



E-Bike mit App
VanMoof S5

Mesh-WLAN ausreizen: Einfach, schnell, lückenlos

Fritzbox & Co. im Test • Einrichtungstipps • Technik erklärt

TEST

Smartwatches mit Wear OS 3
Metz-TV mit Roku-OS
Digitalmikroskop für filigranes Basteln
Xiaomis 13-Serie & Lenovo ThinkPhone

Kostenlose Fernwartungs-Tools

3 TeamViewer-Alternativen im Vergleich

Neue Einsteiger-Notebooks

Mehr Power bis 650 Euro • Erste Geräte im Test

FOKUS

Festnetztarife: Internet unter 30 Euro/Monat
So testen Sie die Akkus gebrauchter E-Autos
Fehlalarme von Antivirus-Software vermeiden
ChatGPT: Vom Hype zum Wirtschaftsfaktor



€ 5,90

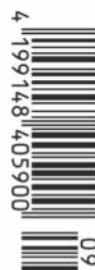
AT € 6,50 | LUX, BEL € 6,90

NL € 7,20 | IT, ES € 7,40

CHF 9.90 | DKK 64,00

KI-Bilder auf eigenem PC erzeugen

Stable Diffusion lokal installieren: Kostenlos und unbeschränkt

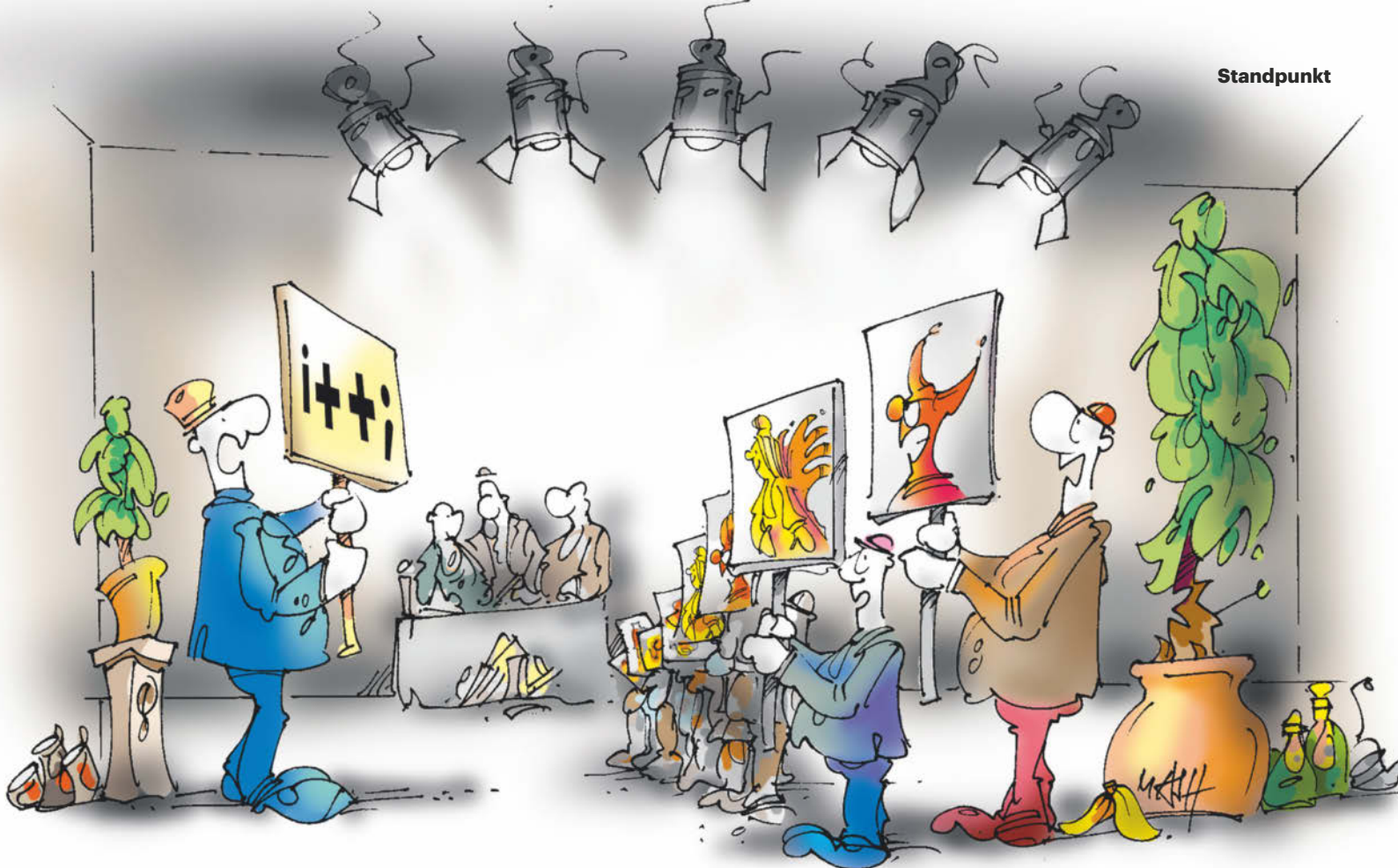




GLASFASER UND FRITZ!
ZWEI WIE BAND
UND BREITE!

avm.de/dreamteam





Virenalarme: Scanner-Casting

Hat der Virenwächter auf Ihrem PC schon mal angeschlagen? Haben Sie schon Bekannte wegen eines alarmierenden Virenwächters unterstützen dürfen? Nein? Glückwunsch! An alle anderen: Mein Beileid! Vermutlich sind Sie dann auch in die Hölle der PC-Castingshows eingefahren, zu VirusTotal (siehe S. 162). Der von Google betriebene Dienst lässt eine Jury aus mehreren Dutzend Virenscannern antreten, um eine Datei zu bewerten. Der Unterhaltungswert ist gering, der Nutzen auf den ersten Blick groß: Wenn viele Programme zu einer schlechten Bewertung kommen, dann sollte klar sein, dass die geprüfte Datei gefährlich ist.

Nun könnte man darüber hinwegsehen, wenn unbekannte Anbieter aus China Fehlalarme auslösen, doch nicht selten schlägt auch die Branchenprominenz übermütig Alarm. Und oft erkennen nur Fachleute, dass die Promis hier Mist erzählen. Da verlässt sich gern mal ein Jurymitglied auf das andere: Wenn einer losschreit, brüllen die anderen nur noch lauter, damit jeder erkenne, wie toll die Nutzer hier geschützt werden. Auf das Urteil der Experten, bei VirusTotal in Form

der deutlich aussagekräftigeren Sandboxes, scheinen alle zu pfeifen.

So bleibt es ein Vabanquespiel nicht nur für die Nutzer. Fies trifft es Entwickler, wenn deren Programmdateien von der Jury für gefährlich gehalten werden. Es gibt nicht etwa eine zentrale Meldestelle für Falsch-Positive, sondern jedes Jury-Mitglied möchte individuell davon überzeugt werden, dass sein Urteil falsch war. Das braucht Zeit, Geduld und Nerven – und führt nicht immer zum gewünschten Ziel. Branchenprominenz und ahnungslose Selbstdarsteller in der Jury lassen sich kaum mehr unterscheiden.



