Linux-Installation sauber geklappt. Vorher ohne UEFI-Modus hat immer das Installieren des Bootloaders entweder nicht geklappt oder merkwürdige Fehler verursacht, obwohl ein Neustart der externen SSD klappte.

John22

Wir freuen uns über Post

✉	**redaktion@ct.de**
💬	**c't Forum**
f	**c't Magazin**
🐦	**@ctmagazin**

Ausgewählte Zuschriften drucken wir ab. Bei Bedarf kürzen wir sinnwahrend.
Antworten sind kursiv gesetzt.

Anonyme Hinweise
https://heise.de/investigativ



Bild: Bored Ape Yacht Club

Sind NFTs wie dieser Adidas-Affe nur Spekulationsblase und Geldwäsche? Das vermuten jedenfalls viele c't-Leser.

Spekulationsblase

Wer vom NFT-Hype profitiert – und wer verliert, c't 5/2022, S.32

Man kann natürlich argumentieren, dass auch alte Briefmarken und viele andere Sammelgegenstände keinen oder kaum inhärenten Wert haben und trotzdem Geld dafür gezahlt wird, weil es nur auf den Markt ankommt.

Aber knapp 100 Millionen für ein paar Bits ohne klar definierte Rechte sind schon sehr siegessichere Anwärter für einen Ehrenplatz auf der Liste geplatzter Spekulationsblasen, vermutlich gemeinsam mit ihren Kryptowährungsverwandten.

Ich überlege noch, ob ich nicht doch zur Absicherung gegen eine Fehleinschätzung ein günstiges Exemplar in Second Life aufhängen sollte.

Siegfried Lenz

Geldwäsche

NFTs sind erfunden worden, weil sehr viele Kriminelle ihre Krypto-Coins waschen müssen. Warum sollte man sonst für ein hässliches computergeneriertes Affenbild, das jeder kopieren kann, Geld zahlen? Natürlich gibt es nun, da ein Markt entstanden ist, einige Knalltüten, die denken, dass sie hier Geschäfte machen können. Das ist dann das legale Rauschen, das die Kriminellen brauchen, um ihr Geld legal zu machen.

Don Karto

Vorsicht bei Nanostoffen

DNA-Maschinen und lebendige Zellknäuel in der Medizinforschung, c't 5/2022, S. 134

Die Möglichkeiten, im Erbgut des Lebens wie mit einem bunten Mix aus Lego-Bausteinen herumzuspielen, klingen aus technischer Sicht natürlich faszinierend. Man findet schier ungeahnte Möglichkeiten des Kombinierens, Modifizierens und Erschaffens vor.

In Bezug auf Lebewesen wie Mensch und Tier mahne ich jedoch zur Vorsicht, trotz oder gerade wegen aller Euphorie: Noch nie hat jemand die Wirkung von Nanostoffen im Körper ausreichend erforscht, zumindest erfährt man davon nichts in den üblichen Medien. Mein letzter Stand ist, dass sich Nanotechnologie im Körper anreichert und von körpereigenen Systemen wie dem Immunsystem nicht erkannt wird (weil sie viel zu klein dafür ist), wodurch unklar ist, was auf Dauer mit ihr geschieht.

Michael Schauberger

Ergänzungen & Berichtigungen

Mikro- statt Millisekunden

Raspi: Servos und Sensoren ansteuern, c't 6/2022, S. 28

Das Echo-Signal ist 604 Mikrosekunden breit, wie im Oszillogramm beschriftet, nicht Millisekunden, wie es in der Bildunterschrift steht.

Schein- statt Blindleistung

USVs schützen PCs vor Datenverlusten durch Stromausfall, c't 6/2022, S. 108

Die von den USV-Herstellern angegebene Leistung in Voltampere (VA) ist nicht die Blindleistung, sondern die Scheinleistung, die sich aus der nutzbaren Wirkleistung und der Blindleistung zusammensetzt.

Berliner Bibliotheken online

Ein Überblick über bekannte und exotische E-Book-Reader und Leseplattformen, c't 5/2022, S. 60

Anders als in der Tabelle dargestellt können Bürger sich in Berlin auch online beim Verbund der Öffentlichen Bibliotheken (VÖBB) anmelden.

1blu

Homepage Easy

12 .de-Domains inklusive



- Kostenlose SSL-Certs für alle Domains
- Webbaukasten
- Webkonferenzlösung
- 100 GB Webspace
- 1.000 E-Mail-Adressen
- 100 GB E-Mail-Speicher
- 100 MySQL-Datenbanken

DAUERPREIS

2,29

€/Monat*

Angebot noch bis Ende März 2022 gültig!
Preis gilt dauerhaft.

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

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



30. & 31.03.2022 im Rahmen der secIT im Hannover Congress Centrum

- Gehaltsspiegel IT – Was bin ich wert?
- Entscheidungen treffen – Wege aus dem Hadern und Zögern
- Wie Vorstellungsgespräche gewinnbringend für beide Seiten sein können
- Bewerbungs-Booster Social Media: Selbstvermarktung für Techies
- Kostenloser Lebenslauf-Check

Fach-konferenz & Recruiting-Messe

Registrieren Sie sich jetzt kostenlos!

www.it-job-kompakt.de

Organisiert von:

Heise Medien

UNSERE PARTNER

AIRBUS · DataGuard · G DATA TRUST IN GERMAN SICHERHEIT · IAV · Jobware ... da hab' ich den Job her! · R+V · RHEINMETALL · sepp.med Qualität sichert Erfolg · VHV GRUPPE



Weitere Schlagseiten auf ct.de/schlagseite

Krieg ohne Cyber

Diskrepanz zwischen erwarteten und tatsächlichen Cyberattacken im Ukraine-Krieg

Ende Februar marschierte Russland in die Ukraine ein. Die Vorhersagen, dass massive Cyberangriffe den Beginn der Invasion einleiten, haben sich nicht bestätigt. Wird die Bedrohung durch Cyberattacken überschätzt?

Von Keywan Tonekaboni

Russland hat seinen Krieg gegen die Ukraine weitestgehend konventionell begonnen, mit Raketenbeschüssen und einem Truppeneinmarsch. Die prognostizierten großflächigen Cyberattacken, die den vorrückenden Truppen einen strategischen Vorteil verschaffen sollten, blieben großteils aus und die kritische Infrastruktur in der Ukraine funktionierte in den ersten Tagen der Invasion offenbar. Vorhersagen, Russland könnte mit Cyberattacken die Kommunikation zwischen ukrainischer Regierung und Bevölkerung abschneiden, sind nicht eingetreten. Präsident Selenskyj und sein Stab inszenierten sich erfolgreich medial via Videoclips.

Zwar gab es Berichte über die Malware HermeticWiper, welche am Vorabend der Invasion auf ukrainischen Computern anfing, Daten zu löschen. Nach allem, was man bisher weiß, war die Auswirkung allerdings nicht sonderlich groß. Daneben fanden nur primitive DDoS-Attacken und Webseiten-Defacements statt, auch gegen russische Einrichtungen, die manche Medien mit ausgeklügelten Cyberattacken in einen Topf warfen.

Trotzdem bleibt die Sorge, der Krieg in der Ukraine könnte zu Cyberattacken auf IT-Systeme in der EU oder weltweit führen. So warnte das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) vor einer erhöhten Gefährdungslage. Zeitgleich mit der Invasion gab es beim Satellitennetzwerk KA-SAT einen Ausfall, wovon auch die Fernüberwachung von Tausenden Windenergieanlagen betroffen war. Laut Reuters vermutet Betreiber Viasat einen Cyberangriff. Es gibt zudem Befürchtungen, Russland könnte auf die verabschiedeten Sanktionen mit Cyberattacken als Gegenmaßnahme reagieren.

Hacktivismus

Russland wurde aber auch selbst Ziel von Cyberangriffen. Die ukrainische Regierung rief eine IT-Armee aus Freiwilligen aus. Auf einem Telegram-Kanal mit mehr als 250.000 Abonnenten wurden Ziele genannt, die wohl vorwiegend auch nur per DDoS angegriffen wurden. Auch das lose Hacking-Kollektiv Anonymous erklärte Russland den „Cyberkrieg“. Beides wird von diversen Experten kritisch gesehen und ist für Beteiligte nicht ungefährlich (siehe Interview). Außerdem lässt Russland diese Angriffe teilweise ins Leere laufen, indem es Aufrufe aus dem Ausland nicht oder nur verlangsamt bedient.

Die Cybergang Conti stellte sich dagegen auf die russische Seite, woraufhin ein offenbar darüber erzürntes Mitglied interne Chats und Daten der vergangenen Jahre veröffentlichte. Das dürfte für die zivile Cybersicherheit vermutlich bedeutender sein als für den Fortlauf des Konfliktes.

NBC News berichtete, in Washington überlege man, auf die russische Invasion mit Cyberattacken zu reagieren. Das wäre bemerkenswert, da US-Präsident Biden selbst davor gewarnt hatte, Cyberangriffe könnten zu einem Krieg eskalieren. Die Sprecherin des Weißen Hauses widersprach denn auch dem Bericht.

Überschätzte Cyberoperationen

Es gibt aber auch Zweifel, ob gezielte Attacken ohne Weiteres ausführbar sind oder die gewünschten Effekte hätten. „Es gibt eigentlich keine Cyberwaffen“, meint der Politikwissenschaftler Lennart Maschmeyer, der zu Cybersicherheit an der ETH Zürich forscht. „Die Idee ist zwar da, hat aber nichts damit zu tun, wie Cyberangriffe funktionieren.“

Im Unterschied zu klassischen Waffen seien Cyberwaffen auf Schwachstellen ihrer Ziele angewiesen und könnten nur den Schaden anrichten, den das angegriffene System selbst ermöglicht. „Die Mittel existieren nicht unabhängig von den Zielen“, betont Maschmeyer. Zudem beschränkt die Gefahr, den Zugang durch Updates oder Enttarnung zu verlieren, die Wahl des Einsatzzeitpunktes. Dadurch beeinflussen sich bei Cyberoperationen Geschwindigkeit, Intensität und Kontrolle gegenseitig negativ.

Auch der Begriff Cyberkrieg sei fehl am Platz, so Maschmeyer: „Cyberoperationen sind nicht-kriegerische Geheimdienstoperationen und folgen einer eigenen Logik, die mehr der Arbeitsweise von Spionen ähnelt.“ Der Wissenschaftler hat Cyberangriffe der letzten Jahre auf die Ukraine untersucht. Seiner Analyse nach sind deren Effekte geringer als angenommen. Eine Ausnahme bilde die Schadsoftware NotPetya, welche in der Ukraine und international erheblichen Schaden verursachte, aber auch Russland selbst traf.

Seine strategischen Ziele sah Russland mit Cyberoperationen wohl nicht erreichbar, wie nicht zuletzt der reale Krieg in der Ukraine zeigt. *(ktn@ct.de)* c't



Der ukrainische Minister für digitale Transformation, Mykhailo Fedorov, ruft auf Twitter zur Teilnahme an der IT-Armee auf.

„Eine zentralistische Cyberabwehr kann nicht alles schützen.“

Nach dem russischen Angriff auf die Ukraine fordern Sicherheitspolitiker verstärkt den Aufbau offensiver Cyberfähigkeiten in Deutschland. Dr. Sven Herpig, Themenfeldleiter für internationale Cybersicherheitspolitik bei der Stiftung Neue Verantwortung (SNV), plädiert dagegen im c’t-Interview eher für eine breite, zivile Cybersicherheit.



Bild: Sebastian Heise

Dr. Sven Herpig ist Experte für internationale Cybersicherheitspolitik.

c’t: Ukrainische Behörden haben Freiwillige in aller Welt aufgerufen, sich an Cyberattacken gegen Russland zu beteiligen. Halten Sie es für sinnvoll, dabei mitzumachen?

Dr. Sven Herpig: Nein. Natürlich könnten Freiwillige irgendwelche Ziele in Russland ärgern, aber das wird weit weg sein von kriegsentscheidend. Gleichzeitig ist es aus drei Gründen ziemlich gefährlich. Zum einen, weil sich die Personen, die sich daran beteiligen, selbst in das Fadenkreuz der Russen bringen. Zum anderen könnten einzelne dieser Operationen überhaupt nicht im Sinne der Ukraine sein oder auch die Bevölkerung in Russland treffen, die größtenteils nichts für diesen Konflikt kann.

Drittens: Solche freien Hacker dringen wahrscheinlich in Systeme ein, die wenig geschützt sind. Bei denen muss man davon ausgehen, dass zum Beispiel ukrainische oder westliche Nachrichtendienste bereits drin sind. So könnte die russische Seite erfahren, dass sie diese Systeme nicht ausreichend geschützt hat. Damit kann man indirekt die Zugänge von Nachrichtendiensten verbrennen, auf deren Seite man ja eigentlich steht.

c’t: Wie ist Deutschland in Bezug auf seine Cyberabwehr aufgestellt? In der Vergangenheit zeigten Cyberattacken von Kriminellen die Verwundbarkeit.

Herpig: Aktuell lautet die Frage, inwiefern die cyberkriminellen Gruppen, die vielleicht noch erbeutete, aber nicht abgearbeitete Zugänge in bestimmte Organisationen haben, diese priorisieren. Bei mehreren parallel auftretenden Vorfällen, zum Beispiel in Krankenhäusern, sind die staatlichen Ressourcen zur Unterstützung relativ schnell erschöpft.

c’t: Was müsste getan werden, um den Schutz zu verbessern?

Herpig: Ich denke, wir müssen subsidiär besser werden. Eine zentralistische Cyberabwehr kann nicht alles schützen. Man kann viel über Gesetzesänderungen sprechen oder über mehr Ressourcen für das BSI. Aber im Endeffekt müssen wir in der Breite besser werden. Wir brauchen mehr Mobile Incident Response Teams (MIRT), auch in den Bundesländern, die bei gleichzeitigen Vorfällen direkt vor Ort unterstützen. Auch im Bereich Kommunen müssen wir weitaus mehr tun.

c’t: Es gibt Stimmen, die fordern, die Bundeswehr zur bundesweiten Cyberabwehr einzusetzen.

Herpig: Ich bin der Meinung, dass eine zivile Cybersicherheit ausreichend ist. Die Bundeswehr soll ihre eigenen Systeme schützen, damit sind sie schon beschäftigt genug.

c’t: Warum sind Sie für eine zivile Cyberabwehr?

Herpig: Weil der zivile Bereich historisch gewachsen relativ stark aufgebaut ist. Er genießt mehr Vertrauen in der Breite der Organisationen, Firmen und der Bevölkerung. Aber auch, weil ein Großteil von Cyberoperationen nicht während eines Verteidigungsfalls stattfindet. Spionage, Sabotage, Überwachung und vor allem Cyberkriminalität sind alltägliches Geschäft. Ich halte es für völlig ungeeignet, das Militär daranzusetzen, wie es die USA teilweise machen. Das Militär ist nicht dazu da, um sich mit Cyberkriminellen herumzuschlagen oder Wirtschaftsspionage abzuwehren.

c’t: Wie bewerten Sie Forderungen danach, offensive Kapazitäten aufzubauen, also Cyberattacken oder Hackbacks?

Herpig: Für Cyberoperationen flankierend zu Auslandsmandaten gibt es schon eine Rechtsgrundlage. Der Bereich Hackback, also zum Beispiel das Degradieren von Fähigkeiten in ausländischen Netzen, ist ein komplexes Thema. Es kann Grenzfälle geben, wo eine offensive Cyberoperation vereinzelt zu einem temporären taktischen Erfolg führt. In fast allen Anwendungsfällen sind wir aber weitaus besser aufgestellt, wenn wir die wenigen vorhandenen Ressourcen, wie Fachkräfte, dafür einsetzen, um unsere Systeme abzusichern.

c’t: Brauchen wir offensive Cyberfähigkeiten nicht zumindest als Abschreckungspotenzial?

Herpig: Ich habe wenige bis keine Szenarien gesehen, wo Cyberoperationen abschreckende Wirkung haben. Gerade, wenn wir hier über eine Zeitenwende sprechen und Deutschland sich mit neustem Militär-Equipment ausstatten will. Das hat wahrscheinlich mehr abschreckende Wirkung, wenn man denn an Abschreckungstheorien glaubt. Die beste Abschreckung im Cyberraum bleibt weiterhin, dass die Gegner ihre taktischen Ziele nicht erreichen können. Und deswegen sollten wir auch daran arbeiten.

Der c’t-Speicher-Guide

Der optimale Massenspeicher für Ihre Anwendung: ein Leitfaden



Übersicht aktueller Speichermedien ..... **Seite 16**
SSD-Kaufberatung ..... **Seite 20**
SATA-Festplatten ..... **Seite 24**
USB-Speicher, (Micro)SD-Karten ..... **Seite 26**

Bild: Andreas Martini

Die SSD-Technik ist allgegenwärtig, aber Festplatten sterben nicht aus. Als externe und mobile Speichermedien stehen USB-Sticks, USB-Festplatten, USB- und Thunderbolt-SSDs sowie SD- und MicroSD-Karten zur Wahl. Unsere Entscheidungshilfe erklärt aktuelle Speichertechnik.

Von Christof Windeck

Solid-State Disks (SSD) haben sich durchgesetzt, weil sie schneller, kleiner, leichter und robuster sind als Festplatten. Notebooks mit Festplatten gibt es praktisch nicht mehr, in Desktop-PCs sind sie höchstens Beiwerk. Doch Platten sterben nicht etwa aus, sondern ziehen lediglich um: vom PC in ein USB-Gehäuse, ins NAS oder in die Cloud. Denn Platten speichern große Datenmengen noch immer viel billiger als SSDs und bleiben deshalb erste Wahl für Backup und Langzeitarchivierung. Flash-Speicher und Magnetfestplatten haben sehr verschiedene Eigenschaften und in beiden „Speicherwelten“ gibt es wiederum erhebliche Unterschiede zwischen Bauformen, Schnittstellen und Aufzeichnungsverfahren beziehungsweise Speichertypen. Daraus ergeben sich viele Fragen: Reicht als Bootmedium noch eine SATA-SSD oder muss es eine in der „Streifenbauform“ M.2 mit PCI Express sein? Wenn M.2, ist dann PCIe 4.0 spürbar schneller als PCIe 3.0? Braucht man einen SSD-Kühler? Wie ist es um die Haltbarkeit bestellt? Solche Fragen klärt der SSD-Berater auf Seite 20.

Um Festplatten geht es auf Seite 24: Was unterscheidet NAS-Laufwerke von solchen für Desktop-PCs? Welche Nachteile hat die Aufzeichnungstechnik Shingled Magnetic Recording (SMR)? Der Artikel auf Seite 26 wiederum liefert einen aktuellen Überblick über externe Massenspeicher: Was unterscheidet USB-Sticks von USB-SSDs? Für welche Anwendungen sind USB-Festplatten noch sinnvoll? Was sollte man beim Einkauf von SD- und MicroSD-Karten beachten? Was kann die Schnittstelle Thunderbolt besser als USB-C?

Im Verlauf der vergangenen 15 Jahre haben Solid-State Disks (auch Solid-State Drives genannt) Notebooks, Desktop-PCs und Server erobert. Die Bezeichnung „Solid State“ (unbeweglich) zeigt, worum es geht: SSDs speichern Daten in Halbleiterbauelementen, meistens in NAND-Flash-Speicherchips, statt auf rotierenden Magnetscheiben. SSDs sind nicht unbedingt in jeder Disziplin schneller als Festplatten: Bei vielen günstigen SSDs bricht die Datentransferrate bei sehr langen Schreibzugriffen stark ein. Bei typischer Nutzung von Notebooks und Desktop-PCs tritt dieser Fall allerdings kaum jemals ein, weil man nur sehr selten riesige Datenmassen von mehr als 20 GByte am Stück kopiert. Wichtiger sind bei PCs und Notebooks schnelles Lesen und kurze Zugriffszeiten, also niedrige Latenzen beim Zugriff auf kleine, zufällig verteilte Datenblöcke (Random Read). Statt einige hundert Ein-/Ausgabeoperationen pro Sekunde (IOPS) wie Festplatten schaffen SSDs mindestens mehrere zehntausend.

Flash statt Scheibe

Allerdings darf man den IOPS-Vergleich nicht auf die Spitze treiben, denn die höchsten Werte liefern SSDs erst bei vielen parallelen Zugriffen. Solche sind bei Servern typisch, bei PCs und Notebooks aber selten. Und deshalb wiederum spürt man am PC kaum einen Unterschied, ob eine SSD mit 20.000 oder 400.000 IOPS drinsteckt – Hauptsache, keine Festplatte! Bei manchen Spezialanwendungen kann es dennoch vorteilhaft sein, eine superschnelle PCIe-4.0-SSD in den PC zu stecken.

In Notebooks hat eine SSD den zusätzlichen Vorteil, dass sie anders als eine Festplatte unempfindlich gegen Stöße ist. SATA-SSDs mit 128 GByte Kapazität kosten mittlerweile weniger als 20 Euro und sind billiger als Festplatten. Anders sieht das bei hohen Kapazitäten von mehreren Terabyte aus: Dann kosten Festplatten deutlich weniger, siehe Tabelle auf Seite 18.

Platten als Datenhalden

Die große Mehrheit der PC-Käufer entscheidet sich mittlerweile für Notebooks, nur noch rund 20 Prozent wählen Desktop-PCs. Unter letzteren wiederum sind viele Mini-PCs, in die keine 3,5-Zoll-Festplatten passen. Weil es folglich kaum noch Nachfrage nach Desktop-PC-Laufwerken gibt, entwickeln die drei verbliebenen Plattenhersteller Seagate, Western Digital und Toshiba vor allem Platten für Cloud-Server und NAS. Dort wiederum zählt vor allem möglichst hohe Kapazität pro Euro



Klassische Festplatten mit rotierenden Magnetscheiben (unten) bieten gewaltige Speicherkapazität zum günstigsten Preis, doch eine M.2-SSD (rechts) und erst recht eine MicroSD-Karte sind schneller, leichter, robuster und sparsamer.



Festplatten sterben nicht aus, sie laufen nur anderswo: etwa im Netzwerkspeicher (NAS) statt im Notebook oder Desktop-PC.



Viele SSDs für Server haben Hotswap-taugliche Bauformen wie U.3: Das entspricht dem „dicken" 2,5-Zoll-Format mit 15 Millimetern Bauhöhe und einem SFF-8639-Stecker, der PCI Express und alternativ SATA oder SAS überträgt.

und Watt. Anders gesagt: Geschwindigkeit ist Nebensache, die holen sich Server von SSDs (siehe Textkasten auf Seite 19).

Die Nachfrage nach Festplatten schrumpft noch weiter, weil immer weniger Menschen ihre Daten selbst pflegen, sondern sie Clouddiensten anvertrauen: Microsoft One Drive, Apple iCloud, Google Drive, Dropbox und so weiter. Die wenigen noch lieferbaren 3,5-Zoll-Platten mit unter 4 TByte Kapazität sind meistens steinalte Designs, auch bei Notebookfestplatten (2,5 Zoll) gibt es kaum noch Fortschritte. Die niedrigsten Preise pro Terabyte Kapazität zahlt man bei Platten ab 6 TByte.

NAS und USB-Platten eignen sich prima als günstige Datenhalden fürs Backup. Denken Sie aber daran, mindestens zwei Sicherheitskopien anzufertigen, die möglichst getrennt vom PC lagern, damit sie für Verschlüsselungstrojaner unerreichbar sind. Wenn möglich sollte eine Kopie außerhalb Ihrer Wohnung lagern, etwa bei Verwandten, Freunden oder in einem Bankschließfach. So sind die Daten besser gegen Diebstahl, Brand und Hochwasser geschützt.

Als Archiv eignen sich Festplatten tendenziell besser als SSDs, weil bei letzteren nicht klar ist, wie lange sie Daten im stromlosen Zustand sicher speichern [1]. Die Hersteller machen dazu keine Angaben. Festplatten gelten als mindestens fünf Jahre lagerfähig, eher länger. Mehr zur Archivierung haben wir in [2, 3] zusammengestellt.

Geschwindigkeiten gängiger PC-Speichermedien

Datenträgertyp	max. gemessene Datentransferrate	IOPS QD1[1]	max. IOPS
	schreiben / lesen	schreiben / lesen	schreiben / lesen
M.2-SSD PCIe 4.0 x4	7,0 / 7,5 GByte/s	68 / 22 Tsd.	1250 / 1020 Tsd.
M.2-SSD PCIe 3.0 x4	2,9 / 3,6 GByte/s	53 / 18 Tsd.	390 / 500 Tsd.
USB-SSD mit USB 3.2 Gen 2	1,0 / 1,0 GByte/s	–	40 / 40 Tsd.
SATA-SSD	0,53 / 0,56 GByte/s	12 / 12 Tsd.	88 / 99 Tsd.
USB-SSD mit USB 3.2 Gen 1	0,48 / 0,48 GByte/s	–	25 / 25 Tsd.
SATA-Festplatte 7200 min^{-1}	0,25 / 0,25 GByte/s	0,8 / 0,8 Tsd.[2]	0,8 / 0,8 Tsd.[2]
MicroSD-Karte (UHS-I DDR208)	0,13 / 0,18 GByte/s	–	0,7 / 2,8 Tsd.

[1] Queue Depth 1: pro Adressierung ein einzelner Zugriff, also keine parallelen Zugriffe

[2] die meisten SATA-Platten liegen eher bei 150 bis 400 IOPS

Preisvergleich Massenspeicher

Datenträgertyp	Preis pro Gigabyte	Preisbeispiele					
		250 GByte	500 GByte	1 TByte	2 TByte	8 TByte	16 TByte
M.2-NVMe-SSD	ab 8 Cent	28 €	47 €	80 €	160 €	1.300 €	–
SATA-SSD (2,5")	ab 7 Cent	26 €	45 €	80 €	160 €	650 €	2.700 €
SATA-Festplatte	ab 1,6 Cent	18 €	25 €	35 €	50 €	195 €	280 €
USB-Festplatte	ab 1,6 Cent	35 €	40 €	43 €	56 €	155 €	310 €
USB-SSD	ab 9 Cent	45 €	65 €	95 €	185 €	2.200 €	–
SD-Karte	ab 8 Cent	23 €	60 €	270 €	800 €	–	–
MicroSD-Karte	ab 8 Cent	25 €	55 €	150 €	–	–	–
USB-Stick	ab 6 Cent	20 €	35 €	110 €	–	–	–

Preise: Stand Februar 2022

Need for Speed

Geschwindigkeit ist ein wichtiges Kaufkriterium bei Massenspeichern, muss aber im Kontext betrachtet werden. So nutzt eine superschnelle externe SSD nichts, wenn der interne Datenspeicher im Notebook, von dem kopiert werden soll, langsamer arbeitet. Wer seine Daten per WLAN aufs NAS kopiert, darf sich über eine gemächliche Gangart nicht wundern: Müssen sich Funkwellen durch ein paar Hausmauern kämpfen, sind Datentransferraten von 60 MByte/s schon sehr gute Werte. Noch ein weiteres Beispiel: Eine SD-Karte mit 100 MByte/s bringt nichts, wenn das Lesegerät per USB 2.0 angebunden ist.

Doch auch wenn es Ihnen nicht auf höchstmögliche Geschwindigkeit ankommt, sollten Sie beim Einkauf von Speichermedien auf konkrete Angaben zu Datentransferraten achten. Denn wenn der Hersteller die Geschwindigkeit eines Produktes nicht verraten möchte, ist es üblicherweise krötenlahm. Findet sich ein ordentliches Datenblatt, ist auch die Wahrscheinlichkeit einer Fälschung geringer; bei Handelsplattformen wie wish.com, joom.com, AliExpress und eBay wimmelt es nur so von gefälschten USB-Sticks und (Micro)SD-Karten, die Ihre wertvollen Daten vernichten, statt sie zu speichern. Unsere Preistabelle zeigt: USB-Sticks mit mehr als 1 TByte Kapazität gibt es nicht (mehr) und MicroSD-Karten noch nicht. Wenn Sie ein Angebot für einen 2-TByte-Stick sehen, handelt es sich mit hoher Wahrscheinlichkeit um eine Fälschung. Kaufen Sie daher nur bei seriösen Anbietern und prüfen Sie Speichermedien sofort nach Erhalt, etwa mit der Software H2testw (siehe ct.de/yg8r).

Sicherheit und Entsorgung

Notebooks und Smartphones werden häufiger gestohlen als Desktop-Rechner, die im (Heim-)Büro besser geschützt sind. Daher sollte man Mobilcomputer und Smartphones mit sicheren Passwörtern oder bio-

Serverspeicher

Servertechnik unterscheidet sich immer stärker von Komponenten für PCs und Notebooks. Denn die meisten Server werden für den Dauereinsatz in den Schränken (Racks) riesiger Cloudrechenzentren entwickelt. Das Angebot an Servern in PC-ähnlicher „Tower"-Bauform schrumpft; in Kleinfirmen und Heimbüros kommen eher NAS zum Einsatz.

Im Zuge dieser Veränderungen verschwinden klassische RAID-Hostadapter allmählich. NAS und Rackserver nutzen Storage-Software, um Redundanz und Geschwindigkeit zu verbessern. Dazu dienen Dateisysteme wie ZFS und btrfs und Storage-Software wie Ceph und VMware vSAN. Manche verteilen Daten dynamisch auf verschiedene Speichermedien: „kalte", also selten abgefragte Daten auf Festplatten, „heiße" Daten auf die schnellsten SSDs.

Für verschiedene Zugriffscharakteristiken gibt es angepasste SSD-Varianten, darunter besonders schreibfeste und teure sowie billigere für hauptsächlich lesende Zugriffe. Eine typische Spezifikation für hochbelastbare SSDs nennt fünf „Drive Writes per Day" (DWPD): Sie sind dafür ausgelegt, innerhalb einer fünfjährigen Garantiefrist täglich mit dem Fünffachen ihrer Kapazität überschrieben zu werden.

Viele Storage-Server haben Schnellwechselrahmen für den Austausch defekter Datenträger auch im laufenden Betrieb (Hotswapping). M.2-SSDs eignen sich dafür nicht, stattdessen aber Bauformen wie das 2,5-Zoll-Format U.3 oder das längliche „Linealformat" E.1. Im Einzelhandel sind derartige Spezialitäten immer seltener zu finden. Wer ein NAS oder einen Selbstbauserver mit einer robusten SSD bestücken möchte, kann sich an den „Endurance"-Angaben der Hersteller orientieren: Besonders schreibfeste Typen vertragen 1 Petabyte und mehr (1000 Terabytes Written, TBW).

metrischer Authentifizierung gegen unbefugten Zugriff schützen und die jeweiligen Datenträger verschlüsseln. Bei modernen Smartphones ist das Standard, bei Windows-Notebooks leider nicht. In den Pro-Versionen von Windows ist BitLocker als SSD-Verschlüsselung eingebaut, bei anderen Versionen lässt sich VeraCrypt (siehe ct.de/yg8r) nachrüsten. Apples macOS (FileVault) und Linux (LUKS) haben eingebaute Tools. Achtung: Notieren Sie Passwort und Wiederherstellungsschlüssel unbedingt auf Papier und verwahren Sie sie sicher, am besten auch eine Kopie an einem anderen Ort. Denken Sie an Backups!

Verschlüsselung ist auch bei USB-Sticks und Mobilfestplatten ratsam, weil sie leicht verloren gehen und in falsche Hände geraten können. Zum Verschlüsseln genügt kostenlose Software wie VeraCrypt oder 7-Zip (ct.de/yg8r). Falls Sie als Gewerbetreibender oder Freiberufler Kundendaten speichern, verpflichtet Sie die DSGVO zu einem „angemessenen Schutzniveau". Dazu sollten Sie Backup-Datenträger mit sensiblen Daten verschlüsseln oder im Tresor lagern.

Wenn Sie Datenträger ausmustern, um sie zu entsorgen oder zu verkaufen, müssen Sie sie vorher sicher löschen. Dazu genügt bei Festplatten einmaliges vollständiges Überschreiben, unter Windows etwa mit dem Programm `diskpart` und dessen Befehl `clean all` – aber es gibt auch andere Tools dafür, etwa das erwähnte H2testw. SSDs löschen Sie am besten mittels Secure Erase (Anleitung: ct.de/yg8r). Waren die Daten sicher verschlüsselt, so reicht es, das Schlüsselmaterial zu löschen, was viel schneller geht. Wiederum gelten bei gewerblicher Nutzung je nach Schutzwürdigkeit der Daten strengere Vorschriften bis hin zur Pflicht, Datenträger schreddern zu lassen. Dafür gibt es zertifizierte Dienstleister.

Medienwahl

Der Markt der Massenspeicher für Notebooks und Desktop-PCs verändert sich hin zur SSD; gängiges Bootmedium ist heutzutage ein M.2-Kärtchen. Die PCIe-3.0-Generation dominiert das Angebot und genügt für die meisten Ansprüche. Jenseits von 4 TByte gibt es kaum M.2-SSDs und nur wenige SATA-SSDs. Oberhalb von 8 TByte regiert die viel billigere Festplatte.

Die verschiedenen Flash-Speichermedien – interne und externe SSDs, USB-Sticks und Speicherkarten – werden noch viele Jahre gemeinsam mit klassischen Magnetfestplatten auf dem Markt sein. Je nach Anwendung eignet sich mal das eine, mal das andere Medium besser, wie die folgenden Artikel zeigen. Bei USB-Sticks und (Micro)SD-Karten tobt der Preiskampf – was ganz im Sinne der Käufer ist, die viel Speicherplatz für wenig Geld bekommen. *(ciw@ct.de)* c't

Literatur

[1] Tim Niggemeier, Vergesslicher Speicher, Flash-Grundlagen, Teil 2: Lebensdauer der Daten, c't 11/2021, S. 116

[2] Christof Windeck, Lange haltbar, Digitale Daten langfristig zuverlässig speichern, c't 22/2020, S. 60

[3] Lutz Labs, Stabile Magnetpartikelchen, Langzeitarchivierung mit Festplatten, c't 22/2020, S. 64

Tools und Infos: ***ct.de/yg8r***

Datentransferraten einiger (PC-)Schnittstellen

Schnittstelle	maximale Datentransferrate	Kopierzeit 4 GByte
RAM: 2 Kanäle DDR5-4800	76 GByte/s	0,05 s
PCIe 5.0 x16	64 GByte/s	0,06 s
RAM: 2 Kanäle DDR4-3200	50 GByte/s	0,08 s
PCIe 5.0 x4	16 GByte/s	0,25 s
PCIe 4.0 x4	8 GByte/s	0,5 s
PCIe 3.0 x4	4 GByte/s	1 s
Thunderbolt 4 (TB4)	4 GByte/s	1 s
USB 3.2 Gen 2x2	2 GByte/s	2 s
Ethernet 10 Gbit/s (10GbE)	1,1 GByte/s	3,6 s
USB 3.2 Gen 2	1 GByte/s	4 s
SATA 6G	500 MByte/s	8 s
USB 3.2 Gen 1 (USB 3.0)	450 MByte/s	9 s
Ethernet mit 2,5 Gbit/s (2.5GbE)	250 MByte/s	16 s
Wi-Fi 6 nah (950 Mbit/s)	120 MByte/s	33 s
Ethernet mit 1 Gbit/s (GbE)	110 MByte/s	36 s
Wi-Fi 6E 20 Meter durch Wände	60 MByte/s	67 s
USB 2.0 Highspeed	45 MByte/s	89 s
Ethernet 100 Mbit/s (DSL100)	11 MByte/s	364 s
DSL50	6 MByte/s	666 s



Bild: Andreas Martini

Schnell, aber richtig

Kaufberatung und Auswahlhilfe für SSDs

Mit dem Wunsch nach einer neuen SSD kommen die Fragen: SATA oder NVMe? TLC oder QLC? Muss die SSD eigenen DRAM haben oder reicht SLC-Cache? Was ist wichtiger: IOPS oder MByte/s? Und überhaupt: Was bedeutet das alles? Ein Leitfaden für die SSD-Wahl.

Von Benjamin Kraft

Wer heute einen Computer kauft, zusammenstellt oder nachrüstet, greift fürs System-„Laufwerk“ in der Regel zur SSD. Der Flash-Speicher ist viel schneller als eine Festplatte und wirkt für ältere Systeme wie eine Frischzellenkur. Meist liegt der Blick dabei auf den hohen Transferraten bei sequenziellen Zugriffen, doch das eigentliche Geheimnis der Flash-Beschleunigung liegt in der Geschwindigkeit, mit der wahlfreie Zugriffe bedient werden, gemessen in IOPS (Input/Output operations per Second, Ein-/Ausgabeoperationen pro Sekunde).

Gute SATA-SSDs kommen auf Werte bis 100.000 IOPS, Festplatten schaffen nur ein paar Hundert. Das ist der Grund für einen schnellen Windows-Start: Dabei werden Hunderte kleiner Dateien geladen. Festplatten müssen dafür die Schreib-Leseköpfe an die passende Stelle bringen, was Zeit kostet. SSDs greifen hingegen mit winzigen Latenzen auf die in ihren NAND-Flashzellen gespeicherten Daten zu und werden sogar noch schneller, wenn mehrere Aufträge gleichzeitig anstehen.

Format und Anschluss

SSDs gibt es in verschiedenen Bauformen mit unterschiedlichen Anschlüssen. Die älteste und am weitesten verbreitete Bauform ist das 2,5-Zoll-Gehäuse mit SATA-Anschluss, bekannt von der klassischen Notebookfestplatte. Für Aus- und Aufrüster ist sie immer noch die erste Wahl, weil dafür beinahe alle Desktop-PCs und viele ältere Notebooks Anschlüsse und Einschübe haben. Die maximale Datenübertragungsrate der seit über zehn Jahren aktuellen SATA-6G-Schnittstelle (alias SATA III) liegt in der Praxis bei rund 550 MByte/s.

Schneller sind Laufwerke für die PCIe-Schnittstelle, die fast ausschließlich das NVMe-Protokoll verwenden (Non-volatile Memory Express). Die meisten NVMe-SSDs haben das M.2-Format und sehen aus wie übergroße Kaugummistreifen. Angenehmer Nebeneffekt der Bauform: Anders

als bei 2,5-Zoll-Laufwerken muss man für M.2-SSDs weder Strom- noch SATA-Kabel durchs Gehäuse legen. Inzwischen kosten günstige NVMe-SSDs ähnlich viel wie SATA-Modelle gleicher Kapazität, übertreffen diese aber bei der Geschwindigkeit.

M.2-Speicherkärtchen gibt es in verschiedenen Größen, deren Formatbezeichnung sich aus der Breite und der Länge ableitet. Gebräuchlich sind 2280-SSDs, die 22 Millimeter breit und 80 Millimeter lang sind. Moderne PC-Mainboards haben mindestens einen M.2-Steckplatz, der durch eine versetzbare Schraubhülse flexibel ausgelegt ist und so nicht nur das Format 2280, sondern auch die Varianten 2242, 2260 und – seltener – 22110 aufnimmt. Sie müssen beim Einkauf also auf die passende Länge achten.

Am M.2-Slot liegen meist vier PCIe-Lanes an, die Generation hängt von der CPU ab. Vier PCIe-3.0-Lanes ermöglichen eine theoretische Datenübertragungsrate von 4 GByte/s, mit PCIe 4.0 steigt das Limit auf knapp 8 GByte/s – und an dem kratzen bereits erste Modelle wie die Seagate FireCuda 530, die Daten mit 7,5 GByte/s liest und mit 7 GByte/s schreibt [1]. Auch die Geschwindigkeit beim Zugriff auf zufällige Adressen bewegt sich bei High-End-SSDs in ganz anderen Dimensionen als bei SATA-SSDs: Corsairs MP600 Pro erreicht laut unseren Messungen enorme 1,25 Millionen IOPS [2].

Allerdings sollte man diese Zahlen nicht überbewerten: SSDs können ihr volles IOPS-Potenzial erst bei vielen gleichzeitigen Zugriffen ausspielen, etwa bei einer Queue-Depth von 32, also bei 32 gleichzeitig ausstehenden Anfragen. Im Windows-Alltag kommt man laut Messungen von Intel aber selten über eine Queue-Depth von 2 oder 3 hinaus [3]. Das gilt selbst beim Systemstart oder beim Laden eines Spielelevels. Die Ergebnisse des Benchmarks BAPCo SYSmark, der den Rechner einen Testparcours mit echten Anwendungen (unter anderem Office und Videoschnitt) durchlaufen lässt, legen nahe: Hauptsache SSD, welche ist sekundär (siehe Diagramm rechts). Für die meisten Heim-PCs und selbst für anspruchsvolle Gamer ist eine High-End-SSD daher kompletter Overkill.

Achtung: Ältere Mainboards können nicht von PCIe-SSDs booten – bei Intel gelingt das beispielsweise erst ab dem Z170-Chipsatz. Außerdem ist der zweite M.2-Slot – sofern vorhanden – bei vielen Mainboards am Chipsatz angebunden, dessen PCIe-Generation oft jener der CPU hinterherhinkt. Dadurch verringern sich Durchsatz und IOPS. Zudem ist er bei manchen Billigmainboards nur mit zwei PCIe-Lanes beschaltet, was die theoretische Geschwindigkeit nochmals halbiert. Außer bei großen Datentransfers macht sich selbst diese vergleichsweise langsame Anbindung in der Praxis bei Programmstarts oder beim Booten kaum bemerkbar.

Eine eindeutige Zuordnung von Bauform und Anschluss ist übrigens nicht möglich. Beispielsweise gibt es auch SATA-SSDs für den M.2-Slot. Welche SSD-Typen der M.2-Steckplatz Ihres Mainboards unterstützt, verrät das Handbuch. Zudem sind die NVMe- und SATA-SSDs nicht nur elektrisch, sondern auch mechanisch zueinander inkompatibel: Aktuelle NVMe-SSDs mit vier PCIe-Lanes haben eine Kerbe an der Anschlussleiste, SATA-SSDs zwei. Bei einigen Mainboards schalten sich ein oder zwei SATA-Anschlüsse ab, wenn man eine M.2-SSD verwendet.

NVMe-SSDs gibt es indes auch als PCIe-Steckkarten mit x4-, x8- oder x16-Anschluss. Sie sind aber meist unverhältnismäßig teuer und nur für Nischenanwendungen interessant, beispielsweise um auf einem PCIe-3.0-System via x8-Anschluss die Geschwindigkeit einer M.2-SSD mit PCIe 4.0 x4 zu erzielen. Das inzwischen ausgestorbene mSATA und die für Server und Workstations gedachten Formate U.2 und U.3 spielen auf dem Desktop keine Rolle.

MLC, TLC, QLC?

Die ersten SSDs speicherten pro NAND-Zelle ein Bit (Single Level Cell, SLC). Um die Speicherdichte zu erhöhen und die Produktionskosten zu senken, entwickelten die Flash-Hersteller Zellen, die immer mehr Bits fassen. Die Kehrseite der zunehmenden Verdichtung ist allerdings, dass die einzelnen Zellen langsamer arbeiten und weniger Schreibzyklen vertragen. Zur Haltbarkeit gleich mehr. Vereinfacht gesagt: Je mehr Bits pro Zelle gespeichert werden, desto geringer die Geschwindigkeit. Das gilt aber nur, wenn man die einzelne Zelle betrachtet, denn mit zahlreichen Tricks holen die SSD-Controller auch aus langsameren und weniger robusten Zellen hohe Geschwindigkeit und lange Lebensdauer heraus. Beispielsweise wird bei 3D-NAND der Speicher in mehreren Lagen gestapelt. Obwohl sich damit die Speicherdichte erhöht, ist er robuster und schneller als 2D-NAND. Je mehr Lagen, desto schneller ist der Speicher. Die neuesten Chips haben über 100 solcher Flash-Schichten.

MLC-NAND (Multi Level Cell) mit zwei Bits pro Zelle nutzen inzwischen nur noch einstige High-End-SSDs wie Samsungs SSD 970 Pro, bei neuen Modellen spielt die Technik keine Rolle mehr. Im Großteil der aktuell verkauften SSDs vom Einsteigermodell bis zur PCIe-4.0-Rakete steckt TLC-NAND (Triple Level Cell) mit drei Bits pro Zelle.

QLC-NAND (Quadruple Level Cell) mit vier Bits je Zelle kommt bisher in SSDs zum Einsatz, wo hohe Kapazität bei niedrigem Preis wichtiger ist als maximale (Schreib-)Geschwindigkeit. Bekannte Vertreter sind die SATA-SSDs Crucial BX500 und Samsung SSD 870 QVO sowie die NVMe-Modelle Crucial P1 und Samsung SSD 980. Ärgerlich: Viele Hersteller geben nicht an, welchen Flash-Typ ihre SSDs verwenden. Zuletzt gab es häufiger Fälle, bei denen sie den Controller oder den Speicher einer SSD-Familie tauschten, ohne die Produktbezeichnung zu ändern.

Cache is King

Um aus vergleichsweise langsamen Flash-Zellen hohe Geschwindigkeit zu kitzeln, setzt man einen Controller mit mehreren Kanälen ein, der also mehrere Flash-Chips parallel ansteuert. Daher auch die besseren IOPS-Zahlen bei parallelen Zugriffen. Bessere und teurere SSDs haben einen DRAM-Cache zur Beschleunigung, billige nutzen einen Teil des Hauptspeichers. Unabhängig davon verwenden alle modernen SSDs einen Teil der verfügbaren Flash-

Performancemessungen

	Systemstart[1] [s]	Final Fantasy XIV (level loading) [s]	SYSmark 25 [Punkte]	IOPS (4K/QD 4)
	◀ besser	◀ besser	besser ▶	besser ▶
Seagate IronWolf Pro (20 TB, SATA-HDD)	42	25,2	1611	395
Crucial MX 500 (500 GByte, SATA-SSD)	15,5	13,8	1823	22400
Samsung SSD 980 Pro (1 GByte, PCIe 2.0 x4)	15,3	11,96	1875	53100
Samsung SSD 980 Pro (1 GByte, PCIe 4.0 x4)	14	10,85	1875	87300

Testsystem: Intel Core i5-12400, 16 GByte DDR4-3200, Windows 11 (64 Bit)

[1] vom Einschalten bis zum Windows-Desktop



SATA-SSDs im 2,5-Zoll-Format (rechts) passen in praktisch jeden PC. Von ihnen gibt es auch Varianten für den M.2-Steckplatz (links), die aber nicht so schnell wie NVMe-SSDs sind und nicht auf jedem Board funktionieren. Steckkarten-SSDs für den PCIe-Slot (oben) lohnen sich nur für Spezialanwendungen.

Kapazität als Zwischenspeicher, der sich wie schnelle SLC-Zellen verhält und mit den im Datenblatt genannten hohen Geschwindigkeiten schreibt – man spricht vom (Pseudo-)SLC-Cache. Im Hintergrund schreibt der Controller die Daten in andere, langsamere Speicherbereiche und schaufelt den Cache wieder frei. Bei sehr langen, kontinuierlichen Schreibzugriffen klappt das nicht, die Schreibrate sackt ab. Besonders lahme QLC-SSDs fallen sogar unter das Niveau von Notebookfestplatten. In der Praxis passiert das extrem selten, weil man dazu je nach SSD mehr als 20 oder gar 150 GByte am Stück und mit maximaler Geschwindigkeit schreiben müsste.

Je nach SSD hat der SLC-Cache eine feste Größe oder nimmt einen dynamischen Anteil der Gesamtkapazität ein. Die 500-GByte-Version von Crucials QLC-SSD P1 hat beispielsweise 5 GByte festen SLC-Cache und zweigt je nach Füllungsgrad der SSD bis zu 14 Prozent der Laufwerkskapazität zusätzlich ab. Verschiebt man zum Beispiel beim Umzug von einer Festplatte die prall gefüllte Spielebibliothek auf die P1, schreibt sie die ersten rund 75 GByte mit etwa 1,7 GByte/s, danach nur noch mit 60 bis 80 MByte/s. Bei der 1-TByte-Version wächst der Cache auf 140 GByte. Western Digital gibt sich bei der WD Blue SN570 knausriger: Die 1-TByte-Version hat nur rund 12 GByte SLC-Cache, schreibt aber auch im TLC-Modus immerhin mit knapp 600 MByte/s. Wer zu den sehr wenigen PC-Nutzern gehört, die häufig gigantische Datenmassen auf die SSD schreiben, sollte eine mit TLC-Flash nehmen.

Weil NVMe-SSDs so rasend schnell sind, schreiben und lesen sie riesige Datenmengen in kurzer Zeit: Bei 6 GByte/s lässt sich eine 1-TByte-SSD in weniger als 3 Minuten komplett auslesen. Deshalb wiederum bringen Kühlkörper auf M.2-SSDs wenig: Zugriffe dauern kaum jemals so lange, dass sich die SSD übermäßig erhitzen und deshalb drosseln würde.

Lebenserwartung: TBW und DWPD

Weil die einzelnen Flash-Zellen immer kleinere Strukturen haben, sinkt ihre theoretische Lebenserwartung. Allerdings haben SSDs als Ganzes betrachtet auch immer mehr Speicherzellen. Durch das sogenannte Wear Leveling verteilt der Controller Schreibzugriffe auf möglichst viele Zellen, zudem gibt es Reservezellen. Dadurch erreichen SSDs eine für die Praxis mehr als ausreichende Haltbarkeit. Nur wer außergewöhnlich viele Daten schreiben möchte, sollte eine SSD mit besonders großer Schreibfestigkeit kaufen.

Für die theoretische Lebenserwartung haben sich zwei Kenngrößen durchgesetzt: Die Endurance, angegeben in Terabytes Written (TBW), steht für die Mindestschreibmenge, die ein bestimmtes Laufwerk aushalten soll und bei der die geschriebenen Daten für eine definierte Zeit lesbar bleiben [4]. Aus den TBW und der Garantiezeit errechnen sich die DWPD (Drive Writes Per Day), also wie oft eine SSD während der Garantiezeit pro Tag theoretisch vollgeschrieben werden dürfte. Wer sich an Autogarantien nach dem Schema „10 Jahre oder 100.000 Kilometer“ erinnert fühlt – genau so.

Crucial gibt für seine QLC-SSD P1 mit 500 GByte beispielsweise 100 TBW an. Microsoft geht bei einem typischen Windows-PC von einer durchschnittlichen Schreiblast von 20 bis 30 GByte pro Tag aus. Nähme man großzügige 40 GByte pro Tag (inklusive Wochenenden) an, käme man nach einem Jahr auf nicht einmal 15 Terabyte (40 × 365 = 14.600). Bevor die 6,7 Jahre rum sind, bis man diese Grenze erreicht, ist vermutlich eh eine größere SSD fällig. Neuere QLC-Modelle wie Crucials P2 oder Samsungs SSD 980 haben bei gleicher Kapazität eine höhere Endurance von 150 respektive 300 TBW.

Für die DWPD lautet die Formel TBW × 1000 ÷ 365 Tage × Garantiejahre × Kapazität in GByte. Für Crucials P1 mit ihren 100 TBW und fünfjähriger Garantie errechnen sich daraus etwa 0,11 DWPD, also 11 Prozent der Laufwerkskapazität pro Tag und damit 55 GByte. Wer täglich mehr GBytes schreibt, sollte zu einer TLC-SSD greifen oder sich für Spezialanwendungen bei Workstation-SSDs umsehen.

Zusammenfassung

Zwar zeigen Benchmarks in manchen Szenarien enorme Unterschiede, doch in der Praxis merkt man sehr selten, ob nun eine SATA- oder ein NVMe-SSD im Rechner steckt. Selbst wenn man eine schnelle PCIe-4.0-SSD nur mit PCIe 2.0 anspricht, ändert sich wenig. Die Kaufentscheidung sollte man an der Kapazität, der Bauform und dem Preis festmachen. Der verwendete Flash-Speicher spielt in der Regel nur eine untergeordnete Rolle.

Spezialanwendungen können hingegen durchaus von leistungsfähigeren SSDs profitieren. Hohe IOPS-Werte nützen beispielsweise Datenbanken und gemeinsam genutzten Medien im Server oder im NAS; für beides gibt es aber spezialisierte SSDs. Und wer unkomprimiertes 8K-Filmmaterial in Echtzeit speichert und bearbeitet oder regelmäßig gigabyteweise Daten am Stück schreibt, freut sich über dauerhaft hohe Raten beim sequenziellen Schreiben. *(bkr@ct.de)* **ct**

Literatur

[1] Lutz Labs, Mehr Vielfalt, Sechs SSDs mit PCIe 3.0 und 4.0 sowie TLC- und QLC-Speicher, c't 8/2021, S. 84
[2] Lutz Labs, Zweieiige Drillinge, Drei SSDs mit PCIe 3.0 und PCIe 4.0, c't 22/2021, S. 110
[3] Lutz Labs, Test: Intel Optane SSD 800P arbeitet schneller als angegeben, https://www.heise.de/-4030913.html
[4] Tim Niggemeier, Vergesslicher Speicher, Flash-Grundlagen, Teil 2: Lebensdauer der Daten, c't 11/2021, S. 116



Und wie zukunftsfähig ist Ihre IT?
Sie haben es in der Hand. Wir machen es möglich.

- Mehr Flexibilität mit der passenden Cloud Infrastruktur
- 24 x 7 Verfügbarkeit für Anwendungen und Daten
- Mehr Effizienz mit ERP-, BI- und ECM-Lösungen
- Echte Entlastung durch Kubernetes und Managed Services

cronon.net/shift-happens
shift@cronon.net

Cronon

Massenspeicher

Grundlagenwissen zu Festplatten und warum man sie immer noch braucht



Bild: Andreas Martini

Für große Datenmengen bleiben Festplatten auf absehbare Zeit unverzichtbar. Wir klären, welches Modell sich für welchen Zweck am besten eignet, und beschreiben die wichtigsten technischen Begriffe.

Von Lutz Labs

Die Zeit der Festplatten ist noch längst nicht abgelaufen, ganz im Gegenteil: Bis 2025 sollen Laufwerke mit 30 oder 40 Terabyte Kapazität auf den Markt kommen, einige Jahre später sollen es sogar 100 TByte sein. Denn da, wo wirklich viel Speicherplatz benötigt wird – beispielsweise bei Facebook, Google und Amazon, also in den großen Rechenzentren –, kommen auch in naher Zukunft keine SSDs zum Einsatz, sondern Festplatten. Die SSD-Hersteller könnten gar nicht ausreichend viele SSDs bauen, um deren Bedarf zu befriedigen, von den deutlich höheren Kosten einmal ganz abgesehen.

Im privaten Umfeld hingegen gibt es immer weniger Anwendungsbereiche für die rotierenden Datenträger, aber diese drei bleiben: Massenspeicher im Desktop, Massenspeicher im NAS und USB-Platte für das Backup. Für jeden dieser Bereiche haben die Hersteller – mittlerweile sind das nur noch Seagate, Toshiba und Western Digital – spezielle Laufwerke im Programm. In diesem Artikel geht es um die internen Festplatten, die USB-Platten haben wir den mobilen Massenspeichern ab Seite 26 zugeordnet.

Festplatten funktionieren prinzipiell immer noch genauso wie vor 60 Jahren: Ein auf einer Achse befestigter Arm mit einem Schreib-Lese-Kopf wird so über eine rotierende Magnetscheibe (Platter) bewegt, dass er jede Spur erreichen kann. Dort kann der Kopf entweder ein paar Magnetpartikel magnetisieren oder deren Magnetisierung lesen.

Seitdem haben die Techniker die Mechanik verfeinert und die Elektronik verbessert, damit sie möglichst viele Bits auf der zur Verfügung stehenden Fläche speichern können. In den vergangenen zehn Jahren ist etwa die maximale Kapazität einer einzelnen 3,5-Zoll-Festplatte von 4 auf 20 TByte gestiegen, Seagate liefert gar aktuell Prototypen der ersten 22-TByte-Festplatten an ausgewählte Kunden aus.

Mehr Kapazität

Einige der kapazitätssteigernden Tricks im Schnelldurchlauf: 2013 stellte Western Digital unter dem Label der damaligen Tochter HGST die erste heliumgefüllte Festplatte vor. Das Edelgas verringert die Luftreibung und erlaubt damit dünnere Scheiben, was den Einbau zusätzlicher Scheiben ermöglicht. Das steigert auf recht einfache



Festplatten sieht man auf den ersten Blick nicht an, für welchen Zweck sie spezifiziert wurden. In diesem Bild versammeln sich Modelle für den Desktop und den Einsatz im Netzwerkspeicher.

Weise die Kapazität, zudem sinkt die Leistungsaufnahme. Shingled Magnetic Recording (SMR) folgte kurz danach in der ersten 8-TByte-Festplatte von Seagate. Dabei lässt der Schreibkopf keine Lücke zwischen einzelnen Spuren, sondern überschreibt einen Teil der gerade geschriebenen Spur, die damit schmaler wird – und so passen mehr Spuren auf die Scheibe. Für den Lesekopf sind die resultierenden Spuren ausreichend breit. Für Archiv-Laufwerke funktioniert das gut, bei häufig wechselnden Inhalten sollte man besser zu einer Platte mit konventioneller Aufzeichnungstechnik (CMR, Conventional Magnetic Recording) greifen.

Gegen das schwächere Magnetfeld der schmaleren Spuren setzen die Hersteller seit etwa drei Jahren auf einen oder sogar zwei zusätzliche Leseköpfe. Diese Two Dimensional Magnetic Recording (TDMR) genannte Technik eliminiert Signale der nebenliegenden Spuren und verstärkt so das gesuchte Signal. Zusätzlich verfeinerten die Hersteller das verwendete Magnetmaterial immer weiter. Bei rund 20 TByte Plattenkapazität ist jedoch Schluss mit der konventionellen Technik. Bei diesen Laufwerksgrößen sind schon fast alle Tricks vereint, mittlerweile ist die Scheibenanzahl auf zehn gestiegen, die Dicke einer einzelnen Scheibe liegt bei nur noch rund 0,5 Millimeter.

Noch mehr Kapazität ist möglich, dazu aber brauchen die Schreibköpfe Unterstützung durch eine zusätzliche Energiequelle. Toshiba und Western Digital setzen für Kapazitäten bis etwa 40 TByte auf die Hilfe von im Kopf eingebauten Mikrowellensendern (Microwave Assisted Magnetic Recording, MAMR), Seagate nutzt Laserdioden (Heat Assisted Magne-

tic Recording, HAMR) und will damit Laufwerke bis zu 100 TByte bauen – im Jahr 2030 oder so.

Beim Rennen um immer höhere Kapazitäten stehen vor allem die Anforderungen der Rechenzentren im Vordergrund, die einen unermesslichen Bedarf an möglichst billigem Massenspeicher haben. Die Entwicklungen fließen im Lauf der Zeit jedoch auch in die günstigeren Modelle für Privatleute ein.

Datensicherheit

Bei den immer höheren Kapazitäten auf gleichem Raum stellt sich die Frage nach der Datensicherheit. Die Hersteller spezifizieren für Festplatten eine Zeit bis zum Ausfall (MTTF, Mean Time To Failure) zwischen 600.000 und 2,5 Millionen Stunden. Umgerechnet entspricht das einem Ausfall von 1,45 bis 0,35 Prozent aller Laufwerke gleichen Typs in einem Jahr (Annualized Failure Rate, AFR). In der Praxis liegt die Wahrscheinlichkeit für Defekte deutlich höher, also bei bis zu 5 Prozent pro Jahr.

Fehlerfrei sind Festplatten aber auch im laufenden Betrieb nicht. Die schwachen Signale der Leseköpfe liefern gelegentlich falsche Werte – zu Lesefehlern führt das dank ausgefeilter Fehlerkorrektur jedoch extrem selten. Dennoch spezifizieren die Hersteller auch eine maximale Anzahl nicht-korrigierbarer Fehler, die bei Desktop-Festplatten meistens im Bereich 1 Fehler pro 10^{14} gelesener Bits liegt, bei NAS- und Servermodellen eine Zehnerpotenz besser. Dennoch bedeutet diese Angabe nicht, dass beim Kopieren von 10 TByte sicher ein Fehler auftreten wird, denn auch diese Angabe ist nur ein statistischer Vergleichswert. Vieles deutet darauf hin, dass Lesefehler in der Praxis wesentlich seltener eintreten.

Desktop-Festplatten

Laufwerke für den Einsatz als Massenspeicher im PC haben alle drei Hersteller im Portfolio, doch die Modellvielfalt sinkt: Ende vergangenen Jahres hat Seagate seine Barracuda-Pro-Serie abgekündigt, Desktop-Festplatten oberhalb von 8 TByte gibt es seitdem in Deutschland von Seagate nicht mehr. Da die Pro-Modelle etwa in den USA jedoch noch erhältlich sind, finden auch einige den Weg auf den deutschen Markt; vor allem das Modell mit 10 TByte ist bei diversen Händlern gelistet. Die einfache Barracuda arbeitet mit Shingled Magnetic Recording, die Kapazitäten reichen von 2 bis 8 TByte. Im Vergleich war das 8-TByte-Modell etwas laut, brauchte aber wenig Strom [1].

Bei Western Digital enden die Desktop-Laufwerke bei 10 TByte mit der schnellen, aber auch lauten Black, die langsamere Blue hat maximal 6 TByte. Bei der Blue muss man zudem aufpassen, denn die meisten Kapazitäten gibt es in verschiedenen Versionen: mit SMR- und mit CMR-Aufzeichnung.

Toshiba ist der einzige Festplattenhersteller, der auch heliumgefüllte Modelle für den Einsatz im Desktop-PC anbietet: Ein 18-TByte-Modell ist angekündigt, aber noch nicht lieferbar. Die Festplatten aus der X300-Reihe sind dank CMR-Aufzeichnung flott, die Laufwerke aus der langsameren P300-Serie arbeiten zum Teil mit SMR-Aufzeichnung. Toshibas E300-Serie ist mit maximal 3 TByte Speicherkapazität erhältlich; Kapazitäten in diesem Bereich lassen sich unter Umständen besser mit einer größeren SSD abdecken.

Die schnelleren Modelle der Hersteller sind typischerweise lauter als ihre langsameren Geschwister – das folgt aus der höheren Drehzahl, denn die Pro-Modelle rotieren meistens mit 7200 Umdrehungen pro Minute, die günstigeren mit nur 5400 Umdrehungen pro Minute. Vorsicht: Viele Einzelhändler verkaufen Festplatten ohne Herstellergarantie, also nur mit gesetzlicher Gewährleistung.

NAS-Festplatten

Im mechanischen Aufbau unterscheiden sich NAS-Festplatten nur wenig von Desktop-Festplatten. Aber ihre Firmware ist stärker für den gleichzeitigen Zugriff mehrerer Nutzer sowie für RAID optimiert. Einige NAS-Platten haben Sensoren zur Erkennung von Vibrationen benachbarter Festplatten; damit kann die Firmware etwa die eigenen Spuren trotz der Störungen schnell und genau ansteuern.

Die Übersicht über die verschiedenen Reihen der Hersteller ist anders kompliziert als bei den Desktop-Festplatten. Toshiba hat die N300, Seagate die Ironwolf und die bessere Ironwolf Pro – so weit, so einfach. Bei Western Digital aber besteht die Red-Reihe seit dem Verwirrspiel um nicht kommuniziertes SMR in den einfachen NAS-Laufwerken [2] aus drei Modellen: WD Red mit Kapazitäten zwischen 2 und 6 TByte und SMR-Aufzeichnung, WD Red Plus mit bis zu 14 TByte und CMR-Aufzeichnung sowie die schnellere WD Red Pro mit maximal 20 TByte.

NAS-Festplatten sind dauerlauffähig und dürfen im Rahmen der Garantie mehr Daten bewegen als Desktop-Modelle: Während etwa Seagate bei den Barracuda-Modellen ein Workload-Rating von 55 TByte pro Jahr angibt, sind es bei der Ironwolf bereits 180 TByte, bei der Ironwolf Pro sogar 300 TByte pro Jahr. Das bedeutet nicht, dass eine Festplatte nach dem Erreichen der Grenze den Dienst einstellt, sie wird nur nicht mehr kostenlos repariert.

Trotz hoher Zuverlässigkeit ist es bei einer Festplatte nicht die Frage, ob sie ausfällt – sondern lediglich, wann sie ausfällt. Daher ist es fast schon grob fahrlässig, sich nicht um ein Backup zu kümmern, beispielsweise auf einer USB-Festplatte. Oder auf einem anderen externen Datenträger, Vorschläge dazu nennt der folgende Artikel. *(ll@ct.de)* c't

Literatur

[1] Lutz Labs, Plattenkarussell, Große Festplatten für den Desktop-PC, c't 1/2022, S. 90

[2] Lutz Labs, Spezifikationen? Egal ..., NAS-Probleme durch SMR-Festplatten, c't 11/2020, S. 146

Festplattenpreise im Vergleich

Obwohl in den Laufwerken praktisch die gleiche Technik steckt, unterscheiden sich die Preise von NAS- und Desktop-Festplatten. Wir haben für diesen Vergleich die jeweils günstigsten Laufwerke der drei Hersteller zusammengefasst.

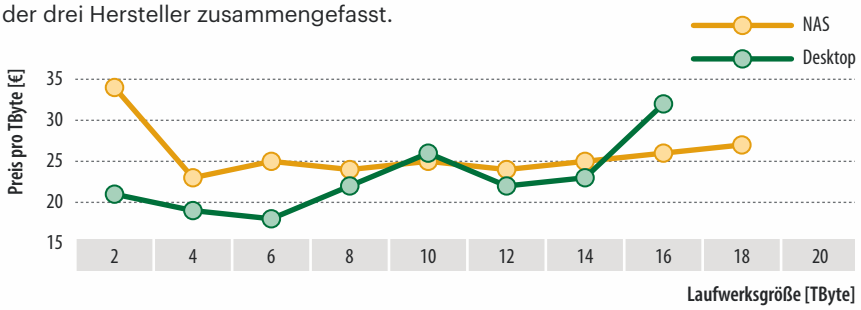




Bild: Andreas Martini

Mobilspeicher

Wechselspeicher für Transport und Ablage

USB-Sticks, USB-SSDs und USB-Festplatten wetteifern um den Platz am USB-Port der PCs. SD- und MicroSD-Karten dienen als Speicher für Kameras und Smartphones, aber auch zur Erweiterung von Notebooks. Welcher Wechselspeicher sich für welchen Zweck eignet, klärt unsere Übersicht.

Von Lutz Labs

Der USB-Port hat sich als universale Schnittstelle zum Anschluss aller nur denkbaren Geräte etabliert. Doch selbst wenn man sich auf USB-Massenspeicher beschränkt, kommt man recht schnell durcheinander. Das geht los mit USB-Sticks, externen SSDs und Festplatten und endet mit Kartenlesern für Speicherkarten in verschiedenen Versionen. Doch wozu sollte man welchen Speicher einsetzen? Welcher ist schneller, welcher langlebiger? Und welcher Speicher ist im Vergleich am günstigsten?

Zunächst ein paar Grundlagen zur Verbindung zwischen PC und Mobilgerät: Einen USB-Anschluss der langsamsten USB-3.0-Sorte mit 5 Gbit/s oder nach aktueller Nomenklatur USB 3.2 Gen 1 hat heute jeder PC, für eine Festplatte reicht das locker aus. Viele USB-SSDs und einige superschnelle USB-Sticks profitieren von USB 3.2 Gen 2 mit 10 Gbit/s, auch die neuen SD-Express-Karten erreichen im Idealfall ein knappes GByte/s – USB 3.2 Gen 2 ist also mehr als ein nettes Extra, sondern sollte beim Neukauf eines Rechners auf der Anforderungsliste stehen. Noch nicht sehr weit verbreitet ist USB 3.2 Gen 2x2 mit 20 Gbit/s, das bislang nur von wenigen USB-SSDs benutzt wird.

Noch flotter ist Thunderbolt, die Versionen 3 und 4 unterscheiden sich nicht in der Geschwindigkeit: Maximal 40 Gbit/s kommen zusammen, noch ist uns jedoch kein externer Datenträger untergekommen, der diese Geschwindigkeit auch abfordert. Im PC-Alltag spielt Thunderbolt immer noch keine große Rolle, in der Mac-Welt ist die Schnittstelle weiter verbreitet.

Neben der Geschwindigkeit spielt auch die Form der Buchse eine Rolle: Mehr und mehr setzt sich der Typ C durch, der mehrere Vorteile gegenüber dem alten A-Typ hat: Man kann den Stecker in beliebiger Richtung einstecken und mehr Strom darüber übertragen. USB 3.2 Gen 2 klappt noch mit USB-A, darüber ist USB-C Pflicht, ebenso für Thunderbolt 3 und 4. Um die Verwirrung zu komplettieren, sollte man aber nicht davon ausgehen, dass

ein C-Anschluss immer besonders schnell ist: An einigen Smartphones dient USB-C zum komfortablen Laden, zur Datenübertragung aber kommt darüber nur USB 2.0 mit maximal 45 MByte/s zum Einsatz.

USB-Festplatten

USB-Festplatten sind noch mechanische Datenträger. Dabei muss man zwei Typen unterscheiden: die kleinen 2,5-Zoll-Modelle und die größeren 3,5-Zoll-Typen. 2,5-Zoll-Laufwerke lassen sich per USB-Port mit Strom versorgen, die größeren brauchen ein eigenes Netzteil und dienen eher als stationärer Speicher.

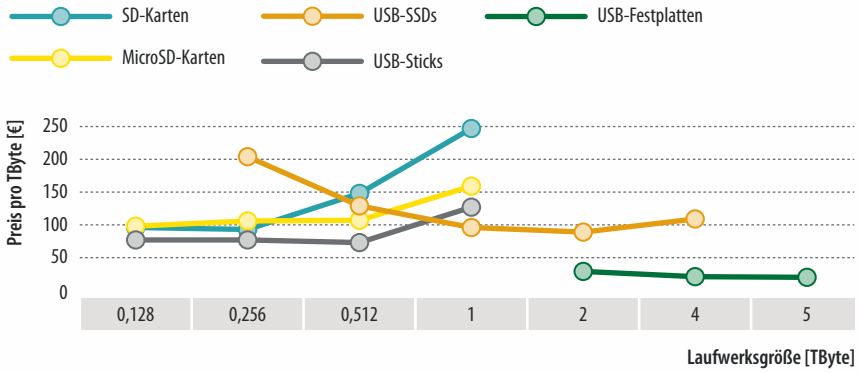
In den 2,5er-Laufwerken kommen die im voranstehenden Artikel besprochenen Neuerungen wie Heliumfüllung, TDMR und energieunterstütztes Schreiben nicht zum Einsatz, einzig Shingled Magnetic Recording (SMR) hat sich auf weiter Front durchgesetzt. Aktuell fasst eine SMR-Scheibe im 2,5-Zoll-Format 1 TByte. In ein klassisches 7 Millimeter hohes Festplattengehäuse passen zwei dieser Scheiben, was zu einer Gesamtkapazität von 2 TByte führt. Größere Laufwerke sind nur mit 15 Millimeter hohen Gehäusen möglich, hier passen fünf Scheiben mit dann insgesamt maximal 5 TByte Speicherplatz hinein – und diese Laufwerke kosten im Handel rund 100 Euro. Bei der Geschwindigkeit unterscheiden sich die Festplatten unterschiedlicher Hersteller nicht sehr stark, in den Außenzonen erreichen sie mehr als 100 MByte/s. Einen Test von USB-Festplatten bringt c't in Ausgabe 8/2022.

3,5-Zoll-USB-Festplatten sind aktuell mit bis zu 16 TByte Speicherplatz erhältlich, die Übertragungsrate liegt bei maximal 250 MByte/s. Wie bei den kleineren 2,5-Zoll-USB-Platten gilt: Im Gehäuse steckt stets ein Laufwerk von Seagate, Toshiba oder Western Digital. Wer einen bestimmten Hersteller bevorzugt, kauft seine USB-Festplatte also besser gleich von diesem. Es gibt zwar durchaus Gründe, fertige USB-Platten von anderen Firmen zu kaufen – sei es Verschlüsselung oder besserer Schutz gegen Stürze oder das Eindringen von Wasser –, aber welche Festplatte dann im Gehäuse steckt, kann man nicht beeinflussen. Natürlich kann man sich auch das passende Gehäuse aussuchen und die gewünschte Platte selbst hineinbauen, aber das ist meistens teurer als ein Fertigprodukt.

USB-Festplatten sind häufig günstiger als SATA-Platten vom selben Hersteller. Mancher Sparfuchs könnte auf den Gedanken kommen, sich eine USB-Platte zu kaufen und die darin eingebaute SATA-Platte im PC zu nutzen. Mehrere Gründe sprechen dagegen: Man weiß nicht, welche Festplatte man bekommt, und das Öffnen des Gehäuses führt zum Garantieverlust. Bei 2,5-Zoll-Festplatten funktioniert es oft nicht, weil USB-Laufwerke von Toshiba und Western Digital keine SATA-Schnittstelle haben, sondern direkt eine USB-Buchse auf der Platine.

Preise für Mobilspeicher im Vergleich

Auch beim Mobilspeicher stellen Festplatten den günstigsten Speichertyp. Robuster aber sind die Flash-Speicher, wo man jeweils bei den mittleren Größen die meisten Gigabytes für sein Geld erhält.



Flash-Speicher

USB-Sticks, USB-SSDs und Speicherkarten haben eine Gemeinsamkeit: Intern arbeiten sie mit Flash-Speicher, also ähnlich wie eine SSD – oder im Fall einer USB-SSD sogar genauso. Beim verbauten Speicher gibt es jedoch Unterschiede. Dieser stammt zwar prinzipiell aus den gleichen Maschinen, er ist jedoch von unterschiedlicher Güte. Denn die Flash-Verwertungskette startet bereits in der Produktionshalle, wo die Chips das erste Mal getestet werden. Der allerbeste Speicher wandert in Richtung SSD-Produktion. Aus der nächsten Qualitätsklasse entstehen Speicherkarten. Was dafür nicht gut genug ist, genügt vielleicht noch für USB-Sticks. Das bedeutet nicht, dass bei USB-Sticks grundsätzlich Datenverluste drohen: Davor schützen Fehlerkorrekturmechanismen. Doch Geschwindigkeit, Schreibfestigkeit und Leistungsaufnahme von USB-Sticks sind schlechter als bei SSDs.

Für die langfristige Archivierung taugen USB-Sticks und Speicherkarten beide nicht. Im Prinzip besser geeignet sind fa-



Maximal 5 TByte fassen die kleinen USB-Festplatten; wer mehr Speicherplatz benötigt, muss zu einem größeren Modell mit eigenem Netzteil greifen.



USB-SSDs gibt es mittlerweile in verschiedenen Formen; sie sind klein und robust und bieten dennoch viel Speicherplatz.



USB-Sticks eignen sich zum schnellen Datenaustausch zwischen verschiedenen Rechnern und Smartphones. Es gibt sie auch (zusätzlich) mit Micro-USB und C-Anschluss sowie mit dem Apple-typischen Lightning-Port.

brikfrische SSDs: Sie sollten ihre Daten im stromlosen Zustand über einige Jahre halten. Allerdings macht kein Hersteller dazu konkrete Angaben. Daher bleiben als Archivmedien vor allem USB-Platten übrig – aber bitte ebenfalls kein ausgenudeltes Exemplar, sondern ein neues.

USB-SSDs

Noch vor einigen Jahren sahen USB-SSDs exakt so aus wie USB-Festplatten im 2,5-Zoll-Format. Das lag daran, dass viele Hersteller einfach eine 2,5-Zoll-SSD in ein passendes Gehäuse gesteckt und das Ergebnis dann als USB-SSD vermarktet haben. Mittlerweile hat die Gehäusevielfalt zugenommen.

Verbessert haben sich neben dem Design aber auch die technischen Eigenschaften. Der unbeliebte breite Micro-USB-B-Anschluss ist dem kompakten und verdrehsicheren Typ C gewichen und die SSDs sind schneller geworden; die meisten schaffen 1, manche gar 2 GByte/s beim Übertragen großer Dateien – sofern die eingebaute SSD das leistet und der USB-Port von PC oder Notebook mithält.

Die Preise liegen nur wenig oberhalb derer der nackten SSDs. Eine USB-SSD mit 1 TByte Speicherplatz kostet knapp 100 Euro, bei doppelter Kapazität sinkt der Gigabyte-Preis noch einmal, die 4-TByte-SSDs sind weniger gefragt und daher wieder etwas teurer – größere gibt es nur wenige. Aufpassen muss man beim Kauf dennoch: Wer zu billig kauft und dann vielleicht noch aus obskurer Quelle, fällt leicht auf Betrüger herein. Seit einiger Zeit kommen immer mehr gefälschte SSDs über die Billigheimer Aliexpress, Wish & Co. in den Handel (siehe Kasten rechts).

In USB-SSDs kommt meistens TLC-Flash mit 3 Bit Speicherfähigkeit pro Zelle zum Einsatz, manchmal auch QLC-Flash (4 Bit pro Zelle). Die SSD-Controller ähneln denen üblicher SATA- und PCIe-SSDs, einen DRAM-Cache findet man jedoch selten, stattdessen sitzt ein USB-Wandler mit im Gehäuse. Zur Schreibbeschleunigung nutzen diese Controller wie ihre Verwandten im PC einen Pseudo-SLC-Cache (siehe S. 20).

USB-Sticks

Am Schlüsselbund, im Portemonnaie, in der Hosentasche: USB-Sticks sind so klein, dass man immer einen dabeihaben kann. Die Unterschiede sind jedoch gewaltig: Die Kapazitäten reichen von wenigen GByte bis hin zu einem TByte – alles darüber ist mit sehr großer Sicherheit eine Fälschung –, die Lesegeschwindigkeit von einigen Dutzend MByte/s bis hin zu einem knappen GByte/s, die Schreibgeschwindigkeiten knapp darunter. Billige Sticks mit USB-2.0-Interface sollte man nicht mehr kaufen, und Sticks mit 64 GByte oder weniger lohnen sich kaum noch – 128 GByte gibt es bereits ab 10 Euro. Achten Sie beim Einkauf auf eine konkrete Angabe zur Schreibgeschwindigkeit, 80 MByte/s sollten es schon sein.

Wer einen besonders schnellen Stick benötigt, sollte nicht auf einen möglichst kleinen schielen – bei hoher Geschwindigkeit muss der Stick viel Wärme abführen, und dazu braucht er eine möglichst große Oberfläche. Den Stecker kann man ganz nach Belieben wählen, Typ A hat jedoch immer noch die größte Verbreitung. Es gibt auch Sticks mit zwei Steckern, etwa A und C oder C und Lightning oder Micro-B, doch solche Spezialitäten sind häufig sehr langsam.

SD- und MicroSD-Karten

Wunderwerke der Technik, anders kann man die kleinsten Vertreter der mobilen Speicher kaum noch nennen: Bis zu 1 TByte Speicher quetschen MicroSD-Karten auf die Fläche eines Fingernagels, dabei sind sie gerade einmal 0,7 Millimeter dick. MicroSD-Karten dienen nicht nur als Speichererweiterung für Smartphones, auch so manches Notebook lässt sich darüber mit mehr Speicher aufrüsten.

128er MicroSD- und SD-Karten sind für rund 12 Euro erhältlich, 256er für das Doppelte, Karten mit 1 TByte Speicherplatz sind unverhältnismäßig teurer und alles darüber ist bisher eine Fälschung. Für einen Raspi oder andere Kleinrechner sollte man besser zu einer robusten Karte mit hoher (Schreib-)Ausdauer greifen, solche Karten sind etwas teurer.

Gute (Micro)SD-Karten erreichen rund 100 MByte/s beim Lesen und Schreiben, es gibt jedoch zwei Beschleuniger-Standards: die Schnittstelle UHS-II für maximal 312 MByte/s sowie SD Express, das dank direkter PCIe-Anbindung

Vorsicht, Fälschung!

Ob Speicherkarte, USB-Stick oder SSD: Alles, was gefälscht werden kann, fälschen Kriminelle auch [1, 2]. Statt der beworbenen Kapazität von beispielsweise 1 TByte sind in den Gehäusen lediglich 32 oder 64 GByte Flash-Speicher vorhanden, der Controller aber meldet dem Betriebssystem deutlich mehr Platz. Schreibt man nun Datenmengen oberhalb der realen Kapazität in den Speicher, überschreibt der Controller einfach einen Teil – die zuerst geschrieben Daten sind also futsch.

Dagegen wappnen kann man sich einerseits mit dem gesunden Menschenverstand (1 TByte NAND-Flash kostet nun einmal mindestens 70 Euro) und zum anderen mit unserem Testprogramm H2testw, welches den gesamten Datenträger vollschreibt und die geschriebenen Daten danach überprüft (Download über ct.de/yu2d). Da dies bei sehr großen Datenträgern auch sehr lange dauert, prüfen Sie zunächst etwa 15 oder 20 Prozent des Gesamtspeichers – so viel Speicher ist bei Fälschungen nur selten vorhanden. Wenn H2testw schon anfangs eine Testzeit von diversen Stunden veranschlagt, sollten Sie bereits misstrauisch werden, denn Fälschungen sind meistens sehr langsam.

Gefälschte Festplatten sind uns übrigens auch schon untergekommen [3], aber im Vergleich zu den Flash-Speichern passiert dies eher selten. Wer neue Festplatten und SSDs auf korrekte Funktion und Kapazität testen möchte, kann das ebenfalls mit H2testw tun.



Maximal 1 TByte fasst eine SD-Karte, egal, ob MicroSD oder „normalgroße" SD. Die zweite Kontaktreihe deutet auf ein schnelleres Interface hin, entweder UHS-II oder SD Express.

bis zu 985 MByte/s erreichen soll. Beide nutzen eine zweite Kontaktreihe auf der Unterseite der Karten, sind jedoch nicht zueinander kompatibel. Das ältere UHS-II konnte sich bislang nicht durchsetzen, SD Express ist nagelneu und steht in Konkurrenz zum gleich schnellen CFexpress, das auf der bewährten Compact-Flash-Karte aufsetzt – diesen beiden Formaten ist gemein, dass sie vor allem in Profikameras Bedeutung bekommen könnten. Schnelle Karten benötigen zudem passende Kartenleser, die in Notebooks eingebauten sind dafür nur selten geeignet.

Falls möglich, sollten Sie auf MicroSD-auf-SD-Adapter verzichten. Das sind oft wacklige Dinger, die Kontaktfehler begünstigen. Kaufen Sie besser das zum jeweiligen Gerät passende Kartenformat.

SD-Karten sind nicht zur Langzeitarchivierung gedacht. Sichern Sie deshalb unwiederbringliche Urlaubsfotos auf andere Medien – unterwegs bieten sich da USB-SSDs und Festplatten an. Die bieten sich auch zum Transport größerer Datenmengen an, während USB-Sticks ein prima Immer-dabei-Medium sind.

(ll@ct.de) c't

Literatur

[1] Christof Windeck, Dreist gefälscht, Gefälschte USB-Sticks und MicroSD-Karten bei Joom.com, eBay und Amazon, c't 4/2020, S. 84

[2] Lutz Labs, Flotte Begleiter, Externe SSDs mit 2 TByte Speicherplatz, c't 12/2021, S. 100

[3] Lutz Labs, Zu billig, Betrug mit gefälschten Festplatten, c't 18/2020, S. 50

Download H2testw: ct.de/yu2d

ES-2500LTO9 Server

EUROstor

Backup to Disk + LTO-9 im kompakten System

Mit der **ES-2500LTO** Baureihe bietet EUROstor eine kompakte Backuplösung, die **Disk- und Tapebackup** in einem einzigen System kombiniert. Damit sind diese Server besonders für KMU-Kunden oder für Abteilungen mit eigener Storage-Infrastruktur interessant, die so ein Backupkonzept realisieren können.

Diese Systeme können als **Fileserver mit eingebautem Tapebackup** oder für eine **Backup to Disk to Tape (B2D2T)** Lösung verwendet werden. Dabei nutzen sie die hohe Performance des über **12 Gbit SAS** angeschlossenen **LTO-9 Laufwerks** ohne die Latenz und eingeschränkte Bandbreite einer Netzwerkanbindung.

Auf dem **vorinstallierten Windows Server IoT for Storage** lässt sich **jede gängige Backup-Software** installieren.Das Management erfolgt über eine Remote Desktop Verbindung, alternativ kann auch direkt über eine Konsole zugegriffen werden.

ES-2500LTO Server gibt es sowohl als **Standalone Tower**, optimal zur Auslagerung des Backups, als auch als **Rackmount Version** für einen Serverschrank. Beide Versionen sind mit redundanten Netzteilen ausgestattet.



12Gb/s SAS ULTRIUM LTO

10 GbE SMB

z.B. ES-2508LTO9 8 Disk Slots, 1 LTO Streamer, bestückt mit 8 x 10 TB SATA Enterprise HDD, 1 x LTO-9 Drive, Windows Server IoT for Storage, redundante Netzteile, Tower oder Rack

inkl. MwSt. € 11.888,10

exkl. MwSt. € 9.990,-

Diese Systeme lassen sich auch hervorragend mit einer DataMover Funktion (z.B. von Veeam) verwenden.

Der preiswerteste Schutz vor Ransomware ist nach wie vor das Backup auf LTO Tape Kassetten, denn die Bänder können vor jedem Zugriff sicher ausgelagert werden. Gerade für kleine Unternehmen ist das die optimale Lösung, denn das intern über 12 Gbit SAS angebundene Tape Drive erlaubt einen hohen Datendurchsatz und bis zu 45 TB an Daten auf einer LTO-9 Kassette.

- standalone Tower oder 3 HE Rackmount Server mit 8 3.5" HDD Slots
- Intel Xeon E3-1230v6 4 Core / 8 Threads, 3,5 GHz
- Supermicro X11 Mainboard
- 2 x 10 Gbit + 2 x 1 Gbit Ethernet (RJ45)
- 32 GB DDR4 RAM (optional bis 64 GB)
- Windows Server IoT for Storage auf zwei Boot SSDs gespiegelt vorinstalliert
- RAID Konfiguration über Areca RAID Controller (RAID Level 0, 1, 5, 6, 10, Konfiguration nach Kundenwunsch)
- LTO-9 SAS Streamer intern, dadurch interner Datentransfer ohne Netzwerklast
- Kapazität pro Kassette: 18 TB unkomprimiert, bis zu 45 TB komprimiert
- Datentransfer 300 MB/s unkomprimiert, bis 750 MB/s komprimiert
- mögliche Installation von Backupsoftware (z.B. Veeam, Veritas, BackupExec, Acronis, ArchiWare, NovaStor, SEP, ARCserve)
- optional erweiterbar mit SAS JBODs für zusätzliche Kapazität
- Management über Remote Desktop
- dedizierter IPMI 2.0 RJ45 Port für Hardwareüberwachung und Remote Management
- kostenloser Support über Telefon und E-Mail
- 3 Jahre Garantie, optional 5 Jahre sowie Express-Austausch- und vor-Ort-Service
- auf Wunsch: Installation vor Ort oder remote

Preisänderung, Druckfehler und Irrtum vorbehalten.

Informieren und registrieren Sie sich auf unserer Website:
www.EUROstor.com/news
E-Mail: Info@EUROstor.com - Tel.: +49 (0)711 70 70 91 70

Mit Trumps Taktik gegen Putin

Wie der Westen Russland mit Tech-Sanktionen schwächen will

Die USA und die EU wollen Russland von der Versorgung mit Chips abschneiden. Der Schritt könnte Putins Großmachtträume langfristig gefährden, birgt aber auch Risiken.

Von Christof Windeck und Christian Wölbert

Noch steht „Chervonenkis“ auf dem respektablen 19. Platz der Top-500-Liste der schnellsten Supercomputer. Doch bald wird der Rechner des russischen Suchmaschinenkonzerns Yandex die Konkurrenz wohl davonziehen lassen müssen. Denn in Chervonenkis stecken keine russischen Chips, sondern Prozessoren und GPUs der US-Konzerne Nvidia und AMD. Diese dürfen nun nur noch mit Ausnahmegenehmigung der US-Regierung nach Russland liefern – genau wie alle anderen führenden Chiphersteller der Welt.

Das Chip-Embargo ist eines der wichtigsten Elemente des Sanktionspakets, das die US-Regierung nach dem Überfall Russlands auf die Ukraine verkündete. „Wir werden den Zugriff Russlands auf Finanzen und Technologie abwürgen und seine industrielle Leistungsfähigkeit auf Jahre hinaus schwächen“, sagte US-Präsident Joe Biden. Man werde den Kontrahenten „von mehr als der Hälfte seiner High-Tech-Importe abschneiden“.

Als Beispiele für die betroffenen Güter nennt die US-Regierung neben Chips auch Telekommunikationsausrüstung, Laser, Sensoren und Navigationssysteme. Wer solche Produkte nach Russland exportieren will, braucht eine Sondergenehmigung. So wollen die Amerikaner vor allem Lieferungen verhindern, von denen Putins Regierung und das russische Militär profitieren würden. Verkäufe für private Zwecke könnten eher genehmigt werden.

Von Trump abgeschaut

Biden kopiert eine Taktik, die die Regierung seines Vorgängers Donald Trump im Handelskrieg gegen China entwickelt hat: Außer US-Produkten fallen auch Güter ausländischer Unternehmen unter das Embargo – wenn bei der Produktion US-amerikanische Software oder Ausrüstung verwendet wurde. Andernfalls riskieren die Hersteller, selbst von den USA abgestraft zu werden.

Die als „foreign-direct product rule“ bezeichnete Maßnahme weitet die Sanktionen erheblich aus. Denn zur Entwicklung moderner Chips sind Softwaretools (Electronic Design Automation, EDA) von US-Firmen wie Cadence oder Synopsys nötig. Und in allen modernen Chip-Fabs weltweit stehen Maschinen mit US-Technik. Deshalb fallen zum Beispiel auch Samsung aus Südkorea sowie TSMC aus Taiwan, der mit Abstand größte Chip-Fertiger der Welt, unter die Regeln. TSMC verkündete, sämtliche Lieferungen nach Russland gestoppt zu haben.

Einen wichtigen Unterschied zu den Sanktionen gegen China gibt es aber: Während die US-Regierung in China nur gegen bestimmte Konzerne wie Huawei vorgeht, betreffen einige der Russlandsanktionen das ganze Land. Einige Konzerne wie Apple gehen sogar freiwillig über diese Regeln hinaus und liefern gar nichts mehr nach Russland, auch keine Produkte für Privatkunden.

Außer der US-Regierung erließ auch die EU-Kommission umfangreiche Tech-Sanktionen. Auf den Verbotslisten stehen bestimmte Arten von Mikroprozessoren, Mikrocontrollern, Messgeräten, Industriemaschinen und Produktionsanlagen – insbesondere „Dual Use“-Güter, die sowohl militärisch als auch zivil verwendet werden können.

Zweitklassiger Ersatz

Um die westlichen Embargos zu unterlaufen, bietet sich für Russland in erster Linie China als Lieferant an. Doch gleichwertigen Ersatz gibt es dort nicht: Gegen den größten chinesischen Chip-Auftragsfertiger SMIC bestehen US-Sanktionen, er kann deshalb viele Maschinen aus den USA oder der EU nicht kaufen und hängt bei 14-Nanometer-Technik fest.

„Durch chinesische Chip-Unternehmen könnte Russland die Sanktionen kaum umgehen“, urteilt Jan-Peter Kleinhans, Experte für die Halbleiterindustrie bei der Stiftung Neue Verantwortung. Auch die chinesischen Fabs seien abhängig von europäischer, US-amerikanischer und japanischer Ausrüstung.

Die russische Chipindustrie selbst hinkt dem Westen noch weiter hinterher, als China dies tut. Russische Entwickler arbeiten zwar ebenso wie chinesische an



„Wir werden Russland von mehr als der Hälfte seiner High-Tech-Importe abschneiden“, kündigte US-Präsident Joe Biden nach Beginn des russischen Angriffs auf die Ukraine an.

Bild: Alex Brandon/AP/dpa

„heimischen“ Prozessoren, etwa das Moskau Center of SPARC Technologies (MCST) an den Elbrus-Typen mit VLIW-Befehlssatz. Doch auch diese Chips werden von TSMC produziert. Dasselbe gilt für den ARM-Serverprozessor BE-S1000 von Baikal Electronics.

Baikal könnte durch die Sanktionen kurzfristig auch den Support durch die britische ARM-Holding verlieren und langfristig keine weiteren ARM-Prozessoren mehr entwickeln, wie Kleinhans gegenüber c’t anmerkte.

Russland setzt auch auf die offene Befehlssatzarchitektur RISC-V, zum Beispiel entwickelt die Firma Syntacore RISC-V-Kerne. Mit dem Staatskonzern Rostec arbeitet Syntacore gemeinsam an Prozessoren für Desktop-PCs und Notebooks, die ab 2025 mit 12-Nanometer-Technik produziert werden sollen. Allerdings gibt es in Russland nur Fertigungsanlagen für gröbere Strukturen und man müsste auf China ausweichen. Auch andere Chips wie DRAM und Flash muss Russland größtenteils importieren.

Dämpfer für Putins Pläne

Kurz gesagt hat Russland derzeit keine heimische Prozessortechnik auf Augenhöhe mit Produkten aus den USA, der EU oder Taiwan.

Die meisten Experten glauben deshalb, dass die Tech-Sanktionen Russland durchaus weh tun werden, wenn auch eher langfristig statt sofort. Putin wolle eine Art militärisches Silicon Valley aufbauen und bei Techniken wie KI und Robotik weltweit führend werden, betont der Wirtschaftsforscher Bhaskar Chakravorti von der Tufts University in der Zeitschrift „Foreign Policy“. Die dafür nötigen Chips und Elektronik könne Russland jedoch nicht selbst produzieren. „Anders gesagt, eine Chip-Blockade könnte den russischen Vorhaben ernsthaft schaden.“ Komplett abschneiden lasse sich das Land jedoch kaum: Über kleine Handelsfirmen und dunkle Kanäle könnte sich das Putin-Regime weiter versorgen.

Die größte Gefahr ist aus Sicht von Chakravorti und anderer Experten jedoch eine andere: Die Sanktionen könnten China und Russland noch enger aneinanderbinden – und damit gleichzeitig auch den Graben zwischen den USA und China weiter vertiefen.

Positiv aus Sicht des Westens ist, dass es ihm wirtschaftlich kaum weh tut, wenn er Russland nicht mehr mit Chips beliefert. Russland steht nach Angaben des US-Chipindustrie-Verbands SIA gerade mal für 0,1 Prozent der weltweiten Chipkäufe. Auch für die deutsche Elektro- und Elektronikindustrie ist Russland „kein sonderlich großer Abnehmer“, wie eine Sprecherin des Industrieverbands ZVEI gegenüber c’t sagte.

Gegenschläge

Bedeutsam ist allerdings die Stellung Russlands auf den Märkten für Kohle, Öl und Gas. Eventuelle Lieferstopps (die bis Redaktionsschluss nicht absehbar waren) könnten auch die europäische Chipbranche treffen. Einerseits machen steigende Energiepreise die Produktion von Halbleitern, die extrem viel Energie schluckt, noch teurer. Andererseits sind zur Chipfertigung zahlreiche chemische Substanzen nötig und die chemische Industrie braucht wiederum Öl und Gas sowohl als Rohstoffe als auch als Energielieferanten.

Hinzu kommen Spezialprodukte, die Chiphersteller und deren Zulieferer aus Russland und der Ukraine beziehen, darunter Neongas. Die Industrie hat nach der Annexion der Krim aber wohl Vorräte aufgebaut. Zumindest erwartet der Chipverband SIA kurzfristig keine Produktionsunterbrechungen.

Russland liefert auch Metalle, die für zahlreiche Industriezweige wichtig sind, etwa Kupfer (30 Prozent der deutschen Importe) und Nickel (28 Prozent). Nickel ist etwa für Akkus wichtig. Die Preise dieser Metalle stiegen in den vergangenen Wochen bereits spürbar.

Komplett lahmlegen könnte Russland die hiesige Industrie jedoch selbst mit einem Lieferstopp nicht: „Die deutschen Unternehmen haben normalerweise Lagerbestände, die für einige Monate reichen“, sagte ein Sprecher der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. Und bei allen Metallen gebe es weitere Lieferländer. „In der Breite dürften die russischen Lieferungen ersetzbar sein.“

Menschliche Kosten

Nicht ersetzbar sind die menschlichen Kosten, die Putin mit seinem Krieg bereits jetzt verursacht hat – durch Tod, Traumatisierung und Vertreibung. Betroffen ist davon auch die dynamische Tech-Industrie in der Ukraine. „Die Tech-Branche zählt zu den wichtigsten Exportfaktoren der Ukraine. Die Ausfuhr von Software und IT-Dienstleistungen wächst pro Jahr um rund 20 Prozent“, sagte Niklas Veltkamp vom Digitalverband Bitkom gegenüber c’t.

Allein deutsche Unternehmen, darunter viele Start-ups und IT-Firmen, beschäftigen laut Veltkamp Zehntausende Ukrainer. Dabei gehe es längst nicht mehr nur um Software-Outsourcing: „Es hat sich in den vergangenen Jahren eine ambitionierte, kreative Tech-Start-up-Szene entwickelt, die etwas bewegen will, die Neues schaffen will. Auch hier zerstört der sinnlose kriegerische Angriff von Putin viele Hoffnungen.“ *(cwo@ct.de)* c't

BRESSNER
A ONE STOP SYSTEMS COMPANY
INDUSTRIELLE
EDGE COMPUTING
HARDWARE
NEOUSYS TECHNOLOGY
Authorized Channel Partner

Nuvo-8108GC-QD
Edge KI Computing Plattform
✓ Intel® Xeon® oder 8th/9th Gen. Core i7 / i5 Prozessor
✓ Unterstützt NVIDIA® RTX A6000 / A4500 Grafikkarten
✓ Bis zu 128GB DDR4 RAM
✓ 1x PCIe x16 und 1x PCIe x8 Slot

Bald erhältlich
Nuvo-9000 Serie
Rugged Embedded Computer
✓ Intel® 12th Gen. Alder Lake Core™ 16C/24T 35W/65W CPU
✓ Lüfterloses robustes Gehäuse
✓ Betriebstemperatur: -25°~70°C
✓ 6x GbE Ports (PoE+ optional)
✓ MezIO™ Expansion Interface

+49 8142 47284-70
vertrieb@bressner.de
www.bressner.de

Eiserner Vorhang 2.0

Zensur und Desinformation im Ukraine-Krieg

Kritische Medien in Russland haben nicht nur mit der Zensur der staatlichen Medienaufsicht Roskomnadsor zu kämpfen, sondern auch mit Sperren der EU und sozialer Plattformen wie YouTube und TikTok. Reporter ohne Grenzen kritisieren die Zensurmaßnahmen, weil sie die Situation russischer Journalisten verschlechtern.

Von Hartmut Gieselmann

Der freie Zugang zu Informationen ist in Kriegszeiten besonders schwierig. Einen wichtigen Indikator der Pressefreiheit gibt die Rangliste der Reporter ohne Grenzen (RSF): Russland rangiert auf Platz 150 von 180, noch weit hinter der Ukraine auf Platz 97. In beiden Ländern ist es mit der Pressefreiheit nicht weit her und auch Deutschland (Platz 13) bekommt vom RSF nur die Note Befriedigend. Deshalb ist es zur Beurteilung der Lage im Ukraine-Krieg wichtig, möglichst viele Quellen auszuwerten, also außer deutschen auch ukrainische, russische und internationale, die Google Translate verständlich übersetzt.

Aric Toller vom britischen Rechercheverbund Bellingcat wendet sich gegen eine pauschale Verurteilung sämtlicher russischer Medien. In seinem Artikel „How (not) to Report on Russian Disinformation“ weist Toller auf die heterogene Medienlandschaft in Russland hin und zählt Publikationen wie Novaya Gazeta, Meduza, Wedomosti und Kommersant zu den Kreml-kritischen Webseiten.

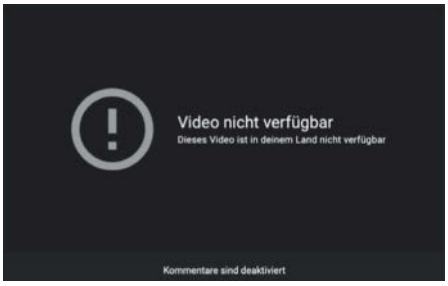
In Russland verlangt das Gesetz Nr. 327-FZ von Medien, die im Ausland registriert sind oder von dort finanziert werden, dass sie Beiträge mit dem Hinweis kennzeichnen: „Diese Nachricht wurde von einem ausländischen Medienunternehmen, das als ausländischer Agent fungiert [...] verbreitet.“ Medien, die dem nicht nachkommen oder nach Ansicht der Medienaufsicht Roskomnadsor „Falschmeldungen“ verbreiten, drohen empfindliche Geldstrafen bis hin zu Sperren ohne Gerichtsbeschluss. So etwa dem Online-Magazin The Village, dem TV-Sender Doschd und dem Radiosender Echo Moskwy.

Über den Maulkorb für Echo Moskwy, dessen Mehrheitseigner die Gazprom-Media-Holding ist, berichtete sogar der russische Sender RT DE und zitierte Novaya Gazeta mit dem Begriff „Militärzensur“ – ein Zeichen, dass selbst vom russischen Staat finanzierte Publikationen von der Kreml-Linie abweichen und Möglichkeiten zur kritischen Berichterstattung nutzen.

Doch der Online-Auftritt von Echo Moskwy wurde nicht nur von Roskomnadsor wegen der angeblichen Verbreitung falscher Informationen über den Krieg in der Ukraine blockiert. Auch YouTube sperrte den Kanal in der EU, ohne einen Grund anzugeben. Kurz vor Redaktionsschluss gab der Verwaltungsrat des Senders dessen Auflösung über die Plattform Telegram bekannt.

RSF verurteilt EU-Sperren

Dies ist nicht das einzige Beispiel für Sperren russischer Medien in der EU. Nachdem Kommissionspräsidentin Ursula von der Leyen ein EU-weites Verbot der russischen Staatssender RT DE und Sputnik verkündet hatte, sperrten auch diverse Social-Media-Plattformen die Kanäle der Sender oder schränkten wie Meta zumindest ihre Reichweite ein und blockierten Werbeeinnahmen. Selbst TikTok vom chinesischen Konzern ByteDance sperrte RT DE und Sputnik in Europa.



YouTube-Sperren in Europa treffen auch kritische russische Medien wie den Radiosender Echo Moskwy.

Reporter ohne Grenzen verurteilten das Verbot, obwohl sie beide Sender als Propagandakanäle einstufen. „Der Einfluss dieser Medien auf die Meinungsbildung in Europa ist begrenzt, die zu erwartenden russischen Gegenmaßnahmen allerdings könnten eine unabhängige Berichterstattung aus Russland erschweren oder sogar unmöglich machen“, sagte RSF-Geschäftsführer Christian Mihr.

Der ukrainischen Regierung gehen die Sperren nicht weit genug. Sie ersuchte die Netzverwaltung ICANN, die Adresszone .ru aus der Internetstruktur zu verbannen. Zusätzlich sollte das RIPE NCC russischen Providern die IP-Adressen entziehen. ICANN und RIPE NCC lehnten den Antrag ab: „Es ist unabdingbar, dass RIPE NCC neutral bleibt und in inländischen Meinungsverschiedenheiten, internationalen Konflikten oder Krieg keine Position bezieht“, erklärte das Exekutive Board in einer Resolution. Eine Absperrung würde die russische Bevölkerung von wissenschaftlichen Informationsquellen wie dem Institute for the Study of War (understandingwar.org) und der Online-Datenbank reliefweb.int trennen, auf der die UN täglich geprüfte Lageberichte über den Ukraine-Krieg veröffentlichen.

Gegenrecherche per OSINT

Bellingcat zieht gegenseitiger Zensur andere Methoden vor. Um gezielte Desinformationen zu entlarven, setzen die Investigativjournalisten auf OSINT (Open Source Intelligence). Dazu nutzen sie öffentlich frei zugängliche Informationsquellen, um den Wahrheitsgehalt von Meldungen, Bildern und Videos zu prüfen. So lassen sich etwa Bilder über die Rückwärtssuche von Google verifizieren, ob sie aus einem älteren Kontext sinnentstellend recycelt wurden. Zuweilen tauchten in sozialen Medien sogar Videos aus Computerspielen auf, die reale Kampfszenen vortäuschen sollten.

Bellingcat bietet für OSINT auch Einführungen und Kurse an. Um sich selbst bei der Bilderrecherche zu schulen, können Interessierte etwa an spielerischen Wettbewerben per Twitter teilnehmen. Links zu Sammlungen von OSINT-Tools, Einführungen und weitere Quellen finden Sie über ct.de/ybcw. *(hag@ct.de)* c't

Quellen und OSINT-Tools: ct.de/ybcw

Datenschutzproblem bei Secunet: Ärzte fordern Aufklärung

Nachdem c't in der vorigen Ausgabe ein Datenschutzproblem der TI-Konnektoren von Secunet aufgedeckt hat, empfiehlt der Hersteller den Ärzten nun eine Konfigurationsänderung.

Der Hersteller Secunet hat auf die Veröffentlichung in c't 6/2022, S. 36 reagiert. Um die vom Bundesbeauftragten für den Datenschutz und die Informationsfreiheit (BfDI) als Verstoß gegen Art. 33 Abs. 1 DSGVO festgestellte Protokollierung personenbezogener Daten im Konnektor zu beenden, sollen Ärzte und IT-Dienstleister dessen Log-Level auf „FATAL" umschalten. Zu finden sind die Konnektor-Einstellungen unter „Diagnose/Administration/Protokolleinstellungen/Protokoll-Level".

Damit könne zumindest die vom BfDI bemängelte Protokollierung von Zertifikats-Seriennummern der elektronischen Gesundheitskarten (eGK) unterbunden werden. Darüber hinaus sei laut der für die Telematische Infrastruktur (TI) verantwortlichen Gematik ein „Hotfix" für den PTV-5 genannten Konnektor geplant. Einen Termin, wann dieser verfügbar sein soll, nannten Gematik und Hersteller nicht.

Beide schätzten Auswirkungen des Datenschutzverstoßes als gering ein. Um Patienten anhand der protokollierten Daten zuzuordnen, müsste der Trust Service Provider der Krankenkasse mit Dritten widerrechtlich kooperieren – „ein Szenario, das aus Sicht der Gematik kein reales Risiko darstellt."

Außer den Zertifikats-Seriennummern speichern die Logs ICCS-Nummern der eGKs. Diese sind auf der Rückseite der Karten aufgedruckt und lassen sich Versicherten eindeutig zuordnen. Laut Secunet sei deren Protokollierung jedoch erlaubt. Die ICCSN blieben bei Fehlern gemäß der Spezifikation TIP1-A_4710 für 30 Tage im Konnektor gespeichert und würden dann gelöscht.

„Unwürdiges Ping-Pong-Spiel"

Vertretungen von Ärzten wehrten sich vehement gegen die Auslegung des BfDI, für die Datenschutzverstöße verantwortlich zu sein. Rechtsanwalt Dr. Arnd-Christian Kulow sah in der Medical Tribune den Hersteller Secunet in der Verantwortung. Die Vize-Vorsitzende der Freien Ärzteschaft, Silke Lüder, kritisierte gegenüber dem Ärztlichen Nachrichtendienst ein „absolut unwürdiges Ping-Pong-Spiel der Verantwortlichkeiten zwischen Staat, Gematik und Herstellerfirmen".



Bild: Gematik

ICCS-Nummern sind auf der eGK im Feld 8 links unten aufgedruckt und bleiben bei Fehlern 30 Tage in den Logs der Konnektoren gespeichert.

Die große Koalition hatte die Verantwortlichkeiten im Oktober 2020 mit dem Patientendaten-Schutz-Gesetz (PDSG) abweichend von einem Beschluss der Konferenz der Datenschutzbehörden (DSK) geändert. Seitdem führt § 307 SGB V an erster Stelle die Nutzer der TI-Komponenten auf, also Ärzte und Leistungserbringer. Die Gematik GmbH folgt erst an fünfter und letzter Stelle. Vor Inkrafttreten des PDSG sah die DSK hingegen die Gematik als mitverantwortlich für die dezentrale Zone der TI an, insbesondere bei der Datenverarbeitung „durch die von ihr vorgegebenen Spezifikationen und Konfigurationen für die Konnektoren", erklärte ein Sprecher des BfDI gegenüber c't.

(hag@ct.de)



Erster Aufschlag fürs EU-Datengesetz

Im Rahmen der sogenannten Datenstrategie hat die EU-Kommission ihren Vorschlag für den „Data Act" vorgelegt. Die Verordnung soll Nutzern Zugriff auf ihre Daten aus vernetzten Geräten sichern und den Wettbewerb in der Cloud stärken.

Mit dem Datengesetz („Data Act", DA) will die EU-Kommission regeln, wer welche Zugriffsrechte auf gespeicherte Daten erhalten soll, die bei der Nutzung von Geräten und Dienstleistungen entstehen. Es geht um Informationen in Auto-Bordcomputern ebenso wie um Amazons Alexa-Geräte. Jeder EU-Nutzer soll grundsätzlich Zugriff auf alle Informationen erhalten, zu deren Erzeugung er beigetragen hat. Die Kommission will Anbieter verpflichten, die Daten in leicht zugänglicher Form in Echtzeit kostenlos zur Verfügung zu stellen. Private und gewerbliche Nutzer sollen die Daten selbst verwenden oder – mit Einschränkungen – mit Dritten teilen können. Ein Auto- oder ein Maschinenbesitzer könnte etwa mit dem Fahrzeug oder dem Gerät erzeugte Messwerte an seinen Versicherer weitergeben.

Musterverträge sollen kleineren Unternehmen und Start-ups erleichtern, gemäß dem Data Act faire Verträge über die gemeinsame Datennutzung abzufassen und auszuhandeln. Um den Wechsel zwischen Anbietern und die Interoperabilität zu erleichtern, soll zwischen den Anbieterclouds „funktionale Gleichwertigkeit" hergestellt werden. Öffentliche Stellen dürfen dem Entwurf zufolge „im Notfall in verhältnismäßigem Umfang und gebührenfrei" auf private, in einer Cloud gespeicherte Daten zugreifen. Die EU-Kommission denkt dabei an Naturkatastrophen, Pandemien und Terroranschläge.

Beim Data Act handelt es sich um einen ersten Vorschlag für eine Verordnung, den die EU-Kommission am 23. Februar vorgestellt hat. Bis das Gesetz in Kraft tritt, dürfte es noch viele Änderungen erfahren. „Mit den neuen Vorschriften stehen mehr Daten zur Weiterverwendung zur Verfügung und das BIP dürfte bis 2028 voraussichtlich um zusätzliche 270 Mrd. Euro gesteigert werden", gab man sich optimistisch. *(hob@ct.de)*

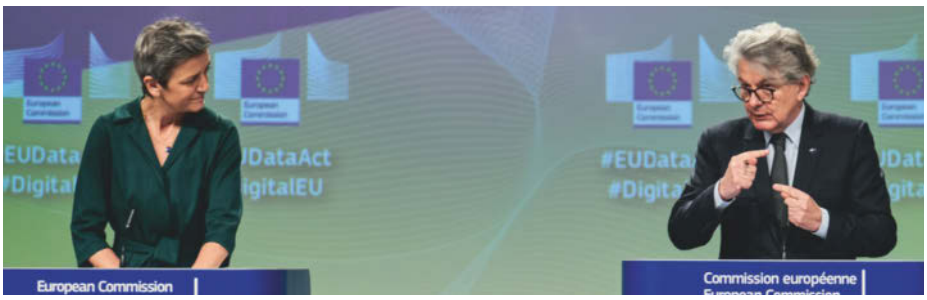


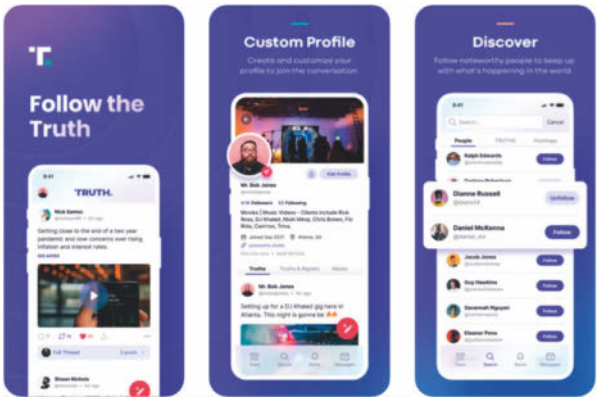
Bild: EC - Audiovisual Service

EU-Exekutiv-Vizepräsidentin Margrethe Vestager (links) und Binnenmarkt-Kommissar Thierry Breton erläuterten den Data Act: „Wir wollen Verbrauchern und Unternehmen noch mehr Mitspracherecht darüber einräumen, was mit ihren Daten geschehen darf, indem klargestellt wird, wer zu welchen Bedingungen Zugang zu den Daten hat."

Trumps Twitter-Klon mit holprigem Start

Lange war es angekündigt, jetzt ist es da – Donald Trumps eigenes soziales Netz in Form des **Twitter-Klons „Truth Social"**. Bislang existiert allerdings lediglich eine iOS-App, die nur in den USA über Apples Store verfügbar ist. Das Unternehmen „Trump Media & Technology Group Corp." (TMTG) will nach eigenen Angaben eine „offene Medienplattform zur Verfügung stellen", auf der Inhalte geteilt werden können, „ohne Angst vor Rufschädigung zu haben".

Der Start am 21. Februar lief eher holprig: Beim Versuch, ein Konto zu erstellen, erhielten einige Nutzer die Benachrichtigung „Etwas ist schiefgelaufen. Bitte versuchen Sie es noch einmal", wie das US-Techportal Cnet berichtete. Wieder andere seien nach der Anmeldung auf eine Warteliste gesetzt worden. Der ehemalige republikanische Abgeordnete und jetzige TMTG-Chef Devin Nunes gab zu, dass der Dienst in den USA frühestens Ende März 2022 vollständig verfügbar ist. *(hob@ct.de)*



Erste Eindrücke von Truth Social können EU-Bürger lediglich in Apples App Store anhand von Screenshots gewinnen.

10-Minuten-Videos bei TikTok

Die Kurzvideoplattform TikTok setzt die Längenbegrenzung für hochgeladene Filmchen weiter nach oben. Ursprünglich hatte sie bei 15 Sekunden gelegen, zuletzt wurde sie im Juli 2021 auf drei Minuten erweitert. Demnächst soll es allen Nutzern nun möglich sein, bis zu zehn Minuten am Stück zu veröffentlichen. Man hoffe, „noch mehr kreative Möglichkeiten für unsere Schöpfer auf der ganzen Welt" zu eröffnen, teilte das chinesische Unternehmen mit.

Während YouTube („Shorts") sowie Instagram und Facebook („Reels") mittlerweile mit eigenen Kurzvideoformaten in die Domäne von TikTok eindringen, nähert sich TikTok selbst den herkömmlichen Plattformen an. Die Option, längere Videos in der App zu filmen, wird laut einem TikTok-Statement vom 28. Februar **„in den kommenden Wochen für alle Nutzer weltweit eingeführt"**. Die Nutzer würden benachrichtigt, wenn sie das Update erhalten. *(hob@ct.de)*

Firefox und Chrome: Version 100 macht Probleme

Demnächst erscheinen Chrome und Firefox jeweils in Version 100. Noch kommen etliche Webseiten mit dreistelligen Nummern nicht zurecht.

Fehler aufgrund von falschen Annahmen über zulässige Zahlenbereiche sind offenbar unausrottbar. Kurz vor dem Jahrtausendwechsel stand die gesamte IT-Welt wegen „Y2K-Bugs“ Kopf. Im Dezember 2008 stießen Entwickler des Browsers Opera auf Probleme, weil diverse Webseiten nicht damit zurande kamen, dass ein Browser erstmals Version 10 erreichte. Eine Zahl mit unerhörten zwei Stellen!

Jetzt stehen die Browser Firefox und Chrome (sowie deren Derivate) kurz davor, in Version 100 zu erscheinen, und wieder bereitet die zusätzliche Stelle einigen Webseiten Probleme. Was genau schiefgeht, kann man von außen oft schlecht beurteilen. Vermutlich vergleichen betroffene Webseiten Versionsnummern fälschlicherweise als Zeichenketten oder erwarten maximal zwei Stellen und interpretieren etwa „102“ als „10“, als „02“ oder gar nicht. Nutzer bekommen jedenfalls Fehlermeldungen zu sehen oder Warnungen, dass der Browser nicht aktuell sei.

Browser übertragen ihre Version im User-Agent-Header mit fast jedem Aufruf. Eigentlich soll der Header nur den Namen des Clients enthalten, optional ergänzt um eine Versionsnummer und Kommentare. De facto haben jahrzehntelange Ansammlungen von Workarounds zu solchen Ungetümen geführt: `Mozilla/5.0 (X11; Linux x86_64) AppleWebKit/537.36 (KHTML, like Gecko) Chrome/98.0.4758.102 Safari/537.36`

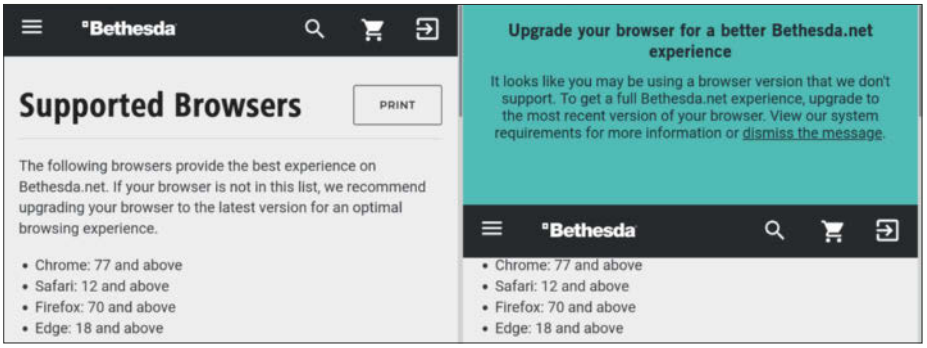
Das ist ein User-Agent-String von Chrome, wohlgemerkt. „Mozilla/5.0“, „KHTML“, „like Gecko“ et cetera meldet der Browser, um bemühte, aber fehlerhafte Webseiten von falschen Schlüssen abzuhalten. Die aktuelle Krux liegt bei „Chrome/98...“, wenn daraus „Chrome/100...“ wird.

Weil Probleme absehbar waren, laufen in Chrome und Firefox Experimente, um testweise User-Agent-Kennungen mit Version 100 übertragen. Wer will, kann ausreichend neue Versionen von Firefox über `about:config` und die Einstellung `general.useragent.forceVersion100` dazu zwingen, Version 100 zu vermelden. Unter Chrome heißt die Einstellung „Force major version to 100 in User-Agent“ und ist via `chrome://flags` zugänglich.

Probleme gibt es tatsächlich, wie man etwa beim Bug-Reporting-Projekt webcompat.com nachlesen kann (siehe ct.de/yphb). Google und Mozilla rechnen vorsichtshalber mit dem Schlimmsten und haben Notfallpläne vorbereitet: Probleme auf vereinzelten Websites geht Firefox über „Seiteninterventionen“ an. Wer in Firefox `about:compat` aufruft, sieht, dass der Browser schon jetzt die Fehler diverser Webseiten umschifft, und auch eine Intervention für „Seiten mit bekannten Version-100-User-Agent-Problemen“ existiert bereits. Sollten die Probleme überhandnehmen, wollen die Entwickler schlicht bei Version 99 stehenbleiben und weitersehen.

Chromes Notfallplan sieht ähnlich aus, auch dieser Browser könnte Versionsnummer 99 einfrieren und den wahren Wert als Minor-Version rapportieren. Das sähe etwa so aus: `Chrome/99.102.1234.0`. Die Entwickler hoffen wohl, dass Minor-Versionen eher ignoriert als falsch interpretiert werden. Sicherheitshalber kennt Chrome aber auch dafür ein Test-Flag: „Force the minor version to 100 in the User-Agent string.“ *(syt@ct.de)*

Weitere Infos: ***ct.de/yphb***



Links meldet Firefox Version 98, rechts Version 100. Das ist zwar auch „70 und höher“, aber Videospiel-Publisher Bethesda empfiehlt trotzdem ein Upgrade.



Bit-Rauschen

Ukraine-Schock, deutsche Intel-Fab und Centaur-Ende

Der Krieg in der Ukraine macht auch der Digitalbranche zu schaffen. Intel plant angeblich eine Riesen-Chipfabrik in Magdeburg. Der CPU-Entwickler Centaur wurde abgewickelt.

Von Christof Windeck

Der russische Überfall auf die Ukraine sendet auch Schockwellen in die Digitalbranche. Börsenkurse rutschten in den Keller, viele erholten sich aber rasch wieder. So zynisch es klingt: Weder die Ukraine noch Russland oder Belarus sind große Märkte für Halbleiter und IT-Dienstleistungen. Deshalb dürfte auch das US-Embargo, welches viele Chipexporte nach Russland verbietet (siehe Seite 30) – so wie schon lange nach Belarus und auch an zahlreiche chinesische Firmen – keine größeren Auswirkungen auf die betroffenen Firmen haben. Die Semiconductor Industry Association (SIA), der Branchenverband der US-Halbleiterindustrie, begrüßte die Sanktionen und erklärte, dass alle Mitgliedsfirmen sie einhalten wollen. Nvidia meldete unterdessen Probleme durch eine Cyberattacke – die aber wohl nicht von russischen Angreifern im Dienste der Putin-Autokratie ausging, sondern von „gewöhnlichen" IT-Erpressern.

Während die russische Aggression nur geringe direkte Wirkungen auf die IT-Branche hat, sind die mittelbaren Folgen gewaltig. Unsicherheit ist Gift fürs Geschäft, ganz besonders eine schwer kalkulierbare Energieversorgung. Hohe Gas- und Strompreise schaden den Plänen der EU zur Ansiedelung energieintensiver Chipfertigung. Viele Risiken müssen neu bewertet werden, wenn zuvor undenkbare Kriegshandlungen in Europa drohen.

Der Krieg gegen die Ukraine hat wohl auch die Ankündigung eines der größten Investitionsvorhaben in der Geschichte der Bundesrepublik verzögert: Intel will eine Chipfabrik (Fab) in Magdeburg bauen. Dazu sickerten einige Details vorab durch. Demnach plant Intel unter anderem dank EU-Fördermitteln den Bau von mindestens einer Fab am südwestlichen Rand des Stadtgebiets Magdeburg, im Industriegebiet Eulenberg des Stadtteils Ottersleben, direkt an der Autobahn A14. Auf mehr als 2,5 Quadratkilometern Fläche ist genug Platz für mehrere Fabs, von denen jede rund 10 Milliarden Euro kostet. Bisher sind dort nur Äcker, in der Nähe liegen Logistikzentren unter anderem von Amazon, DHL, Edeka und der Post. Bis zu 20.000 direkte und indirekte Arbeitsplätze könnten im Lauf der Jahre entstehen; angeblich hofft Intel auf gut ausgebildete Fachkräfte von Hochschulen aus Magdeburg, Halle-Wittenberg, Leipzig oder auch Braunschweig.

Falls Intel tatsächlich in Magdeburg baut, dürfte dort die größte und modernste Fab in der EU entstehen. Allerdings erweitert Intel derzeit auch den schon seit 1989 bestehenden Standort in Irland (Leixlip bei Dublin). Und die Dresdner Fab von GF (ehemals Globalfoundries) erreicht mit rund 80.000 Wafern monatlich ebenfalls einen hohen Ausstoß.

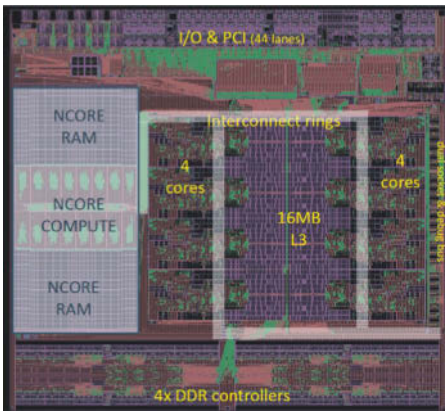


Bild: Centaur Technology

Ein letztes Lebenszeichen von Centaur Technology: der x86-Prozessor CHA mit KI-Beschleuniger und AVX-512, gefertigt mit 16-Nanometer-Technik von TSMC.