Peter Siering

Peter Siering

TERRA MOBILE 1470U

*Außergewöhnlich.
Flach.
Leistungsstark*



Holen Sie sich mit Windows 11 Pro das bisher sicherste Windows

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

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

ERHÄLTlich BEI IHREM TERRA FACHHÄNDLER

IBN Gesellschaft für Systemtechnik mbH, **14478** Potsdam, Tel. 0331/888400 • Capeletti & Perl GmbH, **20097** Hamburg, Tel. 040/23622 0 • Computer-Service-Buchholz GmbH, **21244** Buchholz i.d.N., Tel. 04181/137373 • Caligrafika, **26133** Oldenburg, Tel. 0441/9250095 • T&S Computech GmbH, **30175** Hannover, Tel. 0511/884817 • B.I.T. Datentechnik GmbH, **31675** Bückeburg, Tel. 05722/95040 • Systemhaus Przykopanski, **31848** Bad Münde, Tel. 05042/933160 • MBörso-Computer GmbH, **33100** Paderborn, Tel. 05251/28818-0 • Microtec GmbH, **33649** Bielefeld, 0521/9455274 • bits+bytes Computer GmbH & Co. KG, **35745** Herborn, Tel. 02772/94990 • RODIAC EDV-Systemhaus GmbH, **42551** Velbert, Tel. 02051/989000 • ServeNet Computervertrieb, **42279** Wuppertal, Tel. 0202/266166 • Rose Computer GmbH, **46395** Bocholt, Tel. 02871/244400 • Kortenbreite Datentechnik GmbH, **48161** Münster, Tel. 02533/930802 • Großbecker & Nordt Bürotechnik-Handels-GmbH, **50859** Köln, Tel. 02234/40890 • Franken & Vogel GmbH, **55124** Mainz, Tel. 06131/14406-34 • SURE DataSystems, **57627** Hachenburg, Tel. 02662/95830 • Pauly Büromaschinen Vertriebs GmbH, **65555** Limburg, Tel. 06431/500466 • Krieger GmbH & Co KG, **68163** Mannheim, Tel. 0621/833160 • G+S Computer GmbH **68519** Viernheim, Tel. 06204/607921 • KAISYS.IT GmbH, **72793** Pfullingen, Tel. 07121/145330 • Daner 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.



Magnesium-
gehäuse



TERRA MOBILE 1470U

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

Artikel-Nr.: 1220769

1.199,-*

Preis UVP inkl. gesetzl. MwSt.

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

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

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

www.wortmann.de

WORTMANN AG
IT. MADE IN GERMANY.

Titelthemen

Mesh-WLAN ausreizen: Einfach, schnell, lückenlos

- 16 **Mesh-WLAN-Systeme** Begriffe und Tipps
- 20 **Test** Sieben Mesh-Systeme mit Wi-Fi 6

KI-Bilder auf eigenem PC erzeugen

- 54 **Stable Diffusion** lokal installieren und betreiben
- 58 **Stable Diffusion** auf Mac, iPhone und iPad nutzen
- 60 **Per WebUI** schnell schöne Bilder generieren
- 64 **Grafikkarten** für Bilder-KI

Kostenlose Fernwartungs-Tools

- 80 **Test** Open-Source-Fernwartungs-Clients
- 84 **Server für Open-Source-Fernhilfe** selbst betreiben

Neue Einsteiger-Notebooks

- 90 **Mit Low-End-Prozessoren** Notebooks ab 550 Euro

Test & Beratung

- 68 **Lenovo ThinkPhone**
- 70 **Metz-TV mit Roku-OS**
- 72 **Universalgehäuse** für M.2-SSDs
- 72 **Mobiler Audiorecorder** Tascam Portacapture X6
- 74 **Digitalmikroskop für filigranes Basteln**
- 76 **Bluetooth-Dongle** BT-W4
- 76 **In-Ear-Kopfhörer** Mackie MP-20TW
- 77 **Formelscanner** Mathpix Snip
- 78 **E-Bike mit App VanMoof S5**
- 96 **iOS-Gadget** für HDMI-Aufnahme und -Wiedergabe
- 98 **Xiaomis 13-Serie**
- 102 **Smartwatches mit Wear OS 3**
- 108 **Festnetztarife: Internet unter 30 Euro/Monat**
- 181 **Bücher** Online-Workshops, Roman: Astronautin

Aktuell

- 14 **KI-Tools** Wie Hochschulen reagieren
- 28 **Docker** Verwirrspiel um Open Source im Hub
- 29 **Security-Panne** 1&1-DNS sperrt heise.de
- 30 **Handel** Euro-Zahlungssystem für Großbeträge
- 32 **Klage** Bundesregierung vs. BfDI
- 33 **Datenschutz** Trauer um Spiros Simitis
- 34 **Breitbandförderung** Plan statt Gießkanne
- 36 **Adobe Firefly** KI-Bildgenerator
- 37 **Internet** ChatGPT mit Plug-ins
- 38 **Forschung** Radar in der Deckenlampe
- 39 **Open Source** GitHub baut GPT-4 in Copilot ein
- 40 **Apple** umgeht VPNs
- 42 **Amazon** Smart-TVs sind da – mit KI-Bildgenerator
- 44 **Bit-Rauschen** Flash-Rekorde, Billig-CPUs
- 45 **Netze** Netgear Wi-Fi 7 Router RS700
- 46 **Hardware** Intel N100, Coreboot-Board
- 47 **Hardware** Lüfterloser Mini-PC
- 48 **c't I/O** secIT, Anekdoten, optimaler Uralt-PC
- 50 **Web-Tipps** IT-Pannen, Terminfinder, Passwörter

16 Mesh-WLAN ausreizen



Das WLAN ist im Arbeitszimmer zu lahm? Mesh-WLAN arbeitet mit vielen Basen Hand in Hand und liefert überall starke Signale. Wir schildern, welche Hardware Sie brauchen, wie Sie ein Mesh-WLAN aufsetzen und welche Kits am besten funken.

Wissen

- 114 **Zahlen, Daten, Fakten** MINT-Arbeitsmarkt
- 116 **Digitalschub** durch EU-Gesundheitsdatenraum?
- 120 **So testen Sie die Akkus gebrauchter E-Autos**
- 126 **ChatGPT: Vom Hype zum Wirtschaftsfaktor**
- 132 **i-Kfz** Staat versagt bei digitaler Autozulassung
- 138 **FDM-3D-Drucker** Was Slicer-Software tut
- 142 **Nachhaltig** Garagentor mit Solarenergie antreiben
- 146 **Netzsuche** EU will bis 2025 öffentlichen Web-Index
- 150 **Webservices mit C++** Routing von Anfragen
- 154 **Geschichte der Ransomware** Der AIDS-Trojaner
- 160 **40 Jahre c't** Hyper-Threading im Pentium 4
- 176 **eBay & Co.** Wann und wie Verkäufe versteuern

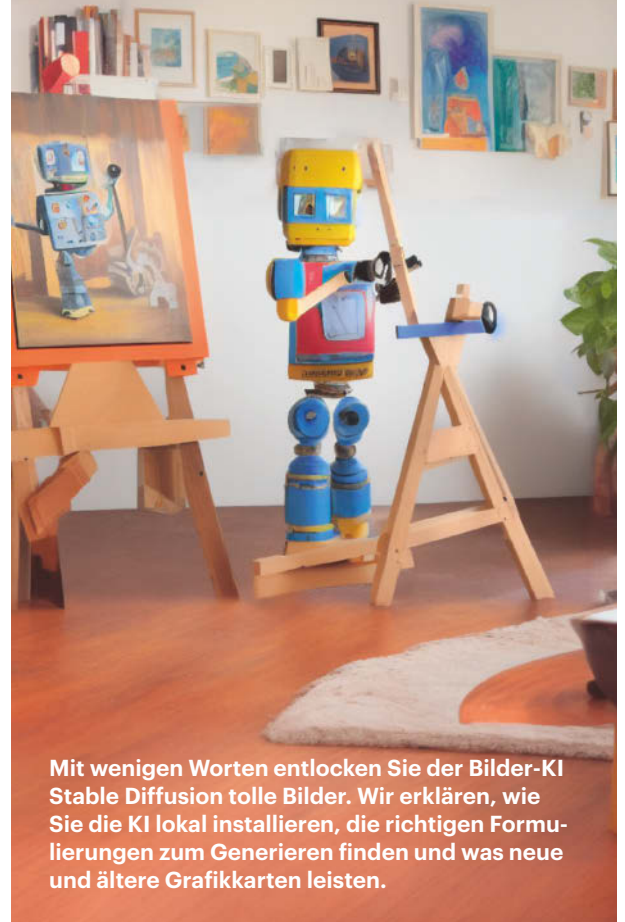
Praxis

- 162 **Fehlalarme von Antivirus-Software vermeiden**
- 166 **Teams** Videobild per NDI in Livestreams einbinden
- 170 **Sicher im Netz** mit VPN und ZeroTier-Gateway

Immer in c't

- 3 **Standpunkt** Virenalarme: Scanner-Casting
- 8 **Leserforum**
- 13 **Schlagseite**
- 52 **Vorsicht, Kunde!** N26-Bank sperrt Kunden aus
- 178 **Tipps & Tricks**
- 182 **FAQ** Giropay
- 186 **Story** Salamander
- 192 **Inserentenverzeichnis**
- 193 **Impressum**
- 194 **Vorschau 10/2023**

54 KI-Bilder auf eigenem PC erzeugen



Mit wenigen Worten entlocken Sie der Bilder-KI Stable Diffusion tolle Bilder. Wir erklären, wie Sie die KI lokal installieren, die richtigen Formulierungen zum Generieren finden und was neue und ältere Grafikkarten leisten.