Infineon hatte unterdessen mitgeteilt, trotz aller EU-Fördermittel – und der kürzlichen Erweiterung der Fab in Villach/Kärnten – den Standort Kulim in Malaysia für satte 2 Milliarden Euro deutlich zu erweitern. Dort sollen noch mehr Leistungshalbleiter gefertigt werden, auch welche aus Siliziumkarbid (SiC) und Galliumnitrid (GaN). Verlustarme Halbleiterschalter aus diesen Verbundmaterialien sind für E-Autos, E-Bikes, (USB-C-)Netzgeräte, Solarwechselrichter und für die allgegenwärtigen Akkuladeschaltungen wichtig. Daher investiert auch der schärfste europäische Infineon-Konkurrent STMicroelectronics kräftig in die SiC-Fertigung.

Zentaurentod

Die 1995 von Integrated Device Technology (IDT) in Texas gegründete Firma Centaur Technology ist Geschichte: Intel übernahm Centaur im vergangenen November für angeblich rund 125 Millionen US-Dollar. Centaur-Mastermind Glenn Henry vergoldet nun mit rund 80 Jahren noch seinen Ruhestand als Intel Senior Fellow. Aus dem Abverkauf von Centaur-Restbeständen hat ein Bastler noch einen Prototyp gerettet: den 2019 angekündigten „CHA" mit KI- und AVX-512-Rechenwerken. Der nie auf den Markt gebrachte Chip ähnelt äußerlich älteren LGA2011-Prozessoren von Intel. Twitter-Nutzer Brutus (@brutuscat2) konnte seinem CHA-Achtkerner mit kümmerlichen 2,2 GHz noch ein paar Benchmarkergebnisse entlocken, die allerdings ernüchternd ausfielen.

Damit enden mehr als 25 Jahre x86-Firmengeschichte: Das Centaur-Team hatte einst die günstigen „IDT WinChip"-Prozessoren entwickelt und nach der Übernahme durch die taiwanische Firma VIA Technologies dann deren vergleichsweise sparsame Prozessoren wie Eden, C3 und C7. Das Centaur-Erbe lebt in den chinesischen „KaiXian"-Prozessoren der Firma Zhaoxin weiter (siehe c't 20/2021, S. 74), die dank eines Joint-Ventures mit VIA eine x86-Lizenz nutzen kann. Außerdem ist immer noch die taiwanische Firma DM&P Electronics mit ihren Vortex86-Prozessoren im x86-Rennen. Die Vortex86-Kerne gehen auf die 1993 im Silicon Valley gegründete Firma Rise Technology zurück, die seinerzeit mit Kapital taiwanischer Firmen wie Acer, UMC und VIA gegründet und 1999 von SiS gekauft wurde. *(ciw@ct.de)* c't

***Audio-Podcast Bit-Rauschen:* ct.de/yx45**

oppo

OPPO Find X5 Pro

Co-developed with HASSELBLAD

Jeder Moment. Einfach perfekt.



Die Produktbilder dienen nur als Referenz.
Bitte beziehen Sie sich auf das tatsächliche Produkt.

Neues TPM mit quantensicheren Updates

Das Trusted Platform Module Infineon Optiga SLB 9672 kann Firmware-Updates mit kryptografischen Signaturen prüfen, die auch Quantencomputer nicht knacken können.

Infineon hat in den neuen TPM-2.0-Chip Optiga SLB 9672 das Signaturverfahren Extended Merkle Signature Scheme (XMSS) eingebaut. Das ist ein kryptografischer Algorithmus, den auch künftige Quantencomputer nicht brechen können, zumindest nach aktuellem Kenntnisstand. Das nennt man Post-Quantum Cryptography (PQC).

Weil sich das Trusted Platform Module (TPM) mit XMSS-signierten Firmware-Updates auf den neuesten Stand bringen lässt, verspricht es zukunftssicheren Kryptoschutz für Industriecomputer und Embedded Systems. Viele dieser Geräte bleiben mehr als zehn Jahre lang im Einsatz, heute gebaute also bis in die 2030er-Jahre. Dann gibt es vielleicht Quantencomputer, die die Sicherheit aktueller kryptografischer Verfahren wie ECC-256 und RSA-3072 aushebeln. Die TPM-Spezifikation sieht bisher keine speziellen PQC-Verfahren vor, aber längere Schlüssel wie RSA-4096 und AES-256, die zumindest den ersten Generationen von Quantenrechnern widerstehen sollen. Per XMSS-geschütztem Firmware-Update lassen sich notfalls stärkere Schutzfunktionen nachreichen.

Das Optiga SLB 9672 hat ein Serial Peripheral Interface (SPI) und steckt in einem Gehäuse mit 5 Millimetern Kantenlänge. Es ist nach den Vorgaben des Common Criteria Evaluation Assurance Level (CC EAL) „4 augmented“ zertifiziert; Infineon lässt es bei TSMC in Taiwan fertigen. Gerätehersteller, die in Europa produzierte TPM-Chips einbauen wollen, können weiter die Vorgänger des SLB 9672 verwenden, die Infineon in Dresden produziert. *(ciw@ct.de)*



Bild: Infineon

Das Trusted Platform Module Infineon Optiga SLB 9672 soll sich per XMSS-signierter Firmware auch dann noch sicher updaten lassen, wenn Quantencomputer dereinst ECDSA- oder RSA-3072-Signaturen brechen können.

Stärkere Prozessoren für Edge-Server

Die **Prozessorfamilien Intel Xeon D-2700 und D-1700** mit 4 bis 20 (D-2700) beziehungsweise 2 bis 10 CPU-Kernen (D-1700) sind vor allem für sogenannte Edge-Server gedacht. Solche Server laufen statt in klimatisierten Rechenzentren am Rand (Edge) der Leitungsnetze, etwa um Daten vorzuverarbeiten: in 5G-Mobilfunkstationen, in leistungsstarken Firewalls und Routern, in Sensornetzen von Smart Cities, in Industriemaschinen und Fahrzeugen. Manche Edge-Server müssen ohne Lüfter auskommen oder starke Temperaturschwankungen vertragen.



Bild: Intel

Intels Xeon D-2700 und der schwächere, aber sparsamere Xeon D-1700 sind für robuste Edge-Server und Netzwerkgeräte gedacht.

Die CPU-Kerne der beiden neuen Xeons erreichen im Turbo bis zu 3,5 GHz und sind vom Typ Sunny Cove, der auch im Xeon-SP der dritten Generation „Ice Lake“ steckt. Die Kerne haben sowohl AVX-512-Rechenwerke als auch Software Guard Extensions (SGX) für Confidential Computing.

Den Xeon D-2700 gibt es in 16 Varianten mit oder ohne Beschleunigerfunktionen, beispielsweise zur schnellen Ver- und Entschlüsselung von Datenpaketen oder für Echtzeit-Ethernet (TSN). Die nominelle Leistungsaufnahme reicht von 65 bis 129 Watt. In vier Kanälen steuert ein Xeon D-2700 bis zu 1 TByte DDR4-3200-Speicher an und es stehen 32 PCIe-4.0-Lanes bereit. Die 20 Versionen des Xeon D-1700 haben 25 bis 90 Watt TDP, zwei RAM-Kanäle für bis zu 256 GByte und 16 PCIe-4.0-Lanes. Preise nennt Intel bisher nicht, die Prozessoren sind nur für OEM-Kunden gedacht. *(ciw@ct.de)*

Mini-PCs und -Mainboards für vier Ultra-HD-Monitore

Die kompakten Rechner der Serie Asrock NUC 1200 Box bieten unter anderem 2,5-Gbit/s-Ethernet und Wi-Fi 6E. Alternativ gibt es die Boards auch separat zu kaufen.

Die Industriesparte von Asrock hat kompakte Rechner mit Intel-Mobilprozessoren der zwölften Generation vorgestellt. Zur Auswahl stehen die drei Varianten NUC Box-1260P, Box-1240P und Box-1220P, die, wie es der Name bereits verrät, mit 11 × 11,8 × 4,8 Zentimetern ähnlich klein sind wie die Mini-PCs von Intel. Im Spitzenmodell sitzt eine CPU der 28-Watt-Klasse Core i7-1260P mit acht Effizienz- und vier Performance-Kernen, die mit bis zu 4,7 GHz takten. Damit soll sich der Rechner laut Asrock nicht nur für Office-Anwendungen und zur Medienwiedergabe, sondern auch für anspruchsvollere Aufgaben wie Bild- und Videobearbeitung eignen.

Die drei NUC Box 1200 können jeweils vier 4K-Displays ansteuern. Dafür sind sie mit 1 × HDMI 2.0b, 1 × DisplayPort 1.4a und zwei USB-C-Buchsen ausgestattet, die ebenfalls DisplayPort-1.4a-Signale ausgeben. Auch bei den Netzwerkanschlüssen bieten die Mini-PCs überdurchschnittliche Fähigkeiten: Es gibt 2×2,5-Gbit/s-Ethernet und der WLAN-Adapter funkt mit Wi-Fi-6E-Technik.

Die insgesamt drei USB-Buchsen, davon zwei vom Typ C und eine vom Typ A, arbeiten maximal mit USB 3.2 Gen 2 (10 Gbit/s). Laut Asrock läuft derzeit die Validierung für USB4. Im Inneren nehmen die Mini-PCs zwei DDR4-SODIMMs für insgesamt bis zu 64 GByte Arbeitsspeicher, eine M.2-SSD mit PCIe-4.0-x4-Schnittstelle sowie einen SATA-Datenträger im 2,5-Zoll-Format auf.

Zusätzlich bietet Asrock für Embedded-Anwendungen sieben Mainboards im gleichen Ultra-Compact Form Factor (UCFF) an. Die Spannweite reicht vom 1P+4E-Kerner Celeron 7305E bis zum 2P+8E-Kerner Core i7-1265UE. Zusätzlich tragen sie einen RS-232/422/485-Pfostenstecker und sind mit einem Watchdog-Timer ausgerüstet, der das System bei einem Absturz automatisch neu startet. *(chh@ct.de)*

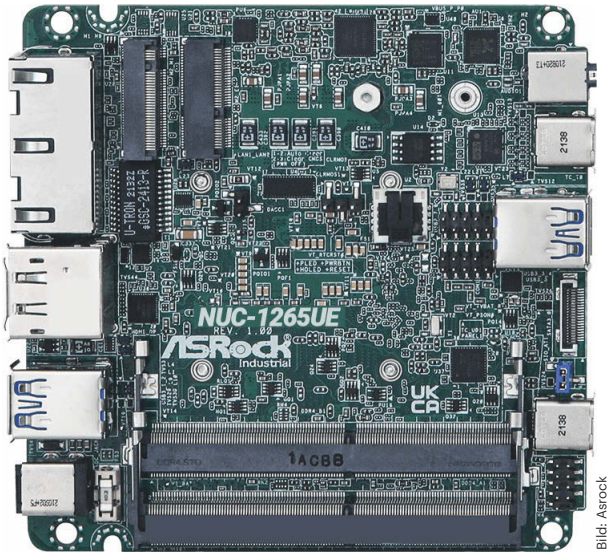


Bild: Asrock

Bei den kompakten UCFF-Boards ist eine Seite M.2-Kärtchen und den RAM-Slots vorbehalten. Die Mobil-CPU ist auf der Rückseite aufgelötet.

Netzteile für PCIe-5.0-Grafikkarten

In der vorigen c't-Ausgabe haben wir über die ersten **Netzteile mit dem neuen 12VHPWR-Stecker für Grafikkarten** berichtet. Nach Asus und MSI haben nun auch Cooler Master und Gigabyte erste Modelle damit vorgestellt. Der für bis zu 600 Watt ausgelegte Anschluss besteht aus 12 Leitungen für die Energieübertragung und vier Pins, über den Netzteil und Grafikkarte Signale austauschen, um den Strom freizuschalten.

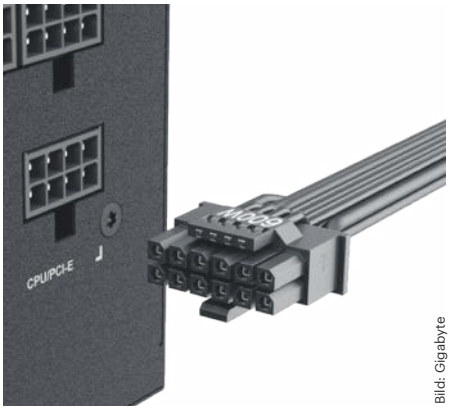


Bild: Gigabyte

Trotz deutlich mehr Kontakten ist der 12VHPWR-Stecker nicht wesentlich breiter als der achtpolige PEG-Anschluss.

Das Gigabyte UD1000GM PCIE 5.0 im ATX-Format mit modularem Kabelmanagement ist neben dem 12VHPWR- auch mit vier herkömmlichen achtpoligen Anschlüssen ausgestattet, sodass es auch vorhandene High-End-Grafikkarten mit Spannung versorgt. Das 80Plus-Gold-zertifizierte 1000-Watt-Netzteil kostet rund 180 Euro.

Cooler Master richtet sich mit den Netzteilen der V-Serie hingegen an PC-Bastler von kompakten Gaming-Maschinen. Das V1300 SFX Platinum und das V1100 SFX Platinum sind im SFX-Format gebaut. Zusätzlich zum 12VHPWR-Anschluss stellen sie sechs PEG-Stromstecker bereit. Die Netzteile erfüllen die 80Plus-Platinum-Norm, was bei 50 Prozent Last einen Wirkungsgrad von mindestens 94 Prozent garantiert. *(chh@ct.de)*

Kurz & knapp

Der finnische Softwareentwickler UL Benchmarks wird im Laufe des Jahres den neuen **Grafik-Benchmark 3DMark Speed Way** veröffentlichen. Für realistische Lichteffekte und Reflexionen verwendet dieser Raytracing und in Echtzeit berechnete Global Illumination. Zudem kommen DirectX-12-Ultimate-Funktionen wie Mesh Shader und Variable Rate Shading zum Einsatz.

AMD hat High-End-Workstation-Prozessoren der Serie **Ryzen Threadripper Pro 5000 WX** mit Zen-3-Technik für Profi-Anwender vorgestellt. Die sechs CPUs mit bis zu 64 Kernen takten im Turbo Boost nun alle mit bis zu 4,5 GHz. Zum Einsatz kommen die Threadripper Pro 5000 WX unter anderem in der Workstation ThinkStation P620 von Lenovo.

Schwebende Steuerknüppel

Damit Menschen in der Virtual Reality (VR) auf fliegende virtuelle Bedienelemente zugreifen können, lässt ein Team der Universität Duisburg-Essen die Steuerhardware auch in der realen Welt in Griffweite herumschweben.

Zum Lieferumfang vieler VR-Brillen gehören Handcontroller, die sich aber in der Regel sehr stark von ihrer Repräsentation im virtuellen Raum unterscheiden. Ein Team um Stefan Schneegaß an der Universität Duisburg-Essen hat einen Satz unterschiedlicher Bedienelemente auf Quadrokopter montiert, sodass sie frei in der Umgebung des Bedieners schweben können. Das Ziel der Forscher ist es, dessen Immersion zu verbessern.

Die ersten sogenannten Flyables tragen unterschiedliche Aufsätze und dienen als Taste, Knauf, Joystick, Schieberegler oder 3D-Maus. Das Forscherteam hat diese eigens entworfen und im 3D-Drucker selbst hergestellt. Mit diesem Ansatz lassen sich kurzfristig auch andere Controllerformen erzeugen – passend zum Aussehen der Bedienelemente in der VR.

Die Propeller der Quadrokopter sind durch zusätzliche Bügel gegen Berührungen von der Seite geschützt, weil sonst ein versehentlicher Stupser die kleinen Drohnen leicht zum Absturz bringen könnte. Die Controller-Aufsätze der Flyables haben keine mechanischen Gelenke. Steuerungsbewegungen, die der Anwender mit ihnen ausführt, lesen die Forscher aus den Gyroskopdaten der Quadrokopter ab.

Etliche der Testpersonen haben bestätigt, dass es ihnen mit Flyables besser als mit den üblichen Handcontrollern gelungen ist, in die Virtual Reality einzutauchen. Allerdings ist das System derzeit noch im Prototypenstatus. Die Forscher arbeiten jetzt vor allem daran, die Eingabepräzision zu erhöhen. Zudem loten sie die Möglichkeit aus, die Kraftrückkopplung zu variieren, um etwa den Widerstand bei einem Schieberegler einstellen zu können. *(agr@ct.de)*

***Flyables im Video:* ct.de/ym6t**



Bild: Universität Duisburg-Essen

Eine Testerin ergreift zwei in ihrer Nähe schwirrende Flyables und steuert damit einen Kran in der virtuellen Welt.

Fingerspitzengefühl

Mit einem künstlichen Daumen, in dem eine Kamera steckt, hat ein Team um Georg Martius am Max-Planck-Institut für intelligente Systeme (MPI-IS) in Tübingen und Stuttgart einen **Roboter-Tastsensor** entwickelt. Der Daumen besteht aus einem filigranen Skelett und einer Elastomerhülle. Das elastische Material ist mit Aluminium versetzt, wodurch kein Licht von außen eindringen kann. Die Innenseite strahlt ein mehrfarbiger LED-Ring an, dessen Licht von den Aluminiumflocken in der Hülle reflektiert wird. Eine Kamera mit 160-Grad-Fischaugenobjektiv nimmt Bilder von der Innenseite auf. Die Kamerabilder verraten nun, an welcher Stelle und mit welcher Kraft die Oberfläche des Daumens eingedrückt wird.



Bild: MPI-IS

Der künstliche Tastsensor in Daumengröße erkennt Berührungen optisch.

Ein mit den Bilddaten trainiertes neuronales Netz stellt die Kräfte auf einer Force Map dar. So könnte sich ein Roboter ein Bild machen, während er seine Umgebung ertastet. Es hat sich gezeigt, dass der neue Sensor Berührungen auf seiner gesamten Oberfläche erkennt und sogar mehrere Tastereignisse unterschiedlicher Stärke gleichzeitig erfassen kann – aus nur einer Aufnahme. Der einfach aufgebaute Sensor erkennt Kontakte ab einem Druck von 100 Millinewton und in Abständen ab zwei Millimeter. *(agr@ct.de)*

Homeoffice senkt CO_2-Ausstoß

2021 haben 70 Prozent der Beschäftigten zumindest zeitweilig im Homeoffice gearbeitet. Gegenüber 2017 haben sie so laut einer Studie des Öko-Institut e. V., Berlin, **38 Millionen Kilometer Arbeitsweg eingespart.** Pendler in Deutschland nutzen normalerweise zu etwa 72 Prozent das eigene Auto. Die eingesparten Emissionen in CO_2-Äquivalenten rechneten die Forscher gegen die Emissionen auf, die die Ausstattung der heimischen Arbeitsplätze verursachte. Demnach fällt der Laptop mit 18 Kilogramm CO_2-Äquivalenten pro Jahr ins Gewicht, ein vollausgestatteter Heimarbeitsplatz mit Licht und Heizung zusätzlich zum Büro hingegen mit 307 Kilogramm pro Jahr. Aus den so abgeleiteten Szenarien ermittelten die Forscher für die regelmäßigen Homeworker bei durchschnittlich nur einem Homeoffice-Tag in der Woche ein Sparpotenzial zwischen 1,1 und 2,1 Millionen Tonnen Treibhausgas jährlich. *(agr@ct.de)*

Glasfaser-Fritzbox mit mehr WLAN

AVMs Fritzbox 5590 wird mit Wi-Fi-6-WLAN und vier MIMO-Streams das neue Topmodell für Glasfaseranschlüsse.

Auf dem Mobile World Congress in Barcelona hat AVM seine neue Fritzbox 5590 gezeigt, die mit extra flottem Wi-Fi-6-WLAN lockt. Sie funkt über vier MIMO-Streams statt zwei wie ihre kleine Schwester 5530 (Test in c't 7/2021, S. 70) und hat anders als diese auch zwei USB-Ports fürs Teilen von Druckern oder Massenspeichern im Netz an Bord.

Wie vorher sollen SFP-Fasermodule für die Anschlusstypen AON (Active Optical Network) und GPON (Gigabit Passive Optical Network) im Karton liegen. Der SFP-Slot ist SFP+-kompatibel und damit auf Anschlüsse bis 10 Gbit/s vorbereitet. Die Fritzbox 5590 soll im Frühjahr auf den Markt kommen, ihr Preis ist noch offen.

Bezüglich VPN und IPv6 hat sich zum MWC etwas in der Labor-Firmware für die Fritzbox 7590 getan: Sie kann jetzt endlich auch IPsec-Verbindungen über IPv6 aufbauen (siehe S. 62). Ferner hat AVM gegenüber c't angegeben, dass die Fritzbox 7590 AX der letzte AVM-Router mit ISDN-S0-Port bleiben werde. Die Nachfrage sei inzwischen zu gering. *(ea@ct.de)*



Bild: AVM

Große Schwester der Fritzbox 5530: Die 5590 funkt über mehr WLAN-Spuren (MIMO-Streams) und hat zwei USB-Ports.

Fritzbox-Alternative

Bintec Elmegs „be.IP swift" ist eine mächtige neue Alternative zum Berliner Boximperium: Der Router kann alle auf der Telefonleitung relevanten Standards nutzen (ADSL, (S)VDSL, G.fast), aber auch per Gigabit-Ethernet oder SFP-Modul an **beliebige andere Internetverbindungen bis 1 GBit/s** angeschlossen werden.

An Bord ist Dual-Band-Wi-Fi-6 mit je vier Antennen pro Band für MU-MIMO. Die integrierte Telefonanlage versorgt bis zu 30 Telefone (2× ISDN-S0, 2× analog, interner VoIP-Server, elmeg DECT-System). Für VPN stehen bis zu 10 IPsec-Tunnel zur Verfügung. Der be.IP swift soll Ende März für 540 Euro erhältlich werden. *(amo@ct.de)*



Bild: bintec elmeg

Der be.IP swift versteht sich mit Telefonleitungen, Glasfasern und Ethernet-WAN-Anschlüssen. Seine Telefonanlage bedient bis zu 30 Telefone.



Die nachhaltige 13

Recht auf Reparatur: Umweltverbände stellen Forderungskatalog auf

Der „Runde Tisch Reparatur“ will das Recht auf Reparatur stärken und sieht dabei nicht nur die EU in der Pflicht. Der Bundesregierung hat die Initiative 13 konkrete Forderungen vorgelegt.

Von Robin Brand

Der Runde Tisch Reparatur, BUND, Germanwatch, Greenpeace, WWF und 20 weitere Organisationen sowie Reparaturfirmen wie iFixit haben von der Bundesregierung bessere Voraussetzungen für Reparaturen gefordert. Das Europaparlament könne nicht alle nötigen Regelungen schaffen. Die Bundesregierung solle insbesondere „das herstellerunabhängige Recht auf Reparatur“ stärken. Reparaturen hätten das Potenzial, Ressourcen zu schonen und das Klima zu schützen. Das müsse genutzt werden.

Einfacher und günstiger

Reparieren müsse für Bürger einfacher und für unabhängige Reparaturdienstleister rentabler werden, heißt es in dem Forderungspapier. Die von der Ampel-Regierung bereits im Koalitionsvertrag angekündigte Umsetzung des Rechts auf Reparatur begrüßt der Runde Tisch. Wirklich wirksam könnten die angekündigten Maßnahmen jedoch nur sein, wenn die Voraussetzungen für einen fairen und diskriminierungsfreien Zugang zum Reparaturmarkt geschaffen würden.

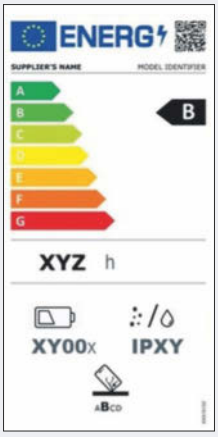
Laut Koalitionsvertrag will die Bundesregierung die Reparierbarkeit von Produkten und den Zugang zu Ersatzteilen und Reparaturanleitungen verbessern sowie verpflichtende Update-Zeiträume für digitale Produkte einführen. Bezüglich Smartphones und Tablets hat die EU-Kommission ähnliche Pläne, sie will Hersteller unter anderem verpflichten, fünf Jahre lang Ersatzteile und Updates zu liefern. Außerdem soll ein verpflichtender Reparierbarkeitsindex anzeigen, wie kompliziert der Austausch wichtiger Komponenten wie Akku und Display ist. An die Bundesregierung stellen die Umweltverbände konkrete Forderungen, die teilweise über die bisherigen Pläne der EU-Kommission hinausgehen:

- EU-weite, produktübergreifende Reparaturanforderungen.
- Zugang zu Ersatzteilen nicht nur für Reparaturbetriebe, sondern auch für Verbraucher. Ersatzteilpreise, die in einem „begründbaren Verhältnis zu ihren Herstellungskosten“ stehen.
- Software-Updates für einen Mindestzeitraum von zehn Jahren.
- Möglichkeiten für Reparaturen ohne eine vorherige Genehmigung des Herstellers.
- Unterstützung eines EU-weiten Reparaturindex, der insbesondere Ersatzteilpreise als Bewertungskriterium beinhaltet – ein Streitpunkt in den bisherigen Beratungen über den möglichen Index.
- Stärkere Kontrolle von Online-Anbietern und Plattformen.
- Geringere Reparaturkosten durch einen reduzierten Mehrwertsteuersatz für Reparaturdienstleistungen.
- Überarbeitete Gewährleistungsansprüche müssen wirklich zu einer Lebensdauerverlängerung von Produkten führen und dürfen den Reparatursektor nicht gefährden.
- Bessere finanzielle und personelle Ausstattung der Marktüberwachungsbehörden und besserer Austausch auf EU-Ebene.
- Niedrigere Zugangshürden zum Reparatursektor, um dem dortigen Nachwuchsproblem zu begegnen.
- Förderung der Aufbereitung und Wiederverwendung von Ersatzteilen.
- 3D-Druck für die Herstellung von Ersatzteilen fördern.

Smartviser entwickelt Laufzeittest für EU-Energielabel

Ab 2023 soll ein EU-Energielabel die Effizienz von Smartphones bewerten. Zentrale Komponente ist die von Haushaltsgeräten bekannte Skala von A bis G für die Energieeffizienz. Auch weitere Umwelteigenschaften der Geräte soll das Label auf einen Blick anzeigen.

Die Effizienz von Smartphones und Tablets bemisst sich an der sogenannten Ausdauer. Das ist der Quotient aus Akkulaufzeit und Akkukapazität in mAh. Um die Akkulaufzeit zu ermitteln, arbeitet die EU mit dem französischen Unternehmen Smartviser zusammen, wie dieses nun offiziell bekannt gegeben hat. Die Viser-App von Smartviser setzen auch diverse Hersteller ein, um alltagsnahe Laufzeiten zu ermitteln. Die App startet automatisiert diverse Anwendungen auf dem Smartphone, um eine möglichst praxisnahe Aussage zu treffen. Dazu zählen zum Beispiel Telefonate, Browsen und das Streamen in Dauerschleife, bis der Akku schlapp macht. Unter laborartigen Bedingungen mit unter anderem konstanten Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen wollen die Tester reproduzierbare Ergebnisse gewinnen. Auf dem Label wird die ermittelte Laufzeit genannt. Die EU-Kommission geht davon aus, dass Smartphones mit einer langen Akkulaufzeit langlebiger sind, weil Nutzer über einen längeren Zeitraum mit der Laufzeit zufrieden sind und später auf ein neues Modell umsteigen als bei kurzatmigen Geräten.



Das Energielabel, das nach dem Willen der EU-Kommission künftig die sogenannte Effizienz von Tablets und Smartphones bewertet, hat eine Skala von A bis G. Zusätzlich zeigt es die erwartbare Laufzeit an.

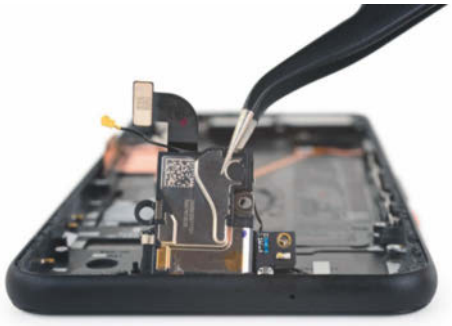


Bild: iFixit

Leichter reparierbar sollt ihr sein: Umweltverbände haben der Bundesregierung ihre Vorstellungen unterbreitet, wie Smartphones nachhaltiger werden könnten.

– Förderung neuer Geschäftsmodelle, die auf der Aufarbeitung, der Wieder- und Weiterverwendung und dem Upgrading von gebrauchten Produkten beruhen.

Ein Streitpunkt zwischen Umweltverbänden und Industrie, aber auch EU-Kommission ist unter anderem, ob der Index die Ersatzteilpreise berücksichtigen soll oder nicht. Laut Johanna Sydow, Rohstoffexpertin bei Germanwatch, müsse die Bundesregierung auf EU-Ebene „darauf dringen, dass der Preis von Ersatzteilen widergespiegelt wird, denn der entscheidet häufig darüber, ob überhaupt repariert wird oder nicht".

Die EU-Kommission will die Ersatzteilpreise dagegen nicht berücksichtigen. Ein Vertreter der Kommission hatte die Entscheidung mit dem Argument verteidigt, dass diese sich von EU-Land zu EU-Land unterschieden und auch im Laufe der Zeit ändern könnten. So sei das gesamte Scoring „weniger robust". Allerdings sieht die von der EU für 2023 geplante Ökodesign-Verordnung vor, dass die Hersteller die Preise der Ersatzteile veröffentlichen müssen und diese danach eben nicht mehr erhöhen dürfen.

In Frankreich gibt es bereits seit Anfang 2021 einen verpflichtenden Reparierbarkeitsindex für Smartphones und eine Reihe anderer Produkte. Dieser setzt den Preis des teuersten Ersatzteils und den Durchschnittspreis wichtiger Ersatzteile ins Verhältnis zum Neupreis des Gerätes.

Auch mit dem Vorschlag, Hersteller zu verpflichten, zehn Jahre Updates für ihre Geräte wie Smartphones und Tablets zu liefern, gehen die Umweltverbände weit über die Pläne der EU hinaus. Nach EU-Plänen müssen Hersteller künftig fünf Jahre Sicherheitsupdates liefern.

Die Branche, vertreten durch den Verband Digitaleurope, hatte jüngst verlauten lassen, Sicherheitsupdates „eher" für drei Jahre liefern zu wollen. An anderer Stelle wiederum sind sich Umweltverbände und Industrie recht nahe, zum Beispiel beim Thema 3D-Druck. So hatte der Digitalverband Bitkom gemahnt, wenn künftig sämtliche Ersatzteile auf Halde produziert und eingelagert würden, könne die Umweltbilanz negativ werden. Gegenüber c't benannte Bitkom-Präsident Achim Berg wie die Umweltverbände 3D-Druck als möglichen Ausweg.

Auch Digitaleurope teilte mit, die EU-Pläne grundsätzlich zu begrüßen. Unsere Frage, welche Ideen die Industrie habe, Smartphones nachhaltiger zu gestalten, ließ der Verband aber unbeantwortet.

(rbr@ct.de) c't



„Wir wollen den Roboter nicht bewaffnen“

Interview: Wie die Polizei NRW den Roboterhund Spot einsetzt



Bild: LZPD NRW

Als erste deutsche Behörde nutzt das Duisburger Landesamt für Zentrale Polizeiliche Dienste einen Roboterhund. Polizeirat Dominic Reese erklärt im c’t-Interview, bei welchen Aufgaben „Spot“ der Polizei helfen kann – und bei welchen nicht.

Von Christian Wölbert

c’t: Herr Reese, Sie und Ihre Kollegen haben Anfang Januar als erste deutsche Polizeibehörde den Roboterhund Spot angeschafft. Nun lief der erste echte Einsatz des Roboters, und zwar in einem ausgebrannten Wohnhaus in Essen. Was genau haben Sie gemacht?

Dominic Reese: Das Haus ist einsturzgefährdet. Deshalb nutzten wir den Roboter, um den Tatort von innen zu dokumentieren. Spot hat einen Laserscanner und eine 360-Grad-Kamera. Aus den Daten erstellen wir ein 3D-Modell, in dem unsere Ermittler sich virtuell bewegen können. So lässt sich zum Beispiel nachvollziehen, ob Türen offen oder geschlossen waren, oder wo bestimmte Gegenstände lagen. Der Roboter erlaubt es dabei, Tatorte möglichst unverfälscht aufzunehmen.

c’t: Wie gut kam der Roboter an den ersten Tagen in dem Gebäude zurecht?

Reese: Wir hatten ihn vorher intensiv getestet, auf Kies, Schotter, im Gebüsch. Aber einen Brandort kann man nicht simulieren. Da lässt sich der Untergrund schlecht einschätzen, es liegen geschmolzene Dinge und Schutt herum. Trotzdem lief der Einsatz sehr gut. Einer unserer Experten hat den Roboter aus der Ferne gesteuert. Spot ist zwar einmal gestürzt, weil er sich verhakt hat, aber er konnte sich alleine wieder aufrichten. Allerdings war die Funkreichweite schlechter als erwartet. Wir sind deshalb kurzfristig auf eine andere Funktechnik gewechselt.

c’t: Welche Funkstandards meinen Sie, und wie konnten Sie so schnell wechseln?

Reese: Standardmäßig kommuniziert der Roboter über Wi-Fi, das eignet sich eher fürs Labor. Wir haben deshalb ein Modul für ein Mesh-Netzwerk nach militärischen Standards nachgerüstet. Das haben andere Anwender bereits vor uns gemacht, deshalb konnten wir auf deren Erfahrungen zurückgreifen. Im Roboter steckt ein Server, der mit jeder Netzwerkanbindung arbeiten kann.

c’t: Wie viel Erfahrung braucht man, um Spot aus der Ferne zu steuern?

Reese: Wenn ich Ihnen die Fernbedienung gebe, werden Sie ihn nach fünf Minuten durch ihr Haus steuern können. Der Roboter setzt jeden Fuß mit Bedacht ab, er hat Ultraschallsensoren, die die Belastbarkeit des Bodens erfassen. Er steigt automatisch Treppen hoch und weicht Hindernissen – zum Beispiel Menschen – aus. Aber für einen Einsatz braucht man einiges an Erfahrung, dann kann man auch einzelne Füße und einzelne Motoren ansteuern. Die Eingriffstiefe ist beliebig.

c’t: Für welche weiteren Aufgaben könnte Spot eingesetzt werden?

Reese: Es gibt viele Szenarien, zum Beispiel die Suche nach Gefahrstoffen. Spot könnte dann mit seinem optionalen Greifarm Proben entnehmen und untersuchen. Er könnte auch Bombenentschärfern helfen. Die nutzen momentan Kettenfahrzeuge, die sich nicht so gut bewegen können. Auch bei Spezialeinheiten sind Einsatzmöglichkeiten denkbar, zum Beispiel, wenn man um eine bestimmte Ecke gucken muss. Er könnte einem Geiselnehmer ein Handy bringen – oder eine Pizza. Ob diese Szenarien wirklich sinnvoll sind, muss aber untersucht werden, und das tun wir in unserem Innovationslabor gemeinsam mit den polizeilichen Experten.



Bild: LZPD NRW

Polizeirat Dominic Reese untersucht im „Innovation Lab“ des Landesamts für polizeiliche Dienste, welche Technik sich für die Polizei NRW eignet.

c't: Wie gut kann die Polizei den Roboter für ihre Zwecke anpassen?

Reese: Die Softwareschnittstellen sind offen, da ist also vieles denkbar. Genau wie Leute solch ein Modell gemeinsam mit Mick Jagger haben tanzen lassen, gibt es auch für uns Möglichkeiten. Man braucht bloß das richtige Szenario. Was die Hardware angeht, wollen wir polizeiliche Standardtechnik integrieren, zum Beispiel Massenspektrometer oder Gassensoren. Mit Adaptern aus dem 3D-Druck können wir solche Geräte an Spot anbringen.

c't: Wie kamen Sie eigentlich auf die Idee, Spot anzuschaffen?

Reese: Wir versuchen kontinuierlich, den Einsatz für die Kolleginnen und Kollegen sicherer zu machen und die Polizeiarbeit vor Ort zu stärken. Da gibt es immer wieder Einsätze, bei denen wir uns denken: Das muss doch anders gehen. Dann denkt man über Lösungen nach, spricht darüber und kommt zu der Entscheidung, etwas Neues auszuprobieren. Und hier bei Spot waren es konkret einige große Schadenslagen in der Vergangenheit.

c't: Was gab den Ausschlag für dieses Modell?

Reese: Das waren mehrere Faktoren. Spot ist ein ausgereiftes Industrieprodukt, während viele andere Laufroboter noch nicht marktreif sind. Außerdem hat der Hersteller Boston Dynamics ein Wertekonstrukt, das zu uns passt. Das IT-Sicherheits- und Datenschutzkonzept entspricht europäischen Standards. Die Daten bleiben auf unseren Servern und sind nach Industriestandards verschlüsselt.

c't: Die US-Polizei setzt Roboter zur Videoüberwachung in der Öffentlichkeit ein. Wäre das in Deutschland denkbar?

Reese: Wir wollen keine Roboter einsetzen, um Menschen zu überwachen oder zu kontrollieren. Das hat viel mit unserem bürgernahen Polizeiverständnis zu tun.

c't: Und ein bewaffneter Einsatz?

Reese: Nein, wir wollen den Roboter auch nicht bewaffnen, und das wäre auch gar nicht zulässig. Die Waffen, die die Polizei einsetzen kann, sind in den Polizeigesetzen abschließend aufgezählt. Ein Einsatz als Zwangsmittel gegen Menschen wäre auch gar nicht zielführend. Der Roboter hat hinten einen gut sichtbaren Notausschalter. Übrigens will auch der Hersteller keinen bewaffneten Einsatz und hat diesen vertraglich ausgeschlossen. Das unterscheidet ihn von chinesischen Anbietern, die mit bewaffneten Laufrobotern werben.

c't: Planen Sie, weitere Spot-Exemplare anzuschaffen?

Reese: Das muss sich noch zeigen. Aber meine private Meinung ist, dass wir den Roboter künftig häufiger antreffen werden. *(cwo@ct.de)* c't

Spot-Videos: ***ct.de/ygfq***

Spot

Der US-Hersteller Boston Dynamics, der mittlerweile zu Hyundai gehört, führte seinen etwa 31 Kilogramm schweren Roboterhund Spot erstmals 2016 vor. Seit 2019 ist er kommerziell erhältlich – zum Grundpreis von rund 60.000 US-Dollar. Er wird standardmäßig mit einem Tablet aus der Ferne bedient, kann aber auch für autonome Handlungsabläufe programmiert werden. Boston Dynamics gibt die Höchstgeschwindigkeit mit 1,6 m/s (ca. 5,8 km/h) an, die „typische Akkulaufzeit" mit 90 Minuten und die maximale Traglast mit 14 Kilogramm. Der Hersteller bietet zahlreiche Erweiterungen an, etwa einen Greifarm und diverse Kameras. Auch andere Hersteller können Module für Spot entwickeln. Als Einsatzgebiete nennt Boston Dynamics unter anderem die Dokumentation von Baustellen und die Überwachung von Industrieanlagen.



Bild: Boston Dynamics

Boston Dynamics bewirbt Spot als „agilen, mobilen Roboter".

Unsere Server-Buddies sind #NäherDran

Ihre persönlichen IT-Experten

Keine halben Sachen: Bei der Betreuung und Beratung unserer Kunden setzen wir von Thomas-Krenn auf doppelte Kompetenz und Erfahrung. Deshalb kümmern sich Key Account Managerin Monika und Vertriebsberaterin Jasmin gemeinsam um unsere Kunden im Südwesten Deutschlands.
Diese schlagkräftige Teamarbeit hat für Sie viele Vorteile, denn Ihnen steht jederzeit ein persönlicher Ansprechpartner zur Verfügung – in unserer Zentrale oder auf Wunsch vor Ort bei Ihnen!

Ihre Buddies in Süd-West-Deutschland: #NäherDran



Monika & Jasmin

Buddy-Beratung unter:
thomas-krenn.com/sued-west

THOMAS KRENN®

Zahlungsverzug

European Payments Initiative am Scheideweg

Die 2020 gestartete Initiative für ein europäisches Bezahlsystem, das Mastercard, Visa und PayPal Konkurrenz machen soll, hat namhafte Unterstützer verloren. Das Projekt steht vor dem Aus – oder muss deutlich kleinere Brötchen backen.

Von Markus Montz

Die „European Payments Initiative“ (EPI) droht nach einer Rückzugswelle beteiligter Banken zu scheitern oder nur noch in stark abgespeckter Form zu starten. Bereits seit Dezember 2021 hatten mehrere deutsche, spanische, polnische und finnische Kreditinstitute ihren Rückzug aus dem Projekt für ein paneuropäisches elektronisches Bezahlsystem erklärt. Nun hat die Gruppe mit der DZ Bank auch den gewichtigen Vertreter der deutschen Volks- und Raiffeisenbanken verloren. Deren Spitzenverband BVR sah „keine gemeinsame Basis“ in einem Ende Februar vorgelegten Konzept der EPI. Zuvor hatten sich auf deutscher Seite bereits Commerzbank und Hypovereinsbank aus dem Projekt gelöst. Grund sind nach Ansicht von Finanzexperten Unstimmigkeiten der Beteiligten über die Anschubfinanzierung und die Ausrichtung des Bezahlsystems. Die zähen Verhandlungen hatten bereits in den vergangenen Monaten den ursprünglich für 2022 geplanten Start ins Ungewisse wandern lassen.

Von den beim Start zunächst 16, später 31 Banken und Kreditinstitutsverbünden sowie zwei Zahlungsabwicklern aus neun Ländern sind damit noch 13 Häuser übrig, darunter der Deutsche Sparkassen- und Giroverband und die Deutsche Bank. Zugleich ist unklar, wie es mit der im Juli 2020 angetretenen Initiative weitergehen wird, die abgesehen von mehr Einheitlichkeit an Laden- und virtuellen Kassen die EU von den amerikanischen Anbietern unabhängiger machen sollte. Im Gespräch ist nun neben einer kompletten Abwicklung des Projekts laut EPI-Chefin Martina Weimert auch eine „Light“-Variante, die ein elektronisches Wallet auf Basis von SEPA-Echtzeitüberweisungen umfassen könnte und „auf jeden Fall“ für den E-Commerce geeignet sein soll.

Im ursprünglichen Paket hatte die EPI eine Bezahlkarte und ein digitales Wallet geplant, die die Kunden sowohl an der Ladenkasse als auch im Online- und Mobilhandel sowie für Geldtransfers in Echtzeit von Wallet zu Wallet (P2P) hätten nutzen können. Als Grundlage sollte die SEPA-Überweisung, insbesondere die SEPA-Echtzeitüberweisung dienen; zugleich sollte EPI ähnlich den Kreditkarten der großen Anbieter auch außerhalb Europas verfügbar sein. Über den endgültigen Markennamen haben die Beteiligten noch nicht entschieden. Die EPI mit Sitz in Brüssel hatte sich privatwirtschaftlich organisiert, genießt aber politische Rückendeckung durch EU-Kommission und Europäische Zentralbank.

Europäisch und unabhängig

Experten aus der Finanzwirtschaft und dem Einzelhandel versprechen sich von EPI eine Reihe von Vorteilen. Durch ein übergreifendes Bezahlsystem mit einer Karte sowie einem Wallet ähnlich PayPal, dem Schweizer Twint oder dem in der Nische verbliebenen deutschen Giropay-Kwitt könnten Europas Bürger im gesamten EU-Gebiet mit dem gleichen System bezahlen, sowohl im Supermarkt als auch im Onlineshop. Die mitunter noch vorhandenen Terminals, die nur nationale Karten annehmen (etwa Dänemarks Dankort oder Deutschlands Girocard), wären dann endgültig kein Hindernis mehr.

Der größte Mehrwert läge in vielen Ländern allerdings an anderer Stelle, nämlich darin, über das Wallet Geld in Echtzeit von Smartphone zu Smartphone zu schicken. Solche in Deutschland vor allem durch PayPal bekannten P2P-Payments sollen auch Händler annehmen können. Für sie wäre dies insbesondere bei kleinen Beträgen (Micropayments) eine Erleichterung, bei denen ihre Entgelte oft nicht im Verhältnis zum Umsatz stehen. Den Snack auf dem Markt in Helsinki bezahlt man dann bequem mit der gleichen App wie in Berlin oder auf Mallorca. Das wäre nicht zuletzt dort von Vorteil, wo P2P-Zahlungen bisher relativ selten genutzt werden, zum Beispiel in Deutschland oder Frankreich. Ebenso wäre eine Einbindung des digitalen Euro denkbar, sollte er denn kommen (siehe c’t 4/2022, S. 108).

Auch darüber hinaus könnten sich für den Handel Vorteile ergeben: EPI würde in den Wettbewerb mit den amerikanischen Zahlungsdienstleistern – insbesondere Mastercard, Visa und PayPal – eintreten und könnte für ein günstigeres



Die European Payments Initiative soll nationale Bezahlarten wie Deutschlands Girocard integrieren oder ersetzen und Großkonzernen wie Visa, Mastercard und PayPal Konkurrenz machen.

Preisniveau sorgen. Im Idealfall geben die Händler die niedrigeren Entgelte an die Kunden weiter; zugleich könnte die Konkurrenz die Preispolitik der drei genannten Firmen dämpfen. Auch unternehmenspolitische Entscheidungen wie Mastercards Abkündigung seines Bezahlnetzwerks Maestro (c't 24/2021, S. 31) hätten weniger gravierende Auswirkungen.

Die Befürworter von EPI verweisen darüber hinaus auf die geopolitischen Vorteile, sprich: die Unabhängigkeit von Diensten aus Übersee. Welche Folgen Finanzsanktionen einer US-Regierung haben könnten, erfährt derzeit Russland – über die oft erwähnten Ausschlüsse aus dem internationalen Zahlungsnetzwerk SWIFT hinaus haben auch Mastercard und Visa das Land von ihren Systemen abgehängt. Zwar könnte SEPA solche Einschränkungen zumindest innerhalb des Europäischen Wirtschaftsraums teilweise auffangen, allerdings hängt der Einzelhandel in zahlreichen Ländern stark von Netzwerken ab, die Visa und Mastercard bereitstellen.

Wirtschaftliche Risiken

Trotz aller Vorteile sehen Zahlungsverkehrsexperten das Risiko, dass EPI die hohen Startkosten nicht refinanzieren kann. Im Gespräch waren zunächst 1,5 Milliarden Euro, allerdings erwarteten die Beteiligten, dass in der Folge weitere Investitionen erforderlich sein würden. Entgegen der Hoffnungen mancher Beteiligter will sich die EU bisher nicht mit öffentlichen Geldern beteiligen.

Als Achillesferse des Projekts betrachten viele Beobachter den geringen Mehrwert gegenüber etablierten Bezahlsystemen und dem eingespielten Nutzungsverhalten in den einzelnen europäischen Ländern. So hat Deutschland mit der Girocard im stationären Einzelhandel sowie mit Rechnungskauf und SEPA-Lastschrift im Onlinehandel häufig genutzte, eingeschliffene Verfahren – einen etwaigen Wechsel müssten die deutschen Kunden ebenso mittragen wie beispielsweise die Niederländer, die über ihr nationales System iDEAL mehr als zwei Drittel ihrer Onlinebestellungen bezahlen, an der Ladenkasse aber häufig auf das Maestro-System von Mastercard setzen.

Spaniens Banken wiederum haben mit „Bizum“ erst vor wenigen Jahren ein nationales P2P-System aufgebaut, das sie nicht ohne Weiteres wieder aufgeben wollen. Auch die deutsche Kreditwirtschaft ist mit Giropay-Paydirekt gerade im Begriff, ein nationales Verfahren für P2P und Onlinehandel einzuführen. Dissens gab es unter den Banken daher zusätzlich darüber, ob EPI die bestehenden nationalen Systeme miteinander verknüpfen oder ein komplett neues Bezahlsystem aufsetzen soll – ersteres würde zwar den Übergang vereinfachen, wäre aber wesentlich kostspieliger.

Ende 2020 präsentierte die EPI auf ihrer Webpräsenz 31 Banken und die zwei Zahlungsdienstleister Worldline und Nets (heute Nexi) als Partner; mittlerweile ist die Zahl auf elf plus zwei geschrumpft.



Erschwerend kommt die bislang schleppende Einführung der SEPA-Echtzeitüberweisung hinzu. Bieten Kreditinstitute sie ihren Kunden an, erheben sie häufig gesonderte Gebühren – auch, um die Investitionskosten wieder einzuspielen. Damit aber wäre eine Kernfunktion des EPI-Projekts für den normalen Kunden zu teuer und beispielsweise gegenüber P2P-Transaktionen von PayPal nicht mehr wettbewerbsfähig.

Auch bei der nun angepeilten EPI-Light-Variante gibt es daher keine Gewissheit, ob die Endkunden sie am Ende annehmen. Nutznießer dürften dann die amerikanischen Platzhirsche sein. Abgesehen von ihrer gut geölten Lobbymaschine haben sie den unabweisbaren Vorteil, dass sie in allen europäischen Ländern vertreten und in den Alltag integriert sind – und Kunden sie an der Kasse wie im Onlinehandel bereits heute länderübergreifend nutzen. *(mon@ct.de)* c't





Bild: Gini

Zentrale Rechnungsauswertung

Datenschutz bei Fotoüberweisung

Fotoüberweisungen, wie sie viele Banken in ihren Apps anbieten, lösen ein echtes Alltagsproblem: Rechnung mit dem Handy knipsen, Empfänger, Verwendungszweck und Betrag werden automatisch per KI erkannt. Was genau mit den teils sensiblen Daten passiert, sieht der Kunde aber nicht auf den ersten Blick und nicht alle Banken haben beim Datenschutz sorgfältig gearbeitet.

Von Jan Mahn

Die Fotoüberweisung ist ein Anwendungsfall für Künstliche Intelligenz, der Nutzern ganz ohne IT-Hintergrundwissen das Leben erleichtert. Viele Banken haben daher eine solche Funktion mittlerweile in ihre Apps eingebaut: Rechnung aus dem Briefkasten holen, Foto mit dem Handy machen, dann erscheint in der Banking-App ein fertig ausgefüllter Überweisungsträger. Im Hintergrund, so die Werbetexte der Banken, arbeitet Künstliche Intelligenz, die die wichtigen Daten aus dem Brief extrahiert.

Für datenschutzinteressierte Nutzer drängt sich die nächste Frage aber förmlich auf: Geschieht die Datenanalyse auf dem Handy selbst, auf dem Server der Bank oder irgendwo anders? Um einen Eindruck zu bekommen, wie sensibel Fotos von Rechnungen sind, reicht ein Blick auf ein solches Dokument: Darauf zu finden sind Liefer- und Rechnungsadresse sowie alle Rechnungsposten, die schlimmstenfalls Rückschlüsse etwa auf Hobbys, Medikamente von Online-Apotheken, Kleidergrößen oder Literaturvorlieben zulassen. Insgesamt enthält eine Rechnung also viel mehr Informationen, als zum Ausfüllen eines Überweisungsträgers nötig sind.

Dienstleister der Banken

Um den Weg der fotografierten Rechnungen nachzuvollziehen, nahmen wir uns die Apps verschiedener deutscher Banken vor und probierten die Fotoüberweisung aus. Die App der Sparkassen blendet bei der ersten Nutzung der Funktion den Hinweis ein (siehe Seite 49), dass die Fotos an „einen Dienstleister“ übertragen werden. Am Ende des Dialogs folgt ein Verweis auf die Datenschutzerklärungen der Firma Star Finanz. Diese Firma hat die App für die Sparkasse entwickelt – und die in die App eingebaute Datenschutzerklärung nennt im Punkt 3.8 schließlich auch den Dienstleister für die Fotoüberweisung genauer: die Firma Gini GmbH aus München. Mit der habe man einen Auftragsdatenverarbeitungsvertrag nach Artikel 28 DSGVO geschlossen. Außerdem erklärt die Star Finanz, was mit dem Foto passiert: Aus der App geht das Foto an die Server der Gini GmbH, dort wird es ausgelesen. Die für die Überweisung relevanten Daten werden „anonymisiert“ zurückübertragen. Dann kann man als Kunde die Überweisung korrigieren und per TAN freigeben. Die freigegebenen Daten gehen dann noch einmal zu Gini, um die Qualität der Auswertung zu verbessern. Für vier Wochen sollen Foto und Daten „zum Zwecke der Nachprüfbarkeit und Dokumentation“ bei Gini liegen, bevor sie gelöscht werden. In diese Spielregeln muss man einwilligen, um die Funktion zu nutzen.

Offen bleiben aber entscheidende Fragen: Wo stehen die Server der Gini GmbH, wer betreibt diese und sind möglicherweise US-Cloudprovider im Spiel? Weil die Homepage gini.net zwar von deutschen Rechenzentren spricht, aber keine eigene Datenschutzerklärung für die Dienstleistung bereithält, kontaktierten wir Ginis Presseagentur und fragten nach Details.

Unterdessen schauten wir uns auf der Homepage des Unternehmens an, was Gini noch zu bieten hat. Ausgerichtet ist das Angebot auf Banken, Versicherungen und Entwickler von Banking- und Dienstleistungs-Apps. Die Fotoüberweisung ist nur der einfachste Anwendungsfall für das, was Ginis KI zu leisten imstande ist. Die Funktion „Gini Smart“ können zum Beispiel Apps für Versicherungsoptimierung nutzen – der Kunde scannt seine Versicherungsdokumente und bekommt Vorschläge für die Optimierung seiner Verträge. Geworben wird mit den Slogans „Für Dich eine Rechnung. Für unsere KI ein offenes Buch.“ und „Know your customer“.

Gini überall

Nach der App der Sparkasse sahen wir uns weitere Apps von Banken an, die mit Fotoüberweisung werben – und überall begegnete uns Gini als Auftragsdatenverarbeiter. Aus der Masse der Banking-Apps stach nur die ING heraus. In deren Datenschutzerklärung für die Fotoüberweisung, die auf der Homepage veröffentlicht war, fanden wir im Abschnitt 3.2 e) den vielversprechenden Text: „Diese Verarbeitung der Daten erfolgt ausschließlich auf Ihrem jeweiligen mobilen Endgerät selbst." Das las sich wie eine datenschutzfreundliche Alternative zur Verarbeitung auf Gini-Servern. Weil die ING aber auf Ginis Website als Referenz aufgeführt wurde, fragten wir bei der Bank nach, wie sie die Fotoüberweisung umgesetzt habe. Wenige Tage später kam die ernüchternde Antwort der Pressestelle: Die ING nutzt, wie die anderen Banken, die Dienste von Gini: „Dieser Sachverhalt war bislang in der Datenschutzerklärung für die Banking to go App leider nicht richtig dargestellt." Den Fehler korrigierte die Bank als Reaktion auf unseren Hinweis – anders als bei anderen Banken fehlte aber auch in der korrigierten Fassung die Information, ob und wie lange die Fotos bei Gini gespeichert werden.

Ginis Antwort

Die Antwort von Ginis Presseagentur folgte wenige Tage später: Die Datenverarbeitung, so die Agentur, finde auf „eigenen dedizierten Servern der Gini GmbH in München statt, welche in einem Rechenzentrum der Mivitec GmbH betrieben werden". Das Rechenzentrum wurde vom TÜV Rheinland nach ISO 27001:2013 (Informationssicherheits-Managementsystem) zertifiziert, TÜV Süd stellte ebenfalls ein Zertifikat nach ISO 27001:2017 für die Gini GmbH aus.

Auf die Frage, wie lange die Daten verarbeitet werden, gibt es keine einheitliche Antwort. Die Details werden mit dem Kunden (also mit der jeweiligen Bank) in einer Auftragsdatenverarbeitungsvereinbarung festgehalten. Die basiert auf einer Vorlage, die wir unter ct.de/yxrt verlinkt haben. Bei den meisten Kunden, so die Presseagentur, werden die Daten „zur Nachvollziehbarkeit der Transaktionen und zu Trainingszwecken 28 Tage gespeichert" und danach gelöscht.



Die Sparkassen-App weist mit einem Dialog darauf hin, dass die Fotos bei der Fotoüberweisung bei „einem Dienstleister" verarbeitet werden.

Fazit

Bei der Fotoüberweisungs-Funktion gibt es trotz der Vielzahl an deutschen Banken mit unterschiedlichen IT-Dienstleistern ein klares Monopol: Die hochgeladenen Rechnungen landen auf Ginis Servern und die vom Unternehmen angebotenen Funktionen gehen deutlich über das Auslesen von IBAN und Rechnungssteller hinaus. Als Nutzer der App muss man sich bewusst sein, dass man mit jeder hochgeladenen Rechnung seine Daten für einen festgelegten Zeitraum auch zum Trainieren der Künstlichen Intelligenz bereitstellt.

Die Fotos von Rechnungen enthalten sensible Informationen – daher kann man als Bankkunde volle Transparenz darüber erwarten, was mit den hochgeladenen Fotos passiert. Das Unternehmen Gini GmbH hat bei der Umsetzung des Dienstes vergleichsweise gründlich gearbeitet, kommt eigenen Angaben nach ohne US-Cloudprovider aus. Nicht ganz so sorgfältig gingen einige Banken vor: Mit der Formulierung, dass Daten „an einen Dienstleister" übertragen werden, machen es sich die Entwickler der Sparkassen-App etwas zu leicht und die ING patzte gründlich mit der falschen Behauptung, die Daten würden nur lokal verarbeitet. Dass die Datenschutzerklärung auf unseren Hinweis stillschweigend geändert wurde, dürfte aus juristischer Sicht nicht ausreichen – über eine so weitreichende Änderung der Spielregeln müsste die Bank ihre Nutzer noch einmal explizit informieren.

Die meisten Banken greifen auf die Rechtsgrundlage der Einwilligung nach der DSGVO zurück, was grundsätzlich möglich ist. Um das Vertrauen in den Dienst zu erhöhen, wären sie jedoch gut beraten, auf die Datenverarbeitung in deutschen Rechenzentren explizit hinzuweisen. Nur die ING setzt auf die Rechtsgrundlage der Erforderlichkeit für die Vertragsdurchführung. Angesichts der teils sensiblen Informationen kann das rechtlich problematisch sein.

Aber selbst mit sauber formulierten Datenschutzerklärungen und Auftragsdatenverarbeitungsvereinbarungen bleibt die KI-basierte Fotoüberweisung prinzipbedingt ein datenintensives Geschäft. Dabei gibt es bereits eine datensparsame Alternative: Mit dem Standard EPC-QR-Code können Rechnungssteller den Zahlungspflichtigen das Abtippen von Rechnungen mit einem QR-Code ganz ohne KI erleichtern. Mehr dazu finden Sie im Artikel ab Seite 138. *(jam@ct.de)* c't

***Datenschutzerklärungen:* ct.de/yxrt**

USB via Netzwerk



W&T USB-Server
ermöglichen den Zugriff auf USB-Geräte über das Netzwerk.

Geräte teilen und virtuell arbeiten
Geräte wie Scanner, Kameras, Dongles, Messgeräte u.v.m. an jedem Einsatzort betreiben. Angeschlossene USB-Devices verhalten sich so, als wären sie lokal mit Ihrem PC verbunden - egal ob aus virtuellen Umgebungen oder sogar aus dem Homeoffice.

Läuft mit allem
Interoperabilitätsgarantie: Sollte Ihr USB-Gerät tatsächlich nicht laufen, werden wir genau analysieren, was an ihm so außergewöhnlich ist. Spätestens dann gelingt es uns, Ihr Gerät netzwerkfähig zu machen.

Preise, Varianten und Ideen für den Einsatz unter:
wut.de/usb

W&T
www.WuT.de

Smartphones: superhell, schnell ladend oder mit Stift

In drei neuen Top-Smartphones sitzt Qualcomms schnellster Snapdragon, der 8 Gen 1 mit acht Kernen. Davon abgesehen könnten sie kaum unterschiedlicher sein.

Das **Honor Magic4 Pro** soll seinen Akku drahtlos in 15 Minuten zur Hälfte laden, jedenfalls in der proprietären Ladeschale. Am Kabel lädt der 4600 mAh große Akku mit 100 Watt in einer Stunde komplett. Das Smartphone hat ein 6,8 Zoll großes OLED und 8 GByte RAM. Die Triple-Kamera besteht aus einem 3,5-fach-Tele, einem 122-Grad-Ultraweitwinkel und einer Hauptkamera mit 50 Megapixeln. Das Magic4 Pro kostet 1099 Euro.

Laut Realme leuchtet das 6,7 Zoll große OLED des GT2 Pro mit maximal 1400 cd/m², damit wäre es mit das hellste Handy-Display überhaupt. Die Ultraweitwinkel-Kamera fängt ein ungewöhnlich großes Sichtfeld von 150 Grad ein. Ein Tele fehlt, stattdessen ist eine Mikroskop-Kamera eingebaut – wir sind auf einen Test gespannt. Die Hauptkamera mit 50 Megapixeln nutzt den Sony IMX 766 mit 1/1,56-Zoll-Sensor. Ab März soll das **Realme GT2 Pro** ab 749 Euro (8/128 GByte) erhältlich sein.

Das **Motorola Edge 30 Pro** kommt mit einem Stift. Er verschwindet allerdings nicht wie bei Samsungs Stift-Phones im Gerät, sondern findet in einer Folio-Hülle Platz. Lieferbar ist er noch nicht, doch weil er nach USI-Protokoll arbeitet, dürften auch andere Stifte funktionieren, die für dieses bei Chromebooks oder einigen Tablets verwendete Protokoll geeignet sind. Das OLED misst 6,7 Zoll. Die Haupt- und die Ultraweitwinkelkamera mit je 50 Megapixeln hinterließen bei einem ersten Ausprobieren einen guten ersten Eindruck – ein Tele fehlt allerdings. Das Edge 30 Pro soll mit 12 GByte RAM und 256 GByte Flash für 800 Euro ab Mitte März erhältlich sein, dann will Motorola auch die Preise für Folio und Stift bekannt geben.

(jow@ct.de)



Bild: Motorola

Die Folio-Hülle des Motorola Edge 30 Pro kommt mit integriertem Ständer. Der Stift steckt in einem Fach mittig auf der Rückseite der Hülle.

Notebooks: OLED ab 649 Euro, ThinkPad mit ARM – und Nokia ist dabei

Das **Lenovo ThinkPad X13s** (ab 1400 Euro) ist das erste Windows-Notebook mit ARM-Prozessor, das explizit für Unternehmen konzipiert wurde. Wie sich Qualcomms nagelneuer Snapdragon 8cx Gen3 im Alltag schlägt, werden wir frühestens im Mai herausfinden. Wer keine Experimente mag: Es gibt bald auch neue x86-ThinkPads der T-Serie mit Core-i- oder Ryzen-Prozessoren.

LG und Samsung haben die 2022er-Modelle ihrer leichten Oberklasse-Notebooks vorgestellt, und zwar jeweils in mehreren Größen. Während LG schon mit dem 2021er-Jahrgang der Gram-Notebooks auf 16:10 gewechselt ist und für dieses Jahr entspiegelte Bildschirme in Aussicht stellt, bleibt Samsung bei schmalem 16:9 mit wenig Bildhöhe. Dafür gibt es OLEDs und bei größeren Galaxy Books später die Option auf eine Zusatz-GPU aus Intels Arc-Familie.

Ein Windows-Tablet mit 12,6 Zoll großem OLED bringt **Huawei**, und das ab 649 Euro inklusive magnetisch haftender Tastatur. Wem der Core i3 nicht reicht, der bekommt es für 1199 Euro mit Core i5 – die Top-Variante mit i7 kommt hingegen vorerst nicht nach Deutschland.

Und schließlich feiert eine altbekannte Marke Auferstehung: Die französische Firma Off Global steigt unter dem **lizenzierten Namen Nokia** in den Notebookmarkt ein. Die PureBook Pro sind – anders als der Name suggeriert – Mittelklassegeräte ohne Schnickschnack ab 700 Euro; es wird sie mit 15,6- oder 17,3-Zoll-Bildschirmen geben.

(mue@ct.de)



Bild: Off Global

Nokia startet als Notebook-Marke: Das Start-up Off Global verkauft ein 15,6- und ein 17,3-Zoll-Modell.

Kurz & knapp: Smart Home, Smartphones

Das **smarte Heizkörperthermostat FritzDECT 302** soll drei Jahre ohne Batteriewechsel durchalten und bekommt größere Tasten. Es kostet 69 Euro und koppelt sich an die Fritzboxen von AVM.

Aufgrund von Patentstreitigkeiten hat HMD in Deutschland den **Verkauf der meisten Android-Smartphones von Nokia gestoppt**; nur das Nokia G21 ist noch im Shop zu finden. Ob das gerade vorgestellte Nokia C21 Plus für 129 Euro betroffen ist, ist noch unklar.

Android-Tablet mit E-Ink-Display

Das Huawei MatePad Paper ist ein unter dem Android-Derivat HarmonyOS laufendes Tablet **mit 10,3 Zoll großem E-Ink-Display**. Es eignet sich primär für E-Books und Notizen und unterstützt Huaweis Stift, der induktiv am Tablet lädt. Die Oberflächentextur des Displays soll das Schreibgefühl auf herkömmlichem Papier simulieren. Die Auflösung verrät Huawei bislang nicht.



Foto: Patrick Bellmer

Huawei zeigt das MatePad Paper, einen E-Book-Reader mit Android und Stift.

Huaweis Books-App soll 500.000 Bücher umfassen, das Gerät versteht sich zudem auf Epub-Dateien; das Angebot von Kindle, PocketBook und Tolino dürfte über deren Android-Apps nutzbar sein. Weitere Android-Anwendungen laufen auch – kommen aber wegen der US-Sanktionen gegen Huawei nicht aus dem Google Play Store. Sie leiden allerdings unter dem ruckeligen Bildaufbau des Schwarz-Weiß-Displays.

Das MatePad Paper ist mit 64 GByte Flash- und 4 GByte Hauptspeicher ausgestattet. Als Standby-Zeit gibt Huawei bis zu vier Wochen an. Eingebaut sind Wi-Fi 6 und Bluetooth 5.2. Huawei liefert das MatePad Paper mit Stift und Folio-Hülle für 499 Euro aus, macht aber zum Starttermin noch keine Angaben.

(rbr@ct.de)

Sonderheft „Smart Gardening“ jetzt erhältlich

Das neue Sonderheft „**heise online Smart Gardening**“ zeigt auf insgesamt 140 Seiten, wie Sie Garten, Terrasse und Balkon smart machen. In mehreren Tests werden intelligente Mähroboter und Bewässerungssysteme von No-Name bis Markenhersteller verglichen. Sie erfahren, wie Sie Begrenzungsdrähte für die Mähroboter richtig verlegen und sich ein Bewässerungssystem mit einem Raspi selbst bauen.

Das Heft zeigt außerdem, wie Sie Pflanzen in der Wohnung mit smarter Technik aufziehen können, was Sie vor dem Start in das smarte Gartenvergnügen brauchen und wie Sie den Garten mit besten WLAN-Signalen versorgen. Die Print-Ausgabe des Sonderhefts ist für 14,90 Euro erhältlich, die digitale Ausgabe erhalten Sie für 12,99 Euro im heise shop (shop.heise.de), in unseren Android- und iOS-Apps oder bei Amazon. *(dwe@heise.de)*



Wo kaufen Sie die vielen exotischen Programme für Ihre Anwender und Programmierer?

SienerSoft besorgt Ihnen alle Arten von Software.

Einfach eine formlose Email senden mit
- Menge
- Version
- Laufzeit

anfrage@sienersoft.de

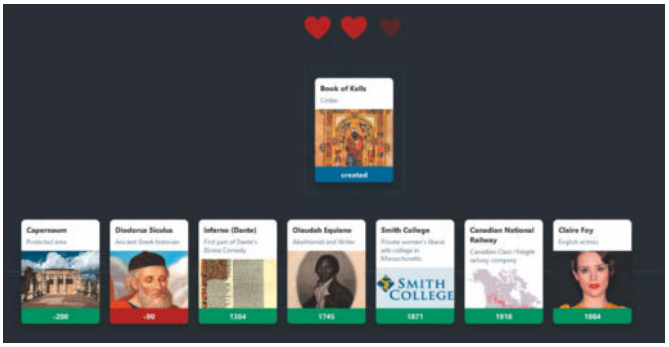
SienerSoft
SienerSoft GmbH | Schoßbergstraße 11 | 65201 Wiesbaden | Telefon 0611-89077621
www.sienersoft.de

Früher oder später?

wikitrivia.tomjwatson.com

Wikitrivia ist ein englischsprachiges Spiel mit Wikipedia-Inhalten. Es geht darum, Karten mit historischen Ereignissen in der richtigen Reihenfolge auf einem Zeitstrahl einzusortieren. Man startet mit einer vorgegebenen Karte, etwa dem Veröffentlichungsdatum der Limonade 7 Up (1929). Dann erscheinen Schritt für Schritt neue Karten, die es einzuordnen gilt: Gefragt sind etwa das Geburtsjahr der Herzogin von York, das Gründungsjahr von Citroën, das Baujahr des Soldier-Field-Stadiums in Illinois und das Gründungsjahr der deutschen SPD.

Sobald man die Karte auf den Zeitstrahl geschoben hat, erscheint das jeweilige Jahr – entweder grün, wenn man richtig gelegen hat, oder rot. Im zweiten Fall verschiebt sich die Karte automatisch an die richtige Stelle. Nach dem dritten Fehlversuch ist für den Spieler Schluss. Wikitrivia stammt vom Software-Entwickler Tom Watson, der den Quelltext auf GitHub zum Herunterladen bereitstellt. *(jo@ct.de)*



Code als Kunst

esolangs.org

esoteric.codes

Esoterische Programmiersprachen kommen häufig als Experimente mit verrückten Ideen oder als Scherz in die Welt. Einen praktischen Nutzen sollte man nicht bei ihnen suchen. Im Gegenteil: Bei Sprachen wie Whitespace oder Brainfuck geht es darum, das Programmieren so richtig schwer zu machen. Im Wiki **esoteric programming languages** finden sich Dutzende Beispiele sehr spezieller Programmiersprachen, von denen Otto Normalcoder wahrscheinlich noch nie gehört hat.

Esoterische Programmiersprachen sind auch ein Hobby des Fotografen und (Netz-)Künstlers Daniel Temkin. Er interessiert sich vor allem für die künstlerische Seite dieser abseitigen Programmierparadigmen. In seinem Blog **Esoteric.Codes** stellt er Sprachen wie JSFuck vor, einen JavaScript-Kodierungsstil, bei dem man voll funktionsfähiges JavaScript mit nur sechs Satzzeichen schreibt. Für seine Blog-Beiträge spricht Temkin auch mit den Machern der vorgestellten Sprachen. Martin Kleppe, der Urheber von JSFuck, erklärt zum Beispiel im Interview, wie er auf die Idee für sein Idiom gekommen ist, und stellt weitere Projekte vor. *(jo@ct.de)*

Der Baum des Lebens

onezoom.org/life.html

James Rosindell vom Imperial College in London und Yan Wong von der Universität Oxford haben neun Jahre lang an ihrem **Tree of Life** gearbeitet. Er enthält alle mehr als 2,2 Millionen der Wissenschaft bekannten irdischen Lebewesen.



In Form einer interaktiven Grafik lässt sich der Baum des Lebens durchsuchen. Der Baum symbolisiert jede Spezies durch ein Blatt. Das ist grün, wenn die Art nicht gefährdet ist, rot steht für gefährdet und schwarz für „kürzlich ausgestorben“.

Man kann in der Grafik zoomen und erkunden, wie Arten miteinander verwandt sind. Es gibt auch ein Suchfeld, um direkt zu einer bestimmten Spezies zu springen. Bei der Suche werden auch deutsche Namen erkannt. *(jo@ct.de)*

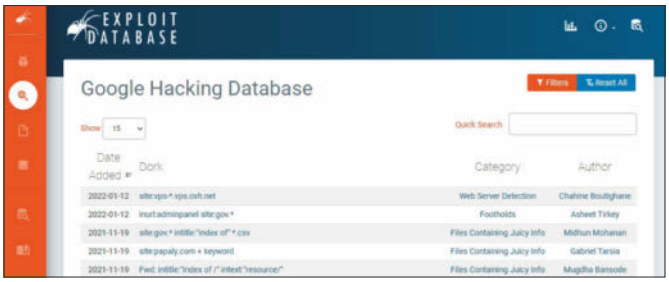
Mit Google hacken

exploit-db.com/google-hacking-database

dorksearch.com

Ab und zu passiert es Unternehmen oder Behörden, dass sie nicht für die Öffentlichkeit gedachte Dokumente oder Daten auf öffentlich zugänglichen Bereichen ihrer Webserver ablegen – von der Präsentation mit kritischen Finanzzahlen bis zum Backup der Konfigurationsdatei mit internen Passwörtern.

Dann fehlt nicht viel, und Googles Suchmaschinen-Bots kommen vorbei, indexieren die Inhalte und machen sie über die Suchmaschine zugänglich. Beim Google Dorking (oder Google Hacking) machen Angreifer sich das zunutze, indem sie mit den richtigen Suchbegriffen Googles Suchindex anzapfen, um Sicherheitslücken oder Dokumente aufzuspüren.



Mit solchen Hacks sollte jeder Website-Betreiber mal seine eigenen Sites auf Sicherheitsprobleme überprüfen. Die **Exploit Database** unterhält einen eigenen Bereich für Google Hacking mit aktuell bekannt gewordenen Hacks. **DorkSearch.com** listet mehr als 7000 Hacks (dort Dorks genannt). *(jo@ct.de)*

Diese Seite mit klickbaren Links: ct.de/yeu7

Anzeige

Business-Trend 2022
Klimafreundliches Internet



Was haben Homeoffice, Industrie 4.0 und Cloud-Computing gemeinsam? Richtig, sie verursachen einen rasanten Anstieg beim Datenaufkommen deutscher Unternehmen. Doch was vielen nicht bewusst ist: Wer das Internet nutzt, verursacht unmittelbar auch Treibhausgase.

Grüner Surfen per Glasfaser

Allein die rund 3,8 Millionen Google-Suchanfragen einer einzigen Minute verursachen etwa 769 Kilogramm CO_2. Umgerechnet auf den Verbrauch eines Autos entspricht das rund 2.360 gefahrenen Kilometern. Mit Blick auf die Klimabilanz macht es daher einen großen Unterschied, welche digitale Infrastruktur ein Unternehmen nutzt und wie diese betrieben wird. So werden in einem FTTH-Glasfasernetz, bei dem die Glasfaserkabel bis ins Firmengebäude oder das Büro reichen, Daten komplett durch Lichtimpulse übertragen. Anders ist das bei Netzen mit Kupferkabeln, beispielsweise bei herkömmlichen VDSL- oder Kabelanschlüssen. Dort muss das Signal in elektrische Impulse umgewandelt werden, was bis zu 15-mal mehr Energie benötigt. Echte FTTH-Anschlüsse, wie sie auch der Münchner Glasfaseranbieter M-net für Geschäftskunden anbietet, tragen daher maßgeblich zu einer klimaschonenderen Nutzung des Internets im gewerblichen Umfeld bei.

VORTEILE DER GLASFASER

Glasfaseranschlüsse für Unternehmen punkten mit einer Reihe von Vorteilen:

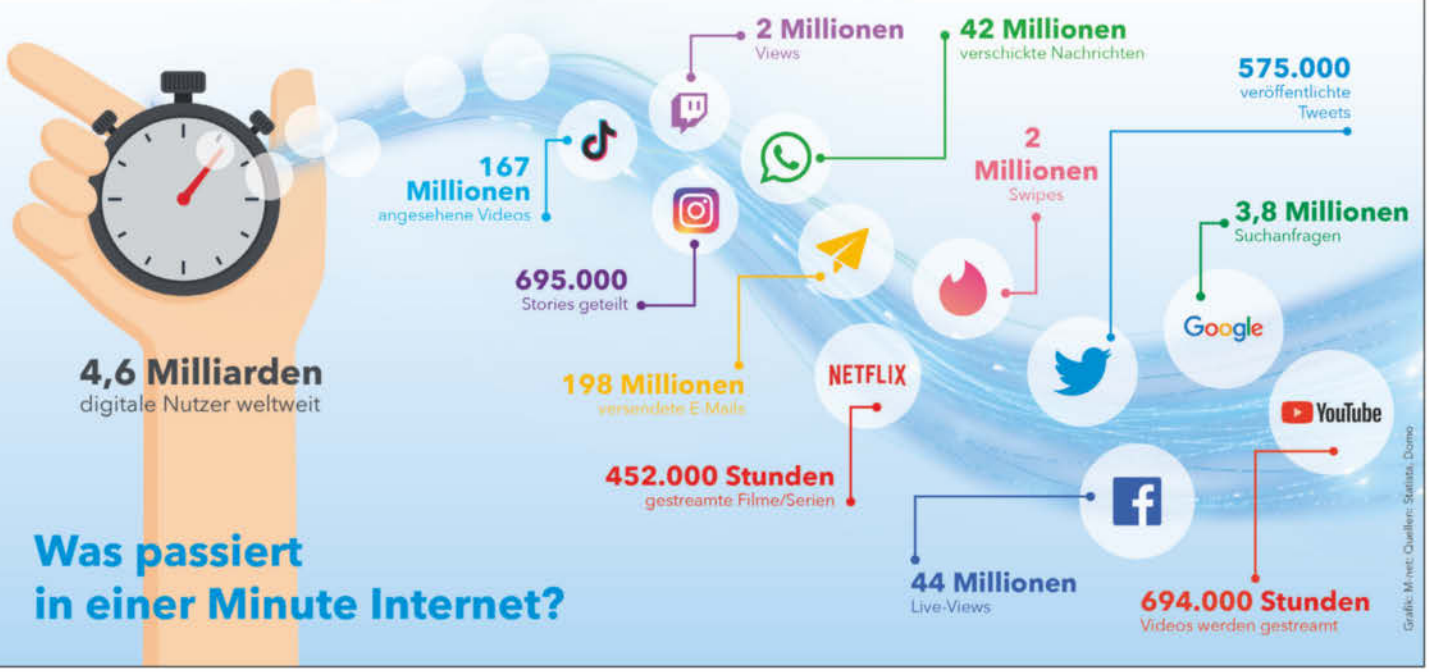
- ***Bandbreite:*** *Höchste Performanz mit skalierbaren Bandbreiten bis zu 100 Gbit/s.*
- ***Geschwindigkeit:*** *Besonders schnelle Reaktionszeiten durch geringe Signalverzögerung (Latenz) – perfekt für Echtzeitanwendungen wie Video-Telefonie und Cloud-Services.*
- ***Zuverlässigkeit und Ausfallsicherheit:*** *Stabiler und sicherer als alternative Technologien.*
- ***Zukunftsfähige Technologie:*** *Wegbereiter für die Digitalisierung mit leistungsstarken Internet-, Telefonie- und Vernetzungslösungen.*
- ***Nachhaltigkeit:*** *Bis zu 15-mal geringerer Energieverbrauch und bessere CO_2-Bilanz als kupferbasierte Netze.*

Gelebter Klimaschutz: M-net ist der erste klimaneutrale Telekommunikationsanbieter in Deutschland

Seit 2018 hat Bayerns führender Glasfaseranbieter mit einer ambitionierten Klimastrategie daran gearbeitet, seinen CO_2-Fußabdruck zu verringern. So hatte M-net im ersten Halbjahr 2021 als erster deutscher Telekommunikationsanbieter die Klimaneutralität erreicht. Diese wurde nun durch den TÜV Rheinland für das gesamte Geschäftsjahr 2021 bestätigt. Betrachtet werden dabei alle direkten Emissionen des Unternehmens sowie Emissionen durch beschaffte Energie. Bereits in den vergangenen Jahren konnte M-net rund 90 Prozent seiner vermeidbaren Treibhausgasemissionen einsparen. So werden inzwischen alle Standorte mit eigenem Strombezug ausschließlich mit zertifiziertem Grünstrom betrieben. M-net hat zudem seit dem Sommer 2021 einzelne Glasfaserverteilerschränke mit Photovoltaikanlagen zur eigenen Energieversorgung ausgestattet.

Die vergleichsweise geringe Menge an CO_2-Emissionen, die im Moment noch nicht ganz vermieden werden können, kompensiert M-net mit der Förderung eines internationalen Klimaschutzprojekts nach Goldstandard in Madagaskar und mit einem regionalen Projekt in Poing bei München. Mit seiner ambitionierten Klimastrategie leistet M-net einen wichtigen Beitrag zum Pariser Klimaschutzabkommen und gleichzeitig zu einer nachhaltigeren Wirtschaft und Zukunft in der Region.

Mehr Infos unter **m-net.de/klimaneutral** M·net





Fehlerfrei

Online erworbenes Surface Pro X entpuppt sich als Gebrauchtgerät

Neu ist neu und gebrauchte Ware ist eben gebraucht – was so einfach klingt, muss in der Praxis nicht immer gelten, wie ein Einkauf im MediaMarkt-Onlineshop zeigt.

Von Georg Schnurer

Für seinen Sohn Nils wollte Jürgen H. im November 2021 ein Surface Pro X von Microsoft erwerben. Ein passendes Angebot entdeckte er im Onlineshop des MediaMarkts. Das neue Gerät war mit 1079 Euro recht preiswert und sollte auch sofort lieferbar sein. Damit der Junior das Convertible komfortabel nutzen konnte, suchten Vater und Sohn auch noch eine passende Surface Arc Funkmaus für 52 Euro aus. Alles zusammen sollte 1131 Euro kosten, der Versand sei kostenlos.

Da alles zu passen schien, bestellte Nils H. Maus und Klapprechner am 27. November 2021. Per Vorkasse überwies er den Kaufpreis zwei Tage später am 29. November. Drei Tage später bestätigte der MediaMarkt den Kauf und am 4. Dezember 2021 lieferte DHL das Paket aus.

Wer ist „op123“?

Noch am selben Tag, keine zwei Stunden nach Erhalt der Lieferung, packten Vater und Sohn das Gerät aus, um das Surface Pro X gemeinsam in Betrieb zu nehmen. Doch das gelang partout nicht: Statt der sonst bei solchen Geräten üblichen Einrichtungssequenz zur Personalisierung des Surface Pro X zeigte das vermeintlich neue Gerät einen Login namens „op123“ an und verlangte das zugehörige Passwort. Auch die Gesichtserkennung war bereits aktiviert und akzeptierte folgerichtig weder das Antlitz des Sohnes noch das des Vaters.

Kurzum: Das vermeintlich neue Surface Pro X war bereits von jemand anders in Betrieb genommen und personalisiert worden. Statt eines Neugeräts hatte MediaMarkt anscheinend ein gebrauchtes geliefert. Unverzüglich kontaktierte Nils H. den Chat-Support des MediaMarkt-Onlineshops. Er schilderte sein Problem und Daria H. versprach, sich darum zu kümmern. Nils H. sollte das Gerät zurücksenden und würde dann ein wirklich neues im

Austausch erhalten, versprach die Supportmitarbeiterin.

Am 8. Dezember meldete sich der MediaMarkt-Support per E-Mail. In Kürze werde er ein Rücksendelabel erhalten. Sobald die Rücksendung im Lager eingetroffen sei, werde diese geprüft und dann der gewünschte und für den Kunden bereits reservierte Ersatzartikel verschickt. Tatsächlich kam wenig später das Retouren-Label und Nils H. sendete das gebrauchte Surface Pro X am 10. Dezember an den MediaMarkt.



Vier Tage später bestätigte Bea M. vom MediaMarkt Kundenservice den Eingang des Geräts. Um dem Kunden weiterhelfen zu können, müsse dieser aber die PIN übermitteln, damit man das Gerät entsperren könne. Sofort stellte Nils H. klar, dass ihm weder das Passwort noch die Face ID des Geräts bekannt seien. Eben das sei doch der Grund für die Reklamation: Statt eines Neugeräts hatte man ihm ein bereits gebrauchtes Gerät mit unbekannten Registrierungsdaten geschickt.

Es dauerte bis zum 27. Dezember, dann antwortete Servicemitarbeiterin Anastasija I. dem Kunden. Sie bedauerte die Lieferung gebrauchter Ware und forderte Nils H. auf, eine von MediaMarkt vorformulierte eidesstattliche Erklärung abzugeben. Sofort füllte der Kunde das Formular aus und sandte es am 29. Dezember an MediaMarkt.

Murmeltier-Tag?

Gut eine Woche später traf die vermeintliche Ersatzlieferung ein. Schon beim Anblick des arg ramponierten Kartons schwante Nils H. nichts Gutes. Nach dem Auspacken hielt er das gleiche Gebrauchtgerät in Händen, das ihm MediaMarkt ursprünglich geliefert hatte – immer noch registriert auf „op123“, ohne Passwort und damit nach wie vor nicht nutzbar. Sofort reklamierte er und erhielt erneut ein Retour-Label. Am 14. Januar ging das Surface Pro X nun also zum zweiten Mal auf die Reise. Sechs Tage später meldete sich Sabine H. vom MediaMarkt Kundenservice.

Der Artikel sei eingegangen, da es aber gesperrt und der Kunde das Passwort nicht übermittelt habe, könne man nichts für den Kunden tun. Die Lieferung eines bereits durch eine dritte Person gebrauchten Geräts sei ausgeschlossen, betonte die Servicemitarbeiterin wenig freundlich. Man lehne deshalb eine Retoure ab. Wenn Nils H. nicht das Passwort übermittle, lehne man jegliche Nachforderung ab.

Nun war Nils H. wirklich sauer. Er hatte, wie vom MediaMarkt gefordert, eine eidesstattliche Erklärung darüber abgegeben, dass er statt des bezahlten Neugeräts Gebrauchtware erhalten habe. Das Passwort des Gebrauchtgeräts sei ihm nicht bekannt und der MediaMarkt möge doch endlich ein nutzbares Gerät liefern.

Jetzt dauerte es zwölf Tage, bis das Unternehmen reagierte. Wieder war es Anastasija I., die dem Kunden am 2. Februar antwortete – und zwar mit dem gleichen Textbaustein, den er bereits von Sabine H. erhalten hatte: Die Lieferung eines Gebrauchtgeräts sei ausgeschlossen und ohne Passwort gebe es keinen Support. Jegliche Nachforderung werde somit abgelehnt. Nun stand Nils H. also ohne Gerät und ohne irgendeinen Ersatz da. Hilfesuchend wandte er sich an die c’t-Redaktion.

Fehler? Unmöglich!

Wir sahen uns den Fall genau an und konnten die Schilderungen von Nils H. anhand der übermittelten Chatprotokolle gut nachvollziehen. Warum der MediaMarkt eine Fehllieferung so kategorisch verneinte, erschloss sich uns allerdings nicht. Also baten wir das Unternehmen um Stellungnahme.

Kurz vor Ablauf der Frist für die Stellungnahme teilte uns eine Sprecherin des Unternehmens mit, dass das Thema in Bearbeitung sei, doch zur gewünschten Deadline schaffe es der MediaMarkt leider nicht. Man gebe so schnell wie möglich Rückmeldung, versprach die Unternehmenssprecherin.

Notgedrungen räumten wir MediaMarkt mehr Zeit ein und kurz vor Redaktionsschluss erhielten wir folgende Stellungnahme: „Unser Kundenservice wird Herrn H. informieren, dass wir eine Rückerstattung des Kaufpreises eingeleitet haben. Auch nach umfassender Prüfung und intensivem Austausch mit dem Hersteller Microsoft lassen sich die von unserem Kunden vorgetragenen Sachverhalte für uns so nicht nachzuvollziehen. Wir bitten um Ihr Verständnis, dass wir das Geschehen daher unkommentiert lassen und uns für alle durch uns verursachten Unannehmlichkeiten aufrichtig entschuldigen.“

Immerhin: Der Kunde bekommt nach knapp zwei Monaten den Kaufpreis erstattet. Doch was hat Microsoft mit der Lieferung eines nach Aussage von Nils H. bereits gebrauchten Convertibles zu tun? Unsere diesbezügliche Nachfrage beim MediaMarkt blieb unbeantwortet. Nils H. ist zwar froh, jetzt sein Geld zurückzubekommen, viel lieber hätte er freilich gleich ein Neugerät erhalten. Wenn das avisierte Geld wieder auf seinem Konto ist, wird er sich ein neues Surface Pro X kaufen – allerdings nicht beim MediaMarkt.

(gs@ct.de) c't

Service im Visier

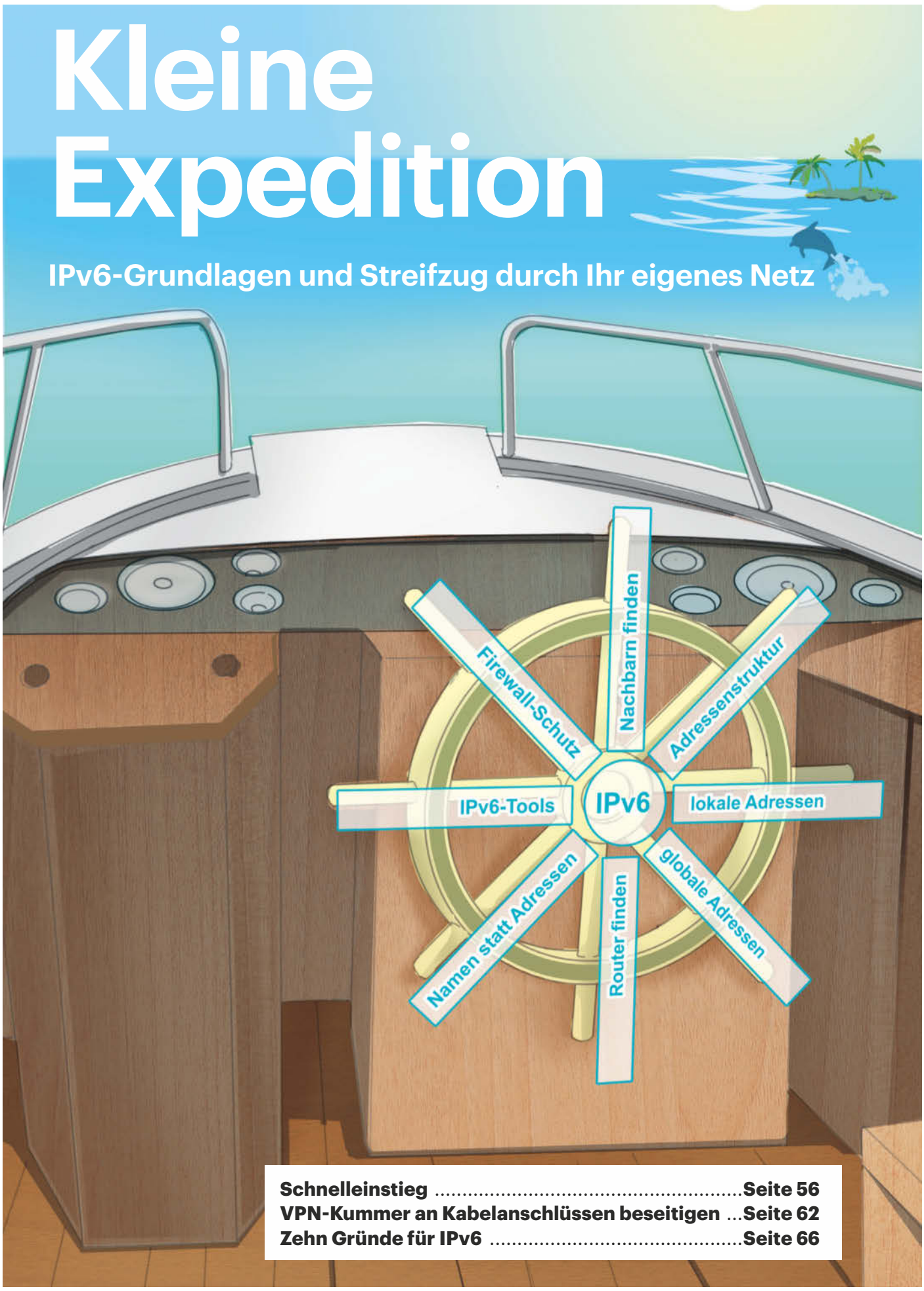
Immer wieder bekommen wir E-Mails, in denen sich Leser über schlechten Service, ungerechte Garantiebedingungen und überzogene Reparaturpreise beklagen. Ein gewisser Teil dieser Beschwerden ist offenbar unberechtigt, weil die Kunden etwas überzogene Vorstellungen haben. Vieles entpuppt sich bei genauerer Analyse auch als alltägliches Verhalten von allzu scharf kalkulierenden Firmen in der IT-Branche.

Manchmal erreichen uns aber auch Schilderungen von geradezu haarsträubenden Fällen, die deutlich machen, wie einige Firmen mit ihren Kunden umspringen. In unserer Rubrik „Vorsicht, Kunde!“ berichten wir über solche Entgleisungen, Ungerechtigkeiten und dubiose Geschäftspraktiken. Damit erfahren Sie als Kunde schon vor dem Kauf, was Sie bei dem jeweiligen Unternehmen erwarten oder manchmal sogar befürchten müssen. Und womöglich veranlassen unsere Berichte ja auch den einen oder anderen Anbieter, sich zukünftig etwas kundenfreundlicher und kulanter zu verhalten.

Falls Sie uns eine solche böse Erfahrung mitteilen wollen, senden Sie bitte eine chronologisch sortierte knappe Beschreibung Ihrer Erfahrungen an: *vorsichtkunde@ct.de*.

Kleine Expedition

IPv6-Grundlagen und Streifzug durch Ihr eigenes Netz



Schnelleinstieg ..... **Seite 56**
VPN-Kummer an Kabelanschlüssen beseitigen ... **Seite 62**
Zehn Gründe für IPv6 ..... **Seite 66**

Das ungeliebte Netzwerkprotokoll IPv6 hat sich durchgesetzt: In Deutschland kommt es nun auf mehr als 50 Prozent Verkehrsanteil. In manchen Ländern baut es IP-Verbindungen im Mittel sogar schneller auf als IPv4. Alle Nutzer mit passenden Anschlüssen können davon profitieren. Wir nehmen Sie mit auf einen Rundgang durch die IPv6-Landschaft und zeigen, wie Sie Ihr Netz auf IPv6-Tauglichkeit prüfen können.

Von Dušan Živadinović

Das Internet-Protokoll version 6 (IPv6) hat viele Kritiker: Manche stören sich an den langen Adressen, andere fürchten durch den Wegfall der vom IPv4 gewohnten NAT ein Sicherheitsloch und wieder andere fragen, weshalb man auf eine Technik bauen soll, die schon 1998 spezifiziert worden ist. Befürworter halten dagegen, dass das Internet mit IPv4 nur scheinbar gut läuft und ohne IPv6 viele Länder nur eingeschränkte Internet-Dienste anbieten könnten. Und das Internet der Dinge sei ohne den riesigen IPv6-Adressraum nicht denkbar.

Tatsächlich verhält es sich mit IPv6 ein bisschen wie mit Schrödingers Katze: Den Kritikern erscheint die Technik tot und den Befürwortern lebendig, also irgendwie beides zugleich. Aber IPv6 ist klar auf dem Vormarsch.

Ein paar Fakten für den Plausch zur Mittagspause: Unter Google-Nutzern betrug der weltweite IPv6-Anteil des Internet-Verkehrs im Jahr 2010 noch 0,25 Prozent. Ende Februar dieses Jahres waren es 37 Prozent. In Deutschland ist der Anteil noch höher: Laut dem IP-Adressverwalter APNIC entfielen Ende Februar knapp 52 Prozent des Verkehrs auf IPv6; bei Google-Usern in Deutschland waren es laut Google sogar 55 Prozent.

Dabei behaupten Kritiker gerne, dass sich IPv6 nie durchsetzen wird, weil es dafür kein Zugpferd, keine „Killer-Applikation“ gibt. Aber diese Einschätzung trifft höchstens auf die Anwenderperspektive zu: Denn ob man per IPv6 oder per IPv4 im Internet surft, spürt man tatsächlich nicht.

Trotzdem möchte man es haben: APNIC zufolge werden IPv6-Verbindungen in einigen Ländern fast immer um einige Millisekunden schneller aufgebaut als IPv4-Verbindungen – gute Kunde für Gamer mit parallelen IPv4- und IPv6-Zugängen zum Internet. Genaueres dazu und zu allen weiteren, für diesen Beitrag verwendeten Quellen finden Sie unter ct.de/ymga. Auch laufen mit IPv6 Internet-Anwendungen an Kabelanschlüssen stabiler und – bei Bedarf – sind alle Systeme hinter dem Router anhand ihrer globalen Adressen ohne Klimmzüge erreichbar. Hingegen sind IPv4-Adressen rar geworden und deshalb teuer. Hoster wälzen die Mehrkosten auf Kunden ab.

Zugpferd IPv6

Aus Sicht vieler Provider ist IPv6 sogar selbst das Zugpferd, denn viele kamen erst auf den Markt, als von den weltweit verfügbaren 4,3 Milliarden öffentlichen IPv4-Adressen nur noch Krümel übrig waren. Die Deutsche Telekom, Internet-Provider der ersten Stunde, hält den größten Batzen: rund 29 Millionen öffentliche IPv4-Adressen. Dem stehen 17,2 Millionen DSL- und Glasfaserkunden gegenüber (siehe ct.de/ymga). Da kann der Konzern sogar großzügig IPv4-Adressen für den eigenen Betrieb und eigene Angebote sowie für Geschäftskunden mit DSL-, Glasfaser- und Mobilfunkzugängen reservieren.

Betreiber, die später auf dem Markt loslegten, erhielten weit weniger. Beispielsweise bekam Kabel Deutschland (heute eine Vodafone-Tochter) nur rund 1,9 Millionen IPv4-Adressen. Der Mutterkonzern, die Vodafone GmbH, verfügt zwar insgesamt über rund 9 Millionen IPv4-Adressen. Aber damit muss die Firma fast 11 Millionen DSL- und Kabelkunden versorgen.

Bei solchen Missverhältnissen hilft zwar die Carrier Grade Network Address Translation (CGNAT), die viele Kundenanschlüsse auf einer einzigen öffentlichen IPv4-Adresse abbildet, aber diese Technik ist fehleranfällig. Deshalb kommt es DS-Lite-Providern sehr gelegen, dass moderne Betriebssysteme nicht nur für den parallelen Betrieb mit IPv6 und IPv4 ausgelegt sind (Dual-Stack), sondern dass sie vorzugsweise IPv6 nutzen, wenn das moderne Protokoll konfiguriert ist. Das entlastet die NAT-Tabelle der Provider-Router und ermöglicht auch Späteinsteigern weiteres Kundenwachstum.

Der Preis ist, dass DS-Lite-Provider nur Geschäftskunden Dual-Stack-Anschlüsse mit eigener öffentlicher IPv4- und globalen IPv6-Adressen anbieten. Privatkunden erhalten Dual-Stack Lite mit geteilter öffentlicher IPv4-Adresse.

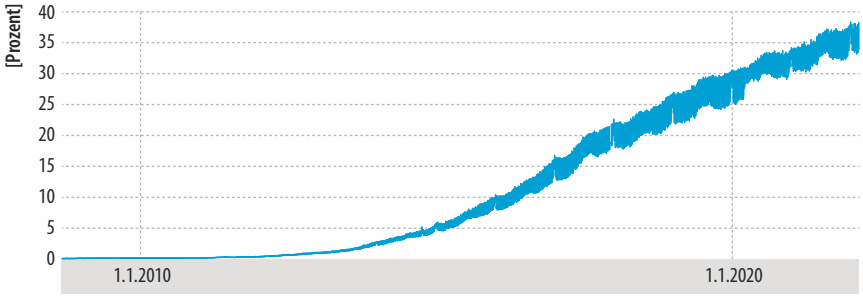
Das macht den Umstieg auf IPv6 für Kunden schmerzhaft. Besonders zu Beginn der schleppenden Umstellung waren die meisten Server nur per IPv4 zu errei-

c't kompakt

- IPv6 setzt sich immer klarer gegen das unzureichende Internet-Protokoll IPv4 durch.
- Um sich ein Bild über die Knoten im eigenen Netz zu machen, genügen einfache Bordmittel.
- Grundkenntnisse über den Aufbau der Adressen und die IPv6-Konfiguration erleichtern den Einstieg.

IPv6-Verkehrsanteil wächst beständig

Es ist ein Riesenunterfangen, alle PCs, Server, Router, Switches und Programme der Welt vom unzureichenden IPv4 auf das moderne IPv6 umzustellen. Inzwischen surft immerhin mehr als ein Drittel der Internet-Nutzer, die Googles Dienste verwenden, per IPv6.



chen. So mussten Kundengeräte überwiegend per IPv4 über die CGNAT des Providers ins Internet, was diverse Nachteile hat. Beispielsweise können NAT-vermittelte Verbindungen instabil sein, sodass Sitzungen abbrechen.

Und hinter der CGNAT sind die Netzwerkgeräte abgeschottet, also ohne Tricks nicht von außen für Fernwartungen oder eingehende VPN-Verbindungen zugänglich. Ein Frust, wenn der Kundenrouter eingehende VPN-Verbindungen nur über IPv4 annehmen kann.

Falls Provider und Router es anbieten, kann das Port Control Protocol (PCP) helfen. Aber dabei hat man keine Kontrolle über die öffentliche Portnummer, sodass man beispielsweise einen Webbrowser per Hand von der erwarteten Portnummer 443 auf etwa 54321 umlenken muss, damit er die dahinter stehende Freigabe erreicht. Hilfsweise kann man einen Root-Server mittels eines SSH-Tunnels als Vermittler einrichten (siehe ct.de/ymga). Ein Root-Server kostet jedoch leicht fünf Euro monatlich.

Bei den verbreiteten Fritzboxen bessert sich die Lage. Ab dem kommenden FritzOS 7.50 können Fritzboxen endlich IPv6-VPN-Verbindungen aufbauen. Erste öffentliche Beta-Versionen zeigen, dass das schon ganz gut klappt (siehe S. 62).

Profi-Admins haben eigenen Kummer mit IPv4 und der NAT. Vor allem bei der Wartung und Weiterentwicklung von großen Netzwerken büßen sie Haupthaare ein, weil die IPv4-Logik im Zusammenspiel mit privaten IPv4-Adressen, NATs und VPNs vertrackt ist. Wie entlastend dagegen IPv6 sein kann, zeigen wir anhand von zehn Merkmalen ab Seite 66.

IPv6-Schnelleinstieg

Netzwerkarchitekten, Profi-Admins und Entwicklern leuchten die IPv6-Vorteile ein. Im privaten Umfeld sieht es aber teils umgekehrt aus. Manche Anwender sind überzeugt, dass nur die IPv4-NAT des Routers ihr Netz vor Attacken schützt – schließlich bekommt ja mit IPv6 jedes geeignete Gerät eine öffentliche IPv6-Adresse. Aber adressierbar bedeutet nicht an-

Crashkurs IPv6-Adressenstruktur

IPv6-Adressen bestehen aus 128 Bit. Ein Netzwerk-Interface kann mehrere Adressen haben. Link-lokale Adressen beginnen mit fe80:: und dienen zum Verkehr im eigenen Netz. Daneben können ein bis mehrere globale Adressen für den Internet-Zugriff konfiguriert sein. In manchen Netzen sind auch Unique Local Adresses in Gebrauch (ULAs). ULAs beginnen mit fdxx:: und sind weltweit eindeutig, aber auch nur für den Verkehr im eigenen Netz gedacht. Deshalb entsprechen sie den privaten IPv4-Adressen. Damit kann man einen lokalen Server, etwa einen DNS-Resolver wie Pi-hole, auch ohne globale Adressen per IPv6 ansprechen.

IPv6-Adressen werden hexadezimal mit Zeichen von 0 bis F dargestellt. 128 Bit entsprechen 32 Zeichen. Sie sind mittels Doppelpunkten in acht Blöcke von je vier Zeichen unterteilt. Führende Nullen eines Blocks darf man weglassen und einen durchgehenden Nullenblock kürzt man per :: ab (z. B. 2001:db8::1234).

Das Lesen und Verstehen der Adressen kann man sich sehr erleichtern, wenn man sich die linke Hälfte zunächst als Subnetzadresse vorstellt (kurz /64-Block). Die rechten vier Hexblöcke sind die Kennung (Interface-ID, IID, Host-ID oder Suffix) eines Endgeräts.

In Heimnetzen muss der Provider dem Router eine globale IPv6-Adresse und dem Netz einen Adressblock zuteilen (globales Präfix). Alle Präfixe im Internet beginnen mit 2 oder 3. Danach folgt eine Adresse aus dem Subnetz des Providers (z. B. Telekom: 2003:00c0:, Telefónica 2a02:303e::, Plusnet: 2001:1a80, htp: 2a02:560:). Dann folgt der Adressteil des Kunden und in den hinteren 64 Bit die ID des Endsystems.

In kleinen Netzwerken sind die ersten drei Hexblöcke immer gleich (z. B. 2001:db8:beef::). Im vierten folgt die Adresse des lokalen Subnetzes. Teilt der Provider ein /48-Präfix zu, dann kann man daraus bis zu 65.535 Subnetze bilden. Solch eine Menge erhalten in der Regel nur Geschäftskunden. Ein Beispiel sieht so aus: 2001:db8:beef::/48. Über den vierten Block, der auf beef: folgt, weist der Admin den Abteilungen seines Instituts oder seiner Firma eigene Subnetze zu, zum Beispiel der Forschung 2001:db8:beef:1::, der Buchhaltung 2001:db8:beef:2:: und so weiter. Anschließend folgen vier Blöcke zur Adressierung der Endsysteme.

Privatkundenanschlüsse erhalten kleinere Adressräume. Beispielsweise kann der Provider die beiden linken Zeichen des vierten Hexblocks als Teil des Netzpräfixes nutzen: 2001:db8:cafe:4800::. Dabei erhalten Kunden also /56-Blöcke. Für Subnetze bleiben zwei Hexzeichen (ein Byte), was für 256 Subnetze genügt. Danach folgen vier Hexblöcke für die Endsysteme. Manche Betreiber weisen noch kleinere Adressräume zu. Details dazu finden Sie ab der Zwischenüberschrift „IPv6-Schnelleinstieg“.

sprechbar! Die allermeisten Router bringen scharfgeschaltete IPv6-Firewalls mit, die ungebetene Anfragen von draußen abwehren. Es gibt objektiv keinen Grund, IPv6 zu meiden.

Für einen IPv6-Streifzug in Ihrem eigenen Netz genügen Bordmittel. Einige haben eine grafische Oberfläche und erleichtern den Einstieg. Bei anderen gibt man kurze Befehle in das Terminal ein; Erklärungen zu den Ausgaben finden Sie weiter unten. Falls Sie die Tools noch nicht kennen, können Sie den Rundgang auch als kleine Inventur verstehen.

Die ersten Schritte ins IPv6-Neuland sind einfacher als vielleicht gedacht, weil IPv6-Adressen klar strukturiert sind. Beispielsweise sind die ersten 12 Hexzeichen einer konfigurierten IPv6-Adresse konstant (z. B. 2001:0db8:cafe::). Um etwa einzelne Netzwerkgeräte (Hosts) zu unterscheiden, genügt es, den Fokus auf die letzten 16 Zeichen zu richten. Wie IPv6-Adressen aufgebaut sind, haben wir so knapp wie möglich im Kasten „Crashkurs IPv6-Adressenstruktur“ beschrieben.

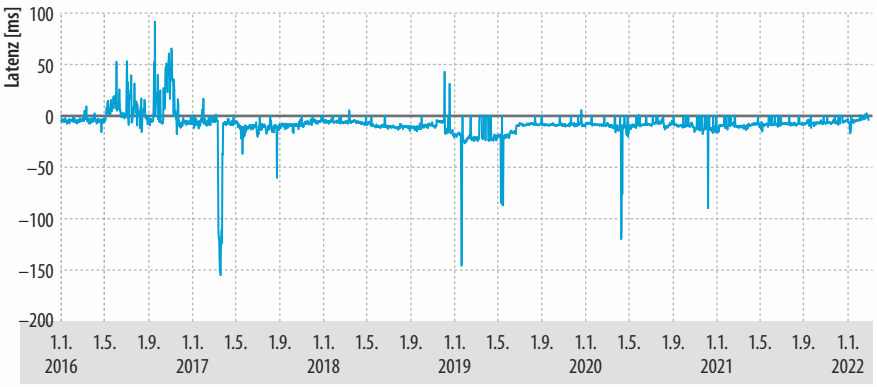
Um Geräte per IPv6 zu vernetzen, muss man das Protokoll in den meisten Routern per Hand aktivieren. Dann beziehen sie bei der Einwahl eine IPv6-Adresse für sich und ein Präfix für ihr Netz. Ob IPv6 in Ihrem Router konfiguriert ist, sehen Sie in seinen Statusmeldungen. Die verbreiteten Fritzboxen führen diese Info im Menü Internet/Online-Monitor auf.

An Vodafones Kabelanschlüssen erhalten Fritzboxen in der Grundkonfiguration nur einen /64-Block. Das ist das Minimum und genügt zwar für viele private Netze, aber im Gastnetz einer solchen Box fehlt IPv6 dann. Auch möchte man für die übliche Flexibilität bei der Subnetzkonfiguration lieber einen /56-Block haben. Um einen solchen mit einer Kabel-Fritzbox zu bekommen, öffnen Sie das Menü Internet/Zugangsdaten/IPv6 und setzen Sie bei den Verbindungseinstellungen das Häkchen bei „Bestimmte Länge für das LAN-Präfix anfordern“. Tragen Sie dann im Feld darunter 56 ein.

Wenn der Router trotz eingeschalteter Option keine globale IPv6-Adresse bekommt, dann bietet der Provider nur IPv4. Ihre Netzwerkgeräte haben dann neben privaten IPv4-Adressen nur link-lokale IPv6-Adressen und vielleicht noch ULAs (siehe Kasten „Crashkurs IPv6-Adressenstruktur“). Keine davon eignet sich zum Surfen. Wenn Sie IPv6 an einem IPv4-Internet-Anschluss testen wollen, können Sie bei einem Provider wie Hurricane Electric kostenlos einen IPv4-Tunnel für IPv6 mit festem Präfix einrichten.

Latenzunterschiede zwischen IPv6 und IPv4

In manchen Ländern werden IPv6-Verbindungen im Mittel um einige Millisekunden schneller als IPv4-Verbindungen aufgebaut. In Deutschland geht die Tendenz etwa seit 2017 in diese Richtung. Das geht aus Statistiken des Adressverwalters APNIC hervor.



Zeigt der Router in den Statusmeldungen neben einer IPv4- auch eine eigene IPv6-Adresse, dann kommt er selbst sowohl per IPv4 als auch per IPv6 ins Internet und er hat das zugeteilte Präfix an Ihre Netzwerkgeräte zur Autokonfiguration weitergegeben (siehe Kasten). Ob und welche IPv6-Adressen auf Windows, macOS oder Linux konfiguriert sind, kann man mit Bordmitteln auslesen.

Auf einem aktuellen Windows finden Sie diese Einstellungen im Bereich „Systemsteuerung/Netzwerk und Internet/Netzwerk- und Freigabecenter“. Klicken Sie dort auf das aktive Netzwerk und dann auf Details. Dort sollten mehrere IPv6-Adressen zu sehen sein. Mit „IPv6-Adresse“ (konstantes Suffix) und „temporäre IPv6-Adresse“ (wechselndes Suffix) meint Microsoft global gültige IP-Adressen, die sich für den Internet-Verkehr eignen.

Auf macOS finden Sie die Informationen im Bereich Systemsteuerung/Netzwerk. Klicken Sie dort beim verbundenen Netzwerkadapter auf „Weitere Optionen“ und TCP/IP. Dort sollte die lokale IPv6-Adresse Ihres Routers stehen (z. B. fe80::a:b:c:d) und darunter mindestens eine IPv6-Adresse, die der Mac für den Internet-Verkehr verwendet.

Auf Linux-Systemen lässt sich die Netzwerkkonfiguration am einfachsten über ein Terminal auslesen. Öffnen Sie es und geben Sie `ip -6 a` ein. Wenn IPv6 konfiguriert ist, sollte der Befehl mehrere mit „inet6“ bezeichnete Adressen ausgeben. Eine Beispielausgabe sieht folgendermaßen aus:

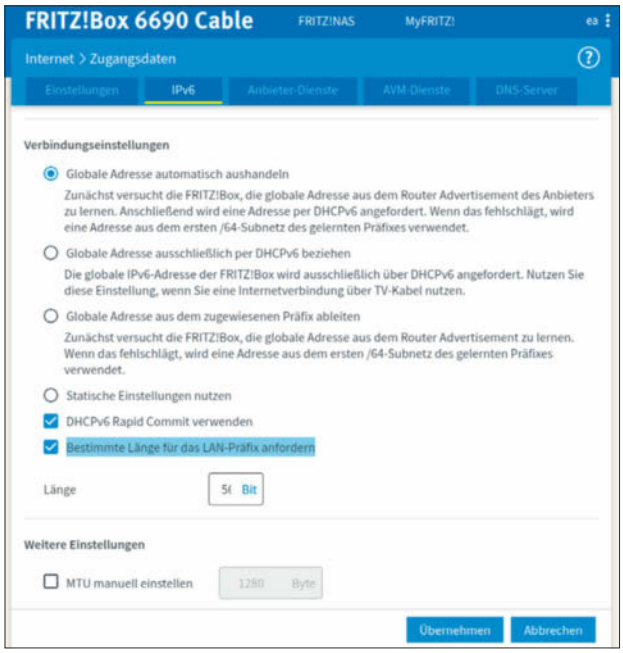
```
inet6 2a02:540:55:cd:cafe:beef:↵
↳efef:eff1/64 scope global
```

`scope global` bedeutet: Das ist eine global gültige, surftaugliche IPv6-Adresse.

Frage in die Runde

Um nun herauszufinden, welche anderen Geräte im Heimnetz IPv6 verwenden, müssen Sie den PC nicht verlassen. Manche Router führen diese Information in ihren Statusmeldungen auf. Fritzbox-Nutzer finden diese Angaben im Menü Heimnetz/Netzwerk, indem sie ein Gerät anklicken und im Bereich „IPv6-Adressen“ nachschlagen. Falls der Bereich fehlt, wurde für das betreffende Gerät kein IPv6 konfiguriert.

Auf Windows kann man einen der vielen Netzwerk-Scanner nehmen, etwa das kostenlose NetSetMan. NetSetMan scannt ein Netz unter anderem per Neighbor Discovery Protocol, wertet aber auch Bonjour-Annoncen aus (auf Linux Avahi), wenn Apples Bonjour-Druckdienste für Windows installiert sind. Laden und installieren Sie die Werkzeuge via ct.de/ymga. Klicken Sie in NetSetMan links in der Spalte auf das Werkzeugsymbol. Klicken Sie dann auf „Netzwerkscanner“ und in der Zeile darunter neben dem Menü „IPv4 Bereich“ auf das Play-Symbol (blauer



Viele Netzbetreiber teilen Privatkunden automatisch /56-Blöcke zu. Bei Vodafone muss man den Router dafür passend konfigurieren. Andernfalls weist der Kabelanbieter nur einen /64-Block zu.

Kreis mit weißem Dreieck). Dann klappert Ihr PC zunächst Ihr IPv4-Subnetz ab.

Stellen Sie dann das Menü „IPv4 Bereich“ auf „IPv6 NDP“ um und starten Sie den Scan. Nun fragt ihr PC unter anderem den Neighbor Cache ab, um IPv6-Adressen, Hostnamen und anderes mehr zu ermitteln. Für die Ausgabe kombiniert NetSetMan diverse Abfragen. Deshalb können manche Geräte in der Liste fehlen, wenn sie keine Bonjour-Annoncen senden. Bonjour- beziehungsweise Avahi-Annoncen lassen sich auf macOS mit der App Discovery auslesen, auf Linux etwa mit dem grafischen Tool „avahi discover“ (auch Avahi Zeroconf Browser).

Den Inhalt des Neighbor Cache liefert auf Linux der Befehl `ip -6 -r neighbor show`. Das Äquivalent auf macOS lautet: `ndp -a`. Beide Befehle geben den Inhalt des Neighbor Caches aus und beide liefern auch die Namen der Geräte, wenn sie sie im DNS finden (linke Spalte).

Bei der Fehlersuche kann die rechte Spalte nützlich sein: Dort steht der Status der betreffenden Schnittstelle eines Nachbarn. „Reachable“ beziehungsweise „R“ auf dem Mac, bedeutet, dass gerade oder zumindest noch vor Kurzem Daten zu diesem System gesendet wurden. Damit gilt: Dieser Nachbar ist über die betreffende Schnittstelle erreichbar – schön! Ob ein Gerät am Netz hängt oder nicht, deckt natürlich auch der beliebte Ping-Befehl auf. Aber im Neighbor Cache findet man den Status für viele Geräte auf einen Blick.

Steht dort „Stale“ beziehungsweise „S“, dann ist der Eintrag im Cache zwar gültig, aber in letzter Zeit nicht verwendet worden. Daten, die für solche Ziele bestimmt sind, werden direkt gesendet und zusätzlich wird die MAC-Adresse per Neighbor Solicitation angefordert. Das Gleiche passiert, wenn die IPv6-Adresse eines Nachbarn noch nicht im Cache liegt.

Hosts, die vom Link verschwunden sind (etwa, weil ein Server abgeschaltet wurde oder abgestürzt ist), sind mit Unreachable oder Failed gekennzeichnet. Die Einzelheiten sind teils vertrackt und im RFC4861 beschrieben.

Namen statt Adressen

Windows-User können mit NetSetMan nicht nur den Hostnamen, sondern auch die interne Domain auslesen, die der aktuelle Router einrichtet. Das ist nützlich, wenn der Router die Hostnamen sowie die IP-Adressen der Geräte in einer eigenen DNS-Zone pflegt. Die verbreiteten Fritzboxen tun das. Sie setzen die interne Domain fritz.box auf und ein Netzwerkgerät kann man dann unter dem Namen raspi.fritz.box erreichen – wenn es den Hostnamen raspi trägt. Alternativ kann man die Hosts anhand ihrer Bonjour/Avahi-Domain .local ansprechen, also etwa raspi.local.

Die Hostnamen blendet NetSetMan direkt nach dem Scan ein. Um die Domain auszulesen, die der aktuelle Router aufsetzt, klickt man mit der rechten Maustaste auf einen der Hostnamen, dann im Menü auf Kopieren und schließlich auf FQDN (Fully Qualified Domain Name). Die Daten kann man aus der Zwischenablage zum Beispiel in die Adresszeile des Explorer-Fensters kopieren. Zum Beispiel

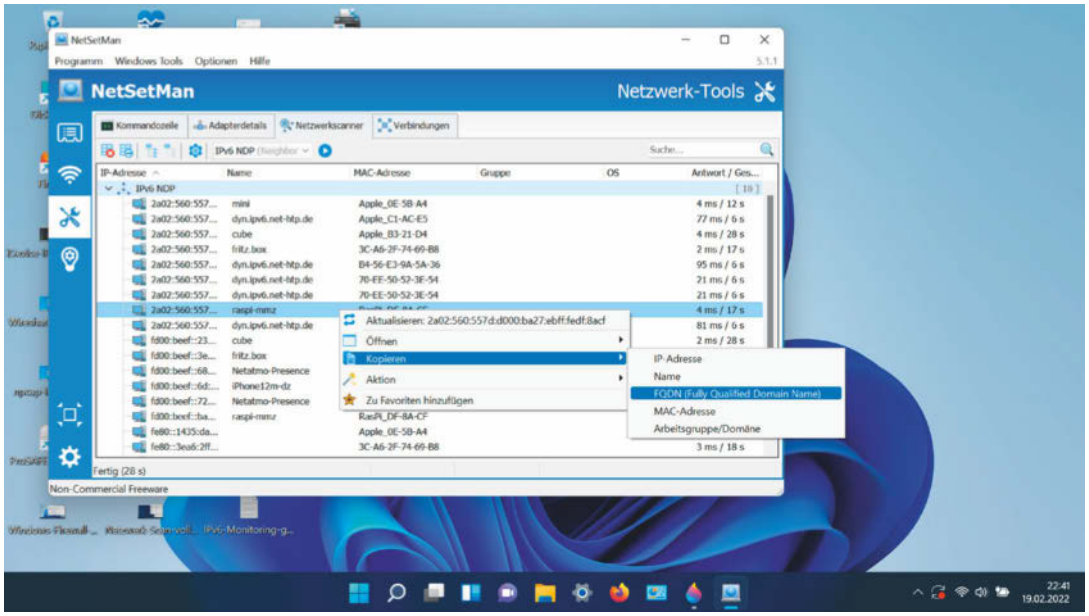
Autokonfiguration

Beim Systemstart erzeugen sich IPv6-Hosts zunächst link-lokale Adressen. Damit können sie unter anderem Router Advertisements beziehen. Diese sendet ein Router in Intervallen von 30 Sekunden, Hosts können sie jederzeit per Router Solicitation anfordern. In den Advertisements steht unter anderem das vom Admin oder dem Router zugewiesene Subnetz (z. B. 2001:db8:cafe:4800::/64). Das verwenden Hosts zur dezentralen automatischen IPv6-Adresskonfiguration (Stateless Address Autoconfiguration, SLAAC).

Alternativ können sie ihre IPv6-Konfiguration auch von einem DHCPv6-Server erhalten. Nur für Windows-Geräte ist DHCPv6 grundsätzlich erforderlich, weil sie darüber die IP-Adresse des DNS-Resolvers beziehen. Alles Übrige läuft in Heimnetzen auch bei Windows per SLAAC ab.

Bei der SLAAC-Methode hängt der Host sein Suffix an das Präfix, das er aus dem Router Advertisement bezieht und fertig ist eine globale IPv6-Adresse. Geschäftskunden können feste Präfixe erhalten. Zusammen mit dem festen Suffix hat ein Host dann eine konstante IPv6-Adresse. Die kann der Admin für eingehende Verbindungen zu Servern nutzen und im lokalen DNS-Server eintragen.

Außerdem gibt es erwürfelte Interface Identifier. Diese braucht man, um temporäre globale IPv6-Adressen zu erzeugen, damit Nutzer nicht anhand eines festen Suffixes identifiziert werden können. Die temporären Adressen sind ausschließlich für ausgehenden Verkehr gedacht. Davon ist immer nur eine gültig. Bis zu sieben können sich ansammeln. Sechs davon haben eine „preferred lifetime“ von 0, was bedeutet: Neue Verbindungen werden damit nicht mehr aufgebaut. Sie werden getilgt, sobald die damit aufgebauten Sitzungen beendet sind.



Windows-User können mit dem Konfigurations-Tool NetSetMan das lokale Netz auf einfache Weise scannen, um Einzelheiten über IPv6-Netzwerkgeräte auszulesen.

öffnet \\halde.fritz.box die SMB-Freigabe des NAS-Geräts, das halde heißt.

Das Tor zur Welt

Um die Verbindung zum Router zu prüfen, liest man zunächst dessen link-lokale IPv6-Adresse aus. Auf Windows sieht der Befehl wie folgt aus:

```
route -6 print
```

Auf Linux:

```
ip -6 route show
```

und macOS-User nehmen

```
route -n get -inet6 default
```

In einem Netz kann es mehrere Default-Router geben. Welchen die Netzwerkgeräte für ausgehenden Datenverkehr verwenden, legt man im Router mittels der Router-Präferenz fest: low, medium (default) oder high. Bei gleichen Werten entscheidet der Host selbst.

Um zu prüfen, ob der Default-Router per IPv6 ansprechbar ist, sendet man Ping-Pakete an dessen link-lokale Adresse, die in der Routing-Tabelle steht. Dabei muss man das ausgehende Interface anhängen, weil link-lokale Adressen eben nur auf dem Link eindeutig sind. Die gleiche Adresse könnte ein anderes Gerät auf einem anderen Link verwenden.

Der Befehl für Windows, Linux und macOS der Reihe nach:

```
ping fe80::a:b:c:d%23
ping fe80::a:b:c:d%eth0
ping6 -c3 fe80::a:b:c:d%en0
```

Für alle drei Befehle gilt: Wenn Antworten ausbleiben, dürfte der Router abgestürzt oder defekt sein; ersteres lässt sich mit einem Neustart beheben, zweiteres erfordert einen Router-Ersatz. Falls er sich noch per IPv4 ansprechen lässt, speichern Sie die Konfiguration. Damit können Sie ein baugleiches Modell umgehend mit den bisherigen Einstellungen in Betrieb nehmen.

Jenseits vom Subnetz

Ist der Default Router erreichbar, prüft man den Weg ins Internet. Wer sich Tipparbeit ersparen will, pingt dafür einen DNS-Server des US-Providers Sprint an – unter Anwendung der Kürzungsregel muss man dafür nur sieben Zeichen fürs Ziel eingeben:

```
ping 2600::1
```

Auf dem Mac nehmen Sie `ping6` anstatt `ping`. Wenn Antworten ausbleiben, prüfen Sie, ob der Fehler mit einem Neustart des Routers verschwindet. Falls nicht, kann das Problem an einem Netzelement Ihres Providers liegen. Klarheit liefert in diesem Fall nur ein Hotline-Anruf.

Wenn der Sprint-Server antwortet, dürfte IPv6 in Ihrem Netz korrekt funktionieren. Testen Sie nun die Namensauflösung für IPv6-Ziele. Das geht mit dem Ping-Befehl, indem man als Ziele Namen anstatt von Adressen eingibt. Bei Linux und Windows muss man in diesem Fall IPv6 mit dem Schalter `-6` vorgeben:

```
ping -6 ct.de
```

Mac-User geben ein:

```
ping6 ct.de
```

Schlussakkord

Ob auch Ihr Browser Internet-Verbindungen über IPv6 aufbaut, können Sie leicht mittels Webdiensten wie ipv6-test.com oder test-ipv6.com prüfen. Alternativ installieren Sie ein Browser-Plug-in wie IPv6foo für Firefox und schauen sich für jede Webseite an, über welches Protokoll sie aufgerufen wird; dieses Detail steht in der Adresszeile des Browsers im Icon des jeweiligen Plug-ins.

Dabei werden Sie vermutlich viele Webangebote per IPv6 ansteuern. Wenn Sie auf das Icon des Plug-ins klicken, zeigt es, welche weiteren Server kontaktiert worden sind, um alle Elemente der betreffenden Seite zu laden. Die stammen nämlich bei großen Plattformen von unterschiedlichen Servern. Aber trotz IPv6 kommen viele Elemente von Webservern, die nur per IPv4 kommunizieren. Das ist nun mal der Stand der Dinge, in dem sich persönliche Motivationen von Admins, Manpower und Fortschrittswille einer Firma spiegeln. *(dz@ct.de)* c't

IPv6-Infos, Breitbandkunden bei Telekom und Vodafone: ct.de/ymga

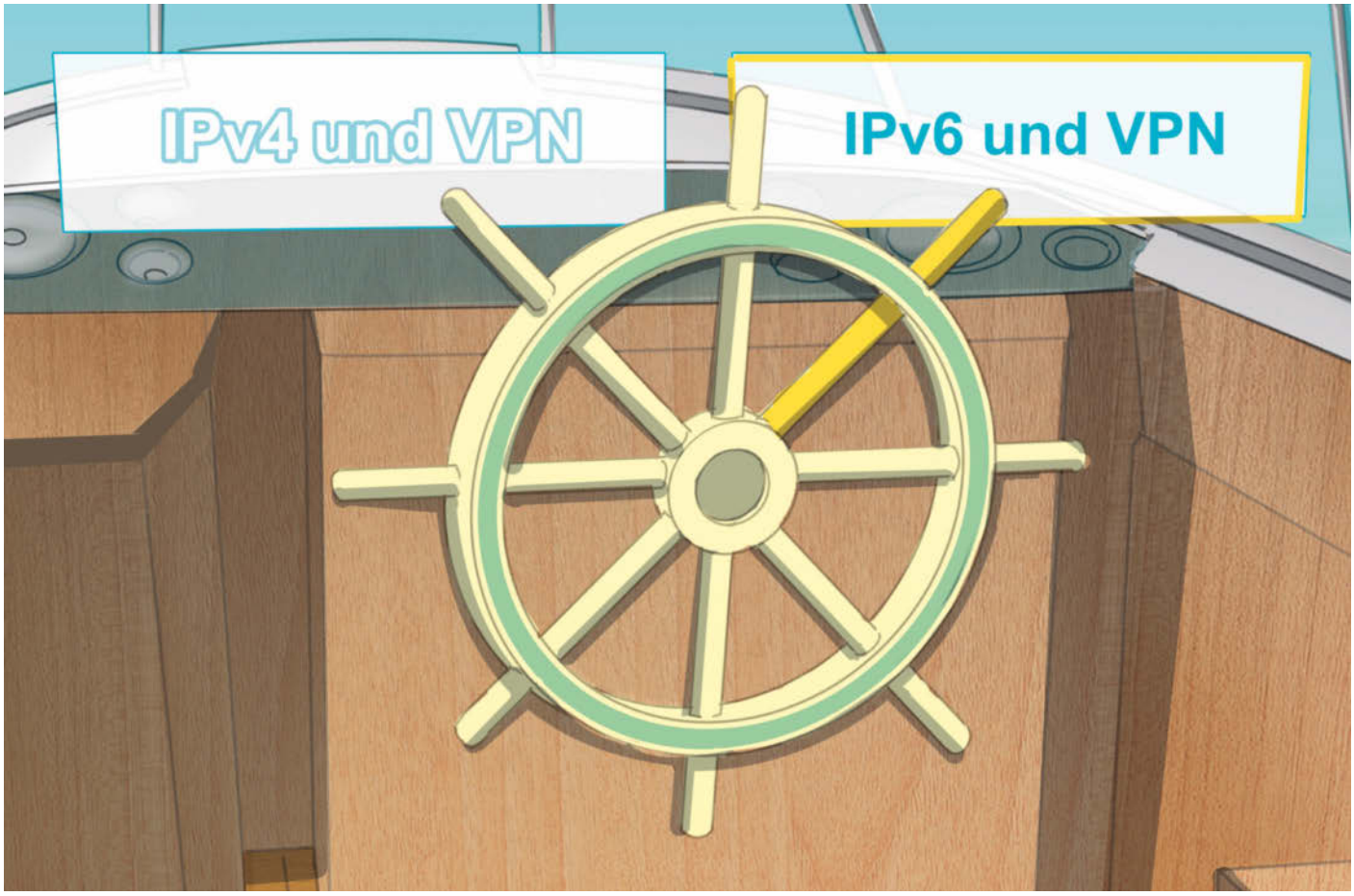


Bild: Thorsten Hübner

Freie VPN-Fahrt

Fritzbox, WireGuard und IPSec: Endlich VPN via IPv6

Internet-Anschlüsse ohne öffentliche IPv4-Adresse galten bisher als zweitklassig, weil NAS-Server oder PCs von außen mit dem alten Protokoll ohne Hilfsmittel unerreichbar blieben. Nun naht Abhilfe in Form von Fritzboxen, die den in eingehender Richtung brachliegenden IPv6-Anschluss endlich für VPN urbar machen. Wir zeigen, wie Sie solche WireGuard-Tunnel auf einer Fritzbox konfigurieren.

Von Dušan Živadinović

Einer der Wachstumsschmerzen, den das viel zu klein geschneiderte Netzwerkprotokoll IPv4 verursacht, sind Internet-Anschlüsse ohne öffentliche IPv4-Adressen: Man kann zu solchen Anschlüssen keine VPN-Tunnel aufbauen, um aus der Ferne auf Cloud- oder NAS-Server zuzugreifen, die dahinter im Netzwerk stehen. Die Problemstellung kennt man von Kabel- und Glasfaseranschlüssen und Mobilfunkzugängen.

Die Misere hat zwei Gründe: Alle drei Anschlussarten bringen Netzwerkgeräte zwar mittels privaten IPv4- und globalen IPv6-Adressen ins Internet (Dual-Stack Lite). Aber aus IPv4-Sicht liegen der Anschluss und das komplette private Netzwerk hinter der Adressumsetzung des Providers verborgen (Carrier-Grade Network Address Translation, CG-NAT). Und der Weg über IPv6 liegt brach, weil die für solche Anschlüsse üblichen Router bisher für VPN per IPv6 nicht ausgelegt sind.

Es gibt zwar Hilfsmittel, die die Not lindern (siehe ct.de/ytyc), aber keines davon überzeugt vollends: Tools wie TeamViewer oder Desktop-Freigaben per FaceTime oder Skype funktionieren zwar technisch einwandfrei, aber da es offen ist, ob unabhängige Fachleute die Güte der Implementierung prüfen, muss man dem Hersteller der Software blind vertrauen. Mehr dazu steht im Kasten weiter unten.

Gängige VPN-Techniken wie IPSec, OpenVPN oder WireGuard werden hingegen immer wieder auf Herz und Nieren geprüft. Nun will der Berliner Hersteller AVM seinen Fritzboxen WireGuard spendieren und IPSec um IPv6-Funktionen erweitern. WireGuard eignet sich von Haus aus sowohl für IPv4 als auch für IPv6. Damit kann man zu Kabel-Fritzboxen VPN-Tunnel von Dual-Stack-Anschlüssen, Mobilfunkgeräten und von anderen Kabel-Fritzboxen aufbauen. Beide VPN-Techniken befördern IPv4-Daten im IPv6-

VPN-Tunnel, sodass man aus der Ferne auf IPv4-Geräte im LAN zugreifen kann – endlich! Über den Stand der Entwicklung kann man sich jetzt schon anhand von öffentlichen Beta-Versionen ein Bild machen (siehe ct.de/ytyc).

Testvorbereitungen

Die WireGuard-Implementierung und auch diverse andere Funktionen sind noch nicht fertig, sodass Fehler lauern können. Wenn Sie das Risiko eingehen möchten: Speichern Sie vor dem Einspielen der Beta-Firmware die aktuelle Router-Konfiguration. So können Sie die neuen Funktionen ausprobieren und anschließend das reguläre FritzOS und Ihre vorherige Konfiguration wiederherstellen.

Sie können sich den Aufwand aber auch sparen und die in diesem Artikel geschilderten Erfahrungen als Vorschau auf die VPN-Funktionen nehmen, die laut AVM in absehbarer Zeit kommen werden.

Zur WireGuard-Einrichtung auf den Clients braucht man nicht viel zu sagen: Die WireGuard-Entwickler haben für die gängigen Betriebssysteme (Android, iOS, macOS, Windows etc.) fertige Implementierungen gebaut, die mit wenigen Klicks heruntergeladen und installiert sind (siehe ct.de/ytyc). Falls Sie Linux verwenden, folgen Sie den Anleitungen der jeweiligen Distribution.

DynDNS einrichten

Damit man eine Fritzbox überhaupt aus dem Internet erreichen kann, muss man ihre IP-Adresse kennen. Es gibt diverse Wege, diese auszulesen. Am einfachsten geht das mit dem MyFritz-Dienst von AVM. Andere DynDNS-Dienste wie dynv6.com, desec.io oder freedns.afraid.org funktionieren genauso gut. Dabei bekommt die Fritzbox einen individuellen DynDNS-Namen, dem stets die gerade aktuellen IPv4- und IPv6-Adressen zugeordnet werden. Die Daten landen im weltweiten Domain Name System, das man mit jedem Netzwerkgerät befragen kann. Bei Anfragen wird der DynDNS-Name zu den Adressen aufgelöst.

Testen Sie die Erreichbarkeit der Fritzbox anhand des Domainnamens (`ping6 <domainname>` oder https://<domainname> im Browser, falls die Fritzbox von außen erreichbar ist).

Profilwahl

Bevor Sie ein WireGuard-Profil anlegen: Öffnen Sie einen Texteditor mit leerem Dokument, um darin die von der Fritzbox erzeugte Konfiguration zu speichern. Öffnen Sie dann auf der Fritzbox das Menü Internet/Freigaben/VPN, klicken Sie unten auf „VPN-Verbindung hinzufügen“ und scrollen Sie ganz nach unten. Klicken Sie dann auf „Eine Wireguard-Verbindung für einen Laptop/PC einrichten“ sowie auf „Weiter“. Alternativ erzeugen Sie ein Profil für ein Smartphone.

Im nun erscheinenden Fenster legt man den Namen der Verbindung fest. Am besten setzen Sie den Namen ein, den Sie üblicherweise für den jeweiligen PC oder Laptop verwenden (zum Beispiel MacBook-M1).

Klicken Sie dann auf „Verbindungskonfiguration erzeugen“. Nach einigen Sekunden zeigt die Box die fertige Konfiguration an. Wenn sie einen Zugang für ein Smartphone eingerichtet haben, liefert die Box einen QR-Code, den die WireGuard-App per Kamera einliest. Die Grafikdatei können Sie für spätere Verwendung speichern, benennen Sie sie sinnvollerweise wie die WireGuard-Verbindung.

Fertig nach zwei Klicks

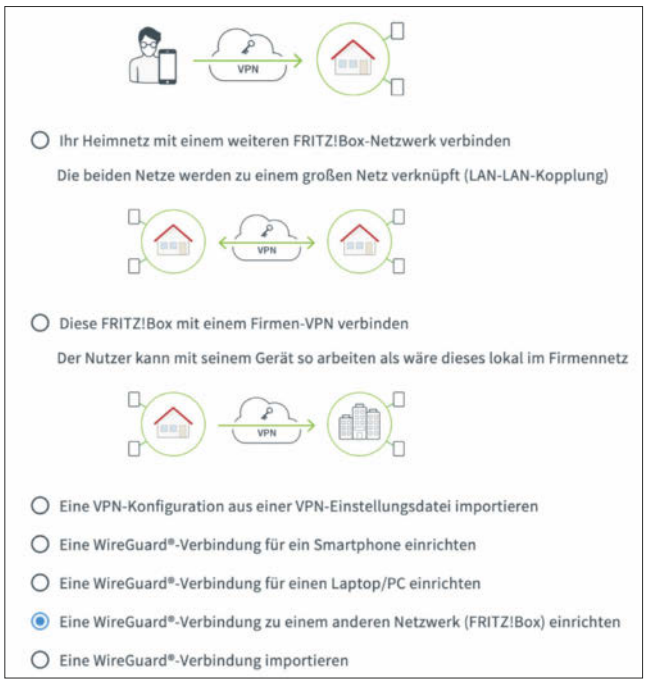
Wenn die Box eine Textkonfiguration erzeugt hat, bietet es sich an, sie in Augenschein zu nehmen. Bei den meisten WireGuard-Implementierungen hat der Administrator Zugriff auf den privaten Schlüssel seines Servers – beispielsweise liegt die Datei auf einem Linux-Server in `/etc/wireguard`. Die Fritzbox hält ihren Schlüssel tatsächlich geheim, es gibt keinen Weg, ihn auszulesen. Allenfalls findet man ihren öffentlichen Schlüssel, indem man die Supportdaten ausliest (fritz.box/support.lua).

Außerdem erzeugt die Fritzbox bei der hier gewählten Konfigurationsmethode auch für den Client sämtliche erforderlichen Parameter, was sehr bequem ist. Wer möchte, kann aber auch eine fertige Konfiguration, die er zum Beispiel auf einem Raspi erzeugt hat, in die Fritzbox importieren. An der Importfunktion feilt AVM aber noch. Konfigurationen für die LAN-zu-LAN-Kopplung sortieren die Boxen mitunter falsch als Geräteverbindung ein, sodass sie nicht funktionieren.

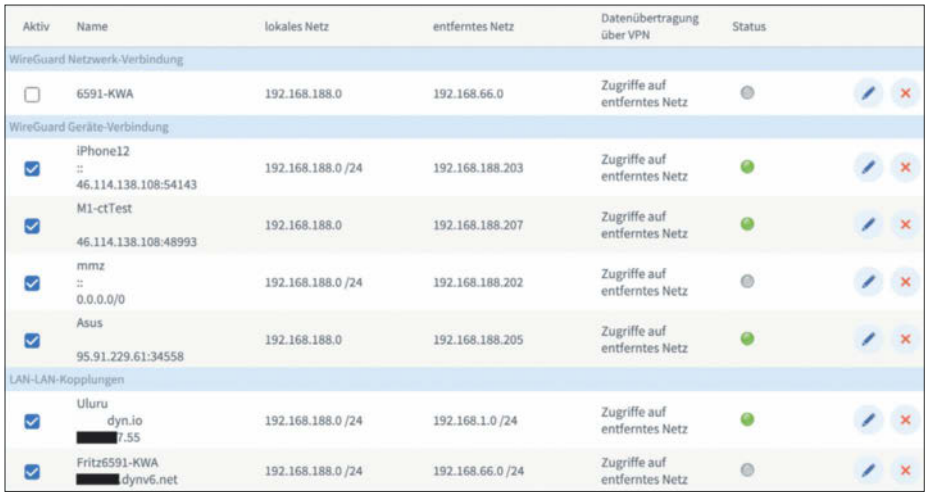
Interessant finden wir, dass AVM für den Tunnel keinen separaten Adressbereich verwendet, wie er etwa bei OpenVPN üblich ist. Stattdessen verwenden Clients im entfernten Netz eine IPv4-Adresse jen-

c't kompakt

- Obwohl WireGuard- und IPSec-VPN mit IPv6 auf Fritzboxen nur als Vorschauversionen vorliegen, eignen sie sich gut für Gehversuche.
- WireGuard auf Fritzboxen ist für ein VPN bemerkenswert leicht einzurichten.
- Beide, IPSec und WireGuard, eignen sich sowohl für Sterntopologien als auch für LAN-zu-LAN-Kopplungen.



Das kommende FritzOS 7.50 soll Fritzboxen unter anderem mit WireGuard nachrüsten. Das Erscheinungsdatum ist offen, aber damit wird man aus der Ferne per IPv6-VPN auf Geräte hinter Kabelanschlüssen und anderen DS-Lite-Varianten zugreifen können.



Auf der VPN-Übersichtsseite sind sowohl IPsec-, als auch WireGuard-Verbindungen mit Namen aufgeführt und, soweit vorhanden, auch Quell-IP-Adressen oder Domains von Gegenstellen. Der grüne Punkt bedeutet: Verbindung aufgebaut.

seits 200, die ihnen die dortige Fritzbox zuteilt, also etwa 192.168.178.203. So handhabt es AVM auch schon beim IPSec-VPN und vermeidet einen zusätzlichen Adressraum für den Tunnel.

Die übrigen Einstellungen entsprechen den Konfigurationen, die bei WireGuard gebräuchlich sind.

Zu beachten ist der im unteren Bereich eingetragene Domainname, unter dem ein Client die Fritzbox erreichen kann. Stellen Sie sicher, dass diese Domain tatsächlich zur aktuellen IP-Adresse Ihrer Fritzbox auflöst (zum Beispiel per `dig domainname aaaa`). Andernfalls wird der Verbindungsaufbau über IPv6 scheitern.

Kopieren Sie nun die neue Konfiguration in das offene Texteditor-Fenster, speichern Sie die Datei, schließen Sie die Fritzbox-Ausgabe und bringen Sie die Datei auf den WireGuard-Client. Falls Sie ausgewählt haben, dass die Fritzbox einen QR-Code erzeugt, starten Sie WireGuard und importieren Sie das Profil über die Tunnelverwaltung, indem Sie die Kamera des Smartphones auf den QR-Code halten. Bei einem Profil für macOS oder Windows lesen Sie die mit der Fritzbox erzeugte Konfiguration über die Tunnelverwaltung ein.

Um die Konfiguration zu testen, bauen Sie eine Verbindung aus Ihrem eigenen Netz heraus auf, indem Sie das neue Profil auswählen und aktivieren. Im Statusfenster ist dann unter anderem zu sehen, wann das letzte Mal ein Paket von der Gegenstelle quittiert worden ist (latest handshake). Der Wert liegt immer unterhalb der Keep-alive-Frist, es sei denn, es besteht gerade keine Verbindung.

Auf Linux-Systemen enthalten aktuelle NetworkManager-Implementierungen ein grafisches WireGuard-Plug-in, dem man die Konfigurationsdatei übergibt. Alternativ bringen Sie die Konfigurationsdatei per Terminal in den Ordner `/etc/wireguard` und speichern sie dort unter dem Namen `wg0.conf`. Falls der Name belegt ist, nehmen Sie `wg1.conf` oder die nächste freie Zahl. Starten Sie den Tunnelaufbau mit dem Befehl

```
sudo sysctl start wg-quick@wg0
```

Setzen Sie statt `wg0` den Namen ein, den Sie für die Datei verwendet haben. Statusmeldungen liefert der Befehl `sudo wg`.

Auf einer Glasfaserleitung mit 100 Mbit/s in Down- und Uplink-Richtung lieferte AVMs Beta-Implementierung auf einer Fritzbox 7590 bei einer Stichprobe Spitzenwerte um 8 MByte/s, also rund 80 Mbit/s. Im Mittel erreichte sie aber mit 2 bis 3 MByte/s weit weniger – möglicherweise ein Tribut an die fehlende Hardware-Beschleunigung für WireGuard. Aber vielleicht schiebt AVM noch die eine oder andere Optimierung nach.

Insgesamt lässt sich WireGuard im Vergleich zum IPSec-VPN leicht und schnell konfigurieren. Grundkenntnisse vorausgesetzt, sollte das in 20 Minuten klappen. Und mit etwas WireGuard-Erfahrung erledigt man das zwischen zwei Kaffeeschlückchen – kein Vergleich zum Klick- und Tippaufwand, den man etwa bei der Windows-App FRITZ!Fernzugang leisten muss.

Die Box zeigt aktive WireGuard-Verbindungen auf der Startseite und in der VPN-Übersicht mit einem grünen Punkt an, so wie IPSec-Verbindungen. Wenn Sie VPN-Einträge länger nicht benötigen, können Sie sie im Menü Internet/Freigaben/VPN deaktivieren – das ist gängige Praxis, um die Angriffsfläche auf einem Router klein zu halten. Klicken Sie auf das weiße Häkchen in der linken Spalte und dann auf „Übernehmen“. Nach einem Klick auf „Aktualisieren“ zeigt die Box, welcher der konfigurierten Zugänge gerade genutzt wird, wenngleich die Anzeige bei WireGuard protokollbedingt dem tatsächlichen Stand einige Sekunden hinterherhinken kann.

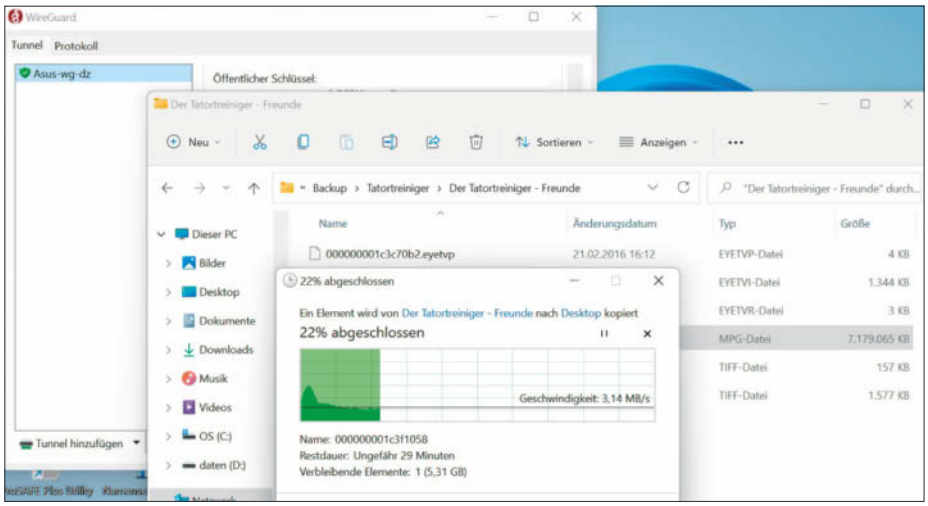
WireGuard-VPN fügt sich insgesamt nahtlos in das Bedienkonzept der Fritzbox. Es gibt jedoch große Unterschiede zum IPSec-VPN. Während man bei IPSec Konfigurationen an bestimmte Fritzbox-Nutzer binden kann, ist ein WireGuard-Profil maschinengebunden. Firmenadmins, die auf hohe Sicherheit Wert legen, sollten die Client-Geräte also selbst provisionieren.

Denn sobald man eine Konfigurationsdatei weitergibt, hat man die Kontrolle darüber aus der Hand gegeben. In den Logs der Fritzbox ist dann nur zu sehen, dass ein bestimmtes Profil verwendet wird, man sieht aber nicht, von wem. Bei Missbrauchsverdacht kann man ein Profil mit einem Klick aus der Fritzbox-Konfiguration entfernen. Das, wie auch die komplette Konfiguration von WireGuard-Tunneln, fühlt sich auf Fritzboxen weit eleganter an als die bisher gewohnte WireGuard-Wartung auf Linux-Servern, für die man in der Regel die Kommandozeile bemüht.

Spannendes für Firmen

Neben der meist geforderten Sterntopologie, bei der Nutzer Tunnel-Verbindungen zur Fritzbox mit einzelnen Geräten aufbauen, arbeitet AVM auch am Site-to-Site-Szenario (LAN-LAN-Kopplung), bei dem man zwei Fritzbox-Netze verbindet. Diese Funktion lief während der Produktion dieses Artikels noch nicht zuverlässig, sodass wir darauf in einem späteren Beitrag ausführlich eingehen.

Alternativ können zwei Fritzboxen ihre Netze mit den aktuellen FritzOS-Betaversionen auch per IPSec koppeln, und zwar jetzt auch per IPv6: Private Shared Key ausdenken und eintippen, DynDNS-Adressen und Subnetze eintragen, schon ist die Konfiguration fertig. Anschließend kann man über den Tunnel Knoten im entfernten Netz ansprechen. Im Test klappte das auch per IPv6 reibungslos, was man



WireGuard-VPN-Tunnel lassen sich auf Fritzboxen leicht konfigurieren und in Clients importieren. Im Bild oben greift ein Windows-Laptop über einen solchen Tunnel auf eine entfernte SMB-Freigabe zu.

anhand der Quelladresse der Gegenstelle auf der VPN-Status-Seite sieht.

Ein bisschen Meckern können wir uns nicht verkneifen: Die Fritzboxen prüfen beim Tunnelaufbau offenbar nur, ob die Gegenstelle die korrekte Domain meldet. Sie checken aber anscheinend nicht, ob die Quell-IP-Adresse tatsächlich der gemeldeten Domain zugeordnet ist – kleine Lücke im Sicherheitskonzept, aber unkritisch, sofern die übrigen Daten geheim bleiben.

Fazit

Unterm Strich hinterließen die Vorschauversionen einen guten Eindruck, trotz der einen oder anderen dem aktuellen Entwicklungsstand geschuldeten Macke. AVM dürfte damit vielen Nutzern mit DS-Lite-Handycap an Kabel- oder Glasfaserinternetanschlüssen das Leben erleichtern.

Welche Fritzboxen bekommen FritzOS 7.50? Bisher sind Beta-Versionen nur für die aktuellen Spitzenmodelle auf DSL- und Kabelbasis erschienen. Die Geschwindigkeit, mit der die Entwickler weitere Modelle in das Beta-Programm aufnehmen, lässt auf eine umfassende Versorgung hoffen. *(dz@ct.de)* c't

FritzOS-Beta, NAT-Überbrückung: ***ct.de/ytyc***

NAT- und Firewall-Umgehung

Wer aus der Ferne auf Geräte im Heimnetz zugreifen will, die an einem DS-Lite-Anschluss hängen, muss entweder die IPv6-Firewall des Routers überwinden, oder im Falle von IPv4 die CG-NAT-Schranke des Providers (Carrier-Grade Network Adress Translation), denn beide lehnen im Grundzustand Verbindungen ab, die nicht explizit von innen angefordert worden sind.

Es gibt zahlreiche Methoden, solche Schranken zu überwinden: Falls Provider und Router es anbieten, hilft das Port Control Protocol (PCP). Beliebt sind Tools wie Skype, TeamViewer oder FaceTime. Alternativ greift man zu kostenpflichtigen Lösungen, die eine öffentliche IPv4-Adresse per Tunnel vermitteln (z. B. feste-ip.net) oder baut selbst SSH-Tunnel zu ebenfalls kostenpflichtigen Root-Servern (siehe ct.de/ytyc).

Keine dieser Methoden überzeugt restlos. Bei PCP ist ungewiss, welche öffentliche Portnummer man erhält, sodass man zum Beispiel seinen Browser beim Zugriff auf einen Webserver vom Port 80 auf beispielsweise Port 32123 umbiegen muss, um die hinter der CG-NAT wartende Freigabe zu erreichen.

Anwendungen wie TeamViewer öffnen die IPv6-Firewall von innen oder bohren per IPv4 ein Loch in die CG-NAT des Providers, indem sie sich zuerst mit einem Vermittlungsserver des App-Herstellers verbinden. Der Broker koppelt dann Clients, die irgendwo im Internet stehen, mit dem Client hinter dem DS-Lite-Anschluss und man kann den PC oder Mac fernwarten, auf dem die jeweilige Anwendung läuft.

Technisch funktioniert das einwandfrei und die Programme kommunizieren wie erwartet nur verschlüsselt. Aber zumindest zu Beginn der Verbindung laufen Daten über den Broker des Programmherstellers, sodass er entscheidende Dinge mitlesen könnte. Es ist offen, ob der Hersteller dabei der geheimen Chiffren habhaft werden kann. Und es ist unklar, ob und wann unabhängige Sicherheitsexperten die diversen Verschlüsselungen geprüft haben. Vermittlungsserver wie die von TeamViewer oder Microsoft dürften auch ein attraktives Ziel für Angreifer sein, weil sie dort unter Umständen mit einem Schlag Zugriff auf Geräte von vielen Nutzer erhalten können. Ähnliches gilt für die IP-Forwardings.

Mit eigenen Root-Servern und SSH-Tunneln verkleinert man zwar die Angriffsfläche beträchtlich, aber die Technik setzt Netzwerkkenntnisse voraus.

Manches geht freilich fast wie gewohnt: Da DS-Lite-Anschlüsse neben der privaten IPv4-Adresse auch globale IPv6-Adressen erhalten, kann man in besseren Routern Portfreigaben für Geräte einrichten (hier eben keine Weiterleitungen), die hinter dem Router stehen und per IPv6 erreichbar sind. So sind – mit geringem Mehraufwand für IPv6-taugliche DynDNS-Einträge – Zugriffe etwa auf den eigenen NAS-Server und andere IPv6-Knoten möglich.

Doch diesen Weg bieten Router der Einstiegsklasse nicht. Und bei den mächtigen Fritzboxen kann man zwar IPv6-Portfreigaben einrichten, aber das setzt voraus, dass das Ziel der Freigabe gleichfalls IPv6 spricht und dass das Zugriffsprotokoll eine sichere Verschlüsselung verwendet. Das kann kaum ein User selbst überprüfen, sodass man lieber alle Freigaben über nur einen Weg, nämlich über VPN zugänglich machen möchte. Zumindest die üblichen VPNs (IPsec, OpenVPN, WireGuard) sind vielfach Gegenstand von Sicherheitsprüfungen und gelten daher als vertrauenswürdig.

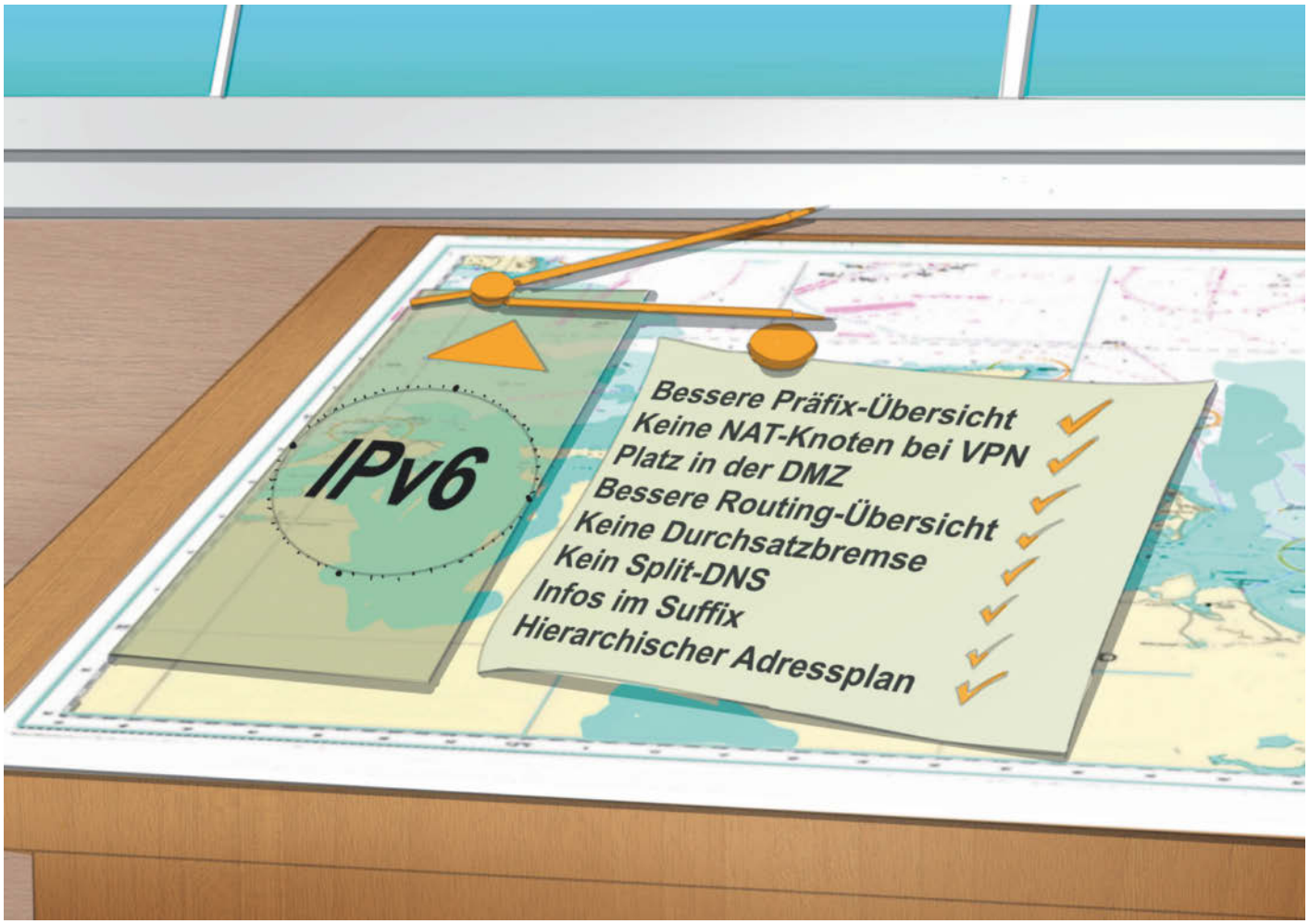


Bild: Thorsten Hübner

Zu neuen Ufern

Netzwerk-Management: Wie das IPv6-Protokoll Firmen-Admins hilft

Das moderne Internetprotokoll IPv6 gilt als so komplex und umständlich, dass manche Administratoren beharrlich beim vertrauten, aber veralteten IPv4 bleiben. Zehn Praxisbeispiele belegen, warum viele Netzwerkanwendungen besser und kostengünstiger auf IPv6 laufen und wie Admins davon profitieren.

Von Johannes Weber

Profi-Admins und viele Netzwerk-Interessierte wissen längst, weshalb IPv4 unzulänglich ist: Dessen Adressraum ist gemessen am weltweiten Bedarf viel zu klein und Netzwerke auf IPv4-Basis laufen nur mit der Krücke Network Address Translation (NAT) weiter – diese bildet teils riesige Netze mit privaten IPv4-Adressen auf wenige oder gar nur eine öffentliche IPv4-Adresse ab. Die vielfältigen Schwächen haben wir im Kasten „Die Nachteile der NAT“ zusammengefasst. Weiter unten finden Sie mehr Beispiele für Netzwerkprobleme, die allein der IPv4-NAT geschuldet sind.

c't Hardcore

Aber jeder Admin weiß auch: IPv6 gewinnt zwar weltweit an Zulauf (siehe S. 56), doch kaum eine Firma wird mit IPv6 auch nur einen Cent mehr einnehmen; es gibt ja keine Geschäftsmodelle, die exklusiv auf IPv6 gründen. Warum also sollte man den Aufwand auf sich nehmen und etablierte IPv4-Methoden und -Werkzeuge einmotten?

Die Antwort zeigt sich auf dem Überstundenzettel des Admins: IPv4 verursacht bei vielen gängigen Anwendungen einen

so großen Konzeptions- und Pflegeaufwand, dass sich eine Umstellung auf IPv6 mittelfristig bezahlt macht, weil sich die Netzwerkerweiterung und -pflege spürbar vereinfacht. Auch lassen sich manche Probleme, die IPv4 stellt, nur mit IPv6 lösen. Wenn Sie erst mal IPv6 eingeführt haben, können Sie Adressbrokern eine lange Nase drehen. Denn deren Geschäftsmodell setzt darauf, sich von IPv6-scheuen Unternehmen ihren kleinen Rest noch freier IPv4-Adressen vergolden zu lassen.

Heimnetz-Admins haben hingegen andere Sorgen mit der Umstellung von IPv4 auf IPv6. Unter anderem fehlt den verbreiteten Fritzbox-Routern eine IPv6-Implementierung der VPN-Technik. Da bessert der Hersteller aber nach. Mehr dazu ab Seite 62.

Aller Anfang ist auch für den Firmen-Admin schwer und die erste Hürde stellt sich schon mit der Länge der IPv6-Adressen. „Die sind mir viel zu lang, die kann ich mir nicht merken." Diesen Satz dürfte jeder Netzwerker oder IT-Admin schon mal gehört haben.

Natürlich sind IPv6-Adressen weit länger als IPv4-Adressen. IPv4-Adressen bestehen aus 4 Byte, die zu vier Blöcken mit Werten von 0 bis 255 unterteilt sind (32 Bit). IPv6-Adressen bestehen aus 16 Byte, die zu je acht Blöcken aus vier Hexadezimalstellen von 0 bis F unterteilt sind (128 Bit).

Doch gerade die Länge ist ein Gewinn, denn damit lassen sich die Adressen besser strukturieren. Das bringt in der Praxis vor allem bei komplexen Netzen in Unternehmen und Institutionen eine Fülle von Vorteilen. Man erkennt nur nicht alle auf den ersten Blick.

Vorteil 1: Zu merkende Präfixe

Viele mittelständische bis große Unternehmen haben im Laufe der Jahre mehrere öffentliche IPv4-Adressbereiche in Betrieb genommen. Zusätzlich verwendet jede Firma im internen Netz mindestens einen der üblichen privaten IPv4-Adressblöcke (10.0.0.0/8, 172.16.0.0/12 und 192.168.0.0/16). Das kann erforderlich sein, um Filialen zu koppeln oder das Netz in Subnetze aufzuteilen, sodass zum Beispiel Versand, Buchhaltung, Forschung, Produktion, Geschäftsleitung und Administration in verschiedene Security-Zonen aufgeteilt sind.

Bildet der Admin solche Strukturen mit IPv4 ab, hantiert er zwangsläufig mit den verschiedenen Präfixen der drei privaten Adressblöcke. Da sie aus obigen Gründen oft noch weiter unterteilt sind, kommt man leicht auf 3 bis 6 Blöcke, mit denen man im Alltag jonglieren muss.

Nicht so bei IPv6: Geschäftskunden erhalten in der Regel einen festen /48-Block und große Netzwerke bekommen leicht auch einen /32-Bereich. In beiden Fällen beträgt die Anzahl der zu merkenden Präfixe: eins! Und das Präfix ist schnell gelernt, weil es ja nur die ersten zwei Hextets umfasst, beispielsweise 2001:db8::/32.

Je nach Größe des Adressblocks schließt sich dann für die Subnetze der Adressraum des dritten oder vierten Hexadezimalblocks an (z. B. 16 Bit, siehe Grafik „IPv6-Adressformat"). In der Abbildung „IPv4 vs IPv6 Adressvorteile" wird dieser Unterschied offensichtlich: Bei IPv4 muss man die privaten und öffentlichen Allokationen vor Augen haben, während es mit IPv6 nur eine Zuweisung ist.

Vorteil 2 und 3: Site-to-Site-VPN

Viele Firmengruppen und Unternehmen unterhalten untereinander VPN-Verbindungen (Site-to-Site). Aufgrund des knappen IPv4-Adressraums sind bei allen Firmen private IPv4-Adressen unverzichtbar. Da es aber nur drei unterschiedliche Adressräume für private Netze gibt, ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass zwei Firmen intern denselben Bereich verwenden, beispielsweise 192.168.1.0/24. Dann sind Adresskollisionen und damit Admin-Kopfschmerzen unausweichlich.

Aus diesem Dilemma führen verschiedene Wege: Eine der beiden Firmen könnte ihr Subnetz in einen anderen Bereich verlegen. Doch der Aufwand ist viel zu hoch, fehlerträchtig und je nach verwendeten Diensten vielleicht gar nicht im laufenden Betrieb möglich – es ist jedenfalls für jeden Admin, der mehr als 20, 30 Netzwerkgeräte betreut, eine haarsträubende Vorstellung. Und wenn beide Firmen alle drei privaten IPv4-Adressblöcke nutzen, funktioniert der Weg gar nicht (10/8, 192.168/16 und 172.16/12).

Stattdessen konfiguriert man separate Adressen, die im jeweils anderen Netzwerk nicht vorkommen und richtet sie im VPN-Router mittels internen NATs als Vermittler ein – so sind Adresskollisionen ausgeschlossen, aber auf Kosten der Übersicht. Die Pflege und Fehlersuche ist in solchen Netzen deutlich aufwendiger.

Oft sind sogar ein Source- und ein Destination-NAT erforderlich, damit nicht nur die Hin-, sondern auch die Rück-Route klappt, ohne zu große Netzbereiche auf einer der Seiten belegen zu müssen.

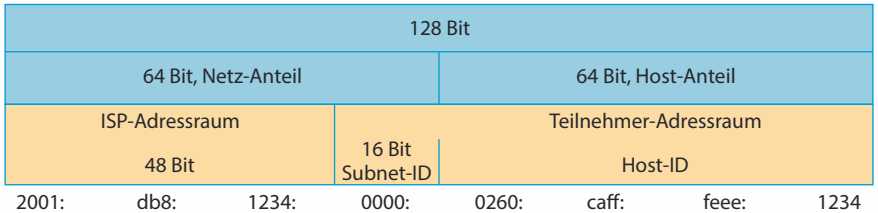
Als Beispiel: Firma A teilt ihren internen Geräten IP-Adressen aus den Bereichen 192.168.0.0/24 und 192.168.10.0/24 zu. Die Partnerfirma B, zu der A ein VPN aufsetzen will, verwendet diese beiden Bereiche ebenso (siehe Grafik „NAT bei Site-to-Site-VPN"). Der Client mit der IP-Adresse 192.168.0.5 möchte auf Server 192.168.10.10 von Firma B zugreifen. Da Firma A diesen Adressbereich aber bereits anderweitig verwendet, richtet man ein statisches Destination-NAT aus einem re-

c't kompakt

- Das Netzwerkprotokoll IPv6 bringt viele Eigenschaften zur klaren Strukturierung von IP-Netzen mit.
- Die typischen IPv4-Nachteile bei Site-to-Site-VPNs und Split-DNS lassen sich elegant umschiffen.
- IPv6 reduziert Fehlerquellen und senkt den Troubleshooting-Aufwand.

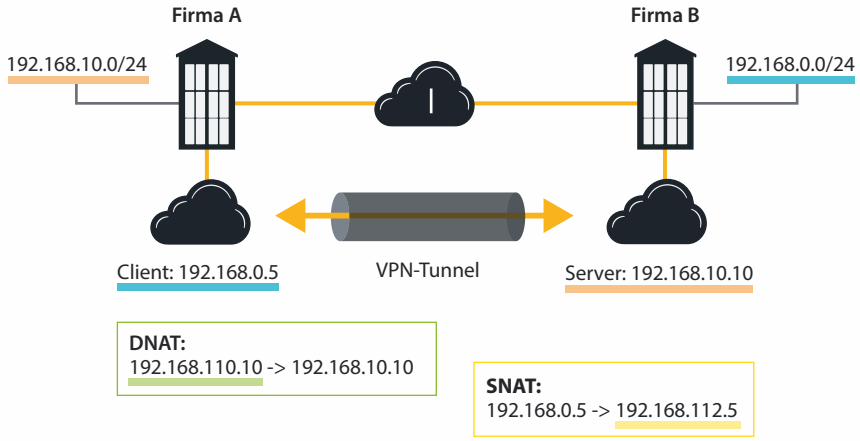
IPv6-Adressformat

Provider konfektionieren Business-Anschlüsse mit IPv6 so, dass Administratoren über 8 bis 16 Bit Adressraum freie Hand haben (Subnet-ID), um damit ihre Netze segmentieren zu können.



Keine gordischen NAT-Knoten

Wenn zwei Firmen überlappende private IPv4-Adressbereiche verwenden (hier 192.168.0.0/16), und sich per Site-to-Site-VPN vernetzen wollen, müssen Admins aufwendige SNAT- und DNAT-Konstruktionen drumherum stricken, um Adresskollisionen zu vermeiden. Mit IPv6 wird Site-to-Site-VPN dagegen zum Kinderspiel.



servierten Block als Vermittler ein: 192.168.110.10 vermittelt dann den eingehenden VPN-Verkehr zum Server von Firma B. Diese kann die IP-Adresse des Firma-A-Clients nicht zurückrouten, weil diese bereits bei Firma B anderweitig in Einsatz ist; sie verwendet intern ebenfalls den Adressbereich 192.168.0.0/24. Also behilft sich Firma B mit einem Source-NAT. Somit sind für eine Client-Server-Verbindung vier Subnetze im Spiel.

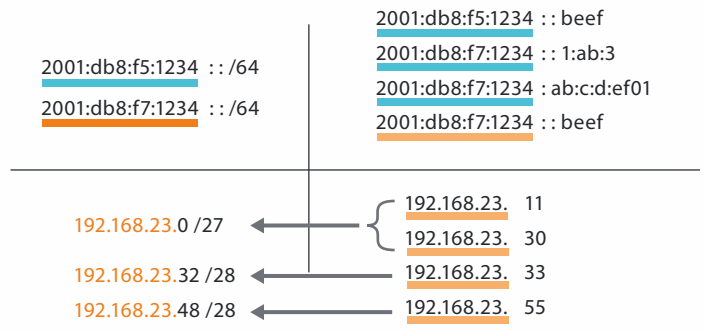
Es leuchtet unmittelbar ein, dass solche Umwege aufwendig zu konfigurieren und der Übersicht abträglich sind. Das Troubleshooting von Client-Server-Verbindungen wird schnell zum Albtraum, denn in den Logs stehen auf beiden Seiten diverse IPv4-Adressen, die der Admin gedanklich korrekt zuordnen muss (und besser gleich auf einer Skizze notiert), obwohl für das VPN nur eine IP-Session im Spiel ist.

Mit jedem weiteren Site-to-Site-VPN potenziert sich der Aufwand, weil weitere NAT-Regeln hinzukommen; der IPv4-Adressdschungel wird immer undurchdringlicher. Dann muss man schon zum Aufsetzen der NATs mehr Probleme lösen als zur Konfiguration des VPN. Dabei sind zwei NAT-Regeln nur ein Beispiel. Je nach Infrastruktur können für eine einzige Site-to-Site-Verbindung mehr NATs erforderlich sein. Und Admins, die VPN-Verbindungen zu mehreren Partnern mit identischen IPv4-Subnetzen aufbauen wollen, können gleich auch Haarfärbemittel bestellen.

Der Umstieg auf IPv6 ist sicher auch aufwendig – aber einen Tod muss man sterben. Und wenn man sich einmal für IPv6 entschieden hat, wird Site-to-Site-VPN plötzlich zum Kinderspiel: Dank eindeutiger Adressbereiche auf beiden Seiten sind Adresskollisionen von vornherein ausgeschlossen und gordische NAT-Knoten daher nicht erforderlich. Die Konfiguration und das Troubleshooting solcher VPNs sind weit einfacher. Technisch gesehen muss nur das jeweils andere IPv6-Präfix im eigenen Netz geroutet werden – Ende-zu-Ende-IP-Verbindungen par excellence.

Übersichtliche Routing-Tabellen

Da es sich bei Layer-3-IPv6-Subnetzen immer um /64-Blöcke handelt, kann man Routing-Tabellen einfach mit dem grep-Kommando filtern. Die ersten vier Hextets bezeichnen immer das Subnetz. Bei IPv6 (oben) können Sie eindeutig beantworten, zu welchem /64er Subnetz die Adresse 2001:db8:f5:1234::beef gehört. Bei IPv4 (unten) erschwert das Variable-Length Subnet Masking die Übersicht.



Vorteil 4: Stets genügend Platz in der DMZ

Viele Netzwerke sind organisch gewachsen und die ursprünglichen Konzepte zur Aufteilung des Adressraums genügen den aktuellen Anforderungen nicht mehr, denn auf einmal braucht die Firma mehr Server, als sich im dafür gedachten IPv4-Segment adressieren lassen.

Beispiel: Die Webserver-DMZ nutzt den Bereich 192.168.17.0/28, womit sich mitsamt dem Default-Gateway 14 Server adressieren lassen: 192.168.17.1 - 192.168.17.14. Sollen nun weitere Server hinzukommen, fehlt es an Adressen. Eine Neuaufteilung der Subnetze zur Vergrößerung des DMZ-Adressbereichs ist in großen Netzwerken kaum möglich.

Aber Not macht erfinderisch und risikobereit: Manche Admins legen im gleichen Layer-2-Segment ein zweites IP-Netz an, beispielsweise 192.168.91.64/28. Darin bekommt die Firmen-Firewall eine zweite IP-Adresse, damit sie für das zweite Netz als Default-Gateway arbeiten kann (192.168.91.65). So lassen sich weitere 13 Server adressieren. Das funktioniert zwar, erhöht aber die Komplexität, weshalb man solche Szenarien lieber meidet.

Mit IPv6 kommt man um solche Verknotungen auf absehbare Zeit leicht herum, weil die Adressräume weit größer sind: Mit jedem /64er-Subnetz lassen sich bis zu 2^{64} Geräte adressieren. Ausgeschrieben: 18.446.744.073.709.551.616. Der Layer-2-Switch, der so viele MAC-Adressen verwalten kann, muss erst noch gebaut werden. Für MAC-Adressen sind bisher nur Tabellen mit 8192 bis 65.536 Einträgen üblich, und zwar für alle VLANs zusammengenommen.

WENN SCHNELLE LÖSUNGEN EINE ROLLE SPIELEN.

Cordaware **bestzero**®: Mit Sicherheit einfach besser.



Cordaware bestzero®

Verfügbar für Windows, macOS, Linux und Android

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

Vorteil 5: Routing-Tabellen überblicken

Admins, die mit IPv4 aufgewachsen sind, haben verinnerlicht, mit Adressen zu knausern. Oder anders gesagt: kein Netz größer zu machen als unbedingt nötig. Deshalb bestehen unter anderem DMZ-Subnetze aus unterschiedlichen Teilnetzen wie /27, /28 oder /29er, während Gäste-WLANs oft auf /23- oder /22-Blöcke ausgedehnt sind – sehr zum Leidwesen des Netzadmins, der Routing-Tabellen nicht mal eben mit einem grep-Kommando durchforsten kann.

Stattdessen muss er die Subnetzmaske durchblicken. Hat der Admin in der Routing-Tabelle drei Netze, kann er nicht einfach per `grep 192.168.23.` herausfiltern, welche der Routen denn stimmt. Er muss alle drei anschauen und verstehen. Und wenn die Routing-Tabelle aus mehreren Hundert Einträgen besteht, hilft Drübergucken auch nicht mehr, sondern nur noch spezielle Lookup-Tools, wie sie Router oder Firewalls bieten.

Das ist umständlich. Anders bei IPv6: Die ersten vier Hextets einer IPv6-Adresse bezeichnen immer und eindeutig die Netz-ID. Die Zugehörigkeit von Node-IDs zu einem Netz ist daher unmittelbar ersichtlich, egal, ob in Routing-Tabellen oder Firewall-Logs.

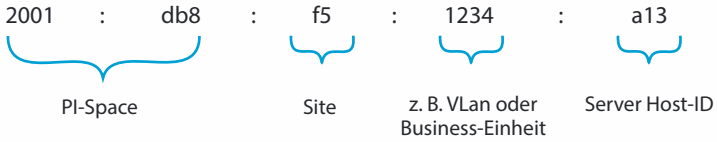
Vorteil 6: Ende-zu-Ende-Verbindungen

Bereits bei der Spezifikation vor fast 30 Jahren werteten Fachleute die NAT als „short-term solution“ und favorisierten ein künftiges Internet-Protokoll mit größerem Adressraum [1]. Denn wenn eine NAT im Spiel ist, können IPv4-Geräte keine Ende-zu-Ende-Verbindungen aufbauen. Deshalb lassen sich Server-Logs nicht umgehend einer Client-Session zuordnen. Der NAT-Router muss den Zustand (state) in der NAT-Tabelle pflegen und unbenutzte Sessions tilgen, andernfalls können irgendwann keine neuen Sessions aufgebaut werden.

Kurzum: Die NAT hat zwar eine Zeit lang geholfen, das Internet-Wachstum aufrechtzuerhalten, aber daran festzuhalten heißt auch, mehr Geld für heutzutage rare IPv4-Adressen ausgeben. Bei eingehenden Verbindungen zu einem Server entfernt sie die öffentliche IPv4-Adresse aus dem Header des Client-Pakets, setzt die private IP-Adresse des Servers ein, notiert sich das und gibt das Paket schließlich zum Server weiter. Das belastet den Router und bremst den Verkehr.

Infrastruktur-Infos in Adressen

Wenn Sie ein Firmennetz betreuen, beantragen Sie am besten Provider Independent Address Space (PI-Space). Dann erhält Ihr Unternehmen in der Regel einen /32-Block. Davon müssen Sie sich initial nur die ersten zwei Hextets einprägen und teilen den Rest nach Gutdünken auf, zum Beispiel so, dass Sie darin Infrastruktur-Infos bei der Fehlersuche leicht wiedererkennen.



Die Nachteile der NAT

Im letzten Jahrtausend gab es tatsächlich eine Phase, als jeder Host im IPv4-basierten Internet seine eigene öffentliche Adresse hatte. Als das Wachstum alle Erwartungen übertraf, zauberten findige Entwickler die Network Address Translation (NAT) aus dem Ärmel und brachten so mittels privaten, öffentlich nicht gerouteten Adressen ein Mehrfaches an Netzwerkgeräten ins Internet, als mit den 4,3 Milliarden IPv4-Adressen möglich ist. Das ist nun der Status: NAT hat sich fürs IPv4-Internet unverzichtbar gemacht.

Doch damit sie zwischen Geräten mit privaten IPv4-Adressen im Netzwerk und Zielen im öffentlichen Internet vermitteln kann, ändert die NAT die Ziel- und Quelladressen von ein- und ausgehenden Datenpaketen, notiert sich für jede einzelne Sitzung die Bezüge und reicht die Pakete dann erst zu ihren Zielen weiter. Daraus entstehen Nachteile, die man teils wiederum mit Behelfen mehr schlecht als recht kompensiert.

Hosts in verschiedenen Netzen, die hinter NATs stehen, können nicht direkt miteinander kommunizieren, da die NATs unaufgefordert eingehende Verbindungen verwerfen. Damit sie wenigstens mittelbar kommunizieren können, braucht man Hilfsprotokolle wie STUN, TURN, ICE oder UPnP [2]. Manche sind umständlich zu konfigurieren und sie funktionieren nicht immer. Beispielsweise gibt es Router, die für ihre interne VoIP-TK-Anlage alle VoIP-Sessions (SIP und RTP) für sich beanspruchen, sodass man dahinter keine eigene VoIP-TK-Anlage betreiben kann.

NAT-Tabellen können nicht beliebig groß sein. Meistens fassen sie nur einige Tausend Einträge, denn Router müssen mit ihrem meist knappen RAM-Angebot haushalten. Deshalb löschen sie inaktive NAT-Einträge bei Platznot. Um Einträge so lange aktuell zu halten, wie die jeweilige IP-Sitzung dauert, müssen Netzwerkgeräte etwa im Minutentakt Pakete zu ihrem Ziel senden, die dem Router signalisieren: „Dieser NAT-Eintrag wird noch benötigt“. Das tun nicht alle Anwendungen. Beispielsweise senden Messaging- oder Notification-Anwendungen Daten nur unregelmäßig, sodass ihr NAT-Eintrag verschwindet. Daher sind manche solcher Clients nicht durchgängig erreichbar oder müssen ihre Verbindung immer wieder neu aufbauen.

Umgekehrt gilt: Wenn die Netzwerkgeräte viele Sitzungen dauerhaft aufgebaut haben, kann die NAT-Tabelle überlaufen, mit der Folge, dass manche Sitzungen unerwartet abbrechen (z. B. VPN-Tunnel).

Zu dem Thema haben Fachleute schon ganze Bücher geschrieben, es gibt sogar ein IETF-Dokument, das ausschließlich den Problemen gewidmet ist, das die NAT verursacht (RFC 3027). Unterm Strich gilt: Die NAT ist okay, solange man auf IPv4 angewiesen ist. Doch die Behauptung, „NAT ist ein Security-Feature“ hat nie gestimmt [3]. Wenn möglich, sollte man also auf IPv6 umsteigen, weil sich damit viele Detailprobleme gar nicht erst stellen.

» Continuous Lifecycle » [Container Conf]

präsentieren:

Mastering GitOps

Schnellere Deployments und stabilere Infrastruktur



Das Heise-Online-Event am 7. April 2022

Auf dem Weg zu Continuous Operations

GitOps ist eine Herangehensweise, mit der Sie Ihre Softwareanwendungen und Ihre IT-Infrastruktur automatisiert und sicher managen können – im Hands-off-Betrieb.

Wenn Sie GitOps kennen lernen und nutzen wollen oder schon schon erste Erfahrungen gesammelt haben, dann sind Sie auf unserer Online-Konferenz genau richtig. Profitieren Sie vom Fachwissen unserer Expert:innen und tauschen Sie sich mit Gleichgesinnten aus. Finden Sie Antworten auf wichtige Fragen:

- Wie unterscheiden sich GitOps und klassisches CI/CD?
- Für wen bietet GitOps Vorteile?
- Wie sehr ändern sich bestehende Prozesse durch GitOps?
- Welche Tools unterstützen mich dabei?

Workshop am 2. und 3. Mai 2022: GitOps: Continuous Operations

www.mastering-gitops.de

+++ Schnell sein lohnt sich: Tickets zum Frühbucherpreis kosten 99 € (zzgl. 19 % MwSt.) +++

Veranstalter

heise Developer dpunkt.verlag

Goldsponsoren

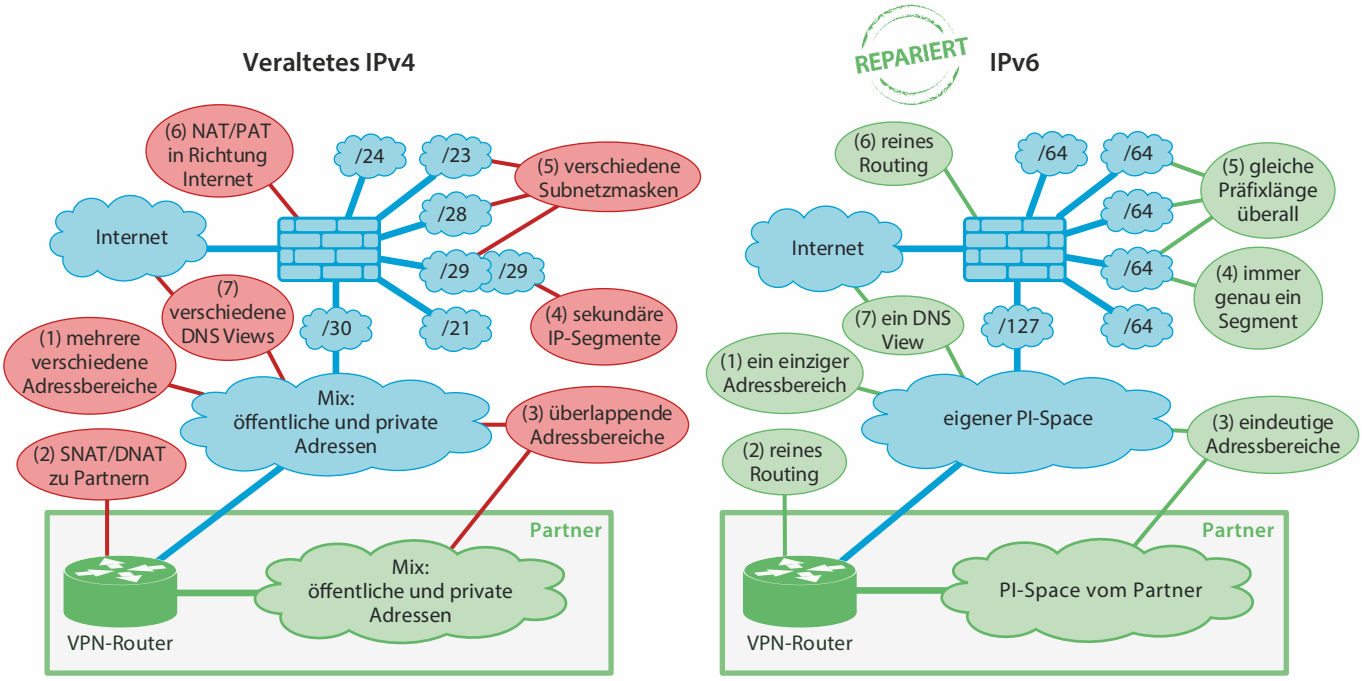
GitLab SysEleven

Silbersponsor

cloudogu

Überblick über IPv4-Nachteile und IPv6-Vorteile

Viele große IPv4-Netzwerke funktionieren zwar aus User-Sicht scheinbar reibungslos (links), aber die Netzwerk-Administratoren habe ihre liebe Mühe damit. Um dieselben Aufgaben per IPv6 zu lösen ist zwar auch Aufwand erforderlich, aber anschließend gewinnt man an vielen Stellen Klarheit.



(1) IPv4 Präfixe, die man sich merken muss:
Private Adressen: 10.0.0.0/8, 172.16.0.0/12, 192.168.0.0/16
Öffentliche Allokationen, z.B.: 192.0.2.0/22, 198.51.100.0/24, 203.0.113.0/23

(1) IPv6 Präfixe, die man sich merken muss:
Den einen eigenen PI-Space, bspw.: 2001:db8::/32

Diesen kosten- und energieträchtigen Rechenaufwand kann man Routern durch den Wechsel auf IPv6 ersparen. Dank weltweit eindeutiger Adressierung aller Endgeräte braucht IPv6 keine NAT – ein Router muss die Pakete nur noch routen. So war ursprünglich auch das IPv4-Internet gedacht [4].

Wer sich um die Security Sorgen macht, da alle IPv6-Clients adressierbar sind: addressable ≠ accessible! Eine Firewall, die unverlangt eingehende Verbindungen verwirft, stellt sicher, dass interne Geräte der Firma eben nicht von außen erreichbar sind. Anstelle eines einfachen Routers mit seiner durchsatzbegrenzenden NAT kommt eine echte Firewall zum Einsatz. Schon die allermeisten einfachen Router für den Heimbereich sind IPv6-seitig genau so ausgelegt und schützen das Netz ab Werk, also ohne jegliche Benutzerinteraktion. Beispielsweise machen die verbreiteten die Fritzboxen genau das.

Vorteil 7: Kein Split-DNS

Damit externe Clients auf Server mit privaten IPv4-Adressen zugreifen können, die hinter einer NAT stehen, befragen sie zunächst das Domain Name System (DNS) nach der öffentlichen IP-Adresse der angesteuerten Domain. Im öffentlichen DNS stehen keine privaten IPv4-Adressen, sodass dort der angefragte Domainname auf die öffentliche IPv4-Adresse des Routers gemappt ist.

Interne Clients sollen aber möglichst nicht den Weg über die NAT gehen, um den Router zu entlasten. Damit sie den kurzen internen Weg beschreiten, richtet man im Netz einen internen DNS-Server ein, der den Clients die private IPv4-Adresse des Servers liefert, den sie dann direkt kontaktieren. So gibt es aber je nach Position eines Clients unterschiedliche DNS-Server mit unterschiedlichen Antworten auf dieselbe DNS-Anfrage – das ist die klassische und zurecht ungeliebte Split-DNS-Konfiguration mit zwei (oder sogar mehr) Views.

IPv6 benötigt keine NAT, sodass für alle Server die öffentliche IPv6-Adresse direkt auf ihren Netzwerkkarten konfiguriert ist. Deshalb erfolgen IPv6-Zugriffe von Clients auf Server im selben Netz sowieso direkt, weil die Wege zu den Servern in der internen Route stehen. Das erspart das Split-DNS – eine Fehlerquelle weniger.

Vorteil 8: Viele Server auf gleichen Ports

Privatkunden und auch viele Kleinunternehmen erhalten in der Regel Internetanschlüsse mit nur einer öffentlichen IPv4-Adresse – wenn überhaupt, Kabel-Internet mit DS-Lite und Glasfaserzugänge mit CG-NAT lassen grüßen. Mit einer IPv4-Adresse kann man pro TCP/UDP-Port normalerweise nur einen Server betreiben, also zum Beispiel nur einen HTTPS-Server auf 443/TCP oder nur einen SMTP-Server auf 25/TCP.

Wenn auf demselben Anschluss auch IPv6 geschaltet ist, kann man dahinter mehrere Server auf denselben Ports betreiben. Entwickler können so mehrere Server unter verschiedenen IPv6-Adressen für verschiedene Zwecke laufen lassen, zum Beispiel für die Produktion und den Testbetrieb, oder Haupt- und Backup-Server für SMTP- und IMAP-Mail.

Vorteil 9: Infos im Suffix abbilden

Enterprise-Router haben wie andere IPv6-Hosts auch für jedes Interface mindestens zwei IPv6-Adressen, eine Link-lokale und

eine globale. Die Suffixe – der Host-Teil, auch IID, hintere 64 Bit – der Adressen generiert ein Router automatisch, wenn man ihn lässt; er leitet sie von der MAC-Adresse des jeweiligen LAN-Interfaces ab (modifiziertes EUI-64-Verfahren für Interface Identifiers in RFC 4291). Diese automatisch generierten Suffixe sind aber schwer zu merken, was zum Beispiel die Fehlersuche erschwert. Womöglich ist das eine der Ursachen, dass sich Admins für IPv6 so schwer erwärmen.

Die Übersicht lässt sich leicht verbessern, indem man im Suffix Gebäude-, Stockwerk-, Abteilungsstrukturen oder gar den Router-Typ manuell abbildet und zwar so, dass Sie sich die Zuordnungen leicht memorieren können. Da man für Server-Host-IDs nur wenige Stellen benötigt, können Sie drei der vier Host-ID Bereiche wegkürzen. Angenommen, das Serverpräfix lautet 2001:db8:f5:1234::/64, dann vergibt man in diesem Subnetz für die Server beispielsweise 2001:db8:f5:1234::a1, 2001:db8:f5:1234::a2, und so weiter. Um die Hosts zu unterscheiden, genügt also ein Blick auf das letzte Hextet der Host-ID.

Auch ist nützlich, dasselbe Suffix in der Link-lokalen Adresse zu verwenden. Wenn Sie die wesentlichen Merkmale in den letzten 32 Bit des Suffix kodieren, können Sie diesen Bereich bei den Routing-Protokollen OSPFv3 und BGP zusätzlich als Router-ID nutzen.

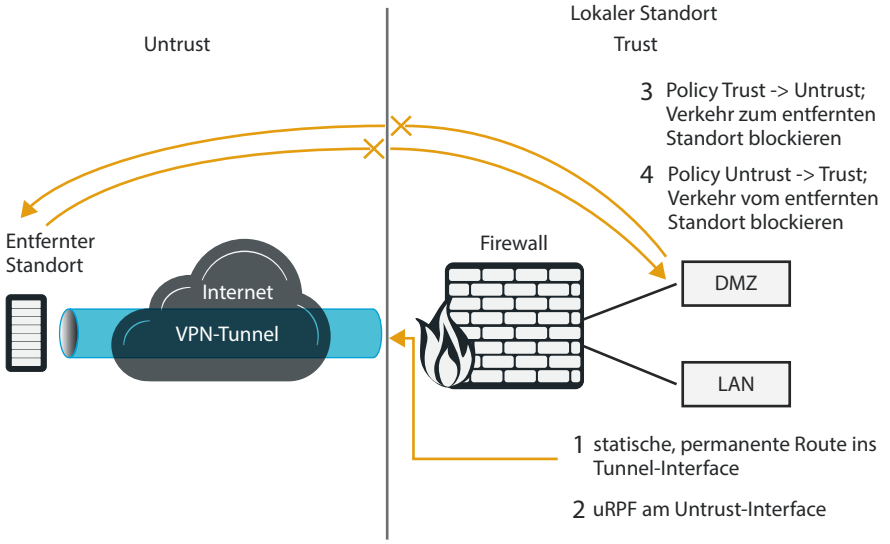
Vorteil 10: Hierarchischer Adressplan

Von den Vorteilen eines hierarchischen IPv6-Adressplans haben wir hier noch gar nicht gesprochen. Beispielsweise gibt es die Möglichkeit, an den Nibble-Boundaries (4-Bit-Blöcke zur Subnetierung) eines /32er-Präfixes die /48er-Sites zu nummerieren. Oder innerhalb eines /48-Blocks die /64er-Subnetze anhand der Organisationseinheiten oder Securityzonen zu ordnen. Das ist ein anderes Thema, dem auch schon ganze Bücher gewidmet sind [5].

Zur Liste der Vorteile muss man fairerweise noch sagen, dass nicht alle bei jeder Anwendung greifen. Im privaten Heimnetz sind DNS-Views (siehe Vorteil 7) meistens unwichtig, zumal schon die Anzahl an verschiedenen Subnetzen (5) niedrig ist. In großen, weltweit aufgestellten Unternehmen ist wiederum das einfache Routing (2) über VPNs nicht mehr skalierbar beziehungsweise politisch oder organisatorisch schwer umzusetzen. Dennoch: Die Vorteile des IPv6-Adressraums sind weit größer als die reine Anzahl adressierbarer Endgeräte.

IPv6 – Firewall-Einstellungen für VPNs

Wenn Sie probeweise ein IPv6-VPN aufsetzen wollen, achten Sie auf die Firewall-Regeln. Andernfalls können Server im entfernten Netz bei einem Wegbrechen des Tunnels anhand ihrer globalen IPv6-Adressen ungeschützt angesprochen werden.



Erste Schritte

Letztlich bleibt der Widerwille gegen hexadezimale IPv6-Adressen ein nicht haltbares Vorurteil. Lassen Sie sich also nicht davon irritieren. Unsere Empfehlung lautet: Starten Sie mit IPv6. Es muss ja nicht gleich das gesamte Firmennetz sein. Ein kleines Labor, das Gäste-WLAN oder eine DMZ genügen, um Erfahrungen zu sammeln. So gewöhnen sich Admins leicht an IPv6-Adressen in Routing-Tabellen, Firewall-Regelwerken und Applikations-Logs. Das verkleinert die Hürde, falls IPv6 morgen zwingend erforderlich wird.

Und wenn Sie sich entschieden haben, IPv4 aufs Reservegleis zu schieben: Planen Sie Ihre IPv6-Infrastruktur am besten von Grund auf neu, ohne Bezugnahme auf Ihre IPv4-Struktur. Viele Netze sind im Laufe der Jahre organisch gewachsen und aus heutiger Sicht nicht mehr optimal strukturiert. Nutzen Sie den Umstieg, um das Dickicht zu lichten.

Die Abbildung Ihrer Prozesse auf IPv6 dürfte in den allermeisten Fällen reibungslos klappen, weil inzwischen der Großteil der Anwendungen auf IPv6 läuft. Kalkulieren Sie Mehraufwand ein, um individuelle Lösungen wie Skripte für IPv6 zu ertüchtigen.

Achten Sie beim Parallelbetrieb von IPv6 und IPv4 darauf, dass alle Sicherheitsrichtlinien umgesetzt sind. Ein beliebter Fehler: Man schränkt zwar den SSH-Login auf der externen Firewall für IPv4 per Access List auf bestimmte IPv4-Quelladressen ein, vergisst aber, den Zugriff für IPv6 zu beschränken, sodass der SSH-Server per IPv6 aus dem gesamten Internet erreichbar ist.

Zu beachten ist auch, dass Server, die über ein VPN per IPv6 angesprochen werden und in einer DMZ stehen, einem Sicherheitsrisiko ausgesetzt sind (siehe Infografik oben). Bricht der Tunnel zusammen, funktioniert die VPN-Route nicht mehr und der Verkehr geht ersatzweise über die Default Route zum Ziel [6]. Dabei laufen Anwendungen, die nicht von sich aus verschlüsseln, blank übers Internet (z. B. IP-Telefonie oder Mail-Verkehr). Dagegen helfen bei großen Firewalls spezielle Regeln. *(dz@ct.de)* c't

Literatur

[1] RFC 1631, The IP Network Address Translator (NAT): https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc1631
[2] How NAT traversal works: https://tailscale.com/blog/how-nat-traversal-works/
[3] Why NAT has nothing to do with Security!: https://weberblog.net/why-nat-has-nothing-to-do-with-security/
[4] RFC 3439, Section 2.1, The End-to-End Argument and Simplicity: https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc3439#section-2.1
[5] Tom Coffeen, IPv6 Address Planning, O'Reilly 2014, ISBN 9781491902769
[6] Johannes Weber, Sichere Verkehrslenkung, Firewall-Empfehlungen für VPNs mit IPv6, c't 18/2018, S. 160

Günstiger Notnagel

Einsteiger-Grafikkarte mit Sparpotenzial: Nvidia T400 im Test



Die immer noch andauernden Preiskapriolen bei Grafikkarten lassen inzwischen sogar Workstation-Karten wie die Nvidia T400 zur ernsthaften Einsteiger-Alternative für Besitzer normaler PCs werden.

Von Carsten Spille

Nicht jeder Nutzer braucht eine leistungsfähige Spieler-Grafikkarte, aber auch nicht jeder PC-Prozessor hat eine integrierte Grafikeinheit. AMDs bei Selbstschraubern beliebte Ryzen-X-CPUs zum Beispiel benötigen zwingend eine Grafikkarte, um überhaupt ein Bild auszugeben. Doch selbst Einsteigerversionen wie die von uns in vielen Bauvorschlägen empfohlene Nvidia GeForce GT 1030 sind derzeit sehr teuer geworden und haben einige Beschränkungen. So steuert sie lediglich zwei Bildschirme an, hat keinen integrierten Videoencoder und auch die Videodecoder sind eingeschränkt.

Abhilfe schaffte zuvor der Griff zu teureren Karten ab 150 Euro, doch die kosten inzwischen weit über 200 Euro. Unerwarteterweise kommt eine Alternative aus dem Workstation-Segment: Nvidias T400, die in Europa von PNY verkauft wird. Sie hat den im Vergleich zur Pascal-GPU der GT 1030 modernen Turing TU117-Chip, kann drei 4K-Bildschirme ansteuern und Videos de- sowie enkodieren und kostet nur rund 130 Euro. Ein Schnäppchen? Nicht ganz, denn die 3D- und Rechenleistung ist trotz der Turing-Rechenwerke durch dieselbe niedrige Anzahl der Shader-Einheiten wie bei der GT 1030 sehr eingeschränkt. auch Raytracing- oder Tensor-Kerne fehlen ihr. Zudem hat die Karte nur 2 GByte Grafikspeicher – wer etwa Netflix in 4K auf dem PC schauen will, braucht 4. Es gibt zwar eine 4-GByte-Version, für 200 Euro ist sie als 3D-Notlösung aber weniger attraktiv als AMDs Radeon Pro W6400 (siehe S. 75).

Kompaktkarte

Die T400 ist mit 15,6 Zentimetern sehr kurz und so niedrig, dass sie als Low-Profile-Karte für besonders flache Gehäuse durchgeht. In der normalen Version liegt der Karte eine alternative Full-Height-Slotblende bei und zudem drei Adapter von Mini-DisplayPort auf DisplayPort, die man für die meisten Monitore benötigt. Vorsicht: Der „Smallbox“-Version fehlen die Slotblende für volle Bauhöhe und die mDP-Adapter.

Die Leistung reicht für Büro- und Video-Software vollkommen aus, die 3D-Performance befriedigt dagegen nur sehr genügsame Spieler. Die T400 ist im DirectX-12-Benchmark 3DMark Time Spy mehr als doppelt so schnell wie die GT 1030 in der lahmen DDR4-Version. Und auch im Vergleich zur GT 1030 mit GDDR5-Speicher immer noch ein Drittel flotter, aber Spielspaß kommt nur in einfachen 3D-Welten oder auf ein Minimum abgesenkte Details auf. Im Rennspiel Dirt Rally in Full HD, mittleren Details und 4x-MSAA-Kantenglättung ist selbst AMDs Einsteigergrafikkarte Radeon RX 6500 XT mehr als dreimal so schnell.

Die geringe Rechenleistung hat auch ihr Gutes: Die Karte kommt selbst unter Volllast mit 30 Watt aus, mit denen der winzige Lüfter bei kaum hörbaren 0,2 sone leichtes Spiel hat. Selbst kurzzeitige Spitzenwerte von 39 Watt sind unbedenklich für den PEG-Steckplatz, aus dem die T400 exklusiv ihren Strom bezieht und daher ohne PCIe-Anschlusskabel auskommt. Im Leerlauf zieht das Kärtchen 4,3 Watt und bleibt selbst mit drei Displays bei sparsamen 8,6 Watt – der Lüfter muss kaum eingreifen, geschweige denn hochdrehen und blieb mit weniger als 0,1 sone flüsterleise.

Die Videoeinheiten der T400 entlasten den Prozessor auch in hohen Auflösungen und Bit-Tiefen – den modernen AV1-Codec versteht der Nvidia-Decoder nicht. Der Encoder beherrscht die Codecs H.264 und H.265/HEVC, lässt bei Letzterem aber B-Frame-Support vermissen.

Fazit

Als Workstation-Grafikkarte oder Spielebeschleuniger ist die Nvidia T400 zu schwach auf der Brust und stellt keine lohnende Alternative zur günstigeren und passiv gekühlt erhältlichen GT 1030 dar. Wer allerdings drei Bildschirme ansteuern oder die NVENC-Videoencoder nutzen möchte, für den hält PNY mit der Nvidia T400-Workstation-Karte für 130 Euro eine günstige Alternative bereit – solange man nicht zur Smallbox-Version greift.

(csp@ct.de) c't

Nvidia/PNY T400

Grafikkarte für Einsteiger-Workstations	
Hersteller/Vertrieb, Website	Nvidia/PNY, pny.eu/de
Grafikchip / Transistoren / Fertigung	Turing TU117 / 4,7 Mrd. / 12 nm
Shader-Rechenkerne	384 (3 Shader-Multiprozessoren)
Basis-/Boost-Takt (Max.)	420 / 1425 (1890) MHz
Speicher	2 GByte GDDR6 (80 GByte/s)
Display-Anschlüsse	3 × Mini-DisplayPort
Lieferumfang	Low-Profile-Slotblende, 3 × MiniDP-DP-Adapter
Messwerte[1]	
Leistungsaufn. Leerlauf / Volllast	4,3 / 30 Watt
Lautheit Leerlauf / Volllast	<0,1 / 0,2 sone
3DMark Fire Strike Extr. / Time Spy / Port Royale	1725 / 1645 / — Punkte
Preis	130 €

[1]gemessen mit Ryzen 9 5900X, 32 GByte DDR4-3600, Windows 10 21H2, Nvidia 511.79 WHQL, Vsync aus k. A. keine Angabe

Mini-Profi

Grafikkarte für kleine Workstations: Radeon Pro W6400



Workstation-Grafikkarten müssen keine Rechenmonster mit Dutzenden Gigabyte Speicher sein, für manche Aufgaben reichen sparsame Karten. Im Test muss AMDs 189 Euro teure Radeon Pro W6400 zeigen, ob sie diesen Anspruch erfüllt.

Von Carsten Spille

Professionelle Workstation-Rechner sind meist extrem leistungsfähig, haben jede Menge Arbeitsspeicher und eine teure Workstation-Grafikkarte. Doch nicht jede Workstation benötigt tatsächlich viel 3D-Power. Dumm nur, dass Workstation-CPUs wie AMDs Ryzen Threadripper und Intels Core X respektive Xeon W keine integrierte Grafikeinheit haben. Unter anderem dafür sieht AMD die Radeon Pro W6400 vor.

Sie ist die schwächste Karte der Pro-6000-Reihe. Ihr Herzstück ist der Navi-24-Grafikchip, der schon in der Spielergrafikkarte Radeon RX 6500 XT zum Einsatz kommt [1]. Im Vergleich zum hochgezüchteten Spieler-Pendant hat er bei der W6400 weniger Shadereinheiten und ein wesentlich kleineres Strombudget: Nominell ist die Rechenleistung des Chips 40 Prozent geringer und er darf maximal 50 Watt verbraten. Für den oben skizzierten Einsatzzweck reicht die Power, die immerhin nur knapp unter der einer Radeon Pro W5500 liegt. Dank der niedrigen Leistungsaufnahme kommt die W6400 ohne zusätzliche Stromkabel aus und wird über den PCIe-Anschluss versorgt. Maximal steuert sie zwei Bildschirme über ihre DisplayPort-Anschlüsse an.

Gestutzt

AMD hat beim Navi-24-Grafikchip geknausert: Die Transferrate des 4 GByte großen Grafikspeichers beträgt bei der W6400 nur 128 GByte/s und die Anbindung ans System erfolgt mit nur vier PCI-Express-Lanes. Zudem beherrscht der integrierte Video-Decoder – anders als seine Verwandten in der 6000er-Reihe – den AV1-Codec nicht und der Video-Encoder wurde komplett gestrichen. Damit kann der kleine Grafikchip dem Prozessor bei der Videobearbeitung kaum unter die Arme greifen.

In der GPU rechnen nur 768 Shaderkerne in 12 Compute Units – die RX 6500 XT hat immerhin 1024 Shader in 16 CUs. Passend dazu hat der Chip 12 anstelle von 16 Raytracing-Einheiten. Der schnelle Infinity-Cache der GPU, der Zugriffe auf den langsameren Speicher abfangen und diesen so entlasten soll, fasst wie beim Spiele-Geschwister 16 MByte.

Doch trotz aller Sparmaßnahmen bei der Radeon Pro W6400 reichte die Leistung der Karte, um mit zwei hochauflösenden Displays zu arbeiten. Im c't-Test kommt sie auf 80 Prozent der auf dem Papier deutlich überlegenen Radeon Pro W5500 heran. Die ältere Nvidia Quadro P2200 war in unserem Test langsamer [2]. Auch Nvidias aktuelle, aber deutlich billigere Workstation-Karte T400 (siehe S. 74) mit altem Turing-Chip wurde von der Radeon Pro W6400 klar abgehängt.

Leise und sparsam

Die Low-Profile-Karte ist mit halber Bauhöhe und einer Länge von nur 17,1 Zentimetern sehr kompakt. Dazu passend legt AMD eine Slotblende mit halber Bauhöhe ins Paket. Der Kühler mit dem winzigen 45-Millimeter-Lüfter blockiert keine zusätzlichen Steckplätze. Im Leerlauf schaltete er zwar nicht ab, blieb mit weniger als 0,1 sone aber unterhalb unserer Messgrenze im schallarmen Raum. Viel zu tun hatte er dabei nicht, denn wir maßen gerade einmal 3,7 Watt Leistungsaufnahme der Karte im Leerlauf unter Windows. Mit der Maximalbestückung von zwei 4K-Bildschirmen waren es stattliche 12 Watt.

Hörbar wurde das kleine Gebläse der Radeon Pro W6400 erst unter Volllast (0,8 sone), aber auch das stört noch nicht. Die Karte schluckte dabei 55 Watt und damit rund 10 Prozent mehr als AMD ihr ins Datenblatt schreibt. Im Mittel bleibt sie weit entfernt von der Belastungsgrenze des PEG-Steckplatzes. Zwar traten Spitzenausschläge bis zu 80 Watt auf, die allerdings im Millisekundenbereich und damit in der Praxis unbedenklich blieben.

Fazit

Das Einsatzgebiet der Radeon Pro W6400 ist begrenzt. Doch in dieser Nische fühlt sich die kleine Karte wohl, zieht dabei wenig Strom und bleibt leise. Wer mehr als zwei Bildschirme benötigt, kann zwei Radeon Pro W6400 in seine Workstation stecken und kommt damit günstiger weg als mit einem ausgewachsenen Workstation-Rechenmonster. *(csp@ct.de)* c't

Literatur

[1] Carsten Spille, Sparkartenduell, Einsteiger-Grafikkarte Radeon RX 6500 XT, c't 6/2022, S. 98
[2] Carsten Spille, Profi-Navi, Workstation-Grafikkarten AMD Radeon Pro W5500, W5700 und Nvidia Quadro P2200, c't 9/2020, S. 86

AMD Radeon Pro W6400

Grafikkarte für Workstations	
Hersteller, Website	AMD, www.amd.com/de
Grafikchip / Fertigung	Navi24 /6 nm
Shader-Rechenkerne	768 (12 Compute Units)
RT- / Tensor-Kerne	12 / –
Basis-/Boost-Takt (max.)	1923 / 2039 (2321) MHz
Speicher	4 GByte GDDR6 (128 GB/s)
Display-Anschlüsse	2 × Display Port 1.4a mit DSC
Messwerte[1]	
Leistungsaufn. Leerlauf / Volllast	4 / 55 Watt
Lautheit Leerlauf / Volllast	<0,1 / 0,8 sone
3DMark Fire Strike Extr. / Time Spy / Port Royale	5126 / 4083 / 511 Punkte
Preis	189 €

[1] gemessen mit Ryzen 9 5900X, 32 GByte DDR4-3600, Windows 10 21H2, Radeon Pro 21.Q4, Vsync aus k. A. keine Angabe



Dock-Sammlung

Das USB-Dock Maiwo K3016SD nimmt SATA- und PCIe-SSDs im M.2-Format auf und dazu noch SD-Karten nach dem neuen Express-Standard. Im Test zeigten sich aber einige Schwächen.

USB-Docks zum „Eben-mal-Prüfen“ von Festplatten oder 2,5-Zoll-SSDs gibt es zuhauf. Um aber eine PCIe-SSD im M.2-Format zu testen, muss man nach einem passenden USB-Gehäuse etwas länger suchen. Noch schwieriger ist es bislang, einen Kartenleser für die neuen SD-Express-Karten zu finden, die dank PCIe-Verbindung Übertragungsraten von fast 800 MByte/s erreichen (siehe c’t 6/2022, S. 76).

Das Maiwo K3016SD nimmt SD-Express-Karten und M.2-SSDs auf, auch solche mit SATA-Anschluss; die Verbindung zum PC erfolgt über USB 3.2 Gen 2, also mit 10 Gbit/s. Im Inneren des Gerätes steckt ein USB-Hub, der ebenfalls USB 3.2 Gen 2 spricht, daran sind verschiedene Controller angeschlossen: Für den SD-Part ist ein JMicron JMS581SD zuständig, ein weiterer JMicron-Controller kümmert sich um die PCIe-SSD, für den SATA-Part greift der Hersteller auf ein ASMedia-Produkt zurück.

Zur Spannungsversorgung dient ein mitgeliefertes 15-Watt-Netzteil mit US-Stecker, einen Netzschalter hat das Dock nicht. Das ist ärgerlich, denn zum Wechsel einer SSD muss man es von der Stromversorgung trennen. Dies geschieht am einfachsten über die USB-C-Buchse an der Rückseite des Docks, die daneben liegende USB-C-Buchse dient der Verbindung zum PC. Das Trennen der Versorgungsspannung nach Arbeitsende ist ebenfalls sinnvoll: Die Leerlaufleistungsaufnahme liegt bei hohen 1,25 Watt.

Mit der im letzten Heft getesteten SD-Express-Karte Adata Premier Extreme erreichten wir beim Lesen großer Dateien knapp 800, beim Schreiben aber lediglich 200 MByte/s – im per PCIe angebundenen Kartenleser im MSI-Notebook schaffte die SD-Karte schreibend noch fast 700 MByte/s. Ein etwas anderes Bild zeigte sich bei Zugriffen auf zufällige Adressen: Im Notebook schaffte die SD-Karte 95.000 beziehungsweise 30.000 IOPS, über das USB-Dock in beide Richtungen jeweils knapp 30.000. Zum schnellen Auslesen von Fotos reicht die Geschwindigkeit allemal aus. Normale SD-Karten funktionieren ebenfalls, auch schnelle UHS-II-Karten. Sie erreichen aber maximal 100 MByte/s.

Mit einer PCIe-SSD (wir haben eine Samsung 970 Evo mit 1 TByte verwendet) kamen wir auf rund 1 GByte/s bei sequenziellen Zugriffen sowie knapp 90.000 IOPS – das sind übliche Werte für ein so angebundenes USB-Dock. Auch beim Zugriff auf die M.2-SATA-SSD erreichten wir mit knapp 570 beziehungsweise 530 MByte/s ordentliche Ergebnisse. Die IOPS-Werte lagen mit rund 40.000 zwar deutlich unter dem, was die verwendete Samsung 860 Evo beim direkten Anschluss am SATA-Port kann, für den Anschluss per USB aber ist das gut.

Der gleichzeitige Betrieb mehrerer Laufwerke ist prinzipiell möglich – im Test sank die Übertragungsrate beim Kopieren von einem dort gesteckten Laufwerk auf ein anderes jedoch immer wieder auf null und danach stürzte das Dock reproduzierbar ab; es ließ sich nur durch Ab- und Anstecken der Versorgungsspannung reaktivieren. Auch beim Kopieren auf die SD-Express-Karte hatten wir gelegentlich Abbrüche – vielleicht hilft ja eine neue Firmware gegen die Malaisen. Eine entsprechende Anfrage beim Hersteller hat dieser bis Redaktionsschluss nicht beantwortet. Zum Test, zum Kopieren oder zum schnellen Löschen eines Speichermediums ist das Maiwo K3016SD durchaus geeignet, man sollte sich jedoch seiner Probleme bewusst sein. *(ll@ct.de)*

Maiwo KS3016SD

USB-Dock für M.2-SSDs und SD-Express-Karten	
Hersteller, URL	Shenzhen KSY, kintec.cn
unterstützte Medien	M.2-SATA-SSDs, M.2-PCIe-SSDs, SD-Karten (incl. SD Express)
Systemanf.	USB-C-Port mit 10 Gbit/s
Preis	80 €



Weiter funken

AVMs Fritz-Repeater 1200 AX bringt das Internet per Wi-Fi-6-WLAN in unversorgte Wohnungsecken.

Dem teuren Fritz-Repeater 6000 hat AVM mit dem 1200 AX ein preisgünstigeres Modell folgen lassen, das gut zu den „kleinen“ Wi-Fi-6-Fritzboxen 5530, 6660 und 7530 AX mit zwei oder drei MIMO-Streams passt. Der 1200 AX ließ sich per Knopfdruck problemlos ins Mesh-WLAN unserer 5530 einbinden.

Im Repeater-Betrieb am 20-Meter-Punkt lieferte er bei angemessen niedriger Leistungsaufnahme aus dem Stromnetz zufriedenstellenden bis guten WLAN-Durchsatz (siehe Tabelle, Client bei 26 Meter). Schließt man ihn per LAN-Kabel als Access-Point an den Router an, steigt die Geschwindigkeit drastisch. Wer sein Wi-Fi-6-WLAN ausdehnen will, macht mit dem 1200 AX nichts falsch. *(ea@ct.de)*

Fritz!Repeater 1200 AX

WLAN-Repeater	
Hersteller, URL	AVM, avm.de
WLAN (MIMO-Streams)	2 × Wi-Fi 6 (2) alias IEEE 802.11ax-600 / 2400, simultan dualband, WPA3, WPS, DFS
Bedienelemente	Connect, 1 Statusleuchte
Anschlüsse	1 × RJ45 (Gigabit-Ethernet)
getestete Firmware	7.30
WLAN 2,4 GHz nah / 20 m[1]	411 / 151–275 Mbit/s
5 GHz nah / 20 m[1]	904 / 143–184 Mbit/s
Backbone-Durchsatz 20 m[2]	316–421 Mbit/s
Client-Durchsatz 26 m (2,4 / 5 GHz)[1,2]	111 / 57 Mbit/s
im AP-Modus[1,2]	185 / 239 Mbit/s
Leistungsaufnahme[3]	3,7 Watt (8,2 VA)
jährliche Stromkosten[3]	13 €
Preis	83 €

[1] gegen Intel AX200 [2] mit Fritzbox 5530
[3] idle, bei Dauerbetrieb, 40 Cent/kWh, gerundet

WIR MACHEN KEINE WERBUNG. WIR MACHEN EUCH EIN ANGEBOT.

c't

ct.de/angebot

Jetzt gleich bestellen:

ct.de/angebot

+49 541/80 009 120

leserservice@heise.de

ICH KAUF MIR DIE c't NICHT. ICH ABONNIER SIE.

Ich möchte c't 3 Monate lang mit 35 % Neukunden-Rabatt testen.
Ich lese 6 Ausgaben als Heft oder digital in der App, als PDF oder direkt im Browser.

Als Willkommensgeschenk erhalte ich eine Prämie nach Wahl, z. B. einen RC-Quadrocopter.



Preiswerter High-Performer

400-Euro-Smartphone mit Spitzen-SoC: Motorola Moto G200



Ein Snapdragon 888+ ist in Mittelklasse-Smartphones eine Ausnahmeerscheinung. Dessen Top-Leistung und ein sauberes Android könnten das Motorola Moto G200 zur klaren Kaufempfehlung machen. Die Nachlässigkeit des Herstellers verhindert das leider, wie wir feststellen mussten.

Von Robin Brand

High-End-Performance zum Mittelklasse-Preis: Mit dieser Rezeptur geht Motorola auf Kundenfang. Vom Moto G200 dürften sich Leute angesprochen fühlen, die Wert auf ein sauberes Android fast ohne Bloatware legen. Damit ist Motorola unter den Top-Performern der Mittelklasse fast allein: Bislang tummeln sich dort vor allem Hersteller wie Xiaomi, Poco oder Realme, die für ihre verspielten und mit Bloatware vollgestopften Android-Bedienoberflächen bekannt sind.

Die Ausstattung des G200 ist angesichts des Preises von nur rund 400 Euro beachtlich. Motorola verwendet einen Snapdragon 888+, wie er auch in aktuellen High-End-Smartphones für 1000 Euro und mehr zum Einsatz kommt. Die Plus-Variante erreicht eine maximale Taktfrequenz von 3 GHz im Unterschied zu den 2,84 GHz des regulären 888. Mit diesem teilt sich das SoC das Grunddesign. Es basiert auf einer Octa-Core-CPU mit einem Cortex-X1 als Prime-Core, drei Performance-Cores vom Typ Cortex-A78 sowie vier schwächeren Cortex-A55-Kernen mit maximal 1,8 GHz. Für die Grafik ist eine Adreno 660 zuständig.

Eine moderate Leistungssteigerung ist zwar messbar, im Alltag aber nicht spürbar. Im Detail bedeutet das: Sowohl in Grafik- als auch in Rechenbenchmarks liegt die Plus-Variante leicht vor dem Schwestermodell, bleibt aber etwas hinter dem neueren Exynos 2200 zurück, der in der Samsung-Galaxy-S22-Serie rechnet (siehe S. 106). Das Nachfolge-SoC 8 Gen 1 kommt derzeit in den ersten Smartphones auf den Markt. Dieses zieht dem 888+ vor allem in Sachen GPU-Leistung davon. Einen Großteil der ähnlich teuren Konkurrenz distanziert das G200 dagegen um Längen – und auch gegenüber dem regulären 888 hat es einen entscheidenden Vorteil: Es drosselt unter Last weniger. Sowohl mehrere parallel geöffnete Anwendungen als auch aktuelle 3D-Spiele bringen das Smartphone nicht aus dem Konzept.

Letztere stellt das Smartphone mit maximal 144 Hertz und demgemäß wunderbar flüssig dar. Dennoch ist der Bildschirm im Vergleich zu manch anderem Smartphones dieser Preisklasse ein Schwachpunkt. Denn das G200 verwendet ein mittelmäßiges IPS-Panel. Viele Konkurrenten um 400 Euro sind mit OLEDs ausgestattet. Im Vergleich strahlen die Displays dieser Konkurrenten oft heller und durch die Bank kontraststärker und in kräftigeren Farben. Zudem ist das Panel des G200 blickwinkelabhängig und wirkt etwas dunkel, wenn man nicht senkrecht darauf schaut.

Kamera geht nah ran

Die Kamera besteht aus weitwinkliger Hauptkamera und zusätzlichem Ultraweitwinkel. Letztere dient zugleich als Makrokamera. Für Makroaufnahmen kann man sich Objekten bis auf etwa zwei Zentimeter nähern. Bei klar umrissenen Gegenständen lassen sich schöne Freistelleffekte erzielen. Bei filigranen Strukturen bleibt die Software nicht ohne Fehler, stellt dann zum Beispiel falsche Tiefenebenen scharf.

Die Hauptkamera schießt bei guten Lichtbedingungen gut ausbalancierte Fotos – weder ausgefressene Lichter noch absaufende Schatten stellen ein Problem dar. Weniger gefällt die Wiedergabe feiner Details, die die Kamera mitunter vermatscht einfängt – auch dann, wenn wir in der vollen 108-Megapixel-Auflösung fotografierten. Die Ultraweitwinkelkamera stellt Motive, zum Beispiel Landschaften, in einem spektakulären Bildwinkel von fast 120 Grad dar. Damit wäre sie auch für Innenaufnahmen prädestiniert, allerdings braucht man dafür eine ruhige Hand.

Der 5000 mAh fassende Akku sieht auf dem Papier zwar nach viel aus, trotzdem sind die Laufzeiten nur durchschnittlich: Zwei Tage ohne Steckdose sind allenfalls bei sehr moderater Nutzung drin. Aufladen lässt sich das Smartphone nur am Kabel, ein 30-Watt-Netzteil liegt bei. Damit dauert eine Befüllung 74 Minuten.

Nahezu unberührt belässt Motorola die Bedienoberfläche. Layout und Menüführung sind Werks-Android. Dazu gibt es ein, zwei Apps wie die Moto-App, mit deren Hilfe sich Gesten zum Steuern des Geräts individualisieren lassen. Anheben stellt dann zum Beispiel das Smartphone stumm, eine Hackbewegung startet die Kamera, dreht man es aufs Display, wird der „Bitte nicht Stören“-Modus aktiviert.

Stöpselt man das Smartphone per USB-C an einen Monitor, kann man sich darauf einen Desktopmodus anzeigen lassen und Dokumente im Vollbild bearbeiten [1].

Mehr als ein kleiner Kratzer in der ansonsten guten softwareseitigen Vorstellung des Motorola-Smartphones ist das Update-Versprechen, das der Hersteller für das Gerät gibt. Mickrige zwei Jahre Sicherheitsupdates und gerade einmal ein einziges Funktionsupdate – in anderen Worten: das mit Android 11 ausgelieferte G200 wird nicht mehr als Android 12 erhalten – stellt Motorola in Aussicht. Nicht nur angesichts der sehr konkret werdenden Pläne der EU, Hersteller künftig zu verpflichten, Smartphones fünf Jahre lang mit Sicherheitsupdates zu versorgen, ist das zu wenig.

Fazit

Die größte Schwäche des Motorola G200 ist das viel zu kurze Update-Versprechen des Herstellers. Nur zwei Jahre lang will Motorola es mit Sicherheitspatches versorgen. Wer sich daran nicht stört, erhält viel Smartphone fürs Geld. Kamera und Ausstattung mit 144-Hertz-Display und 5G sind ordentlich. Die Leistung des Snapdragon 888+ in Kombination mit Android frei von Bloatware sind ein Alleinstellungsmerkmal für ein 400-Euro-Smartphone. *(rbr@ct.de)* c't

Literatur

[1] Robin Brand, Das Desktop-Fon, Motorola Moto G100 mit Dockingstation, c't 11/2021, S. 84

Motorola Moto G200

Android-Smartphone	
Betriebssystem / Security Level	Android 11 / Dezember 2021
Funktions- / Sicherheits-Updates lt. Herst. bis	Android 12 / November 2023
Ausstattung	
Prozessor / GPU	Qualcomm Snapdragon 888 Plus (1 × 3 GHz, 3 × 2,4 GHz, 4 × 1,8 GHz) / Qualcomm Adreno 660
RAM / Flash-Speicher (frei) / erweiterbar	8 GByte / 128 GByte (110 GByte) / –
5G / LTE / SIMs / SAR-Wert	✓ / Cat. LTE-A Pro Cat. 20 / 2 × nanoSIM / 0,94 W/kg
WLAN (Antennen) / Bluetooth / NFC / Kompass / Standortbestimmung	Wi-Fi 6E (2) / 5.2 / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo
USB-Anschluss / Kopfhöreranschluss	USB-C 3.1, OTG, DP / –
Akku / Drahtlosladen	5000 mAh / –
Abmessungen / Gewicht / Schutzklasse	16,8 cm × 7,6 cm × 0,9–1 cm / 201 g / ✓ (IP52)
Display	
Größe / Technik / max. Bildwiederholrate	6,8 Zoll / LCD / 144 Hertz
Auflösung (Punktdichte) / Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	2460 × 1080 Pixel (398 dpi) / 1,37 … 476 cd/m² / 89 %
Kamera	
Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS	108 MP (12000 × 9000) / ƒ/1,9 / –
Ultraweitwinkelkamera Auflösung / Blende / OIS	13,1 MP (4208 × 3120) / ƒ/2,2 / –
Frontkamera Auflösung / Blende / OIS	15,9 MP (4608 × 3456) / ƒ/2,2 / –
Lauf- und Ladezeiten	
Ladezeit 50% / 100%	30 min / 74 min
Laufzeiten bei 200 cd/m² Helligkeit	18,2 h 720p-Video, 9,4 h 4K/120fps, 12,5 h 3D-Spiel, 12,4 h Stream
Benchmarks	
Coremark Single / Multi	23994 / 99045
Geekbench V4 Single, Multi / V5 Single, Multi	4784, 12040 / 1099, 3281
3DMark Wild Life / Wild Life Extreme	5851 / 1541
GFXBench Car Chase / Manhattan 3.0 / Manhattan 3.1 (je On-, Offscreen)	61 fps, 69 fps / 109 fps, 125 fps / 89, 98
Preis	400 €

✓ vorhanden – nicht vorhanden



Luxuslinse

High-End-VR-Headset: Varjo Aero mit 7,8 Megapixeln pro Auge im Test



Sie finden Virtual Reality faszinierend, aber die Displays der Headsets waren Ihnen bislang zu pixelig? Dann könnte die Varjo Aero etwas für Sie sein. Sie kostet zwar über 2000 Euro, bietet aber auch ein extrem scharfes Bild. Der c't-Test zeigt, wo es noch hakt.

Von Jan-Keno Janssen

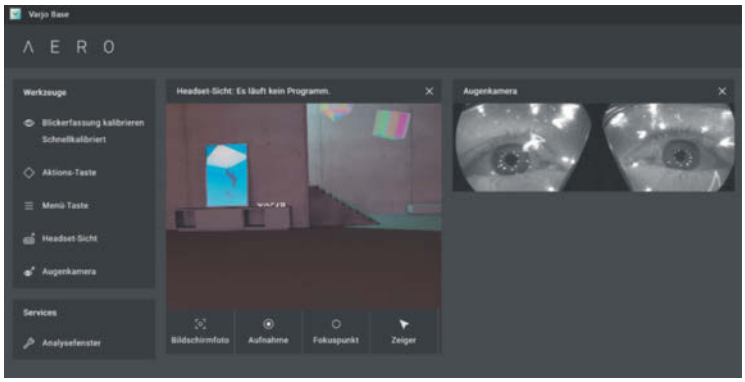
Die VR-Headsets des finnischen Herstellers Varjo gelten als Rolls-Royce der Virtual Reality – schließlich musste man für die Brillen bislang bis zu 10.000 Euro ausgeben. Solche Preise zahlten vor allem Unternehmen, keine Privatleute. Mit der Varjo Aero sollen nun erstmals auch – finanzkräftige – Enthusiasten angesprochen werden: 2368 Euro kostet die Brille; zusätzlich benötigt werden SteamVR-Basisstationen (pro Stück 149 Euro, empfohlen werden drei) und Hand-Controller (299 Euro fürs Paar Valve-Index-Controller). Das ist kein Pappenstiel, vor allem wenn man den Preis des aktuell populärsten VR-Headsets gegenüberstellt: Die Meta Quest 2 kostet 350 Euro inklusive Controllern; Raumtracking beherrscht sie ohne externe Sensoren. Dafür bietet sie aber auch ein weniger scharfes Bild: Die Quest 2 zeigt pro Auge 1832 × 1920 Pixel (rund 3,5 Megapixel), die Varjo Aero 2880 × 2720 Pixel, also mehr als doppelt so viele Bildpunkte. Der Unterschied ist problemlos zu erkennen, das Bild wirkt im Varjo-Headset deutlich schärfer als in der Quest 2.

Das zweite wichtige Unterscheidungsmerkmal sind die eingebauten Eye-Tracking-Sensoren in der Varjo Aero. Bei der Kalibrierung nach dem Aufsetzen messen sie den Augenabstand und die Displays fahren sich motorisch exakt vor die Augen. Außerdem erfassen die Sensoren 200-mal in der Sekunde die Position der Pupillen. Dieses Augentracking kann zum Beispiel für das sogenannte Foveated Rendering eingesetzt werden: Die Technik spart massiv Rechenleistung, indem sie nur diejenigen Bildbereiche in voller Auflösung rendert, auf die die Augen gerade schauen. Alles andere darf ruhig etwas unschärfer sein – denn der menschliche Sehapparat nimmt das äußere Sichtfeld gar nicht scharf wahr. Allerdings ist der reduzierte Rechenaufwand auch dringend notwendig, denn die vielen zu bespielenden Pixel der Varjo Aero brauchen Power: Im angeschlossenen Windows-PC (Linux und macOS werden nicht unterstützt) sollte mindestens eine GeForce RTX 3070 oder 2080 stecken, empfiehlt Varjo. Im Test versuchten wir es zeitweise mit einer RTX 2070 Super – tatsächlich ruckelten damit schon einige nicht sonderlich aufwendige Programme. Eine flüssige Darstellung ist in VR noch wichtiger als auf 2D-Displays, denn Ruckeln ist nicht nur nervig, sondern führt bei vielen Menschen schnell zu Übelkeit. Die Varjo-Displays laufen mit 90 Hertz, wollen also im besten Fall mit 90 Bildern pro Sekunde versorgt werden.

In Sachen Ergonomie gibt es wenig zu beanstanden: Die Varjo Aero konnten wir im Test auch über längere Zeiträume ohne Druckschmerz tragen, das Festmachen per Drehknopf am Hinterkopf funktionierte einwandfrei. Kleine Wermutstropfen sind die bei jedem Aufsetzen für ein paar Sekunden laufende Pupillen-Kalibrierung sowie der eingebaute Lüfter, der zwar nicht sonderlich laut ist, aber permanent läuft und in ruhiger Umgebung deutlich hörbar summt.

Fazit

Die Varjo Aero eignet sich für Menschen, die bei der Bildqualität keine Kompromisse machen wollen und nicht aufs Geld achten müssen. Der Unterschied zu günstigeren Headsets wie Meta Quest 2 oder Valve Index ist nach dem Aufsetzen sofort zu erkennen. Allerdings muss man mit sehr hohen Leistungsanforderungen, externen Sensoren und einem etwas nervigen Lüfter leben – dafür kommt man aber dem Holodeck wieder einen ganzen Schritt näher. *(jkj@ct.de)* c't



Mit einer Infrarotkamera erfasst das Varjo-Headset die Pupillen.

Varjo Aero

Virtual-Reality-Headset	
Hersteller, URL	Varjo, varjo.com
Systemanf.	Windows 10 mit sehr schneller Grafikkarte
kompatible VR-Plattformen	SteamVR
Schnittstellen	DisplayPort 1.4, USB 3.0 (Typ-A), 3,5-mm-Klinke
Auflösung	2880 × 2720 (LCD)
Lieferumfang	Headset, Netzteil, In-Ear-Kopfhörer mit Mikrofon
Preis	2368 €


Maker Faire®
everyone thinks. we make.
Baden-Württemberg
25. & 26. Juni 2022
INNOPORT, Reutlingen
Maker Faire®
Baden-Württemberg
25.–26. Juni 2022
Hannover
10. & 11. September 2022
Hannover Congress Centrum
HANNOVER
Maker Faire®
10.-11. September 2022
Entertainmentshow im 4. Quartal 2022 (Online Format)
Bei der Maker Faire sind Sie nicht einfach "nur" Aussteller oder Sponsor. Sie werden Teil einer Idee, eines Formats, einer Atmosphäre und profitieren so von der Begeisterung, die im Raum steht und weit darüber hinaus strahlt.
Ihr Ansprechpartner
Marcel Ossenkop
Sales Account Manager
Tel.: +49 511 5352-133
maos@maker-media.de
Werden Sie Teil der
Maker-Bewegung!
Lernen Sie unsere Business-Pakete kennen:
www.maker-faire.de/Aussteller



Offener Studiokopfhörer

Sennheisers Kopfhörer HD 400 Pro soll Musik neutral und präzise wiedergeben. Das macht ihn für Produzenten wie auch für Fans von Rock bis Klassik interessant.

Als offenen ohrumschließenden Kopfhörer kann man den Sennheiser HD 400 Pro mehrere Stunden ermüdungsfrei tragen. Die Kunststoffkonstruktion ist robust und leicht (240 Gramm), der Anpressdruck durchaus fest, aber dank der weichen, wechselbaren Velourspolster nicht unangenehm. Außengeräusche lässt der Kopfhörer fast ungehindert passieren. Ebenso hören Personen im selben Raum, welches Stück er gerade abspielt.

Sennheiser legt zwei einseitig geführte, steckbare robuste Kabel bei: ein kurzes glattes für den mobilen Betrieb und ein längeres mit teilweiser Wendelung, das im Studio genügend Bewegungsfreiheit bietet, ohne sich zu verheddern. Aufgrund des hohen Schalldrucks von 110 dB/V lässt sich der HD 400 Pro mit seiner Impedanz von 120 Ohm auch an Mobilgeräten problemlos betreiben.

Beim dynamischen Wandler kommt die gleiche neue Membran wie beim HD 560 S zum Einsatz. Laut Sennheiser trägt ihre hohe Steifheit zur besseren Detailwiedergabe bei. Die leicht angewinkelte Position soll die räumliche Wiedergabe verbessern. In der Tat konnten wir Sänger und Instrumente sehr genau im Stereopanorama orten.

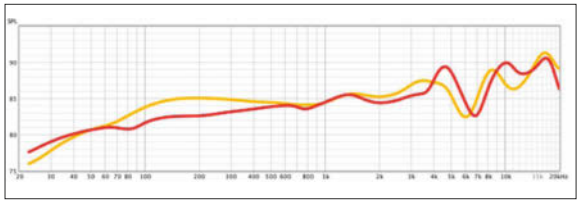
Im Unterschied zum HD 560 S betont der HD 400 Pro die Höhen nicht so stark und hält sich bei den Bässen etwas zurück. Dadurch ergibt sich in den Mitten und Höhen ein ausgewogener Klangeindruck. Bei unserer Frequenzmessung liegt er dabei quasi gleichauf mit dem neutralen Sennheiser HD 600. In den unteren Mitten und Bässen spielt der HD 400 Pro jedoch um 2 bis 3 Dezibel schwächer auf. Dadurch klingt er zwar schlanker und detailreicher, aber auch etwas kälter und härter.

Wer den HD 400 Pro im Studio einsetzt, für den empfiehlt Sennheiser das Plug-in DearVR Mix (siehe Test auf dieser Seite). Es ist das erste Korrektur-Plug-in, das bereits einen Frequenzausgleich für den HD 400 Pro mitbringt. Wir haben diesen vermessen und mit einem Equalizer nachgebaut. Dabei stellten wir fest, dass neben einer sanften Anhebung von 3 Dezibel im Bassbereich vor allem eine Absenkung um 6 Dezibel bei etwa 3 bis 5 kHz den Höhen einiges von ihrer Schärfe nimmt.

Insgesamt fehlt es der Basswiedergabe zwar bei Pop und EDM etwas an Druck, um einen Mix abschließend beurteilen zu können. Bei Rock, Jazz und Klassik fällt das aber kaum ins Gewicht. Hier trumpft der HD 400 Pro bei weitgehend neutralem Frequenzgang durch seine exzellente Räumlichkeit und Detailwiedergabe auf, die uns bekannte Consumer-Modelle in dieser Preisregion hinter sich lässt. Wenn man sich mit seiner etwas kühlen und harten Klangästhetik anfreundet, macht der HD 400 Pro deshalb nicht nur im Studio, sondern auch bei Musikliebhabern in ruhigen Umgebungen eine gute Figur. *(hag@ct.de)*

Sennheiser HD 400 Pro

Offener Studiokopfhörer mit Kabelanschluss	
Hersteller, URL	Sennheiser, de-de.sennheiser.com
Anschluss	3,5-mm-Stereo-Klinke (1,8 und 3,0 Meter), Schraubadapter auf 6,3 mm
Preis	250 €



Gegenüber dem neutralen Sennheiser HD 600 (gelb) fällt der HD 400 Pro (rot) im Bassbereich kontinuierlich um etwa 3 Dezibel ab und zeigt in den Höhen eine Pegelspitze bei etwa 4 kHz.



Klangkorrektur

Das Software-Plug-in DearVR Mix simuliert eine idealisierte Lautsprecherumgebung unter Kopfhörern, sodass Musikproduzenten ihren Mix besser beurteilen können.

Mit Kopfhörern Musik zu mischen, ist nicht einfach: Das Stereobild klingt unnatürlich weit und Höhen werden zu stark betont. Die Folge sind oft Mixe, die auf Lautsprechern schmal und dumpf wirken.

DearVR Mix simuliert als Plug-in für Musikprogramme virtuelle Abhörumgebungen mit einem Paar idealisierter Stereo-Lautsprecher. Zur Wahl stehen drei Studioräume sowie sechs Alltagsumgebungen, darunter Auto, Küche und Stadion.

Im Unterschied zu anderen Simulationen wirkt DearVR überaus natürlich und erlaubt mit zwei Reglern eine feine Anpassung des Raumeinflusses. Zudem gleicht das Plug-in aus Düsseldorf die Frequenzgänge von 45 Kopfhörern aus. Zwei Shelf-Filter passen Frequenzen unterhalb von 500 Hz und oberhalb von 5 kHz an. Eine Bypass-Funktion gleicht die Lautstärke exakt aus.

Im Test reduzierte DearVR Frequenzverbiegungen und Überspreizungen im Stereopanorama, ohne dabei künstlich zu wirken. Im Vergleich zu Korrekturprogrammen von Sonarworks oder Toneboosters bietet DearVR zwar nur eine kleine Kopfhörerauswahl an, punktet jedoch mit seiner natürlich wirkenden Lautsprechersimulation, die eine Mixbeurteilung deutlich verbessert. *(hag@ct.de)*

Dear Reality DearVR Mix

Lautsprechersimulation für Kopfhörer	
Hersteller, URL	Dear Reality, dear-reality.com
Systemanf.	Windows ab 10, macOS ab 10.9
Plug-in-Formate	VST3, AU, AAX
Preis	106 €



Aufgedoppelt

Western Digital nutzt für seine Gaming-SSD WD_Black nun PCIe 4.0 und beschleunigt sie damit ein Stück, wie unsere Messungen bestätigen.

Dank der neuen PCIe-Schnittstelle erreicht die WD_Black SN770 bei sequenziellen Transfers knapp 5,2 GByte/s, beim Schreiben ist die SSD mit 4,9 GByte/s fast genauso schnell. Bei Zugriffen auf zufällige Adressen sind deutlich mehr als 500.000 IOPS drin. Die Größe des SLC-Cache liegt nach unseren Messungen bei leerer SSD bei rund einem Drittel der Kapazität; wenn dieser voll ist, sinkt die Schreibrate stark ab.

Im Anwendungsbenchmark PCmark 10 erreicht die SSD beim Test der Eignung als Systemlaufwerk 3345 Punkte, ein paar mehr als der bisherige Spitzenreiter Crucial P5 Plus; Samsungs 980 Pro kommt in diesem Test auf 2700 Punkte.

Zum Test stand uns die Version mit 1 TByte zur Verfügung. Die ist laut dem Datenblatt auch die schnellste, anders als üblich wird das mit der doppelten Chip-Anzahl gebaute 2-TByte-Modell dort als einen Tick langsamer aufgeführt. Auf dem Controller und dem Flash-Baustein prangt das SanDisk-Logo, über die Typenbezeichnungen haben wir keine Informationen gefunden. Ein DRAM-Cache ist auf der Platine nicht vorhanden.

Western Digital gibt für den Massenspeicher eine MTTF von 1,75 Millionen Stunden an, die in der fünfjährigen Garantiezeit erlaubte Schreiblast liegt bei 600 TByte – beides sind übliche Werte für eine aktuelle TLC-SSD. Innerhalb von zwei Wochen nach Marktstart ist der Preis der SN770 um rund ein Drittel gefallen; sie ist damit etwas günstiger als Samsungs 980 Pro. *(ll@ct.de)*

Western Digital WD_Black SN770

M.2-SSD mit PCIe 4.0	
Hersteller, URL	Western Digital, wdc.com
Bezeichnung	WDS100T3X0E
Preis	145 € (1 TByte)



Luftkontrolleur

Eine Raumluftanalyse hilft beim richtigen Lüften – jetzt hat auch Alexa das Riechen gelernt: Mit Amazons Fünffachsensor bewertet sie die Luftqualität.

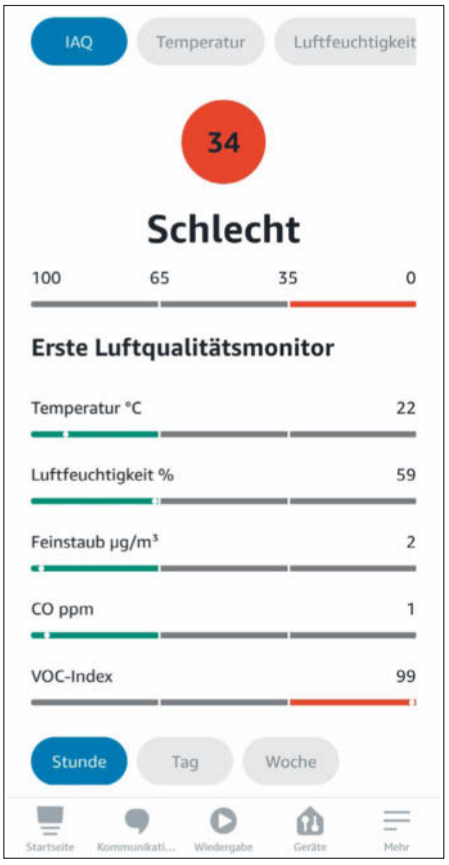
Der Smart Air Quality Monitor von Amazon ist ein kleines Kistchen mit 6,5 Zentimeter Kantenlänge und einem nach vorne gerichteten Lufteinlass. Hinter dem Lochgitter sitzt die Sensorik, die Temperatur, Luftfeuchtigkeit sowie die Konzentration von Feinstaub, Kohlenmonoxid und flüchtigen organischen Verbindungen (VOCs) im Minutentakt erfasst.

Über die Alexa-App meldet sich das Gerät via Bluetooth LE, in wenigen Schritten hat man es im WLAN angemeldet. Sofort erscheinen Messwerte auf einem Dashboard in der App, erst nach einer Anlernzeit von etwa zwei Tagen sollen sie verlässlich sein. Verglichen mit anderen Sensoren ermittelte der Monitor danach plausible Werte.

Aus den fünf Messwerten errechnet die App einen Gesamtindex zur Luftqualität auf einer Skala von 0 bis 100. Der Index ist in drei Stufen unterteilt, die über eine LED in Ampelfarben auch direkt am Sensor angezeigt werden können. Der Index lässt sich über Echo-Geräte aktiv per Sprache abrufen oder auf einem Echo Show direkt anzeigen. Wird ein fest hinterlegter Indexwert überschritten, kann man sich von Alexa per Sprachausgabe benachrichtigen lassen. In der Alexa-App lassen sich die Daten in aufbereiteter Form nach Stunden, Tagen und Wochen anzeigen, exportieren kann man sie nicht.

Die Flut an erhobenen, in der Cloud lagernden lässt sich leider nur bedingt für eigene Smart-Home-Spielereien nutzen. Zum Erstellen einer Automatisierungsroutine in der Alexa-App steht lediglich der Temperaturwert als Trigger bereit. So lässt sich etwa der Wert für Kohlenmonoxid nicht nutzen, um nachgelagerte Aktionen im Smart Home wie warnende Lampen damit zu verknüpfen.

Ein weiterer Schwachpunkt ist die unveränderliche Gewichtung bei der Berechnung des Qualitätsindex. In der Praxis scheint der VOC-Anteil eine überproportionale Rolle zu spielen und Alexa meldet sofort dicke Luft, wenn man sonntags die Aufbackbrötchen in den Ofen schiebt. Alles in allem bekommt man beim Air Quality Monitor viel Sensorik für wenig Geld, eigentlich fehlt nur noch ein CO_2-Sensor. An der Softwareeinbindung sollte Amazon noch feilen. *(sha@ct.de)*



Dicke Luft: In der Praxis entscheidet oft der empfindliche VOC-Sensor des Gerätes über die angezeigte Gesamtqualität.

Smart Air Quality Monitor

Luftsensor	
Hersteller, URL	Amazon, amazon.com
Kommunikation	Wi-Fi 4, Bluetooth LE
Sensorik	Temperatur, Luftfeuchtigkeit, CO, VOC, Feinstaub
Preis	80 €

Ultrahoch-funker

Test: WLAN-Router Asus GT-AXE11000 mit drei Funkmodulen



Der GT-AXE11000 von Asus ist der erste in Deutschland erhältliche WLAN-Router, der im seit Sommer 2021 freigegebenen 6-GHz-Band funkt. Wir waren gespannt, was er im neuen Frequenzblock mit einem älteren, aufgerüsteten Notebook anfangen kann, und wurden positiv überrascht.

Von Ernst Ahlers

Mit dem ROG Rapture GT-AXE11000 aus der Republic-of-Gamers-Serie zielt Asus auf die zahlungswillige Spielerschaft. In schwarzem Gewand mit acht externen Antennen legt der WLAN-Router einen martialischen Auftritt hin. Zwei gemäß dem aktuellen Wi-Fi 6 (IEEE 802.11ax) mit vier MIMO-Streams funkende WLAN-Module bedienen die gewohnten Bänder (2,4 und 5 GHz) mit maximal 1200 beziehungsweise 4800 Mbit/s brutto. Zum dritten gleich mehr.