142 **Nachhaltig** Garagentor mit Solarenergie antreiben



150 **Webservices mit C++** Routing von Anfragen

170 **Sicher im Netz** mit VPN und ZeroTier-Gateway

Sinnvoll nutzbar

Plug-in-Hybrid: Schummelelektro, c't 8/2023, S. 3

Seit drei Jahren fahre ich einen Plug-in-Hybrid von BMW (225XE) und ich versuche, so oft wie möglich elektrisch zu fahren. Aufgrund der Häufigkeit der Nutzung der rein elektrischen Fortbewegung (ich kann dem Auto per Tastendruck mitteilen, dass es nur elektrisch fährt und nicht den Benzinmotor nutzt) fühle ich mich auch nicht besonders schuldig.

Für mich ist es eine Brückentechnologie, weil ich ein- bis zweimal im Monat auch Strecken weit über 150 km fahre und mich dann nicht die Suche nach einer Ladesäule aufhält. Wenn die Ladenetsituation sich bemerkbar verändert hat, freunde ich mich auch gerne mit „nur elektrisch“ an. Vor drei Jahren war das aber definitiv ein Handicap, und selbst im Jahr 2023 sind wir noch weit von einer entspannten Situation beim Ladenetz entfernt.

Letztendlich sollte man aber auch nicht die Diskussion auf ein reines E-Auto oder Verbrenner reduzieren, sondern stattdessen mal über die leider sehr oft fehlenden ÖPNV-Angebote, hauptsächlich im suburbanen oder ländlichen Bereich, reden. Da fehlt mir auch mal ein kritischer Kommentar zu der bisherigen Verkehrspolitik.

Graferix4711

Kommt auf die Nutzung an

Je nach Nutzungsverhalten ist ein PHEV [Plug-in-Hybrid, Anm. d. Red.] ein echter Beitrag zum Umweltschutz. Wir wohnen in einer Kleinstadt zwischen Köln und Bonn. In beide Städte sind es circa 30 km. Seit August 2020 haben wir einen Passat GTE, also ein PHEV.

Im Großraum Köln-Bonn fahren wir rein elektrisch (Arbeit, Einkaufen, Besu-

che, Kultur etc.). Abends wird der GTE in der Garage an die Steckdose geklemmt und ist am nächsten Morgen wieder voll. Seit 2022 haben wir auch Solar auf dem Dach und laden, wenn die Sonne scheint, Solarstrom zum Nulltarif. In diesem Alltagsbetrieb kommen im Jahr etliche Kilometer zusammen, ohne Benzin zu verbrauchen.

Zum Urlaub und Besuch der Familie in Süddeutschland fahren wir den Passat mit Benzin. Wobei viele Hotels heute für Gäste kostenloses Laden anbieten und man da in der Urlaubsregion wieder mehrheitlich elektrisch fährt. In den 2,5 Jahren, seit wir das Auto haben, liegt unser Spritverbrauch so gemittelt bei 3,8 Liter – das ist praktizierter und praxistauglicher Umweltschutz.

In Summe: Es kommt sehr auf das Nutzungsprofil an.

Hanns J. Proenen

E-Autos nicht CO₂-frei

Warum man 2023 ein E-Auto haben will, einen Hybrid bekommen könnte und den Verbrenner womöglich behalten sollte, c't 8/2023, S. 14

Ich halte es für beschämend, dass die – aktuelle, nicht nur virtuelle – CO₂-Bilanz von E-Autos mit keinem Wort beleuchtet wird. Sonst hätte eine Überschrift zum Beispiel lauten müssen: „E-Autos fahren nicht CO₂-frei – schmutziger Betrieb mit Kohle, Gas und Atom“.

E. Schulz

Flickschusterei

Gesundheitsminister Lauterbach verordnet allen eine elektronische Patientenakte, c't 8/2023, S. 12

Am Sonnabend fand ich in meinem Praxisbriefkasten ein Schreiben des Herstellers meines Praxisprogramms, in dem die Vorzüge des Konnektors im Rechenzentrum angepriesen wurden. So ganz uneigennützig ist dies nicht, denn an den Konnektor im Rechenzentrum können 40 bis 50 Praxen angeschlossen werden und dabei wird dennoch die volle KV-Pauschale für die Dienstleistung vom Hersteller gefordert. Die finanziell günstigeren Alternativlösungen werden im Rundbrief nicht ausgeführt.

Jetzt kommt eine steile These, vielleicht liege ich damit auch falsch und lasse mich gerne korrigieren. Wenn ich die Ent-

Wir freuen uns über Post

✉ redaktion@ct.de

💬 c't Forum

📘 c't Magazin

📧 @ctmagazin

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

Antworten sind kursiv gesetzt.

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

wicklung der Telematikinfrastruktur im deutschen Gesundheitswesen über fast zwanzig Jahre betrachte, so gewinne ich immer mehr den Eindruck, dass es gar nicht um die Präsentation eines funktionierenden Produkts geht, welches den Ärztinnen und Ärzten die Arbeit erleichtert oder die Patientenversorgung verbessert. Mit einem halbfertigen Produkt, an dem ständig neue Arbeiten anfallen und Erweiterungen mit zweifelhaftem Wert verkauft werden, können die Anbieter deutlich mehr verdienen. Es wird da keinen „Geheimplan“ geben, sondern diese Vorgehensweise hat sich über die Jahre so eingespielt und es gibt nicht wenige Profiteure dabei. Als Arzt oder Patient zählt man leider nicht zu den Profiteuren.

Psychdoc

ePA per Stick

Die ePA soll ärztliche Befunde enthalten. Wenn die Befunde nicht mehr in einem Aktenordner abgeheftet werden sollen (weil das ja so altmodisch ist und weil man Bildbefunde oft nur schlecht ausdrucken kann), warum dann nicht als PDF auf einen USB-Stick ziehen? Spart Milliarden. Und der Datenschutz ist plötzlich kein Thema mehr.

Meinetwegen auch in einem bestimmten standardisierten Format und mit speziellen Viewern. Alles billiger als die geplanten zentralen Strukturen inklusive deren Anbindung an jedem Praxis-PC beim Hausarzt in Harsewinkel.

Fragen zu Artikeln

✉ Mail-Adresse des Redakteurs am Ende des Artikels

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

We Have Space for Every Type of Software Engineer

GlobalLogic®
A Hitachi Group Company



Having relocated from Ukraine to Berlin, I cherish the team spirit here, the well-structured processes and development opportunities.

Olena Lendiel

Test Engineer, Quality Assurance



I enjoy working in a dynamic environment, with different customers while raising awareness for functional safety in the automotive industry.

Christian Wesseling

Senior Software Engineer



Berlin, Stuttgart, Cologne



100+ vacancies

GlobalLogic, a digital engineering leader and Hitachi Group Company, helps brands design and build innovative products, platforms and digital experiences in the automotive, communications, healthcare and life science, manufacturing, media and entertainment and technology industries.

We are Hiring Now!

globallogic.com/de/hiring-software-engineers/



Vielleicht könnte man mal probieren, die Probleme im Kleinen zu lösen, statt immer die ganz große Nummer zu suchen (mit T-Systems und all den anderen IT-Dienstleistern und Zertifizierern im Boot, bis runter zum ePA-Modul der Praxissoftware) und am Ende wieder grandios daran zu scheitern!