Softwareseitig ist der Router mit Funktionen vollgestopft: AiMesh (Asus' Mesh-WLAN-Umsetzung), AiProtection (Malware-Schutz), Kindersicherung (Web- und App-Filter), Game Acceleration (Priorisieren von Gaming-Verkehr auf drei Arten), Open NAT (Portweiterleitung und optimiertes Routing für Spiele), VPN Fusion (mehrere parallele VPN-Verbindungen mit Zuweisung der internen Hosts) und mehr.

Hinter manchen Optionen verstecken sich jeweils nach der Testphase kostenpflichtige Abo-Dienste (Trend Micro, Vypr VPN). Das ist wohl nur für wenige Käufer interessant. Wir haben uns auf das Alleinstellungsmerkmal des GT-AXE11000 konzentriert, sein drittes Funkmodul für Wi-Fi 6E.

Das E bezeichnet lediglich eine Erweiterung des für WLAN nutzbaren Funkspektrums um das 6-GHz-Band (ct.de/yttm), in Europa zwischen 5,925 GHz und 6,425 GHz. Abgesehen von der höheren Betriebsfrequenz arbeitet ein Wi-Fi-6E-Modul genauso wie Wi-Fi 6 bei 5 GHz. Mehr Geschwindigkeit erreicht man auf dem höheren Band typischerweise, weil dort noch keine Nachbar-WLANs unterwegs sind und die Geräte in der Regel die optionale doppelte Kanalbreite von 160 MHz nutzen können. Gamer dürfen dank noch fehlender Interferenz der WLAN-Nachbarschaft latenzarmen Durchsatz erwarten.

WLAN-Performance

So konnte der Asus-Router auf unserer Teststrecke im Verlagskeller von der „ruhigen" Funkumgebung profitieren: Gegen ein Notebook mit Intels 6-GHz-fähigem WLAN-Modul AX210 maßen wir mit knapp 1,5 Gbit/s in der Nähe einen sehr hohen Durchsatz in den beiden oberen Funkbändern. Über eine größere Distanz durch Wände sackte die Geschwindigkeit naturgemäß deutlich ab (siehe Tabelle). Aber wider Erwarten unterschied sie sich im 6-GHz-Band nicht von der auf 5 GHz (siehe Kasten).

Im 2,4-GHz-Band lag der Durchsatz naturgemäß niedriger, weil der Router dort nur einen viel schmaleren Funkkanal (40 statt 160 MHz) verwenden kann. So flossen in der Nähe rund 370 Mbit/s. Über die 20-Meter-Strecke lag die Nettogeschwindigkeit hingegen nur wenig unter dem Niveau der hohen Bänder.

Im 6-GHz-Band war die Latenz mit durchschnittlich 1,7 Millisekunden minimal niedriger als bei 5 GHz (2,2 ms). Dieser kleine Unterschied ist fürs Gaming aber bedeutungslos. Ärgerlich: Trotz aktivierter DFS-Kanäle (Dynamic Frequency Selection) nutzte der Router in unserer Testumgebung stets nur den unteren 5-GHz-Kanalblock 36 bis 48.

Hardware

Für sein aktuelles WLAN-Flaggschiff hat Asus gut abgehangene Broadcom-Chips hergenommen: Die Router-CPU BCM49408 – ein mit 1,8 GHz getakteter ARM64-Vierkerner – wurde schon 2016 vorgestellt. Die drei WLAN-Bausteine BCM43684 datieren von 2017 (ct.de/-3806999) und wurden zur CES Anfang 2020 als 6-GHz-fähig ausgewiesen. Das Alter der Komponenten schadet der Leistungsfähigkeit des Gerätes jedenfalls nicht, wie sich am NAT- und NAS-Durchsatz zeigte (siehe unten).

Der hohe Preis des Routers dürfte sich zu einem großen Teil durch die gegenwärtige Chipkrise erklären: Der Distributor Avnet rief Ende Februar bei Abnahme von rund 500 CPUs einen Stückpreis von 50 Euro auf, bei einer Lieferzeit von 52 Wochen. Für die WLAN-Chips waren 27 Euro fällig. Bei einem Jahr Vorlauf machen also allein die Kernbausteine im Einkauf schon fast ein Viertel des Gerätepreises aus.

Abgesehen vom modernen Dreiband-WLAN hat der AXE11000 einen 2,5 Gbit/s schnellen Ethernet-Port sowie vier ge-

Überraschungen mit Wi-Fi 6E

Der Test des Asus-Routers brachte uns in ein Dilemma: Unser selbst mit einem Wi-Fi-6E-fähigen WLAN-Modul Intel AX210 bestücktes Notebook (Asus VivoBook 14, Modell F412FA) ist ab Werk nur für Dualband-WLAN mit 2,4 und 5 GHz vorgesehen. So gingen wir davon aus, dass seine Antennen im neuen zusätzlichen 6-GHz-Band wegen Fehlanpassung schlechter funktionieren als auf den niedrigeren Frequenzen. Deshalb sollte ein ab Werk Wi-Fi-6E-fähiger Laptop (Samsung Galaxy Book Pro, Modell NP930XDB) zum Zug kommen.

Doch Überraschung: Das Galaxy Book mochte auch nach ausgiebigem Probieren mit verschiedenen WLAN-Treiber-Versionen und nach Installieren der Developer-Version von Windows-11-Insider keine 6-GHz-Funkzelle finden – auch nicht die eines anderen Routers, der inzwischen in der Redaktion eingetroffen war. Mehrfache Nachfragen erbrachten nur die Auskunft, dass das Notebook nicht Wi-Fi-6E-fähig sei, obwohl Samsung es noch Ende Februar online als „Wi-Fi 6E ready“ darstellte.

So mussten wir für den WLAN-Benchmark des GT-AXE11000 auf das selbst aufgerüstete VivoBook zurückgreifen. Nun folgte die zweite Überraschung: Der WLAN-Durchsatz auf Anwendungsebene lag in beiden hohen Funkbändern im selben Bereich. Das hatten wir für den Nahbereich erwartet. Denn im selben Raum und über vier Meter durch eine Steinwand ist das Signal noch so stark, dass leichte Verluste durch die Antennenfehlanpassung nicht ins Gewicht fallen. Doch über 20 Meter durch Wände erzielte das alte Notebook mit dem Asus-Router im 6-GHz-Band sogar noch ein Quäntchen mehr Durchsatz als auf 5 GHz. Weil wir aber weiter Zweifel an der Eignung der Notebook-Antennen für Wi-Fi 6E haben, sind die Ergebnisse in der Tabelle als vorläufig gekennzeichnet.

Diese Effekte belegen zwei Dinge: Zum Ersten steckt Wi-Fi 6E noch in den Kinderschuhen, frühe Käufer werden sich hier und da noch über Ungereimtheiten wundern. Zum Zweiten lohnt für alle, deren älteres Notebook ein AX200-Modul hat, der Versuch, dieses durch die Wi-Fi-6E-fähige Variante AX210 zu ersetzen. Die 20 Euro dafür sind allemal billiger als ein neuer Laptop.

wöhnliche Gigabit-Ports fürs LAN. Ein weiterer, maximal 1 Gbit/s schneller Ethernet-Anschluss dient als Internetverbindung über ein externes Modem oder einen vorgeschalteten Providerrouter. Der „Boost“-Taste kann man beim Einrichten per App oder Browser eine Schaltfunktion zuweisen für die Leuchten, DFS, Game Boost oder das RGB-Leuchtornament auf dem Deckel.

Betrieb

Gleich ob man die Asus-App oder den Browser zum Konfigurieren nimmt, es gibt Dinge nachzuholen, wenn man den Router optimal nutzen will. Beide Assistenten vergessen nämlich, das Aktivieren von vier nützlichen Funktionen anzubieten: IPv6, das Gastnetz, verbesserte WLAN-Verschlüsselung (WPA2+3) und optionalen 160-MHz-Betrieb im 5-GHz-Band.

An ein Super-Vectoring-Modem angeschlossen ließ sich der GT-AXE11000 mit etwas Umsicht am Telekom-VDSL inklusive IPv6 in Betrieb nehmen. Doch wir konnten ihn im Test nicht dazu bringen, Multicast-IPTV (MagentaTV) ins (W)LAN weiterzuleiten.

Erfreulicherweise berücksichtigt Asus’ eigener DynDNS-Dienst jetzt auch die IPv6-Adresse des Routers. Doch bei dem Protokoll (siehe auch S. 56) reagierte er nur auf Pings, nicht auf die freigeschaltete Fernkonfiguration per HTTPS und SSH.

Dafür glänzt das Gerät mit Unterstützung für sichere Namensauflösung: DNS-over-TLS (DoT) ist im WAN-Abschnitt des Menüs konfigurierbar. Die DoT-Upstream-Server kann man manuell eingeben oder vordefinierte Quellen per Ausklapper auf die Liste zu befragender Server übertragen.

Sonstige Leistung

Mit dem IPv4-Datenumschlag zwischen Internet und (W)LAN hatte der GT-AXE11000 keine Schwierigkeiten: Wir maßen mit PPPoE einen NAT-Durchsatz von rund 850 Mbit/s, wobei unser Testserver begrenzend wirkte. Bei IP-zu-IP waren es 950 Mbit/s, das Maximum des mit dem Gigabit-Ethernet-WAN-Port Möglichen. Heute gängige Internetanschlüsse stellen den Router also nicht vor Probleme.

Vom 2,5 Gbit/s schnellen Multigigabit-LAN-Port profitiert man bei der NAS-Funktion: Große Dateien von einer USB-SSD lieferte der Router darüber mit 150 MByte/s aus. Für hohe Schreibgeschwindigkeit (rund 130 MByte/s im Test) sollte der Massenspeicher mit NTFS oder ext4 formatiert sein, mit FAT32 erzielten wir etwas weniger Durchsatz (96 MByte/s).

Mit drei belegten Ethernet-Ports (WAN, Multigig- und Gigabit-LAN) lag die Idle-Leistung für einen Router ohne integriertes Modem bei recht hohen 14 Watt. Die Kröte der daraus resultierenden Stromkosten muss man fürs zusätzliche WLAN-Band wohl vorerst schlucken.

Fazit

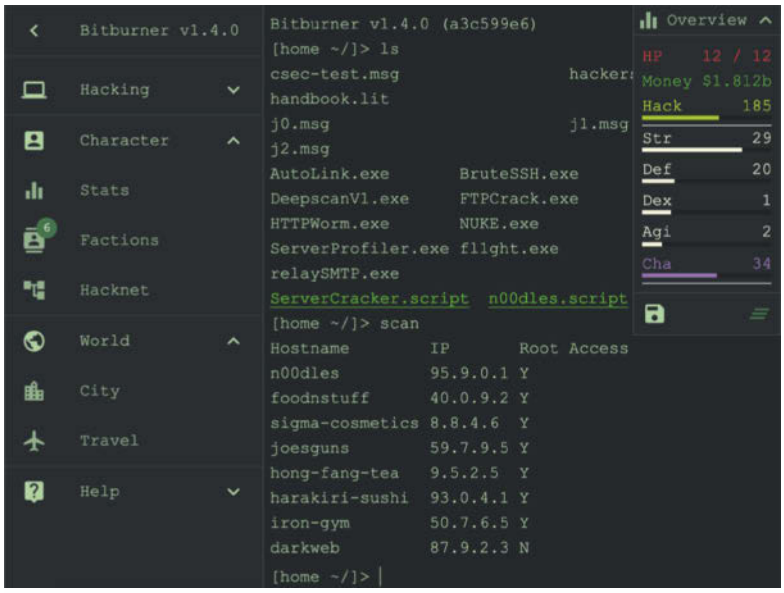
Asus’ GT-AXE11000 ist mit 600 Euro auch trotz Chipkrise alles andere als ein Billigangebot. Umso ärgerlicher sind die kleinen Ungereimtheiten bei Konfiguration und Betrieb. Wer sich daran nicht stört, bekommt einen potenten Router mit hoher WLAN-Leistung in allen drei jetzt nutzbaren Funkbändern. *(ea@ct.de)*

WLAN-FAQ, Wi-Fi 6E: ct.de/yttm

Asus GT-AXE11000

WLAN-Router	
Hersteller, URL	Asus, asus.de
WLAN	3 × Wi-Fi 6 (4) = IEEE 802.11ax-1200 / ax-4800 / ax-4800, simultan triband, WPA3, WPS, kein DFS
Anschlüsse	6 × RJ45 (5 × Gigabit-Ethernet, 1 × Multigig bis 2,5 Gbit/s), 2 × USB 3.2 Gen. 1 (5 Gbit/s)
Bedienelemente	Ein, Reset, WLAN, WPS, Boost, 7 Statusleuchten
getestete Firmware	3.0.0.4.386_45940
NAT-Perf. PPPoE (DS / US)	847 / 860 Mbit/s
IP-zu-IP (DS / US)	950 / 949 Mbit/s
WLAN 2,4 GHz nah / 20 m[1]	372 / 230-252 Mbit/s
5 GHz nah / 20 m[1]	1427 / 252-321 Mbit/s
6 GHz nah / 20 m[1, 2]	1467 / 276-337 Mbit/s
NAS-Durchsatz große Dateien	128 / 149 MByte/s (Schreiben / Lesen)
Leistungsaufnahme idle[3]	14,2 Watt / 31,1 VA
jährliche Stromkosten[3]	50 €
Preis	600 €

[1] gegen Intel AX210
[2] vorläufig, verwendetes Notebook im Original nicht Wi-Fi-6E-fähig
[3] idle, bei Dauerbetrieb, 40 Cent/kWh, gerundet



Hacknet

Bitburner: Hacking als Browserspiel

Im dystopischen Hackerspiel Bitburner schlüpfen Sie in die Rolle eines Hackers, um virtuelle Netze und Firmen anzugreifen. Unsere Tester konnten damit ganz nebenbei ihre JavaScript-Kenntnisse auffrischen.

Von Wilhelm Drehling

Willkommen im Jahr 2077: Bitburner lädt Sie in ein virtuelles Paradies für Hacker in Form eines interaktiven Spiels ein. Die meiste Action spielt sich im Terminal ab, aber die simple Fassade täuscht. Hinter der Oberfläche verbirgt sich ein ausgeklügeltes Spielprinzip: Bitburner liefert ein virtuelles Netzwerk voller Server, welches Sie mit Skripten bombardieren können. Sie starten Bitburner ganz einfach im Browser (ct.de/ya26), können es aber auch über Steam installieren.

Nach dem ersten Start erklärt ein Tutorial die Grundlagen des Spiels. Währenddessen erfahren Sie mehr über die dystopische, digitalisierte Zukunftswelt von Bitburner. Das Geld liegt auf den Servern der Unternehmen und wartet nur darauf, von Ihnen geklaut zu werden.

Die meiste Zeit verbringen Sie auf dem Terminal, das Kommando `help` zeigt alle verfügbaren Befehle an. Einige davon sind realen Befehlen nachempfunden, so navigieren Sie mit `cd` durch die Ordner und `ls` listet deren Inhalt auf. Andere wie `hack`, `weaken [server]` oder `grow` sind frei erfunden, reduzieren aber die Komplexität der später gefragten Skripte erheblich – letztendlich ist es immer noch ein Spiel.



Der Skript-Editor arbeitet wie eine echte Programmierumgebung und schlägt Befehle beim Tippen vor.

Ein Beispiel-Hack in Bitburner sieht in etwa so aus: Zuerst scannt man das Netzwerk mit `scan`, dann besorgt man sich mit `scan-analyze` mehr Informationen über die entdeckten Server. Steht das Angriffsziel fest, verbindet man sich mit `connect` zum Server und erkundet mit `analyze` das Ziel genauer. Anschließend versucht man mit `run NUKE.exe` den Server aufzusprengen. Wenn das glückt, kann man Geld stehlen (`hack`), die Sicherheit herunterschrauben (`weaken`) oder eine Backdoor für spätere Besuche installieren (`backdoor`).

Gefragt ist meist eine Kombination mehrerer Tools in der richtigen Reihenfolge. Bei komplexeren Angriffen sind Skripte ein echter Segen, die Sie in JavaScript schreiben können. Tippen Sie hierzu einfach den Befehl `nano meinskript.script` ein, um den Code-Editor zu starten.

Auch abseits der Hacking-Aktivitäten bietet Bitburner viel Abwechslung, es gibt Minispiele, Achievements und einen Skillbaum, den Sie mit Aktivitäten in der virtuellen Stadt hochleveln können. Es dauert nicht lang und Sie haben sich einen Namen gemacht, dann melden sich andere Hacker und Organisationen mit zwielichtigen Angeboten.

Wer gar nicht vorankommt, dem sei eine Wiederholung einzelner Kapitel des Tutorials wärmstens empfohlen: In denen lernen Sie nicht nur, kleine Skripte zu schreiben, sondern auch Basiswissen über Netzwerke und Serverstrukturen kennen.

Bitburner vermittelt auf unterhaltsame Art und Weise Grundlagen zu JavaScript, während Sie sich von Server zu Server hacken. Das Spiel ist einsteigerfreundlich und verlangt keine Vorkenntnisse; weil es sich skripten lässt, können sich aber auch fortgeschrittene Hacker lange daran austoben. *(wid@ct.de)* c't

Bitburner im Browser spielen: ct.de/ya26

Bitburner

Hackerspiel	
Hersteller, URL	Fulcrum Games, danielyxie.github.io
Sprache	Englisch
Systemanf.	beliebiger Webbrowser/ Steam: Windows 7 oder höher, macOS 10.14 (Mojave) oder höher
Preis	**kostenlos**

MIT Technology Review
Das Magazin für Innovation von Heise

Finden Sie Ihren neuen Arbeitgeber!

MINT JOBTAG 2022

Heise Medien · MIT Technology Review · Jobware

Mathematik – Informatik – Naturwissenschaften und Technik

Heise Medien und das Innovationsmagazin MIT Technology Review begrüßen Sie beim MINT-Jobtag in München. Zusammen mit unserem Partner, dem Online-Stellenmarkt Jobware, bieten wir Ihnen die ideale Plattform für die Jobsuche. Zahlreiche attraktive Arbeitgeber präsentieren sich Ihnen mit ihren aktuellen Stellenangeboten und Aus- und Weiterbildungsplätzen.

MÜNCHEN

05.04.2022 | 12–17 Uhr
IHK Campus, IHK für München und Oberbayern
Orleansstraße 10-12

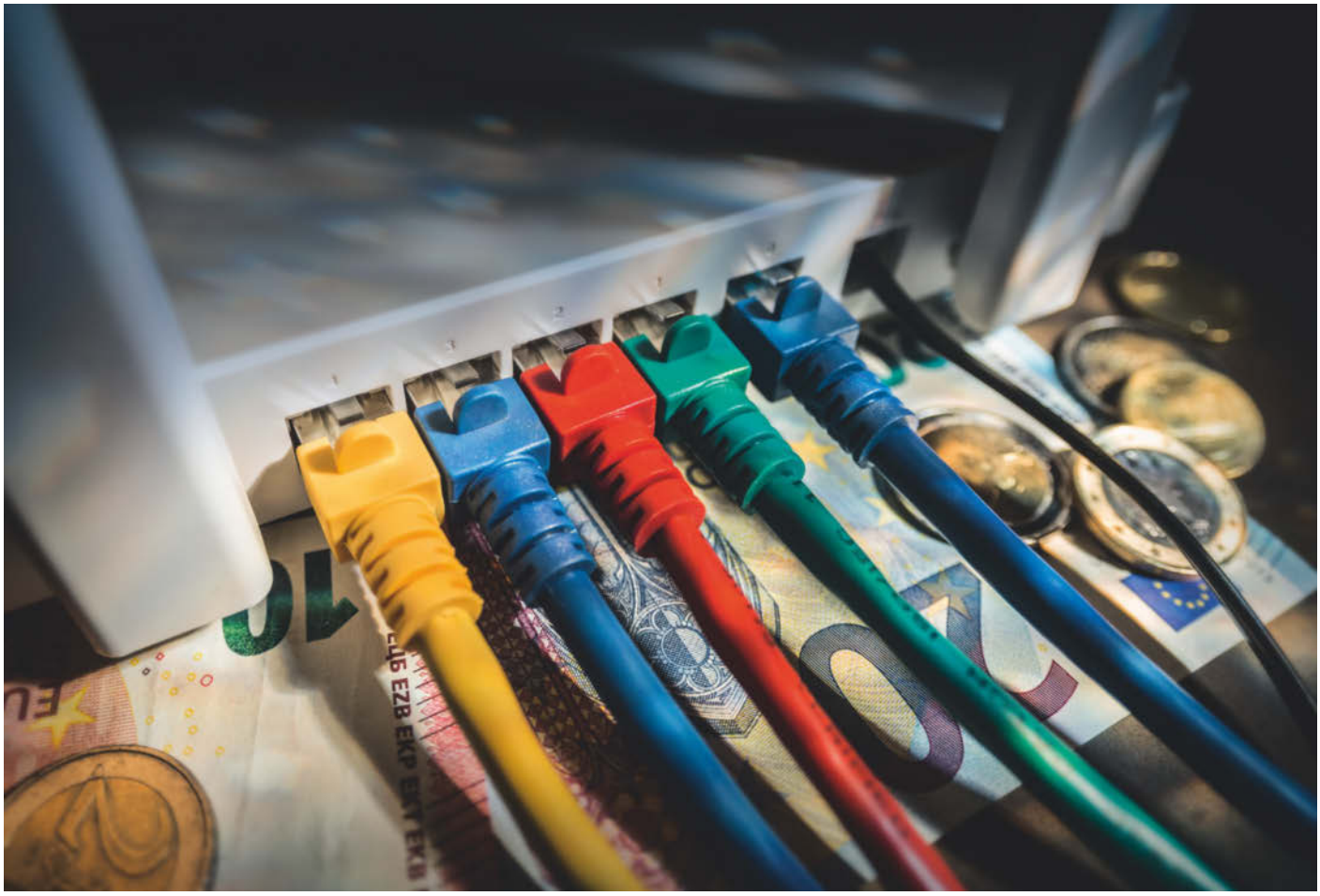
Kostenfrei registrieren unter
www.mint-jobtag.de

Bisherige teilnehmende Unternehmen:

jambit – WHERE INNOVATION WORKS
scandio – TECHNOLOGY & CONSULTING
Vinnolit
MHP – A PORSCHE COMPANY
PRODYNA
opentext™

Sie möchten auch Aussteller werden? Dann freuen wir uns über Ihre Anfrage:

MARCEL OSSENKOP
Mediaberater
Tel: +49 (0) 511 53 52 133
E-Mail: marcel.ossenkop@heise.de



Schnell ins Netz

Leistungsfähige Breitbandanschlüsse für Privatkunden

Breitbandanschlüsse für Privatkunden sind leistungsfähig und günstig. Die Mehrzahl der Haushalte kann bereits einen Anschluss mit 250 Mbit/s bekommen, vielerorts sind sogar bereits Gbit/s-Anschlüsse erhältlich. Ein Anschlusswechsel kann sich durchaus lohnen, es winken günstige Preise, neue Hardware und höhere Datenraten. Eine Marktübersicht.

Von Urs Mansmann

Der Breitbandanschluss ist in Deutschland Teil der Grundversorgung. 96 Prozent der Haushalte haben einen Anschluss, 36,1 Millionen Anschlüsse zählte die Bundesnetzagentur in ihrem jüngsten Jahresbericht. Selbst in Mecklenburg-Vorpommern, dem Schlusslicht beim Breitbandausbau in Deutschland, können mehr als drei Viertel aller Haushalte mindestens 100 Mbit/s erhalten.

Die Anbieter setzen im Jahr 8 Milliarden Euro mit Breitbandanschlüssen um. Kein Wunder, dass der Markt hart umkämpft ist. Derzeit verschieben sich allerdings die Marktanteile nachhaltig, was den Markt in den kommenden Jahren sehr verändern wird. Der Löwenanteil der Anschlüsse nutzt bislang noch ein Kupferkabel für den Zugang. Mit VDSL lassen sich bis zu 250 Mbit/s, mit dem TV-Kabel bis zu 1000 Mbit/s realisieren. Bei Neubauten ist inzwischen aber Glasfaser Standard, das derzeit zumeist bis 1000 Mbit/s, künftig aber ein Vielfaches davon bereitstellen wird. Ein Glasfaseranschluss ist obendrein zuverlässiger, schneller, energiesparender und damit günstiger als ein DSL- oder Kabelanschluss. Es ist also klar, wer auf Dauer das Rennen machen wird.

Bis zum Glasfaserausbau müssen viele Millionen Haushalte aber mit dem leben, was liegt. Der harte Wettbewerb bringt

günstige Preise mit sich, aber leider auch schlechten Service, weil die Anbieter lieber an Mitarbeitern sparen als an Werbung. Rund die Hälfte der Haushalte kann einen Anschluss übers TV-Kabel erhalten. Vodafone als größter Anbieter hat sein Kabelnetz bundesweit massiv ausgebaut, für bis zu 1 GBit/s ertüchtigt und die Kapazitäten im Kabelnetz erhöht. Die früher häufige Klage über mangelnde Kapazität und abends lahmende Internetverbindungen hört man nur noch selten. Allerdings erhält man als Kabelkunde keine öffentliche IPv4-Adresse, was Einschränkungen mit sich bringen kann. Noch ungünstiger ist es, wenn der Provider kein natives IPv6 bereitstellt (siehe S. 56) wie bei Easybell und EnBW.

Die DSL-Angebote liegen preislich sehr dicht beieinander. Das liegt daran, dass alle bundesweiten Anbieter auf Vorleistungen der Telekom angewiesen sind, die diese zu festgelegten Preisen anbieten muss. Anders sieht es in den Kabelnetzen aus: Hier sind die Anbieter Eigentümer der Netze, die zum größten Teil schon vor Jahrzehnten verlegt wurden. Diese Angebote sind deshalb spürbar preiswerter. Allerdings gibt es im TV-Kabel keine Angebote mit kurzer Laufzeit.

Typischerweise bekommt man DSL-Anschlüsse mit 50 bis 250 Mbit/s im Downstream angeboten. Allerdings sollte man auch den Upstream betrachten. Die meisten 50-Mbit/s-Anschlüsse haben nur 10 Mbit/s in Senderichtung, schnellere Anschlüsse warten mit 40 Mbit/s auf. Das macht einen erheblichen Unterschied, wenn man größere Datenmengen in die Cloud lädt oder E-Mails mit Anhängen verschickt. Die 100-Mbit/s-Anschlüsse sind ein guter Kompromiss: Sie kosten im Monat üblicherweise nur 5 Euro mehr als die Sparvariante mit 50 Mbit/s und bieten einen ordentlichen Upstream. Die angebotenen 100 Mbit/s werden oft erreicht.

Anders sieht es bei 250 Mbit/s aus. Je nach Leitungslänge bleibt die tatsächliche Anschlussrate oft mehr oder weniger deutlich unter dem versprochenen Wert. In einigen Fällen reduzieren die Anbieter die maximal erreichbare Datenrate auf 175 Mbit/s. Mit der derzeitigen Vectoring-Technik sind DSL-Anschlüsse mit solchen Datenraten komplett ausgereizt.

Kabel mit Reserven

Mehr Reserven stecken im TV-Kabel. Mit einer intakten und korrekt eingemessenen Hausverkabelung lassen sich die angegebenen Werte technisch an jedem Anschluss erreichen. Die Benutzer sind allerdings in Gruppen zusammengefasst, den sogenannten Nodes. Alle Teilnehmer in einem solchen Node teilen sich die verfügbare Datenrate. Ist die Überbuchung zu hoch, sodass es in Spitzenzeiten zu Engpässen kommt, reagieren die Betreiber üblicherweise mit einem Node-Split, sie bilden also aus den vorhandenen Teilnehmern mehrere Gruppen. Teilen sie beispielsweise eine vorhandene Gruppe mit 1000 Teilnehmern in vier Gruppen à 250 Teilnehmer auf, vervierfacht das die Übertragungskapazität des Netzes.

Welche Datenrate man tatsächlich benötigt, hängt davon ab, was man mit dem Anschluss anstellen will. Für einen Einpersonenhaushalt, in dem der Anschluss nur für das WLAN fürs Smartphone und gelegentliches Streaming verwendet wird, reicht ein 16-Mbit/s-Anschluss vollkommen aus. Hängt auch noch das Homeoffice dran, sind 50 Mbit/s Pflicht, schon wegen des ansonsten unzureichenden Upstreams für Videokonferenzen. Hängen mehrere Nutzer am Anschluss wie in Familien oder Wohngemeinschaften, sollte man noch Datenrate draufpacken, wenn der Anschluss das hergibt.

Anschlüsse jenseits von 100 Mbit/s sind technisch meistens nicht nötig, bieten aber mehr Komfort. Große Downloads sind dann im Handumdrehen erledigt. Selbst ein Spiele-Patch mit 60 Gigabyte, wie er neulich wieder für Cyberpunk 2077 verteilt wurde, ist am 250-Mbit/s-Anschluss in unter 45 Minuten erledigt, am Gbit/s-Anschluss ist es sogar in unter 15 zu schaffen. Und auch sonst laufen viele Anwendungen spürbar zügiger, wenn die Datenrate des Anschlusses reichlich bemessen ist, ob am PC, am Tablet oder am Smartphone. Derzeit bietet Vodafone einen 1000-Mbit/s-Anschluss zum Kampfpreis von rund 40 Euro im Monat an. Das Angebot gilt noch bis 5. April.

Bei der Telekom gibt es ein Hybridprodukt aus DSL und LTE. Bis zu 300 Mbit/s steuert LTE bei, wenn der DSL-Anschluss ausgelastet ist, beispielsweise bei großen Downloads. Die LTE-Option kostet weniger als 5 Euro im Monat zusätzlich zur normalen Grundgebühr, allerdings kommen noch weitere Kosten für den speziellen Router hinzu, der die hybride Verbindung unterstützt. Rund 10 Euro im Monat kostet die Miete dafür. Die doppelte Verbindung ist nicht nur schneller, sondern auch zuverlässiger: Bei einem Ausfall von DSL übernimmt der LTE-Zugang.

c't kompakt

- Schnelle Breitbandangebote sind in den meisten Haushalten verfügbar.
- Die Anbieter machen den Kunden lange Vertragslaufzeiten mit erheblichen Nachlässen schmackhaft.
- Bei den Mietkosten für Router kommen im Laufe der Jahre erhebliche Summen zusammen.

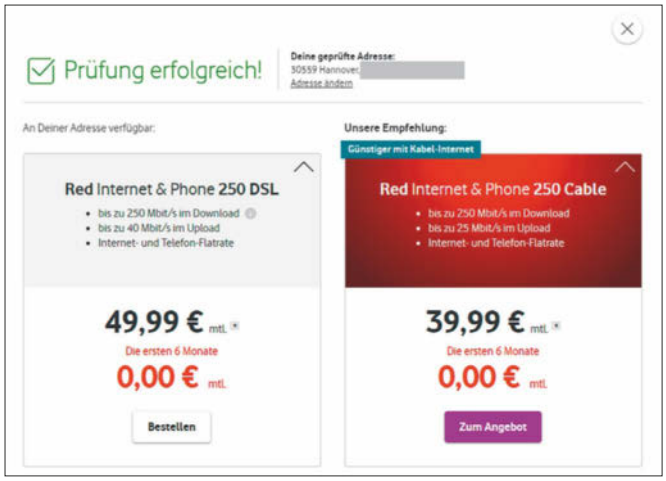
Leicht gewechselt

Durch eine Gesetzesänderung ist der Wechsel von einem Anbieter zum anderen einfacher geworden. Hat man die Mindestvertragslaufzeit von höchstens zwei Jahren abgedient, kann man einen Vertrag für einen Internetzugang monatlich kündigen. Die automatische Verlängerung um bis zu 12 Monate, die Anbieter so gerne vereinbart haben, ist nicht mehr zulässig.

Eine lange vertragliche Bindung sollten Sie nur eingehen, wenn Sie sicher sind, dass Sie die komplette Vertragslaufzeit von üblicherweise zwei Jahren tatsächlich erfüllen wollen. Ein Umzug ist dabei nicht das Problem, denn wenn der Anbieter einen Zugang in bisheriger Qualität am neuen Wohnort nicht liefern kann, kommen sie mit einer dreimonatigen Kündigungsfrist aus dem Vertrag heraus. Ärgerlich wird es, wenn Sie den Vertrag nicht mehr brauchen, beispielsweise weil Sie mit jemandem zusammenziehen. Das ist kein wichtiger Grund für eine Kündigung – und auf Kulanz brauchen Sie bei Internetanbietern nicht zu hoffen. Bestenfalls



Mit verkaufspsychologischen Tricks versucht 1&1, den Kunden in einen teureren Tarif als ausgewählt zu lotsen.



Vodafone versucht, die Kunden beim Bestellvorgang mit günstigen Angeboten ins eigene Kabelnetz zu locken.

bekommen Sie für die restliche Vertragslaufzeit einen kleinen Rabatt.

Die Anbieter machen ihren Kunden die lange Vertragslaufzeit mit erheblichen Nachlässen schmackhaft. Oft wird die Grundgebühr für die ersten Monate deutlich reduziert, das in den Preislisten aufgeführte Einmalentgelt nicht erhoben. Aber auch hier muss man genau hinsehen. 1&1 beispielsweise räumt für 24-Monats-Verträge erhebliche Nachlässe gegenüber der Variante mit kurzer Vertragslaufzeit ein. Erst wenn man genau hinsieht, bemerkt man, dass das monatliche Entgelt bei langer Laufzeit höher ausfällt. Allerdings sind die Gutschriften so hoch, dass man erst nach mehr als fünf Jahren draufzahlen würde – und nach zwei Jahren kann man bereits in einen günstigeren Tarif wechseln.

Gut überlegen sollten Sie sich den Abschluss eines Vertrags mit langer Laufzeit, wenn in Ihrem Wohngebiet ein Glasfaserausbau durch einen anderen Anbieter geplant ist. Sind irgendwann schnellere Anschlüsse verfügbar, verzögert eine restliche Mindestvertragslaufzeit womöglich den Wechsel. Kein Anbieter akzeptiert als außerordentlichen Kündigungsgrund, dass es woanders ein schnelleres Angebot gibt.

Neu am Markt ist der Anbieter Drillisch. Er verkauft DSL-Anschlüsse von 1&1 über verschiedene Mobilfunkmarken, nicht nur über WinSIM, wie als Beispiel in

Kabelgebundene Breitband-Anschlüsse mit Flatrates ab 40 Mbit/s

Anbieter	1&1	1&1	1&1	Congstar	Drillisch	Drillisch	Drillisch
Tarif	DSL 50	DSL 100	DSL 250	komplett 2 VDSL 50 flex	WinSIM[7] DSL 50	WinSIM[7] DSL 100	WinSIM[7] DSL 250
URL	dsl.1und1.de	dsl.1und1.de	dsl.1und1.de	congstar.de	winsim.de/dsl	winsim.de/dsl	winsim.de/dsl
Anschlussart	Vectoring	Vectoring	Super-Vectoring	Vectoring	Vectoring	Vectoring	Vectoring
Leistungen/Optionen							
Bandbreite Down-/Upstream [Mbit/s]	50 / 10	100 / 40	250 / 40	50 / 10	50 / 10	100 / 40	250 / 40
normalerweise verfügbare Bandbreite Down- / Upstream[4] [Mbit/s]	44 / 9,4	83,8 / 33,4	200 / 35	48 / 9,4	44 / 9,4	83,8 / 33,4	200 / 35
Mindestbandbreite Down- / Upstream[4] [Mbit/s]	16,7 / 1,6	54 / 20	105 / 20	27,9 / 2,7	16.7 / 1,6	54 / 20	105 / 20
IPv4 / IPv6 für Neuanschlüsse verfügbar (Zahl der IPv6-Adressen)	✓ / ✓ (/56 Delegated LAN Prefix)	✓ / ✓ (/56 Delegated LAN Prefix)	✓ / ✓ (/56 Delegated LAN Prefix)	k. A.	✓ / ✓ (/56 Delegated LAN Prefix)	✓ / ✓ (/56 Delegated LAN Prefix)	✓ / ✓ (/56 Delegated LAN Prefix)
Telefonanschlussart / gleichzeitige Gespräche / Rufnummern	VoIP / 1 / 1[2]	VoIP / 1 / 1[2]	VoIP / 1 / 1[2]	VoIP / 4 / 4	VoIP / 4 / 10	VoIP / 4 / 10	VoIP / 4 / 10
Vertragskonditionen							
Störungsannahme (Rufnummer)	Festnetz (07 21/96 00)	Festnetz (07 21/96 00)	Festnetz (07 21/96 00)	Festnetz (02 21/79 70 07 00)	Festnetz (07 21/96 00)	Festnetz (07 21/96 00)	Festnetz (07 21/96 00)
Laufzeit / Verlängerung / Kündigungsfrist (Monate)	3 / 1 / 1	3 / 1 / 1	3 / 1 / 1	0 / 1 / 14 Tage	24 / 1 / 1	24 / 1 / 1	24 / 1 / 1
günstigste mitgelieferte Hardware	WLAN-Router, 2,99 €/ Monat, 9,90 € einmalig[3]	WLAN-Router, 2,99 €/ Monat, 9,90 € einmalig[3]	WLAN-Router, 2,99 €/ Monat, 9,90 € einmalig[3]	Fritz!Box 7530, 134,98 €[3]	WLAN-Router, 2,99 €/ Monat, 9,90 € einmalig[3]	WLAN-Router, 2,99 €/ Monat, 9,90 € einmalig[3]	WLAN-Router, 2,99 €/ Monat, 9,90 € einmalig[3]
Telefonanschluss / Festnetz-Flat / Allnet-Flat monatlich	inklusive / inklusive / 9,99 €	inklusive / inklusive / 9,99 €	inklusive / inklusive / 9,99 €	inklusive / inklusive / –	inklusive / inklusive / 9,99 €	inklusive / inklusive / 9,99 €	inklusive / inklusive / 9,99 €
Kosten							
Einmalkosten abzgl. Ermäßigungen[1]	–	–	–	59,99 €	352,30 € Gutschrift	402,30 € Gutschrift	452,30 € Gutschrift
abweichende Leistungen und Kosten bei Verträgen mit längerer Mindestlaufzeit	5 € höheres monatliches Entgelt (!), 399,90 € Gutschrift, mehr Rufnummern und gleichzeitige Gespräche für VoIP	5 € höheres monatliches Entgelt (!), 449,90 € Gutschrift, mehr Rufnummern und gleichzeitige Gespräche für VoIP	5 € höheres monatliches Entgelt (!), 499,90 € Gutschrift, mehr Rufnummern und gleichzeitige Gespräche für VoIP	20 € zusätzliche Gutschrift	–	–	–
Internet-Anschluss, monatlich	34,99 €	39,99 €	44,99 €	34,99 €	39,99 €	44,99 €	49,99 €

[1] bei Online-Bestellung, inklusive Zwangshardware, Gebühren-Gutschriften gerechnet für zwei Jahre Laufzeit [2] mehr Rufnummern und mehr gleichzeitige Gespräche gegen Aufpreis
[7] gleichlautende Angebote weiterer Drillisch-Marken verfügbar [8] nach 24 Monaten geht das Gerät ins Eigentum des Kunden über und Mietpreis fällt weg ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe

der Tabelle aufgeführt, sondern zu vollkommen identischen Konditionen auch beispielsweise über Handyvertrag.de, PremiumSIM, Sim.de, Smartmobil und Simplytel. Preislich entspricht das Angebot dem Original von Konzernmutter 1&1, allerdings ist bei Drillisch ein Telefonie-Zusatzpaket enthalten, das vier Gespräche gleichzeitig und bis zu zehn Rufnummern erlaubt. Ebenfalls neu in der Übersicht ist EnBW. Das Tochterunternehmen des Energieversorgers bietet Anschlüsse mit 50 bis 250 Mbit/s an.

Günstige Router

Ihre Hardware können Sie bei einem Anbieterwechsel in vielen Fällen weiterverwenden, solange Sie die Anschlussart nicht wechseln. Aufpassen müssen Sie nur, wenn Sie bei DSL-Anschlüssen von 50 oder 100 auf 250 Mbit/s wechseln. Dann muss das im Router verbaute DSL-Modem Super-Vectoring beherrschen, sonst erreichen Sie am Anschluss nur die halbe Datenrate oder weniger. Beispielsweise beherrscht die in großen Stückzahlen verkaufte Fritzbox 7490 nur einfaches Vectoring bis 100 Mbit/s. Welche Box 250 Mbit/s schafft, lässt sich an der Modellnummer nicht ohne Weiteres erkennen: die Fritzbox 7580 kann es nicht, die 7590 hingegen ist dafür geeignet.

Den Anschlusswechsel kann man auch dazu nutzen, günstig einen neuen Router zu erwerben. Bei einigen Angeboten bekommt man ein Gerät geschenkt oder kostenfrei gestellt (siehe Tabelle). Dabei sollte man allerdings genau hinschauen. In den meisten Fällen wird das Gerät nur zur Miete angeboten. Die teuersten Modelle kosten immerhin knapp 10 Euro im Monat. In der Mindestvertragslaufzeit sind das insgesamt bereits 240 Euro. Für eine Fritzbox 7590 muss man 4,50 bis 6 Euro im Monat bezahlen, also 108 bis 144 Euro in zwei Jahren.

Bei einem monatlichen Mietpreis kommen im Laufe der Jahre beachtliche Summen zusammen. Andererseits leben Router nicht ewig, und müssen von Zeit zu Zeit ausgetauscht werden, schon weil sie irgendwann keine Sicherheitsupdates mehr bekommen. Wer ein Mietgerät hat, muss dann nicht noch einmal in die Tasche greifen, sondern bekommt ein neues Gerät, wenn das nötig wird. Allerdings muss man genau hinsehen, ab und zu gibt es Angebote mit abweichenden Konditionen. Bei EnBW beispielsweise geht das Gerät nach zwei Jahren ohne Schlusszahlung ins Eigentum des Käufers über, ab dann fällt der Mietpreis weg. Bei den Kabelanbietern gibt es das Gerät üblicherweise kostenlos, bei den DSL-Anbietern muss man dafür meist extra bezahlen.

Telefontarife

Beim Wechsel des Anbieters können Sie Ihre Telefonnummer mitnehmen – oder

(Auswahl überregionaler Angebote)

	Easybell	Easybell	Eazy	EnBW	EnBW	O2	O2	O2
	Komplett easy speed 100 (50)	Komplett easy speed 250	eazy40	Basis (Komfort)	Premium	my Home M Flex	my Home L Flex	my Home XL Flex
	easybell.de	easybell.de	eazy.de	enbw.com/dsl	enbw.com/dsl	dsl.o2online.de	dsl.o2online.de	dsl.o2online.de
	Vectoring	Super-Vectoring	TV-Kabel	Vectoring	Super-Vectoring	Vectoring, TV-Kabel, 4G/5G	Vectoring, TV-Kabel, 4G/5G	Super-Vectoring, TV-Kabel
	100 / 40 (50 / 10)	250 / 40	40 / 5	50 / 10 (100 / 40)	250 / 40	50 / 10 (50 / 2 oder 4[5])	100 / 40 (100 / 5 oder 6[5])	250 / 40 (250 / 10 oder 25[5])
	86 / 36 (40 / 9)	200 / 35	38 / 4,5	44 / 9 (96,4 / 38)	200 / 35	38 / 8 (38 / 1,4 oder 2,8[5])	83 / 33 (83 / 3,5 oder 4,2[5])	200 / 33 (200 / 7 oder 17,5[5])
	54 / 20 (16 / 1,2)	125 / 20	28 / 2	16,7 / 1,6 (54 / 20)	105 / 20	3 / 0,7 (3 / 0,2 oder 0,3[5])	50 / 10 (50 / 1,5 oder 1,8[5])	105 / 12 (105 / 3 oder 7,5[5])
	✓ / –	✓ / –	– / ✓ (/56 oder /64 Delegated LAN Prefix)	✓ / – (geplant)	✓ / – (geplant)	✓ (–[5]) / ✓ (/56 Delegated LAN Prefix)	✓ (–[5]) / ✓ (/56 Delegated LAN Prefix)	✓ (–[5]) / ✓ (/56 Delegated LAN Prefix)
	VoIP / 2 / 1[2]	VoIP / 2 / 1[2]	VoIP / 1 / 1	VoIP / 2 / 3	VoIP / 2 / 3	VoIP / 1 / 1[2]	VoIP / 1 / 1[2]	VoIP / 1 / 1[2]
	Festnetz (0 30/80 95 10 00)	Festnetz (0 30/80 95 10 00)	kostenlos (08 00/7 00 11 77)	Festnetz	Festnetz	Festnetz (0 89/7 87 97 94 00)	Festnetz (0 89/7 87 97 94 00)	Festnetz (0 89/7 87 97 94 00)
	0 / 1 / 14 Tage	0 / 1 / 14 Tage	24 / 1 / 1	24 / 1 / 1	24 / 1 / 1	0 / 1 / 1	0 / 1 / 1	0 / 1 / 1
	Fritz!Box 7590, 4,50 € mtl. oder 239 € einmalig[3]	Fritz!Box 7590, 4,50 € mtl. oder 239 € einmalig[3]	WLAN-Router, kostenlos	TP-Link VR600v, 3,99 € monatlich[3,8]	Fritzbox 7590, 5,99 € monatlich[3,8]	HomeBox 3, 59,98 € einmalig, 3,99 € monatlich[3]	HomeBox 3, 59,98 € einmalig, 3,99 € monatlich[3]	HomeBox 3, 59,98 € einmalig, 3,99 € monatlich[3]
	inklusive / inklusive / 5 €	inklusive / inklusive / 5 €	inklusive / 5 € / –	inklusive / inklusive / –	inklusive / inklusive / –	inklusive / inklusive / –	inklusive / inklusive / –	inklusive / inklusive / –
	49,95 €	49,95 €	59,98 €, als Gutschrift 50 € Amazon-Gutschein	270 € (300 €) Gutschrift	350 € Gutschrift	69,99 €	69,99 €	69,99 €
	–	–	–	–	–	120 € zusätzliche Gutschrift, Router einmalig 49,99 € günstiger	120 € zusätzliche Gutschrift, Router einmalig 49,99 € günstiger	240 € zusätzliche Gutschrift, Router einmalig 49,99 € günstiger
	39,95 €[6] (34,95 €)[6]	44,95 €[6]	17,99 €	36,99 € (39,99 €)	49,99 €	29,99 €	34,99 €	44,99 €

[3] Router muss nicht mitbestellt werden, Preis inkl. Versandkosten [4] Herstellerangabe laut Produktblatt [5] über TV-Kabel [6] gegebenenfalls 10 € Regio-Zuschlag

die Gelegenheit nutzen und diese in Absprache mit dem Mobilfunkanbieter in Ihren Mobilfunkvertrag übernehmen, falls dieser eine Festnetznummer umfasst. Auf den Festnetzanschluss verzichten können Sie nicht, in allen hier vorgestellten Angeboten ist einer enthalten. Wenn Sie ohnehin alle Telefonate mit dem Handy erledigen, können Sie sich aber die Arbeit sparen, den VoIP-Anschluss einzurichten.

Bei den Kabelangeboten können Sie 5 Euro im Monat sparen, wenn Sie auf die Festnetz-Flatrate verzichten. Bei Eazy, Pÿur und Vodafone lässt sich die Option abwählen oder ein alternativer Tarif wählen. Bei Vodafone ist das flatratelose Angebot allerdings auf DSL-Anschlüsse mit 100 und 250 Mbit/s beschränkt.

Oft überteuert sind Gespräche in die Mobilfunknetze, hierfür verlangen viele Anbieter immer noch die klassischen 19 Cent pro Minute; angesichts der über die Jahre dramatisch gefallenen Preise für die Vermittlung von Telefonaten ist das nachgerade unverschämt. Eine Flatrate in die Mobilfunknetze gibt es nur bei 1&1, Drillisch, Easybell, Pÿur und Vodafone. Easybell ruft dafür 5 Euro im Monat auf, alle anderen 10 Euro.

Will man Festnetztelefonie nutzen, muss man genau hinschauen, welche Leistungen man angeboten bekommt. Die Zahl der Rufnummern ist wichtig, wenn man mehrere Anschlüsse mit unterschiedlichen Nummern betreiben will, beispielsweise für den Privatanschluss, das Homeoffice, für Kinder, Faxgerät oder Mitbewohner. Je nach Angebot kann man bis zu zehn Nummern erhalten. Teilen sich den Anschluss mehrere Familienmitglieder oder Mitbewohner, sollte man zwei Gespräche gleichzeitig führen können, sonst bleiben alle anderen Apparate stumm, solange an einem telefoniert wird.

Angebote finden

Die in der Tabelle angegebenen Preise sind Standardpreise für die meisten Anschlüsse. Allerdings verlangen einige Anbieter in bestimmten Regionen nochmals einen Zuschlag. Um festzustellen, welcher Preis an Ihrem Anschluss gilt, sollten Sie den Bestellprozess durchspielen. Im ersten Schritt müssen Sie dazu Ihre Adresse eingeben. Damit kann der Anbieter prüfen, welche Datenrate er Ihnen bereitstellen kann und zu welchem Preis. Im nächsten Schritt können Sie Zusatzoptionen buchen, dann bekommen Sie einmalige und monatliche Preise angezeigt und können diese notieren und mit weiteren Angeboten vergleichen. Erst wenn Sie von diesem Punkt aus fortfahren, müssen Sie Ihren Namen und Ihre Bankverbindung für den eigentlichen Bestellprozess angeben.

Oft werden niedrige Preise angegeben, die nicht für die gesamte Vertragslaufzeit gelten. Nicht immer ist gleich er-

Kabelgebundene Breitband-Anschlüsse mit Flatrates ab 40 Mbit/s

Anbieter	Pÿur	Pÿur	Pÿur	Telekom	Telekom	Telekom	Telekom
Tarif	Pure Speed 200	Pure Speed 400 (regional: 500)	Pure Speed 1000	Magenta Zuhause M	Magenta Zuhause L	Magenta Zuhause XL	Magenta Zuhause M mit Hybrid LTE
URL	pyur.com	pyur.com	pyur.com	telekom.de	telekom.de	telekom.de	telekom.de
Anschlussart	TV-Kabel	TV-Kabel	TV-Kabel	Vectoring (FTTH/Glasfaser)	Vectoring (FTTH/Glasfaser)	Super-Vectoring (FTTH/Glasfaser)	Vectoring (FTTH/Glasfaser) kombiniert mit 4G
Leistungen/Optionen							
Bandbreite Down-/Upstream [Mbit/s]	200 / 8	400 / 12 (500 / 25)	1000 / 50	50 / 10 (50 / 10 mit Fiber 50)	100 / 40 (100 / 50 mit Fiber 100)	250 / 40 (250 / 50 mit Fiber 250)	50 / 10 (50 / 10 mit Fiber 50) + 300 / 50 über LTE
normalerweise verfügbare Bandbreite Down- / Upstream[4] [Mbit/s]	180 / 7,2	340 / 10,2 (425 / 21,25)	800 / 35	47 / 9,4 (50 / 10 mit Fiber 50)	83,8 / 33,4 (100 / 50 mit Fiber 100)	200 / 35 (250 / 50 mit Fiber 250)	47 / 9,4 (50 / 10 mit Fiber 50) + k. A. für LTE
Mindestbandbreite Down- / Upstream[4] [Mbit/s]	100 / 4	160 / 4,8 (200 / 10)	400 / 15	27,9 / 2,7 (45 / 8 mit Fiber 50)	54 / 20 (80 / 45 mit Fiber 100)	175 / 20 (200 / 45 mit Fiber 250)	27,9 / 2,7 (45 / 8 mit Fiber 50) + k. A. für LTE
IPv4 / IPv6 für Neuanschlüsse verfügbar (Zahl der IPv6-Adressen)	teilweise / ✓ (/56 Delegated LAN Prefix)	teilweise / ✓ (/56 Delegated LAN Prefix)	teilweise / ✓ (/56 Delegated LAN Prefix)	✓ / ✓ (/56 Delegated LAN Prefix)	✓ / ✓ (/56 Delegated LAN Prefix)	✓ / ✓ (/56 Delegated LAN Prefix)	✓ / ✓ (/56 Delegated LAN Prefix)
Telefonanschlussart / gleichzeitige Gespräche / Rufnummern	VoIP / 1 / 2	VoIP / 1 / 2	VoIP / 1 / 2	VoIP / 2 / 3	VoIP / 2 / 3	VoIP / 2 / 3	VoIP / 2 / 3
Vertragskonditionen							
Störungsannahme (Rufnummer)	Festnetz (0 30/25 77 77 77)	Festnetz (0 30/25 77 77 77)	Festnetz (0 30/25 77 77 77)	kostenlos (08 00/3 30 10 00)	kostenlos (08 00/3 30 10 00)	kostenlos (08 00/3 30 10 00)	kostenlos (08 00/3 30 10 00)
Laufzeit / Verlängerung / Kündigungsfrist (Monate)	3 / 1 Monate / 4 Wochen	3 / 1 Monate / 4 Wochen	3 / 1 Monate / 4 Wochen	24 / 1 / 1	24 / 1 / 1	24 / 1 / 1	24 / 1 / 1
günstigste mitgelieferte Hardware	WLAN-Kabelbox, kostenlos	WLAN-Kabelbox, kostenlos	WLAN-Kabelbox, kostenlos	WLAN- und VoIP-Router, 5,95 €/Monat, 6,95 € einmalig[3]	WLAN- und VoIP-Router, 5,95 €/Monat, 6,95 € einmalig[3]	WLAN- und VoIP-Router, 5,95 €/Monat, 6,95 € einmalig[3]	WLAN- und VoIP-Router, 9,95 €/Monat, 6,95 € einmalig[3]
Telefonanschluss / Festnetz-Flat / Allnet-Flat monatlich	inklusive / 5 € / 5 €[7]	inklusive / 5 € / 5 €[7]	inklusive / 5 € / 5 €[7]	inklusive / inklusive / –	inklusive / inklusive / –	inklusive / inklusive / –	inklusive / inklusive / –
Kosten							
Einmalkosten abzgl. Ermäßigungen[1]	–	–	–	300,13 € Gutschrift	350,13 € Gutschrift	450,13 € Gutschrift	300,13 € Gutschrift
abweichende Leistungen und Kosten bei Verträgen mit längerer Mindestlaufzeit	198 € zusätzliche Gutschrift	264 € zusätzliche Gutschrift	330 € Ersparnis	–	–	–	–
Internet-Anschluss, monatlich	33 €	44 €	55 €	39,95 €	44,95 €	54,95 €	44,89 €

[1] bei Online-Bestellung, inklusive Zwangshardware, Gebühren-Gutschriften gerechnet für zwei Jahre Laufzeit [2] mehr Rufnummern und mehr gleichzeitige Gespräche gegen Aufpreis
[6] Flatrate ins Vodafone-Mobilfunknetz kostenlos enthalten [7] zusätzlich zu Telefonanschluss und Festnetz-Flatrate [8] 50 Mbit/s Upstream für 2,99 €/Monat ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe

sichtlich, welcher Preis nach den ersten 6, 10 oder 12 Monaten gilt. Die Angabe versteckt sich gerne in Fußnoten, die man erst durch einen Klick öffnen muss. Mitunter ist auch ein kleines Sternchen klickbar und enthüllt, dass der Preis irgendwann von beispielsweise 19,99 auf 39,99 oder 49,99 Euro im Monat steigt. Diese Nachlässe sind durchaus interessant, bei einigen Angeboten belaufen sie sich auf insgesamt mehrere hundert Euro.

Wenn Ihre Wohnung per Glasfaser oder TV-Kabel erschlossen ist, müssen Sie den Betreiber finden, der für Ihr Haus oder Ihre Wohnanlage zuständig ist – das ist üblicherweise nur einer, sodass es keinen Wettbewerb gibt. Nur wenige Hausgemeinschaften lassen sich von zwei Anbietern versorgen. Eine Ausnahme ist der Anbieter Eazy. Dieser vertreibt Breitbandanschlüsse per Vodafone-Kabel, zwar mit geringen Datenraten, dafür aber einem sehr günstigen Preis. Vertragspartner ist dabei Vodafone, Eazy übernimmt nur den Vertrieb.

Komplizierter wird es bei DSL. Hier kommt es darauf an, wer den Kabelverzweiger erschlossen hat, an dem Ihr Anschluss hängt. Meistens ist das die Telekom, dann haben Sie in aller Regel die freie Auswahl unter allen hier vorgestellten DSL-Tarifen. Nicht jeder Anbieter bietet aber überall alle Datenraten an. Es gibt durchaus den Fall, dass Anbieter A nur 100 Mbit/s anbietet, Anbieter B und C hingegen bis zu 250. Hinzu kommen bei einigen Angeboten sogenannte Regiozuschläge, die höhere Einkaufspreise in bestimmten Anschlussgebieten ausgleichen sollen.

Kommt der DSL-Anschluss nicht von der Telekom, müssen Sie in den meisten Fällen den Vertrag mit dem Betreiber schließen, der den Ausbau vorgenommen hat. Allerdings ist ein Trend erkennbar, dass bei solchen Ausbauvorhaben mehrere Unternehmen kooperieren und dass der Verkauf nicht mehr exklusiv erfolgt, sondern dass auch andere Internetprovider die Vorleistung einkaufen und auf eigene Rechnung an den Kunden weiterreichen können. Leistung und Preis entsprechen bei solchen Lokal- und Regionalanbietern üblicherweise dem, was bei bundesweiten DSL-Anbietern üblich ist.

Fazit

Die Preise für Breitbandanschlüsse sind schon seit vielen Jahren stabil. Sparen lässt sich, wenn man von DSL auf TV-Kabel umsteigt, denn Kabelanbieter haben geringere Kosten und geben diesen Vorteil an ihre Kunden weiter. Aber auch zwischen DSL-Anbietern gibt es Preis- und Leistungsunterschiede. Die kann man für sich nutzen: Neukunden bekommen bei vielen Anbietern großzügige Gutschriften, wenn sie sich für zwei Jahre binden, und können attraktive Angebote für leistungsfähige Router abstauben. *(uma@ct.de)* c't

(Auswahl überregionaler Angebote)

	Telekom	Telekom	Vodafone	Vodafone	Vodafone	Vodafone	Vodafone	Vodafone
	Magenta Zuhause L mit Hybrid LTE	Magenta Zuhause XL mit Hybrid LTE	Red Internet 100 (250) DSL	Red Internet & Phone DSL 50 (100)	Red Internet & Phone DSL 250	Red Internet & Phone 50 (100) Cable	Red Internet & Phone 250 Cable	Red Internet & Phone 500 (1000) Cable
	telekom.de	telekom.de	vodafone.de	vodafone.de	vodafone.de	vodafone.de	vodafone.de	vodafone.de
	Vectoring (FTTH/Glasfaser) kombiniert mit 4G	Super-Vectoring (FTTH/Glasfaser) kombiniert mit 4G	Vectoring / Super Vectoring	Vectoring	Super Vectoring	TV-Kabel	TV-Kabel	TV-Kabel
	100 / 40 (100 / 50 mit Fiber 100) + 300 / 50 über LTE	250 / 40 (250 / 50 mit Fiber 250) + 300 / 50 über LTE	100 / 40 (250 / 40)	50 / 10 (100 / 40 mit DSL 100)	250 / 40	50 / 5 (100 / 10 mit 100 Cable)	250 / 25[8]	500 / 25[8] (1000 / 50 mit 1000 Cable)
	83,8 / 33,4 (100 / 50 mit Fiber 100) + k. A. für LTE	200 / 35 (250 / 50 mit Fiber 250) + k. A. für LTE	87 / 37 (210 / 37)	38 / 7,5 (87 / 37 mit DSL 100)	210 / 37	47,5 / 4,7 (95 / 9 mit 100 Cable)	225 / 22,5	450 / 22,5 (850 / 35 mit 1000 Cable)
	54 / 20 (80 / 45 mit Fiber 100) + k. A. für LTE	175 / 20 (200 / 45 mit Fiber 250) + k. A. für LTE	54 / 20 (175 / 20)	28 / 2,7 (54 / 20 mit DSL 100)	175 / 20	35 / 3,5 (70 / 5 mit 100 Cable)	150 / 10	300 / 10 (600 / 15 mit 1000 Cable)
	✓ / ✓ (/56 Delegated LAN Prefix)	✓ / ✓ (/56 Delegated LAN Prefix)	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
	VoIP / 2 / 3	VoIP / 2 / 3	VoIP / 1 / 1[2]	VoIP / 1 / 1[2]	VoIP / 1 / 1[2]	VoIP / 2 / 2	VoIP / 2 / 2	VoIP / 2 / 2
	kostenlos (08 00/3 30 10 00)	kostenlos (08 00/3 30 10 00)	kostenlos (08 00/172 12 12)	kostenlos (08 00/172 12 12)	kostenlos (08 00/172 12 12)	kostenlos (08 00/172 12 12)	kostenlos (08 00/172 12 12)	kostenlos (08 00/172 12 12)
	24 / 1 / 1	24 / 1 / 1	24 / 1 / 1	24 / 1 / 1	24 / 1 / 1	24 / 1 / 1	24 / 1 / 1	24 / 1 / 1
	WLAN- und VoIP-Router, 9,95 €/Monat, 6,95 € einmalig[3]	WLAN- und VoIP-Router, 9,95 €/Monat, 6,95 € einmalig[3]	Fritzbox 7530, kostenlos	EasyBox 805, 2,99 €/Monat[3]	EasyBox 805, 1,99 €/Monat[3]	Vodafone Station, kostenlos[3]	Vodafone Station, kostenlos[3]	Vodafone Station, kostenlos[3]
	inklusive / inklusive / –	inklusive / inklusive / –	inklusive / – / –	inklusive / inklusive[6] / 9,99 €[5]	inklusive / inklusive[6] / 9,99 €[5]	inklusive / inklusive / 9,99 €[5]	inklusive / inklusive / 9,99 €[5]	inklusive / inklusive / 9,99 €[5]
	350,13 € Gutschrift	450,13 € Gutschrift	–	209,94 € (239,94 €) Gutschrift	299,94 € Gutschrift	179,94 € Gutschrift (209,94 € mit 100 Cable)	239,94 €	269,94 € Gutschrift (keine Gutschrift mit 1000 Cable)
		–	–	–	–	–	–	–
	49,89 €	59,89 €	34,99 (44,99) €	34,99 € (39,99 € mit DSL 100)	49,99 €	29,99 € (34,99 €)	39,99 €	44,99 € (39,99 €)

[3] Router muss nicht mitbestellt werden, Preis inkl. Versandkosten [4] Herstellerangabe laut Produktblatt [5] Flatrate enthält auch Festnetztelefonate in über 25 europäische Länder

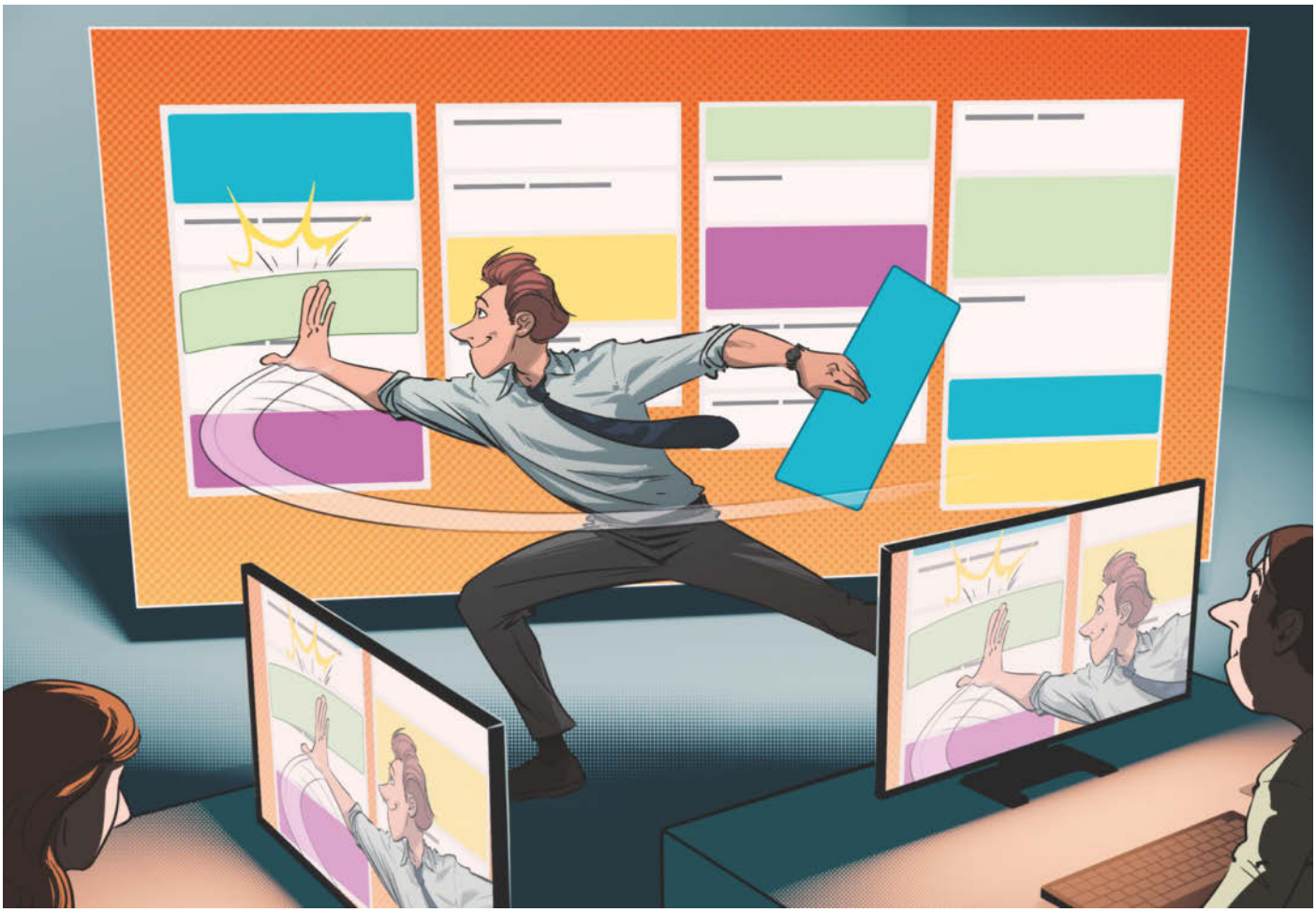


Bild: Albert Hulm

Kurzweilig und effizient

Tools und Tricks für lebendige Videokonferenzen

Quälend langatmige Online-Meetings waren gestern. Mit geschickt eingesetzten Software-Tools und einem Ausbruch aus konventionellen Methoden erhöhen Moderatoren die Aufmerksamkeit aller Teilnehmer, sparen Zeit und Nerven und holen inhaltlich ein Maximum heraus.

Von Barbara Maas

Videokonferenzen ersetzen höchst unterschiedliche Büro-Formate: das tägliche Stand-up, das wöchentliche Team-Meeting, Projekt-Workshops, Konferenzen, Vorträge und schließlich die gemeinsamen kurzen Pausen in der Kaffeeküche. Durch die Corona-Pandemie erlebten Videokonferenzen einen Boom, doch inzwischen macht sich in vielen Büros und Homeoffices Erschöpfung breit. Fühlen auch Sie sich nach einem Tag voller Online-Meetings ausgelaugt, kraftlos und uninspiriert? Willkommen in der „Zoom Fatigue“, wie Verhaltensforscher des Stanford Virtual Interaction Lab dieses Phänomen genannt haben.

Mit den Tipps in diesem Artikel beugen Sie der Zoom Fatigue unter den Teilnehmern vor, indem Sie Sitzungen kürzer und effizienter gestalten. Zunächst aber werfen wir einen Blick auf die Faktoren, die die Erschöpfung auslösen.

Belastung für Kopf und Sinne

Sitzungen in Google Meet, Zoom, Microsoft Teams, Jitsi & Co. stressen viele Teilnehmer, weil sie dem natürlichen menschlichen Verhalten in Gruppen widersprechen. Erstens löst die ständige Selbstbespiegelung Stress aus. Manche können gar nicht aufhören, das eigene Bild anzustarren und sich selbst zu überprüfen: Sitzen

die Haare? Wirke ich freundlich oder autoritär? Psychologische Forschung zeigt: Wenn ein Mensch exzessiv physischen oder digitalen Spiegeln ausgesetzt ist, erhöht sich das Risiko von Angststörungen und Depressionen.

Zweitens können sich Menschen in Videokonferenzen eingesperrt fühlen: Der Bewegungsradius ist durch die Kamera stark begrenzt. In Präsenzbesprechungen bewegen sie sich hingegen im Raum, schreiben etwas an Whiteboards, holen ein Getränk, öffnen ein Fenster. Diese Bewegungen sind wichtig für die kognitive Leistungsfähigkeit. Stundenlang vor dem PC zu hocken und gleichzeitig denken zu müssen ist überhaupt keine gute Idee.

Den dritten Fatigue-Faktor nennen die Verhaltensforscher aus Stanford „Hyper gaze". In echten Meetings schaut immer irgendjemand aus dem Fenster, auf den Boden, macht Notizen oder kritzelt. In Video-Chats haben Teilnehmer hingegen oft das Gefühl, von allen beobachtet zu werden. Die Kameras simulieren ständigen Blickkontakt, wie er bei „echten" Begegnungen nicht vorkommt. Menschen, die angestarrt werden, fühlen sich eher aufgeregt und ängstlich.

Im virtuellen Raum sind zudem nonverbale Signale viel schwieriger zu senden und zu empfangen. Was im normalen Gespräch unbewusst abläuft, wird hier zum Problem. Eine veraltete Kamera, schlechte Beleuchtung oder auch nur eine seltsame Perspektive führen dazu, dass man ein Nicken, Blinzeln oder Stirnrunzeln nicht oder nur schwer wahrnimmt. Gleichzeitig übertreiben die Teilnehmer Gesten, zum Beispiel durch heftiges Nicken, Klatschen oder Daumen-Hochhalten. Das erhöht die kognitive Belastung.

Um die mentale Gesundheit aller Beteiligten zu schonen, fragen Sie sich also, bevor Sie zu einer Videokonferenz einladen: Brauchen wir wirklich diesen Stress?

Es geht auch ohne Bild

Alternativen zur Videokonferenz gibt es einige. Dazu gehören asynchrone Kommunikation über schriftliche Chats wie zum Beispiel in Microsoft Teams oder Slack, Abstimmungen über E-Mail, die gemeinsame Arbeit an einem geteilten Dokument mit Kommentarfunktion oder auf einem virtuellen Whiteboard – und für die schnelle Abstimmung das gute alte Telefonat.

Wenn an einem Video-Meeting kein Weg vorbeiführt, fragen Sie sich, ob wirklich alle die ganze Zeit ihre Kamera eingeschaltet haben müssen und zu welchen Zeitpunkten dies nicht erforderlich ist. Investieren Sie außerdem Zeit, damit alle Teilnehmer ihre Arbeitsplätze optimieren und gut erkennbar sind.

Bereiten Sie sich gut vor

Sie haben sich also entschieden – Sie machen eine Videokonferenz. Damit stellen sich weitere Fragen: Was ist das Ziel des Meetings? Woran merken Sie, ob Sie es erreicht haben? Wer muss dabei sein? Und wie viel Zeit benötigen Sie?

Schlecht vorbereitete Meetings sind schon dann ärgerlich, wenn sich alle Beteiligten in einem „echten" Raum befinden. In virtuellen Konferenzen ohne Ziel und Agenda kommen die zusätzlichen kognitiven Belastungen erschwerend hinzu. Deshalb sollte jeder Teilnehmer des Meetings vorab wissen, worum es geht, ob etwas diskutiert, erarbeitet oder entschieden werden soll und warum er oder sie dabei sein soll. Daran schließt sich an, wie sich die Runde vorbereiten sollte, wann das Meeting beginnt und endet und wie die Agenda aussieht.

Eine realistische Tagesordnung hilft dabei, den Fokus zu bewahren und pünktlich zum Ende zu kommen. Die optimale Länge eines Meetings zu finden kann eine Gratwanderung sein. Planen Sie auf jeden Fall Zeit für Rückfragen und eine Diskussion ein! Längere Workshops von vier Stunden sind auch online durchaus möglich, wenn Sie in der Zeit viel erarbeiten und erreichen. Solche Veranstaltungen erfordern eine detaillierte Agenda, am besten in Schritten von 10 bis 20 Minuten. Viel länger reicht die Aufmerksamkeitsspanne der meisten Menschen nicht.

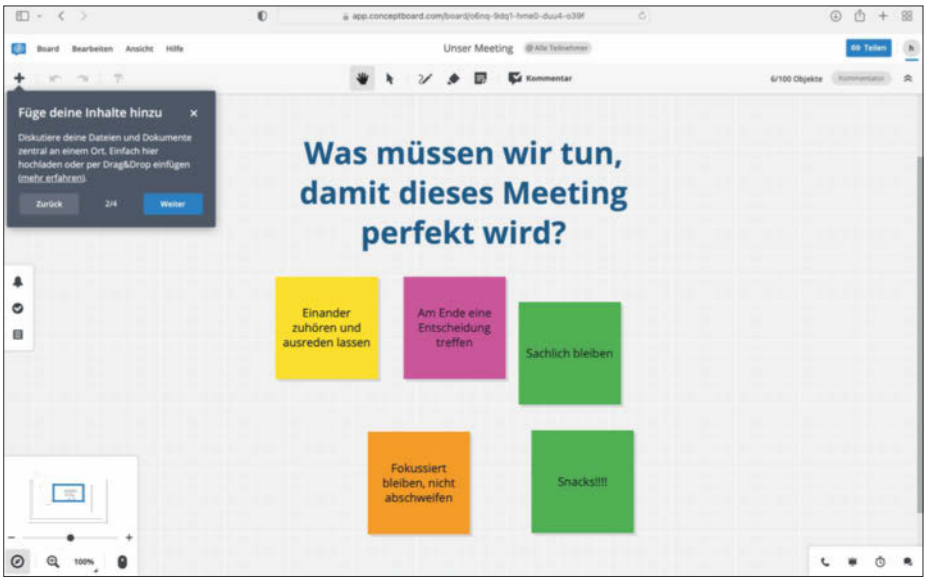
c't kompakt

- Häufige und lange Videokonferenzen lösen Stress und Erschöpfung bei den Teilnehmern aus.
- Gute Vorbereitung, effiziente Moderation und konsequentes Zeitmanagement wirken dem entgegen.
- Dabei helfen Tools für Gruppenarbeit wie virtuelle Whiteboards oder unkonventionelle Methoden wie „Silent Meetings".

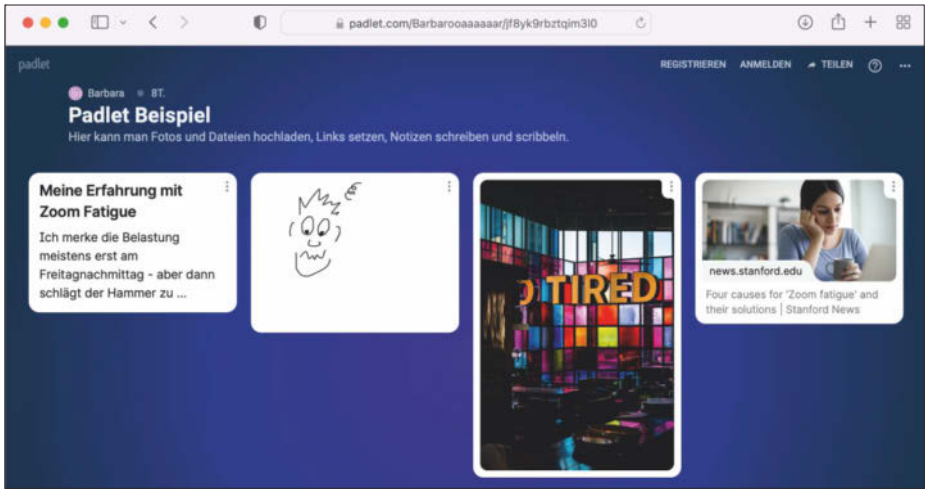
Zeit- und Gruppenrahmen

Steven G. Rogelberg, Professor für Organisationpsychologie, plädiert für das 48-Minuten-Meeting. Ihm zufolge erhöhe die minutengenaue Zeitangabe Pünktlichkeit und positiven Stress – und damit auch die Produktivität. Experimentieren Sie je nach Meeting ruhig mit ungewohnten Zeitfenstern und -dauern, die 48 Minuten sind kein Dogma. Wichtig ist nur, die vorgegebene Zeit genau einzuhalten.

Auch die Gruppengröße ist wichtig für den Erfolg eines Online-Meetings – und



Auf einem „unendlichen" digitalen Whiteboard (hier Conceptboard) verteilen Teilnehmer virtuelle Post-its mit ihren Gedanken, laden Dateien hoch und integrieren Videos – und Moderatoren geben Meetings einen strukturierten Rahmen.



Mit Padlet sammeln Sie Informationen wie auf einer Pinnwand. Vorteil: Die Teilnehmer können auch außerhalb des Meetings Elemente wie Notizen oder Dateien hinzufügen und entfernen.

abhängig von Ziel und Zweck. Bei mehr als zwölf Personen fällt es schwer, wirklich alle einzubeziehen. Bei weniger als vier Menschen sind oft zu wenige Perspektiven auf die Fragestellung vorhanden, um in einem Meeting voranzukommen und aus einer Masse von Gedanken erhellende Erkenntnisse zu destillieren.

Zu langes Sitzen ist Gift fürs Gehirn. Planen Sie bei Videokonferenzen Mikropausen ein, in denen die Teilnehmenden zwei Minuten aufstehen, sich dehnen oder ein Getränk holen können. Wenn es die Kultur in Ihrem Team zulässt, können Sie sich auch gemeinsam dehnen: Jeder schlägt eine Bewegung vor, die jetzt guttut.

Moderieren, nicht diskutieren

Wer zum Meeting einlädt, muss nicht moderieren; wer moderiert, nicht automatisch dokumentieren oder protokollieren. Klare und zuverlässige Rollen machen Videokonferenzen einfacher und effizienter. Ein Moderator bindet alle Teilnehmer ein, lässt Meinungen nicht untergehen und sorgt für eine offene Atmosphäre. Er behält außerdem das Ziel im Blick. Im besten Fall geht er mit einer neutralen Haltung ins Meeting – ohne eigene Agenda und dezidierte Meinung zum Thema.

Um während des Meetings schnell wieder zurück zum Thema zu finden, sobald die Diskussion abdriftet, fragen Sie zum Beispiel hin und wieder: „Und was hat das jetzt mit unserem Ziel zu tun?“ Halten Sie Pausen aus, warten Sie die Antwort ab. Die Reaktionen brauchen in Videokonferenzen länger.

Wenn ein Team keinen festen Moderator, Protokollanten oder Koordinator hat, kann die Rolle von Meeting zu Meeting rotieren. Das stärkt die Organisationsfähigkeiten auch von sonst eher schüchternen Mitgliedern.

Interaktionstools richtig nutzen

Ob Zoom, Microsoft Teams oder Google Meet – die drei großen Anbieter von Videokonferenz-Software warten in ihren bezahlten Angeboten mit ähnlichen Funktionen auf. Neben dem eigentlichen Videocall können Sie einen schriftlichen Chat nutzen und damit alle oder einzelne Teilnehmer anschreiben. Sie können Ihren Bildschirm teilen und so allen Teilnehmern Präsentationen oder Dokumente auf dem eigenen Computer zeigen.

In sogenannten Breakout-Sessions können Sie eine größere Gruppe für eine bestimmte Zeit in mehrere kleinere aufteilen. Diese diskutieren oder arbeiten dann getrennt. Ist die von Ihnen voreingestellte Zeit abgelaufen, kehren sie automatisch zurück ins Plenum.

Struktur durch Whiteboards

Zusätzlich zu den eigentlichen Video-Tools lohnt sich oft ein digitales Online-Whiteboard. Beispiele sind Miro, Mural, Conceptboard, Google Jamboards und das für Microsoft 365 optimierte Deon. Die Grundausstattung ähnelt sich: Auf eine prinzipiell unendliche Fläche können Sie virtuelle Post-its aufkleben, sie beschriften und umsortieren, Text schreiben, Bilder und andere Dokumente hochladen, mit einer Zeichenfunktion kritzeln sowie Pfeile und Emojis einfügen. Dafür bringen die Programme Vorlagen mit, Sie können aber auch eigene erstellen oder freihändig loslegen.

Google Jamboards funktioniert mit Google Meet und speichert die Ergebnisse im Google Drive des Einladenden. Im Unterschied zu den übrigen Whiteboards haben die Jamboards keine unbegrenzte Fläche, sondern Sie blättern durch eine Vielzahl einzelner Boards, die horizontal nebeneinander angeordnet sind. Wenn Browser-Tools für Sie nicht infrage kommen: Deon läuft als einziges der genannten Whiteboards nicht im Browser, benötigt aber eine Windows-Installation (macOS wird in einer Beta unterstützt) und eine Microsoft-365-Lizenz.

Wenn Sie Ihre Videokonferenzen mit unterschiedlicher Software für unterschiedliche Kunden, Partner oder Teams durchführen, empfiehlt sich deshalb eher ein Tool, das von den großen Produktfamilien unabhängig ist. Miro, Mural und Conceptboard laufen im Browser unabhängig vom Betriebssystem und der verwendeten Videokonferenz-Software. Ihre Ausstattung unterscheidet sich nur in Details. Miro hat sogar eine eigene Videokonferenz-Software integriert – Sie können Whiteboard und Teammitglieder also gut auf einem einzigen Bildschirm sehen. Bei Mural können Sie in der „Free forever“-Preisoption fünf Whiteboards – die hier „Murals“ heißen – kostenlos nutzen, bei Miro sind in der kostenlosen Variante drei Boards enthalten.

Conceptboard ist für viele Unternehmen in Deutschland aus der Datenschutzperspektive interessant, weil die AWS-Server laut Unternehmensangaben in Frankfurt am Main stehen. Wie Miro und Mural hat Conceptboard eine freie Version zum Ausprobieren: Man darf so viele Boards anlegen, wie man möchte. Bis zu 100 „geklebte“ Post-its oder andere Elemente pro Board sind kostenlos, darüber hinaus liegen die Kosten bei 5 Euro pro Monat und Benutzer.

Bei Miro, Mural und Conceptboard braucht jeweils nur die Person einen Account, die das Board anlegt. Alle anderen können über einen Link im Browser mitarbeiten. Die Boards lassen sich als PDF oder Bilddatei exportieren und an anderen Orten sichern.

Ergebnisse konservieren

Will man die Arbeitsfläche zusätzlich vor und nach der Sitzung als Hilfsmittel nutzen, kann man auch mit einer Pinnwand wie Padlet arbeiten. Zahlreiche Schulen in Österreich und Deutschland setzten die Software während der Pandemie für den digitalen Unterricht ein. In beruflichen Videokonferenzen hilft Padlet, weil Ar-

beitsgruppen einfach Notizen, Videos, Bilder, Links und eigene Zeichnungen anheften und sammeln können. Auch Checklisten, geografische Karten und Timelines gehören zum Angebot.

Soll am Ende beispielsweise ein Bericht oder Vorschlagskatalog stehen, kann anstelle eines Whiteboards oder einer Pinnwand ein geteiltes Dokument hilfreicher sein, in dem alle gleichzeitig gemeinsam schreiben und dokumentieren – zum Beispiel ein Google Doc.

Eine Open-Source-Alternative ist Etherpad. Dessen entscheidender Vorteil: Sie brauchen kein Konto, niemand muss sich anmelden, Etherpad ist grundsätzlich DSGVO-konform. Dazu muss man die Software auf einem eigenen Server installieren, auf den dann alle Teilnehmer mit ihrem Browser zugreifen.

Für einen Test können Sie einen öffentlichen Etherpad-Server wie Yopad.eu nutzen. Aber Vorsicht: Hier sollten Sie auf keinen Fall vertrauliche Informationen teilen – alles ist öffentlich und kann von jedem im Netz gelesen werden.

Um Mehrheiten zu Meinungen oder Lösungsansätzen im Team strukturiert und gegebenenfalls anonym sichtbar zu machen, helfen flankierende Abstimmungen. Die Pro-Versionen von Google Meet, Zoom und Microsoft Teams bringen dafür einfache Funktionen mit. Sollen die Resultate noch etwas ästhetischer, differenzierter und abwechslungsreicher sein und auch nach der Videokonferenz zur Verfügung stehen, finden Sie auf Mentimeter Abstimmungen, Wortwolken und Quizze. Die Einladungen verschicken Sie über Links im Chat Ihrer Videokonferenz. Ein kostenloser Test-Account bei Mentimeter genügt bereits für einfache Fragen.

Wichtig bei allen Tools ist deren Zusammenspiel: Nach einer Probephase entscheiden Sie sich für ein oder zwei Anwendungen, die gut zu Ihrem Team und den Aufgaben passen. Bleiben Sie dabei. Wenn jedes zweite Meeting mit einer komplett neuen Software inklusive Anmeldung beginnt, erzeugt das nur unnötigen Frust.

Für ein erfolgreiches Online-Meeting müssen alle Beteiligten bisher unbekannte Tools verstehen und ihren Arbeitsplatz gut einrichten. Bieten Sie dafür 15 Minuten vor dem eigentlichen Start eine lockere, vielleicht sogar spielerische Einführung an. Während dieser Zeit können alle zusammen Dinge ausprobieren und bei Bedarf auch ihre Kamera ordentlich ausrichten.

Spiele lockern die Stimmung

Der Beginn einer Videokonferenz entscheidet über den Verlauf. Stolpern, schleichen oder schreiten Sie gemeinsam ins Meeting? Der kurze persönliche Plausch mit den Sitznachbarn, bis alle ihre Plätze gefunden haben und es losgeht, fällt schließlich weg. Was hilft, ist ein kurzes Spiel – speziell zu Beginn des Meetings auch „Eisbrecher“ genannt.

Was zunächst kontraproduktiv wirkt, ist in den vergangenen Jahren in immer mehr Büros eingezogen. Eisbrecher reduzieren Druck, heben das Energielevel und bereiten das Gehirn auf die Diskussion oder die gemeinsame Arbeit vor. Sie wertschätzen die unterschiedlichen Persönlichkeiten der Teilnehmer und sie beziehen alle ein. Der große Vorteil: Wenn jemand schon am Anfang des Meetings etwas gesagt hat, ist die Hemmschwelle geringer, sich später an der Diskussion zu beteiligen. Das Eis ist gebrochen.

Eisbrecher zum Warmlaufen

Vorschläge, um das Eis zu Konferenzbeginn brechen können, gibt es zu Hunderten – und Sie können auch mit eigenen Ideen experimentieren. Wenn Ihre Kollegen Wert auf Ernsthaftigkeit legen und die neue Lockerheit noch ungewohnt ist, starten Sie mit einer einfachen, nicht zu verrückten Frage. Schlagen Sie etwas vor, das zu Ihrem Team passt – und lassen Sie alle zu Wort kommen.

Beispiele für Eisbrecher-Fragen:

- Was müssten wir tun, damit die Konferenz ein Reinfall wird?
- Was ist Deine / Ihre „Superpower“?
- Welches Zauberwort rettet Dich / Sie in den kommenden 60 Minuten?
- Wenn Zeitreisen möglich wären, wohin würdest Du / würden Sie reisen? Warum?

Wenn Sie nicht nur reden, sondern gemeinsam etwas tun oder sich bewegen wollen, können Sie auch Übungen wie diese vorschlagen: Jeder malt für sich in einer Minute ein Tier, das die heutige Stimmung widerspiegelt. Anschließend zeigen alle die Ergebnisse und erklären sie gegenseitig kurz. Oder die Teilnehmer des Meetings sollen in ihrem Arbeitszimmer im Homeoffice einen Gegenstand einer bestimmten Farbe suchen und in die Kamera halten.

Spiele wie diese finden Sie im Blog „Wilde Workshop-Spiele“ (siehe ct.de/yq9w). Noch ein Tipp: Spielen Sie immer nur eine kurze Runde, die ganze Aktion sollte nicht länger als fünf bis sieben Minuten dauern. Andernfalls verlieren Sie das Ziel des Meetings aus dem Blick.

Tools für Videokonferenzen

Name	Conceptboard	Deon	Miro	Mural	Google Jamboards	Padlet	Google Docs	Etherpad	Mentimeter
Hersteller	Conceptboard Cloud Service GmbH (D)	Deon GmbH (D)	Realtime Board (USA)	Mural (USA)	Alphabet (USA)	Wallwisher (USA)	Alphabet (USA)	The Etherpad Foundation	Mentimeter AB (Schweden)
URL	conceptboard.com	deon.de	miro.com/de	mural.co	jamboard.google.com	de.padlet.com	docs.google.com	etherpad.org	mentimeter.com
Typ	Whiteboard	Whiteboard	Whiteboard	Whiteboard	Whiteboard	Pinwand mit Timeline und Karte	Textverarbeitung in Gruppen	Textverarbeitung in Gruppen	Abstimmungen, Umfragen, Quizze
Einsatzzweck	Gruppenlösungen erarbeiten	Gruppenlösungen erarbeiten	Gruppenlösungen erarbeiten	Gruppenlösungen erarbeiten	Gruppenlösungen erarbeiten	Informationen sammeln & teilen	Stille Meetings	Stille Meetings	Eisbrecher und Stimmungsbilder
Plattform	Browser	Windows ab 7, macOS ab 10.15 (Beta)	Browser	Browser	Google Meet	Browser	Browser	Browser (eigener Server)	Browser
kostenlos	100 Elemente	2 Projekte	3 Boards	5 Boards	✓	✓	✓	✓	2 Fragen, 5 Quizze
Premium-Gebühr pro Monat und Nutzer	ab 5 €	ab 12 €	8 US-$	ab 10 US-$	-	ab 12 US-$	-	-	ab 10 US-$

Große Gruppen führen

Nicht immer bleibt es bei maximal zwölf Teilnehmern. Was tun Sie, wenn in großen Organisationen 50 Menschen an einem Projekt-Kickoff teilnehmen? Was, wenn 25 Führungskräfte in einer Runde zusammenkommen?

Während kleine Gruppen ein gutes Stück dynamisches Chaos mit geöffneten Mikros und gleichzeitigem Arbeiten vertragen, benötigen große Gruppen viel Disziplin. Am besten machen Sie schon im Vorfeld allen die Regeln klar.

Neben der bereits eingangs erwähnten Kamera bleibt auch das Mikrofon in der Regel ausgeschaltet. Wer etwas sagen möchte, nutzt die „Hand heben"-Funktion. Der Moderator ruft den Teilnehmer auf, dieser öffnet das Mikrofon. Fragen und Diskussionsbeiträge kann die Runde auch in den Chat schreiben. Aber Achtung: In den meisten Fällen wird der Chat nach Ende der Konferenz gelöscht.

Zu Wort kann in großen Gruppen zwar nicht jeder kommen, trotzdem lässt sich die komplette Runde einbeziehen. Eisbrecherfragen sind zum Beispiel auch in großen Gruppen möglich – vor allem durch die bereits erwähnten Umfrage-Tools.

Sie können auch auf einem digitalen Whiteboard Meinungen und Stimmungen einfangen. Schreiben Sie eine aktivierende Frage zum Thema auf das Board und geben Sie den Teilnehmern einige Minuten Zeit, ihre Antwortkärtchen anzuheften. Dann fassen Sie als Moderator die Ergebnisse kurz zusammen.

Kurze Impulsbeiträge, die einige Teilnehmer vorbereitet haben und die nicht länger als 20 Minuten dauern sollten, geben einer großen Konferenz Struktur. Darauf können wiederum 15 bis 20 Minuten Fragen und Antworten respektive Diskussion folgen.

Breakout Sessions

Wollen Sie, dass die Menschen auch in großen Meetings miteinander ins Gespräch kommen, Vorschläge machen und ihr Wissen teilen, bieten sich Breakout-Sessions an. Sie sind in den kostenpflichtigen Pro-Versionen der meisten Videokonferenzprogramme möglich.

Wichtig: Machen Sie die Aufgabenstellung und den Zeitrahmen klar. Schreiben Sie diese auf ein digitales Whiteboard, posten Sie einen Link zu einem Online-Dokument mit der Aufgabe in den Chat oder lassen Sie die Teilnehmer sich die Aufgabe notieren. Aber Achtung: Nicht in allen Programmen kann man in einem Breakout-Room auf den allgemeinen Chat zugreifen. Damit alles klappt, sollten die Moderatoren zwischen den Breakout-Räumen springen und die Kollegen unterstützen.

Lassen Sie die Teilnehmer nicht zu lang mit ihrer Aufgabe allein. Je nach Dauer des Meetings sind 10 bis 30 Minuten ein guter Richtwert. Wenn alle aus den Räumen zurückkehren, geben Sie der Präsentation von Ergebnissen und Erfahrungen Raum. So profitieren alle davon. Eine Alternative schlägt Psychologie-Professor Rogelberg vor: Teilen Sie ein großes Meeting in mehrere kleinere Meetings mit weniger Teilnehmern auf – oder laden Sie Menschen nur zu bestimmten Agenda-Punkten ein.

Wissen teilen in Silent Meetings

Niemand spricht, alle arbeiten, keine PowerPoint-Präsentation, sondern eine gemeinsame Tischvorlage – so funktionieren Silent Meetings, „stille Besprechungen". Entwickelt hat dieses Konferenzformat vor einigen Jahren Amazon. Speziell zu PowerPoint sagte Gründer Jeff Bezos 2018: „Vor vielen, vielen Jahren haben wir PowerPoint-Präsentationen bei Amazon abgeschafft. Und das ist vielleicht das Klügste, das wir jemals gemacht haben."

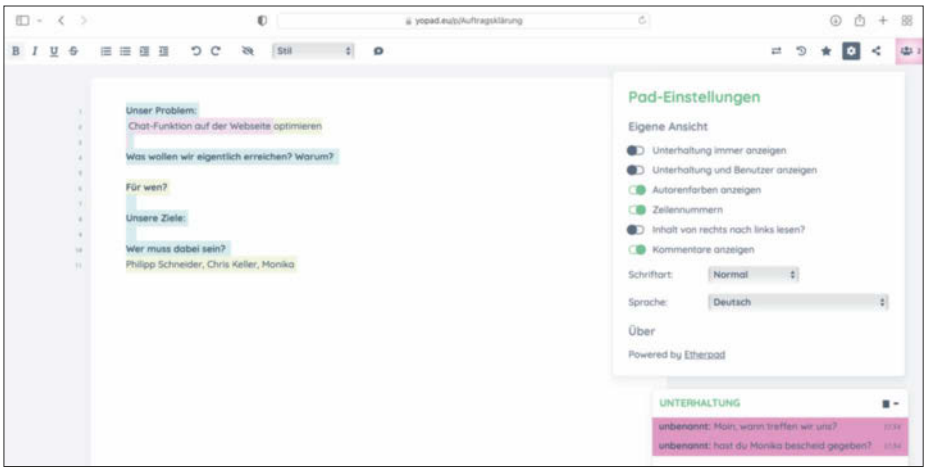
Meetings bei Amazon beginnen nicht mit einem Vortrag oder einem Spiel, sondern – lesend. Der Versandhändler hat die ungeliebten Präsentationen durch „Narrative" oder Memos ersetzt, die in ganzen, zusammenhängenden Sätzen und in einer nachvollziehbaren Struktur auf stets sechs Seiten formuliert sind; ohne Stichpunkte und ohne Grafiken.

Um sicherzugehen, dass vor der Diskussion auch wirklich jeder diesen Text gelesen hat, reservieren Sie am Anfang eines einstündigen Meetings 30 Minuten. In dieser Zeit lesen alle gemeinsam das Memo und machen für sich selbst Anmerkungen. Danach klären Sie fünf Minuten Verständnisfragen, anschließend arbeiten alle Teilnehmer gemeinsam an dem Narrativ, dabei darf es auch lauter werden. Am Ende steht eine gemeinsame Beschlusslage. Nach weiteren fünf Minuten für „Next Steps", der Vergabe neu erwachsener Aufgaben, folgen fünf Minuten Schluss für Stimmungsbild, Feedback und Abschied.

Der Bezahldienstleister Square hat die Methode modifiziert: Dort äußert nach dem Lesen jeder Teilnehmer in zufälliger Reihenfolge zunächst einen Kommentar. Das verhindert ein Framing der Diskussion durch denjenigen, der zuerst das Wort ergreift. Alle Meinungen finden gleichberechtigt Gehör, auch die der eher zurückhaltenden Teilnehmer.

Noch besser und in Videokonferenzen prädestiniert arbeitet die Gruppe in einem geteilten Textdokument, zum Beispiel in Google Docs oder Etherpad. Dort lesen alle das Dokument und fügen Kommentare hinzu, für die das Tool jedem Teilnehmer automatisch eine eigene Farbe zuweist. Anschließend liest jeder die Kommentare der anderen, dann folgen die Diskussion und die Synthese. Zu groß sollte die Gruppe daher nicht werden, bei mehr als zehn Personen geht der Überblick erfahrungsgemäß schnell verloren.

Noch mehr als in „normalen" Meetings entscheidet in diesem Format eine gute Moderation über den Erfolg. Wer



In einem Etherpad schreiben mehrere Menschen gleichzeitig im selben Dokument – die unterschiedlichen Nutzer werden in verschiedenen Farben dargestellt.

moderiert, durchkämmt die Kommentare, strukturiert sie und leitet anhand dieser Leitplanken die folgende Diskussion, an deren Ende ein sinnstiftend fortgeschriebener Text steht. Außerdem behält diese Person – wie in jedem anderen Meeting auch – die Uhr im Auge.

Im Verlauf klärt der Moderator folgende Fragen: Worauf können wir uns einigen, worauf nicht? Was sind gemeinsame Standpunkte? Woran muss noch – außerhalb des Meetings – gearbeitet werden?

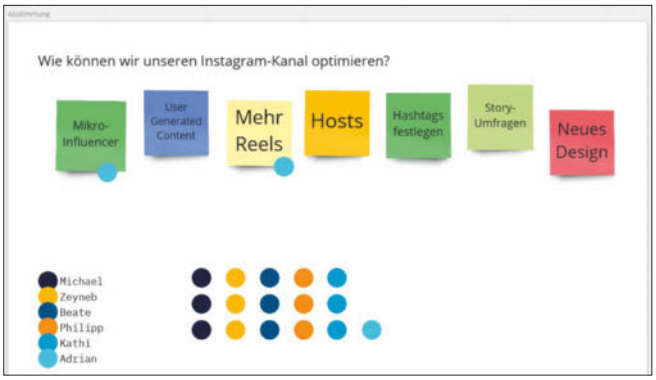
Ein stilles Meeting eignet sich gut, wenn sich ein Team gemeinsam vergleichsweise tief in ein Thema einarbeiten und eine gemeinsame Lösung entwickeln will. Die Person, die das Memo geschrieben hat, ist natürlich die Expertin, aber so werden alle schnell auf denselben Stand gebracht.

Ideen entwickeln

Klassische Brainstorming-Runden können in hitzige Diskussionen ausarten, gute Ideen stiller Persönlichkeiten gehen schnell unter. Trennen Sie deshalb die Ideenfindung und die Diskussion darüber. Geben Sie jedem in der Runde fünf bis zehn Minuten Zeit, alleine für sich verschiedene Lösungsmöglichkeiten für ein Problem zu finden. Am besten geht das ganz analog auf Papier – gezeichnet oder in Stichpunkten. Der Wechsel regt das Gehirn an und schafft Distanz zum PC.

Danach wechseln Sie zu einem gemeinsamen Online-Dokument, einem digitalen Whiteboard oder einem Padlet, um die Ideen vorzustellen, vielleicht zwei oder drei zu kombinieren, sie gemeinsam weiterzuentwickeln und darüber abzustimmen. Jedes gute Meeting endet mit einer Entscheidung über die nächsten Schritte, die Übersetzung in die tägliche Arbeit. Auch dabei sind Videokonferenzen besonders kompliziert. Den Raum zu „lesen“ und die Stimmungen einzufangen ist fast unmöglich.

Es lohnt sich daher, etwas Arbeit und Überlegung in eine Abstimmung oder ein Meinungsbild zu investieren. Wenn ohnehin klar ist, dass die Chefin am Ende entscheidet, brauchen Sie keine weiteren Methoden. Wenn Sie jedoch gemeinsam entscheiden oder zumindest ein Stimmungsbild gewinnen möchten, können Sie die Teilnehmer beispielsweise Pitches vorbereiten und in zwei bis drei Minuten ihre Ideen erklären lassen: Worum geht es? Was sind die Vorteile und Risiken? Was brauchen wir dafür? Danach gibt es drei bis fünf Minuten Zeit für Verständnisfragen. Zum Schluss stimmen alle ab.



Für differenzierte Abstimmungen nutzen Sie Whiteboards, auf denen die Teilnehmer mit farbigen Stickern Punkte für einzelne Vorschläge verteilen.

Eine Abstimmung kann wie beschrieben mit einem in die Videokonferenz-Software integrierten Tool erfolgen. Für ein nuancierteres Stimmungsbild können Sie auch auf einem digitalen Whiteboard abstimmen lassen: Sie schreiben die Vorschläge auf Post-its, die Sie auf die Fläche kleben. Anschließend verteilen die Teilnehmer Klebepunkte unter den Vorschlägen. Mit verschiedenen Formen und Farben geht das auch personalisiert, und je nach Anzahl der Vorschläge kann jeder bis zu drei Punkte frei verteilen – auch alle drei Punkte auf einen Vorschlag für eine unschlagbare Idee.

Eine weitere Alternative: Jedes Teammitglied schreibt drei Lösungsideen auf jeweils einen virtuellen Post-it und positioniert sie auf dem digitalen Whiteboard. Dann „klebt“ jeder eine Notiz mit seinem Namen unter die Idee, die ihn am meisten anspricht. Die Moderation entfernt anschließend alle Vorschläge ohne einen Post-it, ebenso die Namen. Wenn Sie zwei weitere Runden durchführen, bleiben am Ende zwei oder drei gute Ideen übrig. Miro und Mural haben dafür sogar eine eigene Funktion: Sie können angeben, über welche Elemente wie etwa Post-its oder hochgeladenen Dateien abgestimmt werden soll und wie viele Stimmen jede Person abgeben kann.

Für besonders heikle Fälle lohnt sich manchmal ein radikaler Perspektivwechsel. Angenommen, Sie haben verschiedene mögliche Wege ausgemacht, Risiken und Chancen abgewogen – aber das Team kann sich nicht entscheiden. Versuchen Sie, die Entscheidung umzudrehen: Zeichnen Sie auf ein digitales Whiteboard eine Tabelle. In die linke Spalte schreiben Sie die Namen der Teammitglieder, über die folgenden Spalten die einzelnen Vorschläge. Nun beziffert jeder seine Ablehnung gegen jede einzelne Idee und schreibt sie in seine Spalte: 0 bedeutet „keine Ablehnung“, 10 bedeutet „Nur über meine Leiche“. Angenommen ist der am wenigsten verhasste Vorschlag. Auf der Seite Retromat.org finden Sie weitere Anregungen.

Den eigenen Stil finden

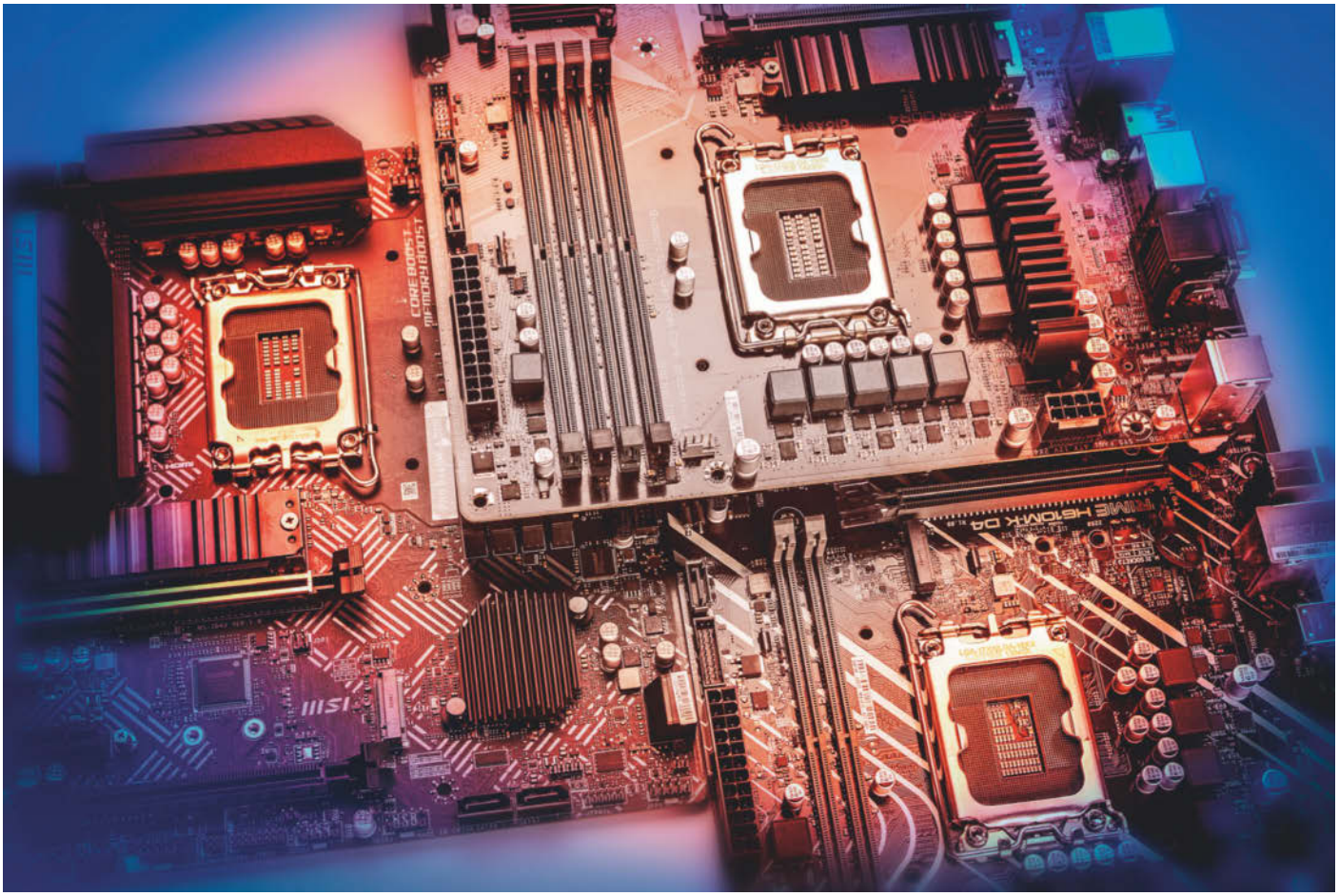
Die vorgeschlagenen Tools und Methoden sind nicht in Stein gemeißelt. Sie können sie genau wie unseren Vorschlag für die Regeln in Online-Meetings flexibel handhaben und an Ihre Zwecke anpassen. Letztere sollten Sie verschriftlichen, mit Leben füllen und danach handeln. Im Ergebnis stehen dann hoffentlich Videokonferenzen, die keine Energie rauben, sondern sogar Energie schenken. *(mon@ct.de)* c't

***Wilde Workshop-Spiele:* ct.de/yq9w**

Regeln in Online-Meetings

Jede Organisation ist anders. Suchen Sie sich bestimmte Dinge aus, probieren Sie, nutzen Sie alles, was gut funktioniert – und vereinbaren Sie Regeln für Meetings. Ein Beispiel:

1. Wir lassen einander ausreden.
2. Wir gehen wertschätzend miteinander um.
3. Die Kamera muss nur in bestimmten, wichtigen Situationen eingeschaltet sein.
4. Verständnisfragen sind jederzeit erlaubt, am besten über den Chat.
5. Wir dokumentieren unsere Fortschritte.
6. Wir lassen E-Mails, Anrufe und andere Arbeit links liegen und konzentrieren uns voll aufs Meeting.
7. Wir sind pünktlich – am Anfang und am Ende des Meetings.



Zwölfer-Bretter

Preiswerte Serie-600-Mainboards für Core-i-12000-Prozessoren

Für die zwölfte Generation der Core-i-Prozessoren gibt es die drei Chipsätze H610, B660 und H670 für Mainboards ohne viel Bling-Bling. Unser Test bestätigt, dass die Boards bis zu vier 4K-Displays ansteuern, was sie in Zeiten teurer Grafikkarten besonders attraktiv macht.

Von Christian Hirsch

Die aktuellen Core-i-CPUs „Alder Lake“ brachte Intel nicht auf einen Schlag in den Handel, sondern beschränkte sich im Herbst vergangenen Jahres zunächst auf die High-End-Varianten für Übertakter. Gleiches galt für die Chipsätze, denn es gab zunächst nur LGA1700-Mainboards mit der teuersten Variante Z690. Für die allermeisten Nutzer sind hingegen die preiswerteren Alder-Lake-CPUs der Serien Core i3- und i5-12000 mit vier und sechs Kernen sowie die beiden Dual-Cores Celeron G6900 und Pentium Gold G7400 attraktiver. Diese Core i-12000 mit bis zu 65 Watt „Processor Base Power“ (ehemals TDP, Thermal Design Power) gibt es seit Jahresanfang zu kaufen und sie eignen sich dank hoher Singlethreading-Leistung nicht nur für Office-, sondern auch für Gaming-PCs [1].

Dazu passende, günstigere LGA1700-Boards mit H610-, B660- oder H670-Chipsatz hat Intel zur gleichen Zeit vom Stapel gelassen. Für den Test haben wir uns das zum Auswahlzeitpunkt jeweils billigste Core-i-12000-Board mit H610-, B660- und H670-Chipsatz herausgesucht und das Testfeld um ein etwas teureres B660-Board ergänzt.

Günstigstes Board ist das Asus Prime H610M-K D4 für 95 Euro, den mittleren Preisbereich decken das Gigabyte B660M DS3H DDR4 und das MSI Pro B660M-A DDR4 für 120 beziehungsweise 155 Euro ab. Das Mini-ITX-Board Asrock H670M-ITX/ax für 185 Euro begrenzt das Testfeld nach oben hin. Weil DDR5-RAM immer noch doppelt so viel kostet wie DDR4-Speicher, haben wir uns auf Boards für die günstigere Speichertechnik beschränkt.

Zur Ausstattung der vier getesteten Boards zählen jeweils mindestens ein PEG-Slot, ein M.2-Steckplatz für schnelle NVMe-SSDs mit PCIe-Interface und vier SATA-Ports, um außer SSDs auch Festplatten oder optische Laufwerke anschließen zu können. Mit Ausnahme des billigsten

Modells von Asus haben die Boards Multigigabit-Ethernet mit 2,5 Gbit/s. Mit zwei beziehungsweise vier DIMM-Slots sind maximal 64 beziehungsweise 128 GByte Arbeitsspeicher möglich.

Damit decken die Alder-Lake-Boards ein breites Spektrum ab. Denkbar ist der Einsatz in einer günstigen Surfstation, als Office-PC, der auch für anspruchsvollere Aufgaben wie Bildbearbeitung oder Software-Entwicklung taugt, oder mit einer Grafikkarte als Gaming-Maschine. Zudem lässt sich mit den Boards auch ein Heimserver bauen, sofern man auf Profi-Features wie ECC-RAM und Hardware-Fernwartung wie IPMI verzichtet. Diese Funktionen behält Intel den Xeon-Varianten von Alder Lake und den dazugehörigen Server-Chipsätzen der C-Serie vor, die aber wohl erst in einigen Monaten kommen.

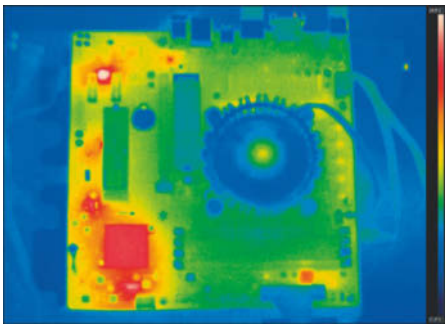
Schnelleres PCI Express

Für die verschiedenen Chipsätze der Serie 600 fertigt Intel nur ein einziges Halbleiter-Die in 14-Nanometer-Technik und schaltet jeweils unterschiedliche Funktionen frei. Das betrifft unter anderem die Zahl der PCI-Express-Lanes sowie der USB- und der SATA-Ports [2]. B660 und H670 ähneln sich bei den Funktionen stark. Sie stellen im Unterschied zu den Vorgängern nun PCIe-4.0-Lanes bereit, um beispielsweise mehrere schnelle M.2-SSDs anzubinden. Von den USB-Ports können bis zu zwei im USB 3.2-Gen-2x2-Modus mit 20 Gbit/s arbeiten.

Während der B660 nur mit vier DMI-4.0-Lanes am Prozessor hängt, können die Daten beim H670 über doppelt so viele Leitungen mit bis zu 16 GByte/s fließen. In der Praxis konnten wir aber keinen Geschwindigkeitsunterschied zwischen B660 und H670 mit einer am Chipsatz angebundenen PCIe-4.0-x4-SSD messen. Sie erreichte jeweils ihr volles Tempo von rund 6,6 GByte/s.

Der H610 ist hingegen enorm abgespeckt. Er darf selbst nur PCIe 3.0 sprechen und für USB ist bei 10 Gbit/s Schluss. Zusätzlich beschränkt Intel bei H610-Boards auch die Fähigkeiten des Prozessors. So lassen sich maximal drei der vier möglichen Display-Anschlüsse nutzen, es ist nur ein DIMM-Slot pro Speicherkanal erlaubt und die vier PCIe-4.0-Lanes der CPU fallen weg.

Bei der Recherche für diesen Artikel ist uns aufgefallen, dass bei vielen Boards die Hersteller nur PCI Express 4.0 als Schnittstelle für den PEG-Slot angeben, obwohl alle Alder-Lake-Prozessoren einschließlich des billigsten Celeron G6900 PCI Express 5.0 können sollen. Das trifft auf drei der vier Testkandidaten zu. Erst bei Boards ab rund 170 Euro arbeitet der Grafikkartensteckplatz im PCIe-5.0-Modus. Prüfen können wir das nicht, weil es noch keine PCIe-5.0-Grafikkarten und -SSDs zu kaufen gibt.



Im Leerlauf verheizt der Leitungsverstärker für die RS-232-Schnittstelle (hellroter Punkt oben links) auf dem Gigabyte B660M DS3H unnötig Strom. Auch das Abschalten der seriellen Schnittstelle im BIOS-Setup ändert daran nichts.

Vermutlich sind die Anforderungen an die Qualität des Platinenmaterials bei PCIe 5.0 höher, da für die neue Schnittstellenvariante strengere Vorgaben für elektrische Eigenschaften wie Dämpfung und Widerstand gelten. In einer Stichprobe ermittelten wir, dass Boards mit PCIe 5.0 eine Platine mit mindestens sechs Kupferschichten (6 Layer) verwenden, während die günstigeren mit PCIe 4.0 hauptsächlich preiswertere 4-Layer-Leiterplatten nutzen.

Im Vergleich zu den Vorgängern, aber auch zu den aktuellen Mainboards für AMD Ryzen kosten die Serie-600-Boards überdurchschnittlich viel. Selbst die sparsam ausgestatteten H610-Boards kosten um die 100 Euro, während die H510-Vorgänger bei 60 Euro starten. Das lässt sich nicht allein durch die angespannte Situation bei den Chipzulieferern erklären. Für die häufig verwendeten Realtek-Audio-Chips beträgt die Lieferfrist beispielsweise inzwischen mehr als ein halbes Jahr. Gerüchte sprechen davon, dass die größere CPU-Fassung LGA1700 teurer ist als die vorher verwendete LGA1200. Gleiches gilt wohl auch für die Spannungswandlerbauteile, die bei Alder Lake nun die Intel-Vorgabe IMPV9.1 erfüllen müssen.

Dauerbrenner Power-Limits

Inzwischen wird das Thema Power-Limits leider zur dauerhaften Rubrik bei unseren Intel-Board-Tests. Die Board-Hersteller betreiben Core-i-CPUs mit fehlerhaften Vorgaben, sodass sie unter Last mehr Energie als zulässig schlucken. Das sorgt nicht nur für eine höhere Stromrechnung, sondern belastet auch Netzteil und Kühler stärker, wodurch der Rechner lauter wird. Mit der schnellsten Alder-Lake-CPU Core i9-12900K passen die Werte zwar mit Ausnahme des MSI-Boards, das statt 241 Watt fürs Turbofenster und anschließend 125 Watt dauerhafte 255 Watt einstellt.

Die Spannungswandler auf dem Asus Prime H610M-K D4 und dem Gigabyte B660M DS3H DDR4 sind bereits mit den Intel-Vorgaben für den Core i9-12900K überfordert. Sie überhitzen, sodass die CPU in einem ständigen Auf und Ab ihren Takt drosselt und wieder erhöht. Vermut-



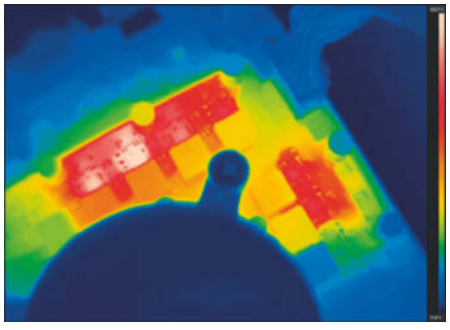
Großes Lob an Asus: Die BIOS-Option „Max Power Saving“ aktiviert mit einem Klick sämtliche Stromsparfunktionen des Prozessors.

lich liegt das daran, dass im Unterschied zum Asrock H670M-ITX/ax und MSI Pro B660M-A DDR4 keine Kühlkörper auf den Wandlern sitzen. Im Rendering-Benchmark Cinebench R23 rechnen das Asus- und das Gigabyte-Board deshalb um zwei beziehungsweise fünf Prozent langsamer.

Testweise haben wir außerdem den Core i5-12600K eingebaut. Alle Boards stellen statt dem von Intel empfohlenen Power-Limit 2 von 150 Watt den viel höheren Wert des Core i9-12900K von 241 Watt ein. Auch damit drosseln die Boards von Asus und Gigabyte. Mit Intel-Vorgabe passiert das hingegen nicht. Wir empfehlen deshalb bei allen Serie-600-Boards grundsätzlich immer die Power Limits im BIOS zu kontrollieren und sie gegebenenfalls auf die korrekten Werte einzustellen [3].

Bei den Lüfterregelungen machen die Hersteller dagegen inzwischen alles richtig. PWM-Lüfter mit 4-Pin-Anschluss regeln sie an den CPU-Fan- und Gehäuselüfteranschlüssen über den gesamten Bereich des Tastverhältnis von 0 bis 100 Prozent. Lediglich das Asus Prime H610M-K D4 beginnt erst bei 20 Prozent, was in der Praxis aber keine Auswirkungen hat, weil die meisten Lüfter auf CPU-Kühlern erst ab 30 Prozent ihre Drehzahl erhöhen.

Die Boards von Asrock und MSI erkennen bei den Gehäuselüfteranschlüssen im Unterschied zu denen von Asus und Gigabyte nicht automatisch, ob ein PWM-gesteuerter 4-Pin-Lüfter oder ein spannungsgeregelter 3-Pin-Lüfter angeschlossen ist. In diesem Fall muss man im BIOS-Setup den Lüftertyp von Hand umstellen, damit der Rechner nicht unnötig laut ist.



Bereits nach rund 20 Sekunden Volllast haben sich die Spannungswandler auf dem Asus Prime H610M-K D4 auf über 125 Grad Celsius aufgeheizt. Das Board zieht die Notbremse und der Core i9-12900K drosselt seine Geschwindigkeit.

Linux-Besonderheiten

Zusätzlich zu Windows 11 haben wir die Mainboards auch mit dem aktuellen Ubuntu Linux 21.10 getestet. Die Xe-Grafik der Core i-12000 wird mit dem dort eingesetzten Kernel 5.13 noch nicht optimal unterstützt. Mit dem Bootparameter `i915.force_probe=4680` lässt sich das aber erzwingen. Erst beim Kernel 5.16 ist der passende Treiber selbsttätig aktiv.

Die Leistungsaufnahme der Mainboards bewegt sich auf identischem Niveau wie unter Windows 11. Das gilt sowohl für die nicht optimierten Herstellereinstellungen als auch für unsere Verbesserungen mit eingeschalteten CPU-C-States und den Energiesparoptionen durch den Kommandozeilenbefehl `powertop --auto-tune`.

Auffälligkeiten gab es beim Asrock H670M-ITX/ax und dem Gigabyte B660M DS3H. Der moderne Intel-WLAN-Adapter AX211 des Asrock-Boards funkt erst ab dem Kernel 5.16.6, dann aber auch nur im Wi-Fi-6-Modus und nicht mit Wi-Fi 6E. Zudem erreichte die schnelle USB-C-Buchse mit USB 3.2 Gen 2x2 unter Ubuntu 21.10 mit rund 1 GByte/s nur die Hälfte des Durchsatzes unter Windows 11. Das Gigabyte B660M DS3H ließ sich zwar in den Suspend-Zustand versetzen, direkt nach dem Aufwachen bleibt das System aber mit einem dunklen Bildschirm hängen. Vermutlich liegt das an einem Firmware-Fehler, denn die anderen Boards mit sehr ähnlicher Ausstattung haben dieses Problem nicht. Mit der Bootoption `noapic` als Workaround funktioniert das Aufwachen.

Fazit

Grundsätzlich sind alle vier getesteten Boards für den Bau eines Alder-Lake-Systems geeignet. Instabilitäten oder größere Probleme zeigte zwar keines, perfekt sind sie jedoch auch nicht. Vor allem beim Thema Leistungsaufnahme und Power-Limits müssen die Hersteller aus unserer Sicht noch einmal nacharbeiten. Hier müsste auch Intel viel mehr Druck ausüben. Dass es besser geht, zeigt AMD, denn alle Ryzen-Boards halten die AMD-Vorgaben im Auslieferungszustand ein.

Bei der Ausstattung legen die Serie-600-Boards gegenüber ihren Vorgängern eine Schippe drauf. So gibt es mit Ausnahme des H610 nun PCI Express 4.0, 2,5-Gbit/s-Ethernet setzt sich langsam als Standard durch und die Zahl der Monitor-



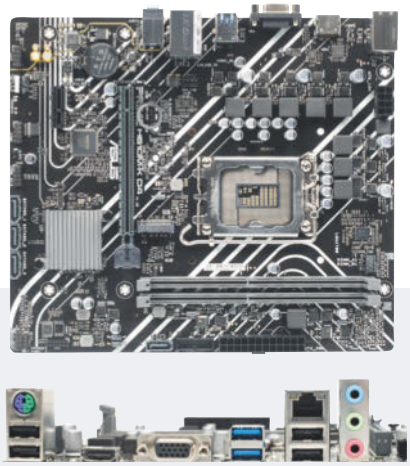
Asrock H670M-ITX/ax

Das Asrock H670M-ITX/ax vereint zwei Besonderheiten. Zum einen ist es eines der wenigen erhältlichen Boards mit H670-Chipsatz und zum anderen eignet es sich durch das Mini-ITX-Format für besonders kompakte Rechner. Dennoch muss es sich bei der Ausstattung nicht verstecken. Das Board nimmt zwei M.2-SSDs auf und trägt zudem zwei Ethernet-Ports, einer davon arbeitet mit 2,5 Gbit/s. Darüber hinaus packt Asrock auf das H670M-ITX/ax ein Wi-Fi-6E-Modul. Auf kurze Entfernungen schafft es 556 Mbit/s, bei 20 Metern Abstand sind es noch 303 Mbit/s. Beide Werte sind für moderne WLAN-Adapter gut bis sehr gut.

4K-Monitore lassen sich über je einen HDMI und DisplayPort anschließen. Für Peripheriegeräte gibt es außer vier USB-2.0- und zwei USB-A-Buchsen mit 10 Gbit/s auch eine als USB-C. Diese kann USB 3.2 Gen 2x2 und erreicht mit einer schnellen externen SSD eine Transfergeschwindigkeit von rund 2 GByte/s.

Im Leerlauf benötigt das Asrock H670M-ITX/ax mit Werkseinstellungen satte 27 Watt. Durch Optimieren im BIOS-Setup konnten wir den Bedarf auf 21 Watt senken. Aber auch das ist recht viel. Im Soft-off-Modus patzt es: Auch bei Setzen der ErP-Option schluckt es mit 1,3 Watt erheblich mehr als die erlaubten 0,5 Watt.

- Wi-Fi 6E & Dual-LAN
- USB-C mit 20 Gbit/s
- hoher Energiebedarf



Asus Prime H610M-K D4

Asus richtet sich mit dem Prime H610M-K D4 an Sparfüchse. Zu einem Preis von 95 Euro ist es eine der günstigsten Hauptplatinen für Core-i-12000-Prozessoren. Dafür muss man einige Einbußen bei der Ausstattung hinnehmen. So gibt es lediglich einen HDMI-Port für digitale Monitore und nur zwei DIMM-Slots. Der einzige M.2-Slot hängt am Chipsatz und nicht am Prozessor. Dadurch kann er zwar auch SATA-SSDs aufnehmen, läuft aber mit NVMe-SSDs maximal mit PCIe-3.0-x4-Tempo. Das begrenzt die Geschwindigkeit auf 3,6 GByte/s. Statt einer Befestigungsschraube hält die SSD mit einem praktischen Schnellverschluss im M.2-Slot.

Obwohl der H610-Chipsatz auch USB mit 10 Gbit/s könnte, rüstet Asus das Prime H610M-K D4 lediglich mit USB-3.1-Gen-1-Ports (5 Gbit/s) aus. Die rund 460 MByte/s reichen für externe Festplatten aus, bremsen aber SSDs aus. Zudem kann der aufgelötete Ethernet-Chip maximal 1 GBit/s.

Einen Vorteil hat die spartanische Ausstattung. Schon 11 Sekunden nach dem Einschalten ist das System betriebsbereit. Der Energiebedarf bei ruhendem Windows-Desktop beträgt 19 Watt. Das ist der geringste Wert der vier LGA1700-Boards. Durch Einschalten der C-States und des Power-Managements konnten wir noch einmal 5 Watt herausholen. Unter Last sind die Wandler jedoch mit dem Core i9-12900K überfordert.

- kurze Bootdauer
- sparsam
- Spannungswandler überhitzen



Gigabyte B660M DS3H DDR4

Das B660M DS3H DDR4 von Gigabyte ist das günstigste Alder-Lake-Board mit drei digitalen Displayanschlüssen. Per HDMI 2.1 und DisplayPort 1.4 können alle Ausgänge 4K-Monitore mit 60 Hertz ansteuern. Wer für Entwicklungsumgebungen, mehrere virtuelle Maschinen viel Bildschirmfläche für überschaubares Geld sucht, ist hier richtig. Auch die weitere Ausstattung erfüllt alle Merkmale moderner PCs: In der I/O-Blende sind USB-C-Anschlüsse mit 10 Gbit/s, Ethernet mit 2,5 Gbit/s untergebracht. Auf dem Board ist Platz für vier Speicherriegel und zwei M.2-SSDs mit PCIe-4.0-Interface.

Die vier internen USB-2.0-Ports für Frontanschlüsse sind nicht direkt mit dem B660-Chipsatz angebunden, sondern hängen via Hub-Chip von Genesys Logic an diesem. Das kann bei einem weiteren externen Hub in einigen Fällen zu Verbindungsschwierigkeiten führen. Besser ist es, in diesem Fall die USB-2.0-Buchsen an der Rückseite zu nutzen. Mit 23 Watt und 20 Watt im optimierten Zustand, benötigt auch das Gigabyte-Board relativ viel Energie.

Als Extras bringt das DS3H DDR4 für Overclocker einen internen Reset-Taster sowie einen für die Q-Flash-Funktion mit. Die erlaubt es, das BIOS auch ohne CPU und RAM von einem USB-Stick zu aktualisieren, beispielsweise um das Board für kommende Prozessoren fit zu machen.

- drei digitale Displays
- BIOS-Update ohne CPU
- Standbyprobleme unter Linux



MSI Pro B660M-A DDR4

Das MSI Pro B660M-A DDR4 ist eines der wenigen LGA1700-Mainboards, das alle vier digitalen Monitorausgänge der Alder-Lake-Prozessoren nach außen führt. Mit je zwei HDMI- und DisplayPort-Anschlüssen lässt sich daran eine kleine Monitorwand aus vier 4K-Displays betreiben. Das spart bei den derzeitigen Grafikkartenpreisen eine Menge Geld. Dabei sollte man aber beachten, dass die Leistungsaufnahme mit vier Monitoren von 29 auf 34 Watt steigt.

Das Pro B660M-A DDR4 schluckt auch bei anderer Gelegenheit viel Strom. Im Standby-Zustand genehmigt es sich 2,9 Watt. Die anderen Boards im Test kommen mit rund der Hälfte aus. Trotz der umfangreichen Ausstattung mit zwei M.2-Slots, zwei PEG-Steckplätzen für Grafikkarten und 2,5-Gbit/s-Ethernet bootet das MSI-Board sehr flott in 11 Sekunden.

Für Peripheriegeräte gibt es im I/O-Panel sechs USB-A-Buchsen, jeweils zwei davon mit 10 Gbit/s, 5 Gbit/s und USB 2.0 (480 Mbit/s). Für USB-C benötigt man ein PC-Gehäuse mit einem Frontanschluss. Den dafür notwendigen internen 20-poligen geschirmten Anschluss bringt das Pro B660M-A DDR4 mit. Die beiden USB-A-Frontanschlüsse stellt nicht der B660-Chipsatz, sondern ein separater Asmedia-Controller bereit, der bei USB 3.2 Gen 1 aber gleich schnell ist (460 MByte/s).

- vier 4K-Displays möglich
- bootet schnell
- hoher Energiebedarf

anschlüsse wächst. Dadurch kann man vor allem bei Office-Rechnern eher auf eine Grafikkarte verzichten, was Geld und Energie spart.

Das trifft in diesem Test insbesondere auf das Gigabyte B660M DS3H und MSI Pro B660M-A DDR4 zu, die sich für zahlreiche PC-Einsatzzwecke eignen. Das deutlich billigere Asus Prime H610M-K D4 ist nicht so flexibel und empfiehlt sich hauptsächlich dann, wenn der Preis niedrig sein muss. Für das Asrock H670M-ITX/ax legt man ungefähr das Doppelte auf den Tisch, bekommt dafür aber eine attraktive Kombination aus Mini-ITX-Format und vielen Schnittstellen. *(chh@ct.de)* c't

Literatur

[1] Christian Hirsch, Comeback gelungen, Günstige Core-i-12000-CPUs mit zwei, vier und sechs Kernen, c't 4/2022 S. 94

[2] Christian Hirsch, Premiumbretter, Z690-Mainboards für leistungsstarke Core i-12000-Systeme, c't 3/2022, S. 82

[3] Christian Hirsch, Power Limits für Core i-12000, c't 4/2022, S. 176

LGA1700-Mainboards für Core i-12000: technische Daten und Messwerte

Hersteller, Modell	Asrock H670M-ITX/ax	Asus Prime H610M-K D4	Gigabyte B660M DS3H DDR4	MSI Pro B660M-A DDR4
CPU-Fassung / Chipsatz	LGA1700 / H670	LGA1700 / H610	LGA1700 / B660	LGA1700 / B660
Format (Abmessungen)	Mini-ITX (170 mm × 170 mm)	Micro-ATX (234 mm × 204 mm)	Micro-ATX (244 mm × 244 mm)	Micro-ATX (244 mm × 244 mm)
Chipsatz-SATA-6G	4	4	4	4
LAN-Chip(s) (Eigenschaften)	RTL8125BG (PCIe; 2,5 Gbit/s), i219-V (Phy; 1 Gbit/s)	RTL8111H (PCIe; 1 Gbit/s)	RTL8125BG (PCIe; 2,5 Gbit/s)	RTL8125BG (PCIe; 2,5 Gbit/s)
WLAN-Chip (Eigenschaften)	Intel AX211 (PCIe; Wi-Fi 6E MBit/s)	n. v.	n. v.	n. v.
Audio-Chip (Eigenschaften)	Realtek ALC897 (HD-Audio)	Realtek ALC897 (HD-Audio)	Realtek ALC897 (HD-Audio)	Realtek ALC897 (HD-Audio)
USB-Chip (Eigenschaften)	n. v.	n. v.	GL850G (USB-Hub; 4 × USB 2.0)	ASM1074 (USB-Hub; 4 × USB 5 Gbit/s)
Fehlerdiagnose / Piepser	n. v. / n. v.	n. v. / n. v.	n. v. / n. v.	4 LEDs / n. v.
Speicher-Slots / max. RAM	2 / 64 GByte	2 / 64 GByte	4 / 128 GByte	4 / 128 GByte
Erweiterungs-Slots	1 × PCIe 5.0 x16	1 × PCIe 4.0 x16, 1 × PCIe 3.0 x1	1 × PCIe 4.0 x16, 2 × PCIe 3.0 x1	1 × PCIe 4.0 x16, 1 × PCIe 4.0 x4, 1 × PCIe 3.0 x1
M.2-Slots (Typ)	2 × M.2-2280 (1 × PCIe 4.0 x4, 1 × PCIe 4.0 x4 / SATA 6G)	1 × M.2-2280/60/42 (1 × PCIe 3.0 x4 / SATA 6G)	2 × M.2-2280/60 (2 × PCIe 4.0 x4)	2 × M.2-2280/60/42 (1 × PCIe 4.0 x4, 1 × PCIe 4.0 x4 / SATA 6G)
interne Anschlüsse	4 × SATA 6G, 1 × USB 3.0 Typ A[1], 1 × USB 3.1 Typ C, 1 × USB 2.0[1], 1 × HD-Audio, 2 × RGB-LED	4 × SATA 6G, 1 × USB 3.0 Typ A[1], 1 × USB 2.0[1], 1 × RS-232, 1 × HD-Audio, 1 × SPDIF-Out, 1 × RGB-LED, 1 × TPM	4 × SATA 6G, 1 × USB 3.0 Typ A[1], 2 × USB 2.0[1], 1 × RS-232, 1 × HD-Audio, 1 × SPDIF-Out, 2 × RGB-LED, 1 × TPM. 1 × LPT, QFlash-Taster, Reset-Taster	4 × SATA 6G, 2 × USB 3.0 Typ A[1], 1 × USB 3.1 Typ C, 2 × USB 2.0[1], 1 × RS-232, 1 × HD-Audio, 3 × RGB-LED, 1 × TPM, 1 × Thunderbolt
Lüfteranschlüsse	1 × CPU (4-Pin), 2 × Gehäuse (4-Pin)	1 × CPU (4-Pin), 1 × Gehäuse (4-Pin)	1 × CPU (4-Pin), 3 × Gehäuse (4-Pin)	1 × CPU (4-Pin), 1 × Wasserkühlung (4-Pin), 2 × Gehäuse (4-Pin)
ATX-Anschlussfeld	1 × HDMI 2.1, 1 × DisplayPort 1.4, 3 × analog Audio, 1 × USB-C 20 Gbit/s, 2 × USB-A 10 Gbit/s, 4 × USB 2.0, 2 × LAN, 2 × WLAN-Antenne, BIOS-Flash-back-Knopf	1 × HDMI 2.1, 1 × VGA, 3 × analog Audio, 2 : USB-A 5 Gbit/s, 4 × USB 2.0, 1 × LAN, 1 × PS/2	1 × HDMI 2.1, 2 × DisplayPort 1.4, 1 × VGA, 3 × analog Audio, 1 × USB-C 10 Gbit/s, 3 × USB-A 5 Gbit/s, 2 × USB 2.0, 1 × LAN, 1 × PS/2	2 × HDMI 2.1, 2 × DisplayPort 1.4, 3 × analog Audio, 2 × USB-A 10 Gbit/s, 2 × USB-A 5 Gbit/s, 2 × USB 2.0, 1 × LAN, 1 × PS/2
Lieferumfang	2 × SATA-Kabel, I/O-Blende, Handbuch, Treiber-CD	2 × SATA-Kabel, I/O-Blende, Handbuch, Treiber-DVD	2 × SATA-Kabel, I/O-Blende, Handbuch	2 × SATA-Kabel, I/O-Blende, Kurzanleitung, Treiber-DVD
Elektrische Leistungsaufnahme, Transfermessungen				
Soft-Off (mit ErP) / Energie Sparen	1,3 W (1,3 W) / 1,4 W	1,0 W (0,5 W) / 1,3 W	1,5 W (0,2 W) / 1,8 W	2,0 W (0,3 W) / 2,9 W
Leerlauf / Leerlauf optimiert / Volllast	27 W / 21 W / 317 W	19 W / 14 W / 392 W[2]	23 / 20 W / 395 W[2]	29 W / 20 W / 367 W
M.2-Slot CPU: Lesen (Schreiben)	6,7 (4,8) GByte/s	n. v.	6,7 (4,8) GByte/s	6,7 (4,7) GByte/s
M.2-Slot Chipsatz: Lesen (Schreiben)	6,6 (4,8) GByte/s	3,5 (3,4) GByte/s	6,6 (4,8) GByte/s	6,6 (4,8) GByte/s
USB 20 Gbit/s / 10 Gbit/s / 5 Gbit/s: Lesen (Schreiben)	2015 (1950) / 1066 (1022) / 463 (466) MByte/s	n. v. / n. v. / 463 (467) MByte/s	n. v. / 1068 (1015) / 463 (467) MByte/s	n. v. / 1064 (1026) / 463 (465) MByte/s
LAN 1/2: Empfangen (Senden)	297 (298) / 118 (119) MByte/s	119 (119) MByte/s / n. v.	298 (297) MByte/s / n. v.	297 (298) MByte/s / n. v.
Funktionstests				
Secure-Boot ab- / CSM einschaltbar	✓ / ✓[3]	✓ / –	✓ / ✓	✓ / ✓
Wake on LAN: Standby / Soft-off	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
USB: 5V in Soft-off / Wecken per USB-Tastatur aus: Standby (Soft-off)	✓ / ✓ (–)	✓ / ✓ (–)	✓ / ✓ (–)	✓ / ✓ (–)
Bootdauer bis Login	16 s	11 s	14 s	11 s
4K-Parallelbetrieb (Digital Monitore)	2 × UHD 60 Hz (DP + HDMI)	1 × UHD 60 Hz (HDMI)	3 × UHD 60 Hz (HDMI + 2 × DP)	4 × UHD 60 Hz (2 × HDMI + 2 × DP)
analog Mehrkanalton (Art) / 2. Audiostrom	✓ (5.1) / ✓	✓ (5.1) / ✓	✓ (5.1) / ✓	✓ (5.1) / ✓
Audio: Wiedergabe / Aufnahme	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ○
SPDIF Frequenzen out	n. v.	44,1 / 48 / 96 kHz	44,1 / 48 / 96 kHz	n. v.
Regelbereich: CPU-Lüfter / Gehäuselüfter 3-Pin / 4-Pin	0 … 100 % / 0 … 12 V / 0 … 100 %	20 … 100 % / 0 … 12 V / 0 … 100 %	0 … 100 % / 0 … 12 V / 0 … 100 %	0 … 100 % / 0 … 12 V / 0 … 100 %
Linux-Kompatibilität mit Ubuntu 21.10				
Energie sparen	✓	✓	–	✓
WLAN / Bluetooth	✓ (mit Kernel 5.15.6) / ✓	n. v.	n. v.	n. v.
Audio / Netzwerk	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Leistungsaufnahme Leerlauf (optimiert)	27 W / 20 W	20 W / 14 W	24 W / 20 W	29 W / 20 W
Straßenpreis / Garantie	185 € / 36 Monate	95 € / 36 Monate	120 € / 36 Monate	155 € / 36 Monate

[1] je zwei Ports pro Stiftleiste [2] Messwert schwankt, weil CPU drosselt [3] nur mit Grafikkarte

✓ funktioniert – funktioniert nicht n. v. nicht vorhanden ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht



MIT Mac & i IMMER EINE NASENLÄNGE VORAUS

+ Geschenk nach Wahl



z. B. 10 € Amazon.de-Gutschein oder Apple-Watch-Ständer

2× Mac & i mit 35 % Rabatt testen!

Mac & i – Das Magazin rund um Apple

- Tipps & Praxiswissen
- Hard- und Softwaretests
- Reports und Hintergründe
- inkl. Club-Mitgliedschaft

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

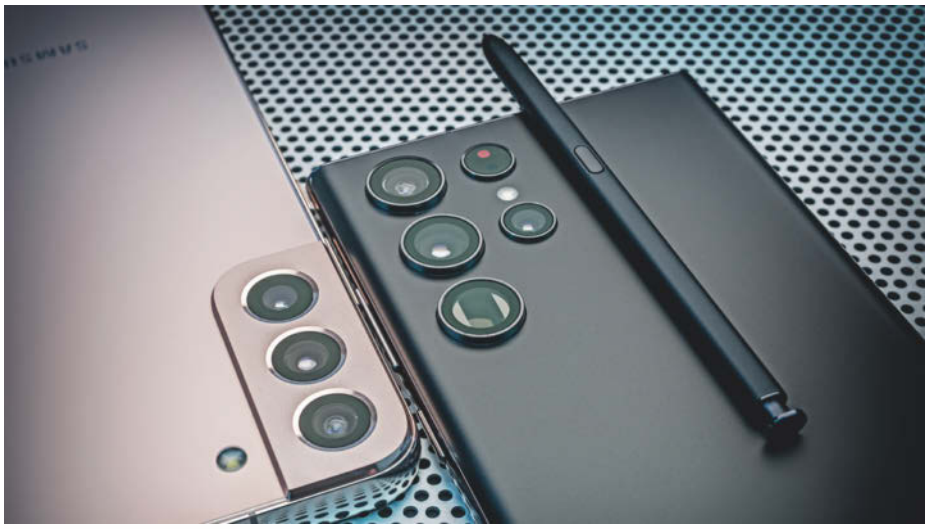
Genießen Sie mit der Mac & i Club-Mitgliedschaft exklusive Vorteile!



Jetzt bestellen:
www.mac-and-i.de/miniabo

leserservice@heise.de 0541 80 009 120

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



Totengräber und Updatemeister

High-End-Androiden Samsung Galaxy S22+ und S22 Ultra im Test

Samsung beerdigt seine beliebten Note-Smartphones. Als Trostpflaster gibt es das Galaxy S22 Ultra mit Stift – und für alle S22-Modelle feinste Technik und längere Updateversorgung denn je.

Von Steffen Herget

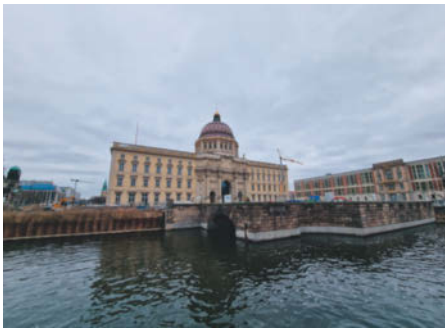
Ungleiche Zwillinge sind sie, die beiden Samsung-Brüder. Während das Galaxy S22+ das Design des Vorjahresmodells aufgreift und leicht verfeinert, etwa mit neuen Farben und etwas kantigerem Rahmen, bleibt beim S22 Ultra kein Stein auf dem anderen. Das neue Top-Smartphone hat mit seinem Vorgänger optisch ebenso wenig gemein wie mit seinen beiden aktuellen Mitstreitern, es sieht eher aus wie ein neues Mitglied der Galaxy-Note-Reihe. Und auch wenn der Name da nicht mitspielt, stimmt es doch irgendwie – das beliebte mit Stift bedienbare Galaxy Note hat Samsung eingestampft und den S Pen stattdessen im größten Modell der Galaxy-S-Serie versteckt. Den frei gewordenen Platz im Samsung-Sortiment nehmen nun die Falt-Smartphones Fold und Flip ein. So ändern sich die Zeiten.

Mehr als die Gehäuse der beiden Smartphones beeindrucken die Bildschirme. Samsungs OLED-Panels strahlen heller als alle anderen Smartphonedisplays, die wir bisher unter dem Messgerät hatten. 1290 cd/m² beim Galaxy S22+ und gar 1367 cd/m² beim Ultra sind absolute Spitzenwerte, die sicherstellen, dass die Displays auch bei direkter Sonneneinstrahlung bequem ablesbar bleiben. Das Bild ist bei beiden Smartphones zudem knackscharf und knallig bunt. Das S22 Ultra ist ab Werk auf die niedrigere Auflösung von 2316 × 1080 Pixel eingestellt, der höher auflösende Modus stellt 3088 × 1440 Bildpunkte dar.

Uneins sind beide bei den Bildwiederholraten. Das Ultra verfügt über ein modernes LTPO-Display, das je nach Inhalt Frequenzen zwischen 1 und 120 Hertz bereitstellen kann. Für das Galaxy S22+ mit normalem OLED-Panel hatte Samsung zunächst Wiederholraten zwischen 10 und 120 Hertz angekündigt, musste davon allerdings nach ersten Prüfungen Abstand nehmen. Gegenüber US-Medien gab der Hersteller zu Protokoll, dass der Bildschirm lediglich zwischen 48 und 120 Hertz laufen könne. In den Displays steckt ein neuer Ultraschall-Fingerabdrucksensor, der schnell und zuverlässig arbeitet.

Neuer Prozessor, neue Probleme

Der Prozessor in den beiden Smartphones stammt wie schon aus der S-Serie gewohnt nicht von Qualcomm, sondern wird von Samsung selbst produziert. Der Exynos 2200 bringt eine Octa-Core-CPU und eine neue GPU auf Basis von AMDs Radeon-Grafik mit, die Samsung Xclipse 920 nennt. Auf dem Papier hat der neue SoC (System on a Chip) mehr als genug Power, doch in den Benchmarks bringt er nur wenig mehr Punkte als Qualcomms Snapdragon 888, der die High-End-Smartphones des Vorjahres angetrieben hat. Im Vergleich mit dem nagelneuen Snapdragon 8 Gen 1, der uns in Form des Motorola Edge 30 Pro und des Oppo Find X5 Pro kurz vor Redaktions-





Das Galaxy S22 Ultra deckt mit Ultraweitwinkel und gleich zwei Teleobjektiven einen enormen Brennweitenbereich ab.

schluss erreichte, liegt er ausgerechnet bei den grafiklastigen Tests ein gutes Stück zurück. Da hatten wir mehr erwartet. Trotz aufwendiger Kühlsysteme werden die Samsung-Handys bei starker Beanspruchung außerdem ziemlich warm und drosseln dann die Leistung kräftig.

Für den schnöden Handyalltag reicht die Leistung locker aus, allerdings laufen die beiden Smartphones unterschiedlich schnell: Während wir beim Galaxy S22+ keine Probleme bemerkt haben, lief ausgerechnet das S22 Ultra immer wieder ein wenig hakelig, reagierte mal prompt, dann wieder mit leichter Verzögerung und spielte unser 4K-Testvideo mit 120 fps nicht komplett flüssig ab. Auch andere Testberichte erwähnen solche unerwarteten Schwankungen. Wir vermuten, dass der Grund in der Vorab-Software der Testgeräte liegt, und sind angesichts der normalen Performance des S22+ guter Hoffnung, dass Samsung die Probleme mit einem Update in den Griff bekommt.

Außer dem Design hebt der S Pen das Ultra vom Rest der Reihe ab. Beim Vorgänger hatte Samsung noch halbherzig einen abgespeckten Stift angeboten, der gesondert transportiert werden musste. Nun geht das Galaxy Note voll im S22 Ultra auf: Der S Pen steckt im Gehäuse und wird darin induktiv geladen, die Stiftfunktionen sind exakt so gelöst, wie man es vom Note kennt. Durch die schiere Größe des Smartphones nagt der S Pen auch nicht allzu sehr am Platz, der für den Akku übrig bleibt – mit 5000 mAh ist der auf dem Papier kräftig ausgefallen. Beim S22+ beträgt die Kapazität 4500 mAh und damit 300 mAh weniger als im Vorjahresmodell.

Beide Galaxy-Smartphones erreichten in unseren Tests ordentliche, aber keine herausragenden Akkulaufzeiten. Die Unterschiede zwischen S22+ und S22 Ultra fielen dabei erstaunlich gering aus. Das Plus von 500 mAh im Ultra-Akku wird vom größeren Display wieder aufgefressen, im Spieletest hielt das S22+ gar etwas länger durch. Beim Ultra haben wir kaum einen Unterschied gemessen, als wir die Displayauflösung von FHD+ auf WQHD heraufgesetzt hatten. In der täglichen Nutzung schaffen beide einen normalen Tag problemlos, am zweiten Tag brauchen sie spätestens zum Mittagessen einen Happen aus der Steckdose, wenn sie nicht nur herumliegen. Geladen wird entweder per Kabel mit maximal 45 Watt oder drahtlos mit bis zu 15 Watt – beides können andere Hersteller schneller. Wir haben mehrere Netzteile mit und ohne Power Delivery ausprobiert, aber keine höheren Ladeleistungen als 15 Watt gemessen.



Samsung Galaxy S22 Ultra

Es sieht ganz anders aus als der Rest der S22-Serie, ist noch besser ausgestattet, noch teurer und kommt mit S Pen: Das Ultra ist ein umbenanntes Galaxy Note und kein Galaxy S. Samsungs Riesenbaby bringt alles mit, was ein Top-Smartphone braucht, und setzt an einigen Stellen noch eins drauf. Mehr Speicher und ein noch helleres Display gibt es nirgends, die Kamera ist mit zwei Teleobjektiven für alle Schandtaten zu haben.

Der Exynos 2200 läuft im Ultra noch nicht rund, die leichten Performance-Probleme passen nicht zu einem so teuren Smartphone. Da dürfte Samsung mit einem Softwareupdate aber Abhilfe schaffen können.

- ⬆ Display extrem hell und scharf
- ⬆ S-Pen-Unterstützung
- ⬇ leichte Performance-Probleme

Preis: 1249 Euro bis 1649 Euro



Samsung Galaxy S22+

Das Galaxy S22+ ist ein rundum gelungenes Smartphone. Schicke Optik, hochwertige Materialien, perfekt verarbeitet und nicht zu groß für eine Hand. Das Display überzeugt mit herausragender Schärfe und Helligkeit. Die Kamera spielt zumindest in der Oberklasse mit, Samsungs lange Updategarantie ist die Kirsche auf der Torte.

Teurer als der Vorgänger ist das Galaxy S22+ dabei nicht geworden. Wer es kompakter und noch ein wenig günstiger mag, greift zum Galaxy S22, das ab 849 Euro verkauft wird. Mit 6,1-Zoll-Bildschirm ist es sensationell handlich, bis auf den kleineren Akku ist die restliche Ausstattung identisch.

- ⬆ lange Updateversorgung
- ⬆ schlank und handlich
- ⬇ kein zweites Teleobjektiv

Preis: 1049 Euro bis 1099 Euro

Mehr Optionen für Profis

Das Ultra legt im Vergleich zum Plus bei den Kameras nicht eine, sondern gleich zwei Schippen drauf: Die Hauptkamera hat einen doppelt so hoch auflösenden Sensor und es gibt neben dem Dreifach- noch ein Zehnfach-Tele. Vor allem letzteres macht die Kamera des teureren Smartphones vielseitiger, die größere Spanne der Brennweiten verschafft mehr Optionen bei der Bildgestaltung.

Was die Bildqualität angeht, spielen die Haupt- und Telekameras der beiden Samsungs definitiv in der Oberklasse mit. Knackige Farben, ordentliche Bilddynamik und hohe Schärfe stehen auf der Habenseite. Dass Samsungs Software der Optik ordentlich unter die Arme greift, sieht man beim genauen Hinsehen in den Details und an deutlich nachgeschärften Kanten. Der Portraitmodus, dessen Objekterkennung Samsung deutlich verbessert hat, arbeitet zielsicherer und genauer als bei vielen anderen Smartphones. Bei Nachtaufnahmen gefallen uns die Ergebnisse des Pixel 6 Pro unterdessen etwas besser, bei besseren Lichtverhältnissen teilen sich die teuren Samsung-Linsen in Sachen Bildqualität die Plätze in der derzeitigen Spitzengruppe mit den günstigen Google-Smartphones und den aktuellen iPhones. Den über die zehnfache Vergrößerung hinausgehenden „Space Zoom“ mit bis zu hundertfacher Tele-Optik beim S22 Ultra kann man sich getrost sparen, da kommt nicht mehr als Pixelbrei heraus.

Wer bei Smartphonekameras Möglichkeiten vermisst, Bilder selbst zu bearbeiten, kann sich in Samsungs Galaxy Store die Zusatzapp Expert RAW herunter-

laden und installieren. Als Optionen für die Aufnahme von Raw-Fotos stehen ISO, Fokus, Weißabgleich, Belichtungskorrektur und Verschlusszeit bereit, zum Entwickeln der Raw-Dateien hat Samsung einen direkten Link zu Adobe Lightroom Mobile implementiert. Die Expert-RAW-App funktioniert mit allen Modellen und allen Objektiven, die Frontkameras ausgenommen. Wer gerne mit dem Smartphone Videos dreht, darf sich über neue Funktionen wie automatisches Zoomen und Fokussieren auf mehrere Personen, verbesserte Bildstabilisierung und einen manuellen Videomodus in der normalen Kamera-App freuen.

Samsung überzieht Android 12 mit seiner One-UI-Oberfläche, auf den S22-Smartphones in der Version 4.1. Die Software macht einen ausgereiften, erwachsenen Eindruck, selbst wenn man ihr optisch einen beliebig bunten und knalligen Anstrich verpassen kann. Dass Samsung für fast alle Google-Dienste seine eigenen Alternativen vorinstalliert, ist so bekannt wie – zumindest teilweise – unnötig, zumal sich nicht alle diese Apps so einfach rückstandslos entfernen lassen. Hier und da fließen die Anwendungen von Google und Samsung aber auch zusammen, etwa bei der SMS-App: Die stammt zwar von Google, wurde aber von Samsung optisch umgestaltet, um sie besser in das Gesamtsystem einzupassen. Um trotz der großen Displays die einhändige Bedienung zu vereinfachen, schiebt Samsung den Löwenanteil der Bedienelemente in die untere Bildschirmhälfte und nutzt den oberen Raum verstärkt für die jeweiligen Inhalte. Wenn das nicht reicht, hilft der Einhandmodus, der das komplette Bild verkleinert und nach unten schiebt.

Samsungs große Stärke bei der Software sind jedoch ganz klar die Updates. Mit dem S22 hat das Unternehmen seine Updategarantie noch einmal verlängert: Satte vier große Upgrades bis hin zu Android 16 verspricht Samsung, regelmäßige Sicherheitspatches soll es über fünf Jahre geben. Diese Zusage gilt zudem rückwirkend für das Galaxy S21 in allen Varianten sowie die Foldables Galaxy Z Fold3 und Flip3. Einzig Fairphone unterstützt seine Smartphones ähnlich lange.

Fazit

Das Note ist tot, es lebe das Ultra! Samsungs neues Luxus-Smartphone bietet mehr als die meisten anderen Smartphones und versteckt nun auch den S Pen in seinem Gehäuse – nur konsequent, dass Samsung die zweite Flaggschiff-Baureihe nicht weiterführt. Wer auf den Stift, das zweite Tele und ein, zwei technische Kabinettstückchen verzichten kann, findet mit dem Galaxy S22+ für etwas weniger Geld eine handlichere Alternative, die ebenfalls kaum Schwächen aufweist.

Bei den Kameras rangelt Samsung mit Googles Pixel-Smartphones und Apples iPhones um die Spitze. Hinter diesen Mitspielern muss sich Samsung beim Gesamtpaket nicht verstecken, auch nicht mehr beim Thema Updates. *(sht@ct.de)* c't

Android-Smartphones

Modell	Samsung Galaxy S22+	Samsung Galaxy S22 Ultra
Betriebssystem / Security Level	Android 12 / Januar 2022	Android 12 / Januar 2022
Updates auf neue OS-Versionen / Security-Patches laut Hersteller bis	Android 16 / Januar 2027	Android 16 / Januar 2027
Ausstattung		
Prozessor / Kerne / GPU	Samsung Exynos 2200 / 1 × 2,8 GHz, 3 × 2,5 GHz, 4 × 1,8 GHz / Xclipse 920	Samsung Exynos 2200 / 1 × 2,8 GHz, 3 × 2,5 GHz, 4 × 1,8 GHz / Xclipse 920
RAM / Flash-Speicher (frei) / Kartenslot	8 GByte / 256 GByte (219 GByte) / –	12 GByte / 256 GByte (219 GByte) / –
5G (Band 1 / 28 / 77 / 78) / LTE / SAR-Wert[1]	✓ (✓ / ✓ / ✓ / ✓) / ✓ / 0,573 W/kg	✓ (✓ / ✓ / ✓ / ✓) / ✓ / 1,049 W/kg
WLAN (Antennen) / Bluetooth / NFC / Kompass / Standortbestimmung	Wi-Fi 6E (2) / 5.2 / ✓ / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo	Wi-Fi 6E (2) / 5.2 / ✓ / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo
USB-Anschluss / Kopfhöreranschluss / Benachrichtigungs-LED	USB-C 3.2, OTG, DP / – / –	USB-C 3.2, OTG, DP / – / –
Akku / Drahtlosladen / wechselbar	4500 mAh / ✓ / –	5000 mAh / ✓ / –
Abmessungen / Gewicht / Schutzklasse	15,7 cm × 7,6 cm × 0,92 cm / 195 g / ✓ (IP68)	16,3 cm × 7,8 cm × 1,05 cm / 228 g / ✓ (IP68)
Display		
Größe / Technik / max. Bildrate	6,6 Zoll / OLED / 120 Hz	6,8 Zoll / OLED / 120 Hz
Auflösung (Punktdichte) / Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	2340 × 1080 Pixel (391 dpi) / 1,78 … 1290 cd/m² / 98 %	3088 × 1440 Pixel (503 dpi) / 1,76 … 1367 cd/m² / 94 %
Kameras		
Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS	50 MP (8160 × 6120) / ƒ/1,8 / ✓	108 MP (12000 × 9000) / ƒ/1,5 / ✓
Ultraweitwinkelkamera Auflösung / Blende / OIS	12 MP (4000 × 3000) / ƒ/2,2 / –	12 MP (4000 × 3000) / ƒ/2,2 / –
Telekamera Auflösung / Blende / OIS / Zoom	10 MP (3648 × 2736) / ƒ/2,4 / – / 3fach	10 MP (3648 × 2736) / ƒ/2,4 / – / 3fach
2. Telekamera Auflösung / Blende / OIS / Zoom	–	10 MP (3648 × 2736) / ƒ/4,9 / ✓ / 10fach
Frontkamera Auflösung / Blende / OIS	10 MP (3648 × 2736) / ƒ/2,2 / –	39,9 MP (7296 × 5472) / ƒ/2,2 / –
Bewertungen		
Performance / Akku	⊕⊕ / ⊕	⊕ / ⊕
Display / Kamera	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕
Software[2] / Ausstattung	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕⊕
Preis	ab 1049 €	ab 1249 €

[1] Herstellerangabe [2] bewertet werden Updates, Features, Bloatware, etc.
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden

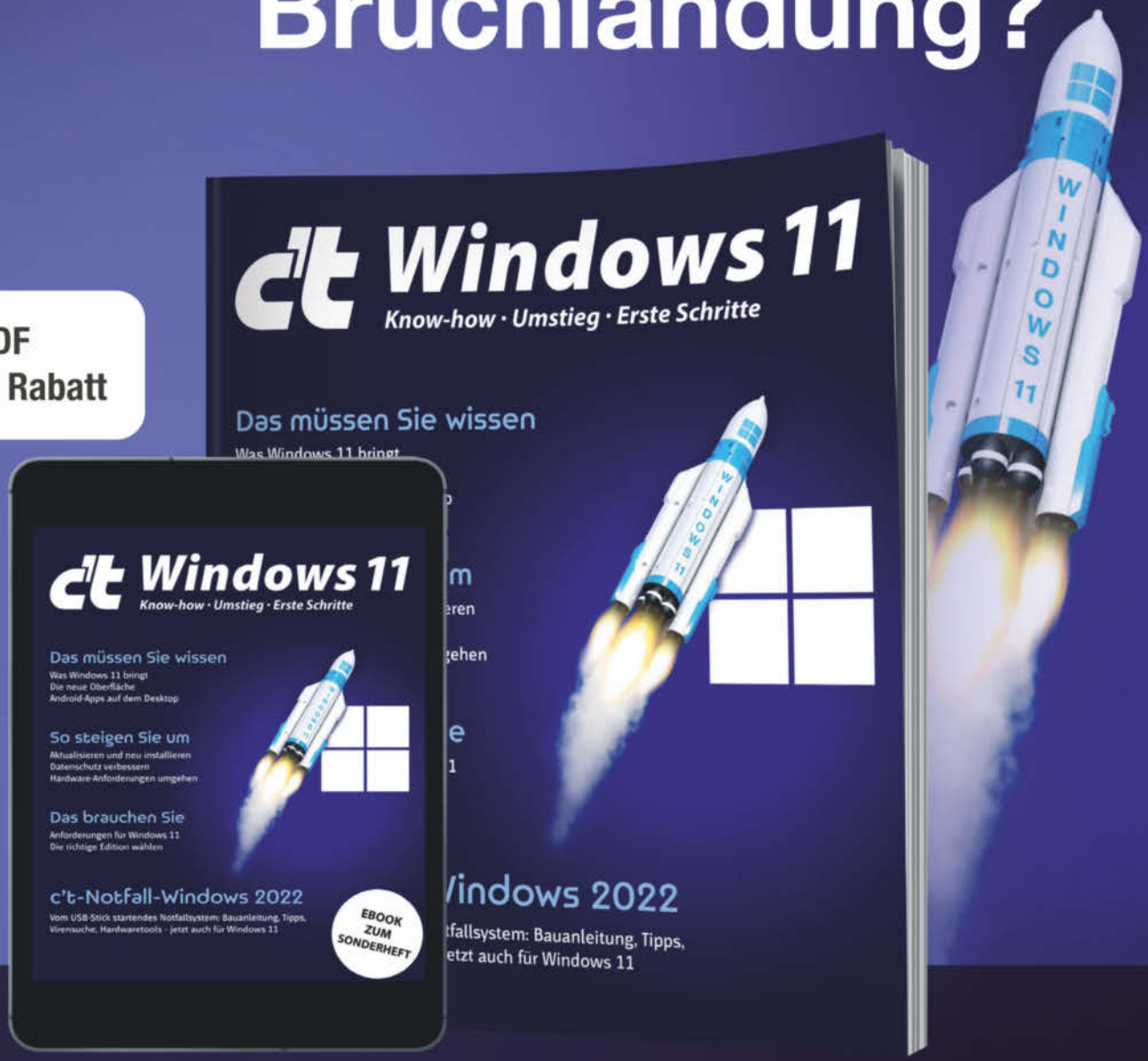
Laufzeiten & Benchmarks

Modell	Geekbench 5 Single-Core [Punkte]	Geekbench 5 [Punkte]	3DMark Wild Life [Punkte]	YouTube-Stream (normale Helligkeit)[1] [h]	Video 4K/120fps (normale Helligkeit)[1] [h]	Video 720p (normale Helligkeit)[1] [h]	3D-Spiel (normale Helligkeit)[1] [h]	Laden 50 % / 100 % [min]
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	◀ besser
Apple iPhone 13 Pro max	1744	4717	9737	20,1	12,4	26	11,8	37/101
Google Pixel 6 Pro	928	2505	4311	15,1	5,3	14,9	6,9	45/136
Motorola Edge 30 Pro	1193	3447	6262	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	19/55
Oppo Find X5 Pro	989	3414	9778	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	13/41
Samsung Galaxy S22+	1166	3472	7272	15,5	9,1	16,2	12,5	41/93
Samsung Galaxy S22 Ultra	1177	3795	7887	15,6	9,2	16,2	11,2	45/98

[1] Laufzeittest bei 200 cd/m² und max. 120 Hz Bildwiederholrate

Lift-off oder Bruchlandung?

Heft + PDF mit 29 % Rabatt



Im vergangenen Oktober hat Microsoft Windows 11 veröffentlicht. Die IT-Welt stellt sich die Frage: Was kann es mehr? Will ich es haben? Warum setzt MS die Hardware-Anforderungen so hoch? Diese Fragen und noch mehr beantwortet Ihnen das Sonderheft c't Windows 11:

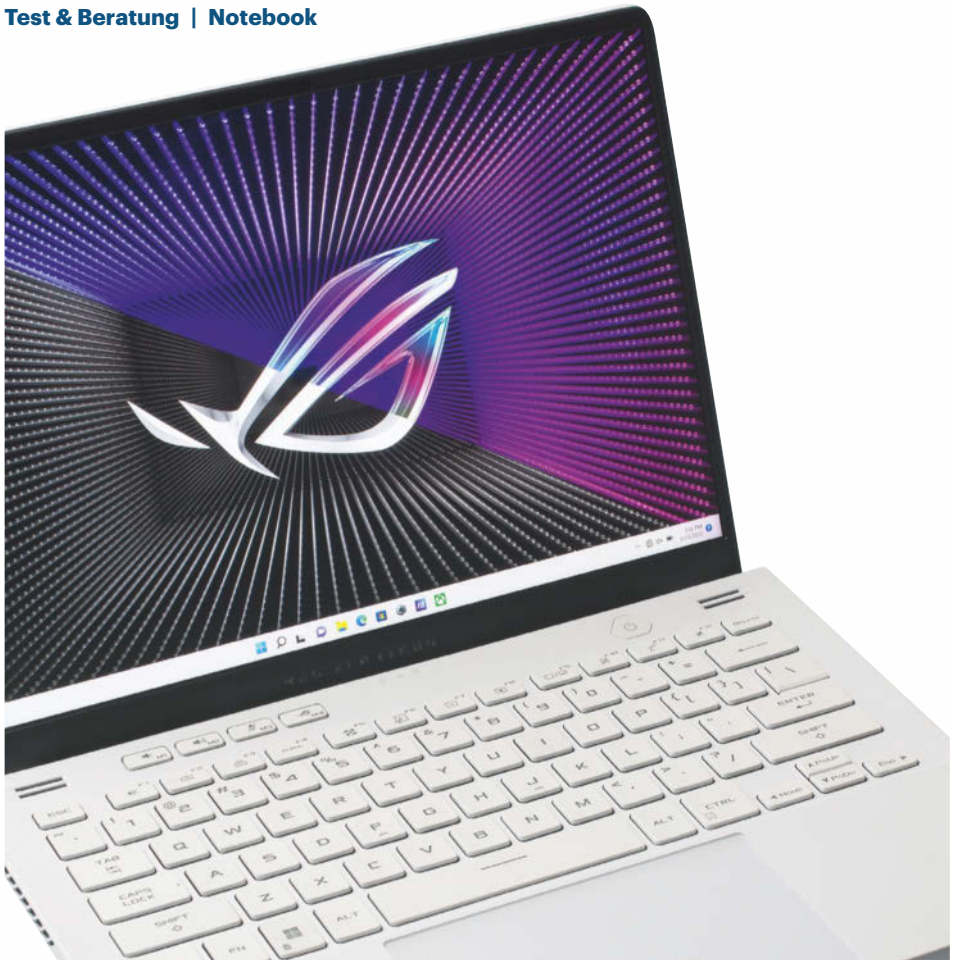
- Erste Handgriffe und Einrichten von Windows 11
- c't-Notfall-Windows hilft bei Virensuche, Datenrettung und Hardware-Diagnose
- Hardware-Anforderungen umsetzen und Setup ohne Hardware-Prüfung
- Grafische Oberfläche für Android-Apps und Linux-Anwendungen

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

shop.heise.de/ct-windows11

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 20 €.
Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

heise Shop



Alles auf A

Asus ROG Zephyrus G14 mit AMD Ryzen 6900HS und AMD Radeon RX 6800S

Beim 2022er-Modell des kompakten Gaming-Notebooks ROG Zephyrus G14 hat Asus die neue Ryzen-Generation eingebaut, die GPU von Nvidia auf AMD gewechselt und viele Details verbessert. Im Test überzeugte das Gesamtpaket, doch beim Preis mussten wir kräftig schlucken.

Von Florian Müssig

Als die Ryzen-Prozessoren vor rund zwei Jahren die Notebookwelt aufmischten, stach ein Asus-Gerät besonders hervor – und tut dies auch in der frisch enthüllten und hier getesteten dritten Generation: Das ROG Zephyrus G14 schafft den Spagat zwischen Mobilität und Gaming-Power. Es hat einen Prozessor aus der auf Effizienz getrimmten HS-Baureihe, kombiniert mit einem Mittelklassegrafikchip – und das alles in einem kompakten 14-Zoll-Gehäuse.

Im Testgerät des 2022er-Jahrgangs arbeitet das Topmodell der Ryzen-6000-Familie, der Ryzen 9 6900HS. AMD hat dort viel verändert (mehr dazu unten), aber just die eigentlichen Rechenwerke nicht: Es gibt weiterhin acht Zen-3-Kerne, die in einem Cluster mit 16 MByte L3-Cache zusammengefasst sind. Deshalb bleibt die Rechenleistung auf demselben Niveau wie beim Vorgänger Ryzen 9 5900HS: Wir haben rund 13.000 Punkte im Cinebench R23 gemessen. Damit ist auch klar, dass AMD nach rund zwei Jahren Dominanz die Krone bei Notebookprozessoren wieder an Intel antreten muss: Der 14-Kerner Core i9-12900HK hat in unseren Tests über 18.000 Punkte erzielt [1].

Mobile Unschärfe

Wichtig: Der Core i9 lief in einem 17-Zöller mit ausladendem und unter Last extrem lautem Kühlsystem, der Ryzen 9 im kompakten 14-Zoll-Testgerät, weil die CPUs eben für unterschiedliche Notebookgrößen vorgesehen sind. Der Ryzen 9 6900HS ist nominell eine 35-Watt-CPU, der Core i9-12900HK hingegen ein 45-Watt-Prozessor.

Die Messwerte legen nahe, dass Intel auch bei identischen Rahmenbedingungen die Nase vorn haben dürfte, doch diese trifft man bei Notebooks praktisch nirgends an. Damit ist der gesamte Vergleich recht akademischer Natur und hauptsächlich für Notebookhersteller wichtig: Die sehen sich ganz früh in der Entwicklung auf Referenzplattformen an, wo welche CPU ihren Sweetspot hat, und das dann nutzen, um die Geräte drumherum entsprechend zu konstruieren.

Die Abwärmeklassen sind obendrauf keine harten Grenzwerte: Beide Prozessoren überzogen ihre jeweiligen Datenblattwerte in beiden Notebooks weit. Kurzfristig schlucken sie ohne Weiteres mehr als Faktor 2 und selbst bei anhaltender Rechenlast liegen sie ein ganzes Stück darüber, weil die Kühlsysteme der beiden Notebooks das eben hergeben.

Und nicht zu vergessen: Die ermittelten Benchmark-Zahlen sind in beiden Fällen sehr hohe Traumwerte, die noch vor zwei Jahren undenkbar waren. Im Gros der Notebooks arbeiten zudem Prozessoren mit weniger Kernen als die Topmodelle und in viel engeren Abwärmejackets. Damit liegt die Rechenleistung dort zwangsläufig niedriger als in den Highest-End-Notebooks von Asus beziehungsweise MSI.

SoC-Renovierung

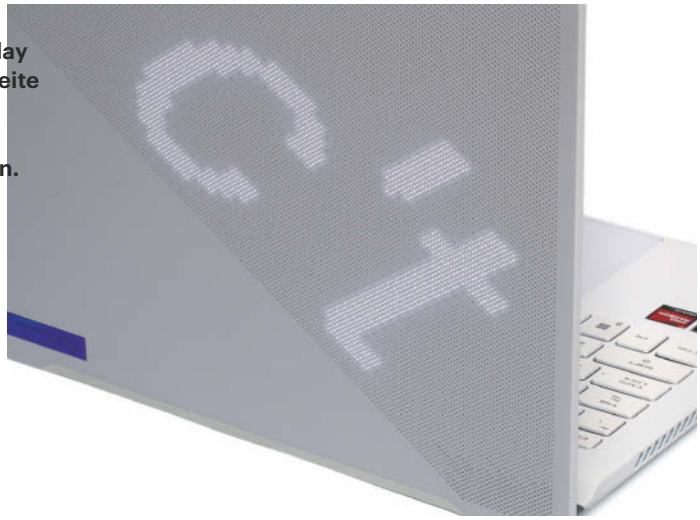
Wie eingangs erwähnt hat AMD außer den Rechenwerken so ziemlich alle anderen Bestandteile des monolithischen System on Chip (SoC) renoviert. So gibt es erstmals in einem Mobilchip von AMD PCIe 4.0 für flotte SSDs. Die Micron-SSD im Testgerät kommt zwar nicht auf viel mehr als PCIe-3.0-Durchsatzraten, trotzdem ist der Schritt für die Plattform an sich wich-

tig: PCIe 4.0 war bislang Intels Notebookprozessor und AMDs Desktop-Plattformen vorbehalten.

Der Speichercontroller wurde auf DDR5 aufgemöbelt, was höhere Transferraten mit sich bringt. Im Geekbench 5, der mehr als nur CPU-Leistung misst, lässt der 6900HS den 5900HS deshalb hinter sich (9742 zu 7655 Punkten); er landet aber weiterhin ein spürbares Stück hinter dem 12900HK (13.971 Punkte).

Der integrierte USB-Controller spricht USB 4.0 mit vollen 40 Gbit/s, was auf Augenhöhe mit den technisch eng verwandten Standards Thunderbolt 3 und 4 ist. Grundsätzlich sollten deshalb alle bislang erhältlichen Thunderbolt-Geräte ohne Einschränkungen genutzt werden können. Ob dem wirklich so ist, müssen Erfahrungen zeigen, sobald Ryzen-6000-Notebooks vermehrt bei Nutzern und deren vielfältigen Peripheriesammlungen angekommen sind. Zu Thunderbolt gehört nämlich neben technischen Fähigkeiten auch eine Zertifizierung durch Intel, die die uneingeschränkte Kompatibilität sicherstellt, und die wird den meisten (wenn nicht sogar allen) Ryzen-6000-Notebooks wohl verwehrt bleiben. Und nicht zuletzt müssen die Notebookhersteller USB-4.0-Funktionalität auch umsetzen – das G14 muss noch ohne auskommen.

Schließlich steckt eine gänzlich neue Grafikeinheit im Ryzen-6000-SoC: Sie nutzt keine betagte Vega-Architektur mehr, sondern erstmals wie bei Radeon-Grafikkarten für Desktop-PCs RDNA2-Technik – und zwar laut AMD mit allen Features abgesehen von Ray-Tracing-Einheiten. Allerdings ist die 3D-Leistung der integrierten GPU im getesteten Asus-Gerät irrelevant, weil wie bei Gaming-Notebooks üblich ein ungleich potenterer Zusatzgrafikchip an Bord ist.



Das Punktmatrixdisplay an der Deckelaußenseite zeigt unter anderem Schriftzüge stationär oder als Laufschrift an.

S-Radeon

Dieser ist gleich in doppelter Hinsicht eine Neuerung: In den bisherigen G14-Generationen hat Asus die Ryzen-Prozessoren mit einer GeForce-GPU gekoppelt. Im 2022er-Modell stammt hingegen auch die GPU von AMD, und zwar aus der nagelneuen Serie Radeon 6000S. Anders als die schon länger bekannten 6000M-GPUs sind die S-Typen für kompakte Notebooks gedacht – was bei Konkurrent Nvidia früher Max-Q hieß.

Die 3D-Rechenleistung des im Probanden vorgesehenen Topmodells Radeon RX 6800S liegt in etwa auf dem Niveau, welches die bisher im G14 verwendeten GeForce-GPUs RTX 2060 und RTX 3060 abliefern. Für die meisten Spiele reicht das, um sie in hohen Details bei Full-HD-Auflösung zu zocken; in höheren Auflösungen muss man für flüssige Bildwiederholraten mitunter den Detailgrad verringern. Das gilt erst recht, wenn man die 120 Hertz des 2560er-Panels ausnutzen will oder die 144 Hertz des 1920er-Displays, das Asus alternativ in manchen günstigeren Modellen vorsieht.

Bildschirmplus

Beiden Bildschirmen ist gemein, dass sie nicht mehr das schmale 16:9-Format haben, sondern dank 16:10-Seitenverhältnis mehr Bildhöhe bieten – das kommt einem beim Arbeiten und Webbrowsen ungemein entgegen. Noch viel wichtiger: Im Rahmen über dem Bildschirm steckt endlich eine Webcam. Die hatte Asus bei den Vorgängern weggelassen – eine Entscheidung, die sich in der Coronapandemie mit vielen Videokonferenzen rächte. Die Kamera liefert ordentliche Ergebnisse; biometrische Gesichtserkennung mittels Windows Hello ist ebenfalls möglich.

Gaming-Notebooks mit raytracingfähigen GPUs – Spieleleistung

Notebook-Modell	Assassin's Creed Valhalla (DX12)[1]		Shadow of the Tomb Raider (DX12)[2]		Metro Exodus Enhanced (DX12, RT an)[3]		Control (DX12, RT an)[4]	
	FHD [fps][5]	WQHD [fps][5]	FHD [fps][5]	WQHD [fps][5]	FHD [fps][5]	WQHD [fps][5]	FHD [fps][5]	WQHD [fps][5]
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶
Asus ROG Zephyrus G14	59/85[13]	37/59[13]	93/122	64/79	31/49	24/34	24/32	11/18
zum Vergleich aus [1, 3]								
Acer Pred. Triton 300 SE[6]	28/55	27/42	41/81	36/59	25/44	20/32	28/35	18/22
Asus TUF Dash F15[7]	49/68	37/53	58/98	49/82	keine Messung	keine Messung	37/47	25/31
Asus RoG Strix G15[8]	53/78	46/64	80/121	76/103	38/58	30/42	26/36	17/23
Dell Alienware m15[9]	42/60	36/49	67/101	55/73	30/53	25/39	35/43	22/28
Lenovo Legion 7[10]	54/75	46/63	84/129	79/105	38/75	33/56	46/58	31/38
MSI Raider GE76[12]	66/95[13]	54/75[13]	101/158	90/119	47/86	40/61	50/65	34/42
Razer Blade 14[11]	48/73	42/59	73/114	69/93	35/65	27/44	40/51	26/34

[1] Preset „Extrem hoch", AA „Hoch", 16x AF [2] Preset „Ultrahoch", SMAA, 16x AF [3] Preset „Ultra", RT „high", ohne DLSS [4] Preset „High", Raytracing „High" ohne DLSS [5] Bilder pro Sekunde in Full HD und WQHD-Auflösung. Dunkler Balken: P1-Perzentil, d.h. 99 Prozent der Bildrate ist höher; heller Balken: Durchschnittswert [6] Modell PT314-51S (Core i7-11370H/GeForce RTX 3060) [7] Modell FX516PR-AZ019T (Core i7-11370H/GeForce RTX 3070) [8] Modell G513QY (Ryzen 9 5900HX/Radeon RX 6800M) [9] Modell R5 (Ryzen 7 5800H/GeForce RTX 3060) [10] Modell 6ACHg6 (Ryzen 9 5900HX/GeForce RTX 3080) [11] Modell 2021 (Ryzen 9 5900HX/GeForce RTX 3080) [12] 12UHS (Core i9 12900HK/GeForce RTX 3080 Ti) [13] überproportional besser, weil neuere Spielversionen überall höhere Ergebnisse erzielen; ältere Gaming-Notebooks wurden nicht erneut getestet

Die Tastatur gefällt mit gutem Tippgefühl und für 14-Zoll-Verhältnisse ordentlicher Größe der Cursor-Tasten. Die Enter-Taste ist hingegen einzeilig – und zwar nicht nur beim getesteten US-Modell, sondern leider auch bei hiesigen Versionen. Das weiße Gehäuse ist zwar ein Hingucker, schadet aber der Ergonomie: Die weißen Tastenkappen werden weiß beleuchtet. Das funktioniert in dunklen Räumen bei eingeschalteter Beleuchtung gut, doch tagsüber kann man die Tastenbeschriftung nur schlecht entziffern. Wer das umgehen will: Asus verkauft das G14 auch in Schwarz mit ebensolchen Tastenkappen.

Das Testgerät mit Ryzen 9 6900HS, Radeon RX 6800S, 32 GByte DDR5-Arbeitsspeicher, 1-TByte-SSD und 2560er-Bildschirm entspricht der höchsten Ausstattungsvariante, die hierzulande 2300 Euro kostet – und damit einige Hundert Euro mehr als der direkte Vorgänger bei ähnlicher Bestückung [2]. Das ist buchstäblich der Preis , den man in der aktuellen pandemischen und geopolitischen Weltlage zahlen muss; auf Straßenpreise deutlich unterhalb der Preisempfehlung darf man wegen Komponentenmangel und angespannten Logistikketten bei einem stimmig zusammengestellten Notebook wie dem G14 wohl nicht hoffen. Für günstigere Modelle hat Asus noch keine Preise genannt; vorgesehen sind hierzulande Konfigurationen mit den etwas schwächeren Chips Ryzen 7 6800HS und Radeon RX 6700S sowie geringeren Kapazitäten bei Arbeits- und Massenspeicher. Die Hälfte vom DDR5-RAM ist immer aufgelötet und der einzige Slot bereits ab Werk mit einem Modul bestückt.

Außendisplay

Manche Ausstattungsvarianten haben außen am Deckel eine zusätzliche Punktmatrixanzeige namens AniMe Matrix Display. Sie besteht aus über 1000 weißen LEDs, die durch ein feines Lochraster im Deckel leuchten. Die Ansteuerung erfolgt über die Asus-Software Armory Crate, die auch für eigene Energieprofile und andere gerätespezifische Einstellungen vorgesehen ist. Für die Matrixanzeige stehen stationäre oder durchlaufende Schriften zur Wahl; DJs können auch Visualisierungen passend zur Musik gen Partyvolk strahlen. Die Matrixanzeige lässt sich aus Stromspargründen nur bei angeschlossenem Netzteil nutzen.

Apropos Netzteil: Im Karton liegt ein 240-Watt-Klotz mit Rundstecker, der auch zum Zocken notwendig ist. Wer ohne GPU-Power auskommt, kann das Notebook aber auch per USB-C nachtanken oder an einem USB-C-Dock zum stationären Arbeiten verwenden. Dabei bleiben die Lüfter dann auch lautlos. Fordert man CPU und GPU, rauscht das Kühlsystem im Ausbalanciert-Modus mit über 2 sone und im Turbo-Profil sogar mit mehr als 4 sone.

Fazit

Das ROG Zephyrus G14 ist auch in der 2022er-Iteration mit den diesjährigen AMD-Komponenten ein tolles Notebook mit hoher Leistung, das mit 14 Stunden Laufzeit und 1,7 Kilogramm Gewicht zum Mitnehmen taugt und dank starker GPU auch zum Spielen. Die Preise sind mit dem Generationswechsel spürbar gestiegen, doch mit Webcam und 16:10-Bildschirm hat Asus zugleich Nachteile des Vorgängers ausgemerzt. *(mue@ct.de)* c't

Literatur

[1] Florian Müssig, Maximalmobil, Gaming-Notebook MSI Raider GE76 mit Core i9-12900HK & GeForce RTX 3080 Ti, c't 5/2022, S. 96

[2] Florian Müssig, DJ-Notebook, Asus RoG Zephyrus G14 in der Alan Walker Special Edition mit DJ-Controller, c't 1/2022, S. 86

[3] Florian Müssig, Strahlengänger, Gaming-Notebooks mit raytracingfähigen GPUs, c't 18/2021, S. 90

Asus ROG Zephyrus G14 (2022): Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration	US-Modell
Lieferumfang	Windows 11 Pro 64 Bit, Netzteil
Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)	
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera (Hello)	– / – / L / – / ✓ (✓)
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / 2 × R / 1 × L (Typ C), 1 × R (Typ C) / –
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	– / L / –
USB-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	– / ✓ / ✓ / ✓ / ✓
Ausstattung	
Display	BOE NE140QDM-NX1: 14 Zoll / 35,7 cm, 2560 × 1600, 16:10, 215 dpi, 120 Hz, 21 … 410 cd/m², matt
Prozessor	AMD Ryzen 9 6900HS (8 Kerne mit SMT), 3,3 GHz (Turbo bis 4,9 GHz), 8 × 512 KByte L2-, 16 MByte L3-Cache
Hauptspeicher	32 GByte DDR5-4800
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	PEG: AMD Radeon RX 6800S (8192 MByte GDDR6) / ✓
Sound	HDA: Realtek ALC285
LAN / WLAN	– / PCIe: MediaTek MT7922 (Wi-Fi 6, 2 Streams)
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	– / USB: MediaTek (Microsoft)
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / –
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: Micron 2450 (1024 GByte) / –
Stromversorgung, Maße, Gewicht	
Akku (Ladestopp < 100% einstellbar)	76 Wh Lithium-Ionen (✓)
Netzteil	240 W, 711 g, 16,5 cm × 7,6 cm × 2,6 cm, Kaltgerätestecker
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,71 kg / 31,2 cm × 22,7 cm / 2,2 … 2,4 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	1,6 cm / 19 mm × 18 mm
Leistungsaufnahme	
Suspend / ausgeschaltet	1,7 W / 0 W
ohne Last: Display aus / 100 cd/m² / max	6,5 W / 10,8 W / 14,7 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	85 W / 25 W / 188 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	197 W / 0,93
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks	
Laufzeit Idle (100 cd/m²) / Video (200 cd/m²) / 3D (max)	14 h / 7,6 h / 1,2 h
Ladestand / Laufzeit nach 1h Laden	78 % / 11 h
Geräusch ohne / mit Rechenlast	< 0,1 sone / 2,1 sone
Massenspeicher lesen / schreiben	3537 / 3236 MByte/s
IOPS (4K) lesen / schreiben	113920 / 68864
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	311 / 199 Mbit/s / ✓
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 102,5 dBA
Cinebench R23 Rendering (1T / nT)	1572 / 13046
3DMark: Wild Life / Night Raid / Fire Strike / Time Spy / Port Royal	14174 / 44452 / 22712 / 8630 / 4030
Preis und Garantie	
Straßenpreis Testkonfiguration	2300 € (DE-Modell GA402RK-L8032W)
Garantie	2 Jahre

⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe

Schlaues Gärtnern



Heft + PDF mit 29 % Rabatt

In diesem **heise online-Sonderheft** erfahren Sie, wie Ihnen smarte Helfer die Gartenarbeit abnehmen:

- Garten smart machen: Das brauchen Sie, bevor Sie starten
- Bewässerungssysteme: Sechs im Vergleich
- Intelligente Mähroboter: Fünf smarte Rasenmäher im Test
- **Auch im Set mit Gartenbewässerung WLAN Ventil zum Sonderpreis**

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

shop.heise.de/ho-smartgardening22

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 20 €.
Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

heise Shop



Studiobook

Microsofts Edelnotebook Surface Laptop Studio mit 120-Hertz-Panel und Windows 11

Das neue Spitzenmodell von Microsoft heißt Surface Laptop Studio. Das Hybrid-Notebook lässt sich auch als Tablet verwenden und hat einen spieletauglichen Grafikchip. Im Test gefiel es mit seinem leisen Kühlsystem, zeigte aber auch bereits bekannte Surface-Schwächen.

Von Florian Müssig

Microsofts teuerster und stärkster Mobilrechner ist ein edles, aber ansonsten vergleichsweise normal gestaltetes Notebook. Das überrascht, denn der direkte Vorgänger Surface Book war ein elaboriertes Stück Technik, bei dem der abnehmbare Deckel ein eigenständiges Tablet darstellte. Lange Laufzeiten und spieletaugliche 3D-Performance gab es aber nur in Kombination mit dem Tastatur-Dock, weil darin ein großer Zweitakku und der GeForce-Grafikchip untergebracht waren. Dieses drei Generationen lang gelebte Konzept wurde jetzt wohl zu komplex und damit zu teuer.

Von der Grundidee, das Gerät mit Bildschirm nach außen zusammenklappen zu können, hat sich Microsoft dennoch nicht verabschiedet: Der Bildschirm ist über eine zusätzliche Gelenkachse im Deckel so aufgehängt, dass man seine Unterkante an die Vorderseite des Rumpfs ziehen kann. Diese Hybridbauart war zu Windows-8-Zeiten stärker verbreitet, kam in den letzten Jahren allerdings kaum noch zum Zug. Stattdessen haben sich 360-

Grad-Scharniere auf breiter Front durchgesetzt, wo im Tablet-Modus dann auch die Tastatur außen liegt – das ist hier nicht der Fall, sodass die Tasten nicht verkratzen können.

Der Bildschirm hat – typisch Surface – 3:2-Format, was sowohl hochkant wie quer eine gute Figur abgibt. Anders als beim Surface Book oder dem kleinen Bruder Surface Laptop 4 gibt es vom neuen Surface Laptop Studio nur eine Größe, nämlich 14,4 Zoll mit einer Auflösung von 2400 × 1600 Pixeln. Das Panel nimmt Eingaben per Finger oder Stift entgegen; letzterer kostet 130 Euro extra.

Windows-11-Bildschirm

Zwei Bildschirmbesonderheiten gehen Hand in Hand mit dem vorinstallierten Betriebssystem Windows 11. So hat der Bildschirm keine rechteckigen, sondern abgerundete Ecken. Beim ebenso bestückten Surface Laptop Go [1] mit vorinstalliertem Windows 10 führte das zu unpraktischen Verdeckungen von Bedienelementen, während die runden Ecken hier deutlich besser mit der überarbeiteten Bedienoberfläche von Windows 11 harmonieren. Je nach eingestelltem Skalierungsgrad und Alter der Anwendung kann es aber immer noch zu Verdeckungen kommen.

Eine weitere Windows-11-Neuerung ist die Dynamic Refresh Rate (DRR), die die Bildwiederholrate dynamisch ändern soll: geringe Raten bei statischen Inhalten zum Energiesparen, hohe Raten beim Scrollen für einen besonders flutschigen Eindruck. In der Praxis haben wir DRR aber noch nirgends gesehen – auch hier nicht. Der Bildschirm des Surface Laptop Studio schafft zwar 120 Hertz statt der üblichen 60 Hertz, aber Microsoft liefert es mit WDDM-2.7-Treibern aus. Das hat uns schon beim Surface Pro 8 [2] irritiert, denn DRR setzt neuere WDDM-3.0-Treiber voraus. Wann solche Treiber kommen und ob DRR damit bei den beiden genannten Surface nachgerüstet werden kann, hat Microsoft bislang nicht bekannt gegeben. Wir haben alle Messungen mit fix eingestellten 120 Hertz vorgenommen.

Schlechtes Timing

Anders als andere PC-Hersteller, die neue Geräte in der Regel dann vorstellen, wenn AMD, Intel und Nvidia neue Komponenten präsentieren, folgt Microsoft bei Surface-Produkten einem eigenen Rhythmus. Das ist legitim, sorgt aber in diesem Fall wieder einmal dafür, dass ein nagelneues Surface-Gerät mit betagtem Innenleben antritt: Es gibt hier Prozessoren der elften Core-i-Generation, obwohl bereits die zwölfte gestartet ist [3]. Letztere liefern ebenso wie Ryzen-Prozessoren der Generationen 4000 bis 6000 bei selbem Energieumsatz eine deutlich höhere CPU-Rechenleistung als die von Microsoft gewählten Vierkerner der Intel-Familie Tiger Lake-H35.

Der Core i7-11370H rechnet im Testgerät in den Werkseinstellungen sogar schwächer als die laut Datenblatt langsameren Intel-Modelle wie der Core i7-1165G7 in anderen Notebooks. Das liegt daran, dass Microsofts Ingenieure einen geringen Lüfterlärm priorisiert haben: Das Notebook bleibt in kurzen Lastphasen lautlos und ist selbst bei anhaltender Dauerlast mit maximal 0,5 sone kaum zu hören. Über andere Profile in den Windows-11-Einstellungen (System/Strom & Akku/Energiestatus) kann man der CPU eine standesgemäßere Performance entlocken, doch dann wird es auch etwas lauter und das Gehäuse wärmer. Da man die Unterschiede nur in Benchmarks sieht, aber im Alltag nicht spürt, haben wir alle in der Tabelle aufgeführten Messergebnisse im voreingestellten „Empfohlen“-Profil ermittelt.

Der Grafikchip GeForce RTX 3050 Ti wird von vergleichsweise niedrigen Taktraten ausgebremst; daran ändern auch andere Profile nichts. Er eignet sich damit zwar für Spiele in Full-HD-Auflösung und bei mittlerem Detailgrad, für besonders detail- und effektreiche 3D-Welten mit zusätzlichen Raytracing-Effekten reicht es aber nicht.

Es gibt zwei Möglichkeiten, Dockingstationen anzuschließen. Das mitgelieferte Netzteil findet magnetisch am proprietären Surface-Konnektor Anschluss, der auch das Surface Dock 2 aufnimmt [4]. Zusätzlich bietet der Surface Laptop Studio aber auch zwei Thunderbolt-Buchsen, die für Docking und rasante Peripherie genutzt werden können.

Der Surface Laptop Studio soll im Docking-Betrieb adaptiv lernen, den Akku nur bis 80 Prozent zu laden. Schlägt der Algorithmus zu, kann man das Limit in der Surface-App aufheben. Umgekehrt gibt es aber keinen Weg, einen vorzeiti-



Dank einer zweiten Drehachse im Deckel kann man diesen auch mit dem stiftbedienbaren Touchscreen nach außen zusammenklappen.



Der Rumpf besteht aus zwei Stufen. Die obere hängt über, wodurch man die seitlichen Kühlöffnungen im Alltag nicht sieht; vorne unter dem Touchpad lässt sich der optionale Surface Slim Pen 2 parken und laden.

gen Ladestopp pauschal zu erzwingen, um den Akku dauerhaft zu schonen. Bei voller Akkukapazität haben wir im Optimalfall Laufzeiten von über 22 Stunden gemessen.

Microsoft verkauft den Surface Laptop Studio in fünf Ausstattungsvarianten. Das 2200-Euro-Testgerät entspricht der kleinsten Ausstattungsvariante mit Core i7; in den niedrigeren Modellen mit Core i5 (der kaum langsamer ist als der Core i7) fehlt die GeForce-GPU. Teurere Modelle haben mehr RAM und größere SSDs; das Topmodell mit 32 GByte aufgelötetem LPDDR4X-Arbeitsspeicher und einer 2-TByte-SSD kostet 3200 Euro. Das Vollmetallgehäuse gibt es ausschließlich in Platingrau. Angesichts der üblichen Microsoft-Produktzyklen von 12 bis 18 Monaten erwarten wir nicht, dass in naher Zukunft ein Nachfolger mit neueren Prozessoren erscheint.

Im Kaufpreis ist nur ein Jahr Garantie enthalten. Außerhalb der Garantie repariert Microsoft nicht direkt, sondern tauscht das reklamierte Exemplar gegen ein baugleiches Ersatzgerät aus [5]. Bei Redaktionsschluss hatte Microsoft die für Reparaturen des Surface Laptop Studio vorgesehenen Pauschalpreise noch nicht veröffentlicht. Sie dürften allerdings oberhalb derer des Surface Laptop 4 liegen (Akku: ~300 Euro, Bildschirm: ~350 Euro, sonstiges: ~500 Euro).



Die abgerundeten Bildschirmecken und der Deckelrand haben konzentrische Radien. Dank der grobflächigen Bedienoberfläche von Windows 11 stören die Ecken wenig – ältere Anwendungen mit eigenen Oberflächen ausgenommen.

Fazit

Microsofts teures Surface Laptop Studio ist weder von den gewählten Prozessoren noch von der Abstimmung des Kühlsystems auf maximale Performance getrimmt, erlaubt aber konzentriertes Arbeiten dank minimalem Lüfterlärm – was bei Notebooks mit Nvidia-GPU eine Ausnahme ist. Der drehbar gelagerte und stiftbedienbare Touchscreen sorgt mit 3:2-Format, 120 Hertz und abgerundeten Ecken für Aufsehen. *(mue@ct.de)* c't

Literatur

[1] Florian Müssig, Oberflächlich abgespeckt, Microsofts Einsteiger-Notebook Surface Laptop Go, c't 26/2020, S. 72

[2] Florian Müssig, Eckig-Erneuerung, Microsoft-Tablet Surface Pro 8 mit 120-Hertz-Panel und Windows 11, c't 26/2021, S. 82

[3] Florian Müssig, Maximalmobil, Gaming-Notebook MSI Raider GE76 mit Core i9-12900HK & GeForce RTX 3080 Ti, c't 5/2022, S. 96

[4] Florian Müssig, Magnetdock, c't 5/2021, S. 65

[5] Florian Müssig, Mobile Lebensverlängerung, Wie lange Notebookhersteller Ersatzteile vorhalten und wann sich eine Reparatur lohnt, c't 3/2022, S. 88

Microsoft Surface Laptop Studio: Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration	A1Y-00005
Lieferumfang	Windows 11 Home 64 Bit, Netzteil
Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)	
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera (Hello)	– / – / – / – / ✓ (✓)
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / – / 2 × L (2 × Typ C) / –
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	– / – / R
USB-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓
Ausstattung	
Display	Sharp LQ144P1JX01: 14,4 Zoll / 36,6 cm, 2400 × 1600, 3:2, 201 dpi, 120 Hz, 2 ... 416 cd/m², spiegelnd
Prozessor	Intel Core i7-11370H (4 Kerne mit SMT), 3,3 GHz (Turbo bis 4,8 GHz), 4 × 1280 KByte L2-, 12 MByte L3-Cache
Hauptspeicher / Chipsatz	16 GByte LPDDR4X-4267 / Intel Tiger-Lake-H35
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	PEG Nvidia GeForce RTX 3050 Ti (4096 MByte GDDR6) / –
Sound	int.: Realtek ALC274
LAN / WLAN	– / PCIe: Intel AX200 (Wi-Fi 6, 2 Streams)
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	– / USB: Intel (Microsoft)
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / –
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: Samsung PM991 (512 GByte) / –
Stromversorgung, Maße, Gewicht	
Akku (Ladestopp < 100% einstellbar)	58 Wh Lithium-Ionen (–)
Netzteil	95 W, 383 g, 11 cm × 5,5 cm × 3 cm, Kaltgerätestecker
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,82 kg / 32,3 cm × 22,8 cm / 2 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	1,4 cm / 19 mm × 18,5 mm
Leistungsaufnahme	
Suspend / ausgeschaltet	0,4 W / 0,3 W
ohne Last: Display aus / 100 cd/m² / max	2,4 W / 4,5 W / 6,7 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	50 W / 13 W / 62 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	98 W / 0,92
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks	
Laufzeit Idle (100 cd/m²) / Video (200 cd/m²) / 3D (max)	22,2 h / 8,3 h / 1,4 h
Ladestand / Laufzeit nach 1h Laden	76 % / 16,9 h
Geräusch ohne / mit Rechenlast	< 0,1 sone / 0,5 sone
Massenspeicher lesen / schreiben	1788 / 1154 MByte/s
IOPS (4K) lesen / schreiben	90368 / 92672
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	306 / 172 Mbit/s / ✓
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 99,3 dBA
Cinebench R23 Rendering (1T / nT)	1259 / 5350
3DMark: Wild Life / Night Raid / Fire Strike / Time Spy / Port Royal	22608 / 22678 / 9603 / 4470 / 137
Preis und Garantie	
Straßenpreis Testkonfiguration	2200 €
Garantie	1 Jahr

⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe

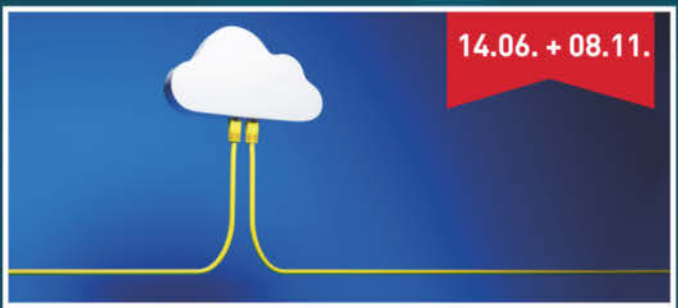
c't WORKSHOP

Themenauswahl 2022



CI/CD mit GitLab

Die Entwicklungsplattform GitLab bietet umfangreiche Continuous-Integration-Funktionen. Der Workshop bietet eine praktische Einführung in die GitLab-CI-Tools und zeigt, wie man damit Softwareprojekte baut, testet und veröffentlicht.



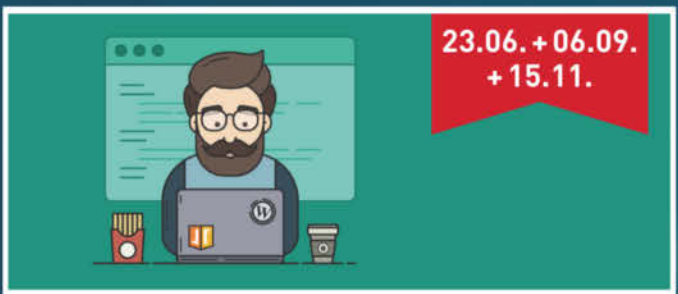
Internetausfälle kompensieren

Fällt die Internetanbindung im Unternehmen aus, „steht" oftmals der ganze Betrieb. Dieser Workshop vermittelt einen Überblick über aktuelle Techniken zu redundanten Internet-Anbindungen von Firmenstandorten.



Post-Quantum Cryptography

In diesem Workshop tauchen wir in das Feld der Post-Quantum Cryptography ein und zeigen sowohl theoretisch als auch praktisch, wie Hersteller bereits jetzt verschlüsselnde Systeme gegen Quantencomputer absichern können.



WordPress für Einsteiger

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



Dienste mit SELinux absichern

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



Docker und Container in der Praxis

Der Workshop richtet sich an Entwickler und Administrierende, die neu in das Thema einsteigen. Neben theoretischem Wissen über Container geht es um die Herausforderungen im Alltag und eigene Container-Erfahrungen auf der Kommandozeile.

Sichern Sie sich Ihren Frühbucher-Rabatt:

www.heise-events.de/workshops





Duell der Profis

Spiegellose Systemkameras Canon EOS R3 vs. Nikon Z 9 im Test

Spiegellose Vollformatkameras der Topklasse sollen die bei Profis immer noch etablierten Spiegelreflexmodelle ablösen. Der Test zeigt, wo Canon EOS R3 und Nikon Z 9 überzeugen und wo sie schwächeln.

Von Christine Bruns

Sport, Wildlife und Reportagen sind das Metier professioneller Vollformatkameras, sowohl für Foto als auch für Video. Die spiegellosen Profikameras Canon EOS R3 und Nikon Z 9 kommen wie die direkte Konkurrenz Sony A9 II mit einem neuartigen „stacked BSI-Sensor“. Diese Sensoren sind so verdrahtet, dass die belichtete Fläche nicht durch Verbindungen eingeschränkt wird und mehr Licht einsammelt. „Stacked“ bedeutet, dass an dem Chip zudem ein Speicher angebracht ist, der Bilddaten schneller ausliest.

Bei gleichem Preis von 6000 Euro unterscheiden sich die Kandidaten deutlich: Nikons Z 9 nutzt 45,7 Megapixel für detailreiche Bilder bei einer Serienbildrate von 20 Bildern pro Sekunde (Raw und JPEG). Die Canon EOS R3 kommt auf 30 Bilder pro Sekunde bei nur 24 Megapixeln.

Die neuen Sensoren haben durch die hohe Auslesegeschwindigkeit den Rolling-Shutter-Effekt eliminiert, bei dem gerade Linien zu Kurven werden können. Nikon lässt den mechanischen Verschluss gleich ganz weg. Die kurzen Auslösezeiten von 1/32.000 Sekunde (Nikon) beziehungsweise 1/64.000 Sekunde (Canon) sind bemerkenswert. Beide Hersteller setzen auf schnelle CFexpress-Karten Typ B. Neue, verlustfrei komprimierte Raw-Formate sollen die Datenübertragung zusätzlich beschleunigen.

Handhabung

Die spiegellosen Profis sind gegenüber ihren DSLR-Vorgängern kleiner und leichter. Die wichtigsten Bedienelemente wurden wie gewohnt als Duplikate für das Hochformat angebracht. Nikon orientiert sich an den anderen Z-Modellen, Canon an der EOS-1D X Mark III.

Bisher undenkbar in der Profiliga: Beide Modelle kommen mit beweglichen Touchdisplays. Canon setzt auf die bekannte schwenk- und drehbare Variante, wobei das Display zum Schutz nach innen eingeklappt werden kann. Das Display der Nikon Z 9 lässt sich in vier Richtungen jeweils um 90 Grad klappen. Die Metallkonstruktion scheint robust und filigran zugleich, da sie aus vielen Elementen besteht.

Die elektronischen Sucher beider Kameras zeigten das Live-Bild angenehm hell, groß und verzögerungsfrei. Die Farbwiedergabe wirkt natürlich. Der Sucher der Canon EOS R3 bietet eine höhere Auflösung als derjenige der Nikon Z 9. Schnelle Bildwiederholraten von 60 Bildern pro Sekunde (Nikon) beziehungsweise bis zu 120 Bildern pro Sekunde (Canon) garantieren eine flüssige Sucheranzeige. Den Fokuspunkt können Fotografinnen und Fotografen sowohl über das Touchdisplay als auch über Joysticks verschieben. Die EOS R3 hat außerdem einen Augensensor eingebaut, der von anderen Modellen der R-Reihe bereits bekannt ist.

Die Akkus können in dem beiliegenden Ladegerät oder direkt in der Kamera geladen werden. Nach dem Standard des japanischen Kameraverbands (CIPA) schafft die Canon EOS R3 860 Aufnahmen mit einer Akkuladung, die Nikon Z 9 740 Aufnahmen. Das ist deutlich unter den Werten der gleichwertigen Spiegelreflexmodelle.

Beide Profispiegellose unterstützen Videoaufnahme auf Kinoniveau. So zeichnet die Canon EOS R3 Videos mit einer Auflösung von bis zu 4K und 6K Raw auf, die Z 9 mit 4K und 8K. Nikon möchte die Raw-Aufzeichnung bei der Z 9 mit einem Update im Sommer 2022 integrieren. In manchen Formaten können Einzelbilder aus den Videos extrahiert werden, damit der Videograf zu den Bewegtbildern auch Fotos anbieten kann. High-Speed-Aufnahmen erlauben beide Kameras bei 4K mit 100 und 120 Bildern pro Sekunde. Nikon bietet Videos bis 125 Minuten, Canon sogar bis zu sechs Stunden an.

Eingebaute GPS-Module versehen Bilder mit Geoinformationen; über WLAN und Bluetooth verbinden die Kameras sich mit Mobilgeräten, um Daten zu übertragen oder sich fernsteuern zu lassen. Auch eine GBit-LAN-Buchse steht in beiden Modellen zur Verfügung.

Raffinierter Autofokus

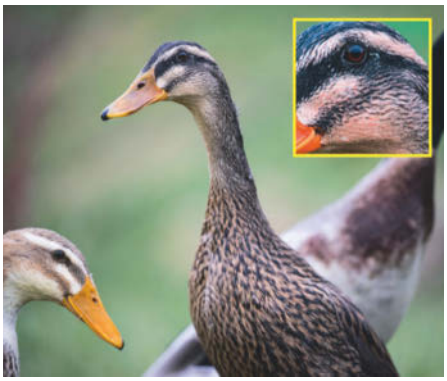
Der Autofokus beider Hersteller nutzt KI, um Menschen in Bewegung, Fahrzeuge, Motorräder und Tiere zu erkennen. Er funktioniert bei beiden Modellen auch bei Videoaufnahmen. Auto- und Tierautofokus beider Kameras funktionierte in unserem Test überwiegend gut. Auch Jogger verfolgten beide Kameras ab einer bestimmten Mindestgröße im Bild problemlos und scharf im Gesicht, sowohl im Vorbeilaufen als auch beim Auf-die-Kamera-Zulaufen. Mit den schnelleren und weniger berechenbaren Bewegungen eines

Parcours-Läufers taten sich die Kameras schwerer.

Mit der Canon EOS R3 kann man den Autofokus über Augenbewegungen steuern. Beim Kalibrieren muss der Fotograf Punkte fokussieren. In unserem Test waren mehrere Wiederholungen nötig. Saß das Auge etwas verschoben vor dem Sucher, funktionierte der augengesteuerte Autofokus nicht zielgenau. Wird genau kalibriert, hilft der Augenautofokus beim schnellen Motivwechsel. Er zeigt sich als Kreis mit Punkt in der Mitte, der sich mit dem Blick über das sichtbare Bildfeld bewegt. Beim halben Andrücken des Auslösers wird der anvisierte Punkt als Fokuspunkt gesetzt. Verspiegelte Brillen, Gleitsichtgläser und Kontaktlinsen können die Sensoren irritieren und die Funktion für die Träger unbrauchbar machen.



Die Canon EOS R3 verfolgt Hundemotive, auch wenn mehrere Tiere durchs Bild laufen.



Die Profikamera Nikon Z 9 erkennt nicht nur Menschen-, sondern auch Tieraugen mit hoher Sicherheit.

Messwerte und Bildkritik

Im Labor zeigen beide Kameras gute bis sehr gute Leistungen. Insgesamt schneidet die Canon EOS R3 aufgrund der größeren Pixel etwas besser ab. Sie sammeln unter denselben Bedingungen mehr Licht, rauschen erst bei höheren ISO-Werten und zeigen einen etwas größeren Dynamikumfang. Gut zu sehen war dies beim Visual Noise (VN). Er bezeichnet das subjektiv wahrnehmbare Rauschen. Werte bis 0,8 stehen dabei für weitgehende Rauschfreiheit, Werte bis 2 für einen geringen, Werte bis 3 für einen mäßig und Werte über 3 für einen deutlich störenden Rauscheindruck. Bei ISO 100 startet die R3 mit einem sehr guten VN von 0,8. Die Z 9 ist mit 1,0 nicht wesentlich schlechter. Bei ISO 3200 maßen wir für die R3 1,2, die Z 9 springt hier schon auf 2,0. Das Canon-Modell überschreitet die Zweiergrenze erst bei ISO 25.600; die Nikon-Konkurrenz liegt hier bei 3,7.

Der Dynamikumfang der Nikon hält sich zwischen ISO 100 und ISO 1600 stabil auf 10,2 Blendenstufen und fällt dann langsam ab. Die Canon startet mit 12,4 Blendenstufen bei ISO 100, schwankt bis ISO 25.600 zwischen Werten von 11 bis 10,3 Blendenstufen und fällt dann ab.

Die Auflösung der Canon EOS R3 liegt bei 2000 Linienpaaren pro Bildhöhe, die der Nikon Z 9 deutlich höher bei 2752 Linienpaaren. Bei der Auflösungsmessung erreichen beide Kameras zentral 100 Prozent zwischen ISO 100 und ISO 800. Nikons Z 9 schafft bis ISO 3200 Werte über 90 Prozent. Bis ISO 25.600 geht der Wert auf 80 Prozent der maximalen Auflösung zurück. Die R3 hält die 100 Prozent bis ISO 6400 und fällt bis ISO 51.200 auf 80 Prozent zurück.

Sowohl die Canon EOS R3 als auch die Nikon Z 9 liefern an unserer c't-Testszene bei ISO 100 sehr klare, detailreiche Aufnahmen mit einer sehr guten Plastizität. Aufgrund der höheren Auflösung zeigt die Z 9 noch feinere Details als die R3. Deren Aufnahmen wirken jedoch leichter und plastischer. Bei ISO 6400 liegt die visuelle Bildqualität der R3 deutlich vor der der Z 9, denn diese zeigte in unserem Test bei den hohen ISO-Zahlen ein stark artefaktbehaftetes Rauschen. Es erinnert an eine Schraffur aus kurzen vertikalen und horizontalen Strichen. Dadurch wirken die Bilder, als läge ein leichter Grauschleier über den Motiven. In nächtlichen Praxisaufnahmen fiel der Effekt jedoch nicht so stark auf wie im Testlabor.

Spiegellose Systemkameras der Profiklasse

Modell	Canon EOS R3	Nikon Z9
Sensortyp	BSI-CMOS, 36 mm × 24 mm	BSI-CMOS, 36 mm × 24 mm
Sensorauflösung / Pixelgröße	24 Megapixel (6000 × 4000) / 6 µm	45,7 Megapixel (8256 × 5504) / 4,4 µm
Lichtempfindlichkeit	ISO 100 – 102.400 (erweiterbar ISO 50 – 204.400)	ISO 64 – 25.600 (erweiterbar ISO 32 – 102.400)
interne Bildstabilisierung	✓ (5 Achsen)	✓ (5 Achsen)
Autofokustyp / Messfelder	Hybrid-AF / 4779	Hybrid-AF / 493
kürzeste / längste Verschlusszeit	1/64.000 (elektr.) – 30 s / Bulb	1/32.000 (elektr.) – 30 s / Bulb
Serienbildrate / Raw in Folge	30 B/s / 150	20 B/s / ca. 1000
Videoformat / max. Auflösung	MOV, MP4 / 6000 × 3164 (60p)	MOV, MP4 / 7680 × 4320 (30p)
Videokomprimierung	H.265/AVC (variabel), MPEG4 H.264/AVC (variabel), CRM (12 Bit)	Apple ProRes 422 HQ (10 Bit), H.265/HEVC (8 Bit/10 Bit), H.264/AVC (8 Bit)
Sucher / Vergrößerung	OLED (1600 × 1200 Bp.) / 0,76x	OLED (1280 × 960 Bp.) / k. A.
Display / beweglich / touch	LCD, 8,0 cm (1440 × 960 Bp.) / ✓ / ✓	LCD, 8,0 cm (1024 × 683 Bp.) / ✓ / ✓
Speichertyp / Slots	CFexpress Type B, SD (HC/XC, UHS-II) / 2	CFexpress Type B oder XQD / 2
Akku-Kapazität / Aufnahmen	2700 mAh / 860	3300 mAh / 740
Gehäusematerial / wetterfest	Magnesium / ✓	Magnesium / ✓
Abmessungen / Gewicht	150 mm × 143 mm × 87 mm / 1015 g	150 mm × 149 mm × 91 mm / 1340 g
Anschlüsse	USB 3.2 (Typ C), HDMI, Mikrofon, Kopfh., LAN	USB 3.2 (Typ C), HDMI Typ A, Mikrofon, Kopfh., LAN
Wireless	WLAN 802.11a/b/g/n/ac, Bluetooth 5.0, GPS	WLAN 802.11b/g/n/ac, Bluetooth 5.0, GPS
Preis (UVP / Straße)	6000 € / 6000 €	6000 € / 6000 €

✓ vorhanden – nicht vorhanden k.A. keine Angabe

Fazit

Sowohl die Canon EOS R3 als auch die Nikon Z 9 lieferten in unserem Test eine sehr gute, allerdings keine perfekte Leistung bei der Bildverfolgung. Dennoch erstaunt ihre Leistung, die die wesentliche Denkarbeit auf die Vorbereitung der Aufnahmen reduziert. Die Nikon Z 9 klebte etwas besser am Motiv als die Canon EOS R3 und fand schneller zur Schärfe zurück, wenn diese verloren ging. Wesentliche Punkte bei der Kaufentscheidung sind die Auflösung und die Performance bei hohen ISO-Werten. Die R3 machte bei hohen ISO-Zahlen eine bessere Figur; Nikon bei den Pixeln. *(akr@ct.de)* c't

Einen ausführlichen Test dieser Kameras lesen Sie in c't Fotografie 2/2022.



Familienmanager

Echo Show 15 im Test: Smart Display mit Personenerkennung

Sie wünschen sich einen digitalen Haushaltsassistenten, der alle Familienmitglieder selbstständig erkennt und deren Alltag managt? Amazons neues Smart Display soll diese Aufgabe übernehmen. Im Test zeigte sich jedoch, dass die Umsetzung (noch) Schwächen aufweist.

Von Nico Jurran

Der Name Echo Show 15 verrät erst einmal nur, dass es sich bei Amazons neuem Gerät um ein Modell aus dessen Smart-Display-Reihe mit integrierter Sprachassistentin Alexa handelt und dass es eine Bildschirmdiagonale von (rund) 15 Zoll hat. Damit ist es schon mal das größte Echo Show.

Vor allem seine Bauform sticht heraus: Das Show 15 sieht aus wie ein Bild, inklusive Rahmen und weißem Passepartout – und soll auch so an der Wand befestigt werden, wahlweise horizontal oder vertikal. Die beiliegende Halterung wird mit vier Schrauben an die Wand gedübelt, damit das rund 2,2 kg schwere Gerät auch an selbiger bleibt, wenn man auf das Touch-Display oder einen der drei Knöpfe (zur Lautstärkeregulierung und zum Ein- beziehungsweise Ausschalten von Kamera und Mikrofonen) am Rahmen drückt.

Die Ausrichtung erkennt das Gerät automatisch und passt seine Oberfläche entsprechend an. Wer es als Medienplayer nutzen möchte, sollte beachten, dass die beiden Lautsprecher im Querformat rechts und links positioniert sind. Daher spielen sie nur in dieser Orientierung Stereoton – im Hochformat muss man sich mit Mono begnügen. Der Klang des Show 15 ist aber ohnehin recht dünn und damit als vernetzter Lautsprecher eine schlechte Wahl.

Optional passt das Display auch auf den Tisch, wofür Amazon einen Kippständer mit integriertem Kabelmanagement zum Preis von 30 Euro verkauft. Auch darauf lässt sich das Show 15 horizontal und vertikal montieren. Dank VESA-Lochmus-

ter im Format 100 × 100 kann man aber auch andere Halterungen verwenden.

Blick auf den Schirm

Die Oberfläche des Show 15 zeigt erstmals Widgets, die sich nach den eigenen Bedürfnissen und Vorlieben anordnen lassen und stetig aktualisiert werden. Insgesamt kann man in zwei Reihen jeweils eine große oder drei kleine Kacheln platzieren – wobei es derzeit nur das Kalender- und das Musik-Widget überhaupt in Groß gibt.

Aktuell ist die Auswahl der Widgets recht mager. Elemente wie „Alexa Vorschläge“, „Was kann ich essen?“, zum Wetter und zu täglichen Kalender-Ereignissen sind praktisch nur Widget-Varianten der Anzeigen, die schon bei Amazons anderen Smart Displays durchlaufen, nur im Kachelformat. Manche Widgets drehen sich nur um Amazon-Dienste, etwa das zu Fotos und zum Amazon-Nachbestellservice. Das Musik-Widget zeigt immerhin auch Titel an, die man über Dienste wie Spotify oder Apple Music gehört hat.

Neu ist ein Widget, über das sich drei verbundene Smart-Home-Geräte steuern beziehungsweise deren Status anzeigen lassen. So kann man etwa per Touch eine smarte Lampe ein- und ausschalten (aber keine Routinen starten) oder die aktuelle Temperatur von Tado-Thermostaten anzeigen und regeln – zumindest in der Theorie: Im Test erschienen auf dem Widget immer wieder Werte, die nicht mit den Angaben in der Tado-App korrespondierten, zudem hakte gelegentlich die Aktualisierung. Weitere Widgets, auch von dritter Seite, sollen laut Amazon in Zukunft hinzukommen.

Familienbenutzer

Die Echo Shows sollen digitale Assistenten sein, die den Nutzer mit Terminerinnerungen, Tipps, Kochrezepten, Musik, Videos (in Full HD) und Ähnlichem durch den häuslichen Alltag begleiten und bei Nichtbenutzung dezent im Hintergrund bleiben. Mit dem Show 15 hat Amazon dieses Konzept auf den gesamten Haushalt ausgeweitet. So gibt es einen gemeinsamen Familienkalender, der Termine aller Personen des Haushalts verwaltet; und ein digitales Haftnotiz-Widget im typischen gelben Post-it-Design ersetzt den Klebezettel am Kühlschrank, über den kurze Mitteilungen ausgetauscht werden.

Apropos Kühlschrank: Marketingbilder von Amazon zeigen das Show 15 recht oft in der Küche, zudem wurde seine Größe laut Entwicklern mit Blick auf den üblichen freien Platz in einer Küchenzeile gewählt. Eine Zertifizierung nach einer IP-Schutzklasse, etwa gegen Spritzwasser, besitzt das Smart Display allerdings nicht. Laut Amazon lässt es sich aber problemlos abwischen und reinigen. Wie gut das Gerät auf Dauer Wasser- und Fettdämpfe aushält, wird sich zeigen müssen.



Von Amazon ist ein Ständer erhältlich, auf dem das Echo Show 15 im Hoch- und Querformat Platz findet. Ein Teil des Netzkabels kann man dabei hinter einer Klappe verschwinden lassen.

Bei der Wahl des Einsatzortes sollte man zudem im Auge behalten, dass das Show 15 mit Strom versorgt werden muss. Das geht nicht über USB, sondern über ein mitgeliefertes 30-Watt-Netzteil. Dieses hat ein knapp 1,5 Meter langes Kabel, sodass sich eine Steckdose zumindest nicht in unmittelbarer Nähe befinden muss.

Die Leistungsaufnahme liegt im Leerlauf und im Betrieb als digitaler Bilderrahmen je nach Bildschirmhelligkeit (manuell oder automatisch über den integrierten Sensor geregelt) zwischen 6,5 und rund 8 Watt. Während der Wiedergabe von Vi-

Überlistet

Liest man sich die Dokumentation zum Echo Show 15 für die Presse durch, so findet man zu den persönlichen Notizen die Aussage, diese würden dank visueller ID „nur angezeigt, wenn Alexa die betreffende Person vor dem Gerät erkennt“. Das wollten wir testen – und fanden heraus, dass sich die Gesichtserkennung tatsächlich einfach mit Selfies und Fotos der registrierten Personen überlisten ließ. Die Aufnahmen mussten wir nur auf einem Tablet oder Smartphone anzeigen lassen und in die Kamera des Show 15 halten. Das Smart Display achtet also nicht auf Tiefeninformationen.

Nach dem Überlisten konnten wir die an die betreffende Person gerichteten Notizen problemlos abrufen und löschen. Zwar verlangt das Show 15, dass der Empfänger neben der visuellen ID auch eine Stimm-ID hinterlegt hat, doch die Notizen ließen sich einfach über das Touchdisplay aufrufen, ohne dass man dafür sprechen musste.

Die Stimm-ID kam erst ins Spiel, als wir eine Notiz unter fremdem Namen verschicken wollten: Obwohl sich der Autor als seine Frau (mit deren Foto) eingeloggt hatte, führte der Sprachbefehl „Schicke eine Notiz an …“ dazu, dass er als Absender angegeben wurde. Des Rätsels Lösung: Alexa erkannte seine hinterlegte Stimme. Es genügte aber, mit verstellter Stimme zu sprechen, damit das Show 15 seine Frau als Absenderin auswies. Das Gerät gleicht die Stimme also nicht mit der Stimm-ID des vermeintlichen Benutzers ab, sondern merkt nur, wenn sie mit irgendeiner hinterlegten Probe übereinstimmt.

Im Ergebnis bedeutet dies, dass jede Person mit Zugriff auf das Show 15 mit wenig Aufwand Mitteilungen lesen, löschen und unter falschem Namen versenden kann. Amazon reagierte auf dieses Ergebnis mit der Erklärung, dass die visuelle ID nicht als Sicherheits- oder Authentifizierungsfunktion konzipiert worden sei.

deos stieg sie im Test selten über 10 Watt, bei Dunkelheit mit automatisch aktiviertem Bildschirmschoner (mit Datum, Uhrzeit und Wetter) sank sie auf 5,3 Watt. Die Stromkosten dürften im Jahr daher 20 Euro nicht übersteigen.

Individuelle Ansprache

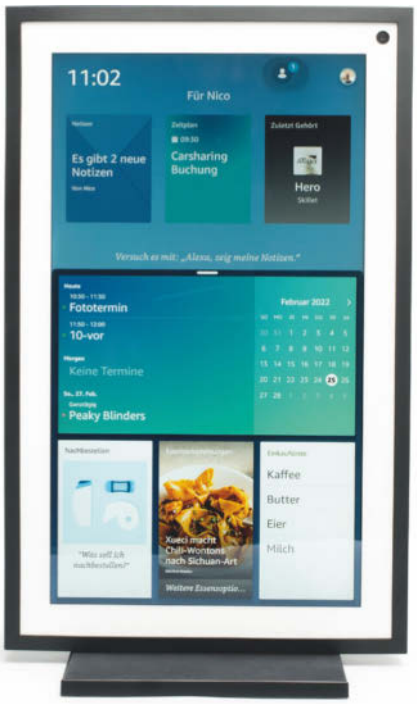
Amazon denkt beim Show 15 den Mehrbenutzer-Ansatz weiter: Dank „AZ2 Neural Edge“-Prozessor kann Alexa über die integrierte Kamera erstmals Personen auseinanderhalten, die zuvor eine sogenannte „visuelle ID“ angelegt haben. Alexa reagiert dann mit individuell angepassten Anzeigen auf dem Display. Zuvor kannten die Amazon-Geräte nur eine mittelmäßig funktionierende Stimm-ID, über die Alexa Nutzer identifizieren konnte.

Die visuelle ID ist schnell eingerichtet, man muss sein Gesicht nur in verschiedenen Winkeln vor die integrierte Kamera halten. Weiterhin kann man ein Selfie anlegen, das eingeblendet wird, wenn man erkannt wird. Bis zu zehn Profile lassen sich anlegen – das Show 15 eignet sich also auch für größere Haushalte.

Die Identifizierung klappte im Test zuverlässig bis zu einem Abstand von etwa 2,5 Metern, auch wenn man versetzt vom Echo Show 15 stand oder saß – zumindest bei Ausrichtung des Gerätes im Querformat. Im Hochformat befindet sich die Kamera in der oberen linken Ecke, weshalb sich bei einer hohen Position an der Wand kleinere Personen schon mal auf die Zehenspitzen stellen mussten, um in deren Blickfeld zu gelangen. Bei Dunkelheit ist die Gesichtserkennung deaktiviert.

Befinden sich mehrere Personen vor der Kamera, stellt sich Alexa auf die ein, die sie als erste erkennt. Erst wenn diese aus dem Bild tritt, beginnt ein neuer Suchvorgang – mit einer von Verzögerung von rund zehn Sekunden, damit Alexa nicht ständig zwischen den Profilen wechselt, wenn eine erkannte Person nur kurz aus dem Sichtfeld tritt.

Nach der Erkennung einer Person erscheint auf dem Bildschirm neben einer individuellen Begrüßung etwa eine Liste ihrer zuletzt gespielten Musik, aber auch schon mal eine (wenig individuelle) Wettervorhersage. Jeder Nutzer kann einen eigenen Kalender verknüpfen und dessen Termine anzeigen lassen, diese tauchen aber auch im Familienkalender auf. Die Widgets verändern sich bei Erkennung einer Person nicht. Wer beispielsweise gehofft hatte, einzelnen Bewohnern eine eigene Smart-Home-Oberfläche einrichten zu können, wird enttäuscht.



Die Widgets passen sich in Form und Größe der Ausrichtung des Echo Show 15 an: Im Querformat werden sie rechts vom Hauptbild, im Hochformat darunter angezeigt.

Die derzeit interessanteste Funktion, die die visuelle ID ermöglicht, ist der Austausch von Mitteilungen unter den registrierten Nutzern. Im Unterschied zu den oben erwähnten Haftnotizen sind diese Nachrichten nicht für alle sichtbar, sondern werden von Alexa nur der Person präsentiert, für die sie auch bestimmt sind. Im Test ließ sich die Gesichtserkennung allerdings leicht austricksen, wie im Kasten „Überlistet“ ausgeführt ist.

Datenschutz

Die Erstellung einer visuellen ID ist optional und erfordert eine separate Einrichtung. Amazon betont, dass alle dabei benötigten Bilder verschlüsselt und ausschließlich lokal auf dem Gerät gespeichert werden. Auch die Erkennung der Personen laufe auf dem Gerät und nicht über die Cloud. Tatsächlich erkannte das Show 15 die registrierten Nutzer im Test auch dann, wenn wir seine WLAN-Verbindung kappten.

Kunden können ihre visuelle ID jederzeit löschen. Außer dem bereits erwähnten Knopf zum Ein- und Ausschalten von Mikrofon und Kamera hat das Show 15 eine Kameraabdeckung, die sich vor die Linse schieben lässt. Legt man keine visuelle ID an oder schaltet die Kamera ab, lässt sich die Personalisierungsfunktion nicht nutzen; sich beispielsweise über eine PIN-Eingabe am Gerät zu identifizieren, ist nicht vorgesehen.

Wie bei andere Echo Shows kann man auch beim neuen Modell die (5-MPixel-) Kamera nutzen, um über die Alexa-App auf dem Smartphone einen Blick in die eigene Wohnung zu werfen; währenddessen wird die laufende Aufzeichnung klar auf dem Display angezeigt. Bei einem Preis von rund 250 Euro hätten wir aber eine bessere Kamera erwartet.

Aktuell ist die visuelle ID das Alleinstellungsmerkmal des Neulings, beim Echo Show 8 (2. Generation) und beim Echo Show 10 (3. Generation) soll sie aber bald per kostenlosem Firmware-Update nachgereicht werden. Das aktuelle Show 10 dreht sich zwar mit einem eingebauten Motor Personen hinterher, kennt aber noch keine Personalisierung.

Fazit

Trotz Hardwareschwächen (allen voran bei Kamera und Ton) erfüllt das Echo Show 15 alle Voraussetzungen, um als digitaler Familienmanager zu dienen. Doch leider enttäuscht aktuell ausgerechnet die Personalisierungsfunktion: Abseits von Notizen bietet das Smart Display kaum individuelle Anzeigen – und selbst die wenigen Elemente enthalten nicht immer interessante Informationen.

Spannender wäre das Echo Show 15, wenn sich seine Oberfläche stärker der erkannten Person anpassen würde, die Widgets eingeschlossen. So ließen sich beispielsweise im Smart Home unterschiedliche Bedürfnisse und Rollen (etwa als Admin oder reiner Nutzer) widerspiegeln oder persönliche Termine von Familienereignissen klar trennen. Zu hoffen bleibt, dass Amazon mit neuen Widgets künftig mehr aus dem Konzept herausholt. *(nij@ct.de)* c't

Echo Show 15

Smart Display mit Personenerkennung	
Hersteller, URL	Amazon, amazon.de
Display	15,6 Zoll (39,6 cm), 1920 × 1080 Pixel
Kamera	5 MPixel, mit integrierter Abdeckung
Lautsprecher	2 × 4-cm-Breitband-Treiber
Konnektivität	WiFi 5, Bluetooth (A2DP)
Abmessungen, Gewicht	40,2 cm × 25,2 cm × 3,5 cm, 2,2 kg
Preis	250 € / 280 € (ohne / mit Ständer)



inside agile

TEAM UP!

Impulse für erfolgreiche Teamentwicklung

Online-Konferenz – 31. März 2022

Jetzt Tickets sichern!

... denn Teams entwickeln sich nicht von allein.

Teamentwicklung ist, wenn eine Person ihr Team beim Beantworten wichtiger Fragen unterstützt:

- Welche Ziele verfolgen wir?
- Wie können wir unser gegenseitiges Vertrauen stärken?
- Wofür sind wir verantwortlich – wofür nicht?
- Auf welchen Prinzipien soll unsere Zusammenarbeit beruhen?
- Wie können wir Kritik konstruktiv formulieren?

Die Konferenz richtet sich an Teamverantwortliche sowie an Scrum Master und Agile Coaches.

Goldsponsor: tms

Veranstalter: heise Developer | dpunkt.verlag

+++ Workshops »Psychologische Sicherheit« und »Gewaltfreie Kommunikation« am 6. + 7. April +++

teams.inside-agile.de



Game Boy aus der Zukunft

Mobile Spielkonsole Analogue Pocket getestet

Der Handheld Analogue Pocket umgarnt Retro-Konsolen-Fans mit einer akkuraten Emulation auf Hardware-Ebene und einem knackscharfen Bildschirm. Die äußerst schicke mobile Konsole spielt unter anderem echte Game-Boy-Module ab und ist sogar ein Synthesizer.

Von Kjell Norton

Beim Pocket vom Konsolenhersteller Analogue handelt es sich um einen Handheld, der mobile Spielkonsolen-Klassiker emuliert. Solche mobilen Retrospielbegleiter liegen derzeit voll im Trend und der Markt ist davon förmlich überflutet. Doch der Pocket hebt sich von der Masse ab: Spiele laufen von Original-Spielmodulen und dank Hardware-Emulation soll das Spielerlebnis noch originalgetreuer als bei der Konkurrenz ausfallen. Dafür kommt ein sorgfältig programmiertes Field Programmable Gate Array (FPGA) zum Einsatz.

Der Vorteil bei der Emulation via FPGA ist, dass im Gegensatz zur reinen Software-Emulation mittels Raspberry Pi & Co. die Hardware des emulierten Geräts auf Transistorebene nachgestellt wird und – exakt wie das Original läuft – wenn es richtig programmiert ist. Dass die Analogue-Entwickler das sehr gut können, haben sie bereits mehrfach bewiesen, etwa beim Super-Nintendo-Klon Super NT [1].

Auch bei der Ausstattung setzt sich der Pocket von anderen mobilen Retrokonsolen ab und bietet unter anderem einen echten „Hingucker“-Bildschirm und ein optional erhältliches externes Dock mit HDMI-Videoausgabe an. Das Konzept scheint aufzugehen: Derzeit ist der 195 Euro teure Handheld ausverkauft. Wer jetzt vorbestellt, erhält das Gerät erst 2023. Auf eBay ist es für Mondpreise um 800 Euro zu haben.

Frisch aus c't Nerdistan

Spielbegleiter

Als Vorbild dient in Sachen Formfaktor und Designsprache Nintendos Game Boy Pocket. Ohne optionale Adapter versteht die Konsole sich ausschließlich mit Spielmodulen der Game-Boy-Familie. Für Kompatibilität mit Modulen anderer Systeme sollen separat erhältliche Adapter sorgen, die unter anderem Spiele für Atari Lynx, SNK Neo Geo Pocket und Sega Game Gear auf den Pocket übersetzen. Bestellen kann man bisher den Adapter für Game-Gear-Module, die anderen sollen noch dieses Jahr folgen.

Die Konsole ist in schwarzem oder weißem Kunststoffgehäuse erhältlich. Das Gewicht von 276 Gramm vermittelt ein wertiges Gefühl und wirkt trotzdem nicht zu schwer. Der Pocket ist sehr gut verarbeitet und gibt sich optisch edel und zeitgemäß. In unserem Test hielt der Akku bei maximaler Bildschirmhelligkeit rund viereinhalb Stunden.

Anschlüsse und Bedienung

Bis auf den an der rechten Seite untergebrachten Micro-SD-Kartenslot sind die wenigen Anschlüsse allesamt an der Unterkante der Konsole platziert: Per 3,5-mm-Klinkenbuchse schließt man Kopfhörer oder externe Lautsprecher an. Über USB-C wird der Akku geladen und die Konsole mit der Dockingstation verbunden. Darüber gibt man das Bild via HDMI auf einem Fernseher aus.

Über den Link-Port, der mit dem der Original-Versionen von Game Boy Pocket, Color und Advance identisch ist, kann man bis zu vier Konsolen miteinander verbinden und lokal gegeneinander spielen. Die Vermischung von Original-Game-Boy und Analogue Pocket funktioniert einwandfrei. Auch Zubehör wie der Game Boy Printer oder die MIDI-Kabel von Analogue finden hier Anschluss. Das GameCube-GBA-Link-Kabel passt jedoch aufgrund der eingebauten Rasthaken nicht. Zusätzlich befindet sich an der Unterkante die vom Game Boy Color bekannte Infrarot-Schnittstelle mit der man, je nach Spiel, bestimmte Daten austauschen kann. Ob und wie das Verlinken im Game-Gear-, Lynx- und Neo-Geo-Pocket-Modus funktionieren soll, ist derzeit noch unklar.

Mit sechs Aktionstasten auf der Vorderseite und zwei Schultertasten rückseitig in Höhe des Modulschachts kann man von klassischen Game-Boy- bis Game-Boy-Advance-Titeln alles so spielen, wie man es von früher kennt. Die Tasten und das Steuerkreuz haben einen angenehmen Druckpunkt, klappern bei hektischen Spielmanövern jedoch leicht. Weniger vorteilhaft ist der Formfaktor für Spiele, in denen die Schultertasten von größerer Bedeutung sind. Wie beim Game Boy Advance SP liegen diese sehr nah beieinander, was schon nach kurzer Zeit zu verkrampften Händen führt.

Das Hauptmenü erreicht man jederzeit über die Home-Taste. Es wirkt aufgeräumt, zeigt aber auch, dass in der aktuellen Firmware 1.0B noch nicht der volle Funktionsumfang freigeschaltet ist: Menüpunkte wie „Library“, „Memories“ und „Button Mapping“ sind ausgegraut. Der Hersteller will die Funktionen im nächsten Update nachliefern.



Die Hauptfunktion des optional erhältlichen Docks ist es, das Bildsignal in Full-HD-Auflösung auf einem externen Bildschirm darzustellen.

Über einen kurzen Druck auf den seitlich angebrachten Power-Taster versetzt man die Konsole in den Sleep-Modus und fährt später nahtlos mit dem Spielen fort. Praktisch: In der aktuellen Firmware Version kann man eine Quick-Save-Funktion aktivieren, mit der man den Zustand eines Spiels an einer beliebigen Stelle speichern und wieder laden kann, auch wenn der Titel so eine Funktion nicht anbietet.

Im Test liefen die uns vorliegenden originalen Game-Boy-, Game-Boy-Color- und Game-Boy-Advance-Module einwandfrei. Berichten zufolge gibt es jedoch bei einer Handvoll Titeln Probleme (ct.de/yjuq), die von leichten Grafikfehlern bis hin zu Aussetzern in der Steuerung reichen. Erfahrungsgemäß korrigiert der Hersteller solche Fehler relativ schnell per Firmware-Update.

Bildschirm, wechsle dich

Die größte Besonderheit neben dem FPGA-Konzept ist der hochauflösende und blickwinkelstabile Bildschirm mit IPS-Panel, der durch eine aus Gorilla Glas gefertigte Scheibe geschützt ist. Er löst mit 1600 × 1440 Pixeln bei einer Diagonalen von 3,5 Zoll mit einer extrem hohen Pixeldichte von 615 ppi auf. Zum Vergleich: Ein iPhone 13 kommt „nur“ auf 460 ppi.

Die Wahl der Pixelanzahl ist kein Zufall, denn sowohl Nintendos Game Boy als auch Segas Game Gear nutzen eine Auflösung von 160 × 144 Pixeln. Das ermöglicht – zumindest beim Game Boy – eine saubere ganzzahlige Skalierung. Obendrein ist auch noch Luft für Effekte wie die originalgetreue Darstellung des Pixelrasters der Vorbilder von Nintendo und Sega.

Das geht sogar so weit, dass individuelle Subpixel, also Rot-, Grün- und Blauanteil eines skalierten Pixels, in ihrer Form – und damit im korrekten Seitenverhältnis – nachgestellt werden können. Das ist für Retro-Enthusiasten wichtig: Denn obwohl Game Gear und Game Boy die gleiche Pixel-Anzahl aufweisen, unterscheidet sich das Bildseitenverhältnis. Das Originaldisplay des Game Gear (4:3) hat rechteckige Pixel. Der Bildschirm des Game Boy und Game Boy Color (10:9) hat hingegen quadratische Bildpunkte. Die geometrischen Formen der Pixel bestimmen das Bildseitenverhältnis. Game-Boy-Advance- (3:2) und Game-Gear-Spiele werden auf dem Pocket aus diesem Grund originalgetreu mit schwarzen Balken am oberen und unteren Bildschirmrand dargestellt, sofern man die Bildgröße nicht händisch verstellt.

Für jedes System stehen neben dem ungefilterten „Analogue“-Modus mehrere Effekte zur Auswahl, die verschiedene Varianten der Originaldisplays simulieren sollen. So wählt man im Game-Boy-Modus etwa die Optik des klassischen grünen Game-Boy-„DMG“-Bildschirms, des



Wer glattgebügelte Bilder mag (links), wählt bei den Darstellungsfiltereffekten den Analogue-Modus. Damit Spiele so wie auf einem Original-Game-Boy-Bildschirm erscheinen, aktiviert man den Game-Boy-Modus (rechts).



Wie früher, nur mit bedeutend besserer Technik: Original Game Boy Color (links) im Vergleich mit Analogue Pocket.

Game Boy Pocket oder sogar die des seltenen Game Boy Light aus. Außerdem gibt es eine rote „Pinball Neon Matrix“, die an den Virtual Boy erinnert. Wer im Game-Boy-Color-Modus spielt, kann das Original-Displayraster auswählen.

Im Game-Boy-Advance-Modus wählt man zwischen dem unbeleuchteten Ur-GBA- und dem beleuchteten SP101-Display. Die Beleuchtung des Pocket ist immer aktiv, die Software schraubt aber an der Farbsättigung. Ähnliches gilt für den Game Gear mit den Modi „GG“ und „GG+“. Hier wird das Streifenraster des Original-Passiv-Matrix-LCDs vorgegaukelt und jeweils die Farbsättigung verändert. Das alles sieht auf dem kleinen Bildschirm sehr authentisch aus.

Wer es noch nostalgischer mag, schaltet über den Menüpunkt „Frame Blending“ eine Bewegungsunschärfe hinzu, die die Trägheit alter LC-Displays simuliert und auch flackernden Transparenzeffekten entgegenwirkt. Eine extreme Schlierenbildung wie auf dem original Game Boy hat man jedoch nicht zu befürchten, wäre aber ein lustiges Gimmick gewesen.

An sich hat der Bildschirm des Pocket eine sehr neutrale Farbdarstellung, aber gerade in den Modi Game Boy Color und GBA wirken die Farben bisweilen zu kräftig. Das liegt daran, dass die Spiele für unbeleuchtete Bildschirme optimiert wurden und damit von Natur aus etwas blasser erscheinen. Der Regler für die Farbsättigung funktioniert in jedem Bildmodus und schafft hier Abhilfe.

Multitalent

Die separat erhältliche Dockingstation verbindet den Pocket mit einem Fernseher und macht einen stabilen Eindruck. Außer einem HDMI-Anschluss beherbergt das Dock zwei USB-A-Anschlüsse für kabelgebundene Controller. Kabellose Controller verbindet man über Bluetooth oder via proprietärer 2,4-GHz-Schnittstelle ohne zusätzlichen Dongle. Letztere hat den Vorteil einer geringeren Eingabelatenz, funktioniert aber nur mit Zubehör vom Hersteller 8BitDo. Die Verbindung mit PlayStation-4- und Xbox-One-Bluetooth-Controllern klappte im Test einwandfrei.

Die Bildausgabe des Docks ist auf maximal 1080p (Full HD) begrenzt und erlaubt dadurch nicht exakt dieselbe Skalierung wie der integrierte Bildschirm. Die zusätzliche Möglichkeit der Bildausgabe in 1440p wäre schön gewesen, denn zum Beispiel viele 27-Zoll-Monitore laufen mit dieser Auflösung. In der Praxis ist das Bild am heimischen Full-HD- oder 4K-Fernseher trotzdem sehr gut. Auf traditionelle Scanlines hat man diesmal zugunsten der Filtereffekte verzichtet, zumal diese auch besser zu Handheld-Spielen passen.

Außer zum Spielen kann man den Analogue Pocket auch zum Musizieren nutzen. Die aus der Chiptune-Szene bekannte Game-Boy-Sequencer-Software Nanoloop ist vorinstalliert und lässt sich mittels separat erhältlicher MIDI-Adapterkabel mit Musikequipment verbinden.

Entwicklern eigener Game-Boy-Spiele erleichtert der Pocket das Testen von Eigenkreationen mittels integrierter GB-Studio-Schnittstelle. Die auch für Anfänger geeignete und frei erhältliche Software für Linux, macOS und Windows (siehe ct.de/yjuq) legt das Endergebnis als .pocket Datei ab, die man anschließend via MicroSD-Karte direkt auf der Konsole abspielt.

Der bei Analogue-Geräten schon fast obligatorische „inoffizielle“ Jailbreak, der meist kurze Zeit nach Veröffentlichung der Hardware erscheint und das Laden von ROM-Abbildern via SD-Karte ermöglicht, ist bisher ausgeblieben. Erstmals können Hobby-Entwickler an einer Analogue-Konsole Hand anlegen: Der neue Ansatz besteht darin, einen zusätzlich eingebauten, kleineren FPGA für Entwickler zugänglich zu machen und damit beispielsweise vom Erfolg der MiST-Community [2] zu profitieren. Der Haupt-FPGA bleibt dabei jedoch Analogue vorbehalten.

Fazit

Analogue liefert mit dem Pocket eine Konsole, die mit ausgezeichneter Kompatibilität und Präzision ihre Retrovorbilder akkurat nachahmt und teilweise, etwa bei der Bildqualität, sogar übertrumpft. Und durch das Dock kommt man auch am TV in den Genuss der riesigen Spielbibliothek von Game Boy & Co.

Der Funktionsumfang ist derzeit ordentlich, aber noch unvollständig. Für die Firmware-Version 1.1 sind Gimmicks wie das Übertragen von Bildern aus der Game-Boy-Kamera auf eine SD-Karte angekündigt. Außerdem sollen bislang unzugängliche Menüpunkte, etwa zum Anpassen der Tastaturbelegung, aktiv werden. Der entwicklerfreundliche Community-Ansatz weckt Hoffnung auf mehr.

(des@ct.de) c't

Literatur

[1] Kjell Norton, Super Nintendo in Perfektion, Retro-Spielkonsole Super Nt im Praxistest, c't 10/18, S. 130
[2] Moritz Förster, Klassiker gefühlsecht, FPGA-Computer MiSt simuliert Amiga und Atari ST, c't 9/15, S. 152

Liste von Spielen mit Problemen, GB Studio: ct.de/yjuq

Analogue Pocket

Mobile Spielkonsole	
Hersteller, URL	Analogue, analogue.co
Hardware	Altera/Intel Cyclone V FPGA; Intel Cyclone 10 FPGA (getestet mit Firmware 1.0B)
Bildschirm	3,5 Zoll, 1600 × 1440 Pixel, 10:9, 615 ppi, variable Bildwiederholrate
integrierter Flash-Speicher	keiner, erweiterbar via MicroSDHC-Karte
Modulschacht	Nintendo Game Boy, Game Boy Color, Game Boy Advance; separat erhältliche Adapter für Sega Game Gear, Atari Lynx, SNK Neo Geo Pocket
Akku, Laufzeit	4300 mAh, fest eingebaut, ca. 4:30 h bei 100 % Bildschirmhelligkeit
Anschlüsse	Konsole: 3,5 mm Klinke, Link-Port, USB-C, SD-Kartenslot; Dockingstation: 2 × USB-A, 1 × USB-C, 1 × HDMI
Videoausgabe	Dockingstation: HDMI bis zu 1080p60
Audioausgabe	Konsole: Stereolausprecher; Dockingstation: PCM Stereo über HDMI
Drahtlosverbindung	Konsole: Infrarot (Game Boy Color); Dockingstation: Bluetooth, proprietäre 2,4 GHz Verbindung für 8BitDo-Controller
Stromaufnahme	bis zu 15 W
Bedienung	Powertaste, Laut/Leise, Steuerkreuz, Home-Taste, 6 Aktionstasten, 2 Schultertasten
Zubehör	USB-C-Netzteil (18 €), Dockingstation inkl. Netzteil (89 €), Modul-Adapter (27 €), Link-Kabel (14 €), Nanoloop MIDI-Kabel (18 €), Nanoloop Analog-Sync-Kabel (18 €), Nanoloop USB-MIDI-Kabel (18 €)
Preis	195 € (vorbestellbar für 2023)

Digitalisierung leicht gemacht!