Graefe

Nicht besonders mobil

Klappbares USB-C-Doppeldisplay für mobiles Arbeiten, c't 8/2023, S. 78

Unterwegs, also zum Beispiel in Bahn oder Flieger, lassen sich die Dinger mangels Platz wohl nur ausgesprochen selten einsetzen. Und in den Büros respektive bei den Arbeiten, bei denen viel Monitorfläche erforderlich ist, stehen Monitore meiner Erfahrung nach im Dutzend herum. Die Dinger können für Besprechungen oder Präsentationen schon mal nützlich sein, aber sonst ...

beckmi

Praxisbeispiel

Wie Cyberkriminelle Unternehmen und Händler um Geld prellen, c't 8/2023, S. 102

Großes internationales IT-affines Unternehmen: Es gibt einen zentralen IT-Support, Phishing-Awareness-Kampagnen und das ganze Pipapo. Eine Woche, nachdem ich ein IT-Ticket erstellt habe, ruft mich eine bulgarische Festnetznummer an und erklärt in gebrochenem Deutsch, dass sie mir bei dem Problem mit meinem Computer helfen wollen, sie mir eine Mail schicken, und ich dort auf den Link klicken soll, damit sie Zugriff auf den PC bekommt.

Ich dachte mir: „Ja, netter Versuch“. Bis ich bemerkt habe, dass das tatsächlich offiziell war. Die zentrale Stelle für IT-Sicherheit sah darin kein Problem, weil es ja kein Phishing war, sondern legitim.

asminator

Genial

Verlässliche Datensicherungen unter Linux, macOS und Unix, c't 8/2023, S. 166

Ich mache meine Datensicherungen üblicherweise unter Windows mit Duplicati. Bei der Lektüre ist mir aufgefallen, dass die von Ihnen erklärte Block-Technik von

BorgBackup vermutlich ähnlich der von Duplicati ist. Und damit habe ich zum ersten Mal richtig verstanden, wie Duplicati (und BorgBackup) es schaffen, dass jedes inkrementelle Backup am Ende wie ein Full-Backup zurückgespielt werden kann. Das ist wirklich genial.

Martin Jung

Unpraktisch

Borg klingt sehr vielversprechend, bis zu dem Punkt, an dem ich lesen musste: „Halten Sie beispielsweise ein Datenbankprogramm an, bevor Sie eine Datenbank sichern.“ An dem Punkt war mir klar, dass dies auch nur wieder eine von vielen unpraktischen Lösungen ist.

Reden wir nicht seit einem Jahrzehnt von Snapshot-Dateisystemen? Wann kommt endlich der Backup-Durchbruch, auf den viele warten?

Stefan Dittmar

Verbesserte Version am 1. April?

KI-System analysiert mittels Smartphonefotos Inhaltstoffe im Essen, c't 8/2023, S. 40

Schade, dass man eine c't für die Kalibrierung braucht, damit sind Digitalabonnenten außen vor. Als Verbesserung könnte man die Kalibriersoftware so ändern, dass man bei allen Fotos den Teller auf die c't stellt, und sich so das auch für eine KI aufwendige Erkennen des Zollstocks spart.

Alternativ sollte dann auch eine andere Zeitschrift funktionieren. Vielleicht gibt es ja bis Anfang April eine verbesserte Version.

Stefan--42

Sie können statt mit einer c't auch mit einem Tablet abmessen.

Variationen bei der Zubereitung

Die Tatsache, dass das optische Erscheinungsbild von Speisen tatsächlich Rückschlüsse auf insektizide Inhalte geben könnte, ist äußerst fragwürdig, wo doch jeder bei der Zubereitung noch Tausende Variationen einbauen könnte wie anbraten, verkohlen, was auch immer.

Alexander Jacob

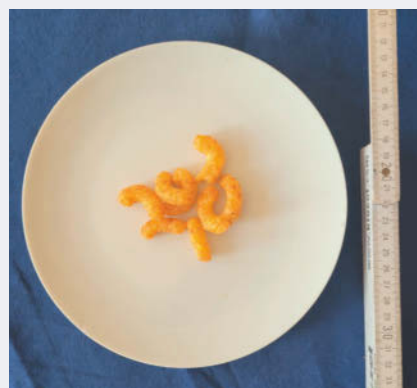
Wir raten beim Zubereiten von Insekten davon ab, das Gericht zu verkohlen.

Ergänzungen & Berichtigungen

36.000 Betroffene

Gesundheitsminister Lauterbach verordnet allen eine elektronische Patientenakte, c't 8/2023, S. 12

Beim Cyberangriff auf den finnischen Psychotherapie-Anbieter Vastaamo sprachen wir von mindestens 2000 Betroffenen, tatsächlich liegt die Zahl bei rund 36.000, wie die Helsinki Times berichtete.



Für den Nahrungsanalysator auf faige.ct.de erhielten wir zahlreiche Testbilder von Ihnen – danke dafür! Im Bild: Stoffhuhn (links), Erdnussflips (rechts).



Viel Platz für Ideen! **Homepage .DE**

12 .de-Domains inklusive

- > Kostenlose SSL-Zertifikate per Mausklick
- > Viele 1-Klick-Apps inklusive
- > Webbaukasten
- > Webkonferenzlösung
- > 100 GB Webspace
- > 800 E-Mail-Adressen
- > 80 GB E-Mail-Speicher
- > 80 MySQL-Datenbanken

DAUERPREIS

2,69

€/Monat*



**Angebot gültig
bis 30. April 2023!**

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

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

@heise Security TOUR

01.06. KÖLN | 15.06. STUTTGART
29.06. ONLINE | 27.09. ONLINE

Wissen schützt

Security braucht Vertrauen –
aber zu wem, wann und wie?

Jetzt auch mit
Workshops

DIE THEMEN

- **Lagebild IT-Security:** Neues zu Cybercrime-
Untergrund und Angriffstechniken
- **Die Checkliste:** Wem und was sollte ich weshalb
in welchem Ausmaß vertrauen?
- Fallstricke und Lösungen beim Aufbau einer
Zero-Trust-Umgebung
- Das Update zum **IT-Recht** – inkl NIS2 und KI-Ratgeber
- **Microsoft Exchange** – natürlich online?
- **KI** – was macht das mit uns und der Security?

Jetzt Frühbucher-Rabatt sichern:
heise-security-tour.de





Weitere Schlagseiten auf ct.de/schlagseite



Bild: dpa/Bernd Wüstneck

Lernpartner ChatGPT

Wie Hochschulen auf generative KI-Werkzeuge reagieren

KI-Werkzeuge wie ChatGPT fordern Bildungsinstitutionen und insbesondere die Hochschulen heraus. Zwei aktuelle Veröffentlichungen stellen klar: Universitäten sollten den Einsatz von ChatGPT nicht verbieten, sondern Studierende ausdrücklich ermutigen, die neuen Werkzeuge beim Schreiben zu nutzen. Hochschullehrer müssen ihre Prüfungspraxis überdenken.

Von Dorothee Wiegand

Generative KI-Anwendungen sind nicht gänzlich neu, aber seit der Veröffentlichung von ChatGPT Ende Novem-

ber 2022 kann niemand mehr leugnen, wie groß ihr Einfluss auf den Alltag an Hochschulen ist. Doris Weßels, Professorin für Wirtschaftsinformatik an der Fachhochschule Kiel, betont das große Potenzial, das generative KI für die Ausbildung von Studierenden hat. Ihrer Ansicht nach wird die Technik Schreibprozesse beim Lehren und Lernen umkrempeln. Hochschullehrern empfiehlt sie: aufklären, ausprobieren, akzeptieren, aktiv werden. 2022 gründete sie das virtuelle Kompetenzzentrum „Schreiben lehren und lernen mit KI“. Die Online-Gründungskonferenz am 23. März 2023 markierte den offiziellen Start des neuen Zentrums.

Leitlinien für Dozenten und Studenten

An der Universität Hohenheim in Stuttgart erschien Mitte März ein Whitepaper mit dem Titel „Unlocking the Power of Gene-

rative AI Models and Systems like GPT-4 and ChatGPT for Higher Education – A Guide for Students and Lecturers“. Die Autoren verstehen es als Leitfaden sowohl für Dozenten als auch für Studenten.