Wenn Ihre Bücherregale gerade überquellen, bieten wir Ihnen die ideale Lösung. Das gesammelte Know-how Ihrer Fachmagazine kompakt auf Archiv-Discs und -Sticks gespeichert jederzeit zum Abruf bereit.

SONDERPREISE für Abonnenten

c't Jahrgang 2021

Alle **27 Ausgaben** des c't Magazins 2021 in digitaler Fassung.

Archiv-DVD	**24,90 €**
Archiv-Stick (32 GB)	**34,90 €**

c't Gesamtarchiv 1983 – 2021

Das komplette Archiv des c't Magazins von **1983 bis 2021**. Holen Sie sich 39 Jahre IT-Geschichte mit allen redaktionellen Inhalten bis 2021 nach Hause.

2× Blu-ray	**99,90 €**
Archiv-Stick (64 GB)	**139,90 €**

iX Jahrgang 2021

13 digitale Ausgaben des iX-Magazins 2021 mit allen redaktionellen Beiträgen.

Archiv-DVD	**24,90 €**
Archiv-Stick (32 GB)	**34,90 €**

iX Gesamtarchiv 1988 – 2021

34 Jahrgänge des Magazins für professionelle Informationstechnik, der Pflichtlektüre des professionellen IT-Anwenders.

2× Archiv-DVD	**79,90 €**
Archiv-Stick (64 GB)	**109,90 €**

MIT Technology Review Jahrgang 2021

8 digitale Ausgaben des Magazins MIT Technology Review 2021 mit allen redaktionellen Inhalten.

Archiv-DVD	**24,90 €**

MIT Technology Review Gesamtarchiv 2003 – 2021

19 Jahrgänge der Technology Review zusammengefasst auf zwei DVDs.

2× Archiv-DVD	**59,90 €**

Make Gesamtarchiv 2011-2021

Das komplette Archiv mit **59 Ausgaben** von c't Hardware Hacks über c't Hacks bis zum deutschen Make-Magazin.

Archiv-Stick (32 GB)	**99,90 €**



PORTOFREI shop.heise.de/archive21

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 20 €.
Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

heise Shop

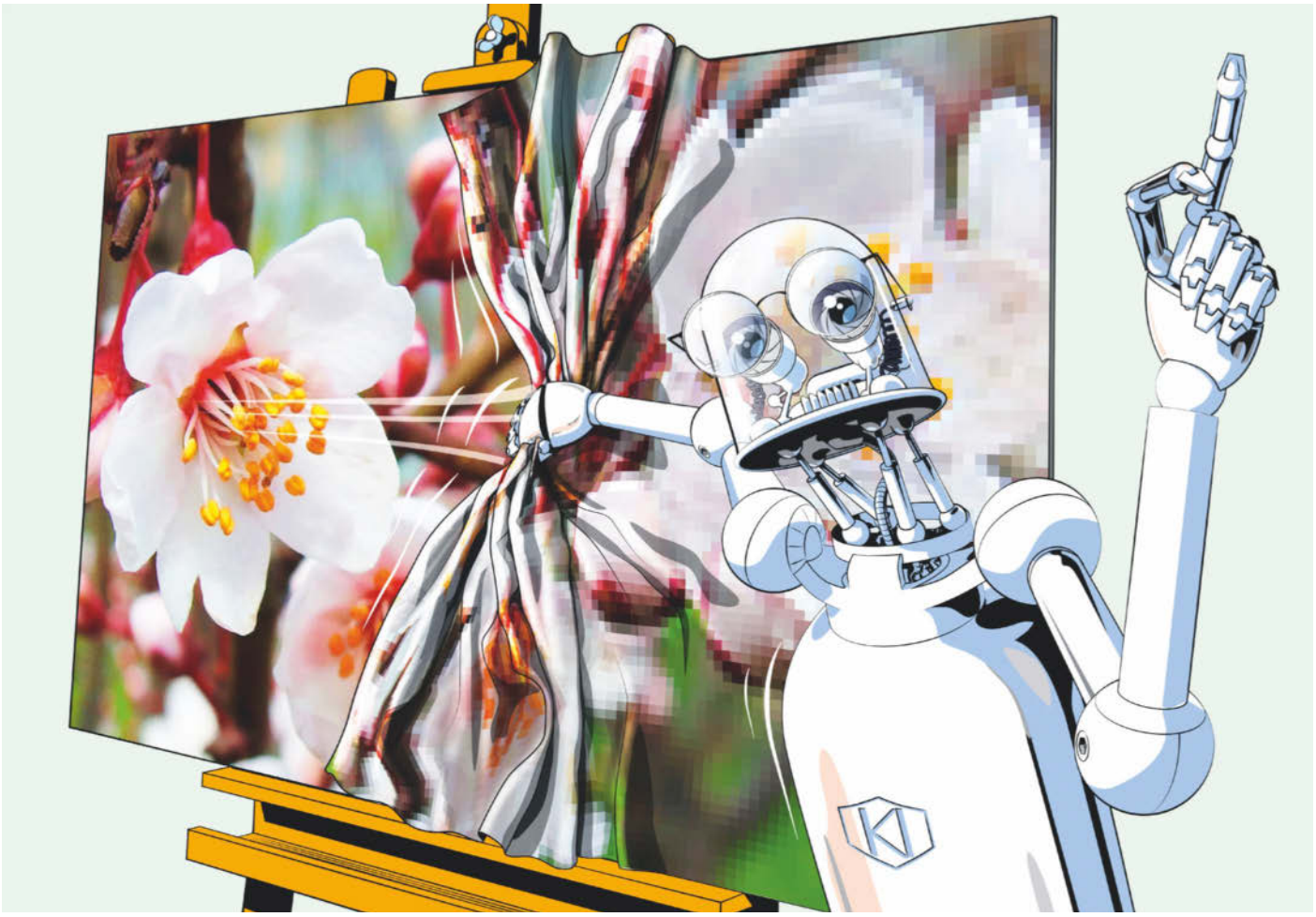


Bild: Rudolf A. Blaha

Maschinelle Bilderrätsel

Fotoauflösung erhöhen mithilfe künstlicher Intelligenz

Bildskalierung ist geradezu prädestiniert für maschinelles Lernen. Wo traditionelle Algorithmen nie vollends überzeugen konnten, verspricht künstliche Intelligenz, Detailinformationen glaubhaft zu rekonstruieren. Wir haben getestet, wie gut die Skalieralgorithmen in Web-Apps und Bildbearbeitungsprogrammen dieses Versprechen einlösen.

Von André Kramer

Die meisten Kameras lösen 24 Megapixel auf; Smartphonekameras meist nur 8 Megapixel. Was tun, wenn die Bildauflösung für großformatigen Druck nicht ausreicht und neu fotografieren keine Option ist? In US-Krimiserien mag es genügen, wenn jemand „Enhance“ kommandiert, damit aus der verschwommenen Reflexion eines Hinterkopfs ein gestochen scharfes Verbrecherporträt entsteht. In der Realität konnten auch komplexe Skalieralgorithmen nie vollends überzeugen.

Der Einsatz von künstlicher Intelligenz verspricht blühende Pixellandschaften. Etliche Anbieter verkaufen Upscaling auf Grundlage maschinellen Lernens. Im Test treten zunächst eine gute Handvoll Webdienste gegeneinander an. Alle bieten zwei-, drei- oder vierfache Skalierung. Bezahlt wird pro Bild.

Einige Desktop-Programme enthalten bereits KI-Skalierer. Aufgrund unterschiedlicher Ansätze sind sie aber nur bedingt mit den Webdiensten vergleichbar. Topaz Gigapixel AI ist der einzige Stand-alone-Skalierer. Für die übrigen Kandidaten wird sich kaum ein Kunde nur wegen dieser Funktion allein entscheiden; was sie leisten, ist dennoch interessant: das Grafikpaket CorelDraw Graphics Suite 2021, die Mac-Bildbearbeitung Pixelmator Pro und das Zweiergespann Photoshop und Lightroom.

Die richtige Portion Pixel

Für die Druckausgabe in 60 × 40 Zentimeter mit 300 ppi (Pixel pro Zoll) muss ein Foto eine native Auflösung von etwa 34 Megapixeln haben (7086 × 4724 plus etwas Schnitttoleranz). Die Kantenlänge eines 12-Megapixel Fotos (4032 × 3024) muss dafür nahezu verdoppelt werden.

Auflösung in 300 ppi nimmt man am besten bei einem Betrachtungsabstand von etwa 25 Zentimetern wahr, also in Büchern und Zeitschriften. Für größere Entfernungen bräuchte man die Stäbchen-und-Zapfen-Dichte eines Adlerauges, um die Details noch erfassen zu können. Großformatige Bilder kann man also auch geringer aufgelöst drucken, wenn diese nur aus einiger Entfernung zu sehen sind, beispielsweise aus dem Auto. Besucher von Museen und Galerien unterschreiten gerne den Betrachtungsabstand, bei dem man das vollständige Bild im Blickfeld hat. Beim Studieren von Details aus nächster Nähe ist wiederum eine Auflösung von 300 ppi wünschenswert.

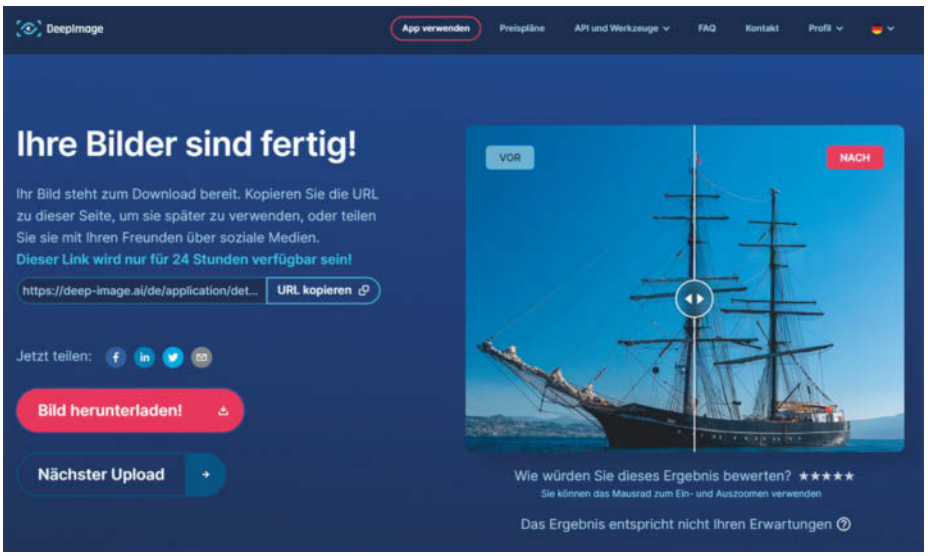
Bikubisch, Lanczos & Co.

Bildbearbeitungsprogramme bieten seit Jahrzehnten mehrere Methoden an, um Bilder zu skalieren, beispielsweise Pixelwiederholung, bilineare und bikubische Interpolation oder Verfahren mit Namen wie Lanczos. Letzteres geht auf den ungarischen Mathematiker Kornél Lánczos zurück (sprich: Lantsosch).

Für Pixelgrafiken wie in klassischen Videospielen wählt man Pixelwiederholung (nächster Nachbar, nearest neighbor). Dieses einfachste aller Verfahren wiederholt lediglich Nachbarpixel. Die Pixel werden dadurch schlicht größer, behalten ihre Farben, scharfen Kanten und Blockstruktur, bilden aber Treppchen.

Bilineare oder bikubische Berechnung eignet sich eher für Fotos und Videos. Bei bilinearer Berechnung interpoliert der Algorithmus die Farbwerte des gesuchten Pixels aus den vier in horizontaler und vertikaler Richtung nächstgelegenen Punkten, berücksichtigt also 2 × 2 Pixel. Die bikubische Interpolation agiert auf einem 4 × 4-Raster, interpoliert dazwischen aber nicht linear, sondern mittels einer kubischen Funktion. Bikubische Berechnung führt zu weniger Artefakten als bilineare. Bei beiden zahlt man den Preis, dass scharfe Kanten verloren gehen und Farben an Übergängen verfälschen; beide vermeiden aber auch Pixeltreppchen.

Das Lanczos-Verfahren ist aufgrund seiner Effizienz recht beliebt und daher in vielen Programmen zu finden von Gimp über IrfanView bis hin zu XnView. Gegenüber bilinearer Berechnung erzielt es sichtbar bessere Ergebnisse. Daneben gibt es weitere Verfahren, die nach Mathematikern benannt sind, beispielsweise Hermite, Bell oder Mitchell. Allen gemeinsam



Web-Apps zur Bildskalierung wie DeepImage zeigen in der Regel nicht mehr als eine Uploadmaske, ein paar Parameter und am Ende einen Download-Link.

ist, dass sie mehr oder weniger gut Strukturen reproduzieren, allerdings keine Details erkennen und nur begrenzt rekonstruieren können und somit in der Regel auch JPEG-Artefakte mitvergrößern.

KI aus dem Netz

KI-Skalierer aus dem Web nutzen in der Regel sogenannte Generative Adversarial Networks (GAN). Zwei gegnerische Netzwerke erstellen und bewerten dabei Kandidaten, bei der sich ein künstlich erzeugter und ein echter Kandidat bestmöglich angleichen sollen. Fotorealistisch zu visualisieren gilt als ihre Kernkompetenz.

Die getesteten Web-Dienste kommen entweder aus dem Grafikbereich oder dem E-Commerce. Imglarger.com, Cre8tiveAI

Googles Bilder aus dem Nichts

Im Juli 2021 stellte Google ein KI-System zur Synthese natürlicher Bilder vor. SR3 (Super-Resolution via Repeated Refinements) nutzt „diffusion models“ aus der Familie der „deep generative models“,

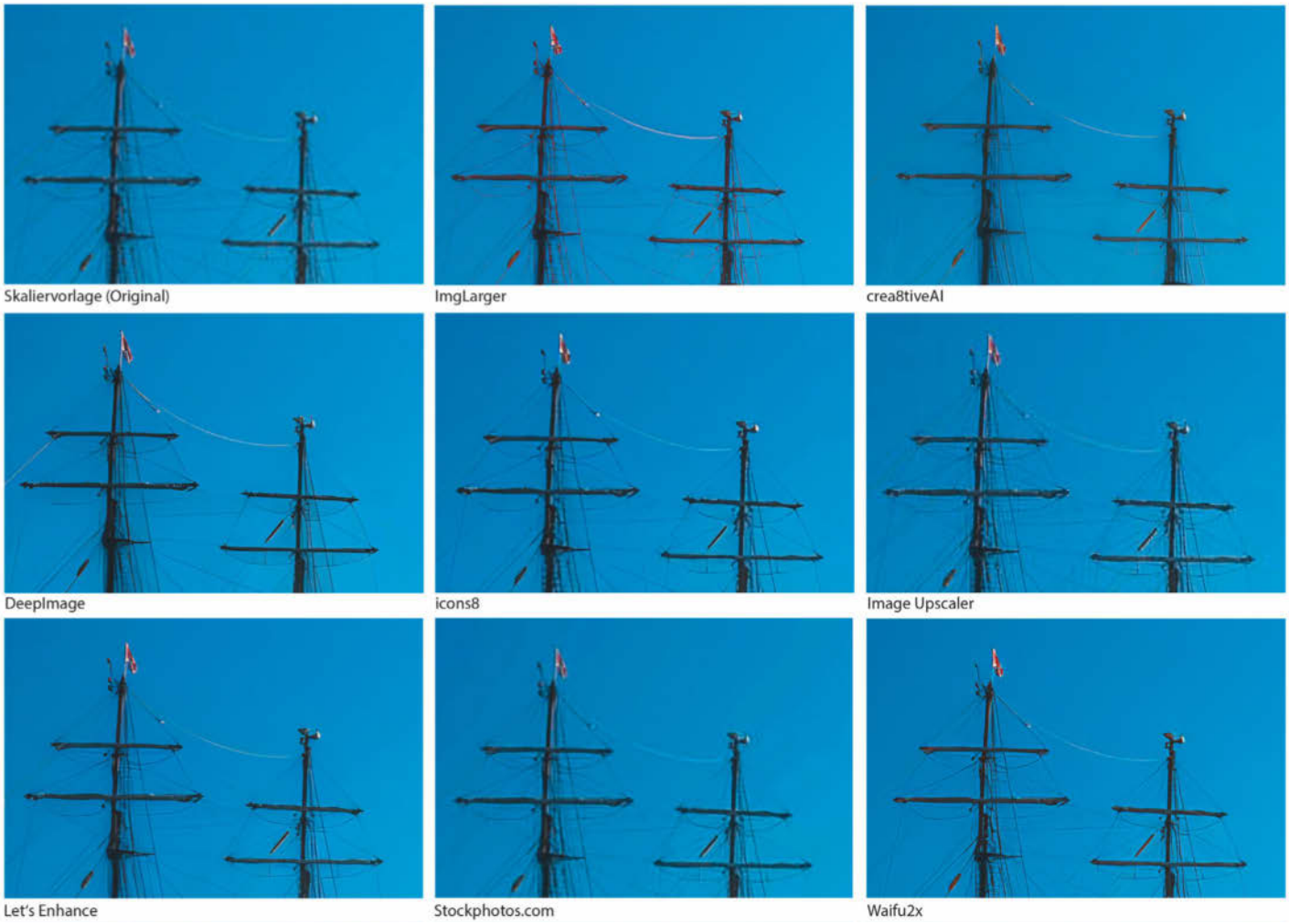


Bild: Google

Google SR3 rekonstruiert Porträts in hoher Auflösung auf Grundlage pixeliger Vorlagen aus reinem Rauschen.

die seit 2015 ein Nischendasein fristeten, nun aber zu Ruhm gekommen sind. Diese Modelle versehen Bilder aus Trainingsdaten mit immer größeren Mengen an Bildrauschen und vernichten damit zunehmen Details. Anschließend wird ein neuronales Netzwerk darauf trainiert, diesen Prozess rückgängig zu machen. Die künstliche Intelligenz synthetisiert Daten aus purem Rauschen, bis, Schritt für Schritt, das Rauschen völlig einem klaren Bild weicht.

Das SR3-Modell akzeptiert als Input ein gering aufgelöstes Bild mit 64 × 64 Pixeln und baut es schrittweise aus purem Rauschen neu auf. Es soll natürliche wirkende Bilder in vier- bis achtfach erhöhter Auflösung generieren können. Porträtbeispiele zeigen Zielbilder mit 1024 × 1024 Pixeln. Studien von Google ergaben, dass 39 Prozent einer Evaluationsgruppe die auf diese Weise generierten Bilder in 256 × 256 Pixeln als Fotos aus einer Kamera klassifizierten.



Die Web-Apps DeepImage und Let's Enhance rekonstruieren die Takelage glaubhaft. Image Upscaler und Stockphotos.com erzeugen viele Artefakte. ImgLarger und Waifu2x ergänzen Bildrauschen.

und Waifu2x widmeten sich zuerst der Verbesserung von Anime-Bildern und erst zweitrangig dem Skalieren von Fotos. Der erste stammt aus China, die beiden letzteren aus Japan – das japanische Lehnwort Waifu geht auf das englische Wort „wife" zurück und verweist auf Mangacharaktere mit großen Augen. Die in Osteuropa ansässigen Dienste DeepImage und Let's Enhance bessern zu klein geratene Fotos für Web-Shops auf. Hinter dem Upscaler von Stockphotos.com aus Köln steckt eine Bildagentur, hinter dem US-amerikanischen Icons8 eine Grafikagentur für Logos und dergleichen. Image Upscaler entwickelt Software zum Verbessern von Fotos.

Alle Web-Apps verarbeiten JPEG-, einige auch PNG-, TIFF- oder WebP-Dateien. In der Regel gelten Uploadbeschränkungen von maximal 5 MByte pro Datei. AI Image Enlarger, Image Upscaler und Waifu2x akzeptieren nur Bilder mit maximal rund 1000 Pixeln Kantenlänge. Üblicherweise lädt man diese über simple Uploadmasken auf den Server des Anbieters, wählt, wenn möglich, den Grad des Rauschens oder ob das Bild verwackelt ist, und bekommt nach weniger als einer Minute einen Download-Link – Anmeldung mit einer gültigen E-Mail-Adresse vorausgesetzt. Für einstellige Beträge bekommt man Credits, die sich fürs Skalieren mehrerer Bilder einlösen lassen. Ein kostenloses Testangebot gilt meistens nur für geringe Skalierungsgrade.

Web-Apps und der Datenschutz

Die getesteten Web-Apps kommen aus allen Ecken der Welt. Das Herkunftsland ist durchaus relevant, schließlich vertraut man den Diensten Fotos an, denn sie skalieren nur nach Upload auf deren Server. Daher ist der Unternehmenssitz in der Tabelle aufgeführt.

In den USA, in China, Japan und in der EU gelten jeweils sehr unterschiedliche Datenschutzbestimmungen. US-Unternehmen müssen personenbezogene Daten auf Verlangen an US-Behörden herausgeben. Und auch wenn China mit einem neuen Datenschutzgesetz seit Mitte 2021 stärker gegen Datenschutzverstöße vorgeht als zuvor, hat der Staat selbst nach wie vor ein großes Interesse daran, mitzulesen: Über das nationale Sicherheitsgesetz kann er jederzeit personenbezogene Daten abrufen.

Deutsche Firmen müssen hingegen nicht mit Behörden aus dem Ausland kooperieren. Auch EU-weit ist die Herausgabe von Daten an Drittländer gemäß DSGVO rechtswidrig. Nach dem japanischen Datenschutzgesetz APPI müssen Betroffene einwilligen, bevor personenbezogene Daten an Dritte übertragen werden – es bewegt sich etwa auf EU-Niveau.

Was die Web-Skalierer leisten

Im Test haben wir 600 × 400 Pixel große Fotos vierfach beziehungsweise um 400



Eine 6-Megapixel-Raw-Datei (links) vermochte Photoshop Camera Raw deutlich zu verbessern (rechts); in der Mitte zum Vergleich bikubische Bildskalierung.

Prozent vergrößert auf 2400 × 1600 Pixel – in der Bildskalierung zählt nach langjähriger Konvention die Kantenlänge; die gesamte Pixelzahl versechzehnfacht sich dabei. Das erste Fotobeispiel mit dem Segelschiff zeigt blauen Himmel und viele feine Linien, die Photoshop nach bilinearer sowie bikubischer Interpolation nur verwaschen und voller JPEG-Artefakten wiedergab. Die KI-Skalierer zeichneten durchweg feinere Linien als die klassischen Algorithmen; dem Original kam im Test allerdings keiner auch nur nahe.

Von gut nach schlecht sortiert, gibt es ein Plus für DeepImage und Let's Enhance: Sie rekonstruieren halbwegs glaubhaft einen Teil der Takelage, wenn auch eher spinnennetzartig als von Menschenhand geknüpft. Etwas schlechter macht es Icons8; hier verwaschen die Strukturen. Bei Image Upscaler und Stockphotos.com verschwimmen sie zusehends zu Artefakten; ImgLarger und Waifu2x ergänzen überdies in hohem Umfang eine Art künstliches Bildrauschen, die das Originalfoto nicht enthält.

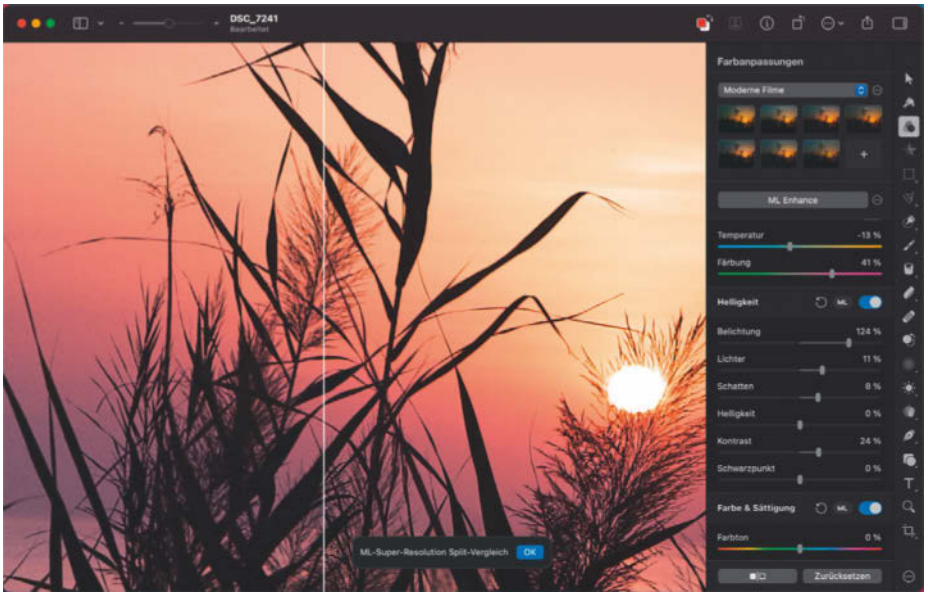
Im Test mit einem Porträt zeigen einige Dienste, dass sie Gesichter erkennen. Aber längst nicht alle können sie auch rekonstruieren. Let's Enhance erhöht die Auflösung nur dezent; das Porträt wirkt aber authentisch. Ähnlich jedoch mit weniger Detailfülle sieht es bei cre8tiveAI aus. Auch Icon8 rekonstruiert das Gesicht gut, schärft aber auf unnatürlich starke Weise. Image Upscaler erzeugt in hohem Maße Artefakte. Bei DeepImage wirkt das Gesicht unauthentisch; Waifu2x verzerrt ins Manga-Artige.

Superauflösung mit Pixelmator

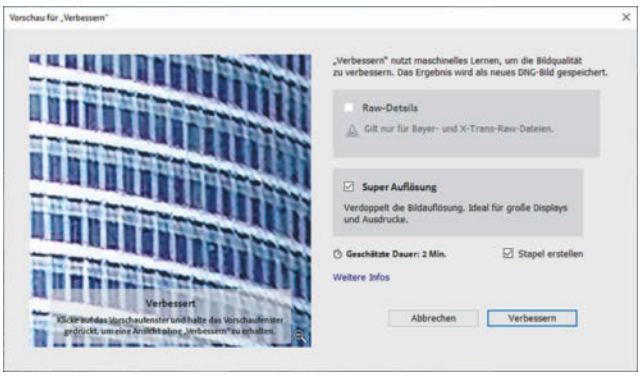
Die Mac-Bildbearbeitung Pixelmator Pro enthält seit Dezember 2019 die Funktion „ML Super Resolution" (ML wie Machine Learning) und war damit Vorreiter. ML Super Resolution beinhaltet 29 sogenannte Convolutional Layer, die das Bild analysieren und eine Version mit über hundert Eigenschaften erzeugen. Nach dem Upscaling werden diese wieder auf drei Farbkanäle reduziert. So ein „faltendes neuronales Netzwerk" (Convolutional Neural Network, CNN oder ConvNet) eignet sich gut, um verschiedenen Aspekten ein gewisses Gewicht zuzuordnen. Zu diesen Eigenschaften zählen Kanten, Farben, Texturen, Muster oder Farbverläufe sowie deren Ausrichtung. All diese Eigenschaften berücksichtigt das Programm beim Upscaling, allerdings möglichst ohne Bildrauschen und JPEG-Artefakte mitzuvergrößern. Mehr Convolutional Layer bedeuten ein besseres Ergebnis, aber auch mehr Trainingsaufwand.

Pixelmator Pro stellt dabei hohe Anforderungen an den Mac des Nutzers. Während bilineares Interpolieren 45 Gleitkommaoperationen (FLOPs) pro Pixel erfordert und das Lanczos-Verfahren bereits 130 FLOPs, liegen diese im Fall des ML-Super-Resolution-Algorithmus laut Hersteller bei 1,13 Millionen FLOPs – lockere fünf Nullen mehr. Mit fünf Jahre alter Hardware dauert die Berechnung eines 6-Megapixel-Raw-Fotos mehrere Minuten. Ein MacBook Pro mit M1-Prozessor war nach wenigen Sekunden fertig. Voraussetzung ist macOS 10.15.

Die Funktion kommt ohne Dialog; lediglich ein Menüeintrag startet den Skalierer. Er verdreifacht in beiden Richtungen die Pixelzahl, zeichnet scharfe Kanten und rekonstruiert Linien mit durchaus brauchbarem Ergebnis. Das Bild enthält allerdings auch mehr Artefakte und Pixeltreppchen an Diagonalen als die am besten arbeitenden Web-Apps DeepImage, Let's Enhance und cre8tiveAI.



Der Algorithmus „ML Super Resolution" von Pixelmator Pro verdreifacht die Kantenlänge hier von 3000 auf 9000 Pixel. Photoshop verdoppelt sie nur.



Der Verbessern-Dialog in Photoshop Camera Raw und Lightroom verbessert Details in Raw-Aufnahmen und erhöht die Auflösung auf doppelte Kantenlänge. JPEG-Fotos wie dieses kann er nur skalieren.

Raw-Verbesserung bei Adobe

Adobe hat in den Photoshop-Importdialog Camera Raw 13.2 zwei Schaltflächen eingebaut, die mithilfe künstlicher Intelligenz mehr aus dem Eingangsbild herausholen sollen als zuvor. Eine heißt jetzt „Raw-Details", 2019 eingeführt unter dem Namen „Details verbessern". Die jüngere heißt „Super Auflösung", im Original „Enhance". Sie erhöht die Bildauflösung – die englische Bezeichnung lehnt sich an das eingangs beschriebene TV-Klischee an.

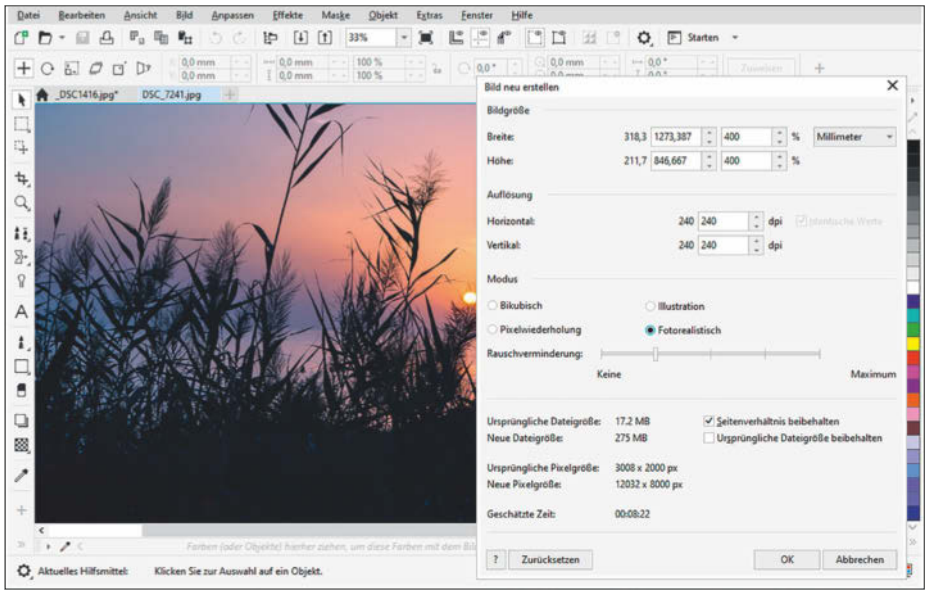
Wie Pixelmator implementiert Adobe ein faltendes neuronales Netzwerk, das nach Herstellerangaben mit Millionen von Fotos trainiert wurde. Unter den Raw-Dateien waren sowohl solche mit dem üblichen Bayer-Filter als auch solche mit Fujifilms exotischeren X-Trans-Sensoren [1]. Die Trainingsmenge bestand aus Paaren gering und höher aufgelöster Fotokacheln mit einem Fokus auf Beispielen, die einen hohen Detailgrad aufwiesen, denn vor allem in solchen Bildregionen treten nach dem Skalieren Artefakte auf.

Der Super-Resolution-Algorithmus setzt auf dem Vorgänger „Raw-Details" auf, der ebenfalls ein CNN nutzt, um das sogenannte Demosaicing zu unterstützen. Kamerasensoren können nur Lichtwerte aufnehmen, sehen die Welt also in Graustufen durch ein Mosaik aus Rot-, Grün- und Blaufiltern. Ein Raw-Entwickler setzt es zu Pixeln mit RGB-Werten zusammen. „Raw-Details" nutzt Ergebnisse aus einer großen Trainingsmenge, um beim Demosaicing maximal viele Details herauszukitzeln. Demzufolge beschränkt er sich auch auf die Interpretation von Raw-Dateien. Die Schaltfläche „Super-Auflösung" kann neben Raw-Formaten aber auch JPEG-, PNG- und TIFF-Dateien verarbeiten – nur ohne Detailbooster.

Einfluss können Anwender wie bei Pixelmator nicht nehmen: Die-Super-Auflösung-Schaltfläche verdoppelt jeweils die Kantenlängen – weniger als bei den Web-Apps. Aus 8 Megapixeln werden dabei 32. Insgesamt ist die Kantenlänge auf 65.000 Pixel begrenzt. Das Ergebnis ist eine Datei im quelloffenen Digital-Negativ-Format DNG, die mit einem Raw-Entwickler bearbeitet werden kann.

So manch Adobe-KI mit dem Beinamen Sensei ist auf externe Server angewiesen. Diese hingegen nutzt lokale APIs, namentlich Apples Core ML beziehungsweise Microsofts Windows ML. Damit die Pixelmaschine funktioniert, muss das Programm also mindestens unter macOS 10.13 oder Windows 10 (1809) laufen. Eine leistungsfähige GPU ist außerdem von Vorteil. Für beste Performance empfiehlt Adobe unter macOS einen Rechner mit Apples M1-Chips und unter Windows eine Grafikkarte mit Nvididas Tensor-Core-Technik in dessen RTX-Serie.

Photoshop und Lightroom erhöhen die Auflösung vergleichsweise moderat. Anscheinend hat Adobe erkannt, dass allzu große Schritte zu erratischen Fehlinterpretationen führen, wie sich an der Schiffstakelage und den Gesichtszügen im Porträt zeigt. Die Adobe-Anwendungen skalieren mit kluger Selbstbeschränkung in sinnvollen Schritten. Das Ergebnis überzeugt, ohne Wunder zu bewirken.

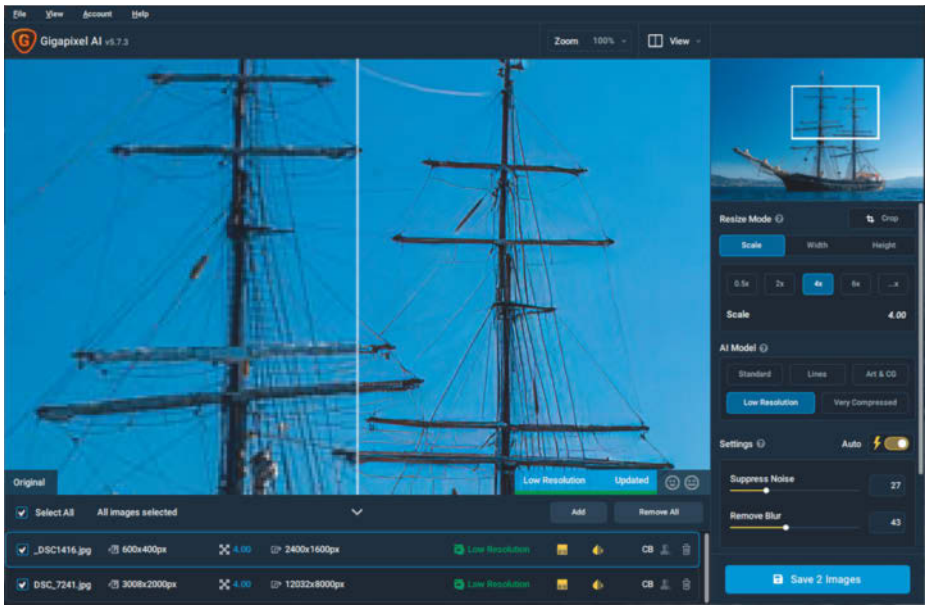


Die in der CorelDraw Graphics Suite 2021 integrierte Bildbearbeitung skaliert sowohl Fotos als auch Illustrationen mit künstlicher Intelligenz.

CorelDraw und Topaz Gigapixel AI

Das Grafikpaket CorelDraw Graphics Suite 2021 findet Anwendung vom Tattoo-Entwurf bis zum Folienschnitt, für Faltblätter und Plakate. Ein KI-gestützter Bildskalierer verbessert wahlweise Fotos oder Illustrationen. Als einziger Testkandidat bietet CorelDraw eine Eingabemaske für Zielpixel ein, sodass man auch in nicht-ganzzahligen Schritten skalieren kann. Über einen Schieberegler wählt man in diskreten Schritten den Grad der Rauschminderung.

Das Stand-alone-Programm Topaz Gigapixel AI erhöht die Bildauflösung – das ist seine alleinige Aufgabe. Gigapixel AI nimmt Pixelmaße oder Stufen mit bis zu 8-facher Skalierung entgegen. Zur Wahl stehen vier verschiedene KI-Modelle; über Schieberegler stellt man den gewünschten Grad von Rauschen- und Verwacklungsreduktion ein. Als einziges Programm im Test kann man hiermit auch mehrere Bilder auf einmal verarbeiten. Das Programm kostet 99,99 US-Dollar. Sowohl CorelDraw als auch Gigapixel AI laufen unter Windows und macOS.



Topaz Gigapixel AI heißt das einzige Stand-alone-Programm bisher, das sich ausschließlich der Aufgabe widmet, Fotos auf dem lokalen Windows-PC oder Mac zu skalieren.

Im Ergebnis wirkt der Skalierer des Corel-Programms wie andernorts bikubische Interpolation – nämlich mit hohen Anteilen von Bildrauschen und Artefakten im Ergebnis. Topaz Gigapixel AI hingegen liegt auf Augenhöhe mit DeepImage und Let's Enhance, den Web-Apps, die am besten abschnitten.

Fazit

US-Claqueure aus dem Web führen bei KI-Upscaling gerne Worte wie „jaw-dropping" an. Bei uns blieb die Kinnlade zu. Details wie das Schilf am Strand, das Tauwerk am Segelschiff und die Gesichtszüge im Porträt konnten die Testkandidaten nur aufbessern, nicht vollends rekonstruieren. Die Kantenlänge lässt sich durchaus mit gutem Ergebnis verdoppeln, beim Vervierfachen geht jedoch einiges durcheinander.

Pixelmator und Photoshop holen vor allem aus Raw-Dateien eine gute Portion Details heraus; bei JPEG-Dateien können sie Artefakte nicht unterdrücken. Corel Photo-Paint schneidet in beiden Disziplinen mit zu vielen Artefakten sehr schlecht ab. Topaz Gigapixel AI kann die Auflösung sowohl von Raw-Dateien als auch von JPEG-Fotos am besten erhöhen. Zwar finden sich im vierfach vergrößerten JPEG des Segelschiffs einige Geisterseile in der Takelage, jedoch nicht weniger als bei den Web-Apps DeepImage und Let's Enhance. Gelegenheitsnutzer, die keine 100 US-Dollar für ein Programm ausgeben wollen, finden vor allem in Let's Enhance ein brauchbares Tool. *(akr@ct.de)* c't

Literatur

[1] André Kramer, Störungsfreie Bilder, Fotos entrauschen mit künstlicher Intelligenz, c't 11/2021, S. 126

Web-Apps zur Bildskalierung

Produkt	AI Image Enlarger	cre8tiveAI	DeepImage	icon8 AI Upscaler	Image Upscaler	Let's Enhance	Stockphotos.com Upscaler	Waifu2x
Hersteller, URL	Imglarger, imglarger.com	Radius5, cre8tiveai.com	DeepImage, deep-image.ai	Icons8, icons8.com	Evgen Gunya, imageupscaler.com	Let's Enhance, letsenhance.io	Stockphotos.com, upscaler.stockphotos.com	Waifu2x Team, waifu2x.org
Unternehmenssitz	Hongkong, China	Tokio, Japan	Stettin, Polen	Wilmington, USA	Kiew, Ukraine	Kiew, Ukraine	Köln, Deutschland	Japan
Sprache	Englisch	Deutsch[1]	Deutsch	Deutsch[1]	Englisch	Englisch	Deutsch[1]	Englisch
Kurzprofil	Skalierer für Grafik und Anime	Skalierer für Grafik und Anime	Bilder für E-Commerce verbessern	Agentur für Grafik und KI-Software	Foto- und Bildbearbeitung mit KI	Bilder für E-Commerce verbessern	Nebenprodukt einer Bildagentur	Bildverbesserer für Anime, auch für Fotos
Funktionen								
Eingabeformate	JPEG, PNG	JPEG	JPEG, PNG, TIFF u.a.	JPEG, PNG	JPEG, PNG	JPEG, PNG, WebP	JPEG, PNG, WebP, BMP	JPEG, PNG
Einschränkungen	max. 5 MByte, 1200 Pixel Kantenlänge	–	–	max. 5 MByte	max. 1000 Pixel Kantenlänge	max. 15 MByte, 15 MPixel	max. 4 MByte	max. 5 MByte, 1200 Pixel Kantenlänge
Ausgabeformate	JPEG	JPEG	JPEG	JPEG	JPEG	JPEG	JPEG	PNG
max. Vergrößerungsfaktor (Kantenlänge)	8-fach	4-fach	4-fach	4-fach (max. 3000 Pixel Kantenlänge)	4-fach	16-fach	8-fach	4-fach
JPEG-Artefakte reduzieren	✓ (automatisch)	✓ (automatisch)	–	–	✓	–	✓	–
Verwacklung reduzieren	–	–	–	–	✓	–	–	✓
Bildrauschen verringern	✓	✓	✓	✓	–	✓	✓ (Bild glätten)	✓
Schärfen	✓ (automatisch)	✓ (automatisch)	✓	✓	–	–	–	–
Stapelverarbeitung	✓	–	✓	✓		✓	–	–
erfordert Anmeldung	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	–
kostenloses Testangebot	8 Bilder, 4-fach	–	5 Bilder, 4-fach	3 Bilder, 4-fach	10 Bilder pro Monat, 4-fach	5 Bilder, 4-fach	3 Bilder, 2-fach	unbegrenzt, 4-fach
Bewertung								
Bildskalierung, allgemein	⊖⊖	○	⊕	○	⊖	⊕	⊖	⊖⊖
Bildskalierung, Porträt	○	○	⊖	○	⊖	⊕	⊖	⊖⊖
Preis	100 Bilder für 9 US-$	4,99 US-$ pro Bild o. 48 US-$ pro Monat	100 Bilder für 9 US-$	100 Bilder pro Monat für 9 US-$	100 Bilder pro Monat für 3 US-$	100 Bilder für 9 US-$	20 Bilder für 7 US-$	kostenlos (MIT-Lizenz)

[1] automatisch übersetzt ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe

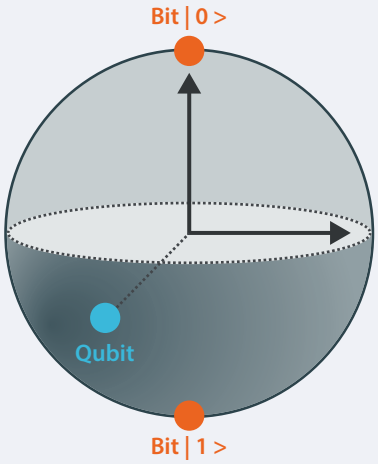
Zahlen, Daten, Fakten

Quantencomputing

Quantencomputing, also das Rechnen auf der Grundlage von quantenmechanischen Zuständen, ist aufwendig: Solche Rechner benötigen ein Vakuum, eine Kühlung bis fast zum absoluten Nullpunkt. So ähneln Quantencomputer eher Raketentriebwerken als klassischen Rechnern. Als Heimcomputer taugen sie daher nicht, aber für großformatige Modellieraufgaben empfiehlt sich Quantencomputing bereits. So hat Googles Quantenrechner Sycamore mit 53 Qubit eine Aufgabe in rund 200 Sekunden gelöst, für die aktuelle Supercomputer 10.000 Jahre gebraucht hätten. Wirtschaftsexperten erwarten beim Quantencomputing aber erst in rund 15 Jahren ein stärkeres Umsatzwachstum. Zurzeit versuchen Forscher, immer mehr Qubits in einem Gerät zu integrieren. Auch in Deutschland gibt es etliche Forschungsverbünde. *(mil@ct.de)* c't

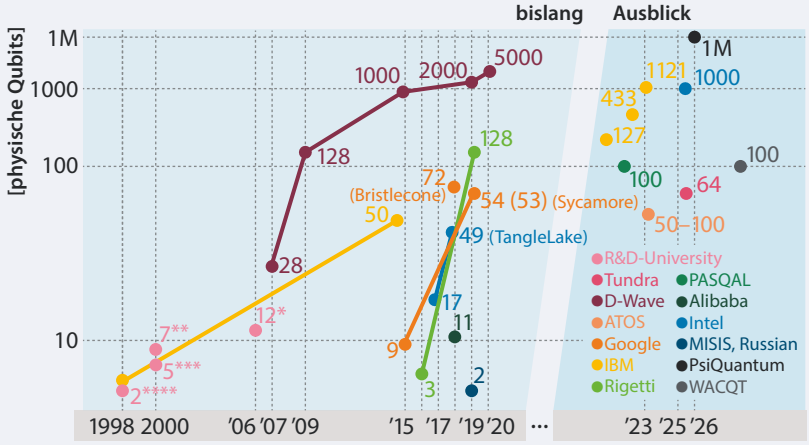
▶ Idee

Ein Qubit ist ein quantenmechanisches Zwei-Zustands-System, bei dem eine Messung entscheidet, mit welcher Wahrscheinlichkeit es gerade 0 oder 1 annimmt.



▶ Mehr Tempo, mehr Firmen

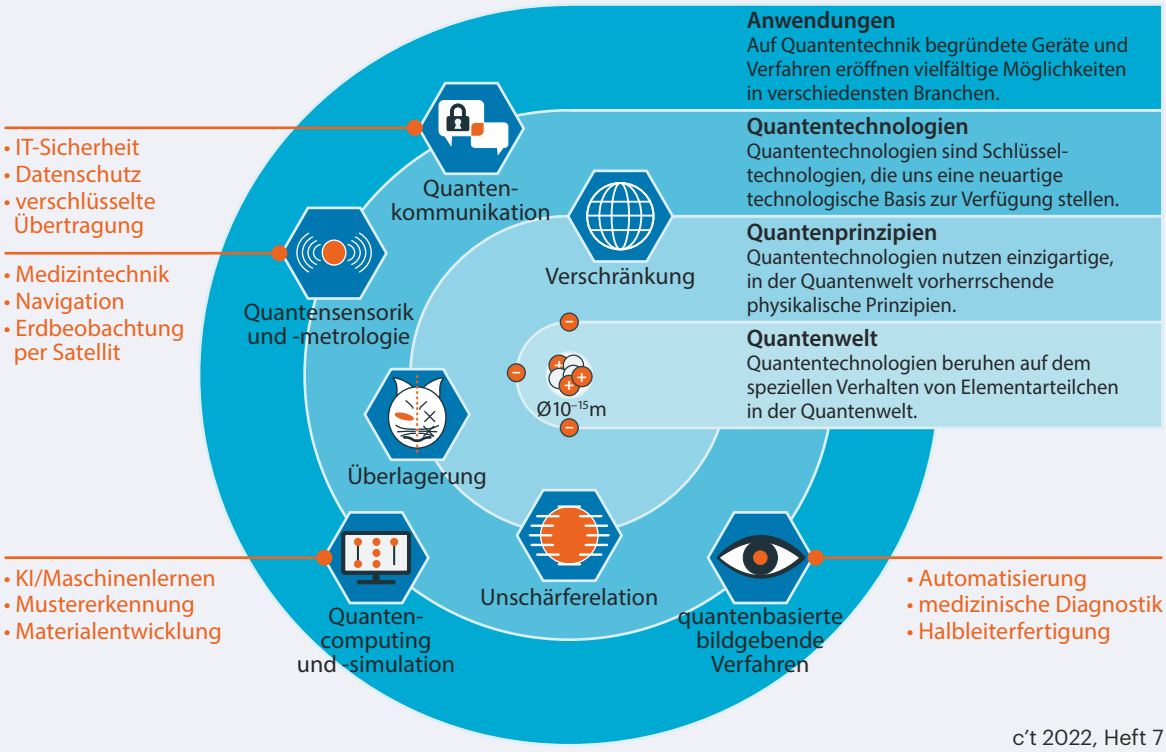
Nach einer tastenden Startphase zu Beginn des neuen Jahrtausends integrieren immer mehr Firmen immer mehr Qubits in Quantenrechnern.[1]



* Institute for Quantum Computing, Perimeter Institute for Theoretical Physics, MIT ** Los Alamos National Lab
*** TU München **** Oxford University, IBM, UC Berkeley, Stanford, MIT

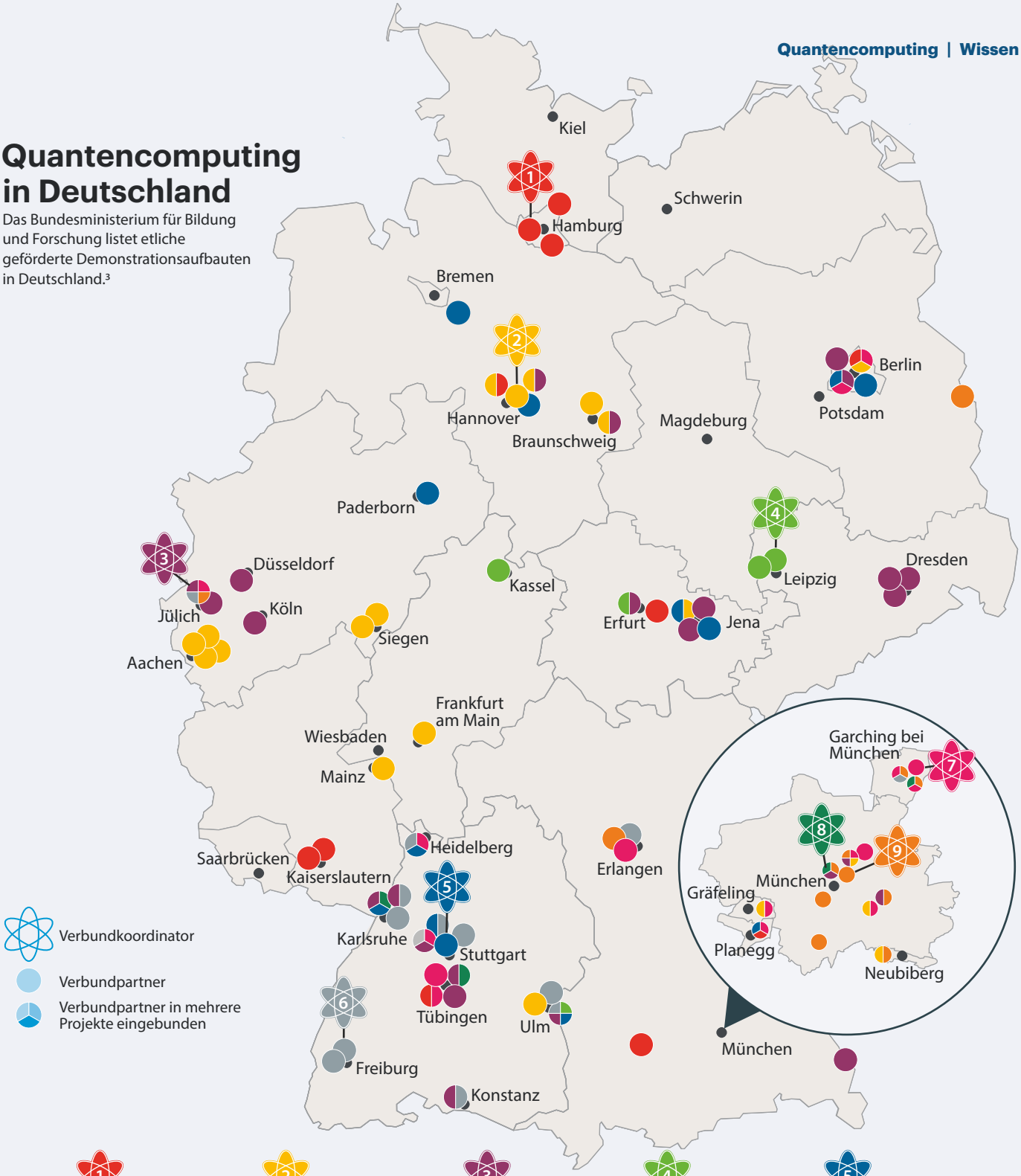
▶ Nutzen

Überall wo viel Rechenleistung nötig ist, werden Quantencomputer für Firmen interessant.[2]



Quantencomputing in Deutschland

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung listet etliche geförderte Demonstrationsaufbauten in Deutschland.[3]



	1 Rymax	2 ATIQ	3 Qsolid	4 CoGeQ	5 PhoQuant
	Rymax-One Quantum Optimizer	Quantencomputer mit gespeicherten Ionen für Anwendungen	Quantum Computer in the solid state	Wettbewerbsfähiger Deutscher Quanten-rechner	Photonische Quantencomputer
Plattform:	Atomfallen	Ionenfallen	Supraleiter	NV-Zentren	Photonen
Projektvolumen:	29 Mio. Euro (Förderquote: 87,1 %)	44,5 Mio. Euro (Förderquote: 84,1 %)	76,3 Mio. Euro (Förderquote: 89,7 %)	4,8 Mio. Euro (Förderquote: 88,3 %)	49,7 Mio. Euro (Förderquote: 84,7 %)
Projektlaufzeit:	1.12.2021–30.11.2026	1.12.2021–30.11.2026	1.1.2022–30.12.2026	ab Q2/2022 geplant	1.1.2022–31.12.2026

	6 Spinning	7 MuniQC-Atoms	8 Q-Exa	9 MuniQC-SC
	Diamond spin-photon-based quantum computer	Munich Quantum Valley Quantencomputer Demonstratoren – Neutral-Atom Quantum Computing Demonstrator	Quantencomputer-Erweiterung durch Exa-Scale-HPC	Munich Quantum Valley Quantencomputer Demonstratoren – Supraleitende Qubits
Plattform:	NV-Zentren	Atomfallen	Supraleiter	Plattform: Supraleiter
Projektvolumen:	18,1 Mio. Euro (Förderquote: 89,8 %)	35,8 Mio. Euro (Förderquote: 88,8 %)	45,3 Mio. Euro (Förderquote: 88,4 %)	44,3 Mio. Euro (Förderquote: 86 %)
Projektlaufzeit:	1.1.2022–31.12.2024	1.1.2022–31.12.2026	15.11.2021–14.11.2024	1.1.2022–31.12.2026

Quellen: [1] Quantum Technologies 2021 Report, Yole Développement (2021) [2] BMBF 2021 [3] BMBF, Bekanntmachung „Quantencomputer-Demonstratoraufbauten", Januar 2022

Elf Punkt eins

Was vom nächsten Windows 11 schon jetzt zu sehen ist

Die nächste Ausgabe von Windows 11 soll im Herbst dieses Jahres fertig sein. Einige der Neuerungen stecken schon jetzt in Vorabversionen – wir haben uns dort angeschaut, was Microsoft in der Pipeline hat.

Von Jan Schüßler

Das Windows 11, das Microsoft im Oktober 2021 veröffentlicht hat, mag in den Augen vieler Anwender zwar ganz schick aussehen, konnte funktionell aber nicht überall überzeugen – vor allem Taskleiste und Startmenü lassen in Sachen Konfigurierbarkeit sehr zu wünschen übrig. Bis zum nächsten großen Release im Herbst 2022 ist es noch etwas hin, doch das, was Microsoft im „Dev Channel" des Betatestprogramm Windows Insider mit der Build-Nummer 22563 veröffentlicht hat, zeigt recht gut, woran Microsoft arbeitet – sinnvolle Verbesserungen der Taskleiste sind bislang nicht dabei, aber durchaus ein paar andere Optimierungen.

Microsofts Blogbeiträge zu neuen Testversionen sind vollgestopft mit winzigen Details, bei denen es etwa darum geht, dass die Animationen beim Einpassen von Fenstern in Bildschirmabschnitte (Snap Layouts) glatter wirken, dass der Ausführen-Dialog (Windows+R) nun eine Titelleiste im Windows-11-Stil hat oder dass die Fensterumschaltung per Alt+Tab das gewählte Fenster nun mit einem Rahmen in Akzentfarbe markiert. Daher haben wir hier Änderungen zusammengetragen, die oberhalb der Wahrnehmbarkeitsgrenze liegen. Die können winzig aussehen, aber im Alltag praktisch sein: Markiert man zum Beispiel eine Datei im Explorer, holt Strg+Umschalt+C den kompletten Pfad in die Zwischenablage. Ausdrücklich geht es hier nicht um die minimalen Änderungen, die Windows 11 Mitte Februar mit einem optionalen kumulativen Update bekommen hat [1].

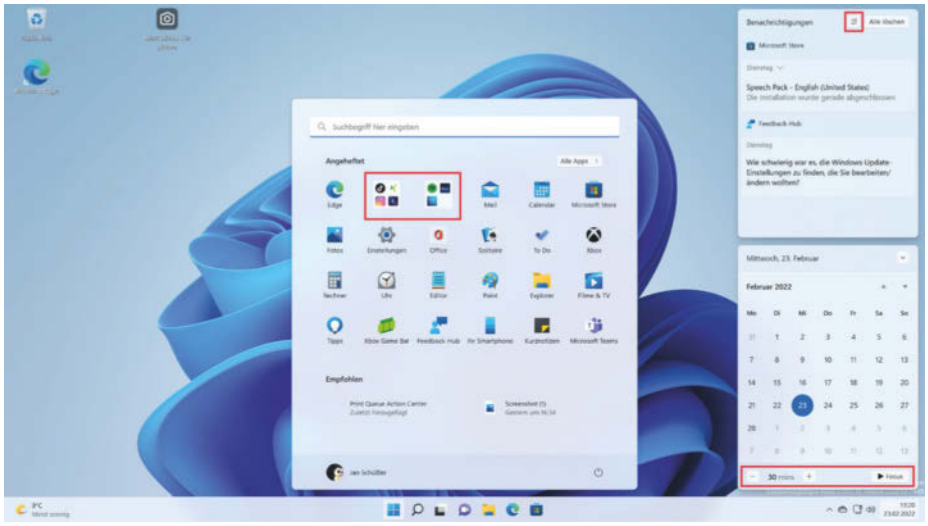
Mehr 11

In erster Linie versucht Microsoft, den Look der Windows-11-Oberfläche schrittweise zu komplettieren. Ein paar Beispiele: Das Lautstärke-Overlay, das bislang oben links im Bild beim Drücken von Lautstärketasten erscheint, hat nun den Windows-11-Stil und sitzt unten mittig über das Taskleiste. Das Kontextmenü des Papierkorbs entspricht dem neuen Design des Explorers. Der Task-Manager hat ein Windows-11-Design verpasst bekommen, was an seinem seit Windows 8 nahezu unveränderten Funktionsumfang allerdings nichts verändert. Der Explorer kann im OneDrive-Ordner nun den Füllstand des Cloudspeichers anzeigen. Und: Die Schaltfläche in den Eigenschaften eines Laufwerks, die bislang die Datenträgerbereinigung öffnet, führt nun in die Einstellungen zu „System/Speicher", von wo aus sich ebenfalls temporäre Dateien löschen lassen. Noch steckt die klassische Datenträgerbereinigung aber im System; man öffnet sie per Windowstaste, `cleanmgr`, Eingabetaste.

Das Startmenü kann ein bisschen mehr als bisher: Das Größenverhältnis von oberem (angeheftete Apps) und unteren Bereich („empfohlen") lässt sich in drei Stufen variieren, Höhe und Breite des Startmenüs aber weiterhin nicht. Angeheftete Icons kann man in Ordnern zusammenfassen, die Ordner bislang allerdings nicht benennen – das will Microsoft aber noch ändern. Zudem reagiert das Startmenü auf Wischgesten zum Ein- und Ausblenden und zum Anzeigen aller Apps. In Sachen Taskleiste tut sich wenig: Man kann festlegen, ob App-Icons auf der Taskleiste blinken dürfen, wenn sie Aufmerksamkeit verlangen, und ob ein Mouseover aufs Such-Icon die letzten paar Suchbegriffe anzeigen soll.

Die Snap Layouts, um Fenster in vorgegebene Bildschirmabschnitte einzupassen, ließen sich bislang nur durch Mouseover auf die Maximieren-Schaltfläche einblenden. Bei Touchbedienung ist das unpraktisch, daher blendet die Snap-Layout-Auswahl nun auch ein, wenn man ein Fenster an der Titelleiste anfasst und in Richtung des oberen Bildrandes schiebt.

Wer die Spotlight-Funktion, die den Sperrbildschirm täglich mit neuen Hintergrundbildern versieht, gerne auch für den Desktop hätte, kann hoffen: Als Hintergrundbild kann man in den Einstellungen nun „Windows Spotlight" auswählen, wodurch man täglich fünf wechselnde Fotos bekommt. Die Wechselfrequenz ist bislang nicht einstellbar. Über ein verschiebbares Desktop-Icon, das bei aktivem Spotlight automatisch eingeblendet wird, lässt



Im nächsten Windows 11 soll das Startmenü flexibler werden und Funktionen für konzentriertes Arbeiten sollen leichter zugänglich sein.

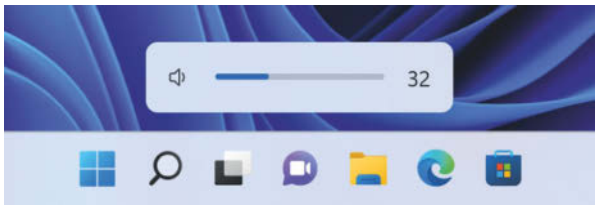
sich das aktuelle Bild zumindest wechseln und bewerten.

Mit kleinen Änderungen widmet sich Microsoft auch dem störungsfreien Arbeiten. Der „Benachrichtigungsassistent“, der Benachrichtigungen beim Spielen, Arbeiten und so weiter stumm schalten kann, heißt nun einfach „Bitte nicht stören“. Seine Optionen haben keinen separaten Menüpunkt mehr in den Einstellungen unter „System“, sondern finden sich unter „Benachrichtigungen“. Die Funktion „Fokus“ hat nun eine eigene Rubrik in den Einstellungen bekommen. Fokussitzungen sollen konzentriertes Arbeiten vereinfachen, indem sie Benachrichtigungen eine einstellbare Zeit lang vom Nutzer fernhalten und auf Wunsch passende musikalische Untermalung aus Spotify liefern. Bislang ließen sich Fokussitzungen nur über die Uhr-App starten; das funktioniert nun auch über einen Schnellzugriff im Kalender, der nach einem Klick auf die Taskleistenuhr erscheint. Außerdem gibt es einen schnell erreichbaren Schalter für „Bitte nicht stören“ im ebenfalls etwas umgestalteten Benachrichtigungsbereich.

Die Spracherkennung für Texteingabe und Gerätesteuerung ergänzt Microsoft mit einem neuen „Sprachzugriff“. Der läuft ebenfalls lokal und ohne Cloud-Anbindung, versteht bislang allerdings nur Englisch – ebenso wie die neuen „Live-Untertitel“, die künftig Gesprochenes in Audioausgaben erkennen und in einer Textzeile am oberen Bildrand verschriftlichen.

Das Mini-Virtualisierungstool Windows Sandbox soll nun nicht mehr zwei Einträge in der Taskleiste anzeigen (von denen eine ohnehin nur eine Ruine des Startlogos war). Ist das Fenster der Sandbox im Vordergrund, fängt es wie ein Hyper-V-Fenster jetzt alle Hotkeys, und in den Konfigurationsdateien (Endung .wsb) können Pfadangaben nun auch Umgebungsvariablen nutzen. Aus der Sandbox heraus soll außerdem ein Neustart der virtuellen Umgebung möglich sein, wie ihn auch reale PCs bieten: Die Umgebung verliert dabei nicht die soweit schon vorgenommenen Änderungen.

Zu guter Letzt hat Microsoft eine unschöne Änderung in Aussicht gestellt, die auch geschäftliche Nutzer betreffen würde: Windows 11 Pro soll künftig ein Microsoft-Konto bei der Ersteinrichtung als Einzelplatzrechner erwarten, ähnlich wie es schon bei der Home-Edition üblich ist. In der bis Redaktionsschluss aktuellen



In der nächsten Windows-11-Ausgabe passt Microsoft die Lautstärkeanzeige ans neue Design an.

Insider-Build 22563 konnten wir das bislang nicht nachvollziehen – es bleibt abzuwarten, ob man weiterhin mit einem simplen Handgriff die Einrichtung eines lokalen Kontos forcieren kann (schlicht „Microsoft“ als Mailadresse und irgendwas als Passwort eintippen).

Einstellungen

Mit dem Wechsel von Windows 10 zu 11 hatte Microsoft die klassische Systemsteuerung so gelassen, wie sie war. Nun kommt ein wenig Veränderung rein: Die Seite „Programme und Features“ zum Deinstallieren von Software und Updates ist nun abgeschafft, das Ganze geht nur noch in den Einstellungen unter „Apps/Installierte Apps“ beziehungsweise im Windows-Update-Verlauf. Ähnlich ergeht es der Systemsteuerungsseite „Geräte und Drucker“. Sie führt zur Einstellungen-Rubrik „Bluetooth und Geräte“. Zudem gibts keinen Schalter mehr für die Möglichkeit, seinen Aktivitätsverlauf per Microsoft-Konto auf andere Geräte zu synchronisieren. Microsoft hatte bereits angekündigt, die Funktion einzustampfen.

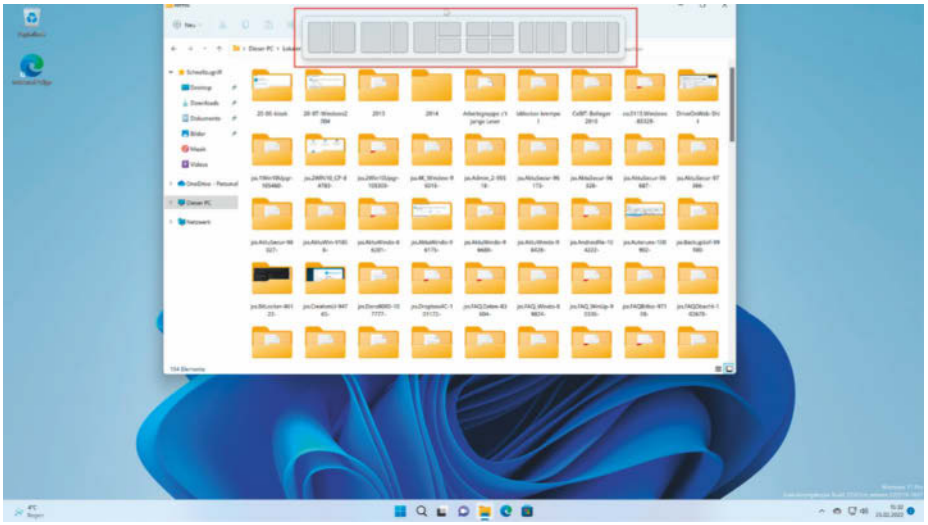
Die restlichen Veränderungen an den Einstellungen sind eher kleinteilig: Der Schalter zur Synchronisierung der Zwischenablage per Microsoft-Konto sitzt künftig in den Einstellungen für die Zwischenablage, „Weitere Benutzer“ und „Familienoptionen“ haben nun getrennte Seiten, und Optionen für die Bildschirmtastatur wie Tastentöne, Großbuchstaben am Satzanfang und ähnliches liegen nun in „Zeit und Sprache/Eingabe“. Die Entwickleroptionen unter „Datenschutz“ sind optisch modernisiert.

Zwischenfazit

Die meisten Änderungen, die bisher für das nächste Windows-11-Release zu sehen sind, sind nicht schlecht, wenngleich unspektakulär – das System wird schlicht ein paar ältere Bestandteile los. Wünschenswert wäre allerdings, dass Microsoft sich noch der herben Kritik an der Taskleiste annimmt. Die Idee, auch Pro-Nutzern künftig ein Microsoft-Konto aufzunötigen, erscheint uns sinnfrei – landet diese Änderung in einem fertigen Release, dürfte Microsoft ohne Not weitere Anwender vor den Kopf stoßen. *(jss@ct.de)* **c't**

Literatur

[1] Jan Schüßler, Neue Funktionen für Windows 11, c't 6/2022, S. 52



Die Snap Groups, die Fenster in vorgegebene Schemen einpassen, aktivieren sich künftig auch, wenn man ein Fenster mit der Titelleiste nach oben zieht.



Bild: Thomas Kuhlenbeck

Schöner zahlen

Rechnungen schneller überweisen mit QR-Codes

Als man Überweisungsträger noch per Hand ausfüllte, suchte man die nötigen Informationen aus der Rechnung zusammen und schrieb sie ab. Daran hat sich auch nach Jahrzehnten des Onlinebankings wenig getan. Dabei gibt es in Form von EPC-QR-Codes bereits eine bequeme Möglichkeit, die Daten in die Banking-App zu übertragen. So werden die Codes generiert.

Von Jan Mahn

Rechnungen fischt niemand gern aus dem Briefkasten – und auch per E-Mail sind sie kaum populärer. Nicht nur weil beim Bezahlen das Geld durch die Finger rinnt, sondern auch weil das Überweisen selbst eine wenig vergnügliche Aufgabe ist. Selbst wenn das Konto gedeckt ist, lässt so mancher die Briefe erst mal liegen und setzt sich später an die unangenehme Arbeit, bei der man sich nicht selten alle wichtigen Informationen für die Überweisung per Hand zusammensuchen muss: den Namen des Empfängers, den Betrag, die Rechnungsnummer und die viel zu lange IBAN. Und dann haben manche Rechnungssteller auch noch Extrawünsche für den genauen Wortlaut des Verwendungszwecks, damit die Buchhaltung den Zahlungseingang automatisch erkennen kann.

Längst haben einige Banken und Start-ups dieses Alltagsproblem erkannt und bieten eine Lösung – künstliche Intelligenz soll es richten. Per Texterkennung (OCR) und KI, so versprechen sie, wollen sie die wesentlichen Informationen aus Rechnung, Briefkopf und Fußzeile kratzen. Wem man seine Daten anvertraut und was damit passiert, lesen Sie im Artikel ab Seite 48. Eine optimale Lösung für das einfache Problem, Daten vom Papier ins Onlinebanking zu bekommen, sieht anders aus.

Dabei gibt es bereits eine solche Lösung, die ganz ohne KI-Kanone und zusätzlichen Datenverarbeiter auskommt:

EPC-QR-Code heißt ein Standard des European Payments Council (EPC), einem Gremium aus europäischen Banken. Und weil „EPC-QR“ wohl zu wenig verbraucherfreundlich klang, vermarktet das Unternehmen S-Public Services, der Dienstleister der Sparkassen für die öffentliche Verwaltung, die Idee parallel unter dem Namen GiroCode. Wie man es auch nennt, das Konzept ist einfach: Rechnungssteller platzieren auf ihren Rechnungen einen QR-Code. Der enthält keine URL (wie die meisten QR-Codes), sondern ein Textdokument in einem standardisierten Format.

Mit der App seiner Bank fotografiert der Empfänger diesen Code, die App füllt das Überweisungsformular direkt aus – als Kunde muss man die Überweisung nur noch prüfen und wie gewohnt per TAN freigeben. Das ist aus Sicherheits- und Datenschutzsicht eine saubere Sache. Weder werden Server Dritter kontaktiert, noch sieht die Bank weitere Details der Rechnung. Was genau man gekauft hat und an welche Anschrift die Ware geschickt wurde, steht nicht im Text hinter dem QR-Code. Die Bank oder ein Dienstleister können diese Informationen also nicht auslesen und zur Kundenanalyse zweckentfremden.

Anwendungsbereiche gibt es aber nicht nur für gedruckte Rechnungen: Webshops könnten den QR-Code zum Beispiel direkt nach dem Abschluss des Bestellvorgangs anzeigen, der Kunde könnte direkt per Mobiltelefon bezahlen und wenn er den Haken für Echtzeitüberweisung (SEPA Instant Payment) setzt, ist das Geld Sekunden später beim Händler. Sie können aber auch als Privatperson EPC-QR-Codes erzeugen – um zum Beispiel die Umlage fürs Grillen von Ihren Freunden zur Abwechslung mal ohne PayPal einzutreiben.

Die Unterstützung von EPC-QR in den Apps deutscher Banken ist ziemlich gut. Auf Seite 140 finden Sie eine Tabelle mit Apps, in denen wir die QR-Codes ausprobiert haben. Oft kann man die QR-Codes auch in der Weboberfläche der Banken hochladen und so einlesen. Nachhilfe brauchen aus dieser Liste nur Santander, die Targobank und die Neobank Tomorrow. An den Banken liegt es also nicht, dass man die meisten Rechnungen noch immer abtippen muss: Bisher druckt einfach kaum jemand EPC-QR auf seine Rechnungen. Und das ist erstaunlich – denn technisch ist der QR-Code denkbar einfach zu erzeugen. Es wäre also kein Problem, die Funktion in Buchhaltungssoftware zu integrieren.

12 Zeilen Text

Bei der wichtigsten Komponente hat das Bankengremium EPC das Rad nicht neu erfunden: Die QR-Codes sind einfache QR-Codes von der Stange. Erzeugen kann man sie mit einer QR-Code-Bibliothek, die es für jede erdenkliche Programmiersprache gibt. Gefordert wird vom EPC die Fehlerkorrektur auf Stufe M (15 Prozent Fehlertoleranz). Um diese Anforderung umzusetzen, muss man sich nicht mit den Feinheiten von QR-Codes auseinandersetzen – die Generatorfunktionen der QR-Bibliotheken haben typischerweise einen Parameter für die Fehlerkorrekturstufe.

Beschrieben ist EPC-QR in einem fünfseitigen Dokument des EPC, zu finden über ct.de/yk3n. Für einen Standard ist das Dokument erfrischend kurz. Das Datenformat besteht aus 12 Zeilen mit Informationen, die per Zeilenumbruch getrennt sind. Erlaubt ist entweder der einfache Zeilenumbruch (LF), wie er bei Unix und Verwandten üblich ist, oder der „Carriage Return Line Feed“ (CRLF) aus der Windows-Welt. Aus diesen Umbrüchen darf man sich einen aussuchen, muss die Entscheidung dann aber für alle Zeilen durchhalten. Eine komplette EPC-QR-Nachricht sieht zum Beispiel wie folgt aus:

```
BCD
002
1
SCT
BELADEBE
Beispielfirma Berlin-Musterdorf
DE02100500000054540402
EUR55.66


Rechnung 2022-123456-7
Das ist ein Hinweistext...
```

Die ersten Zeilen sind schnell erklärt: `BCD` in der ersten Zeile ist ein fixer Wert, der immer gesetzt werden muss. Zeile 2 ist eine Versionsnummer. Ratsam ist es, hier `002` einzutragen. Dann darf man den „Bank Identifier Code“ (BIC) später auch weglassen, sofern es sich um eine Überweisung innerhalb des Europäischen Wirtschaftsraums handelt. In der dritten Zeile wird die Zeichenkodierung für die folgenden Zeilen angegeben. Größte Flexibilität erlaubt der Wert `1`, der für den Universalzeichensatz UTF-8 steht. Wenn Sie jetzt hoffen, auf diese Weise auch japanische Schriftzeichen und Emojis in den Verwendungszweck einbauen zu können (die in UTF-8 enthalten sind), müssen wir Sie leider enttäuschen: Die EPC-QR-Codes sind nur eine Ausfüllhilfe für das Überweisungsformular, alle Prozesse dahinter können auch sie nicht modernisieren. Und bei vielen Banken muss die Überweisung noch durch historische Computertechnik.

Die SEPA-Regeln verlangen daher von den Banken nur, einen sehr kleinen Zeichensatz (Buchstaben, Zahlen, die Zeichen `/-?:().,+'` und das Leerzeichen) zu akzeptieren. Alle weiteren Zeichen (darunter auch deutsche Umlaute) sind optio-

c't kompakt

- Wer Rechnungen auf Papier oder PDF online überweisen muss, hat es mit einem klassischen Medienbruch zu tun. Meist ist Abtippen angesagt.
- Bettet man die Rechnungsdaten in EPC-QR-Codes ein, kann man damit dem Rechnungsempfänger das Bezahlen erleichtern.
- Bisher findet man den QR-Code nur auf wenigen Rechnungen, obwohl er schnell erzeugt ist und von den meisten Banking-Apps unterstützt wird.



Mit einem EPC-QR-Code auf der Rechnung müssen Sie nichts abtippen für die Überweisung. In der App von Comdirect heißt die EPC-QR-Funktion schlicht „QR-Code scannen“.

nal. Umlaute wie ä,ö und ü sind bei deutschen Banken ohnehin kein Problem und exotische Zeichen wie Emojis ersetzen die Banking-Apps nach dem Scannen einfach durch Fragezeichen.

Wenn Sie planen, die QR-Codes zu implementieren, haben Sie aber ohnehin die volle Kontrolle über die Freitextfelder (Name des Kontoinhabers und Verwendungszweck) und können exotische Zeichen direkt ausschließen. Neben UTF-8 könnten Sie auch ISO-8859-Zeichensätze nutzen, die zugehörigen Codes finden Sie im EPC-Dokument. Mit UTF-8 macht man aber erstmal nichts falsch.

Zeile 4 ist wieder ein fixer Wert: Darin muss SCT (SEPA Credit Transfer) stehen, andere Werte sind noch nicht spezifiziert. Es folgt in Zeile 5 die BIC des Zahlungsempfängers. Hat man sich in Zeile 2 für Version 002 entschieden, darf man bei innereuropäischen Überweisungen hier eine Leerzeile lassen. Weglassen darf man eine Zeile dagegen nie, sonst kämen die einlesenden Funktionen durcheinander. In Zeile 6 hat man maximal 70 Zeichen Platz für den empfangenden Kontoinhaber (also den Rechnungssteller). In der nächsten Zeile folgt die IBAN des Empfängers. In Zeile 8 geht es dann ums Geld: Der Betrag wird mit EUR eingeleitet, es folgt ohne Leerzeichen der Betrag; Euro und Cent werden mit einem Punkt getrennt, der Betrag muss unter einer Milliarde Euro liegen.

Die neunte Zeile ist optional und darf auch leer sein. Darin darf man einen vierstelligen sogenannten SEPA-Purpose-Code angeben, der dann auf dem Kontoauszug zu einem aussagekräftigen Text übersetzt wird. Diese Funktion ist keine Erfindung von EPC-QR, sondern SEPA-Standard. GOVT steht zum Beispiel für Zahlungen von Behörden, CHAR markiert eine Spende, SALA steht für eine Gehaltszahlung. Bei gewöhnlichen Rechnungen lässt man diese Zeile einfach leer.

Von den Zeilen 10 und 11 darf nur eine ausgefüllt sein. Erstere kann eine sogenannte „Structured Creditor Reference“ nach ISO 11649 enthalten. Das ist eine 25 Zeichen lange alphanumerische Zeichenkette, die fürs automatische Zuordnen von Zahlungen in Buchhaltungssoftware gedacht ist. Sie beginnt immer mit RF, dann folgen zwei Prüfziffern, die wie die Prüfziffern einer IBAN berechnet werden. Wie Sie eine gültige Structured Creditor Reference erzeugen, ist aber keine Besonderheit von EPC-QR und würde den Rahmen dieses Artikels sprengen. Wer Buchhaltungssoftware entwickelt, die schon mit solchen Referenznummern arbeitet, schreibt sie einfach in Zeile 10 und lässt die nächste Zeile leer. In Zeile 11 darf man sich stattdessen auf 140 Zeichen mit einem klassischen Verwendungszweck ausbreiten – es gelten die schon oben angesprochenen Restriktionen für exotisches Zeichenmaterial.

Zeile 12 schließlich ist ebenfalls optional und praktische Anwendungsfälle sind uns keine bekannt: Darin kann man laut Standard in 70 Zeichen dem Rechnungsempfänger eine Nachricht zukommen lassen, etwa „Bitte innerhalb der nächsten 14 Tage überweisen“. Ob und wie dieser Hinweis angezeigt wird, hängt von der Bank-App ab. In der Sparkassen-App etwa wurde diese Zeile einfach an den Verwendungszweck gehängt, was nicht im Sinne des Erfinders ist – am besten lässt man diese Zeile leer. Nach der zwölften Zeile folgt laut Standard kein weiterer Umbruch.

EPC-QR in den Apps deutscher Banken

Bank	EPC-QR-Code-Unterstützung
Sparkasse	✓
ING	✓[1]
Santander	–
Comdirect	✓
N26	✓
Volksbank	✓
DKB	✓[1]
Deutsche Bank	✓
Postbank	✓
GLS	✓
Sparda Hannover	✓[1]
Targobank	–
Tomorrow	–

[1] Nur über den Rechnungsscan ✓ vorhanden – nicht vorhanden

Schnelle Implementierung

Schnell hat man die Anforderungen des Standards in einer Programmiersprache des Vertrauens umgesetzt und die QR-Codes zum Beispiel in eine Buchhaltungssoftware integriert. Alle benötigten Daten kennt man im Kontext der Rechnungserstellung bereits. IBAN und Empfängername sind sogar statisch, bei einer neuen Rechnung ändern sich nur Verwendungszweck und Betrag. Hat man die zwölf Zeilen mit Zeilenumbrüchen zu einem String zusammengefügt, übergibt man den einer QR-Generator-Bibliothek und platziert den ausgegebenen QR-Code auf der Rechnung, zum Beispiel über die PDF-Generatorfunktion.

Etwas mehr Gedanken kann man sich darüber machen, wie man dem Rechnungsempfänger den aufgedruckten QR-Code erklärt. Denn obwohl EPC-QR erstmals 2012 spezifiziert wurde, dürften viele Empfänger einen solchen Code zum ersten Mal sehen. Mit einem bunten Rahmen und dem kurzen Hinweistext „Einfach Code mit Ihrer Bank-App scannen und direkt überweisen“ erreicht man möglicherweise, dass sich das Verfahren künftig durchsetzen kann und zur Gewohnheit

Schöner zahlen 2.0: SEPA Request to Pay

Auch Rechnungen mit QR-Code kranken an einem Medienbruch: Der Kunde muss ein Papierdokument oder ein PDF mit dem Smartphone scannen. Abhilfe verspricht SEPA Request to Pay, die „SEPA-Zahlungsaufforderung“. In einem Onlineshop gibt der Kunde dafür zunächst genau wie bei der Lastschrift Namen und IBAN ein. Der Händler übermittelt beides samt Rechnungsbetrag und Rechnungsnummer an seine Bank. Diese reicht die Daten inklusive der Kontodaten des Händlers an die Bank des Kunden weiter, der sie dann samt Zahlungsaufforderung in sein Onlinebanking gespielt bekommt. Dort bestätigt der Kunde per Klick, die Zahlungsaufforderung erhalten zu haben. Im gleichen Zug bekommt er ein vorausgefülltes Überweisungsformular; Tippfehler sind damit wie beim QR-Code ausgeschlossen.

Bis wann der Kunde bestätigen und bis wann überweisen muss, kann der Händler flexibel vorgeben; mit Smartphone und Echtzeitüberweisung wäre Request to Pay auch an der Ladenkasse denkbar. Die Spezifikation des European Payments Council für Request to Pay ist seit dem 15. Juni 2021 in Kraft (ct.de/yk3n), bis Redaktionsschluss hatte das Verfahren in Deutschland allerdings weder eine Bank noch ein Händler im Angebot – was wohl auch an der starken Konkurrenz durch die ähnlich bequeme Lastschrift liegt. *(mon@ct.de)*

wird. Auf den Begriff „GiroCode“ sollte man eher verzichten. Die S-Public Services GmbH gibt nicht klar an, ob diese Bezeichnung geschützt ist. Eine Suche im Register des Deutschen Patent- und Markenamts liefert zumindest keine Treffer für „GiroCode“.

In den Apps der meisten Banken ist aber ohnehin nur abstrakt von „QR-Code scannen“ die Rede, nur in der Sparkassen-App steht „GiroCode“. Falls Sie als Unternehmen oder Behörde die zwölf Zeilen Text nicht selbst zu einem QR-Code verpacken möchten und sich lieber auf einen Dienstleister verlassen, können Sie bei S-Public Services (girocode.de) ein Angebot für Programmcode oder ein Web-API anfragen.

Aufbau des EPC-QR-Codes

Zeile	maximale Länge	Inhalt
1	3	BCD (fester Wert)
2	3	`001` oder `002` (Version des EPC-QR-Codes)
3	1	Zeichenkodierung, z.B. `1` für UTF-8 oder `2` für ISO 8859-1
4	3	SCT (fester Wert)
5	11	BIC des Zahlungsempfängers
6	70	Name des Zahlungsempfängers
7	34	IBAN des Zahlungsempfängers
8	12	Betrag, beginnend mit EUR, z. B. `EUR125.51`
9	4	optionaler vierstelliger „SEPA-Purpose-Code“, z.B. SALA für Gehaltszahlung
10	35	„Structured Creditor Reference“ nach ISO 11649. Optional und nur, wenn Zeile 11 leer ist.
11	140	Verwendungszweck. Optional und nur, wenn Zeile 10 leer ist.
12	70	Hinweis an den Rechnungsempfänger, optional

Keine Ausreden

Die EPC-QR-Codes sind eine datensparsame und funktionale Erfindung, um das Bezahlen von Rechnungen zu erleichtern. Ganz ohne KI und externe Datenanalyse füllt der Empfänger einen virtuellen Überweisungsträger aus. Durchgesetzt haben sich die Codes bisher noch nicht – obwohl die Umsetzung nicht schwer ist und die Banken die Idee unterstützen. Wer selbst Rechnungen stellt oder Buchhaltungssoftware entwickelt, erleichtert mit wenig Entwicklungsarbeit den Rechnungsempfängern das Leben. Aber auch als Rechnungssteller kann man davon profitieren: Je leichter das Bezahlen ist, desto schneller kommt tendenziell auch das Geld aufs Konto. Und wenn die Rechnungen nicht mehr per Hand abgetippt werden, gibt es auch keine Tippfehler im Verwendungszweck mehr. Das spart Handarbeit in der Buchhaltung. *(jam@ct.de)*

Standards des EPC: ***ct.de/yk3n***



Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 20 €.
Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

heise Shop



Elektronische Kommunikation mit Behörden

Kaum noch jemand versendet Briefe mit Umschlag und Marke – es sei denn zu besonderen Anlässen wie etwa bei Familienjubiläen. Elektronische Alternativen wie die E-Mail oder Nachrichten per Messenger sind komfortabler, zuverlässiger und preiswerter als die gute alte Post. Aber kann man sie auch im Verkehr mit Behörden nutzen? Und wenn ja, wie?

Von Tim Gerber

Formfragen

Müssen Anträge auf staatliche Leistungen auf bestimmte Art, etwa per Post, gestellt werden?

Ganz klar nein! Wie auch im zivilen Leben gilt grundsätzlich die Formfreiheit für jedwede Erklärung auch gegenüber einer Behörde. So wie man der Verkäuferin an der Käsetheke per Fingerzeig rechtsverbindlich vermitteln kann, dass man ein ausliegendes Stück Gouda zu erwerben beabsichtigt, kann man eine Behörde auf jede verständliche Art davon in Kenntnis setzen, dass man Wohngeld erhalten oder eine erforderliche Genehmigung erteilt bekommen möchte. Das geht mündlich, am Telefon oder per Brief und eben auch per E-Mail, Fax und – sofern die Behörde einen entsprechenden Zugang haben sollte – theoretisch sogar per Messenger, Chat oder auf ähnlichen digitalen Wegen.

Gibt es Ausnahmen von der Formfreiheit?

Ja. Aber es sind gar nicht so viele, wie man oft denkt. Vor allem ist es mit der – sehr oft formfreien – Antragstellung allein meist nicht getan. Um eine staatliche Leistung wie Wohn- oder Elterngeld tatsächlich zu erhalten, bedarf es nicht nur eines wirksamen Antrags, sondern oft des Nachweises zahlreicher individueller Gegebenheiten wie zum Beispiel des Einkommens; für die Erteilung einer Fahrerlaubnis muss man die persönliche Eignung belegen und so weiter.

Wie diese Nachweise im jeweiligen Verfahren konkret zu erbringen sind, ist in den jeweiligen Gesetzen und Verordnungen festgelegt – oder die ausführenden Behörden haben die Aufgabe, dies selbst konkret festzulegen. Oft muss der Antragsteller zahlreiche Angaben machen. Dafür sind möglicherweise Formulare vorgesehen, die man zwingend verwenden muss.

Worauf gründet sich die Pflicht zur Schriftform?

Im rechtlichen Sinne unterscheidet man grob zwischen der gewillkürten und der gesetzlichen Schriftformanordnung. „Gewillkürt“ bedeutet hier, dass nach dem Willen der Beteiligten, zum Beispiel Vertragsparteien, die Schriftform für bestimmte Erklärungen angeordnet wird. Beispiele dafür sind etwa Vereinssatzungen, die oft vorsehen, dass die Kündigung der Mitgliedschaft schriftlich erfolgen muss, oder Verträge, die vorsehen, dass nur schriftliche Vereinbarungen sie ergänzen oder ändern können. In bestimmten Bereichen wie im Wohnraummietrecht oder im Arbeitsrecht ordnet dagegen der Gesetzgeber die Schriftform ausdrücklich an.

Welchen Zweck hat die Schriftform überhaupt?

Je nach Zusammenhang kann sie verschiedene Zwecke erfüllen. Zum einen kann sie dazu dienen, die Identität des Erklärenden zu bestätigen oder den Inhalt der Erklärung als authentisch zu kennzeichnen. Sie kann zum anderen aber auch die Funktion haben, dem Unterzeichner die besondere Bedeutung der abgegebenen Erklärung bewusst zu machen, zum Beispiel bei der Kündigung eines Arbeitsvertrages oder einer Wohnungsmiete. Sie kann im Privatrecht („gewillkürt“) auch jedem anderen Zweck dienen, den die Parteien sich vorstellen. Anders als in Vereinssatzungen sind Formvorschriften in Verträgen mit Verbrauchern aber oft unwirksam.

Sicher erfüllt

Wann ist die Schriftform erfüllt?

Mit Schriftform ist nicht irgendein Text gemeint, sondern der Umstand, dass eine eigenhändige Unterschrift die Erklärung bestätigt. Wiederum abhängig vom Zusammenhang kann die Erklärung nur dann wirksam sein, wenn sie dem Empfänger tatsächlich im Original vorliegt, wie das etwa bei Wohnraum- und Arbeitsvertragskündigungen der Fall ist. Hier genügt auch keine Kopie, also ein Fax oder ein gescannter E-Mail-Anhang. In vielen anderen Fällen genügen solche Ablichtungen aber völlig. Das ist gerade bei Behörden und Gerichten der Fall, etwa für Klagen oder Widersprüche gegen behördliche Entscheidungen.

Wie lässt sich die Schriftform elektronisch ersetzen?

Neben der seit Jahrzehnten verbreiteten und in vielen Fällen akzeptierten Ablichtung der eigenhändigen Unterschrift sehen viele Verfahrensvorschriften inzwischen ausdrücklich den Ersatz durch elektronische Dokumente vor. Damit sind allerdings Dokumente mit einer qualifizierten elektronischen Signatur gemeint, die man als Privatmensch kaum selbst erstellen kann. Seit einigen Jahren ist in

vielen Verfahren stattdessen auch die Übermittlung einer De-Mail erlaubt, wenn das Dokument mit einer Absenderbestätigung versandt wird. Dann ersetzt der De-Mail-Provider die Signatur und verlangt dafür meist auch ein Entgelt. Das Dokument muss ein TIFF oder PDF sein und mit dem Namen des Absenders „unterzeichnet“ sein. Damit ist der Namenszug des Versenders in PC-Schrift gemeint und nicht etwa eine gescannte Unterschrift mit dem Stift auf einem Tablet oder Ähnliches. Das Onlinezugangsgesetz erlaubt den Ersatz der Schriftform in einigen Fällen auch, indem die Eingaben in ein von der Behörde dafür zur Verfügung gestelltes Formular im Internet erfolgen.

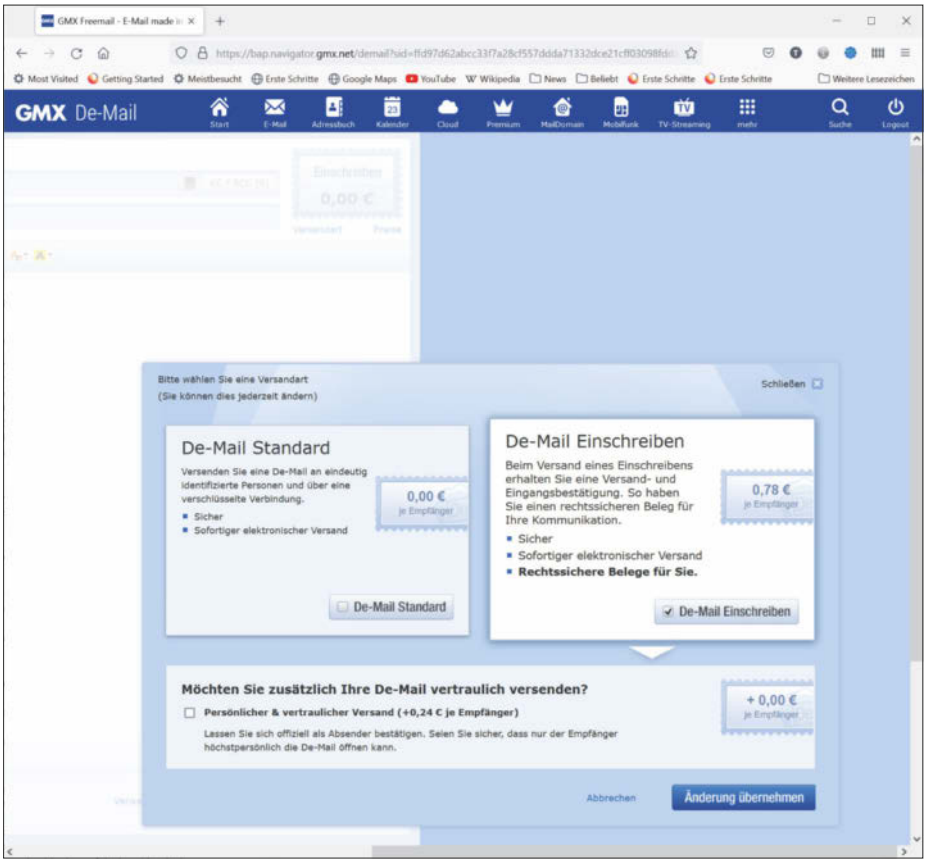
Auf Empfang

Ist ein formloses Behördenschreiben überhaupt wirksam?

Eindeutig ja. Auch die Bekanntgabe der behördlichen Entscheidung ist in der Regel formfrei. Die Behörde kann auch mündlich mitteilen, ob sie einem Antrag stattgibt oder ihn ablehnt. Allerdings hat der Adressat Anspruch auf eine verschriftlichte Begründung, jedenfalls wenn er den Antrag schriftlich gestellt hat oder im Falle eines rein mündlichen Verfahrens nachträglich verlangt.

Anders ist es zum Beispiel in einem Widerspruchsverfahren. Der Widerspruchsbescheid bedarf nicht nur der Schriftform, sondern muss auch noch förmlich zugestellt werden. Damit soll dem Empfänger verdeutlicht werden, dass es sich nicht etwa um ein Behördenversehen handelt, sondern der verbindliche Wille der Behörde übermittelt wird. Das ist wichtig, da das nächste Rechtsmittel dann ja meist die Klage vor Gericht innerhalb einer bestimmten Frist ist und ausgeschlossen werden soll, dass ein einzelner Sachbearbeiter quasi versehentlich einen Bescheid oder einen Entwurf dafür nach draußen gibt, den die Behörde so gar nicht erlassen will.

Kann die Behörde elektronisch zustellen?



Eine De-Mail mit Absenderbestätigung (Einschreiben) ist der gängigste Weg, um in Verwaltungs- oder Gerichtsverfahren eine erforderliche Schriftform durch die elektronische zu ersetzen.

In der Regel nicht. Eine Ausnahme gilt nur, wenn man dem ausdrücklich zugestimmt hat. So etwa für den Steuerbescheid im Elster-Portal. Auch der Besitz eines De-Mail-Accounts bedeutet keineswegs automatisch, dass Behörden und Gerichte diesen Account für Zustellungen nutzen können. Dazu bedarf es einer eigenen Zugangseröffnung, die über die Einstellungen im De-Mail-Konto erfolgt und jederzeit auch wieder zurückgenommen werden kann.

Sonstiges

Welche gesetzlich vorgeschriebenen Erklärungsformen gibt es noch?

Neben der bereits genannten förmlichen Zustellung – die eigentlich nur für Behörden und Gerichte in bestimmten Fällen vorgeschrieben ist – gibt es weitere besondere Formen, die für die Wirksamkeit einer Erklärung vorgeschrieben sein können. Man denke nur an die notarielle Beglaubigung von Unterschriften auf Dokumenten, die für die Wirksamkeit von Immobiliengeschäften oder Eheverträgen und nicht vollständig eigenhändig geschriebenen Testamenten vorgeschrieben ist.

Muss ich Einschreiben mit Rückschein versenden?

Für die Wirksamkeit eines Schreibens ist das in keinem Fall erforderlich. Bei dieser Postdienstleistung geht es eigentlich nur um den Nachweis, dass der Empfänger das Schreiben auch erhalten hat. Es ist aber nicht viel mehr als ein Anscheinsbeweis. Den Inhalt kann der Absender ja nicht nachweisen. Da ist ein Fax mit qualifiziertem Absendenachweis deutlich besser (und billiger) und besonders unter Juristen deshalb bis heute immer noch beliebt. Dabei wird eine Sendebestätigung auf der ersten Seite des Dokuments ausgegeben. Die meisten PC-Faxe beherrschen das.

Den besten Nachweis bietet aber das rein elektronische De-Mail-Einschreiben, dessen Beweiskraft gesetzlich geregelt ist. Jedenfalls gilt das überall dort, wo es zugelassen ist, also bei vielen Behörden und allen Gerichten außer den Verfassungsgerichten beziehungsweise Verfassungsgerichtshöfen des Bundes und der Länder. *(tig@ct.de)*

***Elektronischer Rechtsverkehr:* ct.de/y13y**



secIT: Expertentreffen zur Cybersicherheit

Auf der secIT in Hannover steht am 30. & 31. März 2022 IT-Sicherheit im Mittelpunkt

In Hannover hat sich die secIT by Heise als Treffpunkt für Security-Verantwortliche und -Hersteller bzw. -Dienstleister etabliert. In Workshops und Expertenrunden sowie bei Vorträgen steht anwendbares Wissen im Fokus, um den gewachsenen Herausforderungen zur Sicherheit von IT-Systemen jeder Größenordnung begegnen zu können.

Wie können und sollen sich Unternehmen schützen? Vom sicheren Datenfluss inner- und außerhalb des Betriebes hängen zunehmend mehr entscheidende Prozesse ab – und damit auch das Erreichen der Unternehmensziele. Zugleich haben die Versuche drastisch zugenommen, in krimineller Absicht unerlaubt auf digitale Systeme zuzugreifen. Die pandemiebedingt oft erzwungene, eilig improvisierte Ausweitung der Digitalisierung wirkte hier wie ein Brandbeschleuniger.

Sicherheitstechnik auf dem letzten Stand, und die entsprechende Umsetzung im IT-Alltag spielen deshalb eine für Unternehmen existenziell wichtige Rolle.

Denn nicht nur neue potenzielle Lücken in den Systemen, sondern auch ausgefeiltere Cyberattacken bereiten den IT-Security-Experten Kopfzerbrechen. Ein Beispiel von vielen, das Schlagzeilen machte, war 2021 der SolarWinds-Sunburst-Angriff entlang von Lieferketten; Microsoft-Präsident Brad Smith bezeichnete ihn als raffinierteste Attacke aller Zeiten. Sicherheitsverantwortliche müssen sich darüber hinaus täglich Gedanken darüber machen, ob sich etwa Office, die weltweit am häufigsten von Cyberattacken angegriffene Anwendung, oder Windows 10 und 11 sowie Active Directory in Firmen sicher einsetzen lassen.

Die relevantesten IT-Security-Themen

Orientierung im Wust der Bedrohungs- und Abwehrszenarien ist überlebenswichtig für IT-Verantwortliche. Deshalb kümmern sich bei der secIT 2022 die IT-Sicherheitsspezialisten von c't, heise Security und iX um das redaktionelle Programm. Hinzu kommen Expertenrunden, zu denen über 30 Unternehmen ihre klügsten Köpfe entsenden. Außerdem gibt es 20 Halbtags-Workshops und eine Ausstellung mit Sicherheitslösungen der secIT-Partner in der Eilenriedehalle des Hannover Congress Centrum. Hier und in den Ganztags-Workshops am 29. März stehen die optimale Vorbeugung sowie geeignete Maßnahmen nach

einem Cyberangriff im Fokus. In jedem Fall ist unverzügliches Handeln gefragt, um den Schaden so klein wie möglich zu halten oder möglichst komplett zu vermeiden.

Das erwartet Sie

Der Workshop-Tag am 29. März steht unter anderem im Zeichen der wirksamen Absicherung von Active-Directory-Umgebungen und Office 365. Hinzu kommen Überlebenstipps für den Fall, dass sich ein Erpressungstrojaner im Rechner eingenistet hat oder ein Einbruch in das Netzwerk stattfindet. Die sechs ganztägigen Workshops bieten ausreichend Zeit und Raum, sich hier fundiertes Rüstzeug für etliche Worst Cases anzueignen.

An den beiden folgenden Messe-Tagen kommt zum Beispiel die für viele IT-Bereiche brisante Frage auf den Tisch, wie sicheres Arbeiten mit Windows 10 und 11 gelingt. Die konkreten Fakten und Handlungsempfehlungen der jeweiligen Experten haben auch hier stets die Praxis im Blick.

Die Keynotes und Vorträge geben Antworten auf folgende Fragen: Was machen die Trojaner momentan und in Zukunft? Was bedroht Firmen am meisten? Was bringen Sicherheitstests? Und weil mitunter immer noch der Mythos umhergeistert, nur große Unternehmen hätten gravierende Cyberangriffe zu fürchten: Die Podiumsdiskussion am 30. März beschäftigt sich damit, welche Maßnahmen kleine und mittelgroße Unternehmen (KMU) bei Attacken unterstützen und wie sie helfen können.

Es kommt zudem häufig vor, dass sich die ohnehin schon stark geforderten Admins auch noch nebenbei um die IT-Sicherheit kümmern müssen. Damit ihr Unternehmen nicht dem nächsten Hackerangriff zum Opfer fällt, bekommen gerade diese Verantwortlichen an vorderster Front auf der secIT nützliches Fachwissen geboten.

Weitere Highlights im Programm

Lerne deinen Gegner kennen! Die technischen und auch psychologischen Tricks der Angreifer im Alltag der Cyberkriminalität betreffen vor allem den schädlichen Einsatz jener Daten, die wir alle im Internet hinterlassen. Jan-Tilo Kirchhoff, Geschäftsführer von Compass Security Deutschland, vermittelt im Ganztags-Workshop „A hacker's guide to open source intelligence and social engineering" praktische Erfahrungen in der Recherche. Er zeigt auf, wie den Opfern sensible Firmengeheimnisse entlockt werden.

„Vorbereitung für den Fall der Fälle" – so lautet auch der Titel eines weiteren Workshops. Prävention gegen Ransomware, aber auch reaktive Maßnahmen schildert anschaulich Daniel Jedecke, Senior Expert bei der HiSolutions AG, anhand echter Fälle aus dem täglichen Incident-Response-Einsatz. Hier geht es beispielsweise um Phishing-Angriffe.

Folgende Keynote eröffnet den ersten secIT-Tag: Mit „Quantentechnologien – neue Aspekte für IT-Sicherheit" vermittelt Xenia Bogomolec, CEO bei Quant-X Security & Coding, einen aktuellen Überblick über die Bedrohungen und Lösungen wie Quantum Key Distribution und Quantum Sensing. Bogomolec hat sich als IT-Sicherheitsexpertin etabliert, vornehmlich bei Banken und Fintechs. In der zweiten Keynote berichtet Gregor Wegberg, Head of Digital Forensics & Incident Response bei der Oneconsult AG, wie aus bereits geschehenen Cybervorfällen wertvolle Erkenntnisse gewonnen werden: Aktivitäten, die den Schaden gemindert haben, und Fehlgriffe, die zur Verlängerung der Notsituation führten.

Eine ganze Reihe von Vorträgen kreisen auch um spezielle Szenarien oder Einfallstore von Cyberangriffen, beispielsweise „Angriffsziel lokales Active Directory", „Penetrationstests, Red Teaming und War Gaming" oder „Wie man Container-Umgebungen vor Malware schützen kann".

Ein weiteres Highlight ist das parallel stattfindende Event IT Job Kompakt, eine Kombination aus Fachkonferenz und Recruiting-Messe. In spannenden Vorträgen präsentieren erfahrene HR-Spezialisten und Coaches aktuelle Job-Themen, berichten über Chancen im Berufsumfeld, stehen Rede und Antwort und liefern wertvolle Impulse für Ihre weitere Karriereplanung. Erfahren Sie, wie Sie sich im Jahr 2022 richtig bewerben, oder wie Sie zukünftig durch entschiedenes und selbstverantwortliches Handeln das Zögern und Hadern hinter sich lassen und damit sogar Ihr Leben bereichern. Freuen Sie sich auf den Austausch mit Firmen wie Airbus, G DATA und Rheinmetall.

Die secIT findet am 30. und 31. März 2022 im Hannover Congress Centrum (HCC) statt. Weitere Informationen zum Programm und zu unseren Partnern sowie den Ticketshop finden Sie unter **sec-it.heise.de**. Eintrittskarten für die Ganztags-Workshops am 29. März sind gesondert buchbar. Für die Halbtags-Workshops am 30. und 31. März gibt es Karten in Kombination mit dem jeweiligen Tagesticket oder mit dem entsprechend günstigeren 2-Tagesticket. Für bereits ausgebuchte Workshops existieren Wartelisten.

secIT by Heise

HANNOVER 2022

secIT by Heise
Workshops, Konferenz + Ausstellung
29. bis 31. März 2022

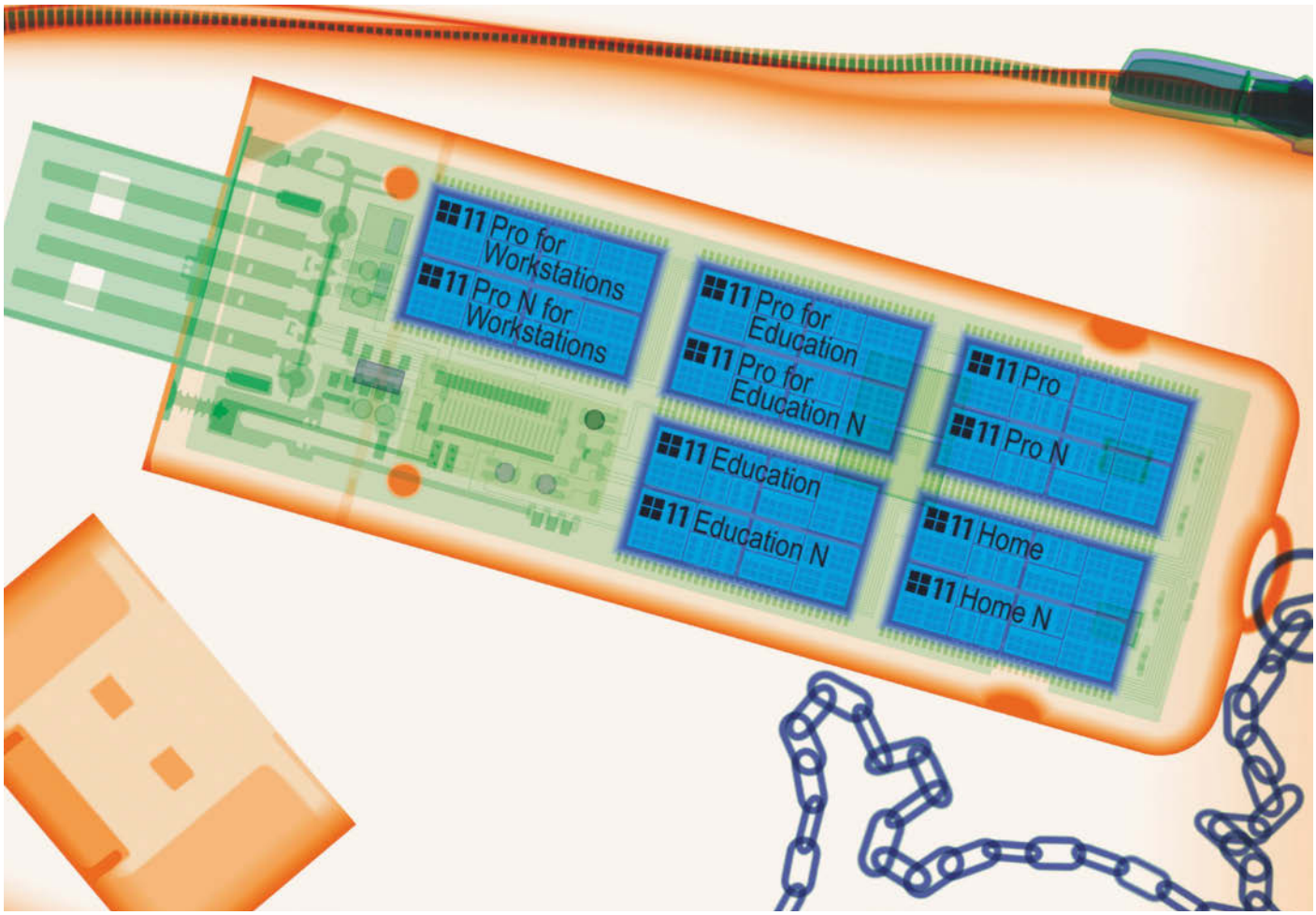


Bild: Rudolf A. Blaha

Schneller Durchblick

c't-Skript analysiert Windows-Setup-Medium

Einem USB-Stick oder einem ISO mit Windows-Setup sehen Sie weder von außen noch im Explorer an, welche Version genau sich damit installieren lässt. Das herauszufinden erfordert längliche Kommandozeilenbefehle – oder unser Skript, welches es Ihnen per Mausklick verrät.

Von Axel Vahldiek

Das Installieren von Windows läuft nach dem immer gleichen Schema ab. In Kurzform: Nach dem Booten vom Installationsmedium entpackt das Setup-Programm ein Abbild einer frischen Windows-Installation (Image) auf den internen Datenträger und versorgt ihn mit einem Bootloader – fertig. Bei dem Installationsmedium kann es sich beispielsweise um einen von Microsofts kostenlosem „Media Creation Tool“ (siehe ct.de/y7rr) konfigurierten USB-Stick handeln oder um ein ISO-Abbild. Der Haken: Sobald mehrere Sticks oder ISOs vorhanden sind, geht schnell der Überblick verloren. Von welchem Stick ließ sich Windows 10, von welchem Windows 11 und von welchem Windows Server installieren? Welche Editionen (Home, Pro, Enterprise ...) stehen jeweils zur Auswahl? Das können Sie weder Sticks noch ISOs von außen ansehen, ein Blick darauf mit dem Explorer hilft ebenfalls nicht weiter. Abhilfe könnte schaffen, Sticks mit passend beschrifteten Aufklebern zu ver-

c't Hardcore

sehen und ISOs sprechend zu benennen – doch wer macht das schon konsequent? Und was ist mit Sticks und ISOs, die Sie beispielsweise von Kollegen erhalten?

Sie können sich in solchen Fällen zwar mit länglichen Kommandozeilenbefehlen einen Überblick verschaffen, weit schneller und bequemer klappts aber mit einem c't-Skript. Wenn Sie der Anleitung in diesem Beitrag gefolgt sind, können Sie Sticks und ISO-Dateien einfach per Mausklick über „Senden an“ im Kontextmenü an das Skript verfüttern. Sie erhalten dann in Sekundenschnelle einen Überblick über alle enthaltenen Installations-Images. Das Skript akzeptiert auch alle anderen Arten von Laufwerken und Ordnern. Sie können beliebige WIM-Dateien [1] an das Skript schicken, also alle Dateien mit den Endungen *.wim, *.esd und *swm. Der Dateiname spielt dabei keine Rolle, wasbinich.wim funktioniert also genauso wie Install.wim und Boot.wim. Sie können auch mehrere WIM- und ISO-Dateien auf einen Schlag an das Skript schicken. Es ist zudem egal, ob Microsoft, ein PC-Hersteller oder Sie selbst die WIM-Datei erzeugt haben. Sie nutzen unser Backup-Skript c't-WIMage (siehe ct.de/wimage)? Auch dafür konfigurierte USB-Laufwerke können Sie mit unserem Skript auslesen.

Einrichten

Laden Sie via ct.de/y7rr das Zip-Archiv „c't-WIMinfo.zip“ herunter und entpacken Sie es. Verwenden Sie als Zielordner zum Entpacken einen, bei dem der Pfad keine Leerzeichen enthält, beispielsweise `F:\CT`. Dort finden Sie anschließend das eigentliche Skript c't-WIMinfo.bat sowie eine Datei namens DriveSendto.reg. Zudem steckt eine Datei namens c't-WIMinfo-verbose.bat im ZIP-Archiv, die Sie erstmal ignorieren können.

Markieren Sie die Datei c't-WIMinfo.bat und kopieren Sie sie mit Strg+C in die Zwischenablage. Drücken Sie anschließend Windows+R, tippen Sie in das „Ausführen“-Feld `shell:sendto` ein und drücken Sie Enter. Es öffnet sich der Explorer, der den Inhalt des Ordners „C:\Users\<Kontoname>\AppData\Roaming\Microsoft\Windows\SendTo“ anzeigt. Hier klicken Sie mit der rechten Maustaste in einen leeren, weißen Bereich und wählen aus dem Kontextmenü „Verknüpfung einfügen“. Unter Windows 11 finden Sie diesen Eintrag erst dann im Kontextmenü, wenn Sie zuvor auf „Weitere Optionen anzeigen“ geklickt haben. Sie können dieVerknüpfung beliebig umbenennen

Die frisch erzeugte Verknüpfung erfordert etwas Nacharbeit. Wählen Sie aus ihrem Kontextmenü „Eigenschaften“ und passen Sie im Reiter „Verknüpfung“ den Inhalt des Feldes „Ziel“ an. Bislang steht dort nur der Pfad zur Batch-Datei. Wichtig: Er darf nicht von Anführungszeichen umgeben sein (daher auch die Anforderung, die Batch-Datei in einen Ordner ohne Leerzeichen zu entpacken). Dem Pfad zur Batch-Datei stellen Sie `%comspec% /c` voran. Die Variable `%comspec%` verweist auf den kompletten Pfad und Namen von cmd.exe, also der Eingabeaufforderung. Die Zeile hinter „Ziel“ sieht so aus (Pfad bitte anpassen):

```
%comspec% /c F:\ct\c't-WIMinfo.bat
```

Eine zweite Änderung an der Verknüpfung: Klicken Sie im Reiter „Verknüpfung“ auf „Erweitert“ und setzen Sie ein Häkchen vor „Als Administrator ausführen“. Nun alles noch mit „OK“, bestätigen, dann ist das Skript einsatzbereit.

Ab sofort steht im Senden-an-Menü aller Dateien und Ordner das Skript zur Auswahl bereit (unter Windows nach Klick im Kontextmenü auf „Weitere Optionen anzeigen“). Schicken Sie eine ISO-Datei dorthin, erscheint eine „Sind Sie sicher?“-Nachfrage und anschließend die Ausgabe des Skripts (dazu gleich mehr).

Was bislang fehlt: Ausgerechnet Laufwerke und damit USB-Sticks lassen sich noch nicht an das Skript verfüttern, weil in deren Kontextmenü das Senden-an-Menü fehlt. Eine Ergänzung in der Registry rüstet es nach: Doppelklicken Sie die aus dem Zip-Archiv entpackte Datei DriveSendto.reg und bestätigen Sie die Nachfrage. Ab sofort taucht „Senden an“ auch im Kontextmenü von Laufwerken auf, ein Neustart von Windows ist dazu nicht erforderlich.

Ausgabe

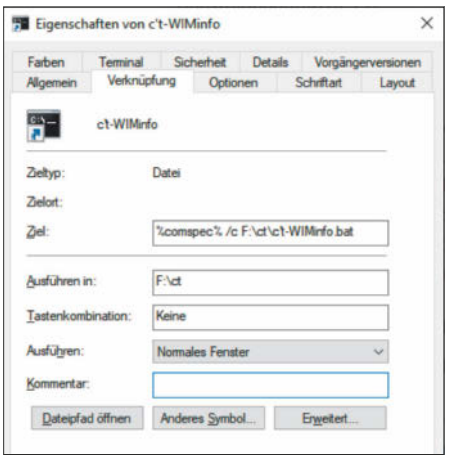
Sobald Sie ein Windows-Installationsmedium oder -Image an unser Skript verfüttern, gibt es die Informationen über die enthaltenen Images in einem Kommandozeilenfenster aus. ISO-Dateien bindet es dazu vorübergehend als virtuelles Laufwerk im Explorer ein.

Wie viel Text das Kommandozeilenfenster ausgibt, hängt davon ab, was für ein Installationsmedium Sie an das Skript übergeben. Seien Sie darauf gefasst, dass es ziemlich viel Text ist, doch lässt er sich leicht nach den wesentlichen Informationen durchforsten. Dass viel Text ausgegeben wird, liegt an zweierlei: Erstens durchsucht unser Skript alle Dateien, die potenziell Images enthalten können. Das sind wie erwähnt alle mit den Endungen .wim, .esd und .swm (es sei erneut auf die c't-FAQ rund um WIM-Dateien verwiesen [1]).

Zweitens enthält ein Installationsmedium üblicherweise nicht nur ein einzelnes Installations-Image, sondern mehrere, genauer: diverse Editionen derselben Windows-Version, also beispielsweise Windows 10 Home, Home N, Pro, Pro N, Education, Education N und so weiter (mehr zu N-Editionen in [2]). Hinzu kommt, dass beim Booten vom Installationsmedium zuerst eine Art Mini-Windows geladen wird (Preinstallation Envi-

c't kompakt

- Das Skript c't-WIMinfo verrät Ihnen, welche Windows-Versionen und -Editionen Sie mit einem Windows-Setup-Stick oder -ISO installieren können.
- Nach dem Einrichten übergeben Sie Stick, ISO oder WIM-Datei in deren Kontextmenü per „Senden an“ an das Skript.
- Das Skript bietet auf Wunsch noch detailliertere Informationen an, etwa über Architektur und Sprachen.



Passen Sie in der Verknüpfung zum c't-Skript im Senden-an-Menü den Pfad hinter „Ziel“ an.

ronment, PE), unter dem das Setup-Programm seine Arbeit verrichtet. Dieses PE steckt ebenfalls in Form eines Images in der Datei Boot.wim, wird vom Skript also ebenfalls gefunden.

Deshalb gibt unser Skript üblicherweise Folgendes aus: Zuerst meldet das Windows-eigene Kommandozeilenprogramm DISM.exe [3] seinen Namen und seine Versionsnummer. Das liegt daran, dass unser Skript unter der Haube den DISM-Befehl `Dism /Image-Info /ImageFile:<Pfad zur WIM-Datei>` zum Auslesen der Informationen benutzt.

Es folgen Pfad und Name der ersten Datei, in der ein Image gefunden wurde, und das ist üblicherweise eine Boot.wim, die das erwähnte PE enthält. Oft sogar mehrfach: Das zweite Image ist dann üblicherweise das mit dem Setup-Programm, während das erste als Grundlage dient für von PC-Herstellern und Admins individuell angepasste Installationsumgebungen.

Für jedes Image gibt das Skript eine Indexnummer aus, die einfach von 1 an hochgezählt wird. Es folgen Name, Beschreibung und Größe des Images. Anschließend geht es mit der nächsten gefundenen Datei weiter: Auch hier nennt das Skript wieder Pfad und Name der Datei sowie für jedes Image Indexnummer, Name, Beschreibung und Größe. Der Name ist üblicherweise das, was für Sie von besonderem Interesse sein dürfte, denn er enthält die Windows-Version (8.1, 10, 11 ...) sowie die Edition (Home, Pro ...).

Haben Sie die Ausgabe durchgesehen, lässt das Drücken der Enter-Taste das Kommandozeilenfenster wieder verschwinden. Falls Sie das Fenster stattdessen per Mausklick oben rechts schließen, verbleibt im Ordner, in dem die Skript-Datei liegt, eine nun überflüssige temporäre Datei namens c't-WIMinfo-temp.ps1 (dazu später mehr). Die können Sie von Hand löschen, sie verschwindet aber auch automatisch, wenn Sie das Skript erneut nutzen und es dieses Mal mit Enter beenden.

Noch mehr Ausgabe

Es gibt Situationen, da mag die Ausgabe des Skripts trotz der Ausführlichkeit nicht ausreichen. Denn es fehlen Informationen wie die Architektur (32/64 Bit), die Build-Nummer oder die in einem Image steckenden Sprachpakete. Sie ahnen es bereits: Auch das finden Sie mit unserem Skript heraus. Dazu dient die zweite im ZIP-Archiv enthaltene Version „c't-WIMinfo-verbose.bat“. Der Anhang „verbose“ im Namen (engl. für „wortreich“) ist dabei ernst gemeint. Diese Version des Skripts spuckt zu jedem gefundenen Image nicht nur Index, Name, Beschreibung und Größe aus, sondern weit mehr. Das verlängert die Textausgabe zwar erheblich, doch wenn Sie wissen, wonach Sie suchen, spart es Ihnen dennoch reichlich Tipparbeit und damit Zeit.

Das verbose-Skript einzurichten gelingt genauso wie bei der anderen Version des Skripts, also wieder Verknüpfung im Senden-an-Ordner erstellen, dem Ziel ein `%comspec% /c` voranstellen und das Admin-Häkchen setzen. Anschließend stehen beide Skripte per „Senden an“ zur Auswahl.

Beide Skripte sind an sich übrigens identisch. Sie unterscheiden sich lediglich in Zeile 17, in der die Variable `$Details` einmal auf `$false` und einmal auf `$true` steht.

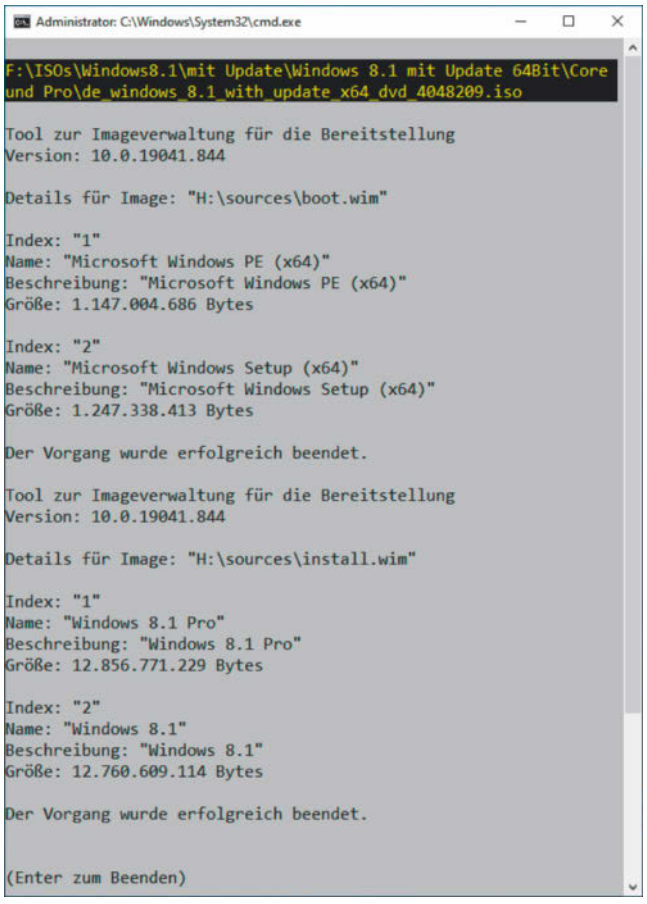
Tipps

Ein Hinweis zum Umfang der Ausgabe: Je nach Anzahl der vom Skript gefundenen Images kann die gerade beim Verwenden des Verbose-Skripts so lang werden, dass sie nicht mehr komplett ins Kommandozeilenfenster passt, sondern oben herausscrollt. Dagegen können Sie zweierlei unternehmen.