Die Ratschläge für Studierende zeigen vielfältige Möglichkeiten auf, das eigene Lernen und schriftliche Arbeiten mithilfe von ChatGPT zu verbessern. Die Autoren empfehlen den Bot als Schreibpartner, Lernpartner, als Helfer beim Überarbeiten eigener Texte, zum Zusammenfassen von umfangreichem Lernmaterial und als Unterstützung beim Programmieren. Zu jedem Vorschlag nennt der Leitfaden konkrete erste Schritte und listet in Tabellenform Vorschläge für Prompts, um den Dialog mit dem System zu starten.

Die Empfehlungen für Hochschullehrer gliedern sich in Ratschläge für die Lehre und solche für Prüfungen. Weil die

enormen technischen Möglichkeiten der generativen KI diesen Teil des Studiums besonders stark betreffen, raten die Autoren dazu, rasch neue Prüfungsformate zu entwickeln. Dozenten sollten etwa zu Hausarbeiten eine zusätzliche mündliche Präsentation planen, bei ihren Studenten die Reflexion über den eigenen Lern- und Arbeitsprozess fördern und abfragen sowie Prüfungsleistungen in Form von Websites, Videos oder Animationen vorsehen.

Das zwölköpfige Autorenteam des Whitepapers vereint Expertise in Wirtschaftsinformatik, Informatik, Management und Soziologie. Teamleiter Professor Henner Gimpel, verantwortlich für das Fachgebiet Digitales Management an der Universität Hohenheim, sieht in den neuen KI-Werkzeugen vor allem Chancen für die Hochschulen. Er betont aber auch, dass verbindliche Regeln nötig sind: „Eine Voraussetzung dafür sind klare Guidelines an jeder Universität. Wenn die Studierenden und die Dozentinnen und Dozenten die neuen Werkzeuge dann durchdacht, effizient und verantwortungsvoll einsetzen, könnte das ganze tertiäre Bildungssystem in hohem Maße davon profitieren. Das Potenzial dafür ist zumindest gegeben“, so Gimpel.

In ihrer Veröffentlichung gehen die Autoren auch auf die Frage ein, wie sich die Nutzung von KI-Tools an der Hochschule gestalten wird, wenn diese nicht mehr – wie aktuell ChatGPT – gratis zur Verfügung stehen. Dann gilt es eine Situation zu verhindern, in der sich einige Studenten einen Zugang leisten können, andere dagegen nicht. In diesem Fall müssten Hochschulen Zugänge bereitstellen, damit die Schere zwischen armen und reichen Studenten nicht weiter aufgeht.

Hausarbeit auf Knopfdruck?

In ihrem Ausblick formulieren die Autoren auch eine Warnung: „Wenn wir ChatGPT und ähnliche Tools nicht bewusst und gezielt einbinden, besteht die Gefahr, dass Studierende die neuen Möglichkeiten nur zur passiven Informationsaufnahme nutzen, statt sich zu kritischen Geistern zu entwickeln“.

Skeptiker befürchten gar, dass Studenten das Verfassen von Hausarbeiten künftig dem Chatbot überlassen könnten. Die Experten stellen klar: Aktuell ist ChatGPT noch nicht in der Lage, nach Eingabe eines Prompts vollständige wissenschaftliche Abhandlungen zu verfassen.

Zudem besteht bei allen Ausgaben die Gefahr, dass sie falsch sind oder andere Arbeiten plagiierten. Studierende müssen die Ausgaben daher genau prüfen, bevor sie Teile daraus in ihre Arbeit übernehmen. Zudem fehlen in den Ausgaben oft Details, die die Studierende selbst erarbeiten müssen – im Dialog mit dem Chatbot oder in Gruppenarbeit mit Kommilitonen. Diese neuen Arbeitsweisen müssen Hochschulen künftig vermitteln. Studierende sollten wissen, dass man sich nicht von schönen Formulierungen der Sprach-KI blenden lassen darf und müssen deren Ausgaben kritisch hinterfragen.

Juristische Rahmenbedingungen

Eine Bewertung juristischer Fragen rund um das KI-gestützte Schreiben an der Hochschule hat das Projektteam von KI:edu.nrw der Ruhr-Universität Bochum um Peter Salden vorgelegt. Professor Thomas Hoeren von der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster, der unter anderem die Rechtsinformationsstelle der Digitalen Hochschule NRW leitet, diskutiert darin, wer im juristischen Sinn Urheber eines KI-generierten Textes ist und ob eine Kennzeichnungspflicht bei der Nutzung in prüfungsrelevanten Arbeiten besteht.

Dass eine generative KI Urheber eines Textes sein kann, wird in dem Bericht deutlich verneint, denn ChatGPT ist nur eine Maschine und kein Autor. Vielmehr

sind Studierende für ihre Arbeiten – samt eventuell übernommener Fehler – voll verantwortlich. Voraussetzung dafür, die Urheberschaft an einem mithilfe von KI verfassten Text zu beanspruchen, ist nach Ansicht von Hoeren ein ausreichendes Maß an geistiger Eigenleistung.

Ob eine Pflicht zur Kennzeichnung besteht, hängt demnach von den jeweils geltenden rechtlichen Vorschriften ab. Bei schriftlichen Leistungsnachweisen mussten Studenten auch in der Vergangenheit eine Eigenständigkeitserklärung abgeben, in der sie darlegten, ob und welche Hilfsmittel sie verwendet haben. Dazu gehören nach gängiger Auffassung künftig auch Tools wie ChatGPT. Angesichts der Unsicherheit in den Hochschulen, wie mit den neuen Tools umzugehen ist, seien entsprechende Klarstellungen in den Regelwerken zu empfehlen, rät Gutachter Hoeren.

„Mit dem Gutachten ist der rechtliche Rahmen für den Einsatz von KI-Schreibtools sehr viel klarer geworden“, sagt Peter Salden, Projektleiter von KI:edu.nrw und Leiter des Zentrums für Wissenschaftsdidaktik der Ruhr-Universität. „Allerdings zeigt sich auch, dass die rechtliche Klärung nicht ausreicht, um die in den Hochschulen akuten Fragen zu lösen. Weiterhin müssen wir darüber nachdenken, was unsere Studierenden in Bezug auf die Tools lernen sollen und wie wir die neuen Möglichkeiten auch in unsere Prüfungsformate gut integrieren.“ An diesen Fragen will das Projekt KI:edu.nrw in den kommenden Monaten intensiv weiterarbeiten.

Anlass zur Selbstreflexion

Manche Wissenschaftler sehen generative KI als enorme Chance für Universitäten, andere betonen stärker die Herausforderungen, vor die Systeme wie ChatGPT den Wissenschaftsbetrieb stellen. Einig sind sich beide Seiten darin, dass sich Hochschulen angesichts des enormen Potenzials ganz grundsätzlichen Fragen stellen müssen. Es geht um die Frage, welche Bedeutung das Schreiben in Wissenschaft und Lehre hat und welche Kompetenzen die Hochschulen den Studierenden vermitteln wollen, um sie fit zu machen für eine Welt, in der generative KI eine immer größere Rolle spielen wird. (dwi@ct.de) **ct**

Download der genannten Dokumente:
ct.de/yjuv

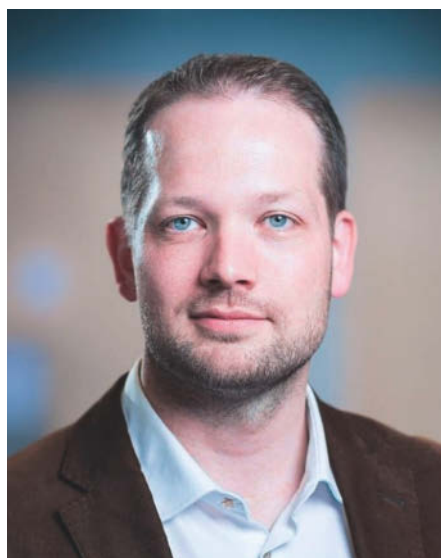


Bild: Uni Hohenheim

„Wir müssen die Lehrinhalte so weiterentwickeln, dass sie die künstliche Intelligenz dazu nutzen, um kritisches Denken zu unterstützen“, sagt Professor Henner Gimpel von der Uni Hohenheim.