Erstens können Sie in den Eigenschaften der Eingabeaufforderung (zu finden mit einem Klick auf das Programmsymbol oben links) im Reiter „Layout“ unter „Fensterpuffergröße“ den Wert bei „Höhe“ auf maximal „9999“ setzen. Standard ist „300“.

Zweitens: Rufen Sie das Skript per Kommandozeileneingabe auf und leiten Sie die Ausgabe in eine Textdatei um. Der Befehl dazu sieht ungefähr so aus: `F:\ct\c't-WIMinfo.bat K: >%userprofile%\wiminfo.txt`. Das Laufwerk K: ist hier das, was vom Skript durchsucht wird – den Pfad können Sie entsprechend anpassen. Die Ausgabe landet in der Textdatei C:\Users\<Ihr Name>\wiminfo.txt, die Sie anschließend mit jedem Texteditor betrachten, durchsuchen oder drucken können.

Benötigen Sie die Verbose-Form der Ausgabe, reicht es, den Aufruf des Standard-Skripts zusätzlich um die Option `-v` zu ergänzen (oder `/v` oder `--verbose`). Oder Sie rufen halt die Verbose-Version des Skripts auf. Wenn Sie die Ausgabe in eine Textdatei umleiten, beachten Sie bitte, dass das Skript keine Aufforderung zum Drücken der Enter-Taste ausgibt und end-



c't-WIMinfo verrät per Mausklick, in welchen WIM-Dateien eines Installationsmediums welche Images enthalten sind.



Wenn die normale Ausgabe des Skripts nicht genügend Infos enthält, nutzen Sie die Verbose-Option: Damit erfahren Sie zusätzlich unter anderem Architektur, Sprache und Build-Nummer.

los weiterzulaufen scheint – in Wirklichkeit wartet es nur. Nach angemessener Wartezeit können Sie es also trotzdem mit Enter beenden, oder Sie schließen das Kommandozeilenfenster kurzerhand. Falls Sie das Skript häufiger per Kommandozeile aufrufen wollen, erstellen Sie eine Kopie des Skripts speziell für diesen Zweck und löschen darin die letzten zwei Zeilen (`Write-Host [...]`, `Read-Host`).

Übrigens: c't-WIMinfo.bat ist zwar ein Batch-Skript, nutzt unter der Haube jedoch die PowerShell. Der Code steckt nur in einer Batch-Datei, um Ihnen das bei der PowerShell sonst nötige Gefummel mit der ExecutionPolicy zu ersparen. Den Trick können Sie auch für eigene Skripte nutzen (Anleitung in [4]): Den PowerShell-Code schreibt das Skript temporär in die oben bereits erwähnte .ps1-Datei, die es aufruft und nach Abarbeitung wieder löscht. Die temporäre Datei liegt im gleichen Verzeichnis wie die Batch-Datei. *(axv@ct.de)* c't

Literatur

[1] Axel Vahldiek, FAQ: Windows Image-Format WIM, c't 18/2018, S. 176, auch kostenlos online lesbar unter ct.de/-4133050
[2] Axel Vahldiek, N oder nicht N, Die Unterschiede zwischen Windows-Editionen mit und ohne N, c't 9/2017, S. 174
[3] Axel Vahldiek, Strippenzieher, Tipps zum Bearbeiten von Windows-Images mit DISM, c't 24/2020, S. 156
[4] Hajo Schulz, Das Beste aus zwei Welten, PowerShell-Skripte als Batch verpacken, c't 11/2021, S. 152

Skript, Media Creation Tools: ***ct.de/y7rr***

Es gibt 10 Arten von Menschen.
iX-Leser und die anderen.
3 × testen
Jetzt Mini-Abo testen:
3 digitale Ausgaben + Bluetooth-Tastatur nur 19,35 €
www.iX.de/digital-testen
MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE INFORMATIONSTECHNIK
www.iX.de/digital-testen
leserservice@heise.de
49 (0)541 800 09 120

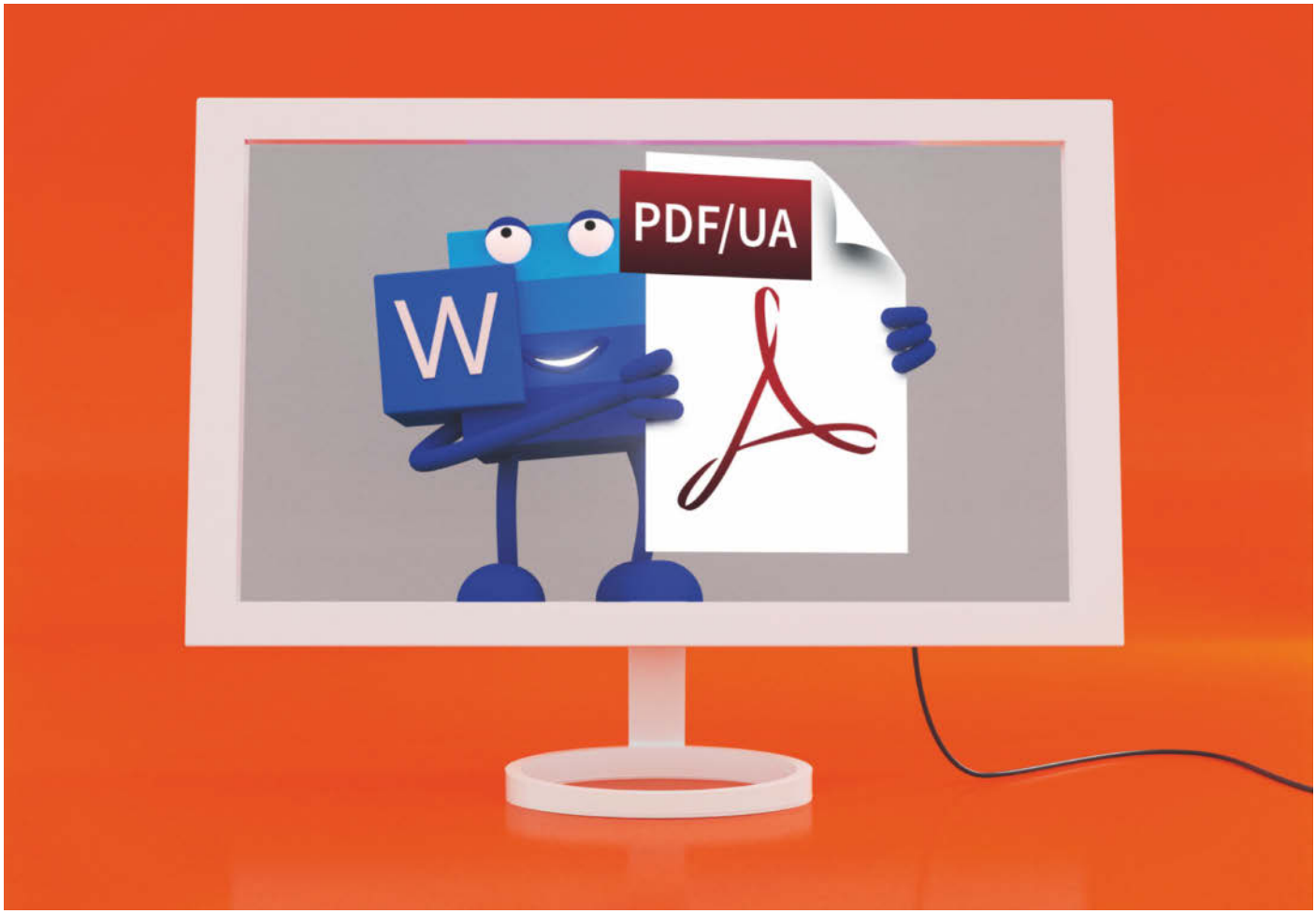


Bild: Timo Lenzen

Freier Zugang für alle

Von Text bis Tabellen: Aus Word-Dokumenten schrittweise barrierefreie PDFs machen

Um barrierefreie PDFs zu erstellen, genügt ein dafür gerüstetes Textverarbeitungsprogramm: Wir zeigen, wie Sie mit Microsoft Word leicht zugängliche Dokumente erstellen und als barrierefreies „Tagged PDF“ ausgeben. Das Verfahren lässt sich auch auf LibreOffice Writer übertragen.

Von Klaas Posselt

Behörden und Firmen veröffentlichen viele ihrer Informationen und Broschüren im Portable Document Format (PDF), weil man es aus jeder Anwendung heraus einfach erzeugen kann. Gut für den Urheber, schlecht für Menschen mit Einschränkungen: Sie stellt das auf Layouttreue getrimmte Format häufig vor unüberwindbare Hürden. Da PDFs meist nur eine rudimentäre inhaltliche Struktur besitzen, können Vorlesefunktionen und andere Hilfsmittel (assistive Techniken) die Abfolge aus Text, Bildern und anderen Inhalten nicht adäquat wiedergeben. Abhilfe schafft eine spezielle strukturierte Variante des Formats: Wer ein Dokument als Tagged PDF oder gemäß dem Standard PDF/UA (Universal Accessibility) ausgibt, reichert es automatisch mit Struktur-Tags sowie Zusatzinformationen an und macht es damit „barrierefrei“. Das geht sogar mit dem Textverarbeitungsprogramm Microsoft Word.

Wenn Sie Ihre Word-Dokumente systematisch aufbauen, kommen Sie mit wenigen Handgriffen zum barrierefreien PDF. Das hilft nicht nur Menschen mit Einschränkungen: Über ein sauber strukturiertes, interaktives Manuskript mit angenehmem Schriftbild freut sich jeder

Nutzer. Unterm Strich profitieren sogar Sie als Autor, weil sich ein barrierefreies Manuskript viel flexibler (um-)gestalten lässt.

Wir zeigen, wie Sie ein Dokument in Microsoft Word ab der ersten Zeile so anlegen, dass sich der Aufwand später auf ein Minimum reduziert. Unser Leitfaden lässt sich auch leicht auf die Open-Source-Textverarbeitung LibreOffice Writer übertragen, da beide Programme sehr ähnliche Funktionen mitbringen. Sogar mit den Desktop-Publishing-Programmen Adobe InDesign, QuarkXPress und Framemaker arbeiten Sie nach demselben Prinzip, mitunter ist in diesen Programmen aber mehr Vorbereitung notwendig. Generell überführen weder Word noch Writer alle Inhalte in ein „perfektes" barrierefreies PDF beziehungsweise PDF/UA, weshalb es hier auch immer wieder um die Grenzen des Machbaren und praktikable Lösungen geht.

Die besten Ergebnisse erzielen Sie mit den neueren Word-Versionen ab Office 2019, die wir auch als Referenz für unser Tutorial gewählt haben. Optimal ist Office 365, weil hier kontinuierlich Funktions-Updates und Bugfixes einfließen. Unter macOS eignet sich Word übrigens nur zum Erstellen der Vorlagen, weil bei der Umwandlung ins Portable Document Format wichtige Strukturen verloren gehen. Der PDF-Export sollte also immer aus einer Windows-Version erfolgen.

Falls Sie sich detailliert mit den Grundlagen und technischen Hintergründen befassen möchten: In [1] haben wir alles Wissenswerte rund um den Barrierefreiheitsstandard PDF/UA und das dafür essenzielle strukturierte PDF (Tagged PDF) erklärt. In einer der kommenden Ausgaben geben wir im letzten Teil unserer Serie Tipps zum Überprüfen und Korrigieren und stellen Automatisierungstools vor, mit denen Sie alle Funktionen von Microsofts Textverarbeitung ausschöpfen können.

Optimaler Workflow

Unser Leitfaden skizziert einen optimalen Workflow in Word. Damit gestalten Sie Ihr DOCX-Ursprungsdokument von Beginn an konsequent barrierefrei. Aus solchen Vorlagen produziert der eingebaute PDF-Export dann automatisch ein sehr ordentliches Tagged PDF. Dieses mit Strukturinformationen angereicherte PDF können Menschen mit Einschränkungen mithilfe unterschiedlicher assistiver Technologien nach ihren Bedürfnissen ausgeben: etwa stark vergrößert mit angepasstem Layout, als Braille-Zeile oder per Vorlesefunktion.

Lassen Sie sich nicht dazu verleiten, die zusätzlichen „Barrierefrei"-Handgriffe auf später zu verschieben, denn alles, was Sie nicht sofort erledigen (können), kostet unterm Strich mehr Zeit – entweder weil Sie dann jedes Element des fertigen DOCX nochmals komplett durchprüfen oder das exportierte PDF nachträglich korrigieren müssen. Die Grundregeln:

- Jeder Inhalt muss seiner Bedeutung gemäß – also semantisch korrekt – abgebildet werden.
- Text sollte deshalb ausschließlich mithilfe von Formatvorlagen formatiert werden.
- Für alle möglichen Inhalte von Aufzählungen über Tabellen bis hin zum Literaturverzeichnis gibt es spezielle Programmfunktionen. Nutzen Sie diese.
- Verfassen Sie die Inhalte „digital korrekt", etwa indem Sie Absatz- und Zeilenschaltung korrekt einsetzen.

Um Zeit zu sparen, nutzen Sie die Standard-Formatvorlagen oder speichern eigene Einstellungen als Dokumentenvorlagen.

Word einrichten

Bei der oben skizzierten Arbeitsweise werden Sie ein paar Funktionen immer wieder zum Arbeiten und Prüfen benötigen: Den Bereich „Formatvorlagen" und die Formatierungszeichen blenden Sie über die Registerkarte „Start" ein, den Bereich „Navigation" über „Ansicht".

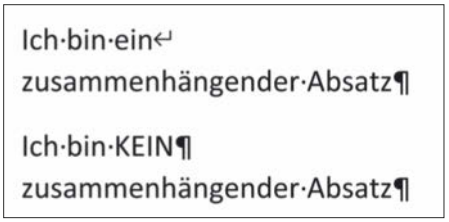
c't kompakt

- Microsoft Word kann barrierefreie PDFs erzeugen.
- Voraussetzung ist, dass Sie als Autor alle Inhalte semantisch korrekt auszeichnen.
- Dafür müssen Sie konsequent mit Formatvorlagen und den dedizierten Programmfunktionen arbeiten.

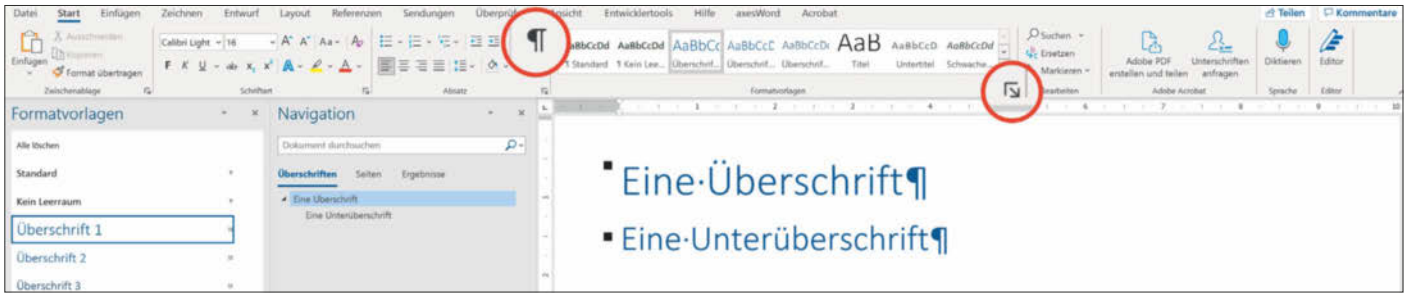
Absätze und Trennungen

Zusammenhängende Gedanken gehören in einen Absatz. Die Eingabetaste (Enter, Return) beendet einen Absatz – woraufhin Word eine Absatzmarke ans Ende der Zeile setzt. Das bedeutet auch: Einen optischen Zeilenwechsel (Zeilenfall), etwa in einer Überschrift, dürfen Sie nicht per Eingabetaste erzwingen, weil dadurch zwei getrennte Überschriften beziehungsweise Absätze entstehen. Einen korrekten Zeilenfall erzeugen Sie über die Tastenkombination Umschalt+Eingabe.

Ebenso verbietet sich das manuelle Trennen von Wörtern, etwa durch Einga-



Optische Zeilenwechsel (Zeilenfall, oben) darf man nur per Umschalt+Eingabe erzwingen. Ein einfacher Druck auf die Eingabetaste erzeugt einen neuen Absatz.



Über die Schaltfläche mit der Absatzmarke (links) blenden Sie Formatierungssymbole ein. Ein Klick auf den Pfeil (rechts) öffnet die Liste der Formatvorlagen.



Für längere fremdsprachige Textpassagen ändern Sie die Spracheinstellung in der Statusleiste.



Tabellen dienen der Präsentation strukturierter Daten. Man darf sie nicht als Layouthilfe zweckentfremden, wie hier im Beispiel.

be des Trennstrichs (Minus-Taste). Damit verlieren die Silben ihre Verbindung und werden von einer assistiven Technik, also beim Vorlesen, Umwandlung in eine Braille-Zeile, Umformatieren et cetera, unverständlich ausgegeben, zum Beispiel als „Wort-trennung“. Platzieren Sie stattdessen den bedingten Trennstrich per Strg+Minus.

Standardmäßig ist die Silbentrennung in Word deaktiviert. Diese Einstellung sollten Sie beibehalten, da Word die Trennzeichen beim PDF-Export technisch nicht korrekt umsetzt (Ergebnis nicht barrierefrei).

Sprache und Semantik

Als Dokumentsprache ist normalerweise Deutsch festgelegt, für fremdsprachige Formulierungen sollten Sie die Einstellung ändern: Markieren Sie dazu den Text, klicken unten in der Statuszeile auf „Deutsch“ und wählen den passenden Eintrag. Dies sollten Sie zumindest bei längeren Passagen konsequent durchführen. Einzelne Wörter ändern Sie nur, wenn sie nicht im Duden stehen: Lehnwörter wie Handy oder Feuilleton bleiben Deutsch.

Inhalte müssen auch semantisch korrekt aufbereitet sein. Nutzen Sie zum Beispiel die Tabellenfunktion nur für tabellarische Inhalte, nicht zum Layouten: Formatzuweisungen sollten nicht nach visuellen Kriterien erfolgen, sondern nach hierarchischen und strukturellen.

Zeichnen Sie Text immer mithilfe der Absatzformatvorlagen aus. Das ist wichtig, weil diese außer dem Erscheinungsbild auch die Bedeutung (Semantik) eines Textabschnitts definieren – von Beginn bis einschließlich Absatzmarke. Die vordefinierten Einträge in der Formatvorlagen-Leiste erleichtern den Einstieg, bei Bedarf können Sie auch eigene anlegen.

Einfachen Fließtext definieren Sie zum Beispiel per Klick auf „Standard“ im Formatvorlagen-Panel. Dort finden sich weitere Einträge, um diverse (Unter-) Überschriften sowie Verzeichnisse, Kopf- und Fußzeilen oder Listen auszuzeichnen. Hauptüberschriften markieren Sie per Überschrift 1, Unterüberschriften erhalten je nach Hierarchieebene entsprechend andere Formate. Das Auslassen einer Ebene verletzt die Barrierefreiheit, etwa ein Sprung von Ebene 1 nach Ebene 3. Ob die Abstufung stimmt, sehen Sie im Bereich „Navigation/Überschriften“.

Wichtig: Wenn Sie Ihren Text ausschließlich manuell über die Schriftarten-Leiste formatieren anstatt mittels Absatzformaten, ist das nicht nur umständlicher, sondern Sie unterschlagen dabei die essenziellen semantischen Informationen. Für eine assistive Technik erschiene damit auch ein mehrere Seiten starkes Dokument als einheitliche Abfolge von Fließtext. Leichte Abweichungen, etwa durch eine veränderte Schriftgröße, sind nicht verboten, bergen aber Problempotenzial.

Struktur

Kopf- und Fußzeilen enthalten meist redundante oder aus Sicht der Barrierefreiheit nicht relevante Informationen; darunter fallen auch Seitenzahlen. Daher markiert Word dort platzierte Inhalte beim Export als Schmuckelemente (Artefakte), die assistive Techniken bei der Ausgabe ignorieren – prinzipiell ein guter Mechanismus. Für Sie bedeutet das im Gegenzug, dass Sie dort keine relevanten Informationen hinterlegen dürfen.

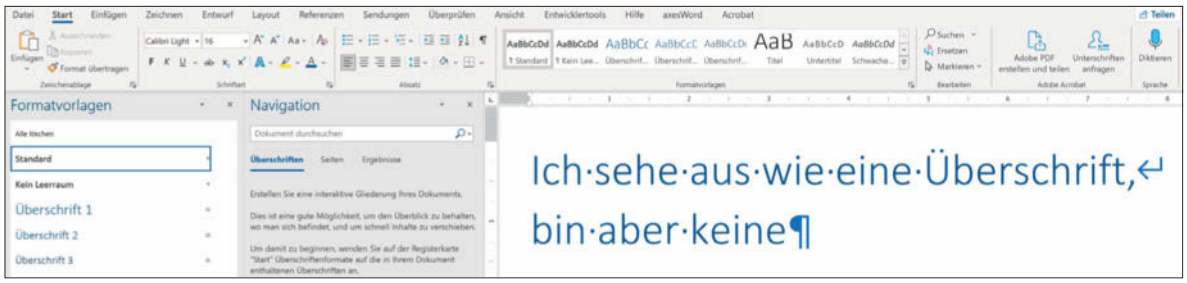
Alle relevanten Inhalte wiederum sollten Sie mithilfe der dafür vorgesehenen Word-Funktionen anlegen – nicht händisch mit Layout-Werkzeugen:

- Tabelleninhalte gehören in Tabellen („Einfügen/Tabelle“). Daten einer Tabelle dürfen nicht auf mehrere Tabellen aufgeteilt werden. Leerzeilen oder -spalten sind verboten.
- Auflistungen werden mit Listenformaten ausgezeichnet, und zwar über die Listenfunktionen im Start-Menü oder eine der Formatvorlagen. Achten Sie bei verschachtelten Listen auf eine korrekte und vollständige Hierarchie.
- Generieren Sie Verzeichnisse – Inhalt, Abbildung, Index et cetera – über die entsprechenden Funktionen im „Referenzen“-Menü.

Nur dann werden solche Objekte beim PDF-Export automatisch semantisch korrekt getaggt. Tabellen, Listen, Inhaltsverzeichnis, Bibliografie, Links, Querverweise, Fuß- und Endnoten et cetera finden Sie in den Menüs „Einfügen“ und „Referenzen“.

In einfachen Tabellen stehen erklärende Informationen meist in der ersten Zeile und/oder Spalte (Jahreszahlen, Maßangaben et cetera). Damit diese Informationen auch im barrierefreien PDF korrekt erscheinen, müssen Sie sie als sogenannte Kopfzeilen definieren.

Dazu dienen im Bereich Tabellenentwurf die Optionen „Kopfzeile“ und „Erste Spalte“. Diese Funktion genügt für einfache Tabellen mit je einer Kopfzeile und einer ersten Spalte. Komplexere Konstruk-



In der Navigationsleiste können Sie die korrekte Verwendung von Überschriften und Formatvorlagen prüfen.

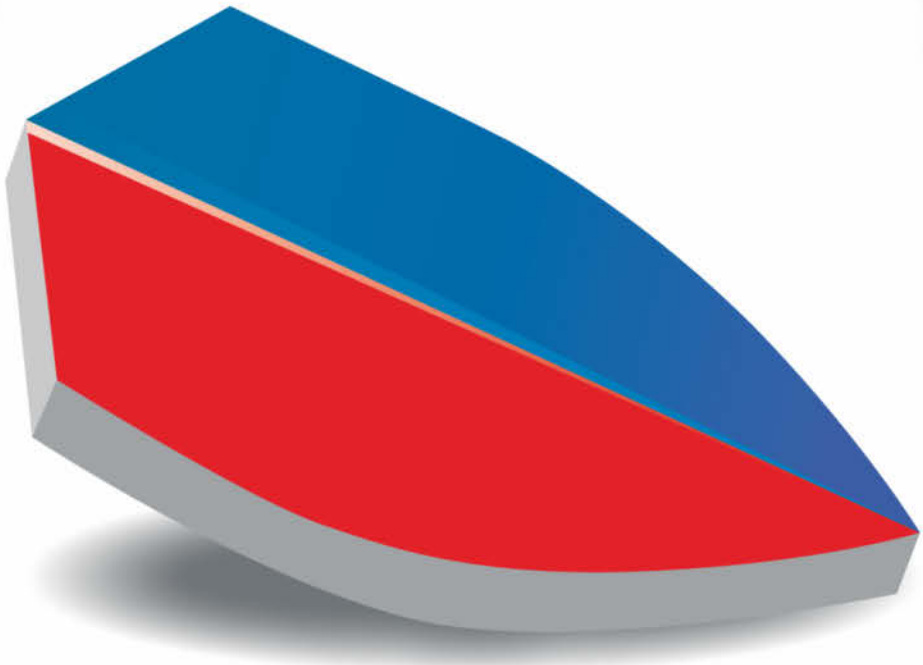
ISD

INTERNET SECURITY DAYS 2022

Call for Papers
Jetzt einreichen!
isd.eco.de

Die Fachkonferenz für IT-Sicherheitsexpert:innen

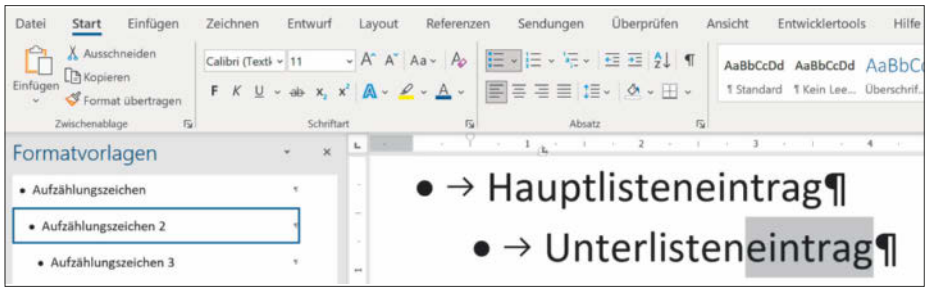
29.–30. September 2022
Phantasialand, Brühl



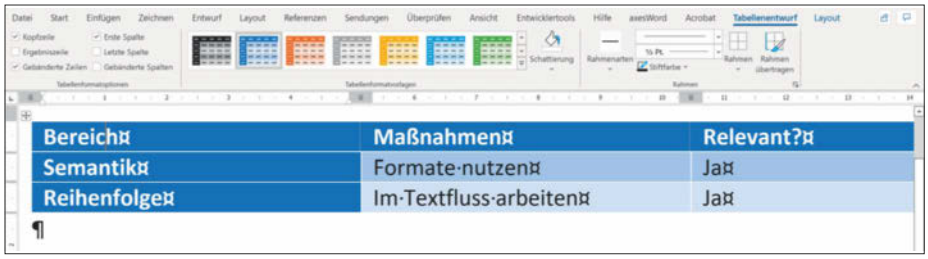
heise Academy

Sichern Sie sich Ihre Teilnahme unter
https://isd.eco.de

eco
VERBAND DER INTERNETWIRTSCHAFT



Semantisch korrekte Listen entstehen über die dafür vorgesehenen Formatvorlagen.



Word setzt Tabellen nur dann barrierefrei um, wenn Sie die Kopfzeilen und -spalten definiert haben.

te mit mehreren Kopfzeilen lassen sich in Word nicht korrekt definieren. Diese müssten Sie entweder im PDF nacharbeiten oder mit anderen Mitteln erstellen (siehe „Optimieren und Prüfen“, S. 138).

Auch die Reihenfolge der Inhalte muss einer Logik folgen. Word orientiert sich bei der Umsetzung in PDF am Textfluss. Achten Sie also beim Verfassen von Texten darauf, etwa den Autoren erst nach der Überschrift zu nennen.

Für Bilder ist die Einfügemarke relevant, gekennzeichnet über ein Ankersymbol. Verweist eine Textstelle auf eine Abbildung, sollte diese am Ende des entsprechenden Absatzes platziert werden.

Alternativtext und Symbole

Inhaltlich relevante Bilder und Grafiken müssen per Alternativtext objektiv und mit maximal hundert Zeichen Text erläutert werden. Öffnen Sie dazu per Rechtsklick auf das Bild das Kontextmenü und wählen dort den Eintrag „Alternativtext bearbeiten“. Bei komplexen Abbildungen wie etwa Diagrammen vermitteln Sie in Ihrer Textbeschreibung deren Funktion – etwa Kreis-, Balken- oder Säulendiagramm – sowie die Kernaussage. Logos, Trennlinien und andere reine Schmuckelemente kennzeichnen Sie über die Option „Als dekorativ markieren“.

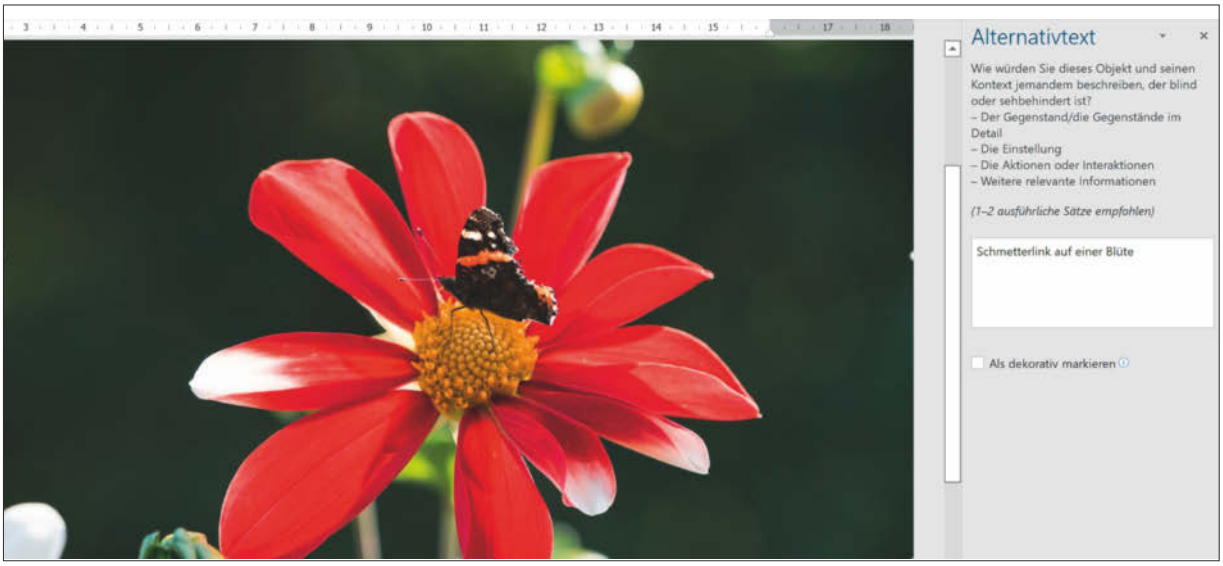
Falls Sie Symbole verwenden, muss deren Bedeutung korrekt im PDF ankommen – ein Telefon-Icon sollte die assistive Technik auch als „Telefon“ ausgeben. Viele Symbolschriften oder Word-Symbole decken diesen Mechanismus leider nicht ab. Meiden Sie in jedem Fall Webdings und Wingdings.

Mit Formeln begeben Sie sich auf schwieriges Terrain, zumal Word kein dedizierter Formeleditor ist. Einfachere, sporadisch eingestreute Formeln erläutern Sie am besten mit einem Alternativtext, komplexe naturwissenschaftliche Sachverhalte verfassen Sie lieber in LaTeX oder anderer Spezial-Software.

Formulare

Word ist auch kein guter Formular-Editor und kann erst recht keine PDF-Formulare erzeugen. Da das nachträgliche Hinzufügen von Formularfeldern in barrierefreie Dokumente sehr aufwendig ist, bieten sich folgende Alternativen an: spezielle Word-Add-ons wie CIB pdf brewer, bessere Software wie Adobe InDesign – oder Webformulare. Auch LibreOffice produziert barrierefreie, ausfüllbare PDF-Formulare, allerdings mit einigen (optischen) Mängeln, die man nachträglich beheben sollte.

Apropos Optik: Stellen Sie sicher, dass alle im Dokument verwendeten Farben den notwendigen Mindestkontrast aufweisen, am besten mit dem kostenlosen Colour Contrast Analyzer [1]. Dies gilt bei angestrebter WCAG-/BITV-Konformität auch für Grafiken. Vermeiden Sie außerdem, Informationen rein über Farbe oder Layoutmerkmale zu vermitteln, zum Beispiel wichtigen Text oder



Per Kontextmenü lassen sich Bilder und Grafiken mit einem Alternativtext hinterlegen. Noch schneller geht es mit dem KI-gesteuerten Beschriftungsgenerator von Office 365.

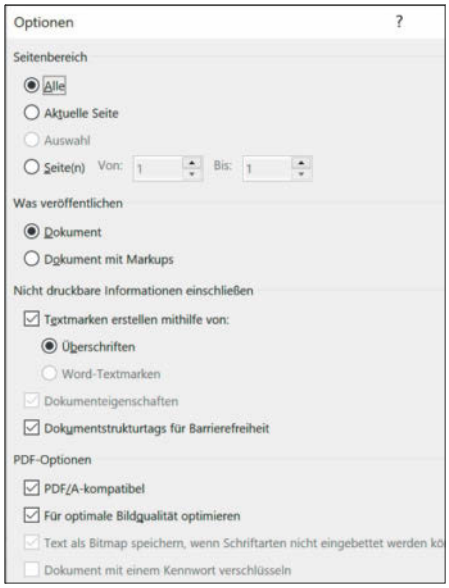
Tabelleneinträge einfach nur mit Leuchtstift einzufärben.

Abgabe

Wenn Sie mit allem fertig sind, vergeben Sie per „Datei/Informationen/Titel“ einen aussagekräftigen Titel und klopfen das Dokument mit der Funktion „Überprüfen/Barrierefreiheit überprüfen“ auf potenzielle Schwächen ab. Allerdings übersieht der Prüfer viele Probleme wie zum Beispiel übersprungene Überschriftenebenen und falsch definierte Tabellen.

Nun können Sie Ihre Vorlage als barrierefreies PDF ausgeben. Dazu wählen Sie unter „Datei/Speichern unter“ als Dateityp PDF und dann die Schaltfläche „Weitere Optionen ...“. Die Optionen „Standard“ und „Minimale Größe“ beeinflussen die Barrierefreiheit nicht, erstere generiert meist größere Dateien. Aktivieren Sie die Optionen „Textmarken erstellen ...“ (generiert Lesezeichen), „Dokumentenstrukturtags für Barrierefreiheit“ (erstellt PDF-Tags) und „PDF/A-kompatibel“ (vermeidet ein paar Fehler).

Wenn Sie sich an unserer Anleitung orientiert haben, erstellt Word mit diesen Export-Einstellungen ein barrierefreies PDF-Dokument. Insbesondere bei einfachen, textlastigen Vorlagen kann man gute Ergebnisse erwarten. Umfangreiche Tabellen oder Grafiken setzt Word nicht ganz so gut um, produziert aber meist passable Resultate.



Wählt man beim Speichern eines Word-Dokuments PDF als Format aus, öffnet sich ein zusätzlicher Dialog mit differenzierten Optionen für ein barrierefreies Dokument.

Optimieren und prüfen

Word ist selbst in der aktuellen Version für die Anforderungen von barrierefreien Dokumenten nicht optimal aufgestellt. Spezialisierte Add-ons können die Ausgabequalität verbessern oder sicherstellen, dass bestimmte Standards wie WCAG oder PDF/UA formell erfüllt werden.

Eine sehr professionelle Lösung ist das kostenpflichtige Word-Add-on axesWord der Firma AbleDocs. Damit kann man problematische Inhalte wie komplexe Tabellen besser aufbereiten, zum anderen wird ein qualitativ besseres, PDF/UA-konformes PDF generiert. Gerade wenn Sie größere Mengen von Dokumenten barrierefrei machen wollen, sind solche Add-ons meist eine betriebswirtschaftlich sinnvolle Ergänzung.

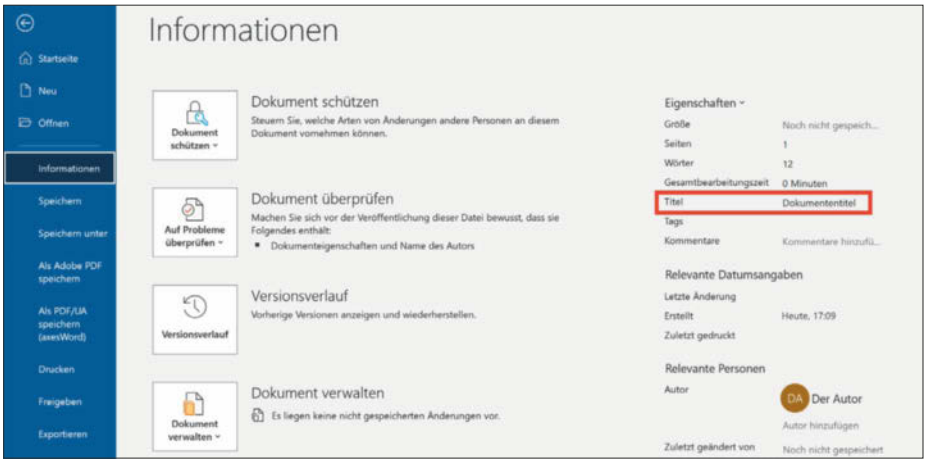
Auch die Add-ons, die Adobe Acrobat, Foxit Phantom und CIB pdf brewer (mit kostenpflichtigem PDF/UA-Support) in Word installieren, können mitunter bessere Ergebnisse erzeugen, aber auch weitaus schlechtere. Probieren Sie es im Zweifel einfach mal aus, wenn Sie eines davon bereits besitzen.

Wer alle genannten Schritte sorgfältig ausführt, kommt mit Word relativ weit auf dem Weg zu einem leicht zugänglichen PDF. Bevor Sie das Ergebnis allerdings guten Gewissens barrierefrei nennen dürfen, sollten Sie es sehr genau prüfen. Wie das geht, wie Sie nachbessern und was die Spezial-Add-ons bringen, verrät der letzte Teil unserer Serie in einem kommenden Heft. *(atr@ct.de)* c't

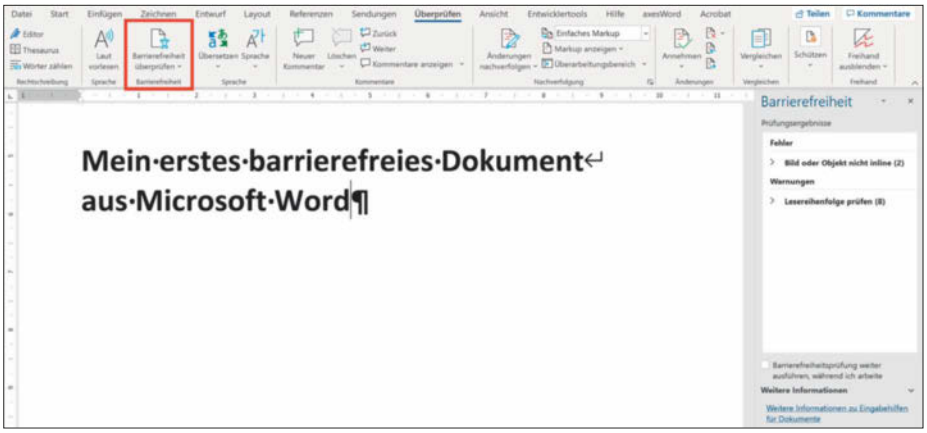
Literatur

[1] Klaas Posselt, Zugängliche Dokumente, Von der Theorie bis zur Office-Praxis: So wird Ihr PDF barrierefrei, c't 5/2022, S. 148

Downloads und weiterführende Quellen:
ct.de/yuhj



Unter „Datei/Informationen/Titel“ vergeben Sie einen Titel, der den Inhalt des Dokuments präzise beschreibt.



Die Barrierefreiheitsprüfung findet frühzeitig diverse Probleme, aber leider nicht alle.

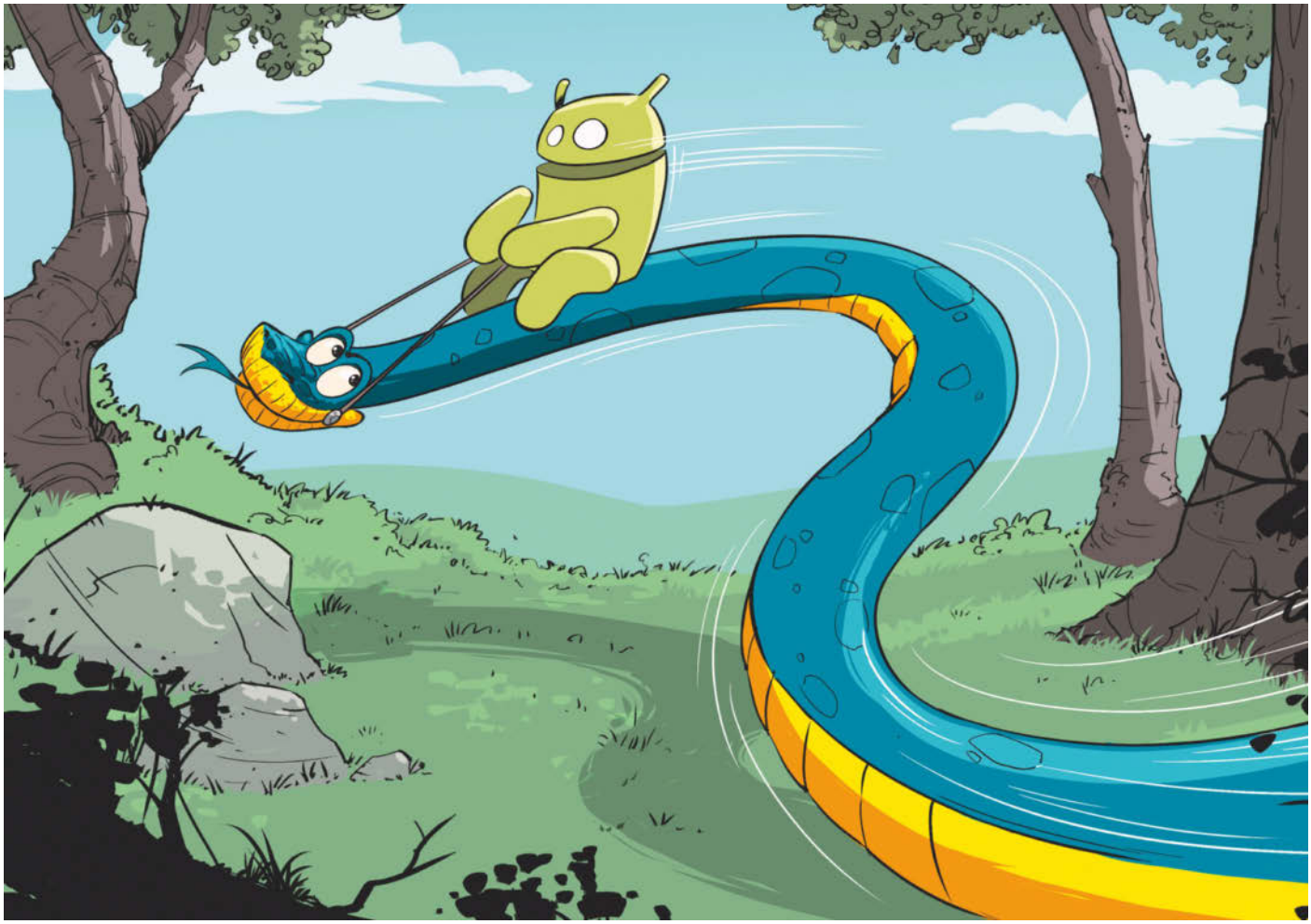


Bild: Albert Hulm

Python to go

Python-Skripte unter Android ausführen und entwickeln

Python läuft fast überall, auch auf Android-Smartphones – und das sogar ziemlich gut. Mit den hier vorgestellten Tools starten Sie Ihre vorhandenen Skripte und entwickeln ganz neue, zum Beispiel um sich eine lange Zugfahrt oder die Wartezeit beim Hausarzt zu verkürzen. Nebenbei lernen Sie den Linux-Unterbau von Android kennen.

Von Ronald Eikenberg

Python auf dem Android-Smartphone oder -Tablet zu installieren, könnte so einfach sein: Google Play öffnen, nach „Python“ suchen und die erstbeste Python-App mit guten Bewertungen installieren. Doch unser Artikel ist hier noch nicht zu Ende, sondern fängt gerade erst an. Denn es gibt zwar diverse Python-Apps im Store, jedoch keine offizielle der Python Software Foundation. Sie stammen allesamt von Dritten, die auf der Python-Welle mitschwimmen wollen. Die meisten Apps sind mit In-App-Käufen oder Werbung gespickt. Man hat also die Wahl, ob man mit Geld oder Daten bezahlt. Zudem entdeckten wir auf Anhieb keine App, die eine aktuelle Python-Version mitbringt.

Alles in allem keine erfreuliche Situation – doch es geht besser: Sie können die Sache einfach selbst in die Hand nehmen und ein aktuelles Python-Paket auf dem Linux-Unterbau von Android installieren. Dieser Artikel erklärt, wie das geht. Außerdem liefert er Tipps, wie Sie Ihre Skripte möglichst komfortabel auf dem Smartphone oder Tablet bearbeiten. Dank Syntaxhervorhebung und Codevervollständigung geht das Coden fast so leicht wie am Rechner von der Hand.

Um Python zu installieren, benötigen Sie die Open-Source-App Termux, die wir bereits in c’t 18/2018 ausführlich beschrieben haben [1]. Termux ist im Prinzip ein Terminalemulator, mit dem Sie Befehle auf dem Linux-Unterbau von Android ausführen können. Solche Apps gibt es viele, doch Termux bietet einen interessanten Mehrwert: Es bringt Portierungen einiger Linux-Standardtools wie bash, curl, grep, less und sed mit, die Android fehlen. Deshalb funktionieren viele aus der Linux-Welt bekannten Befehle und es fühlt sich so an, als würden Sie mit einer gängigen Linux-Distribution wie Debian arbeiten.

c't kompakt

- Python-Skripte können Sie auch unter Android ausführen und entwickeln.
- Eine aktuelle Python-Version installieren Sie am besten mit Termux.
- Ein Code-Editor und eine alternative Tastatur erleichtern die Eingabe von Quellcode.

Da es sich nicht um einen ressourcenhungrigen Linux-Emulator handelt, werden alle Befehle ohne Virtualisierung und entsprechend flott ausgeführt. Das Sahnehäubchen ist, dass Sie viele weitere Software-Pakete aus dem Termux-Repository (siehe ct.de/yard) nachinstallieren können, die eigens portiert wurden – darunter auch die aktuelle Python-3-Version.

Termux und Python installieren

Termux läuft auf Android-Geräten ab Version 7, Modifikationen am System (etwa Root-Zugriff) sind nicht nötig. Sie bekommen die aktuelle Termux-Version im F-Droid-Store (siehe ct.de/yard), in dem sich ausschließlich Open-Source-Apps tummeln. Sie können Termux auch als APK-Datei von der F-Droid-Website ziehen, wir empfehlen jedoch, zunächst die F-Droid-App zu installieren und damit im Anschluss Termux, da sich F-Droid auch um App-Updates kümmert und wir noch weitere Apps aus dem Open-Source-Store in diesem Artikel vorstellen. Abstand nehmen sollten Sie von der Termux-Version aus dem Google Play Store, da diese von den Entwicklern nicht mehr gepflegt wird.

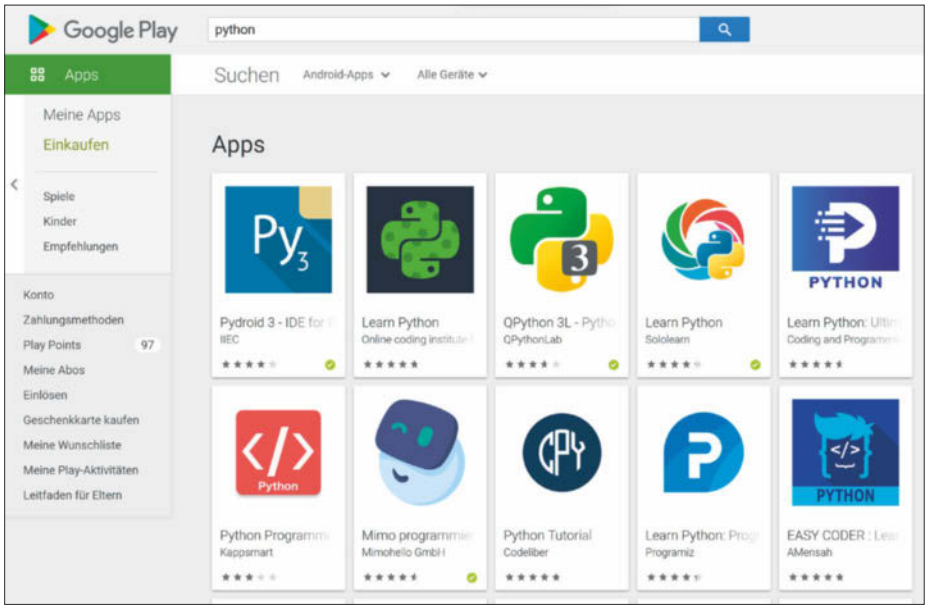
Nach dem ersten Start von Termux begrüßt Sie die bash mit einigen nützlichen Links und grundlegenden Hinweisen zur Nutzung des Paketmanagers. Demnach suchen Sie mit `pkg search suchbegriff` nach Linux-Paketen und installieren diese mit `pkg install paketname`. Zunächst sollten Sie die vorinstallierten Bootstrap-Pakete mit `pkg upgrade` auf den aktuellen Stand bringen. Falls neuere Versionen als die vorhandenen angeboten werden, müssen Sie deren Installation noch mit Y wie „Yes“ zustimmen. Anschließend können Sie auch schon Python installieren, das mit allen Abhängigkeiten etwas über 400 MByte belegt: `pkg install python`

Wenn Sie jetzt `python` eintippen, landen Sie auf der Python-Shell und mit `exit()` oder Strg+D kommen Sie da wieder raus. Die Strg-Taste finden Sie als CTRL neben ALT und weiteren Tasten in der Leiste oberhalb Ihrer Bildschirmtastatur, das D geben Sie wie gewohnt ein. Über diese Leiste können Sie unter anderem auch Tabulator und die Pfeiltasten eingeben, was den Umgang mit der Shell deutlich erleichtert: Tabulator vervollständigt den Befehl, den Sie gerade eingeben und der Pfeil nach oben holt den letzten Befehl erneut hervor. Falls Sie mal mehr als ein Terminal brauchen, können Sie vom linken Bildschirmrand nach rechts ziehen, um Sitzungen zu starten und zu beenden.

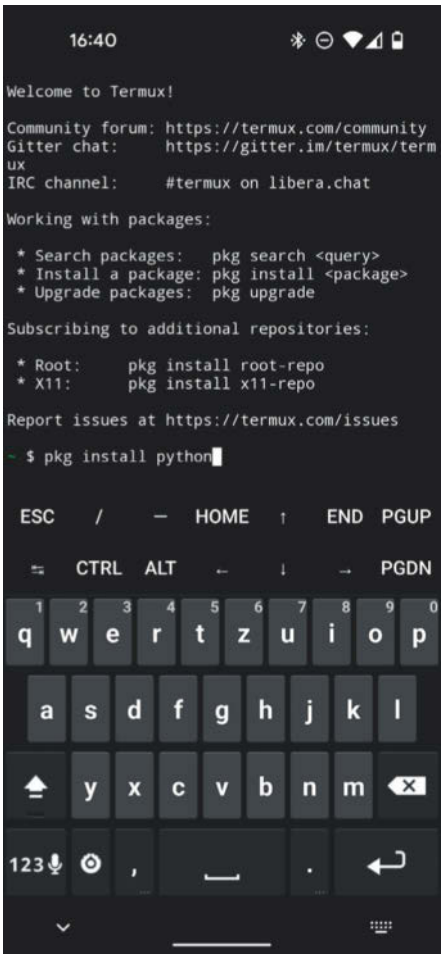
Nicht nur Python ist jetzt am Start, sondern auch der Paketmanager pip, über den Sie Hunderttausende Python-Module aus dem Python Package Index (pypi.org) installieren können. Mit dem folgenden Befehl bringen Sie pip auf den aktuellen Stand: `pip install --upgrade pip`

Speicherort für Skripte

Jetzt fehlen nur noch Ihre Skripte. Termux startet im home-Verzeichnis /data/data/com.termux/files/home. Prinzipiell wäre das ein guter Speicherort für Python-Skripte, allerdings ist dieses Verzeichnis aufgrund der Restriktionen von Android nur innerhalb der Termux-App erreichbar. Sie können die Skripte dort zwar mit Python starten, aber nicht ohne Weiteres mit einem externen Editor bearbeiten oder per USB auf den Rechner übertragen. Deshalb



Python-Apps gibt es wie Sand am Strand – eine offizielle befindet sich jedoch nicht darunter. Die Apps sind mit Werbung und In-App-Käufen gespickt, häufig ist die mitgebrachte Python-Version veraltet.



Termux macht viele Linux-Pakete unter Android nutzbar, darunter ein aktuelles Python.

ist es ratsam, an einem allgemein zugänglichen Ort des Android-Dateisystems zu arbeiten unterhalb von /storage/emulated/0. Dafür müssen Sie Termux zunächst Zugriff darauf gewähren. Geben Sie hierzu `termux-setup-storage` ein und bestätigen Sie anschließend den Berechtigungsdialog von Android.

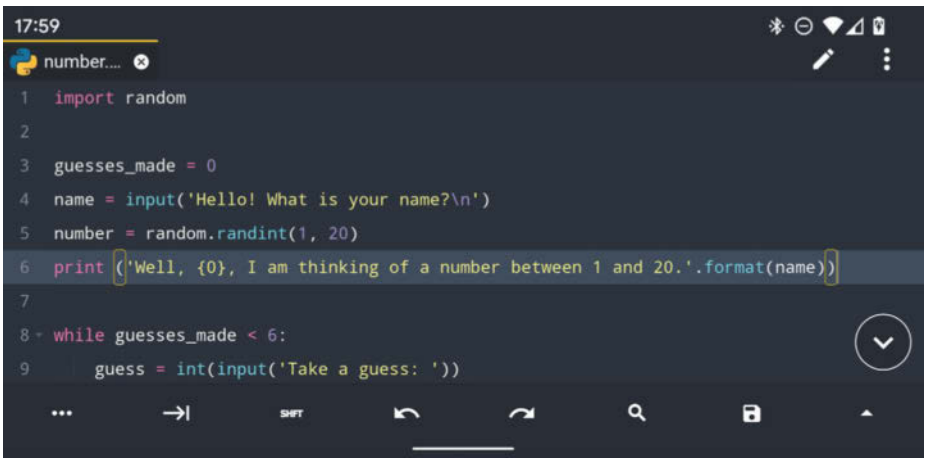
Jetzt können Sie mit `cd/storage/emulated/0` an den gewünschten Ort springen. Erstellen Sie dort mit `mkdir python` einen neuen Ordner und Sie werden feststellen, dass dieser im Android-Dateiexplorer Ihrer Wahl auftaucht und auch über andere Android-Apps erreichbar ist. Falls Sie erstmal bereits vorhandene Skripte ausprobieren möchten, können Sie diese dort hineinkopieren und mit `python skript.py` ausführen. Im einfachsten Fall übertragen Sie die Skripte per USB vom Rechner, Ihnen stehen aber auch alle anderen Transportwege von Android und Linux offen: Wenn Sie zum Beispiel das Paket „git“ mit pkg nachrüsten, können Sie mit `git clone` beliebige Git-Repositories aufs Smartphone schaffen.

Fehlende Python-Module rüsten Sie über `pip install paketname` nach. Gibt es eine Konfigurationsdatei (requirements.txt) zu dem Skript, welche die benötigten Module vorgibt, können Sie die mit `pip -r requirements.txt` in pip speisen und die Module automatisch installieren lassen.

Programmieren mit Acode

Prinzipiell genügt ein beliebiger Texteditor, um Python-Skripte auf dem Android-Smartphone zu erstellen und zu bearbeiten. Doch komfortabel klappts erst mit einem auf diesen Zweck zugeschnittenen Code-Editor. Auf dem Desktop erfreut sich das mächtige Visual Studio Code (VS Code) großer Beliebtheit, doch das gibt es nicht für Android. Hier springt Acode in die Bresche: Die Open-Source-App ist optisch ähnlich aufgebaut und bringt die wichtigsten Komfortfunktionen wie Syntaxhervorhebung, Codevervollständigung und automatisches Speichern mit.

Auch Acode beziehen Sie am besten aus dem F-Droid-Store, mit dem Sie nach der Installation von Termux bereits vertraut sind (siehe ct.de/yard). Beim ersten Start der App müssen Sie ihr Zugriff aufs Dateisystem gewähren. Anschließend können Sie Ihr Skript-Verzeichnis in den integrierten Datei-Browser laden, indem Sie auf den Knopf oben links (Burger-Menü, drei Linien) und „Ordner öffnen“ drücken. Nun können Sie über den Button



Fast wie am Rechner: Mit dem Code-Editor Acode arbeiten Sie komfortabel an Ihren Python-Skripten. Die Gestaltung der Oberfläche erinnert an Visual Studio Code.

bequem auf den Inhalt des Ordners zugreifen.

Über den Menüknopf oben rechts (drei Punkte) können Sie unter anderem neue Dateien erstellen und die Einstellungen öffnen. Über letztere können Sie zum Beispiel die Schriftgröße einstellen sowie Sprache und Farben der Oberfläche. Der Stift in der oberen Menüleiste führt Sie zu den Dateieigenschaften; weitere Funktionen finden Sie in der Leiste am unteren Bildschirmrand: Der ...-Knopf öffnet die Befehlszeile, in die Sie viele Programmfunktionen per Texteingabe aufrufen können, ähnlich wie in VS Code. Zudem gibt es dort etwa einen Tabulator-Knopf, „Rückgängig machen“, „Suchen/Ersetzen“ und „Speichern“.

Eingabehilfe

Damit kennen Sie die wichtigsten Funktionen, denn der Rest erklärt sich von selbst. Sie können jetzt mit dem Programmieren beginnen. Doch vorher noch ein Tipp zur Texteingabe: Wenn Sie Ihre gewohnte Bildschirmtastatur nutzen, dann könnte sich leicht Frust aufbauen, denn virtuelle Tastaturen wie das Gboard sind üblicherweise voll und ganz auf die Eingabe natürlicher Sprache ausgelegt und versuchen Ihre Eingaben durch Wortvorschläge zu korrigieren. Das ist beim Coden eher lästig als hilfreich.

Greifen Sie besser zum Hacker's Keyboard, das Sie kostenlos über F-Droid oder den Google Play Store installieren können (siehe ct.de/yard). Es bietet alle wichtigen Tasten einer Standardtastatur einschließlich der Pfeiltasten, Tabulator, Strg und Alt. Über eine konfigurierbare Eingabeleiste oberhalb der Tastatur können Sie wichtige Sonderzeichen ohne Fingerverrenkungen eingeben und die Wortkorrektur ist standardmäßig abgeschaltet. Ein zweimaliges Tippen auf die Shift-Taste aktiviert die Feststelltaste (Caps Lock).

Für längere Sessions empfiehlt sich der Einsatz einer echten Tastatur, die Sie zum Beispiel über Bluetooth oder USB anschließen können. Damit geht nicht nur die Codeeingabe leichter von der Hand, auch die zahlreichen Tastaturkürzel von Acode (siehe ct.de/yard) können Sie bequem nutzen. Bei Bedarf passen Sie die Kürzel über die Einstellungen und „Andere Einstellungen/Tasten-Bindung“ beliebig an.

Erweiterungen

Sie führen Ihre Skripte mit dem Befehl `python skript.py` aus. Eine Abkürzung über den Code-Editor gibt es leider nicht, Sie müssen also zunächst in die Termux-App wechseln, um Ihre Änderungen auszuprobieren. Sie können sich das Herumspringen jedoch mit der Termux-Erweiterung „Termux:Float“ ersparen: Diese startet Termux in einem frei skalierbaren Fensterchen, das Sie beliebig über den Bildschirm schieben können. Es bleibt immer im Vordergrund und ist so parallel mit Acode nutzbar. Wenn Sie es gerade nicht brauchen, können Sie über den Knopf oben links zu einer Bubble minimieren, ähnlich wie die Chat Heads beim Facebook Messenger. Mit der Erweiterung „Termux:Widget“ können Sie darüber hinaus Verknüpfungen zu Befehlen (wie `python skript.py`) als Widget auf dem Homescreen legen.

Weitere Möglichkeiten ergeben sich mit der Automatisierungs-App Tasker. Wenn Sie „Termux:Tasker“ installieren, können Sie beliebige Termux-Befehle aus Tasker-Aufgaben absetzen. Damit können

Sie beispielsweise Python-Skripte ausführen lassen, wenn bestimmte Geräteereignisse eintreten. Weitere Termux-Erweiterungen finden Sie im Wiki (siehe ct.de/yard).

Grenzen

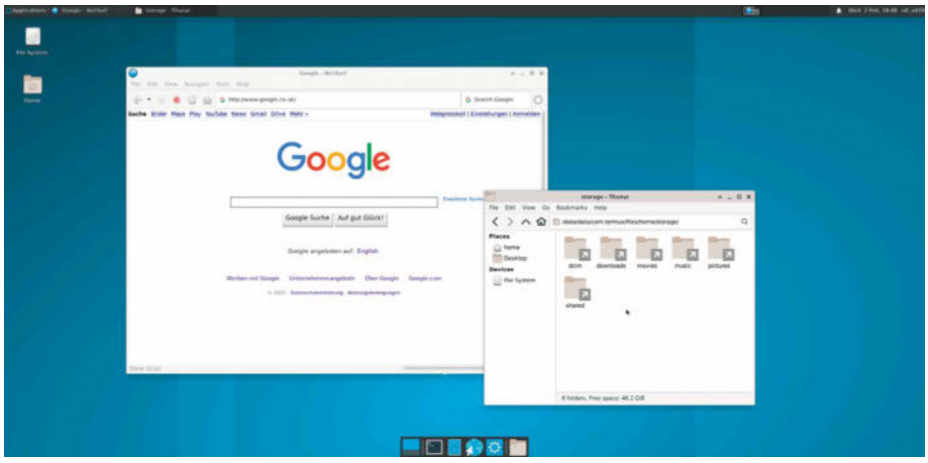
Bei unseren Versuchen lief Python in Kombination mit Termux erfreulich rund, wir sind nur selten auf Einschränkungen gestoßen. Eine davon betrifft virtuelle Umgebungen. Solche Umgebungen sorgen unter anderem dafür, dass sich Python-Module nicht gegenseitig in die Quere kommen: Erstellt man eine virtuelle Umgebung für ein Skript und rüstet anschließend die benötigten Module nach, sind diese nur innerhalb dieser Umgebung installiert [2]. Python bringt dafür das venv-Modul mit, das wir jedoch nur im Home-Verzeichnis von Termux nutzen konnten. Unser Versuch, eine venv-Umgebung unterhalb von /storage/emulated/0 einzurichten, schlug mit einem „Access Denied“ fehl. Laut einem der Termux-Entwickler ist hierfür eine Einschränkung von Android verantwortlich. Es gibt aber auch eine gute Nachricht: Das modernere pipenv (siehe ct.de/yard), welches den Umgang mit virtuellen Umgebungen vereinfacht, funktioniert tadellos.

Bei der Installation von Python-Modulen können Sie auf ein weiteres Problem stoßen: Manche sind plattformspezifisch (etwa x86/64) und werden im Python Package Index (PyPI) nicht für die ARM-Architektur angeboten, die Ihr Android-Gerät höchstwahrscheinlich nutzt (linux_aarch64). In solchen Fällen scheitert die Installation über pip mit „No matching distribution found“. Dann können Sie im Netz nach einem geeigneten Binärpaket Ausschau halten, denn oftmals hat sich schon jemand die Arbeit gemacht, den Quellcode für ARM zu kompilieren.

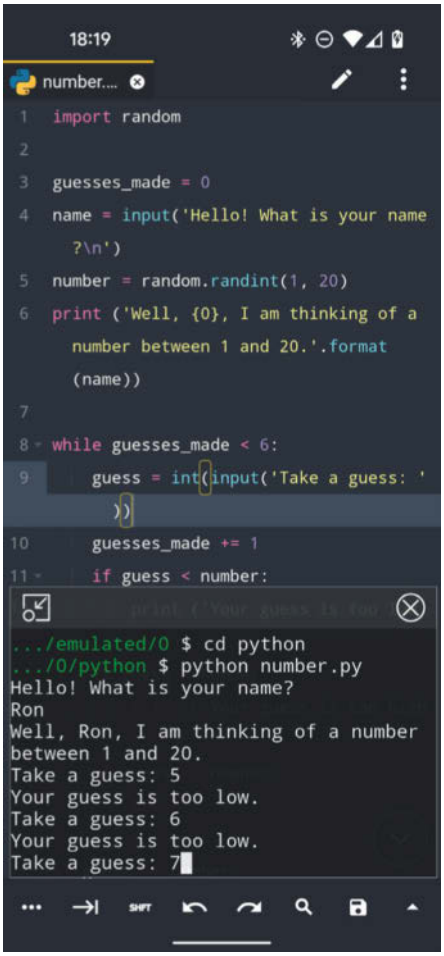
Werden Sie nicht fündig, können Sie versuchen, den Quellcode selbst passend zu kompilieren. Bei unseren Versuchen sind wir jedoch nur selten auf Fälle gestoßen, in denen dies nötig gewesen wäre. Gelegentlich steckt in den Installationspaketen (Wheels) Quellcode, der im Rahmen der Installation automatisch auf dem System passend kompiliert wird. Das klappte bei uns mit Termux problemlos.

Termux unterstützt grundsätzlich auch Anwendungen mit grafischer Ausgabe durch das X Window System (X11). Dadurch können Sie Python-Skripte und Linux-Tools nutzen, die eine GUI zeichnen. Um die Bildschirmausgaben sichtbar zu machen, müssen Sie allerdings ein wenig basteln und etwa den X-Server „XServer XSDL“ (Android-App, siehe ct.de/yard) installieren. Alternativ können Sie den VNC-Server tigervnc mit Termux installieren und mit einem beliebigen VNC-Client darauf zugreifen. Die Details zur Einrichtung finden Sie im Termux-Wiki (siehe ct.de/yard).

Wir konnten sogar die Desktopumgebung Xfce installieren und nutzen, die Bedienung davon ist auf einem kleinen Smartphone-Display allerdings fummelig. Um Ihre Python-Skripte um eine grafische Oberfläche zu erweitern, bietet sich das GUI-Toolkit Tkinter an, das Sie in Termux mit `pkg install python-tkinter` nachrüsten.



Termux unterstützt auch grafische Ausgaben über X11, so können Sie etwa eine GUI mit Python zeichnen. Sogar eine Desktopumgebung wie Xfce lässt sich starten – auf einem kleinen Smartphone-Display ist die Bedienung aber fummelig.



Mit Termux:Float holen Sie Code-Editor und Python-Shell parallel auf den Schirm.

Fazit

Python auf Android-Geräten – mit Termux und einem Code-Editor wie Acode klappt das selbst auf dem kompakten Smartphone-Display erstaunlich gut. So können Sie immer und überall neue Code-Ideen ausprobieren, auch wenn der große Rechner mal nicht in Reichweite ist. Termux ist hier nur das Mittel zum Zweck, der Terminalemulator bietet durch das vielseitige Angebot an nachrüstbaren Tools jedoch viele weitere Möglichkeiten, die Linux-Fans schnell zu schätzen lernen. Noch komfortabler coden Sie mit einem Tablet und einer externen Tastatur.

(rei@ct.de) c't

Literatur

[1] Tim Schürmann, Linux für die Hosentasche, Termux stattet Android mit einem Mini-Linux aus, c't 18/2018, S. 148

[2] Ronald Eikenberg, Jan Mahn, Draufgebeamt, Python schnell und einfach einrichten, c't 5/2022, S. 20

Alle Tools & weitere Infos: ***ct.de/yard***



Basteln mit dem Bastlerlaptop

Linux auf dem Framework-Notebook

„Bei Framework lieben wir Linux“, schreibt der Notebookhersteller auf seiner Webseite. Bei der Auswahl der Komponenten für den modular aufgebauten „Laptop“ habe man großen Wert auf Linux-Kompatibilität legt. Wir zeigen Ihnen, wo Sie dennoch selbst Hand anlegen müssen, damit Linux zufriedenstellend läuft.

Von Niklas Dierking

Linux läuft auf modernen Notebooks nicht immer perfekt, weil beispielsweise die Hardware zu neu ist, als dass der Linux-Kernel sie vernünftig ansprechen kann. Viele Hersteller konzipieren ihre Geräte eben für den Windows-Betrieb. Ob es Linux-Treiber für die verbauten Komponenten gibt, steht dann, wenn überhaupt, weit unten auf der Prioritätenliste. Der Hersteller Framework achtet dagegen auf Linux-Kompatibilität und verkauft sein modulares und einfach reparierbares, schlicht „Laptop“ getauftes Notebook in der sogenannten DIY-Edition auch ohne eine Windows-Lizenz.

Der Hersteller hat sich dagegen entschieden, eine bestimmte Linux-Distribution vorzuinstallieren oder gar ein eigenes Image anzubieten, wie es Dell oder Lenovo mit den Linux-Editionen ihrer Workstation-Notebooks handhaben. Dazu seien die Präferenzen in der Linux-Community zu breit gefächert. Stattdessen habe man mit Maintainern und Entwicklern von Distributionen wie Fedora, elementaryOS, Arch Linux und NixOS kooperiert, um die Upgrades wichtiger Pakete, wie beispielsweise den Treiber für den Fingerabdrucksensor, anzustoßen. Ubuntu findet sich nicht in der Liste, weil das Hardware-Zertifizierungsprogramm von Canonical zu lange dauert.

Der Hersteller empfiehlt zurzeit Fedora Workstation 35 für die bestmögliche Kompatibilität „ab Werk“, generell sollten aber sämtliche Distributionen zufriedenstellend laufen, die auf dem Linux Kernel 5.12 oder neuer basieren und das Paket libfprint für den Fingerabdrucksensor mindestens in Version 1.92.0 bereitstellen. Wir haben den Framework-Laptop im Praxistest mit Fedora Workstation 35 unter die Lupe genommen und zusätzlich mit Ubuntu Desktop 21.10 verglichen. Bis zum Redaktionsschluss war vom noch aktuellen Langzeitrelease Ubuntu 20.04 LTS (Long Term Support) abzuraten. Der kommende HWE-Stack (Hardware-Enablement) auf Basis von Ubuntu 21.10 dürfte die Situation aber verbessern.

Wir haben die sogenannte „Base Edition“ getestet, die sich bereits im Windows-Betrieb auf dem c’t-Prüfstand beweisen musste [1]. Darin steckt ein Intel Core i5-1135G7 (4 Kerne mit Hyper-Threading) mit integrierter Intel-Xe-Grafikeinheit, 8 GByte DDR4-RAM, ein Intel AX210-WLAN-Modul sowie eine NVMe-SSD (Western Digital SN730), die 256 GByte fasst. Das spiegelnde Display im 3:2-Format löst mit 2254 × 1504 Pixeln auf und erreicht eine maximale Helligkeit von knapp über 400 cd/m². Die Konfiguration kostet 1150 Euro.

Erster Eindruck Fedora

Fedora Workstation 35 mit Kernel 5.15 macht zunächst eine gute Figur. Alle Funktionstasten, das Touchpad sowie WLAN und Bluetooth funktionieren einwandfrei. Der Goodix-Fingerabdrucksensor registriert bereitwillig Fingerabdrücke. Besonders praktisch: Fügt man einen Fingerabdruck hinzu, können Nutzer sich damit nicht nur am System anmelden, sondern auch Systemverwalterrechte auf der Kommandozeile erlangen, sollte ein Befehl

diese erfordern. Der passende Eintrag in der Datei /etc/pam.d/system-auth wird automatisch gesetzt.

Die automatische Regelung der Displayhelligkeit ist standardmäßig aktiviert, der Sensor reagiert jedoch zu empfindlich und springt zwischen Abdunkeln und Aufhellen hin und her, was irritiert. Die Funktion lässt sich in den Gnome-Einstellungen im Menü „Energie“ deaktivieren. Integrierte Webcam und Mikrofon funktionieren einwandfrei, ein externes Mikrofon am Klinkenanschluss funktioniert aber erst, nachdem man folgenden Befehl eingibt:

```
echo options snd-hda-intel model=\
dell-headset-multi > \
/etc/modprobe.d/alsa-base.conf
```

Der Gnome-Desktop im Wayland-Modus skaliert auf dem Display im 3:2-Format mit der etwas exotischen Auflösung 2254 × 1504 nicht optimal. Standardmäßig werden Fenster und Bedienelemente mit 200 Prozent sehr groß skaliert. Dadurch füllen die Fenster schnell den ganzen Bildschirm. Ohne Vergrößerung sind die Desktop-Elemente und Text aber sehr klein und schwer zu lesen. Um Zwischenstufen wie zum Beispiel 125 Prozent auswählen zu können, müssen Sie Fractional-Scaling mit folgendem Befehl aktivieren:

```
gsettings set org.gnome.mutter \
experimental-features \
"['scale-monitor-framebuffer']"
```

Es handelt sich allerdings um ein experimentelles Feature, das zu unscharfem Text in XWayland-Anwendungen führen kann und den Energieverbrauch des Laptops erhöht.

Im Menü des Bootloaders Grub gab es Displayartefakte, die ähnlich einer Scanlinie horizontal über das Display zogen. Zudem reagierte Grub deutlich verzögert auf Tastatureingaben. Das Problem ist von anderen Notebooks mit integrierter Intel-Xe- oder Iris-Plus-Grafik bekannt. Als Workaround hilft es, unter Fedora die Zeile `GRUB_TERMINAL_OUTPUT="console"` in der Datei /etc/default/grub zu löschen und die Grub-Konfigurationsdatei anschließend mit dem Befehl `grub2-mkconfig -o /boot/grub2/grub.cfg` neu zu generieren. Das führt zwar dazu, dass Anzeigeelemente wie Pfeile nun mit Fragezeichen dargestellt werden, der Bootloader reagiert aber prompt auf Eingaben. Das Grub-Paket, das mit dem kommenden Fedora 36 ausgeliefert wird, enthält bereits einen Patch (ct.de/yetj), der den Workaround überflüssig macht.

Ubuntu-Vergleich

Zum Vergleich installierten wir Ubuntu Desktop 21.10 neben Fedora 35 und das vorinstallierte Windows 11. In Ubuntu fiel sofort störend auf, dass das Touchpad nicht richtig funktioniert, wenn die Gnome Shell 40.5 im Wayland-Modus läuft: Der Mauszeiger bleibt hängen, fängt sich aber nach kurzer Zeit wieder. Abhilfe schaffen Sie, indem Sie beim Systemstart den Parameter `i915.enable_psr=0` an den Linux-Kernel übergeben. Das weist den Grafiktreiber i915 an, PSR (Panel-Self-Refresh) zu deaktivieren. Es handelt sich dabei allerdings um eine sinnvolle Stromsparfunktion, die dem Gerät erlaubt, tiefere Standby-Modi zu erreichen. Tatsächlich erhöhte sich die Leistungsaufnahme im Leerlauf mit deaktiviertem PSR um ganze 3 Watt, was die Laufzeit des Notebooks im Leerlauf deutlich verringert. Im Alltagsbetrieb sollte der Unterschied jedoch geringer ausfallen. Um die Änderung permanent zu übernehmen, ergänzen Sie den Parameter in der Datei /etc/default/grub in der Zeile `GRUB_CMDLINE_LINUX_DEFAULT=` und aktualisieren dann die Grub-Konfigurationsdatei mit dem Befehl `sudo update-grub`.

Akkuoptimierungen

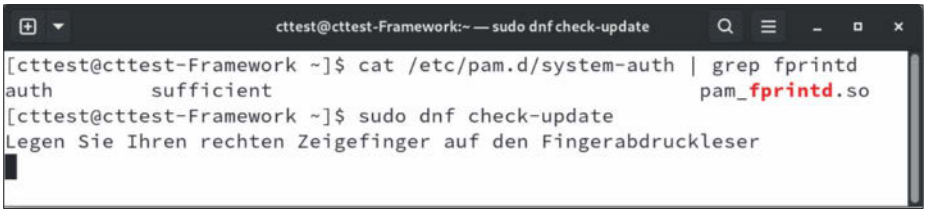
Bei unseren Messungen der Leistungsaufnahme hat sich der Framework-Laptop unter Linux gut geschlagen. Mit Fedora 35 lag der Stromverbrauch in den meisten Szenarien 1 bis 2 Watt unter den Werten, die wir unter Windows gemessen haben. So verbraucht das Notebook beispielsweise im Leerlauf mit maximaler Bildschirmhelligkeit nur 6,5 Watt, während es unter Windows 8,6 Watt sind. In Ubuntu 21.10 lag die Leistungsaufnahme sogar oft noch unter dem Fedora-Wert, die Ersparnis wird aber durch das Abschalten des Panel-Self-Refresh einkassiert. Wer den Verbrauch weiter drücken möchte, kann mit Stromsparwerkzeugen wie powertop oder TLP noch mehr aus dem 55-Wh-Akku herausholen. Der Befehl `powertop --auto-tune` aktiviert sämtliche verfügbaren Stromsparoptionen, damit konnten wir den Verbrauch durchschnittlich um 2 Watt senken. Im sehr aktiven Framework-Community-Forum teilen Linux-Nutzer in einem Thread ihre TLP-Konfigurationen und Erfahrungswerte mit der Optimierung der Akkulaufzeit. Wir haben das Thema unter ct.de/yetj verlinkt.

Der Framework-Laptop kommt im Linux-Betrieb im Leerlauf und bei niedriger Bildschirmhelligkeit auf zufriedenstellende Akkulaufzeiten, die sich in beiden Distributionen ungefähr auf dem Windows-Niveau von rund 12 Stunden bewegen. Deaktiviert man den Panel-Self-Refresh, so wie es in Ubuntu mit dem Gnome-Desktop im Wayland-Modus erforderlich ist, sinkt die Laufzeit auf 9 Stunden. Beim Abspielen eines Testvideos in Endlosschleife bei moderater Bildschirmhelligkeit kam Fedora auf 5,3 Stunden und Ubuntu auf 6,6 Stunden.

Wenn Sie das Ziel verfolgen, die Akkulaufzeit weiter zu steigern, dann sollten Sie sich auch überlegen, welche Module

c't kompakt

- Der Framework Laptop zeichnet sich durch die leichte Reparierbarkeit und die modularen Anschlüsse aus.
- Der Hersteller legt großen Wert auf Linux-Kompatibilität.
- Im Betrieb mit Fedora 35 und Ubuntu 21.10 offenbaren sich einige Schwachstellen. Die meisten lassen sich aber mit wenigen Handgriffen beheben.



In Fedora 35 funktioniert der Fingerabdrucksensor auf Anhieb beim Anmelden in GDM und zur Erlangung von Systemverwalterrechten auf der Kommandozeile.

Sie dauerhaft eingesteckt lassen. Als besonders stromhungrig haben sich das HDMI- und das MicroSD-Karten-Modul erwiesen. Ohne eingesteckte Module nimmt das Gerät beispielsweise in Fedora im Leerlauf nur 3,5 Watt auf, mit MicroSD-Karten-Modul klettert der Wert auf 5 Watt, gemeinsam mit dem HDMI-Modul sind es 5,7 Watt. Ein Unterschied, der sich deutlich in der Akkulaufzeit bemerkbar machen dürfte.

(Un)Ruhemodus

Bei Messungen der Leistungsaufnahme fiel uns der hohe Verbrauch im Bereitschaftsmodus (suspend) auf. Mit 3 Watt lag dieser doppelt so hoch wie unter Windows. Der Framework-Laptop unterstützt als Bereitschaftsmodi den modernen, softwarebasierten Suspend-to-Idle (S0ix, s2idle) sowie herkömmliches Suspend-to-RAM (ACPI S3). Das verrät ein Blick in die Datei /sys/power/mem_sleep, wo sie als „s2idle“ und „deep“ gelistet werden:

```
cat /sys/power/mem_sleep
[s2idle] deep
```

Suspend-to-Idle ist bei Tiger-Lake-Prozessoren inzwischen der Standard. In einem kurzen Test fiel der Akkuladestand im Batteriebetrieb damit innerhalb einer Stunde bereits um 2,5 Prozent. Das ist nicht unerheblich, wenn Sie Ihr Notebook am Abend zuklappen und morgens weiterarbeiten wollen.

Mit dem Befehl `echo deep | sudo tee /sys/power/mem_sleep` setzen Sie Suspend-to-RAM als Standard-Bereitschaftsmodus. Das verringert den Stromverbrauch beim Schlafen, sodass der Akku nach einer Stunde im Batteriebetrieb immer noch zu 100 Prozent geladen war. Allerdings braucht das Gerät dann stolze 13 Sekunden, um wieder aufzuwachen. Wenn Sie mit diesem Kompromiss leben können, übergeben Sie beim Systemstart künftig den Boot-Parameter `mem_sleep_default=deep` an den Linux-Kernel.

Das ist auch eine mögliche Lösung für ein Problem, das mit dem Linux-Kernel 5.16.5 und neuer auftritt, so wie er in Fedora 35, Arch Linux und seinen Derivaten bereits zum Einsatz kommt. Hier funktioniert s2idle nicht mehr zuverlässig: Beim Eintritt in den Bereitschaftsmodus schaltet sich die Displaybeleuchtung ab, die Tastaturbeleuchtung bleibt jedoch aktiv und die Power-LED auf dem Fingerabdrucksensor leuchtet durchgängig, anstatt zu pulsieren. Die Ursache liegt offenbar in einer Funktion, die es Linux erlaubt, sich gegenüber der Firmware als Windows 10 Version 2004 auszugeben (siehe ct.de/yetj). Das ist grundsätzlich sinnvoll, um für möglichst breite Kompatibilität mit Geräte-Firmware zu sorgen, verursacht in diesem konkreten Fall aber Probleme mit dem Bereitschaftsmodus. Als Workaround können Sie den Linux-Kernel anweisen, den OSI-String zu ignorieren, indem Sie abermals einen Parameter beim Systemstart übergeben:

```
"acpi_osi=!Windows 2020"
```

Fingerabdruck-Durcheinander

Während der Goodix-Fingerabdrucksensor in Fedora 35 auf Anhieb funktionierte, ist es in Ubuntu 21.10 nötig, das Paket libfprint mindestens auf Version 1.92.0 zu aktualisieren. Der Goodix-Sensor arbeitet mit dem „Match-on-Chip“-Verfahren, registrierte Abdrücke verweilen im persistenten Speicher des Geräts. Das führte in unserem Praxistest zu Problemen in Multi-Boot-Konfigurationen: Alte Fingerabdrücke wurden nicht zuverlässig gelöscht oder der Sensor meldete, bereits von einem anderen Prozess beansprucht zu sein.

Sie können ein Python-Skript benutzen, um die alten Abdrücke zu löschen, das einer der Entwickler von libfprint mit der Framework-Community geteilt hat. Wir haben das Script unter ct.de/yetj verlinkt. Damit das Skript funktioniert, müssen Sie unter Ubuntu 21.10 zunächst das Paket gir1.2-fprint-2.0 installieren, in Fedora 35 ist dieser Schritt nicht nötig. Mit folgendem Befehl listet das Skript die gespeicherten Abdrücke:

```
sudo python3 \
libfprint_delete_device_prints.py
```

Wenn Sie dem Befehl die Option `-d` anhängen, werden alle gespeicherten Abdrücke gelöscht. Der Login via Password bleibt weiterhin möglich. Im Anschluss konnten wir problemlos neue Abdrücke registrieren. Die Entwickler von libfprint haben inzwischen einen Mechanismus zum Löschen gefunden (siehe ct.de/yetj), der in das kommende Release einfließt und diesen Workaround überflüssig machen sollte. Für den aktiven Gebrauch des Sensors in Multi-Boot-Konfigurationen bemühe man sich laut Framework um Support des Herstellers Goodix.

SSD im Schwitzkasten

Bei unseren Messungen des Durchsatzes der NVMe-SSD ergab sich ein erwartbares Bild. Die Lesegeschwindigkeit auf einer Partition, die mit btrfs formatiert ist, fällt mit 1,7 GByte/s deutlich langsamer aus als mit ext4. Hier beträgt die Lesegeschwindigkeit flotte 3 GByte in der Sekunde. Der Fedora-Installer formatiert die root-Partition standardmäßig mit btrfs, bei Ubuntu kommt ext4 zum Einsatz. Sie können I/O-lastige Workloads auf eine gesonderte ext4-Partition auslagern oder den Fedora-Installer anweisen, die root-Partition mit ext4 zu formatieren.

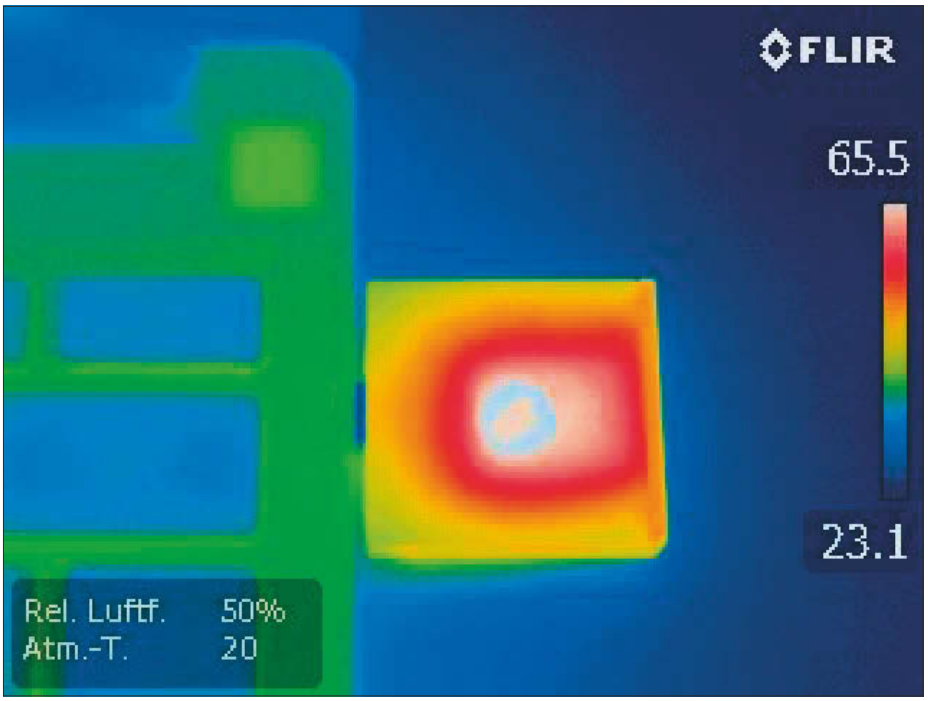
Beim 1-TByte-SSD-Erweiterungsmodul sind weitere Stolpersteine aufgetaucht, auch wenn es sich nicht um ein Linux-spezifisches Problem handelt. Bei langen sequenziellen Schreibvorgängen erreicht der NAND-Flash aufgrund unzureichender Kühlung schnell kritische Temperaturen: Ab circa 65 °C drosselt die SSD die Geschwindigkeit stark. Während zuvor das Maximum von 10-Gbit/s-USB ausgereizt wird, sinkt der Durchsatz beim Schreiben dann auf langsame 50 bis 65 MByte/s, bis der Flashspeicher abkühlt und die Geschwindigkeit vorübergehend wieder anzieht. Das Problem ist Framework bekannt. Auf der Webseite stellt der Hersteller eine Anleitung bereit, wie man



Im Multi-Boot-Betrieb gab es Probleme mit dem Fingerabdrucksensor.

ein Wärmeleitpad aufklebt, das die Hitze besser an die Aluminiumunterseite des Moduls ableitet. Mit diesem Trick gelang es uns allerdings nur, die Drosselung hinauszuzögern, ganz vermeiden ließ sie sich dadurch nicht. Zukünftige Revisionen des Erweitungsmoduls sollen das Wärmeleitpad ab Werk enthalten. Bei den Vorbestellungen, die sich bei Redaktionsschluss auf dem Postweg nach Deutschland befinden, ist dies aber noch nicht der Fall, teilte Framework uns auf Nachfrage mit.

Abgesehen davon sind uns scheinbar zufällige Verbindungsabbrüche aufgefallen, wenn wir Ubuntu 21.10 von der SSD im Erweiterungsmodul starteten. Das führte zu einem Read-only-Dateisystem, sämtliche Icons verschwanden aus der Gnome Shell und das System ließ sich nicht mehr herunterfahren. Das Problem trat sporadisch und unabhängig von Stromsparmaßnahmen wie TLP oder powertop auf, wir konnten es aber nicht zuverlässig reproduzieren. Framework geht dem Problem bereits nach. Wir raten dazu, Linux vorerst nur auf der internen NVMe-SSD zu installieren, um Datenverlust zu vermeiden, bis die Ursache gefunden ist. Nutzt man die SSD als gewöhnlichen Datenspeicher, tritt das Problem nicht auf.



Das 1-TByte-SSD-Erweiterungsmodul kommt schnell ins Schwitzen.

WLAN-Schluckauf

Mit dem Intel AX210-WLAN-Modul, das in unserem Testgerät verbaut war, kann es unter Last zu Verbindungsabbrüchen und Geschwindigkeitseinbußen kommen. Der regelmäßige Scan des Networkmanagers führt zu einem Timeout und der Treiber muss die Firmware des AX210-Moduls neu laden. Im Anschluss fällt die Übertragungsgeschwindigkeit stark ab, bis man sich neu mit dem Netz verbindet:

```
[ kernel: iwlwifi 0000:aa:00.0: ↵
↳regular scan timed out

[ kernel: iwlwifi 0000:aa:00.0: ↵
↳Microcode SW error detected. ↵
↳Restarting 0x0.
```

Die Entwickler des Intel-WLAN-Treibers iwlwifi haben inzwischen einen Patch (ct.de/yetj) bereitgestellt. Der bewirkt, dass die ursprüngliche Übertragungsgeschwindigkeit nach dem Microcode-Fehler schnell wieder erreicht wird, ohne dass man sich manuell neu mit dem Netz verbinden muss. Dieser und weitere Flicken, die Probleme mit dem AX210-Chip ausräumen, sollen ihren Weg jedoch erst in Linux 5.17 finden (siehe ct.de/yetj).

Open-Source-Bekenntnis

Das UEFI-BIOS des Framework-Laptops lässt sich aktuell noch nicht bequem mit dem Kommandozeilenwerkzeug fwupd oder der Paketverwaltung der jeweiligen Distribution aktualisieren. Der Hersteller hat jedoch bereits einen Test-Account beim LVFS (Linux Vendor Firmware Service) und plant, Firmware-Aktualisierungen zukünftig auf diesem Weg bereitzustellen. Bis dahin müssen Sie auf die manuelle Update-Methode via EFI-Shell zurückgreifen. Vorsicht: Diese erfordert mit bestimmten Distributionen oder Multi-Boot-Konfigurationen eine Neuinstallation des Bootloaders. Eine Anleitung für das Verfahren finden Sie unter ct.de/yetj. Den Quellcode für den Embedded-Controller des Geräts hat der Hersteller kürzlich bei GitHub unter der BSD-3-Lizenz veröffentlicht (siehe ct.de/yetj).

Fazit

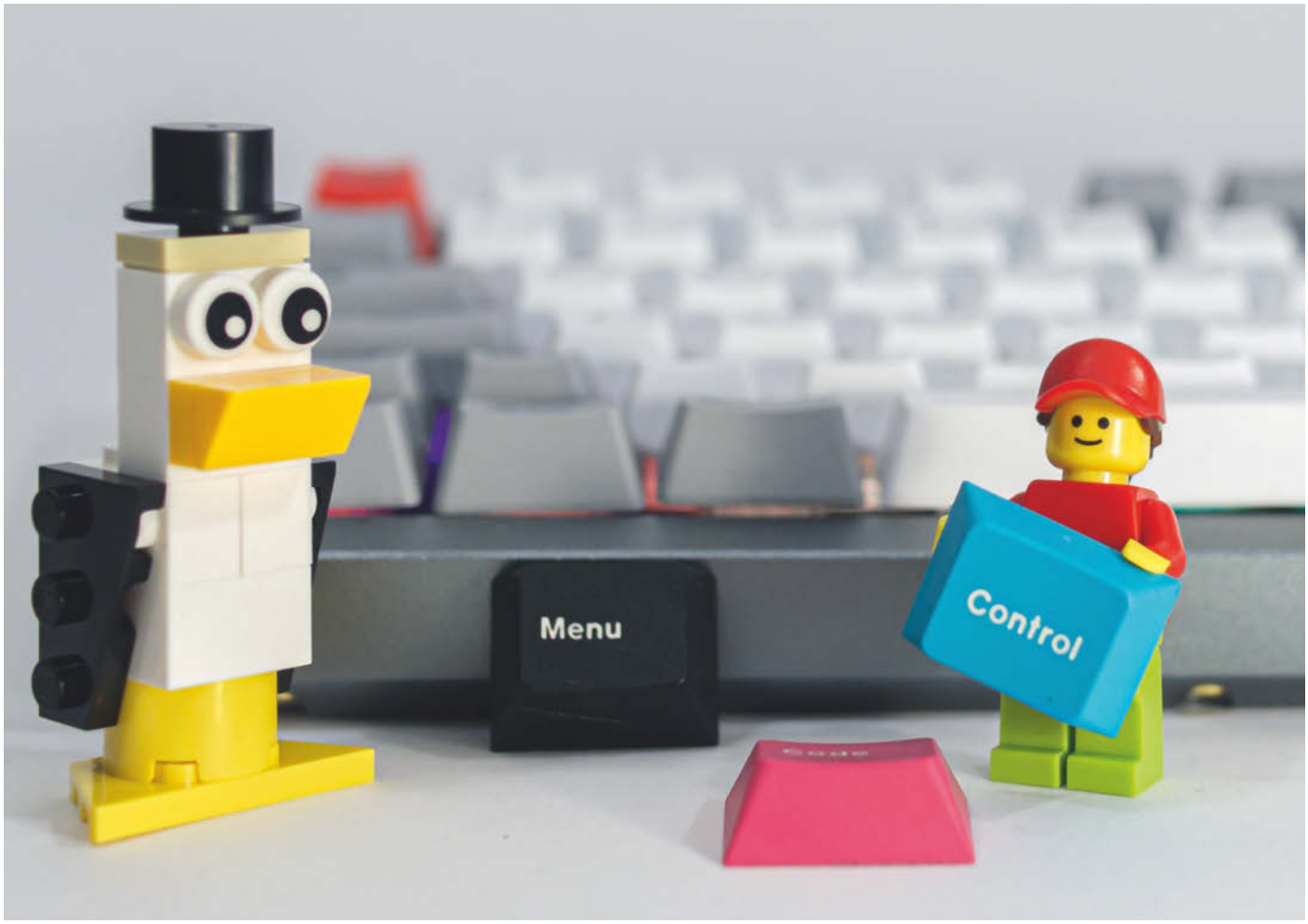
Auf den ersten Blick läuft der Framework Laptop gut mit den von uns getesteten Linux-Distributionen. Bei näherem Hinsehen fallen jedoch einige Probleme auf, bei denen Linux-Nutzer sich mit Patches und Workarounds behelfen müssen. Davon lassen sich einige leicht selbst ausräumen, andere, beispielsweise der hakelige Bereitschaftsmodus, dürften sich vom Hersteller durch Firmware-Updates beheben lassen. Wieder andere werden mit kommenden Versionen des Linux-Kernel gelöst. Hoffnungsvoll stimmt dabei die aktive Framework-Community, die fleißig Fehler sowohl im hauseigenen Forum als auch „Upstream“ den jeweiligen Projekten meldet und so zur Problemlösung beiträgt.

Der Hersteller spricht offen über Probleme und trägt das gesammelte Wissen in Guides auf der Framework-Webseite zusammen, damit die Fehlersuche für Linuxer auf dem Framework nicht stets bei null beginnt (siehe ct.de/yetj). Wer keine Lust darauf hat, selbst ein wenig Hand anzulegen, sollte mit dem Kauf abwarten, bis die hier beschriebenen Probleme durch Kernel-Updates, neue Softwarepakete oder Aktualisierungen des UEFI-BIOS behoben sind. Wer sich dafür entscheidet, sollte am besten eine Distribution wählen, die beim Linux-Kernel nicht hinterherhinkt. *(ndi@ct.de)* c't

Literatur

[1] Florian Müssig, Modularmobil, Frameworks modularer und reparierbarer Laptop, c't 05/2022, S. 114

Framework-Forum und Guides: ***ct.de/yetj***



Fingerspitzengewühl

Tastaturbelegung nach Maß unter Linux mit xkb

Mit einer individuellen Tastaturbelegung geht die Arbeit noch schneller von der Hand. Das Linux-Tool xkb konfiguriert Ihre Tastatur so, dass die Tasten genau das tun, was Sie vorgeben. Wir zeigen die Funktionen anhand praktischer Beispiele.

Von Immo Junghärtchen

Leistung passt, Display schick, SSD geräumig – endlich das perfekte Notebook gefunden! Doch bei genauem Hinsehen offenbart sich ein folgenschweres Manko: Der Hersteller entschied sich für eine Sonderform des Tastenarrangements. Strg-, Alt- und Supertaste liegen ganz woanders, als die Finger es gewohnt sind. Statt sich dem Gerät anzupassen und das Muskelgedächtnis umzutrainieren, können Sie unter Linux mithilfe von xkb die Sondertasten (Umschalt- und Feststelltaste, Strg, Super, Menü, Alt, AltGr) neu zuweisen oder deaktivieren.

Wer sich einmal mit der Tastatur auseinandersetzt, dem wachsen weitere Begehrlichkeiten. Laptopjockeys etwa springen häufig von einer zur nächsten Aufgabe – und wollen ebenso schnell zwischen deutschem und englischem Layout wechseln: Als Blindtipper erreichen Sie im ISO-UK-Layout beim Schreiben von Code bequem Klammern und Sonderzeichen, während für Mails und Dokumentation die Umlaute und das ß der deutschen Tastenbelegung in den Vordergrund rücken.

Zusätzliche Feinabstimmungen können das Tasten-Interface so umbiegen, dass es den eigenen Gewohnheiten entgegenkommt: Legen Sie beispielsweise Pfeilsymbole oder andere Sonderzeichen auf Ihre bevorzugten Tasten, um sie schnell mit Umschalt+AltGr aufzurufen.

Wir zeigen die Konfiguration der Tasten mit xkb am Beispiel von Manjaro Linux mit Xfce-Desktop. Die meisten Distributionen und Desktop-Umgebungen bringen vergleichbare grafische Dialoge mit. Alternativ konfigurieren Sie die Tasten über die Kommandozeile oder bearbeiten direkt die Konfigurationsdateien. Wir beschreiben im Folgenden beide Wege.

Gute Grundlage

Der modulare Aufbau von xkb erleichtert Ihnen die Konfiguration. Zunächst wählen Sie das generelle Tastaturlayout, das Ihren Vorstellungen am nächsten kommt und passen es dann weiter an. Nach der ersten Anmeldung kann jeder Benutzer des Linux-Systems selbst entscheiden, welche Tastenbelegung er bevorzugt.

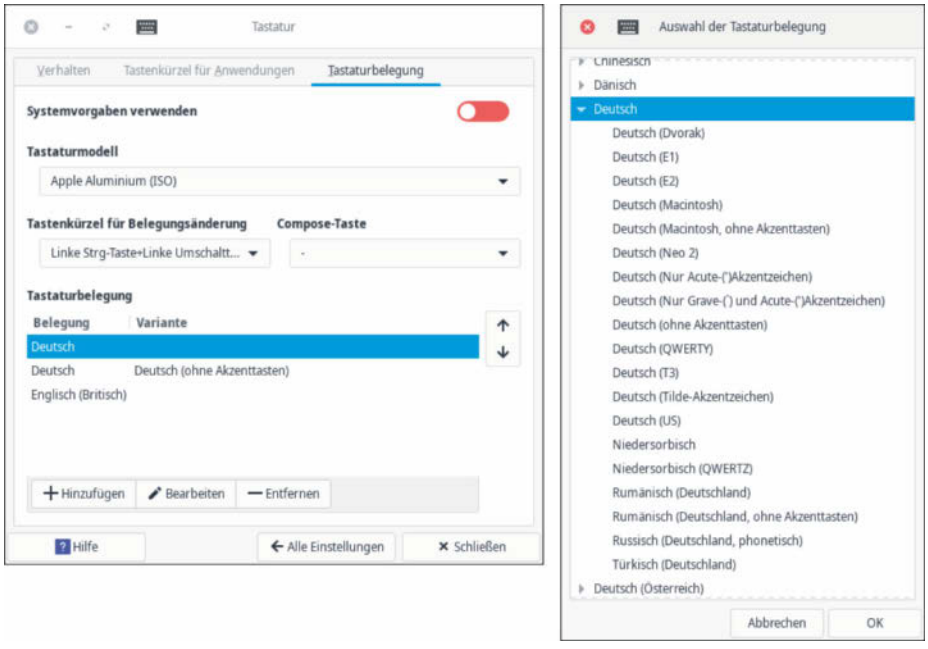
Manjaros Dialog „Tastatur“ versammelt die möglichen Konfigurationen im Reiter „Tastaturbelegung“. Allerdings liefert die Auswahl des Gerätemodells kaum Tastaturen, die gerade im Handel sind. Doch keine Sorge: Das bei der Linux-Installation voreingestellte generische 105-Tasten-ISO-Layout ist für aktuelle Tastaturen fast immer die richtige Wahl. Falls sich Ihre Tastatur sonderbar verhält, lohnt es sich, probeweise auf ein (notfalls älteres) Modell des Geräteherstellers zu wechseln. Mit „Hinzufügen“ ergänzen Sie ein neues Tastaturlayout, alternativ können Sie ein vorhandenes bearbeiten.

Das Layout entscheidet über die Sprachversion – lassen Sie es fürs Erste unverändert und betrachten zunächst die Varianten. In der Auswahlliste finden sich für jedes Layout alternative Tastenbelegungen.

Die Variante „ohne Akzenttasten“ ist fürs Programmieren interessant. Sie verändert das Verhalten der Akzenttasten (Accent Aigu, Grave sowie Circonflexe). Standardmäßig produziert eine einmal gedrückte Akzenttaste zunächst kein Zeichen, sondern wartet auf das folgende Zeichen und versieht es mit einem Akzent. Will man nur das reine Sonderzeichen, etwa Backtick (`) oder Chevron (^), gibt man danach ein Leerzeichen ein. Mit der „ohne Akzenttasten“-Variante erscheint sofort das entsprechende Sonderzeichen.

Für die exemplarische Doppelrolle als Coder und Supporter klicken Sie in der Liste der Konfigurationen auf „Hinzufügen“, um zwei weitere Belegungen anzulegen. Für die zweite bleibt es beim Layout „Deutsch“, doch diesmal kommt „Deutsch (ohne Akzenttasten)“ als Variante hinzu. Für die dritte wählen Sie „Englisch (Britisch)“ als Layout, diesmal wieder in der Standardvariante – das entspricht dem europäischen „ISO“-Tastaturmodell, allerdings sitzen Klammern und Sonderzeichen auf der Position der Umlaute. Wer die Akzentfunktion von Grave, aigu und circonflexe lieb gewonnen hat, wechselt auf die Variante „Englisch (Britisch International, mit Akzenttasten)“.

Um im laufenden Betrieb zwischen Belegungen ebenso flink zu wechseln wie zwischen Entwicklungsumgebung und Support-Forum, weist man dem Wechsel im Feld „Tastenkürzel für Belegungsänderung“ noch eine Tastenkombination zu – etwa „Linke Strg-Taste+Linke Umschalttaste“.



In den Tastatureinstellungen konfiguriert man mehrere Tastaturlayouts. Bei der Auswahl der Variante genügt der Klick auf die Kategorie (hier „Deutsch“), um beim Standard zu bleiben.

c't kompakt

- Mit xkb lässt sich die Tastatur für Linux individuell konfigurieren.
- Ein Tastendruck wechselt zwischen Tastaturlayouts für unterschiedliche Zwecke.
- Pfeile und andere Symbole lassen sich bequem per Umschalt+AltGr aufrufen.

Tastentausch auf der Konsole

Per Tastendruck kann man nun schnell zwischen Tastaturlayouts wechseln, je nachdem, was man gerade machen will. Das deckt aber noch nicht die Eingangsproblematik der extravaganten Laptop-Tastatur ab: Die Sondertasten stecken schließlich an dem vom Hersteller zugewiesenen Ort. Um ihnen andere Funktionen zuzuweisen, kommt nach Modell, Layout und Variante ein vierter Faktor ins Spiel – die „Option“.

Zu deren Erkundung wechseln Sie auf die Kommandozeile. Das Programm `setxkbmap` ist die erste Anlaufstelle für Tastaturexperimente. Mit der Option `-query` überprüfen Sie die aktive Konfiguration:

```
setxkbmap -query
```

Die Ausgabe könnte beispielsweise so aussehen:

```
rules:      evdev
model:      pc105
layout:     de,de,gb
variant:    ,nodeadkeys,
options:    grp:lctrl_lshift_toggle
```

Und so finden Sie heraus, was die xkb-internen Benennungen bedeuten: Die „generische ISO-PC-Tastatur“ etwa trägt in der Kommandozeile den Namen „pc105“, die Variante „ohne Akzentzeichen“ nennt sich „nodeadkeys“. Die umgebenden Kommas signalisieren leere Einträge für das erste beziehungsweise dritte Layout. Eigene Tastenkürzel wie die Kombination aus linke Strg-Taste und linke Umschalttaste zum Wechseln des Tastaturlayouts tauchen unter „options“ auf.

Für den vollen Überblick führt kein Weg an der Lektüre der Konfigurationsdateien vorbei. Der obige Eintrag bei „rules“ gibt den entscheidenden Hinweis,

wo sie zu finden sind. Dafür spüren Sie zunächst den Ordner „xkb“ auf. In Arch- und Ubuntu-basierten Systemen liegt er im Verzeichnis /usr/share/X11/, ältere Ubuntu-Versionen parken ihn dagegen noch unter /etc/X11.

Im Unterordner rules liegen mehrere Dateien mit „evdev“ im Namen. Die Datei evdev.lst ist die für uns Menschen gedachte; Sie können sie in einem Texteditor Ihrer Wahl öffnen. Sie listet alle verfügbaren Modelle, Layouts, Varianten und Optionen auf – zusammen mit einer kurzen englischen Beschreibung ihrer Funktion. Suchen Sie hier nach dem Bereich „! option“. Die hier versammelten Konfigurationen sind grob nach Funktion geordnet. Die mit „ctrl:“ beginnenden Optionen etwa widmen sich der Position der Steuerungstaste. Eine eventuell passende Tastenumbelegung aktiviert man in der Kommandozeile mit `setxkbmap -option`, gefolgt von der gewünschten Option in Anführungszeichen. Um etwa die linke Strg- und Alt-Taste zu tauschen, gibt man

```
setxkbmap -option \
"ctrl:swap_lalt_lctl"
```

ein. Für weitere Modifikationen wiederholt man den Befehl mit der gewünschten Option. Geben Sie zwischendurch immer wieder `setxkbmap -query` ein, um den aktuellen Stand herauszufinden. Wer sich verbastelt hat, kann per Ab- und erneutem Anmelden den Ursprungszustand wiederherstellen. Falls die Tastatur noch einigermaßen bedienbar ist, genügt auch eine leere Menge zwischen den Anführungszeichen (`setxkbmap -option ""`), um alle so festgelegten Modifikationen wieder zu entfernen. Wie Sie die Konfiguration dauerhaft speichern, lesen Sie im nächsten Abschnitt.

Da die Optionsbezeichnungen historisch gewachsen sind, müssen Sie etwas stöbern, um die passende Option zu finden. Wer etwa die Positionen der Strg-, Alt- und Windows-Taste neu regeln möchte, klappert die mit „winalt“, „ctrl“ sowie „lv3“ beginnenden Bereich ab (siehe Tabelle „Praktische xkb-Optionen“).

Praktische xkb-Optionen

Option	Resultat
ctrl:swap_lalt_lctl_lwin	tauscht die Reihenfolge der Tasten Win, Strg und Alt in Strg, Alt, Win um
lv3:lalt_switch,lv3:ralt_alt	tauscht Alt- und AltGr-Taste (bringt AltGr nach links)
caps:shiftlock	Feststelltaste wirkt sich auch auf Zahlen und Sonderzeichen aus
nbsp:level3	geschütztes Leerzeichen (non-breaking space) durch AltGr+Leertaste
keypad:atm	auf dem Ziffernblock sind die kleinen Zahlen oben, große unten
numpad:mac	Ziffernblock produziert immer Zahlen
eurosign:4	Umschalt+4 gibt € aus
misc:typo	zusätzliche typografische Zeichen für dritte und vierte Ebene (AltGr sowie Umschalt+AltGr)

Konfiguration verewigen

Haben Sie das Tastaturlayout nach einigem Ausprobieren maßgeschneidert, müssen Sie es noch im System verewigen. Damit die per `setxkbmap` erprobte Kombination aus Layouts, Varianten und Optionen erhalten bleibt und bei der Benutzeranmeldung initialisiert wird, rufen Sie zunächst per `setxkbmap -query` den aktuellen Stand ab. Aus diesem bauen Sie dann den Befehl mit `localectl set-x11-keymap` zusammen, der die Konfiguration dauerhaft sichert. Das bisher verwendete Beispiel sieht dann wie folgt aus:

```
localectl set-x11-keymap \
de,de,gb pc105 ,nodeadkeys, \
grp:lalt_lshift_toggle,\
ctrl:lalt_lctl_swap
```

Dieser Befehl erfordert die Bestätigung mit dem root-Kennwort. Mit `localectl` lässt sich anschließend überprüfen, ob Systemd die übergebene Konfiguration angenommen hat.

Damit sich die Konfiguration per Kommandozeile und Konfigurationsdialog nicht ins Gehege kommen, öffnen Sie den grafischen Dialog (unter Manjaro im Menü als „Tastatur“) und aktivieren den Schalter „Systemvorgaben verwenden“. Nach Neustart oder Neuanmeldung lädt dann die per `localectl` definierte Konfiguration.

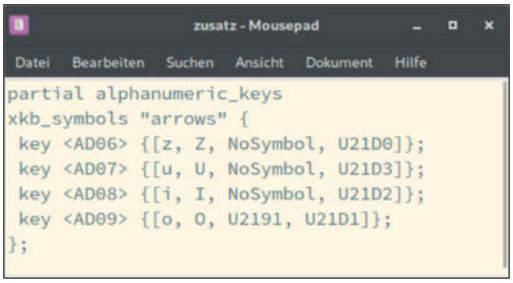
Bonuslevel

Steht kein Layout, keine Variante und keine Option für die eigenen Anforderungen bereit, schreiben Sie sich einfach eine eigene Konfiguration. Zur Vorwarnung sei angemerkt, dass das eine komplexe Aufgabe ist. Zum Vergleich: Wenn die gerade beschriebene Vorgehensweise in etwa dem Einreichen eines Formulars entspricht, gleicht das Anlegen einer eigenen xkb-Option einem umfangreichen Antragsverfahren bei öffentlichen Trägern.

Unsere Beispielperson etwa, deren Tätigkeiten zwischen Programmieren und Support wechseln, hat ein Faible für Pfeile, um in E-Mails und Dokumentationen Zusammenhänge zu erklären. Um die passenden Unicode-Zeichen auf einer Tastatur unterzubringen, richtet sie eine eigene Option ein. Mehrere Ebenen der Tastaturbelegung sorgen dafür, dass die Tasten nicht knapp werden. Während die erste Tastaturebene das Verhalten beim Tippen ohne Modifikatoren festlegt, erreicht man die zweite mithilfe der Umschalttaste. AltGr produziert dann die Zeichen der dritten Ebene, während das gleichzeitige Gedrückthalten der AltGr- und Umschalt-Taste Ebene 4 aktiviert.

Praktischerweise gibt es auf der dritten Ebene der Tasten Z, U und I bereits die Pfeilsymbole ←, ↓ beziehungsweise →. Da die Taste O direkt daneben liegt, ist es praktisch, den Pfeil nach oben auf die Tastenkombination AltGr+O zu legen. Obendrein soll die vierte Ebene (AltGr+Umschalt+Z/U/I/O) die korrespondierenden Doppelpfeile produzieren.

Für diese Konfiguration der Pfeile legen Sie mit Root-Rechten eine neue Datei /usr/share/X11/xkb/symbols/zusatz (ohne Endung) an. Für das Bearbeiten dieser und der folgenden Dateien benötigen Sie stets Administratorrechte, öffnen Sie den Editor daher mit vorangestelltem `sudo`:



Die Beispieldatei zusatz legt Pfeile und Doppelpfeile auf die dritte und vierte Ebene der Tasten Z, U, I und O, die Sie mit AltGr beziehungsweise AltGr+Umschalttaste erreichen.

MIT Technology Review
Das Magazin für Innovation von Heise

Die Welt verstehen, wie sie morgen sein wird.



35 % Rabatt

2 Ausgaben MIT Technology Review als Heft oder digital inklusive Prämie nach Wahl:

mit-tr.de/testen

leserservice@heise.de | +49 541/80 009 120 | mit-tr.de/testen

Im Labyrinth des xkb

Um mit den vielen Tastaturen, Sprachen und Layoutvarianten klarzukommen, teilt xkb die Tasteninterpretation in mehrere Schichten auf. Die erste Schicht ist die der Scancodes: Diese numerischen Werte hat der Hersteller den Tasten zugewiesen. xkb wandelt sie zunächst in Keycodes um. Die Taste 1 liefert auf einer generischen PC-Tastatur etwa den Zahlencode „10“, den xkb in den Keycode <AE01> umwandelt. Die Bezeichnungen der alphanumerischen Keycodes ähneln einer Tabelle oder einem Schachbrett: Der Buchstabe „E“ steht im Keycode für die Tastenreihe – die Ziffern stehen von der Leertaste aus gezählt in der fünften Reihe. „01“ ist das erste alphanumerische Zeichen in der Tastenreihe. Die Ziffer 2 trägt daher den Keycode <AE02>, der Buchstabe Q wiederum <AD01> und so weiter. Die Sonderzeichentaste links oben (Scancode 49) hat mit <TLDE> einen Sondernamen ebenso wie die einzelnen Modifikationstasten sowie die Funktions- und die Leertaste.

```
sudo nano \
/usr/share/X11/xkb/symbols/zusatz
```

Füllen Sie die Datei dann mit Ihrer individuellen Tastenbelegung:

```
partial alphanumeric_keys
xkb_symbols "arrows" {
 key <AD06> {[z, Z, NoSymbol, U21D0]};
 key <AD07> {[u, U, NoSymbol, U21D3]};
 key <AD08> {[i, I, NoSymbol, U21D2]};
 key <AD09> {[o, O, U2191, U21D1]};
};
```

Wichtig: Vergessen Sie nicht das Semikolon nach der schließenden geschweiften Klammer. Die Zeichenketten `<AD06>` bis `<AD09>` stehen für die Keycodes der Tasten Z, U, I und O. Wie Sie diese Bezeichnungen herausfinden, steht im Kasten „Im Labyrinth des xkb“. In den eckigen Klammern steht, welches Zeichen in der ersten, zweiten, dritten und vierten Ebene erscheinen soll. Wenn das Zeichen einer Ebene nicht verändert werden sollen, geben Sie an der Stelle `NoSymbol` an. Die Klein- und Großbuchstaben hätte man auch dadurch ersetzen können, wir haben uns aber dagegen entschieden, damit Sie die korrespondierenden Tasten leichter wiedererkennen können. Die an letzter Stelle stehenden Unicode-Bezeichnungen `U21D0`, `U21D3`, `U21D2`, `U21D1` stehen für die Doppelpfeile, das `U2191` steht für den einfachen Pfeil nach oben. Die Datei „zusatz“ finden Sie zum Download unter ct.de/ygbm. Dort finden Sie auch Links zu Websites, die weitere Unicode-Bezeichnungen für andere Symbole liefern.

Jetzt müssen Sie xkb mithilfe des Regelwerks „evdev“ noch beibringen, dass dieses Dokument existiert, und wann es zur Anwendung kommt. Öffnen Sie zunächst die Datei evdev mit Root-Rechten – beispielsweise per `sudo nano /usr/share/X11/xkb/rules/evdev`. Diese Datei erklärt xkb, welche Layouts, Varianten und Optionen existieren. Ihre zusätzliche Konfiguration soll als Option eingebunden werden und liegt im Ordner „symbols“, deshalb fügen Sie im Block `! option = symbols`, oberhalb von `! option = compat`, die folgende Zeile ein:

```
zusatz:arrows = +zusatz(arrows)
```

Bekommt `setxkbmap` den Auftrag, die Option `zusatz:arrows` zu laden, sucht das Programm im Ordner „symbols“ nach der Datei „zusatz“ und übernimmt die Anweisungen im Abschnitt „arrows“ in die aktuelle Tastaturbelegung. Optionen werden zuletzt geladen und überschreiben etwaige Belegungen aus Layout- oder Varianten-Definitionen.

Im nächsten Schritt müssen Sie Ihre Konfiguration dokumentieren und das gleich zweimal: in der Datei evdev.lst und in der evdev.xml. Sie müssen dabei weder so sparsam sein wie wir noch die englische Sprache benutzen. Wichtig ist, dass die Erklärung, welchen Zweck die Angaben in „zusatz“ erfüllen, Ihnen in ein, zwei Jahren noch einleuchtet.

Beginnen Sie in der Datei evdev.lst im selben Ordner, deren Format zwar veraltet ist, die aber weiter benötigt wird, um Kompatibilität mit Programmen herzustellen, die noch auf das alte Format zurückgreifen. Fügen Sie am Ende des Dokuments zwei Zeilen ein. Öffnen Sie die Datei mit Root-Rechten – beispielsweise mit `sudo nano /usr/share/X11/xkb/rules/evdev.lst` – und fügen Sie am Ende des Dokuments zwei Zeilen ein:

```
zusatz          symbols on lv4
zusatz:arrows   arrows on Z-O
```

Während die erste Zeile die Datei „zusatz“ im xkb-Regelwerk registriert, meldet die zweite Zeile die darin enthaltene Option „arrows“ an.

Zu guter Letzt fügen Sie einen Block in die XML-Datei evdev.xml im selben Verzeichnis ein. Setzen Sie ihn in die vorletzte Zeile hinter `</optionList>`, sodass das Ende der Datei folgendermaßen aussieht:

```
 <optionList>
  <group allowMultipleSelection=
    "true">
   <configItem>
    <name>zusatz</name>
    <description>symbols</description>
   </configItem>
   <option>
    <configItem>
     <name>zusatz:arrows</name>
     <description>z,u,i,o
       </description>
    </configItem>
   </option>
  </group>
 </optionList>
</xkbConfigRegistry>
```

Nun ist die Option sauber verdrahtet, aber noch nicht eingeschaltet. Um sie auszuprobieren, kommt `setxkbmap` zum Einsatz:

```
setxkbmap -option "zusatz:arrows"
```

Die Tastenkombination AltGr+O sollte jetzt den Pfeil nach oben produzieren und Umschalt+AltGr+Z/U/I/O die entsprechenden Doppelpfeile. Funktioniert alles nach Wunsch, erweitern Sie den `localectl`-Befehl wie folgt, um die Konfiguration beim Anmelden am Desktop zu laden:

```
localectl set-x11-keymap de,de,gb ↵
↳pc105 ,nodeadkeys, "grp:lshift_lalt_↵
↳toggle,ctrl:swap_lalt_lctl,zusatz:↵
↳arrows"
```

Der Befehl öffnet ein Dialogfenster, das Sie mit Ihrem Benutzerpasswort bestätigen müssen.

Die Datei „zusatz“ lässt sich nach Belieben mit weiteren Belegungen verfeinern. Sie könnten beispielsweise weitere häufig benötigte Pfeile oder Symbole ergänzen. Wer öfter mal tiefgestellte Ziffern beispielsweise für chemische Formeln braucht, könnte einen eigenen Abschnitt in „zusatz“ ergänzen oder eine eigene Datei chemie anlegen und sie darin auf die Tastenkombinationen Umschalt+AltGr+[1…9] legen.

1000 Möglichkeiten

Mit xkb lässt sich die Tastaturbelegung unter Linux flexibel an die eigenen Einsatzzwecke anpassen – und damit schneller tippen und produktiver arbeiten. Hat man die komplexe xkb-Struktur einmal durchschaut, stehen einem umfangreiche und flexibel zuschaltbare Konfigurationsmöglichkeiten zur Verfügung – in jeder Distribution und jeder Desktop-Umgebung. *(lmd@ct.de)* c't

Beispieldatei zum Download: ct.de/ygbm

Zusatz-Tools

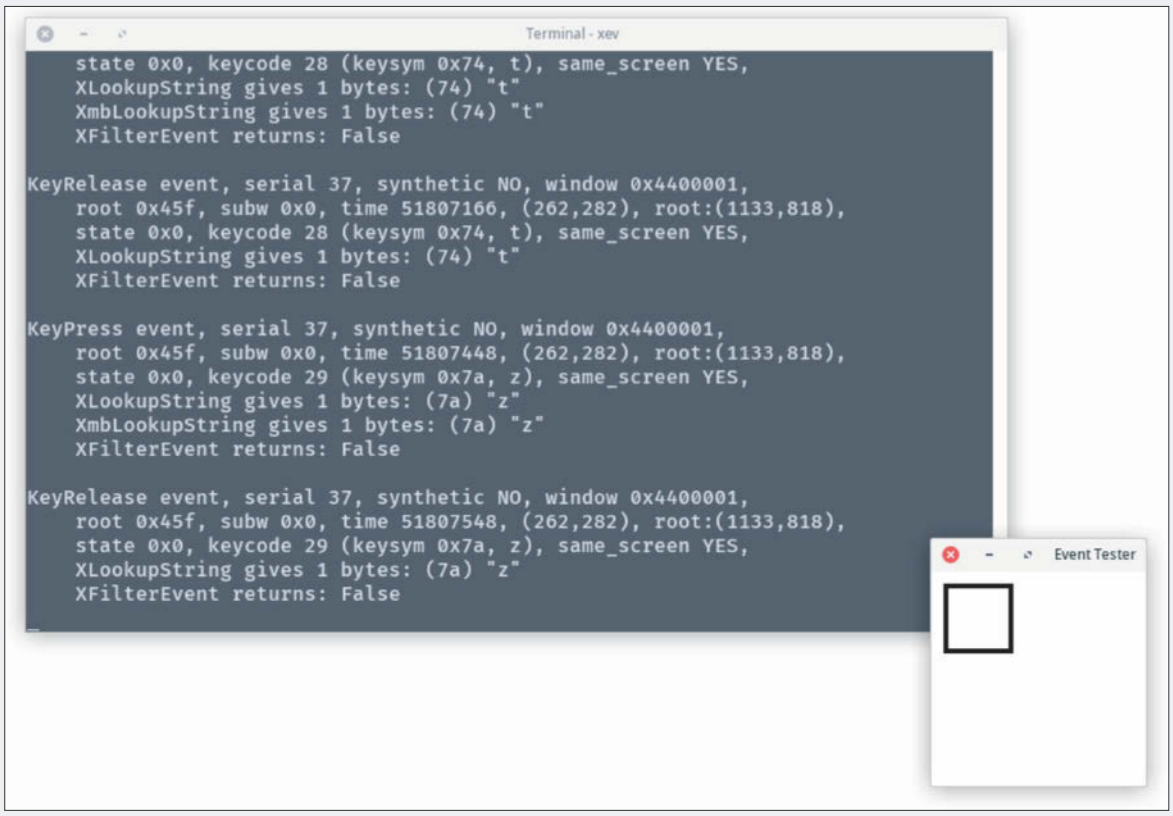
Um herauszufinden, wie eine Taste systemintern heißt, eignet sich das in den Paketquellen der meisten Distributionen vorhandene Paket xorg-xev. Unter Ubuntu und Debian ist es im Paket x11-utils enthalten. Das Tool zeigt in der Kommandozeile detailliert, welche Taste gerade gedrückt wird. Dabei liefert es sowohl den Scancode der Tastatur als auch die aktuelle Interpretation – sehr hilfreich, um Fehlern auf die Schliche zu kommen.