Kooperativer Schnellfunk

Mesh-WLAN-Systeme auswählen und geschickt einsetzen



Mesh-WLAN-Systeme: Begriffe und Tipps Seite 16
Sieben Mesh-Systeme mit Wi-Fi 6 im Test Seite 20

Flottes Internet drahtlos im ganzen Haus, das versprechen Mesh-WLAN-Systeme. Was ein Mesh ist und wie Sie es richtig installieren, erfahren Sie hier. Im folgenden Test haben wir sieben Kits mit dem aktuellen Wi-Fi-6-WLAN auf die Antennen gefühlt.

Von Andrijan Möcker

Vor 25 Jahren machte WLAN seine ersten Schritte, heute ist die allgegenwärtige Datenfunktechnik schnell, effizient und in allerhand Geräte integriert – vom Notebook über die Smartwatch bis hin zum Toaster. Die Naturgesetze kümmert dieser Fortschritt jedoch nicht: Wenn zwischen Router und Client dämpfende Hindernisse liegen, etwa eine Steinwand oder eine Stahlbetondecke, drosseln oder stoppen diese das Netz. Dann hilft nur, weitere WLAN-Zugangspunkte aufzustellen und so das Funknetz näher an seine Nutzer zu bringen.

Früher waren das Access Points und Repeater, heute dominieren Mesh-WLAN-Systeme den Markt für kleine Netze. Alle großen Netzwerkhersteller und viele Provider bieten Produkte an, um das Heim bestmöglich mit WLAN zu fluten. Derzeit sind Sets mit zwei bis vier Geräten und von 150 bis 2000 Euro erhältlich. Mancher mag nun glauben, „Mesh“ sei lediglich ein hippestes Wort für „Repeater“ und „Access-Point“. Doch es gibt einige Unterschiede, die Sie kennen sollten. Deshalb haben wir die Grundlagen aufgeschrieben und ab Seite 20 sieben Mesh-Systeme getestet.

Was ist Mesh?

Der klassische Repeater verbindet sich drahtlos mit dem WLAN-Router, der Access-Point nutzt spektrumsschonend ein Kabel. Beide strahlen dasselbe Netz mit gleichem Funknetznamen (SSID), Verschlüsselungsmethode und Passwort aus. So können die Clients den signalstärksten Zugangspunkt herauspicken.

„Mesh“ ist im Privatkundenbereich primär ein Marketingbegriff und „WLAN-

Systeme“ wäre treffender, dennoch machen die Geräte einiges besser als der erstbeste, billige Repeater aus irgendeinem Webshop: Die Zentrale jedes Mesh-Systems ist der Root-Node (Hauptknoten). Er stellt die Konfigurationsschnittstellen – Apps oder Browserseiten – des Systems und überträgt Änderungen auf die angeschlossenen Repeater-Nodes. SSID- oder Schlüsseländerungen gehen so deutlich flotter. Außerdem bieten die allermeisten Systeme ein Gastnetz, das dann idealerweise auch von den Mesh-Nodes verbreitet wird. Im Test ab Seite 20 zeigt sich aber, dass es Ausnahmen gibt.

Der Fritzbox-Hersteller AVM und der Internetanbieter Deutsche Telekom etwa haben die Mesh-Funktion in ihre Fritzbox-beziehungsweise Speedport-Router integriert. Da entsteht ein Mesh-System ganz einfach, indem man einen passenden Repeater dazu kauft und ihn mit dem Router

koppelt – ein simpler Knopfdruck an beiden Geräten genügt und nach zwei Minuten funkt das Mesh.

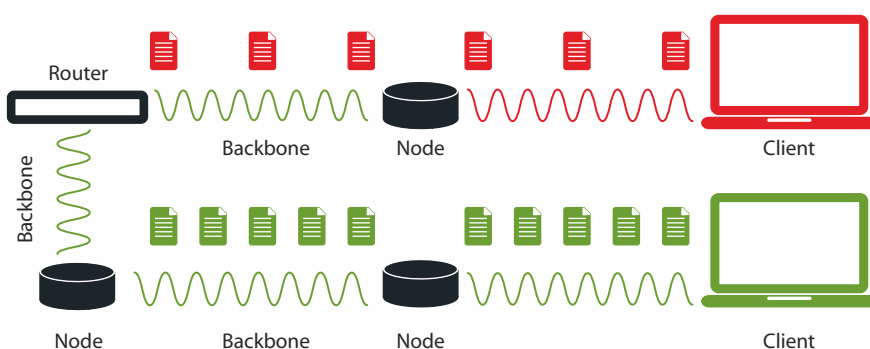
Bei anderen Mesh-Kits agiert ein Gerät als Zentrale, der Root-Node (Hauptknoten). Er steckt per LAN-Kabel am Internet-Router oder Modem. Seine Kompagnons, die Repeater-Nodes, verteilt man über die abzudeckende Fläche. Sie arbeiten als Zugangspunkte für Endgeräte und leiten deren Daten weiter an den Root-Node.

Der Backbone (auch: Backhaul), also die Verbindung zwischen den Repeater-Nodes und dem Root-Node, läuft typischerweise wie bei klassischen Repeatern über Funk. Er bestimmt, wie viel Datenrate Clients erhalten, die sich mit den Mesh-Nodes verbinden. Viele Mesh-Systeme heben sich dabei durch Cross-Band-Repeating ab; sie entscheiden dynamisch, ob sie die Daten übers 2,4- oder 5-Gigahertz-WLAN-Band weiterleiten. Das verspricht mehr Durchsatz, weil die Datenpakete nicht zweimal auf demselben Funkband laufen müssen, sondern zwischendurch auf die „Parallelspur“ wechseln und deswegen die verfügbare Sendezeit (Airtime) besser nutzen.

Damit sich Clients nahtlos im abgedeckten Bereich bewegen können, gehören Roaminghelfer-Funktionen wie IEEE 802.11k (Radio Resource Management, Spektrumsmessung), 11v (BSS Transition, Basiswechsel) und 11r (Fast BSS Transition) mittlerweile zur Standardausstattung [1]. Außerdem können die Nodes schwächer werdende Clients gezielt „abwerfen“. So zwingen sie sie dazu, sich beim Wan-

Backbone-Geschwindigkeit

Der Backbone oder auch „Backhaul“ ist die Verbindung zwischen den einzelnen Mesh-Nodes. Die Backbone-Datenrate bestimmt, wie schnell die mit Repeater-Nodes verbundenen Clients tatsächlich mit dem Rest des Netzwerks und damit dem Internet kommunizieren können. Die besten Ergebnisse erzielt man, wenn der Backbone per Kabel läuft und nicht per Funk.



dern in der Wohnung mit einem signalstärkeren Kollegen zu verbinden.

Im Backbone spielt die Musik

Bei hochpreisigen Sets haben die Mesh-Nodes oft ein zusätzliches Funkmodul, mit dem sie auf einem separaten 5- oder 6-GHz-Kanal den Backbone aufbauen. Mit ihnen ist man flotter unterwegs als mit Geräten, bei denen sich Backbone und Endgeräte die WLAN-Module teilen müssen.

Ketten gehören ebenso zum typischen Repertoire: Repeater-Nodes, die außerhalb der Reichweite des Root-Nodes sind, können ihre Pakete an günstiger positionierte Mitstreiter schicken, die diese zur Zentrale weiterleiten. Auch das funktioniert mit einem separaten Backbone-Modul besser.

Gewöhnliche Nodes lahmen im Kettenbetrieb aus guten Gründen: Auf einem Kanal kann immer nur ein WLAN-Gerät senden. Der Node muss die Daten vom Client entgegennehmen, zum nächsten Repeater-Node weiterleiten und dann warten, bis alle folgenden Repeater-Nodes die Daten bis zum Root-Node übertragen haben – sozusagen Stille Post im WLAN.

Das schnellste WLAN führt deswegen immer noch über Kupfer: Wer kann, baut den Mesh-Backbone über LAN-Kabel auf. Auch Powerline oder G.hn auf alten Koaxial- oder Telefonleitungen helfen, wenn Ethernet fehlt und das Mesh nur Schnecken tempo liefert [2]. Selbst eine vieradrige, zum 100-MBit-Netzwerkkabel umfunktionierte Telefonleitung kann ein besserer Backbone sein als eine tröpfelnde Funkverbindung [3].

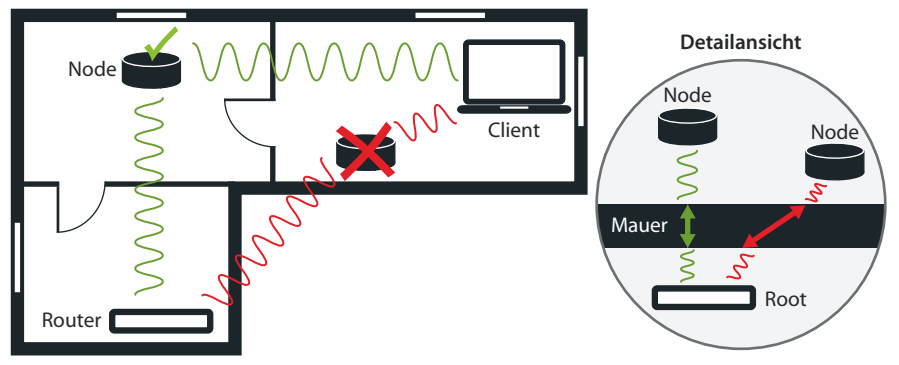
Wi-Fi 6 essentiell

Wi-Fi 5 alias IEEE 802.11ac ist mittlerweile veraltet und auch wenn solche Sets noch bei vielen Händlern erhältlich sind, sollten Sie bei einer Neuanschaffung nicht am falschen Ende sparen. Wi-Fi 6 ist der aktuelle WLAN-Standard.

Seine größte Neuerung ist die Übertragungstechnik OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access). Sie erlaubt Zugangspunkten, mehrere Geräte gleichzeitig anzusprechen, indem sie den WLAN-Kanal in unterschiedlich große Unterkanäle aufteilt. In vorherigen Standards mussten Geräte immer mit der gesamten Signalbreite – also 20, 40 oder 80 Megahertz – angesprochen werden, selbst wenn sie nur wenig zu übertragen hatten. Die geringe effektive Datenrate hinterließ

Abdeckungsfrage

Die Ausbreitung elektromagnetischer Strahlung wird von verschiedenen Materialien unterschiedlich stark behindert. Führt der kürzeste Weg zwischen zwei Mesh-Nodes etwa durch zwei Stahlbetonwände oder vorbei an alten Stahlschränken, ist der längere, weniger abgeschirmte Weg sicher der bessere. Ein Patentrezept gibt es nicht; nur durch Ausprobieren findet man die besten Positionen.



viel „Verschnitt“ und drosselte die Gesamtgeschwindigkeit der Funkzelle. Zusätzlich zu den vorherigen Kanalbreiten werden jetzt auch 160 MHz breite Signale unterstützt, wonach man allerdings im Datenblatt des Mesh-Sets gezielt suchen muss, denn Pflicht ist das nicht und gerade günstigere Hardware läuft oft nur mit 80 MHz.

Spatial Reuse (wortwörtlich „räumliche Wiedernutzung“) soll ebenso die Wartezeiten reduzieren, indem es Geräten erlaubt, Nachbar-WLANs zu ignorieren, sobald diese unter eine gewisse Signalstärke fallen. Geräte älterer Standards warten grundsätzlich auf freie Lücken auf dem Kanal, bevor sie senden. Das heißt, dass selbst schwächste Signale anderer Netze für weniger Sendezeit und somit weniger Datenrate sorgen können.

In puncto Energie sparen hat sich auch etwas getan: Mittels TWT (Target Wake Time, geplante Weckzeit) können Geräte wie beispielsweise Smartphones, die besonders sparsam arbeiten wollen, einen Termin mit dem Access-Point vereinbaren. Dieser hält dann an das Gerät adressierte Pakete bis zur nächsten Weckzeit vor. Wi-Fi 6 ist also besonders gut zu akkubetriebenen Geräten und taugt auch für Smart-Home-Hardware. Access-Points älterer Standards hingegen können lediglich dem Client im Anwesenheitssignal (Beacon) mitteilen, dass ein Paket auf ihn wartet. Dafür muss der Client aber bis zu zehnmal pro Sekunde mit einem Auge auf die Beacons schauen, sich also aus dem energiesparenden Tief schlaf reißen. Mit TWT darf er hingegen

viel länger schlummern, auch mehrere Sekunden.

Doch Obacht: Wi-Fi 6 im Produktnamen oder Datenblatt ist in Sachen Datenrate nur die halbe Miete; die Anzahl der MIMO-Streams (siehe ct.de/-6033808) spielt eine entscheidende Rolle. Wer weiß, dass er sein Mesh-Set verdrahten kann und im Heimbereich mit 5 bis 15 Geräten unterwegs ist, wird wahrscheinlich schon mit zwei MIMO-Streams – meist notiert als „2x2 MIMO“ – glücklich werden. Läuft der Backbone hingegen per Funk, sollten es besser vier sein. High-End-Sets besitzen in der Regel Vier-Stream-Module für die Clients und ein zusätzliches Vier-Stream-Backbone-Modul.

Findet sich im 5-GHz-Bereich Ihrer dichtgefunkteten Nachbarschaft kein Platz mehr für einen separaten Backbone, dann könnte ein Wi-Fi-6E-fähiges Set wie das Deco XE75 (Test in c't 13/2022, S. 71) oder das Orbi RBK963 (c't 9/2022, S. 106) einen Ausweg schaffen: Im Sommer 2021 gab die EU das 6-GHz-Band zwischen 5975 und 6425 MHz frei. Da sich 6-GHz-fähige Router und Clients bislang kaum verbreitet haben, ist das neue Band vielerorts unberührtes Terrain und somit die perfekte Datenautobahn.

Gut konfiguriert & positioniert

Die WLAN-Einstellungen moderner Mesh-Sets sind in der Regel schon optimal. Den vorgegebenen Funknetznamen und das WLAN-Passwort sollten Sie aber ändern, damit sich nicht jeder mit Zugriff aufs Typenschild in Ihr WLAN schleichen kann. Den Kanal manuell einzustellen –

wozu wir früher gelegentlich noch rieten – ist indes keine gute Idee mehr. Die automatische Kanalsuche funktioniert mittlerweile gut und da Ihre Nachbar-WLANs auch gelegentlich den Kanal wechseln, ist eine manuell eingestellte Betriebsfrequenz längst kein Garant mehr für ungestörten Funk.

Ungeachtet der technischen Ausstattung des am Ende gekauften Sets muss man immer etwas mit dem Standort der Mesh-Geräte experimentieren, um die bestmögliche Datenrate am Wunschort zu erzielen – insbesondere wenn der Backbone per Funk läuft und Sie nicht ohne Repeater-Kette auskommen. Die Konfigurations-Apps der meisten Mesh-Sets verraten, wie gut die Verbindungen zwischen den Nodes gerade stehen.

Weshalb der kürzere Weg nicht immer der bessere ist, zeigt die Infografik links. Wie stark Baumaterialien hochfrequente Strahlung dämpfen und damit die WLAN-Geschwindigkeit beeinträchtigen, lesen Sie in c't 9/2021 ab Seite 138 [4].

Kaufen oder warten

Wie bei jedem Kauf neuer Technik sollten Sie sich vorher genau überlegen, ob das wirklich nötig ist: Genügt Ihnen die Geschwindigkeit Ihrer aktuellen WLAN-Ausstattung, können Sie Wi-Fi 6 getrost überspringen, ohne viel zu verpassen. In wenig gestörten Umgebungen hält sich der Geschwindigkeitsgewinn von Wi-Fi 5 zu Wi-Fi 6 in Grenzen.