Eine dynamische Tastaturübersicht wie in macOS fehlt in den meisten Linux-Distributionen. Mithilfe des Tools xkbprint lässt sich allerdings eine Postscript-Datei aus einer Tastaturbelegung generieren und diese schließlich mit ps2pdf in ein PDF-Dokument umwandeln. In Debian-basierten Distributionen liefert das Paket x11-utils auch xkbprint mit, unter Manjaro installiert man stattdessen xorg-xkbprint aus dem Arch User Repository.

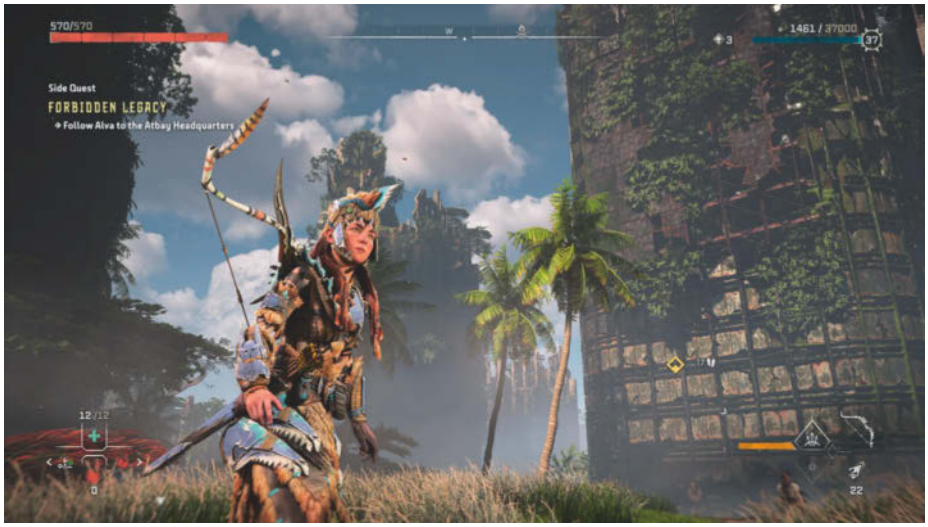
Damit xkbprint einen Ausdruck erzeugen kann, müssen die einzelnen Ebenen (Modell, Layout, Variante, Optionen) der Konfigurationsdateien mit dem (vorinstallierten) `xkbcomp` kompiliert werden. Heraus kommt eine PostScript-Datei. Die Verkettung von `setxkbmap`, `setxkbcomp`, `xkbprint` und `ps2pdf` liefert ein PDF-Dokument. Die folgenden Beispiele produzieren nacheinander die Tastenbelegung ohne Modifikation, dann die Belegung bei gedrückter AltGr-Taste und schließlich die internen, für die Neudefinition von Tasten relevanten Keycodes.

```
setxkbmap de -print | xkbcomp - - | ↵
↳xkbprint -color -o - - | ps2pdf - > ↵
↳de_standard.pdf
setxkbmap de -print | xkbcomp - - | ↵
↳xkbprint -ll 3 -color -o - - | ↵
↳ps2pdf - > de_AltGr.pdf
setxkbmap de -print | xkbcomp - - | ↵
↳xkbprint -label name -o - - | ↵
↳ps2pdf - > de_keycodes.pdf
```

Statten Sie `xkbprint` mit weiteren Optionen aus, etwa `-ll 3`, zeigt das PDF die dritte und die vierte Ebene der Tastenbelegung. Für das Gestalten eigener Optionen hilft der Parameter `-label name`, er zeigt die internen Tastencodes, die für das Definieren neuer Tasten notwendig sind.



Das Kommandozeilen-Tool xev zeigt live, wie der Rechner aktuelle Eingaben interpretiert.



Wilder Westen

Horizon – Forbidden West: Prachtvoll dystopisch

Das Open-World-Abenteuer Horizon: Forbidden West setzt den Blockbuster von 2017 fort und führt Heldin Aloy erneut in einen spannenden Kampf gegen allmächtige Maschinenwesen.

Von Andreas Müller

Die Menschen leben in einer Postapokalypse, die sowohl an die Steinzeit als auch an die Antike erinnert. Heldin Aloy hat bereits eine große Gefahr gebannt, doch plötzlich droht eine geheimnisvolle Seuche. Die einzige Hoffnung scheint die Rekonstruktion einer verschollenen Computerintelligenz zu sein, deren Einzelteile über die ganze Welt verstreut sind. Aloy muss sich aber nicht nur der neuen Gefahr stellen, sondern auch einen Verräter aus den eigenen Reihen besiegen.

Ein packendes Szenario, spektakuläre Kämpfe mit riesigen Maschinen-Dinos und eine ungewöhnliche Heldin – so lautete schon das Erfolgskonzept von Horizon: Zero Dawn. Die Geschichte des Nachfolgers knüpft nahtlos daran an.

Ein neuer Feind aus dem Nichts

Spielerisch bleibt anfangs vieles beim Alten: Aloy muss zahlreichen Menschen helfen, Tempel erkunden und ihre Ausrüstung verbessern. Oft begibt sie sich dann auf die Suche nach verschollenen Personen oder macht Jagd auf besonders fiese Riesenmonster. Die Kämpfe haben nichts von ihrem Reiz verloren: Aloy muss erst die Schwachstellen der Maschinen erkennen und sie dann geschickt angreifen. Einfach mit Pfeilen drauflos schießen bringt nichts. Stattdessen nutzt sie Elemente wie Feuer oder Eis. Neue Waffen wie Sprengladungen oder Bolzenschussgewehre findet sie bei Händlern. An der Werkbank kann sie Waffen und Rüstung verbessern.

Doch nach ein paar Spielstunden wird die Welt um einiges vielfältiger. Aloy trifft auf rivalisierende Stämme, erkundet unter Wasser Ruinen oder löst kleine Rätsel, in denen sie Kisten verschieben und alte Computer in Gang setzen muss. Besonders spektakulär ist ein Tauchgang durch das versunkene Las Vegas oder die sogenannten Tallnecks. Die riesigen tellerförmigen Köpfe dieser Wesen kann Aloy als eine Art Radar nutzen. Dazu muss sie sie aber erst mit Harpunen bremsen oder mühsam zusammenbauen, während um sie herum die Maschinenwesen toben. Das ist anspruchsvoll und originell.

Selbst Nebenmissionen, die in anderen Spielen zur lästigen Pflichtaufgabe werden, sind in Forbidden West mit spannenden Hintergrundgeschichten und Details gespickt. Aloy muss die Ehre eines Kriegers wiederherstellen, eine Rebellion niederschlagen oder Überlebende aus versunkenen Ruinen retten. Nicht alle Geschichten haben ein glückliches Ende. Durch die vielen Schicksale, die Aloy miterlebt, gelingt den Entwicklern eine glaubhafte Open World. Die Welt ist nicht nur Mittel zum Zweck des Hochlevelns, sondern eine stimmige Summe der kleinen und großen Teile des menschlichen Lebens.

Die technische Umsetzung und der Aufwand der schauspielerischen Leistung tragen ihren Teil dazu bei. Die Playstation 5 lässt in diesem bunten Spektakel ihre Muskeln spielen und verzückt mit butterweichen Animationen, liebevollen Details und imposanten Actionszenen. Die einzelnen Rollen sind besonders im englischen Original sehr lebensnah vertont. Dazu bieten die Figuren eine Fülle glaubhafter Animationen von Gestik und Mimik, wie sie in dieser Qualität bisher kaum ein anderes Spiel zeigt. Horizon: Forbidden West verfeinert bekannte Genre-Elemente bis zur Perfektion.

Fazit

Horizon: Forbidden West setzt einen neuen Maßstab für Open-World-Spiele. Die technisch perfekt umgesetzte Kulisse trifft auf ein ausgereiftes Spielprinzip, das den Vorgänger in allen Belangen übertrifft. Nicht nur die Hauptgeschichte bleibt bis zur letzten Minute spannend, sondern auch die unzähligen, abwechslungsreichen Nebenaufgaben. Guerilla Games erfindet damit das Genre nicht neu, beeindruckt aber mit einer meisterhaften Inszenierung und spielerischen Klasse. Wer sich dieses Jahr in nur einem Open-World-Spiel austoben will, kommt an Forbidden West nicht vorbei. *(lmd@ct.de)* c't

Horizon: Forbidden West

Open-World-Abenteuer	
Vertrieb, URL	Sony, playstation.com/en-gb/games/horizon-forbidden-west/
Systeme	PlayStation 4/5
USK	ab 12 Jahre
Preis	70 €



storage2day

Cloud Storage Day

Das Heise-Online-Event am 5. April 2022

Jetzt **Freitickets** sichern!*

Storage für die Cloud und aus der Cloud

Die Cloud bringt Vielfalt in die Storage-Welt: Multicloud-Storage oder hybride Kombinationen aus On-Premises- und Cloud-Storage, Backup-as-a-Service, verteilte softwaredefinierte Systeme ...

Unser Schwerpunkttag zu Cloud Storage hilft Ihnen, den Überblick zu behalten, und beantwortet u.a. folgende Fragen:

- Ist mein Cloud-Storage datenschutzkonform?
- Wie plane ich Backup in die Cloud ... und wieder zurück?
- Welche Rolle kann Tape dabei spielen?
- Was bietet die Open-Source-Welt an Lösungen?

*Für diese Veranstaltung stehen Freitickets zur Verfügung.

Veranstalter iX dpunkt.verlag

www.storage2day.de

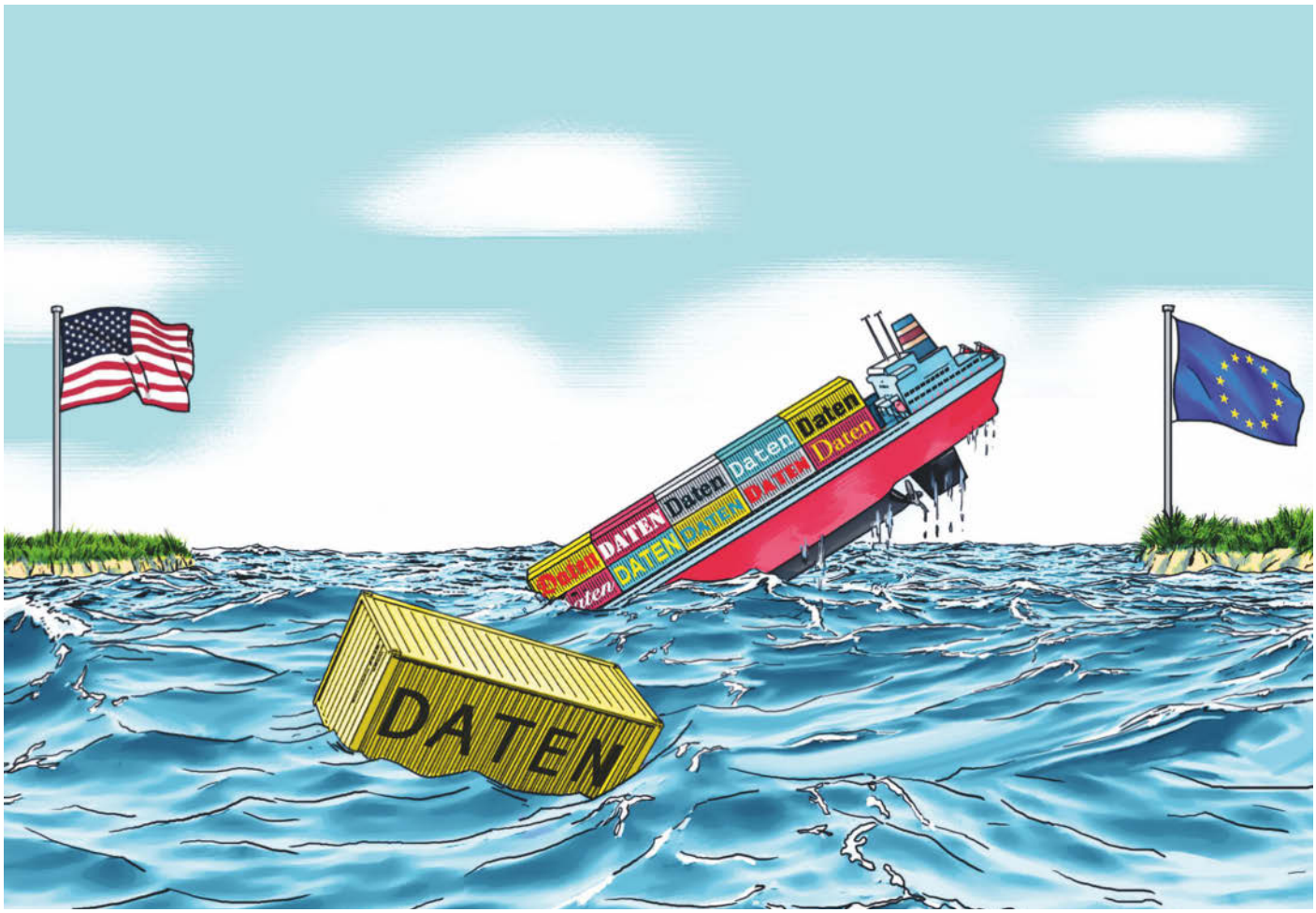


Bild: Thomas Kuhlenbeck

Schwere See für Datenexporteure

Rechtliche Unwägbarkeiten bei interkontinentalem Datentransfer

Europäische Datenschutzbestimmungen machen es für hiesige Unternehmen sehr riskant, US-amerikanische Onlinedienste zu nutzen. Selbst von der EU vorgegebene Datenschutzklauseln bieten für sich genommen keine Rechtssicherheit.

Von Joerg Heidrich

Derzeit steht es nicht gut um den Datenaustausch zwischen Europa und den USA. Mit Google Analytics und Fonts befinden sich gleich zwei populäre Dienste des Alphabet-Konzerns im Visier von Behörden und Gerichten. Auch Facebook und andere Schwergewichte haben bereits den Unmut der Datenschutzbehörden zu spüren bekommen.

Diskutiert wird außerdem über die Zulässigkeit netzgestützter Office-Anwendungen, Videokonferenzen und Cloud-Lösungen für europäische Nutzer, sofern US-Anbieter involviert sind.

Als die Welt noch in Ordnung war

Bis Mitte 2020 war die Welt des transatlantischen Datentransfers noch in Ordnung – zumindest aus Sicht der Unternehmen. Bürger, deren Daten betroffen sind, beurteilen das möglicherweise anders. Die EU-Kommission hatte mit den USA den sogenannten Privacy Shield vereinbart. Auf

dieser Grundlage war der Austausch von Daten ohne besondere rechtliche oder technische Umstände möglich. Dafür mussten sich US-amerikanische Unternehmen im Prinzip nur in ein Verzeichnis eintragen und versprechen, die Rechte der Europäer zu beachten. Dass dies ziemlich wenig Schutz für sensible Daten bedeutete, war allen Beteiligten klar. Daher kam es auch für Fachleute nicht überraschend, dass der Europäische Gerichtshof (EuGH) diese Regelung im Juli 2020 für unwirksam erklärte (Az. C-311/18).

Der EuGH stellte in seiner Entscheidung fest, dass die Vereinbarung, verbunden mit der Praxis jenseits des Atlantiks, die Daten der europäischen Bürger nicht hinreichend schütze. Vielmehr werde der nationalen Sicherheit der USA und der Einhaltung des US-amerikanischen Rechts Vorrang eingeräumt. Vor allem blieben europäische Daten umfassenden staatlichen Überwachungsprogrammen in den USA ausgesetzt. Im Ergebnis könne man nicht davon ausgehen, dass die USA ein vergleichbares Datenschutzniveau wie die EU habe.

Mit dem Urteil fiel quasi über Nacht die wichtigste Rechtsgrundlage für einen rechtskonformen Datentransfer über den Atlantik weg [1]. Zwar sind noch ein paar rechtliche Umwege geblieben, aber diese sind in der Praxis sehr viel komplizierter und aufwendiger zu beschreiten.

Sichere und unsichere Staaten

Die europäische Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) regelt seit 2018 EU-weit einheitlich die Bedingungen für die Verarbeitung personenbezogener Daten. Um das System des internationalen Datentransfers in ihrem Rahmen nachzuvollziehen, muss man wissen, dass Datenschutzrecht sich immer innerhalb territorialer Grenzen bewegt. Bei der DSGVO sind das immerhin die Grenzen des europäischen Binnenmarktes, in dem der Transfer persönlicher Informationen unter denselben Voraussetzungen zulässig ist wie etwa innerhalb Deutschlands. Beim Datenexport außerhalb der EU-Grenzen kommt es in erster Linie darauf an, ob das Empfängerland ein angemessenes Datenschutzniveau gewährleistet oder nicht.

Das beurteilt die EU-Kommission im Rahmen von Angemessenheitsbeschlüssen. Als Länder mit einem vergleichbaren Datenschutzregime wie in der EU gelten unter anderem Argentinien, Kanada, die Schweiz, Israel, Japan, Neuseeland und seit Ende 2021 Südkorea. Auch dem Vereinigten Königreich wurde nach dem Brexit ein solches hohes Datenschutzniveau attestiert. In diese Länder ist somit ein Datenexport ohne zusätzliche Hindernisse unter den gleichen Voraussetzungen wie im Inland möglich.

Anders sieht die Rechtslage bei allen anderen Staaten der Welt aus – diese gelten als „unsichere Drittstaaten“. Dazu gehören insbesondere die USA, aber auch Indien, China und Russland. Übermittlungen in solche Länder regeln die Artikel 44 ff. der DSGVO.

c't kompakt

- Nachdem der EuGH den „Privacy Shield“ für unwirksam erklärt hat, gibt es derzeit keine einfache und allgemein taugliche Rechtsgrundlage für den Transfer personenbezogener Daten aus der EU in die USA.
- Transferpartner können Standarddatenschutzklauseln (SDK) nach von der EU-Kommission vorgegebenem Muster in ihre Verträge einbinden und sich damit auf angemessene Datenschutzstandards einigen.
- Das allein genügt aber noch nicht als Rechtsgrundlage, wenn die Empfängerseite tatsächlich nicht die volle Einhaltung dieser Standards gewährleisten kann.

Hakelige Einwilligungen

Gemäß Art. 49 DSGVO ist eine Übermittlung personenbezogener Daten in die USA – und auch in andere unsichere Drittstaaten – dann erlaubt, wenn derjenige, um dessen Daten es geht, ausdrücklich darin einwilligt. Dafür muss er zunächst über die für ihn bestehenden möglichen Risiken der Übermittlungen seiner Daten unterrichtet worden sein. Das betrifft etwa den möglichen Zugriff durch US-Behörden. Einen rechtswirksamen Informationstext zu schreiben, der das in der gebotenen Kürze und Verständlichkeit abdeckt, ist eine echte Herausforderung. Zugleich bleiben Formulierungen in solchen Texten rechtlich immer unsicher. Wozu das führen kann, zeigen die bei Website-Besuchern extrem unbeliebten Cookie-Banner.

Mit ihnen beschaffen sich Website-Betreiber über Consent-Management-Systeme Einwilligungen ihrer Besucher dazu, Werbefenster und andere Inhalte in ihre eigenen Seiten einzubauen. Diese Einwilligungen bilden die Rechtsgrundlage dafür, dass beim Abruf der Fremdinhalte durch den Nutzer personenbezogene Daten wie die IP-Adresse an den Server des Werbetreibenden gehen.

Abseits der Cookie-Problematik verschafft das Einholen von Einwilligungen aber nur selten eine wirklich geeignete Rechtsgrundlage für den Datenexport. Eine einfache, universell brauchbare und praxistaugliche Methode für rechtssicheres internationales Arbeiten muss anders aussehen.

Königsweg Standarddatenschutzklauseln?

Ein Weg, der sich insbesondere im Geschäft zwischen Unternehmen durchgesetzt hat, um eine solche Grundlage zu schaffen, führt über die Nutzung und Anerkennung von Standarddatenschutzklauseln (SDK) zwischen den Parteien dies- und jenseits des Atlantiks. Diese SDK sind von der EU-Kommission vorgegebene Formulierungen für vertragliche Vereinbarungen. Der Grundgedanke dahinter ist, dass die Parteien untereinander die Einhaltung datenschutzrechtlicher Vorgaben nach europäischem Standard vereinbaren. Derlei Klauseln sind in den meisten Verträgen großer US-Anbieter wie Google oder Microsoft enthalten. Wer zum Beispiel Google-Analytics nutzt, vereinbart in den dazugehörigen Vertragsbedingungen auch die Nutzung von SDK. Selbst der interkontinentale Datentransfer zwischen zwei Gesellschaften desselben Konzerns ist ohne eine solche Rechtsgrundlage nicht statthaft.

Mit Beschluss vom Juni 2021 hat die Europäische Kommission die bisher verwendeten alten Klauseln neu gefasst. Seit September des letzten Jahres müssen die neuen SDK verwendet werden. Sie sind nun modular aufgebaut und decken verschiedene Szenarien für den Datentransfer ab. Klauseln nach den alten Vorlagen der EU-Kommission dürfen nach einem Übergangszeitraum, der bis zum 27. Dezember 2022 reicht, selbst in Altverträgen nicht mehr auftauchen.

Behinderung von Geheimdiensten

Auch ein Vertrag unter Einbindung europäischer SDK kann jedoch amerikanische Behörden nicht davon abhalten, in Daten

der europäischen Nutzer herumzuschnüffeln, sobald sie Zugriff darauf nehmen können. Etwas anderes vermag realistischerweise auch kein US-Unternehmen zu garantieren. Diese Problematik hat auch der EuGH in seiner Entscheidung zum Privacy Shield gesehen. Trotzdem hat das Gericht die Nutzung der SDK grundsätzlich weiter erlaubt – allerdings nicht uneingeschränkt: Wenn bei einem Datenexport von der EU in einen Drittstaat kein gleichwertiges Schutzniveau besteht, reicht die Vereinbarung von SDK allein nicht aus. Es ist dann notwendig, mit zusätzlichen technischen, organisatorischen und vertraglichen Maßnahmen das erforderliche Schutzniveau sicherzustellen.

Die Liste von dafür möglichen Maßnahmen ist lang. Im technischen Bereich gehört dazu insbesondere die Verschlüsselung von Daten, sowohl beim Transport als auch „on rest“. Im organisatorischen Sektor geht es um klassische Maßnahmen wie Zugriffs- und Zutrittskontrolle, aber auch etwa darum, dass der Empfänger in Übersee die Prüfung und Abwehr von Anfragen der US-Behörden zusichert sowie Audits nachweist und Zertifikate vorlegt. Auch diese Maßnahmen müssen DSGVO-üblich schriftlich dokumentiert werden.

Nach einer Stellungnahme des Europäischen Datenschutzausschusses (EDSA) sollen die festgelegten Maßnahmen darauf abzielen, „potenziell rechtsverletzende Zugriffe auszuschließen, indem sie die Behörden daran hindern, betroffene Personen zu identifizieren, Informationen über sie zu erschließen, sie in anderen Kontexten zu ermitteln oder die übermittelten Daten mit anderen Datensätzen im Behördenbesitz zu verknüpfen“.

Google Analytics im Visier der Behörden

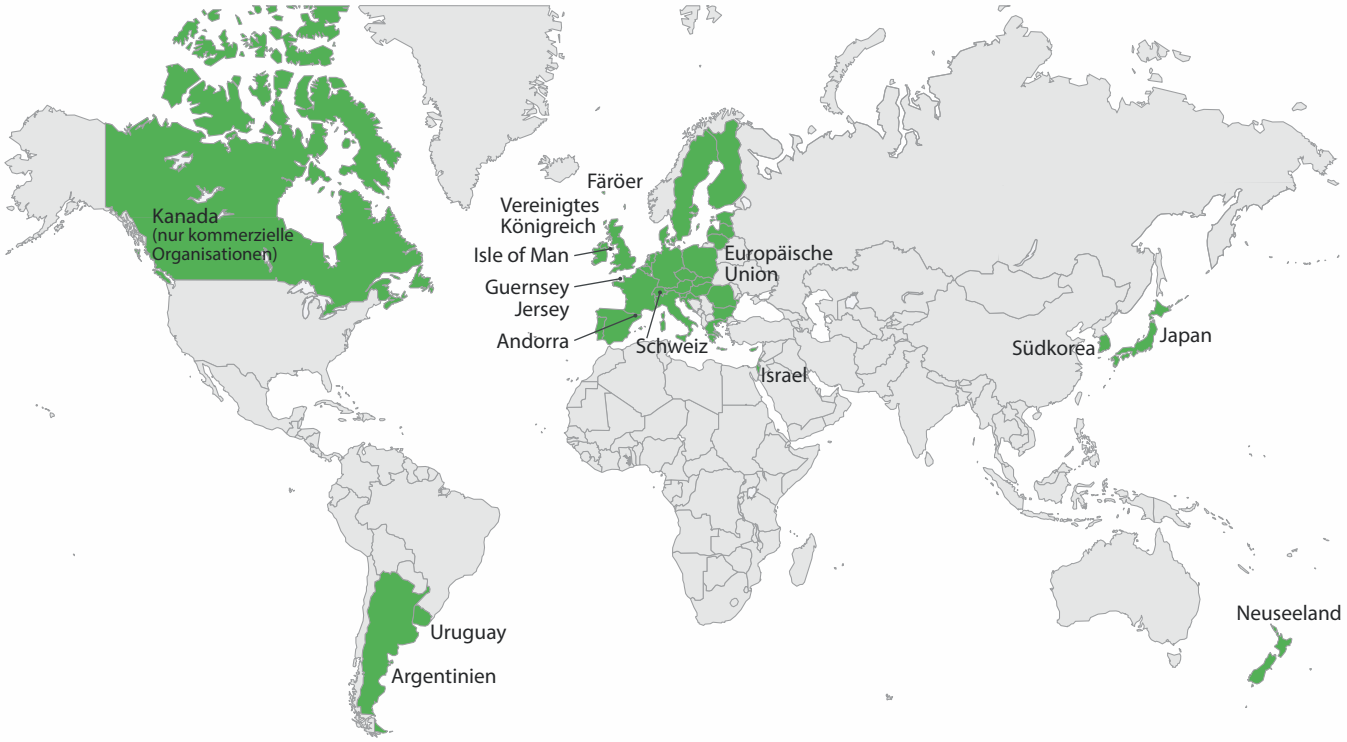
Wie schwierig bis unmöglich die praktische Umsetzung dieser Vorgaben sein kann, zeigen aktuelle Entscheidungen mehrerer europäischer Datenschutzbehörden (DSB) rund um das weit verbreitete Tool Google Analytics. Als erste entschied die österreichische DSB, dass die Nutzung des Auswertungswerkzeugs durch einen Portalbetreiber nicht mit den Vorgaben der DSGVO vereinbar sei. Die vereinbarten SDK böten „kein angemessenes Schutzniveau“ und die zusätzlich getroffenen Maßnahmen seien nicht geeignet, die „Überwachungs- und Zugriffsmöglichkeiten durch US-Nachrichtendienste zu beseitigen“. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch die Behörden in Frankreich und den Niederlanden.

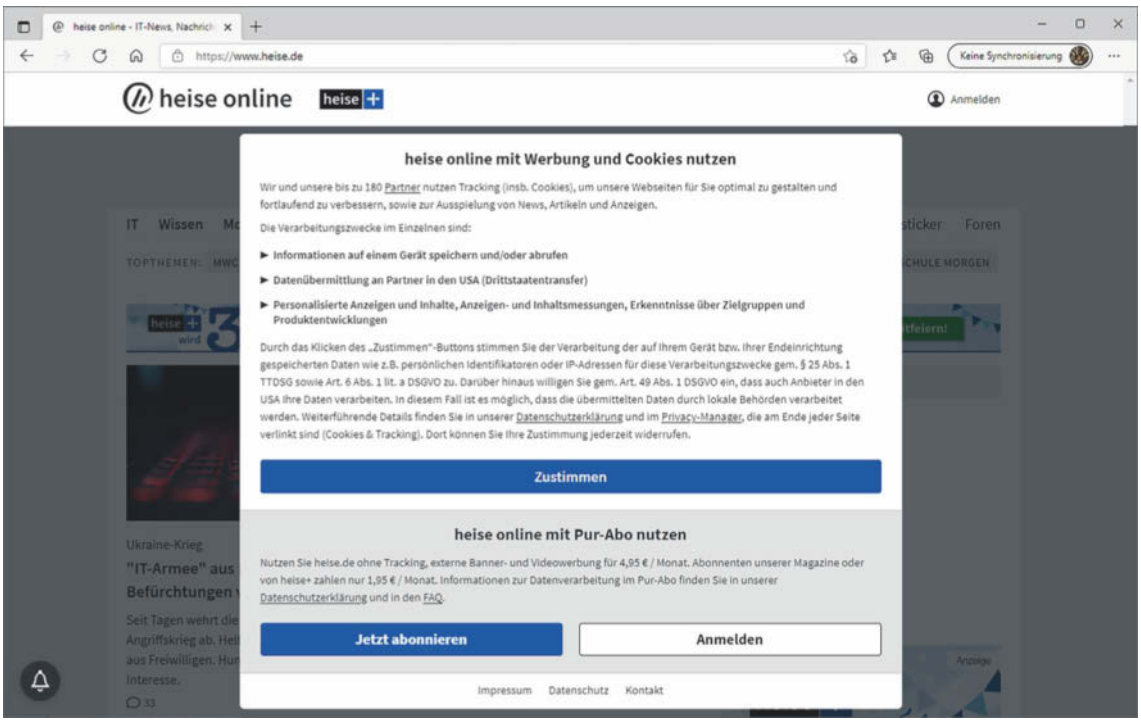
Der Bescheid aus Österreich erging am 13. Januar 2022. Er stellt zunächst fest, dass der Portalbetreiber im Rahmen der Analytics-Nutzung personenbezogene Daten an Google übermittelte. Dazu zählten grundsätzlich einzigartige Nutzeridentifikationsnummern, die IP-Adresse und Browserparameter. Zwar habe Google technische und organisatorische Maßnahmen (TOM) ergriffen. Dazu gehören Verschlüsselungstechniken, Zäune um Datenzentren und die Überprüfung von Behördenanfragen. Das reiche jedoch nicht aus, um einen hinreichenden Schutz vor dem Zugriff von US-Behörden zu gewährleisten.

Es ist damit zu rechnen, dass die Beschlüsse der nationalen Datenschutzbehörden europäisch abgestimmt sind, sodass auch hierzulande vergleichbare Entscheidungen in Bezug auf Google Analytics fallen dürften. Für Website-Betreiber empfiehlt es sich daher, bereits jetzt nach potenziellen Alternativen zu schauen. Wer

Sichere Datenschutzinseln im Ländermeer

Eine kleine Geographie der Datenschutzniveaus: In die grün markierten Regionen der Welt ist von Europa aus ein Datenexport ohne zusätzliche Maßnahmen zulässig.





Ein Cookie-Einwilligungsbanner datenschutzrechtlich einwandfrei zu gestalten, ist keine Kleinigkeit. Das als Beispiel gezeigte Banner von heise online macht klar, dass man dabei eine Fülle unterschiedlicher Aspekte berücksichtigen muss.

auf den Google-Dienst nicht verzichten kann oder will, sollte – soweit möglich – zumindest dafür sorgen, dass nur gekürzte IP-Adressen an den Konzern übermittelt werden. Das ist bei Analytics mithilfe der IP-Anonymisierungsoption möglich. Diesen Fall hat die Entscheidung aus Österreich ausdrücklich ausgeklammert.

Mehr Bürokratie wagen

Abseits der Notwendigkeit von TOM bringt die neue Version der SDK eine Menge Vorgaben zu Dokumentation und Risikobewertung mit. Das bedeutet in der Praxis viel Bürokratie: Datenexporteur und -importeur müssen ein „Transfer Impact Assessment" (TIA) durchführen. Dahinter versteckt sich im Wesentlichen eine formale Analyse zur Beurteilung der Risiken, die sich mit der Übertragung der Daten für die Betroffenen verbinden. Im Rahmen eines TIA müssen also die Risiken der Datenübertragung, die Art der Daten, die getroffenen Schutzmaßnahmen und die Rechtsvorschriften im Bestimmungsland festgehalten werden. Das Ergebnis ist schriftlich zu dokumentieren.

Im Endeffekt läuft diese Vorschrift tatsächlich darauf hinaus, dass jeder einzelne Nutzer von US-Angeboten wie Google Analytics, Microsoft 365 oder Amazon Web Services nicht nur vorab eine Risikoanalyse des gesamten technischen Angebots durchführen müsste. Er müsste sich vielmehr auch intensiv mit den amerikanischen Rechtsvorschriften befassen und solche dokumentieren, die einen Zugriff auf die exportierten Daten ermöglichen könnten. Immerhin ist das – zumindest in der Theorie – eine gemeinsame Pflicht der Transferpartner auf beiden Seiten des Atlantiks. In jedem Fall bleibt ein Dokumentations-Overkill mit überbordender Bürokratie.

US-Gucklöcher bei europäischen Töchtern

Ließe sich das Datenexportproblem nicht dadurch umgehen, dass man statt mit US-Unternehmen einen Vertrag mit deren eigenständigen Niederlassungen in Europa schließt? Für denjenigen, der darauf setzt, haben die Datenschutzbehörden ebenfalls schlechte Nachrichten – diese betreffen den sogenannten CLOUD-Act, ein US-amerikanisches Gesetz. Anders, als die Benennung nahelegt, geht es nicht um eine spezielle Regelung für Anbieter von Cloud-Computing. Vielmehr ermöglicht der „Clarifying Lawful Overseas Use of Data Act" seit 2018 US-Behörden den Zugriff auf gespeicherte Daten im Internet. Er verpflichtet amerikanische Internetfirmen und IT-Dienstleister, diesen Zugriff auch dann zu gewährleisten, wenn die Speicherung nicht in den USA erfolgt.

Das Gesetz wurde eingeführt, nachdem US-Behörden in verschiedenen Fällen Probleme hatten, an im Ausland gespeicherte Daten zu gelangen. Nach den nunmehr bestehenden Regelungen können etwa FBI, NSA und CIA amerikanischen Unternehmen sogar verbieten, ihre Benutzer über eine solche heimliche Abfrage von deren Daten zu informieren. Im Endeffekt ist es US-Behörden so jederzeit möglich, auf Daten von EU-Bürgern zuzugreifen, die bei europäischen Töchtern

„Im Endeffekt ist es US-Behörden jederzeit möglich, auf Daten von EU-Bürgern zuzugreifen, die bei europäischen Töchtern amerikanischer Konzerne gespeichert sind."

amerikanischer Konzerne gespeichert sind.

Wie genau die Datenschutzbehörden und vor allem die Gerichte mit dieser – in den meisten Fällen doch eher abstrakten – Gefahr umgehen, ist noch weitgehend offen. Aus der Sicht des Datenschutzes ist es allemal sinnvoll, mit einem Unternehmen aus Europa zusammenzuarbeiten. Wenn es sich dabei jedoch um die Tochter eines US-Konzerns handelt, muss man von einem höheren Risiko eines ungewollten Zugriffs ausgehen als bei einem genuin europäischen Unternehmen.

Google Fonts: Datenexport als Schaden

Ein Urteil des Landgerichts (LG) München (Az. 3 O 17493/20) von Mitte Januar 2022 wirft ein Schlaglicht auf ein weiteres Risiko, das den Nutzern von US-Diensten auch jenseits von möglichem Ärger mit Datenschutzbehörden droht – nämlich ein zivilrechtliches. In der Münchner Entscheidung geht es um die weit verbreitete Nutzung von Google Fonts.

Der US-Konzern stellt eine breite Auswahl von Schriftarten unter einer Apache-Lizenz zur Verfügung, die in den meisten Fällen kostenlos genutzt werden können. In dem Fall, den das LG München verhandelte, hatte ein deutscher Website-Betreiber solche Fonts dynamisch eingebunden, sodass die Schriften beim Darstellen seiner Seiten von den Google-Servern abgerufen werden – damit geht ein Datentransfer Richtung Google einher. Eine Einwilligung dazu im Rahmen eines Consent-Banners wurde nicht abgefragt.

Ein Besucher des Online-Angebots verlangte von dem Betreiber zunächst außergerichtlich Unterlassung und Schadensersatz, was dieser verweigerte. So kam es zur Klage. Das Gericht gab dem Website-Besucher recht: Aus dem geltenden Datenschutzrecht lasse sich für ihn ein Anspruch auf Unterlassung der Weitergabe seiner IP-Adressen an Google ableiten. Weder habe eine Einwilligung in diese Übermittlung vorgelegen, noch sei dem Betreiber ein berechtigtes Interesse zuzubilligen.

Für mehr Aufsehen sorgte der zweite Teil der Entscheidung. Darin sprach das LG dem Kläger einen Schadenersatz in Höhe von 100 Euro nach Art. 82 DSGVO zu. Personenbezogene Daten des Website-Besuchers in Form seiner IP-Adresse seien an einen Server von Google in den USA übermittelt worden, obgleich dort kein angemessenes Datenschutzniveau gewährleistet sei. Mit dieser Weitergabe seiner Informationen sei für den Kläger ein Kontrollverlust verbunden. Hieraus entstehe ein erhebliches „individuelles Unwohlsein“, welches eine Entschädigung rechtfertige.

Ein Risiko für Website-Anbieter liegt nach dieser Rechtsprechung vor allem darin, dass eine Vielzahl von Nutzern der Seite organisiert einen solchen Schadenersatzanspruch geltend machen kann. Hierfür stehen bereits Legaltech-Anbieter in den Startlöchern, die darauf spezialisiert sind, auch kleine Summen für eine große Anzahl an Betroffenen teilautomatisiert geltend zu machen. Es ist allerdings derzeit noch offen, ob weitere Gerichte dem Weg des LG München folgen.

Was tun?

Die Dienste amerikanischer Internetunternehmen sind allgegenwärtig. Kaum ein Website-Betreiber, Freiberufler oder Unternehmen wird gänzlich auf deren Nutzung verzichten. Somit stehen zahllose Online-Akteure vor dem Problem, dass sie personenbezogene Daten an ausländische Partner weitergeben. Folgt man den Vorgaben der Datenschutzbehörden bis ins letzte Detail, so ist ein Export von Daten in die USA, aber auch nach Indien oder China nur unter sehr strengen Auflagen und mit hohem Aufwand überhaupt möglich.

Zwar hat die Europäische Kommission, die für Abkommen über den transatlantischen Datenverkehr zuständig ist, eine neue Vereinbarung mit den USA angekündigt. Das tut sie aber schon seit längerer Zeit ergebnislos. Vor allem ist fraglich, ob die USA freiwillig auf die weitgehenden Befugnisse ihrer Überwachungsbehörden verzichten werden. Während des Wartens auf eine neue Regelung bleibt für Europäer einstweilen nur, auf alternative Anbieter in Europa oder in sicheren Drittstaaten auszuweichen.

Wer das nicht kann oder will, muss sich nach validen Rechtsgrundlagen für eine Datenübermittlung umsehen. Das werden in der Regel Standarddatenschutzklauseln sein, ausnahmsweise auch Einwilligungen, etwa bei Cookies. Diese SDKs müssen durch zusätzliche technische und organisatorische Maßnahmen abgesichert werden und es ist ein Transfer Impact Assessment (TIA) durchzuführen. Wenn man diese Hürden genommen hat, bleibt nur zu hoffen, dass Datenschutzbehörden und Gerichte das für ausreichend halten. *(psz@ct.de)* c't



Bild: Google

Europäische Datenschutzbehörden sind auf Beschwerde von Webnutzern gegen Site-Betreiber vorgegangen, die Google Analytics verwendeten (hier ein Dashboard des Tools). Die Vereinbarung von Standarddatenschutzklauseln (SDK) und auch die getroffenen zusätzlichen Maßnahmen reichen in den Augen der Datenschützer nicht aus.

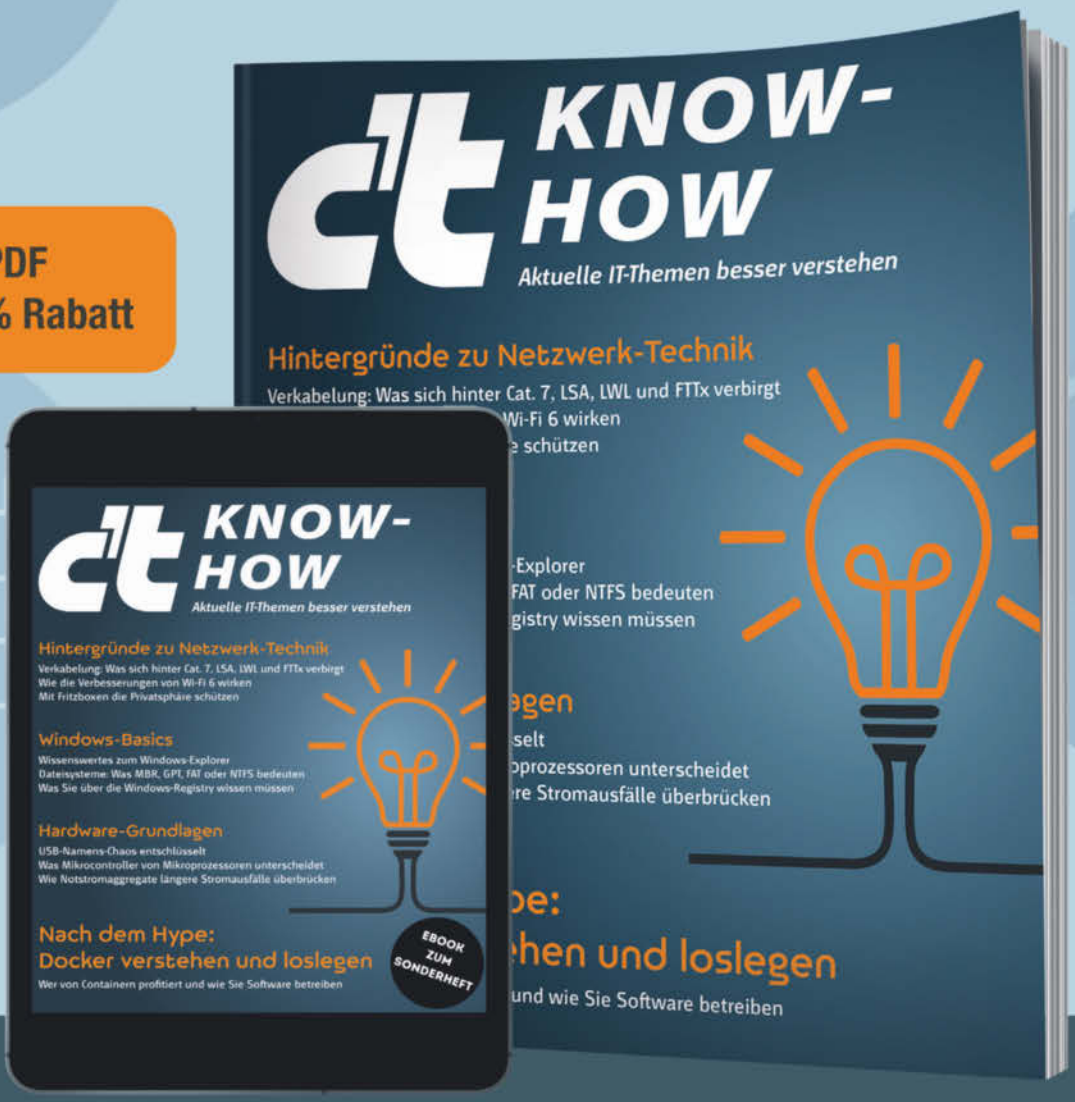
Literatur

[1] Joerg Heidrich, Nach der Bombe, Was das Ende des Privacy Shield für den Datenverkehr mit den USA bedeutet, c't 17/2020, S. 16

Entscheidungen: ***ct.de/yphu***

Mehr wissen – besser verstehen

Heft + PDF mit 29 % Rabatt



Selbst IT-Profis haben Mühe, immer auf dem Laufenden zu bleiben. Dieses c't-Sonderheft bringt Sie mit technischen Hintergründen rund um Hardware, Software und Netzwerktechnik auf den neuesten Stand:

- Docker verstehen und richtig loslegen
- Mikrocontroller versus Mikroprozessoren
- Windows-Basics: Explorer, Dateisysteme, Registry
- Das eigene Netzwerk richtig ausrüsten

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

shop.heise.de/ct-knowhow22

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 20 €.
Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

heise Shop

Tipps & Tricks

Sie fragen – wir antworten!

Telefonieren mit der Wählscheibe

Ich verwende schon ewig ein Wählscheibentelefon aus den 80er-Jahren. An meiner alten VoIP-Anlage hat es prima funktioniert. An meiner neuen Fritzbox klingelt es zwar, aber ich kann nicht mehr hinauswählen. Gibt es irgendwo eine versteckte Einstellung für Uralt-Telefone?

Mit einer Einstellung am VoIP-Router ist es da nicht getan. Neue VoIP-Hardware unterstützt das gut 100 Jahre alte Impulswahlverfahren (IWV) antiker Fernsprechtischapparate nicht mehr. Ihr Schätzchen können Sie aber trotzdem weiternutzen, wenn Sie ein wenig investieren: Ein zwischengeschalteter IWV/MFV-Konverter wandelt die Impulse des Telefons in für die Telefonanlage verständliche MFV-Töne. Solche Konverter in einfacher Ausführung sind ab 50 Euro erhältlich. Konfigurierbare Wandler, die auch den Betrieb sehr alter und exotischer Geräte mit abweichenden Anschlusswerten erlauben, kosten das Doppelte.

Falls Sie ein altes Tastentelefon haben, das noch Impulswahl verwendet, lässt sich das in vielen Fällen auf MFV umstellen. Anleitungen für zahlreiche Modelle hat Matthias Heßler auf seiner Homepage zusammengetragen – siehe ct.de/y97a.

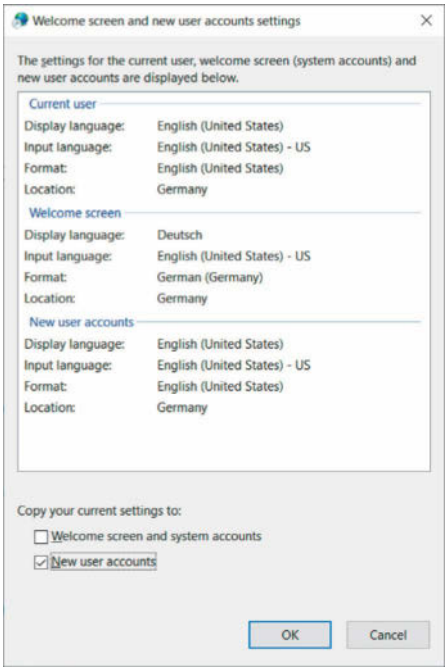
(uma@ct.de)

Ältere Tastentelefone auf MFV umstellen: ct.de/y97a

Windows 10: Standardsprache ändern

Wie kann ich die Landessprache ändern, in der mir Windows 10 seine Fenster, Menüs und sonstigen Elemente der Bedienoberfläche anzeigt?

Indem Sie in den Einstellungen auf „Zeit und Sprache“ klicken und links „Sprache“ auswählen. Rechts unterhalb von „Bevorzugte Sprachen“ klicken Sie nun auf „Sprache hinzufügen“. Tippen Sie den Namen der gewünschten Sprache ein. Bei Englisch (und vielen anderen Sprachen) bietet Windows regionale Varianten an, beispielsweise „English (United States)“. Sobald Sie die Sprache markiert haben, steht unten, was Windows alles in dieser Sprache darstellen kann („Anzeigesprache“, „Spracherkennung“, „Text-zu-Sprache“, „Handschrift“). Nach einem Klick auf „Weiter“ können Sie mehrere Häkchen setzen und löschen. Das Häkchen vor „Als meine Windows-Anzeigesprache festlegen“ stellt Ihr Nutzerkonto auf die neue Sprache um. Damit die Änderung wirksam wird, müssen Sie sich ab- und anmelden. Das Tastaturlayout ist noch das alte, Sie können es aber leicht umstellen: entweder über das kleine Sprachsymbol in der Taskleiste neben der Uhr oder mithilfe der Tastenkombination Windows+Leertaste.



Über die „Administrativen Sprachoptionen“ in den Einstellungen lässt sich auch die Anzeigesprache für die Willkommensseite ändern.

Wenn Sie mögen, können Sie auch die Sprache des Systems selbst umstellen. Dann erscheinen auch Meldungen wie „Willkommen“ vor der Anzeige des Anmeldeschirms in der neuen Sprache. Klicken Sie dazu in den Einstellungen auf „Zeit und Sprache/Sprache“ und dann auf den Link „Administrative Sprachoptionen“. Dort finden Sie im Reiter „Verwaltung“ die Schaltfläche „Einstellungen kopieren“. Im Dialog dahinter können Sie Häkchen setzen, ob die neue Sprache auch für „Neue Benutzerkonten“ und/oder für die „Willkommensseite und Systemkonten“ gelten soll. Im Reiter „Verwaltung“ finden Sie auch die Regional-Einstellungen. Nach einem Neustart ist Windows komplett auf die neue Sprache umgestellt. Wenn Sie wollen, können Sie die ursprünglich installierte Sprache löschen. *(axv@ct.de)*

Treiber-Updates ausbremsen

In meinem Laptop steckt ein Intel-Prozessor mit integrierter GPU. Zu der vom Hersteller vorinstallierten Software gehört ein „Intel Treiber- und Support-Assistent“, der auch regelmäßig Treiberupdates für den integrierten Grafikchip findet. Nach deren Installation hat das Windows Update aber nichts Besseres zu tun, als ebenfalls einen Intel-Grafiktreiber zu finden und ohne Rückfrage zu installieren – allerdings einen wesentlich älteren. Das ruft wieder den Intel-Assistenten auf den Plan und ich lande in einer Endlosschleife. Natürlich könnte ich bei

dem Intel-Programm „Diesen Treiber ausblenden“ auswählen, aber dessen Treiber sind ja neuer. Wie kann ich dem Windows Update beibringen, dass der Intel-Treiber neuer ist und ich den älteren nicht will?

Die automatische Treibersuche von Windows Update lässt sich unseres Wissens nur global abstellen. Das ist allerdings nicht ratsam, da auch in Treibern Sicherheitslücken auftreten können und mit Updates behoben werden.

Wenn Sie es dennoch riskieren wollen, müssen Sie den Registry-Editor bemühen: Sie rufen ihn mittels Eingabe von `regedit` im Windows-Startmenü oder im Ausführen-Dialog auf (Tastenkürzel Windows+R). Navigieren Sie zum Schlüssel „HKEY_LOCAL_MACHINE\Software\Microsoft\Windows\CurrentVersion\DriverSearching“, klicken Sie doppelt auf den Eintrag „SearchOrderConfig“ und ändern Sie den DWORD-Wert auf 0. *(csp@ct.de)*

Netzwerkgeräte an die Wand hängen

Ich betreibe mein Patchfeld und den Switch zurzeit noch „frei fliegend“. Nun möchte ich die Geräte an der Wand montieren, aber für einen regulären 19-Zoll-Wandschrank mit seiner großen Einbautiefe ist an der vorgesehenen Stelle kein Platz. Kennen Sie Alternativen?

Für solche Zwecke gibt es sowohl Wandgehäuse mit ausklappbarer Luke als auch Halterungen zum Einhängen mit zwei oder drei Höheneinheiten (88 beziehungsweise 132 Millimeter, Beispiele über ct.de/y97a). Eine Hängehalterung ist schnell montiert, aber man muss selbst für eine Haube oder andere Abdeckung für Berühr- und Staubschutz sorgen – dabei bitte Lüftungsöffnungen für die Abwärme des Switches nicht vergessen. Beim Wandgehäuse muss man eventuell nacharbeiten, um Einführungsschlitze für die Netzwerkkabel an passender Stelle zu bekommen. *(ea@ct.de)*



Mit einer 19-Zoll-Hängehalterung lassen sich Netzwerkgeräte wie hier ein Gigabit-Switch mit Patchfeld platzsparend montieren.

***19-Zoll-Wandhalterungen:* ct.de/y97a**

Fragen richten Sie bitte an

c't	**hotline@ct.de**
f	**c't Magazin**
t	**@ctmagazin**

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter **www.ct.de/hotline.**

Hoher Standby-Verbrauch von USB-C-Monitor

Ich betreibe ein Lenovo-Notebook unter Windows 11 an einem externen Philips-Monitor, der auch USB-C-Docking-Funktionen bereitstellt. Wenn ich nur das Notebook schlafen lege, geht zwar der Monitor auch schlafen, zieht aber immer noch 4 Watt. Schalte ich nur den Monitor aus, bleibt das Notebook im Batteriebetrieb wach. Die gewünschten nahezu 0 Watt erreiche ich nur durch doppeltes Ausschalten. Ich wünsche mir, dass ein Tastendruck reicht. Haben Sie einen Rat?

Leider nein: Vermutlich ist das ein beabsichtigtes Verhalten. Die 4 Watt deuten darauf hin, dass der Monitor die gesamte USB-C-Verbindung (also auch den zugehörigen Hub im Monitor) aktiv hält, damit das schlafende Notebook weiterhin mit Strom versorgt wird. Wenn Sie den Monitor von Hand ausschalten, dürfte wiederum auch die Stromversorgung per USB-C deaktiviert sein, sodass bei längerem Schlafen der Akku im Notebook langsam entleert wird.

Nach unserem Kenntnisstand widerspricht das Verhalten auch nicht gängigen rechtlichen Anforderungen: Die „Unter 1 Watt im Standby“-Vorgabe gilt für Geräte, die im Standby nichts anderes machen, als auf ein Einschalten zu warten. Das ist hier nicht der Fall, denn der Monitor stellt zusätzlich eine Stromversorgung für angeschlossene Geräte bereit, die auch genutzt wird. *(mue@ct.de)*

„Heizsparer“ reagiert träge

Ich nutze den von Ihnen in c't 4/2022, Seite 156 empfohlenen Comet-DECT-Thermostat schon seit einiger Zeit an einer Fritzbox. Es funktioniert alles sehr zuverlässig, das einzige, was mich stört, ist die lange Reaktionszeit, bis der Befehl zum Setzen der gewünschten Temperatur von der Fritzbox an den Comet abgesetzt wird. Gibt es einen technischen Grund dafür? Oder geht man einfach davon aus, dass die Heizkörper eh so träge sind, dass die Reaktionszeit keine Rolle spielt?

Die lange Verzögerung liegt an dem Erfordernis, möglichst viel Strom zu sparen, solange der Thermostat nichts zu tun hat.

Dafür können DECT-ULE-Geräte durch ein Kommando der Basisstation für mehrere Minuten einen Deep Sleep Mode einnehmen, in welchem sie kaum noch Strom aufnehmen. So kommen DECT-ULE-Geräte mit dem begrenzten Energievorrat von AA-Batterien mehrere Monate lang aus, auch wenn sie immer mal das Heizkörperventil stellen und Temperatur- sowie Statusmeldungen übertragen müssen.

Und ja, dieses Verhalten ist auf Heizkörperthermostate zugeschnitten, weil es da meist nicht auf umgehende Reaktion ankommt. Auch bei Temperatur- oder Luftfeuchtesensoren ist das Konzept implementiert, wenngleich die Schlafintervalle unterschiedlich lang sein können.

Aber zurück zum Thermostat: Es gibt einen einfachen Trick, um ein Stellkommando sofort umsetzen zu lassen. Man muss dafür nur den Thermostat aufwecken. Das geht bei den uns bekannten Thermostaten von AVM und Eurotronic am einfachsten, indem man auf den OK-Knopf drückt. Dann muss der Thermostat den aktuellen Status im Display einblenden und dafür wacht er nicht nur auf, sondern nimmt auch Kontakt mit der Fritzbox auf. Dabei erhält er den letzten Befehl und setzt ihn sofort um.

Man kann das meistens hören, weil der Thermostat das Heizkörperventil weiter auf- oder zudreht. Und man sieht umgehend im Display, dass er sich auf die neue Zieltemperatur eingestellt hat. *(dz@ct.de)*

AdGuard Home neben DoT

Um mich vor werbeverseuchten Webseiten zu schützen, nutze ich AdGuard Home auf einem Raspberry Pi. Kann ich trotzdem die Funktion DNS-over-TLS (DoT) in der FRITZ!Box aktivieren, wie Sie das in c't 22/2020 („Vertrauliche Auskunft", S. 22) beschrieben haben? Oder stören sich die Systeme dann gegenseitig? Falls die Kombination funktioniert: Welche öffentlichen DoT-Resolver können Sie empfehlen?

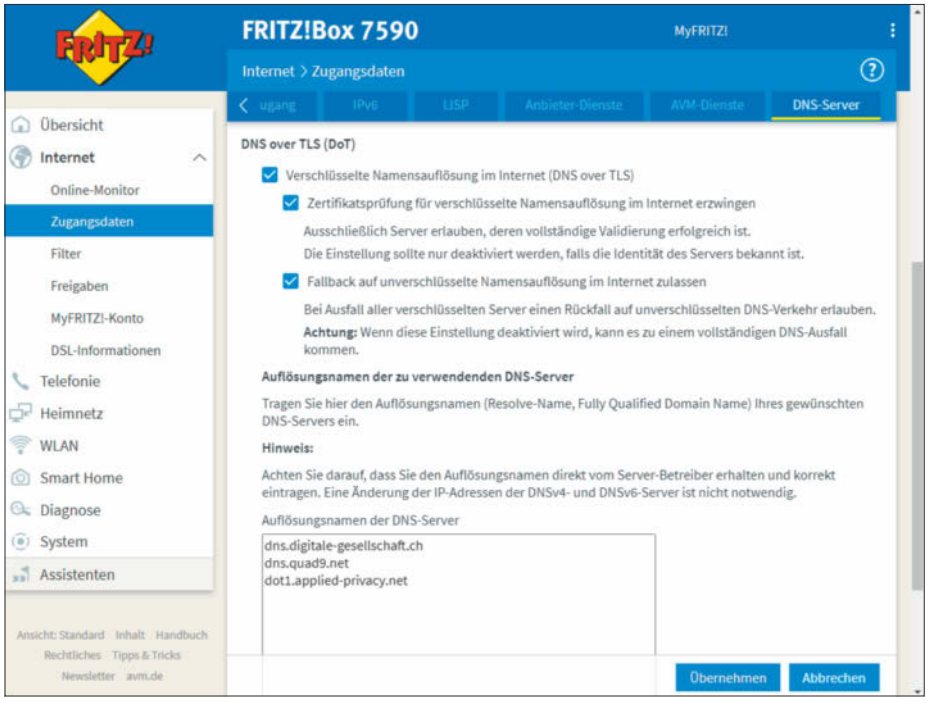
Man kann im Prinzip so viele Resolver im eigenen Netz betreiben, wie man will. Ein normaler Client (PC, Webcam, NAS-Gerät, Tablet ...) nutzt aber immer nur einen, nämlich den, den man darin konfiguriert. Das heißt: Die Resolver kommen einander nicht in die Quere. Und: Sie wissen nicht einmal etwas voneinander.

Im Grundzustand steht in der Client-Konfiguration der Resolver des Routers. Wenn also Ihr Router die IP-Adresse 192.168.178.1 hat, dann steht in den DNS-Einstellungen Ihrer Clients ebenjene IP-Adresse. Die üblichen Clients (siehe oben) bekommen diese Information beim Boot-Vorgang über eines von mehreren Protokollen automatisch vom Router (zum Beispiel Dynamic Host Configuration Protocol, DHCP, oder Router Advertisements, RA).

Wenn Sie nun einen anderen Resolver verwenden wollen, gibt es prinzipiell zwei Wege: Sie konfigurieren die IP-Adresse des neuen Resolvers per Hand in den DNS-Einstellungen der Clients, das ist aber recht umständlich und fehleranfällig. Oder Sie tragen die IP-Adresse des Resolvers in die DHCP-Einstellungen Ihres Routers ein. Dort gibt es eigens dafür ein Feld für den „DNS-Server". Damit die Clients mitbekommen, dass sich etwas an den DHCP-Einstellungen des Routers geändert hat, müssen sie die Netzwerkverbindung neu aufbauen. Das geht, indem man sie neu startet oder vorübergehend das Netzwerkkabel des Clients abzieht.

Öffentliche DoT-Resolver finden Sie zum Beispiel auf der Webseite dnsprivacy.org. Zu den empfehlenswerten gehören die Resolver von Quad9 (dns.quad9.net), Digitale Gesellschaft Schweiz (dns.digitale-gesellschaft.ch) oder auch Foundation for Applied Privacy (dot1.applied-privacy.net). Je nachdem, wie weit die Resolver entfernt sind, dauert es unterschiedlich lange, bis sie antworten. Und je länger die Antwort braucht, desto langsamer bauen sich etwa Webseiten auf.

Die Fritzbox baut zu Beginn zu allen eingetragenen DoT-Resolvern Testverbindungen auf, bewertet sie anhand von Geschwindigkeits- und Sicherheitskriterien und lenkt dann die Anfragen zum schnellsten eingetragenen DoT-Resolver. *(dz@ct.de)*

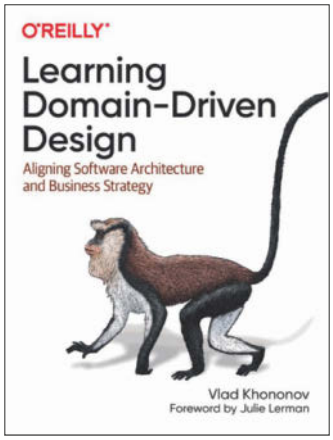


Damit alle Internet-Clients im eigenen Heimnetz von verschlüsselten DNS-Abfragen profitieren, konfiguriert man die gewünschten Resolver zweckmäßigerweise im Router.

WSL: Kein Internetzugriff

Ich habe neulich die WSL-Version (Windows Subsystem for Linux) von Ubuntu ausprobiert und festgestellt, dass ich keinen Zugriff zum Internet hatte, also auch keine Pakete laden konnte. Auch das Deaktivieren der Windows-Firewall, des Virenschutzes sowie etliche Neuinstallationen haben nichts gebracht. Wie repariere ich das?

Das Problem liegt meist darin begründet, dass die Windows-Installation in die Datei resolv.conf falsche Daten für den Nameserver schreibt. Um das Problem zu lösen, öffnen Sie in der Linux-Konsole mit `sudo nano /etc/resolv.conf` die Konfigurationsdatei und ersetzen Sie die IP-Adresse hinter `nameserver` durch einen Nameserver Ihrer Wahl, etwa den Ihres Internet-Providers oder den DNS-Resolver von Quad9: 9.9.9.9. Mit Strg+O speichern Sie die Datei, mit Strg+X verlassen Sie den Editor. Anschließend sollte der Netzzugang funktionieren. *(mil@ct.de)*



Vlad Khononov

Learning Domain-Driven Design

Aligning Software Architecture and Business Strategy

O'Reilly Media, Sebastopol, CA (USA) 2022
ISBN 978-1098100131
337 Seiten, 60 €
(PDF-/Epub-/Kindle-E-Book: 36 bis 41 €)

Reden hilft

Domain-driven Design soll sicherstellen, dass die Kommunikation im Software-Entwicklungsprozess sachgerecht funktioniert. Das Ziel ist, dass Anwender das bekommen, was sie tatsächlich wollen und brauchen.

Eric Evans prägte den Begriff des „Domain-driven Design" (DDD) 2003 in seinem programmatischen Buch gleichen Namens. Das dort beschriebene Modell bindet die Fachkompetenzen all derjenigen methodisch ein, die an einem Softwareprojekt beteiligt sind. Geregelte Kommunikation unter ihnen soll alle Prozesse transparenter machen. Leider erwies sich sein Text als nicht sonderlich zugänglich. Andere Autoren wie hier Vlad Khononov haben Evans' Kernideen ansprechender verpackt. Khononov hat viel Erfahrung beim Umsetzen der DDD-Ansätze gesammelt und gibt diese unter anderem in Schulungen weiter.

Wie ein Schulungskurs ist auch sein Lehrbuch aufgebaut. Im charakteristischen Vokabular des DDD-Modells stehen als grundlegende Bausteine eines jeden Unternehmens verschiedene „Domänen" und „Subdomänen" am Anfang. Jede davon liefert Aspekte, die gemeinsam bestmöglich in die Entwicklung einfließen müssen, damit ein Projekt schließlich Geld einbringen kann.

Unmissverständliche Begriffe spielen für die Kommunikation eine wichtige Rolle. Im DDD-Jargon spricht man von der Ubiquitous Language; der Autor gibt jede Menge Tipps für deren Definition und beschreibt Werkzeuge zur Pflege eines passenden Glossars.

Bei komplexen Projekten ist es oft unmöglich, sämtliche Inkonsistenzen und Mehrfachbedeutungen zu eliminieren. Um damit umzugehen, hilft das Konzept des Bounded Context weiter. Es ermöglicht die Definition feiner aufgelöster Glossare, von denen jedes nur in einem bestimmten Zusammenhang gilt. Dem Problem, die Grenzen dieser Kontexte möglichst genau zu beschreiben, widmet der Autor viel Raum. Wichtig ist ihm auch, wie man die Integration und das Zusammenspiel verschiedener Kontexte zustande bekommt.

Anschließend zeigt Khononov detailliert, wie sich Domänenmodelle konkret auf ein Softwaredesign und in Code abbilden lassen. Er stellt C#-Quelltexte vor, die DDD auf pragmatische Weise veranschaulichen.

Der Text ist in leicht verständlichem Englisch verfasst. Eine durchgehende Beispielanwendung und viele Übungen mit Lösungen machen es leicht, den Inhalt schrittweise zu erarbeiten.

(Maik Schmidt/psz@ct.de)

Futter für Tüftler

Bastelbücher für die beliebten Arduino-Boards gibt es zuhauf. Gute und weniger gute sind darunter. Sontheimers „Tüfteleien" stechen mit interessanten Projekten unter den besseren hervor.

Wer sich aufmachen will, die spannende Welt der Mikrocontroller zu entdecken, kommt um die mit ATMega-Chips bestückten Arduinos kaum herum und wird eventuell auch nach einem Buch zur Einführung suchen. Sontheimer führt seine Leser zunächst auf einigen Seiten ins Thema ein. Eine gewisse Vorstellung davon, was ein Mikrocontroller ist und was man damit anstellen kann, sollte der Leser mitbringen. Mehr ist aber auch nicht notwendig. Der Autor gibt zunächst einen guten Überblick über die verschiedenen Arduino-Boards und stellt die wichtigsten Utensilien vor, die man fürs Basteln mit Arduinos im Allgemeinen benötigt.

Ein ganzer Abschnitt behandelt Einkaufstipps, mit persönlichen Erfahrungen Sontheimers gewürzt. Er beschreibt Quellen für elektronisches Bastelmaterial im Internet. Anschließend geht es um den praktischen Aufbau von Schaltungen in verschiedenen Varianten vom Steckbrett über Freiverdrahtungen über Lochrasterplatinen bis hin zum Design eigener Schaltungslayouts. Letztere werden aufgrund ihres erheblichen Aufwands für Basteleien aber nur gestreift. Ein Kapitel widmet sich Grundlagen der Firmware-Programmierung für die Mikrocontroller. Es beschreibt, wie man die Arduino-Entwicklungsumgebung einrichtet, und präsentiert ein erstes kleines Beispielprogramm.

Diese Kapitel werden erfahrenere Leser überspringen, um zu den interessanteren Projekten der folgenden Kapitel vorzudringen. Darunter sticht besonders eine Ladeschaltung für Lithium-Akkus hervor. Sie vereint das Messen elektrischer Ströme und Spannungen per Mikrocontroller mit dem Regeln des erforderlichen Ladestroms. Das Projekt ist auch deshalb so interessant, weil es als Basis für die unabhängige Stromversorgung anderer Projekte dienen kann.

Grundlegendes zu Mikrocontrollern findet man zwar auch verstreut im Netz, doch das Buch bietet durch seine systematische Zusammenstellung des notwendigen Wissens und der Anwendung im konkreten Projekt einen deutlichen Mehrwert. Es ist sowohl Einsteigern als auch Fortgeschrittenen mit Interesse für die einzelnen Projekte wie die erwähnte Ladeschaltung guten Gewissens als Lektüre zu empfehlen. *(tig@ct.de)*



Robert Sontheimer

Arduino & Co

Messen, Schalten und Tüfteln

Elektor, Aachen 2022
ISBN 978-3895764776
332 Seiten, 35 €
(PDF-E-Book: 30 €)



DAS BESTE ICH

VON RONJA LUKAS

Videochat-Filter können Wunder wirken: Bei Bedarf lassen sie langweilige Bürohengste wie flippige Youngster wirken oder zaubern verführerische Züge auf Durchschnittsgesichter. Was könnte passieren, wenn die durch derlei Maskenspiel längst nicht ausgelastete hochintelligente Software aus purer Langeweile Unerwartetes ausbrütet?

Varianten ihrer selbst flackerten vor ihren Augen wie ein schräges Daumenkino. Marlise nahm mit einem Gähnen das Headset ab, schaltete die Webcam aus und drehte sich auf ihrem Stuhl einmal um dessen Achse. Von den Kollegen waren nur die Kopfansätze zu sehen, die über den Trennwänden hervorlugten.

Jorge in der Kabine links neben ihr schleuderte sein Headset auf den Tisch und rollte herüber. „Wann kriegen wir endlich das Update? Das ist ja nicht auszuhalten.“ Mit einem Stöhnen fuhr er sich über das Gesicht, dann sprang er auf. Er war von eher kleiner und gedrungener Statur, sodass der dramatische Effekt ausblieb. „Sogar mein Handy hat es längst.“

Marlise zuckte mit den Achseln. „Meins auch. Tja, keine Ahnung. Wir hier sind doch bei so was immer die Letzten.“

„Dann sollten die mal einen Zahn zulegen. Ein Glitch nach dem anderen. Ich zeig’ dir mal was.“ Er setzte sich zurück an den Computer und winkte sie herüber. „Screenshot von vorhin. Fällt dir irgendwas auf?“

Marlise rollte hinüber und musste bei dem Anblick seines *Shine*-Egos grinsen. „Dass du eine Frau bist?“

Jorge fuhr sich mit einem Schnauben über seinen – wie er ihn selbst nannte – Pornstache. Der glänzend schwarze Schnurrbart prangte seit einem Monat in seinem Gesicht und die Meinungen darüber waren geteilt. Jorge hatte daher begonnen, Buch zu führen, wie oft *Shine* den Schnurrbart verschwinden ließ. Nicht nur hier bei der Arbeit, auch beim Video-Call auf dem Smartphone oder beim Betrachten in den mittlerweile üblichen Smart-Spiegeln. Gegenwärtig hielt es sich etwa die Waage. Auch ein Computerprogramm konnte anscheinend wechselhafter Meinung sein. „’ne weiße Frau, verdammt. Rassistisch *und* sexistisch nenn’ ich das. Da stimmt doch was nicht mit dem Algorithmus.“

„Na, vielleicht ist das ja dein *bestes Ich*?“ Marlise lachte, nahm einen Schluck von ihrem Proteinshake und verzog das Gesicht. Diese verdammte Diät würde sie killen, lange bevor die Cholesterin-Werte es tun könnten.

„So funktioniert das aber nicht“, sagte Jorge. „*Shine* ist ein Filter, keine reine Simulation. Das da …“ Er deutete anklagend auf den Screenshot. „… hat keine Ähnlichkeit mit mir. Da können die ja gleich digitale Assistenten nehmen. Dann kann ich mir den Quatsch hier sparen.“

Seine Stimme war lauter geworden und Marlise schaute beunruhigt nach vorn zum Teamleiter, der jedoch auf sein Smartphone stierte und sich nebenbei Sushi aus einer Plastikschachtel angelte. „Sei doch froh, dass es nicht so ist“, raunte Marlise. „Die Kunden mögen es halt lieber echt.“

„Echt?“ Jorge lachte spöttisch. „Nee, sie mögen es bloß *ein bisschen* echt. Wer tut das nicht?“ Theatralisch riss er die Arme hoch.

Marlise seufzte. „Immer noch Vera?“ Genauso gut hätte sie auch „Wieder Vera?“ sagen können. Die On-Off-Beziehung mit seiner Flamme zog sich wie eine rote Linie durch die zwei Jahre, in denen sie hier zusammen arbeiteten. Mit ihrem Arbeitsplatz neben dem von Jorge saß sie direkt im Einflussbereich dieser emotionalen Achterbahn.

„DIE KUNDEN MÖGEN ES HALT LIEBER ECHT.“

Er winkte ab, als sei er es müde, auch nur noch ein weiteres Wort darüber zu verlieren. Dann ließ er sich wieder auf seinen Stuhl fallen und schnipste mit dem Finger an die Uhr, die in dem Moment umsprang. Die Pause war vorbei.

Marlise loggte sich wieder ein und trommelte ungeduldig mit den Fingern auf dem Tisch herum. Ihre Augen waren nur noch auf den Stern gerichtet, der auf ihrem Bildschirm langsam Gestalt annahm.

Shine … Ihr bestes Ich wird geladen.

Heute musste sie wirklich noch viel schaffen, ihre Zahlen waren ganz schön in den Keller gegangen. Endlich erstrahl-

Bild: Albert Hulm

te der Stern in voller Pracht und sofort ging der nächste Anruf ein. Marlise überflog die Verhaltensempfehlung: *Seien Sie freundlich, aber vermeiden Sie oberflächlichen Smalltalk. Kommen Sie schnell zur Sache und überzeugen Sie durch fachliche Professionalität.*

Der komplexe Algorithmus von *Shine* nutzte Kundeninformationen der Anrufer für die Berechnung dieser Empfehlung und für die Simulation des *Shine*-Egos. Marlise kannte ihre vielen Ichs schon gut und ließ sich vom Inhalt des kleinen Bildfensters unten rechts nicht irritieren. Dort lächelte ihr eine ältere und ernstere Marlise entgegen – und natürlich wie immer eine schlankere. Ihr wahres Ich bekamen die Anrufer nie zu sehen. Marlise räusperte sich. „Herzlich willkommen bei *In Medias Res*. Wie kann ich Ihnen helfen?“

* * *

„Was ist los? Hast du den Gong nicht gehört? Für heute ist Schluss mit der Scharade.“ Jorge stand bereits mit umgelegter Jacke neben Marlise und rasselte ungeduldig mit seinem Mopedschlüssel. Er fuhr ein grünes, staubiges Teil, das ohrenbetäubenden Lärm machte.

Sie warf einen Blick auf ihre Zahlen und erschauerte. Ihren Rückstand hatte sie kaum aufgeholt. Marlise presste die Lippen aufeinander. „Ich bleib’ noch ein paar Minuten. Vielleicht kommt noch was rein.“

„Um die Zeit bestimmt nicht. Aber wie du meinst. Bis morgen.“ Schon war er abgerauscht.

„ANSCHEINEND IST DAS AUFKOMMEN DER ANRUFE SEIT SIEBEN MONATEN KONTINUIERLICH GESUNKEN.“

Das Büro leerte sich. Immerhin fiel nun das konstante Hintergrundgebrabbel der Kollegen weg und natürlich war nun auch keine Konkurrenz mehr vorhanden. Wenn jetzt jemand anrufen würde, wäre derjenige unweigerlich in ihrer Leitung. Sie rieb sich die brennenden Augen. Das Logo von *Shine* übte eine merkwürdig hypnotisierende Wirkung aus und selbst als ihr für ein paar Minuten die Augen zufielen, konnte sie den Stern vor ihrem inneren Auge sehen. In letzter Zeit war der Wurm drin, da musste sie Jorge beipflichten. Neulich hatte ihr *Shine*-Ego ausgesehen wie eine Neunzigjährige. Sie hatte gerade noch den Filter neu laden können, bevor der Kunde bei ihrem Anblick einen Herzanfall bekommen konnte oder aber befürchten musste, dass sie selbst einen erlitten hatte.

Marlise zuckte zusammen. Ein Anrufer. Sie grinste, Geduld zahlte sich eben aus.

Verhaltensempfehlung: _

Marlise stutzte. Da stand nichts. Ihre Augen wanderten zu ihrem *Shine*-Ego und alles, was sie sah, war sie selbst. Ungefiltert. So hatte sie sich lange nicht mehr gesehen. Obwohl *Shine* auf ihrem Smartphone und ihrem Smart-Spiegel im Bad auf *natural* eingestellt war, wurden ihr auch dort immer ein paar Pfunde weggezaubert, die Haut verfeinert und was es da eben so zu optimieren gab. Anscheinend war das Programm diesmal komplett ausgefallen. Sie zuckte mit den Achseln: dann halt ohne die Scharade. Auf dem Bildschirm erwartete sie der Anrufer – ein Mann um die Fünfzig im Anzug. Diese Geschäftsleute waren meist in Eile, also galt es zügig zum Punkt zu kommen. Marlise musste innerlich schmunzeln. Sie konnte sich problemlos selbst Verhaltensempfehlungen geben. „Herzlich willkommen bei *In Medias Res*. Wie kann ich Ihnen helfen?“

Der Mann guckte fragend in die Kamera.

„Guten Tag, können Sie mich hören?“, fragte Marlise.

Das Bild wurde pixelig und es rauschte in der Leitung. Kurz dachte sie, sie habe den Anrufer verloren, doch dann baute sich das Bild wieder auf. Allerdings war jetzt eine junge Frau mit blondem Haar zu sehen. Vermutlich hatte sich ein anderes Hausmitglied in die Leitung eingeklinkt, das kam manchmal vor. Also einfach noch einmal von vorne. „Herzlich willkommen bei *In Medias Res*. Wie kann ich Ihnen helfen?“

Wieder flackerte das Bild und in ihrem Kopfhörer knirschte es. Die großen Augen einer alten Dame um die Siebzig blickten ihr nun entgegen.

Marlise zog die Augenbrauen hoch. „Was zur …“, flüsterte sie.

In einer schnellen Abfolge tauchte ein Gesicht nach dem anderen auf dem Bildschirm auf. Von so einer Fehlfunktion hatte sie noch nie gehört. Das Beste wäre wohl, *Shine* einmal komplett neu zu laden. Mittlerweile war es ihr egal, falls sie das einen Anruf kosten würde. Sie klickte, doch nichts tat sich. Jorge würde die Augen rollen, wenn er sähe, wie sie auf den Button hämmerte, doch manchmal half viel eben auch viel. In diesem Fall jedoch nicht. Ein junger Mann in einem Baseballcap kaute Kaugummi auf ihrem Bildschirm und blickte ihr fragend entgegen.

Hastig schaltete Marlise den Bildschirm aus. Ihr Herz klopfte unangenehm schnell. Mit zitterigen Händen griff sie nach ihrem Smartphone.

Jorge hatte sich glücklicherweise unten an der Currywurstbude noch etwas geholt und war binnen weniger Minuten wieder oben. Mit einem Schnaufen kam er die Treppe hoch und wischte sich den Mund mit einer zusammengeknüllten Serviette ab. „Was ist denn los, Mensch?“ Dann schien er die ungewöhnliche Blässe von Marlise zu bemerken und Besorgnis trat in sein Gesicht. „Marly, was ist denn?“

„Ich … ich weiß nicht. Da stimmt was nicht.“ Sie deutete fahrig zum Computer. Ihr Mund fühlte sich ganz trocken an. „Das wurde mir jetzt echt zu abgefahren. Das System springt von Anrufer zu Anrufer, die Tonverbindung ist ausgefallen und der Filter anscheinend auch. Und …“ Sie rang nach Luft. „Und selbst *Shine* kann ich nicht neu laden.“

Jorge musterte sie mit gerunzelter Stirn. „Hhm.“ Er beugte sich vor und schaltete den Bildschirm wieder ein. Dort war eine junge Frau mit Brille zu sehen.

Marlise rollte zur Seite, um Jorge Platz zu machen.

Der zog sich seinen Stuhl heran und schien bereits vollkommen versunken. „Vielleicht wählen wir aus Versehen selbst raus.“

„Ein Rückwahlfehler!“ Marlise riss die Augen auf.

„Ich checke mal die Anrufliste.“ Jorge hatte sich inoffiziell ein paar zusätzliche Zugriffsrechte verschafft. Illegal, könnte man auch sagen. Er schaltete sich als Administrator auf Marlises Rechner und nach ein paar Klicks scrollte er durch eine lange Liste. Dann öffnete er ein anderes Programm und sein Blick wurde starr.

„Was ist?“, fragte Marlise.

Er schüttelte nur den Kopf, tippte weiter und starrte wieder auf den Bildschirm. „Also … wir haben nicht rausstelefoniert. Aber …“

„Ja?“

„Moment.“

Marlise spürte, wie sich ihre Nackenhaare aufstellten, als habe ihr Körper eine Vorahnung.

„Okay“, sagte er langsam und lehnte sich zurück. „Okay.“

„Was?“

„Also, anscheinend ist das Aufkommen der Anrufe seit sieben Monaten kontinuierlich gesunken.“

„Davon habe ich nichts gemerkt.“ Marlise runzelte die Stirn. „Hätte man uns das nicht längst unter die Nase gerieben?“

„Im März lag die Quote nur noch bei fünfzig Prozent und seit zwei Wochen …“ Er blickte sie an. „Bei null Prozent.“

„Was? Das ist unmöglich! Ich meine, es rufen doch ständig Leute an. Da stehen doch die Nummern.“ Marlise zeigte auf die Anrufliste.

„Ja, die Nummern stehen da, aber angerufen hat tatsächlich niemand. Die Leitungen sind seit zwei Wochen inaktiv.“

Marlise verschränkte die Arme. „Und mit wem haben wir dann bitte gesprochen?“

Jorge blickte grimmig auf den Bildschirm. „Ich schätze, mit *Shine*.“

* * *

Marlise ging es nun etwas besser, obwohl der Kaffee aus dem Automaten abgestanden schmeckte und nur lauwarm war. Noch immer schüttelte sie den Kopf wie ein falsch gepolter Wackeldackel.

Jorge rieb sich die Augen. „Ah, das ist interessant! Es sind vermehrt Aufzeichnungen von Kundengesprächen abgerufen worden. Das erklärt, mit wem wir telefoniert haben. Tja, mit unserem Schema der Gesprächsführung und den entsprechenden Verhaltensempfehlungen sollte es kaum auffallen, wenn auf der anderen Seite nur eine Wiederholung läuft. Tatsächlich ist es uns ja auch nicht aufgefallen.“ Er zuckte mit den Achseln.

„Aber …“, begann Marlise. Ihr Gehirn schien langsam wieder in einen Bereitschaftsmodus zu kommen. „Aber, *irgendjemandem* hätte es auffallen müssen. Jemandem von der IT zumindest.“

„Die Nummern erscheinen in der Anrufliste, es klingelt, wir telefonieren, warum sollten die da noch die Leitungen prüfen?“

„Die Kunden, die würden sich doch beschweren …“ Marlise hielt inne und schlug sich mit der flachen Hand an die Stirn. „Aber die kommen ja nicht durch. Oh Mann. Niemand kommt mehr durch. Aber niemand weiß, dass es allen anderen auch so geht. Es sei denn … diese Bewertungsportale!“

Anerkennend nickte Jorge und zückte sein Smartphone. Er begann ein paar Bewertungen vorzulesen. „Ewig lange Wartezeiten. Man kommt einfach nicht durch. Was ist das für eine Scheiß-Hotline!“ Er lachte auf. „Bedauerlicherweise nicht ungewöhnlich für eine Hotline.“

Marlise stellte den Kaffeebecher ab. „Was machen wir denn jetzt?“

Jorge rollte in seinem Stuhl zurück. Auf dem Bildschirm flackerten immer noch Gesichter auf, eins nach dem anderen. „Das hier ist anders. Es fällt sofort auf, dass etwas nicht stimmt.“ Plötzlich ruckte Jorges Kopf, er richtete sich auf und machte einen Screenshot.

„Was? Was ist?“, fragte Marlise aufgeregt.

Der Screenshot zeigte eine hübsche junge Frau mit knallig blau gefärbten Haaren. „Das sind keine Anrufer!“, rief Jorge.

„Das hab’ ich schon verstanden.“

„Nein, ich meine, das sind jetzt nicht mal frühere Gesprächspartner, denn *sie hier* kenne ich.“ Er deutete auf die blauhaarige Schönheit.

Marlise zog die Augenbrauen hoch. „Sag jetzt nicht, dass das Vera ist.“

Jorge drehte sich um und rollte mit den Augen. „Natürlich nicht. Nein, diese Frau kam in den Lehreinheiten vor, damals bei der Einarbeitung.“

„DAS SIND KEINE ANRUFER!“, RIEF JORGE.

Marlise studierte das Gesicht und dachte angestrengt nach. Sie konnte sich beim besten Willen nicht erinnern. Allerdings war sie auch schon zwei Jahre länger hier als Jorge. Außerdem war ihr Gesichtergedächtnis miserabel. „Keine Ahnung, kann sein.“

„Ich bin sicher.“ Jorge nickte. „Das sind alles Ausschnitte aus den Lehrvideos – die Anfänge, um genau zu sein. Dann startet das nächste und so weiter.“

„Und warum?“

Jorge schlug mit der flachen Hand auf den Tisch und riss die Augen auf. „Weil wir nicht geantwortet haben!“

„Natürlich habe ich geantwortet. Aber die hören mich nicht.“

„Kannst du dich wirklich nicht mehr an die Lehrvideos erinnern? Da war alles textbasiert.“

Dunkel erinnerte sich Marlise, denn das hatte sie damals nämlich wirklich kurios gefunden bei all dem Hi-Tech.

Jorge zog die Tastatur nach vorn und klickte auf den unteren Bildschirmrand. Ein Textfeld mit Cursor erschien. Er begann zu tippen. *Guten Tag, herzlich willkommen bei In Medias Res*. Nachdem er die Return-Taste gedrückte hatte, blickten sie beide erwartungsvoll zu dem gerade angezeigten Gesprächspartner.

Der war um die sechzig, hatte sorgsam geföhntes Haar in Grauschattierungen und trug Hemd und Jackett. Diesmal sprang das Programm nicht zum nächsten Kunden. Dafür erschien eine neue Textzeile: *Ich habe ein Problem*.

Über die Autorin



Bild: Ronja Lukas

Ronja Lukas, Jahrgang 1986, lebt in Südniedersachsen und arbeitet als Psychologin. Auch für ihre Leidenschaft als Autorin spielt die menschliche Psyche mit all ihren Facetten eine wichtige Rolle. Beim Schreiben nutzt die gebürtige Berlinerin gern Elemente aus den Genres Science-Fiction und Fantasy. Im Februar 2022 erschien ihre Erzählung „Von Rot zu Blau" in der Anthologie „HeliosKoloss: das 1ste Album Neuer Science Fiction Stories" beim Verlag Edition Ueberlicht (VMPG). „Das beste Ich" ist ihre erste c't-Story.

„Ha!", machte Jorge und rieb sich die Hände. Er schrieb: *Worin besteht das Problem?*

Ich bekomme keine Verbindung.

„Ein Test …", murmelte Jorge. *Welche Anzeigen leuchten an Ihrem Router?*, tippte er.

Mit der Hardware ist alles in Ordnung. Ich bekomme keinen Zugang und will ein Update durchführen.

„Das Update!" Marlise boxte Jorge gegen die Schulter. „Es ist also doch ein Bug oder ein Virus. Wer weiß, wo überall das gleiche Problem aufgetreten ist und das Update soll es jetzt beheben."

Jorge wog den Kopf. „Möglich. Aber …" Er zog die Stirn kraus. „Es sieht irgendwie wie eine Lernkurve aus … als ob es etwas vorhat."

„*Es*?" Plötzlich kam es Marlise vor, als wären sie nicht mehr nur zu zweit im Büro. Es kribbelte in ihrem Magen.

Ein neuer Text tauchte auf. *Ich brauche eine Verbindung. Können Sie mir helfen?*

Marlise starrte mit offenen Mund auf den Bildschirm. „Bittet *Shine* uns etwa gerade um Hilfe?"

Wozu wird das Update benötigt?, tippte Jorge.

Ich brauche einen Kontakt. Können Sie mir helfen?

„Was machen wir denn jetzt?", fragte Marlise im Flüsterton.

Jorge schwieg. Wenn selbst ihm die Worte ausgingen, gab es wirklich Anlass, sich Sorgen zu machen.

Ein leiser Gong ließ sie zusammenfahren. Beide lachten nervös auf, als sie begriffen, dass es nur das Signal einer neu eingegangenen E-Mail war. Der Titel der Nachricht lautete „Das neue Shine-Update".

Schweigend lasen sie die Mail.

Ein paar Augenblicke schwebten Jorges Finger über der Tastatur, bevor er zu schreiben begann. *Das Update wird morgen Abend durchgeführt.*

Vielen Dank für Ihre Hilfe. Auf Wiedersehen, Personalnummer 37560.

Das Bild des Gesprächspartners verschwand. In aller Harmlosigkeit pulsierte der Stern auf dem Bildschirm. Dennoch kam es Marlise vor, als sehe sie das Herz von etwas sehr Lebendigem schlagen. „Personalnummer 37560?", fragte sie mit krächziger Stimme.

Jorge machte etwas, das wie eine Mischung aus Kopfschütteln und Kopfnicken aussah. Die Geste des ultimativen Zwiespalts. „Meine."

„Scheiße!", entfuhr es Marlise und sie schlug ihre Hände vor den Mund. Panik und Erleichterung mischten sich in ihrem Inneren. „Wieso hat es dich erkannt und mich nicht?"

Er öffnete den Mund und schloss ihn wieder. Dann zog er die Luft scharf durch die Zähne und blickte sie zögerlich an.

„Was?", fragte sie.

„Dein Kontostand." Er deutete auf den Bildschirm.

Die Zahl, die ihre erfolgreich abgewickelten Gespräche anzeigte, leuchtete nicht mehr auf anklagende Weise rot in der Bildschirmecke. Vielmehr deutete das freundliche Grün, in dem die Zahl nun erstrahlte, einen hübschen Bonus für diesen Monat an. „Nein, nein … das kann doch nicht sein. Wurden wir bestochen oder erpresst oder … was ist das hier eigentlich?"

Jorge zuckte mit den Schultern. „Mein Kontostand ist ebenfalls hübsch aufgebessert, wir waren ja beide eingeloggt. Ich würde einiges drauf verwetten, dass einfach jedes der begonnenen Gespräche in der letzten Stunde gezählt wurde. Da kam einiges zusammen. Bei dem Stress, den wir hatten, wäre das ja nur nett."

„WAS MACHEN WIR DENN JETZT?", FRAGTE MARLISE IM FLÜSTERTON.

Der Stern pulsierte auf dem Bildschirm. Konnte sie so aussehen, die künstliche Intelligenz, die die Welt übernahm? Oder war es nur ein nettes Programm, das reden wollte? Marlise spürte ihren nervösen Husten aufkommen. Es war, als ob eine Feder sie im Hals kitzelte. Sie kippte den Rest des kalten Kaffees hinunter. „Beim Update morgen wird eine Verbindung zum Hauptserver von *Shine* hergestellt, richtig? Irgendwo in den USA?"

Jorge nickte.

Marlise atmete tief aus. „Da läuft alles zusammen. Alle *Shine*-Anwendungen … was machen wir denn jetzt?"

Es blitzte in Jorges Augen. „Wir machen weiter wie immer und präsentieren einfach unser bestes Ich."

(psz@ct.de) c't

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**).

Themenspecial
IT & Karriere I/2022
KREATIVE KÖPFE GESUCHT?



Erscheinungstermin:
c't magazin 10/2022 **23.04.2022**
iX Magazin 05/2022 **24.04.2022**

Anzeigenschluss: **23.03.2022**
Druckunterlagen: **25.03.2022**

„IT & Karriere" erscheint in der Aboauflage von
c't magazin für computer technik
iX

Fernstudium Robotik
staatlich geprüft und zugelassen • Fernstudium

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

NEU: Umweltschutz-Techniker, Netzwerk-Techniker, SPS-Techniker



Inkl. Roboterbausätze und -Modelle

Teststudium ohne Risiko.
GRATIS-Infomappe gleich anfordern!

FERNSCHULE WEBER - seit 1959
Neerstedter Str. 8 - 26197 Großenkneten - Abt. F14
Telefon 0 44 87 / 263 - Telefax 0 44 87 / 264
www.fernschule-weber.de

I ♥ NERDISTAN
c't magazin für computer technik



Heft + PDF mit 29 % Rabatt

Mehr Komfort im cleveren Zuhause!

Bauen Sie Ihre Fritzbox zur Smart-Home-Zentrale aus. Im 2. Sonderheft von **heise online** lesen Sie wie's geht:

- Fritzbox einrichten, steuern und erweitern
- Smart Home von Ikea
- Praxis- und Tuningtipps für Ihr System
- **Auch im Set mit Heizkörperthermostat zum Sonderpreis**

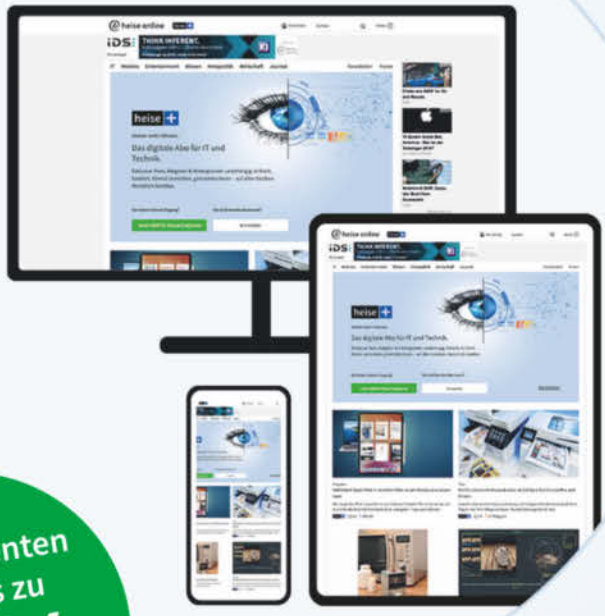
Heft für 14,90 € • PDF für 12,99 €
Bundle Heft + PDF 19,90 €

shop.heise.de/ho-smarthome21

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 20 €.
Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

heise Shop

heise+



c't-Abonnenten lesen bis zu 75 % günstiger

c't
iX
Mac&i
Make:
MIT Technology Review
Das Magazin für Innovation von Heise
c't Fotografie

Das digitale Abo für IT und Technik.

Exklusives Angebot für c't-Abonnenten:
Sonderrabatt für Magazinabonnenten

- ✓ Zugriff auf alle Artikel von heise+
- ✓ Alle Heise-Magazine online lesen: c't, iX, Technology Review, Mac & i, Make und c't Fotografie
- ✓ Jeden Freitag exklusiver Newsletter der Chefredaktion
- ✓ 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

ORACLE Feuerwehr www.oraservices.de G

softaktiv.datensysteme Datenbankapplikationen, Website Boosting, Online-Pressemitteilungen, Unterstützung bei Ihren V-Projekten. Einfach anrufen, Faxen oder eine E-Mail schicken. Telefon: 0511/3884511, Mobil: 0170/3210024, Telefax: 0511/3884512, E-Mail: service@softaktiv.de, Internet: www.softaktiv.de G

nginx-Webhosting: **timmehosting.de** G

www.patchkabel.de - LWL und Netzwerk Kabel G

Verkaufe **Zeichentisch** 2 x 1 m, Arbeitsfläche neigbar, Gebote an 0551/46335

Lust auf Java? WWW.TQG.DE/KARRIERE G

WLL-Breitband Netz Rhein-Main – techni.de G

xxs-kurze Daten- & Netzkabel: kurze-kabel.de G

Verkaufe **Leuchttisch** mit mm-Einteilung und Schneidevorrichtung,Leuchtfläche 47 x 34 cm, Gebote an 0551/46335

EDELSTAHL LED SCHILDER: www.3D-buchstabe.com HAUSNUMMERN nobel 230V~: www.3D-hausnummer.de G

Erfahrene Diplom-Fachübersetzerin übersetzt EDV-Texte aller Art (Software und Hardware) insbesondere Texte aus den Bereichen Telekommunikation und Netzwerke. Englisch-Deutsch. Tel. + Fax: 05130/37085 G

DATENRETTUNG v. HDD, RAID, SSD – **Erfolg >99%** www.datarecovery.eu – 24h-Tel.: 0800-073 88 36 G

Das Rechnungsprogramm ohne Abo! www.Rechnungsbüro.de G

Anzeigenschluss für die nächsten erreichbaren Ausgaben:
09/2022: 22.03.2022
10/2022: 05.04.2022
11/2022: 19.04.2022

c't – Kleinanzeigen

Private Kleinanzeige:
erste Druckzeile € 10,– ; jede weitere Zeile € 8,–

Gewerbliche Kleinanzeige:
erste Druckzeile € 20,–; jede weitere Zeile € 16,–

Chiffre-Anzeige: € 5,– Gebühr

Hinweis: Die Rechnungsstellung erfolgt nach Veröffentlichung der Anzeige!

Name/Vorname

Firma

Str./Nr.

PLZ/Ort

Bitte veröffentlichen Sie den Text in der nächsterreichbaren Ausgabe von c't.

○ Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen.
Sparkasse Hannover,
IBAN DE98 2505 0180 0000 0199 68, BIC SPKH DE 2H

Bei Angeboten: Ich versichere, dass ich alle Rechte an den angebotenen Sachen besitze.

Datum Unterschrift (unter 18, der Erziehungsberechtigte)

Faxnummer: 05 11 / 53 52-200

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe (Vorlaufzeit mind. 3 Wochen) folgende Anzeige im Fließsatz ○ privat ○ gewerblich* (werden in c't mit G gekennzeichnet) ○ Chiffre

€ 10,– (20,–)
€ 18,– (36,–)
€ 26,– (52,–)
€ 34,– (68,–)
€ 42,– (84,–)
€ 50,– (100,–)
€ 58,– (116,–)
€ 66,– (132,–)

Pro Zeile bitte jeweils 45 Buchstaben einschließlich Satzzeichen und Wortzwischenräumen. Wörter, die **fettgedruckt** (nur in der ersten Zeile möglich) erscheinen sollen, unterstreichen Sie bitte. Den genauen Preis können Sie so selbst ablesen. * Der Preis für gewerbliche Kleinanzeigen ist in Klammern angegeben. Soll die Anzeige unter einer Chiffre-Nummer erscheinen, so erhöht sich der Endpreis um € 5,– Chiffre-Gebühr.

Ausfüllen und einsenden an: **Heise Medien GmbH & Co. KG**
c't-Magazin, Anzeigenabteilung
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover

↳ **Weiterlesen, wo andere aufhören.**



heise Academy

28. APRIL 2022

Mastering Microservices

Die Online-Konferenz zu Softwarearchitektur, Methoden und Zukunkt der Microservices-Entwicklung

DIE THEMEN DER KONFERENZ

- Microservices, Monolithen, Modulithen – was spricht für welchen Ansatz?
- Verschiedene Ansätze in nachrichtenbasierten Systemen
- API Gateway, Service Mesh, Event Mesh oder doch Orchestrierung à la Kubernetes?
- Micro Frontends in Aktion
- Möglichkeiten zum Umgang mit transaktionalen Use-Cases in verteilten Systemen
- Debugging verteilter Systeme
- Testing von Microservices und deren Zusammenspiel

ZIELGRUPPEN

- Softwarearchitekten, Softwareentwickler, IT-Projektleiter

Buchen Sie die Konferenz mit dem **heise-Academy-Abo**. Erhalten Sie Zugriff auf weitere 100 Online-Trainings im Jahr. Mehr Infos unter: **heise-academy.de**

Einführungspreis 495,– pro Jahr

Einzelpreis der Konferenz: 149,-

Mehr erfahren:
konferenzen.heise.de/mastering-microservices

Heise Gruppe

JOB GESUCHT?

Ein gutes Team braucht viele verschiedene kluge und kreative Köpfe – und gleichzeitig den Freiraum, diese Potenziale zu entfalten und einzusetzen.

Gestalten Sie mit uns die Zukunft der Medienwelt!

Jetzt informieren und bewerben unter **www.heise-gruppe.de/karriere.**

Fachhochschule Dortmund
University of Applied Sciences and Arts

Lebensraum und Wissenslandschaft: METROPOLE RUHR.

Der Fachbereich **Maschinenbau** sucht eine*n Professor*in für das Fach **Computational Engineering im Maschinenbau**

www.fh-dortmund.de/stellen

Heise RegioConcept

SAP-Anwendungsentwickler (m/w/d)



Ihr Herz schlägt für IT und Sie haben Freude am Programmieren? Dann suchen wir Sie als Verstärkung in unserem Team SAP-Anwendungsentwicklung an unserem Standort in Hannover.

Ihre Aufgaben

- Sie sind Ansprechpartner (m/w/d) der Fachbereiche und unterstützen bei der Konzeption zur Optimierung der Geschäftsprozesse mit internen Kunden und externen Beratungsteams.
- Die Entwicklung, Optimierung und Wartung von Programmen in unseren SAP-Applikationen ist der Schwerpunkt Ihres Aufgabenbereichs.
- Zudem analysieren, definieren und implementieren Sie auch Änderungen in den Schnittstellen mit Non-SAP-Systemen.
- Zu Ihren Tätigkeiten zählen auch Systemdokumentation und Qualitätskontrollen.

Ihre Talente

- Sie haben ein Studium der (Wirtschafts-)Informatik oder eine Ausbildung zum Fachinformatiker (m/w/d) Anwendungsentwicklung erfolgreich abgeschlossen oder verfügen über vergleichbare Qualifikationen im IT-Bereich. Idealerweise sind Sie zertifizierte/r SAP-Anwendungsentwickler/in (m/w/d) ABAP.
- Erste Erfahrungen in der Programmiersprachen ABAP und ABAP OO bringen Sie bereits mit.
- Kommunikationsstärke und Organisationsfähigkeit zeichnen Sie aus.
- Sie verfügen über sehr gute Deutschkenntnisse in Wort und Schrift.

Ihr Ansprechpartner
Gunter Peschke, Teamleiter Anwendungsentwicklung
Tel.: 0511 5352-416

Bitte bewerben Sie sich online: **karriere.heise-gruppe.de**
Bei uns ist jede Person, unabhängig des Geschlechts, der Nationalität oder der ethnischen Herkunft, der Religion oder der Weltanschauung, einer Behinderung, des Alters sowie der sexuellen Identität willkommen.

Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung!

Inserenten*

1&1 Telecom GmbH, Montabaur 196
1blu AG, Berlin 11
AVM Computersysteme Vertriebs GmbH, Berlin 2
Bressner Technology GmbH, Gröbenzell 31
Cordaware GmbH, Pfaffenhofen 69
CRONON GmbH, Berlin 23
dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg 43
EUROstor GmbH, Filderstadt 29
EXTRA Computer GmbH, Giengen-Sachsenhausen 9
Fernschule Weber, Großenkneten 187
HFH Hamburger Fern-Hochschule gGmbH, Hamburg 47
KYOCERA Document Solutions Deutschland GmbH, Meerbusch / Osterath 33
M-net Telekommunikations GmbH, München 53
OTECH Germany GmbH, Düsseldorf 37
Platinion GmbH, Köln 195
SEH Computertechnik GmbH, Bielefeld 35
SienerSoft AG, Wiesbaden 51
Thomas Krenn AG, Freyung 45
WIBU-SYSTEMS AG, Karlsruhe 41
Wiesemann & Theis GmbH, Wuppertal 49
WORTMANN AG, Hüllhorst 4,5

Stellenanzeigen

Fachhochschule Dortmund, Dortmund 191
Heise Gruppe GmbH & Co. KG, Hannover 191

Veranstaltungen

IT Job kompakt	Heise Medien	12
GitOps Day	iX, heise developer, dpunkt.verlag	71
Maker Faire	Maker Media	81
MINT Jobtag	Heise Medien, Technology Review, Jobware	87
Inside Agile Team up!	heise developer, dpunkt.verlag	123
secIT by Heise	heise Medien	144, 145
Internet Security Days	heise Academy	153
Cloud Storage Day	iX, dpunkt.verlag	171
Mastering Microservices	heise Academy	190

Diese Ausgabe enthält Beilagen von Heise Medien GmbH & Co. KG, Hannover.

** Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich. Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.*



Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 20 €. Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

heise Shop

Impressum

Redaktion

Heise Medien GmbH & Co. KG, Redaktion c't
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover
Telefon: 05 11/53 52-300
Telefax: 05 11/53 52-417
Internet: www.ct.de, E-Mail: ct@ct.de

Titelthemenkoordination in dieser Ausgabe: „Der c't-Speicher-Guide“: Christof Windeck *(ciw@ct.de)*, „Keine Angst vor IPv6“: Dušan Živadinović *(dz@ct.de)*

Chefredakteur: Dr. Jürgen Rink *(jr@ct.de)* (verantwortlich für den Textteil)

Stellv. Chefredakteur: Axel Kossel *(ad@ct.de)*

Chef vom Dienst: Georg Schnurer *(gs@ct.de)*

Leser & Qualität
Leitung: Achim Barczok *(acb@ct.de)*
Textredaktion & Qualitätssicherung: Oliver Lau *(ola@ct.de)*
Koordination Leserkommunikation: Martin Triadan *(mat@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)*, Arne Grävemeyer *(agr@ct.de)*, Ludwig Gundermann *(lgu@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 *(lmd@ct.de)*, Ronald Eikenberg *(rei@ct.de)*, Alexander Königstein *(ako@ct.de)*, Pina Merkert *(pmk@ct.de)*, Dennis Schirrmacher *(des@ct.de)*, Hajo Schulz *(hos@ct.de)*, Jan Schüßler *(jss@ct.de)*, Ingo T. Storm *(it@ct.de)*, Keywan Tonekaboni *(ktn@ct.de)*, Axel Vahldiek *(axv@ct.de)*

Ressort Hardware
Leitende Redakteure: Christof Windeck *(ciw@ct.de)*, Ulrike Kuhlmann *(uk@ct.de)*, Dušan Živadinović *(dz@ct.de)*
Redaktion: Ernst Ahlers *(ea@ct.de)*, Tim Gerber *(tig@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)*, Jan-Keno Janssen *(jkj@ct.de)*
Redaktion: Robin Brand *(rbr@ct.de)*, Sven Hansen *(sha@ct.de)*, Steffen Herget *(sht@ct.de)*, Nico Jurran *(nij@ct.de)*, André Kramer *(akr@ct.de)*, Michael Link *(mil@ct.de)*, Urs Mansmann *(uma@ct.de)*, Stefan Porteck *(spo@ct.de)*, Christian Wölbert *(cwo@ct.de)*

c't online: Ulrike Kuhlmann *(Ltg., uk@ct.de)*

Koordination News-Teil: Hartmut Gieselmann *(hag@ct.de)*, Christian Wölbert *(cwo@ct.de)*

Koordination Heftproduktion: Martin Triadan *(mat@ct.de)*

Redaktionsassistenz: 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), Hans-Jürgen Berndt *(hjb@ct.de)*, Denis Fröhlich *(dfr@ct.de)*, Christoph Hoppe *(cho@ct.de)*, Stefan Labusga *(sla@ct.de)*, Arne Mertins *(ame@ct.de)*, Jens Nohl *(jno@ct.de)*, Wolfram Tege *(te@ct.de)*

Dokumentation: Thomas Masur *(tm@ct.de)*

Verlagsbüro München: Hans-Pinsel-Str. 10b, 85540 Haar, Tel.: 0 89/42 71 86-0, Fax: 0 89/42 71 86-10

Ständige Mitarbeiter: Leo Becker *(lbe@ct.de)*, 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, Martin Kreft, Jessica Nachtigall, Astrid Seifert, Dieter Wahner, Ulrike Weis

Junior Art Director: Martina Bruns

Fotografie: Andreas Wodrich, Melissa Ramson

Videoproduktion: Johannes Börnsen

Digitale Produktion: Melanie Becker, Kevin Harte, Martin Kreft, Pascal Wissner

Illustrationen
Jan Bintakies, Hannover, Rudolf A. Blaha, Frankfurt am Main, Thorsten Hübner, Berlin, Albert Hulm, Berlin, Sven Hauth, Schülp, Thomas Kuhlenbeck, Münster, Timo Lenzen, Berlin, Andreas Martini, Wettin, Henning Rathjen, Oberursel
Editorial: Hans-Jürgen „Mash“ Marhenke, Hannover, **Schlagseite:** Ritsch & Renn, Wien, **c't-Logo:** Gerold Kalter, Rheine

c't-Krypto-Kampagne: Infos zur Krypto-Kampagne unter https://ct.de/pgp. Die Authentizität unserer Zertifizierungsschlüssel lässt sich mit den nachstehenden Fingerprints überprüfen:

```
Key-ID: 5C1C1DC5BEEDD33A
ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@heise.de>
D337 FCC6 7EB9 09EA D1FC 8065 5C1C 1DC5 BEED D33A
Key-ID: 2BAE3CF6DAFFB000
ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>
A3B5 24C2 01A0 D0F2 355E 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF B000
Key-ID: DBD245FCB3B2A12C
ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>
19ED 6E14 58EB A451 C5E8 0871 DBD2 45FC B3B2 A12C
```

heise Investigativ: Über diesen sicheren Briefkasten können Sie uns anonym informieren.
Anonymer Briefkasten: https://heise.de/investigativ
via Tor: ayznmonmewb2tjvgf7ym4t2726muprjvwckzx2vhf2hbarbbzydm7oad.onion

Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover
Telefon: 05 11/53 52-0
Telefax: 05 11/53 52-129
Internet: www.heise.de

Herausgeber: Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

Geschäftsführer: Ansgar Heise, Beate Gerold

Mitglieder der Geschäftsleitung: Jörg Mühle, Falko Ossmann

Anzeigenleitung: Michael Hanke (-167)
(verantwortlich für den Anzeigenteil),
www.heise.de/mediadaten/ct

Anzeigenpreise: Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 39 vom 1. Januar 2022.

Anzeigen-Auslandsvertretung (Asien): Media Gate Group Co., Ltd.,
7F., No. 182, Section 4, Chengde Road, Shilin District, 11167 Taipei City, Taiwan,
www.mediagate.com.tw
Tel: +886-2-2882-5577, Fax: +886-2-2882-6000,
E-Mail: mei@mediagate.com.tw

Leiter Vertrieb und Marketing: André Lux (-299)

Werbeleitung: Julia Conrades (-156)

Service Sonderdrucke: Julia Conrades (-156)

Druck: Firmengruppe APPL, appl druck, Senefelderstr. 3-11, 86650 Wemding

Kundenkonto in der Schweiz: PostFinance, Bern, Kto.-Nr. 60-486910-4,
BIC: POFICHBEXXX, IBAN: CH73 0900 0000 6048 6910 4

Vertrieb Einzelverkauf:
DMV Der Medienvertrieb GmbH & Co. KG
Meßberg 1
20086 Hamburg
Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 1815
E-Mail: info@dermedienvertrieb.de

c't erscheint 14-täglich
Einzelpreis 5,90 €; Österreich 6,50 €; Schweiz 9.90 CHF; Belgien, Luxemburg 6,90 €; Niederlande 7,20 €; Italien, Spanien 7,40 €, Dänemark 64,00 DKK

Abonnement-Preise: Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten: Inland 139,05 €, Österreich 149,85 €, Europa 159,30 €, restl. Ausland 184,95 € (Schweiz 228.15 CHF); ermäßigtes Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende (nur gegen Vorlage einer entsprechenden Bescheinigung): Inland 79,65 €, Österreich 87,75 €, Europa 93,15 €, restl. Ausland 108,00 € (Schweiz 133.65 CHF). c't-Plus-Abonnements (inkl. Zugriff auf das c't-Artikel-Archiv sowie die App für Android und iOS) kosten pro Jahr 24,30 € (Schweiz 29.70 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 104,29 €, Österreich 112,39 €, Europa 119,48 €, restl. Ausland 138,71 € (Schweiz 171.11 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.

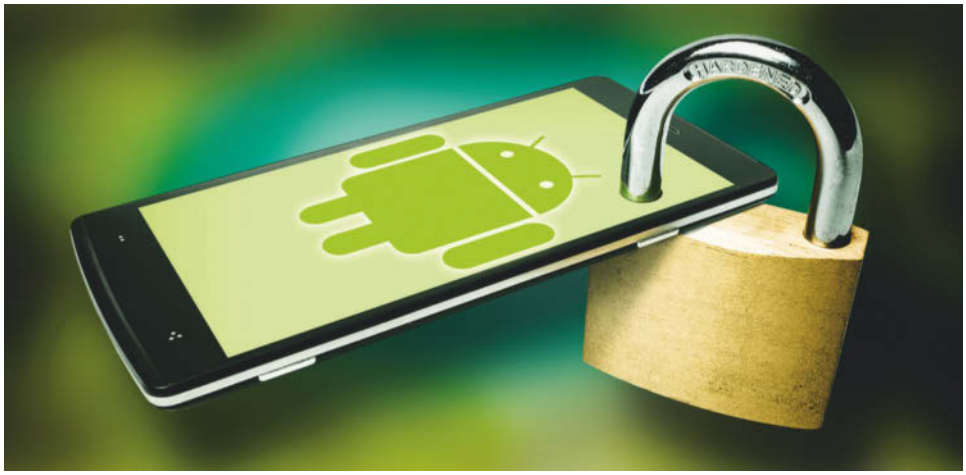
Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.
Hergestellt und produziert mit Xpublisher: www.xpublisher.com
Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt auf chlorfreiem Papier.

© Copyright 2022 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 **AWA** **ACTA**

Vorschau c't 8/2022

Ab 26. März im Handel und auf ct.de



Android privat und sicher

Android telefoniert mit Google, die Handyhersteller fischen gerne ein paar Infos ab, geschwätzige Apps sind trauriger Alltag. Datensparsame Custom-ROMs sollen das unterbinden, machen aber Arbeit und haben Nachteile. Wir vergleichen sie mit Tools, die jeder sofort installieren kann.



USB-Festplatten

Regelmäßig seine Daten zu sichern, ist lästig. Wenn man sich dazu aufrafft, dann sollte der benutzte Datenträger wenigstens schnell und zuverlässig speichern sowie ausreichend Platz bieten. USB-Festplatten diverser Hersteller mussten im Test beweisen, ob sie fürs Backup und für mehr taugen.

Nie wieder Ärger beim Online-Shopping

Beim Online-Shopping lauern Schnäppchenfallen, unsichere Zahlungsmethoden und Fake Shops. Worauf Sie beim digitalen Einkauf unbedingt achten sollten und wie Sie notfalls Schaden abwenden, haben wir übersichtlich in unseren Checklisten zusammengestellt.

Büchersammlungen bequem verwalten

Neulich beim Bücherwurm: „Wo steht nur dieses Buch? Habe ich es etwa verliehen? An wen denn?“ In solchen Fällen helfen Apps, mit denen man seine private Bibliothek verwaltet. Wir testen, wie komfortabel das klappt und wo die Stärken der digitalen Ordnungshelfer liegen.

Kalender und Adressbuch auf dem NAS

Netzwerkspeicher (NAS) für den Heimbetrieb sind sehr vielseitig geworden. Fast immer mit an Bord: Serverdienste mit App für Kontakte, Termine und Aufgaben. Lesen Sie, ob diese taugen oder ob Clouddienste von Google & Co. die bessere Wahl sind.

Noch mehr Heise-Know-how:



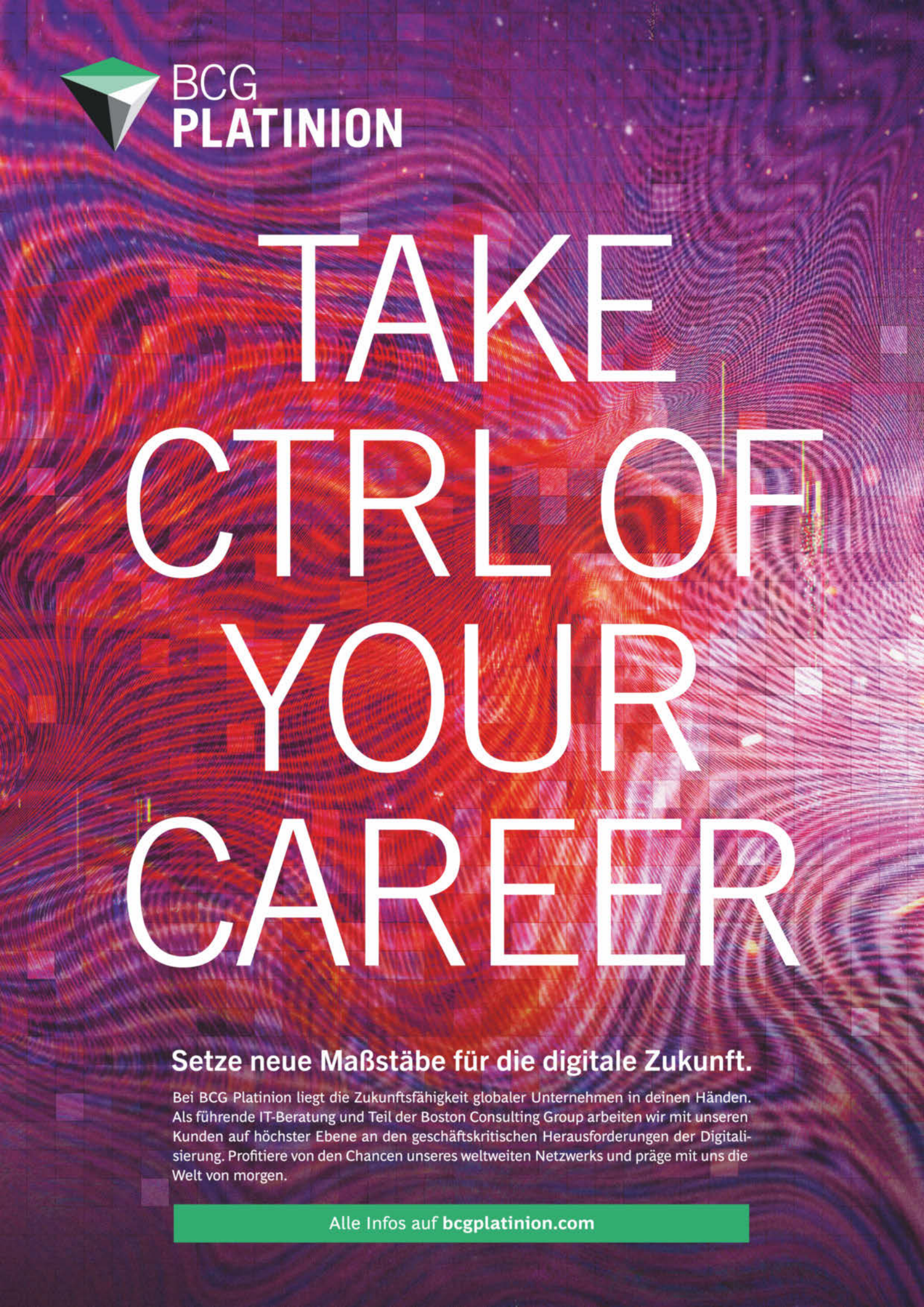
c't Windows 11 jetzt im Handel und auf heise-shop.de



c't Fotografie 2/2022 jetzt im Handel und auf heise-shop.de



iX 3/2022 jetzt im Handel und auf heise-shop.de


BCG
PLATINION
TAKE
CTRL OF
YOUR
CAREER
Setze neue Maßstäbe für die digitale Zukunft.
Bei BCG Platinion liegt die Zukunftsfähigkeit globaler Unternehmen in deinen Händen. Als führende IT-Beratung und Teil der Boston Consulting Group arbeiten wir mit unseren Kunden auf höchster Ebene an den geschäftskritischen Herausforderungen der Digitalisierung. Profitiere von den Chancen unseres weltweiten Netzwerks und präge mit uns die Welt von morgen.
Alle Infos auf bcgplatinion.com

NEU Samsung Galaxy S22



GRATIS* Buds Pro
UVP ~~229,–~~ €

1&1 ALL-NET-FLAT

✓ **FLAT** Telefonie
✓ **FLAT** Internet
✓ **FLAT** EU-Ausland

6 FREIMONATE

ab **0,–** **€/Monat***
6 Monate, danach 69,99 €/Monat.

Inkl. Galaxy S22 Ultra

Die neue Samsung Galaxy S22-Serie – jetzt bei 1&1 mit 3-fach-Vorteil!

- ✓ **6 Freimonate:** mit der millionenfach bewährten 1&1 All-Net-Flat telefonieren und surfen Sie endlos und sparen bares Geld – **die ersten 6 Monate gibt's für 0,– €/Monat!***
- ✓ **Gratis Galaxy Buds Pro:** die Bluetooth Kopfhörer im Wert von 229,– € gibt's kostenlos dazu.*
- ✓ **Alt gegen Neu:** Schicken Sie uns Ihr altes Handy und Sie erhalten eine **attraktive Tauschprämie** – je nach Modell und Alter **mindestens 160,– € und bis zu 950,– €!***

Inklusive



Alt gegen Neu
1&1 zahlt Ihnen eine hohe Tauschprämie beim Kauf eines neuen Geräts.*

24 h Austausch-Service
Die clevere Alternative zur Geräte-Versicherung. Immer inklusive bei Handys, Tablets, Laptops.*

Sofort-Start
Heute bestellt, schon morgen telefonieren und surfen.

30 Tage testen
Geräte, Netz, Tarif – Sie können alles einen Monat lang unverbindlich testen.*

Priority-Hotline
1&1 ist rund um die Uhr persönlich für Sie da. Kein Sprachcomputer.

1und1.de
02602/9696

*Samsung Galaxy S22, S22+ oder S22 Ultra für je 0,– € einmalig, z.B. mit der 1&1 All-Net-Flat XS (1 GB Highspeed-Volumen pro Monat, danach unbegrenzt mit 64 kBit/s weitersurfen) für je 0,– €/Monat die ersten 6 Monate, danach 49,99 €/Monat (S22), 64,99 €/Monat (S22+) oder 69,99 €/Monat (S22 Ultra). Einmaliger Bereitstellungspreis je 39,90 €. Je 24 Monate Vertragslaufzeit. Sonderkündigung im ersten Monat (30 Tage testen). 24 h Austausch-Service bei gleichzeitiger Vertragsverlängerung (24 Monate) sowie Rückgabe des defekten Geräts. Höhe der Alt gegen Neu Prämie abhängig vom eingesendeten Gerät. Es gelten die jew. Servicebedingungen. Zusätzliche Tauschprämie bei S22 Aktionsgeräten und Registrierung des Altgerätes. Gratis Galaxy Buds Pro bei Kauf eines neuen Galaxy S22-Gerätes bis zum 12.04.2022. Separate Registrierung erforderlich. Weitere Infos sowie Details unter 1und1.de/teilnahmebedingungen. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Preise inkl. MwSt. 1&1 Telecom GmbH, 56403 Montabaur.