Das sich derzeit in der Entwicklung befindliche Wi-Fi 7 alias IEEE 802.11be wird hingegen einen kräftigen Sprung hinlegen. Es bringt nicht nur 320-MHz-Kanäle und die noch flottere Kodierung 4096QAM mit, sondern auch Multi-Link-Operation (MLO). Letzteres erlaubt Clients erstmalig, mehrere Frequenzbänder und somit die Datenraten zu bündeln – das Addieren der Linkraten, das lange Zeit reines Marketing war, wird also Realität.

AVM, Netgear und TP-Link haben bereits erste Wi-Fi-7-Geräte angekündigt, weitere Hersteller werden nachziehen.

Können Sie sich bis zur Verabschiedung des Standards 2024 gedulden, wartet dann eine große Auswahl neuer Hardware und Ihre antiken Wi-Fi-5-Geräte dürfen guten Gewissens in Rente gehen.

Ein Blick auf die getesteten Wi-Fi-6-Mesh-Sets ab Seite 20 lohnt sich hingegen, wenn Ihnen Ihr WLAN aufgrund der zugefunkteten Nachbarschaft regelmäßig Kummer bereitet. Dann kommen die Neuerungen der sechsten WLAN-Generation so richtig zum Tragen.

(amo@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Alfred Arnold, WLAN-Wanderung, IEEE-Erweiterungen für besseres WLAN-Roaming, c't 23/2017, S. 84
- [2] Ernst Ahlers, Freie Nebenstrecken, Alternative Wege für die Internetverteilung im Haus, c't 4/2022, S. 22
- [3] Andrijan Möcker, Alles Kabel, Grundwissen Heimnetzverkabelung: Von Notlösung bis professionell, c't 26/2020, S. 132
- [4] Marcus Nemes, Wellenkunde, Wie Alufolie, Metallgitter, Beton & Co. Funkwellen dämpfen, c't 9/2021, S. 138



.NET 6.0/7.0 im Praxiseinsatz

Werden Sie in sechs Webinaren zum Experten für die Softwareentwicklung mit dem modernen .NET

19. April

.NET Framework 4.8 vs.
.NET 6.0/7.0: Was bringt
das moderne .NET?

26. April

Moderne Datenbankzugriffe
mit Entity Framework
Core 6.0/7.0

3. Mai

Web-API/REST-Dienste
mit ASP.NET Core WebAPI
und gRPC 6.0/7.0

10. Mai

Cross-Plattform-Apps
mit .NET MAUI 6.0/7.0

17. Mai

Single-Page-Web-Apps
und hybride Apps mit
Blazor 6.0/7.0

24. Mai

Windows-Anwendungen mit
WinUI3 und Cross-Plattform-
Anwendungen mit Uno

Kooperationspartner:

www.IT-Visions.de
Dr. Holger Schwichtenberg

Jetzt anmelden und 35 % sparen: webinare.heise.de/net



Bild: Andreas Martini

WLAN-Wettrennen

Sieben Mesh-Systeme mit Wi-Fi 6 im Vergleich

Mehr Basen = mehr WLAN = mehr Internet-Speed im ganzen Haus, das ist die Kurzformel für Mesh-Systeme. Doch nicht alle leiten das Netz schnell und einfach weiter. Wir haben sieben Kits gründlich getestet.

Von Ernst Ahlers

Der Gedanke hinter Mesh-WLAN leuchtet unmittelbar ein: Stopf Deine Wohnung mit WLAN-Basen voll, um überall ein starkes Signal und damit schnelles Internet zu haben. Das geht mit billigen Repeatern aus dem Elektronik-Shop als Ergänzung zum vom Provider gestellten WLAN-Router prinzipiell auch. Aber dann muss man beim Ändern etwa des WLAN-Schlüssels oder Funknetznamens zwei oder mehr Geräte einzeln anfassen, was erstens länger dauert und zweitens die Gefahr von Übertragungsfehlern erhöht.

Mit Mesh-Systemen fällt das leicht, denn die Änderung an der Zentrale wandert

automatisch auf alle Funkstationen weiter. Außerdem sind solche Kits besser aufeinander abgestimmt: Ein WLAN-Router mit dem aktuellen Wi-Fi-6-WLAN (IEEE 802.11ax, [1]) arbeitet am besten mit einem ebenfalls Wi-Fi-6-fähigen Repeater zusammen. Kommen beide aus demselben Stall, muss man sich bei Supportfragen auch nur mit einem Hersteller herumschlagen und sitzt nicht zwischen mehreren Stühlen.

Wir haben Mesh-Kits der sieben in Deutschland bekanntesten Marken angefordert beziehungsweise zusammengestellt und im c't-Labor eingehend geprüft. Die Spanne reicht vom günstigen Dreiersatz D-Link M15 für gerade mal knapp 170 Euro bis

zum fast 700 Euro teuren Orbi-Kit RBK763 von Netgear mit ebenfalls drei Funkstationen. Fast alle haben eine Routerfunktion integriert, sodass sie die Internetverbindung über ein externes xDSL-Modem aufbauen können; die AVM- und Telekom-Router haben ein solches schon integriert.

Devolos Gerätegespann hat keinen Routermodus, sondern arbeitet immer im Access-Point- (AP, WLAN-Basis am Kabel-LAN) oder Repeater-Betrieb. Wir haben es bewusst als Beispiel für ein Mesh-System hineingenommen, das das zu schwache WLAN eines älteren Routers ablösen soll. Solch einen AP-Modus unterstützen auch die meisten anderen Mesh-Kits, aber oft ohne nützliche Extras wie ein Gastnetz.

Bei AVM entschieden wir uns für das aktuelle xDSL-Topmodell Fritzbox 7590 AX als Mesh-Zentrale und stellten ihm den Fritz-Repeater 1200 AX als Mesh-Node zur Seite. Im Test der drei derzeit von AVM vertriebenen Wi-Fi-6-Repeater arbeitete der kleine besonders energiesparend und büßte dabei gegenüber den großen Brüdern verhältnismäßig wenig Performance ein [2]. Die lassen sich wie die Telekom-Repeater aber dank abgesetztem Steckernetzteil leichter für optimale Abdeckung positionieren. Falls Sie für den direkt in der Steckdose sitzenden 1200 AX keinen guten Platz finden, sind der 3000 AX und der 6000er einen Versuch wert.

Der Speedport-Router der Telekom ist als Fritzbox-Pendant eines großen Providers vertreten. Ferner spielen für etwas mehr Auswahl im unteren Preisbereich zwei Kits von Asus und TP-Link mit.

Einrichten per App und Browser

Bei fast allen Mesh-Systemen – Ausnahme: AVM – hilft eine App beim Einrichten. Sie führt grafisch durch das Anschließen und die Inbetriebnahme. Indes muss man bei fast allen Systemen mit dem Browser nacharbeiten, denn die Apps lassen hier und da

nützliche Funktionen aus, siehe Tabellenzeile „Assistent übergeht“. Die Helfer auf den Browser-Konfigurationsseiten machen das übrige auch kaum besser.

Das Wichtigste beim Mesh-Setup: Damit Unbefugte nicht an die Einstellungen kommen, setzen Sie ein individuelles Konfigurationspasswort. Um allzu leichtes Ins-WLAN-Schleichen zu blockieren, ändern Sie die meist aufs Typenschild gedruckten, werkseitig vorgegebenen WLAN-Einstellungen (Funknetzname und Passwort). Nachdem Sie die kompatiblen Geräte über die WPS-Taste (WLAN per Knopfdruck koppeln) ins neue Funknetz gehievt haben, schalten Sie WPS aus.

Als Prüfstein haben wir bei allen Kits das Einrichten an einem Telekom-VDSL-Anschluss ausprobiert, über den neben dem Dualstack-Internetzugang (IPv4 und IPv6) auch Live-Fernsehen per Multicast-IPTV läuft (MagentaTV).

Diese Konstellation verlangt unseren Testgeräten zwei Kniffe ab: Die Router müssen internetseitig den PPPoE-Datenverkehr in das VLAN mit der ID 7 kapseln, also VLAN-Tagging am WAN-Port beherrschen. Außerdem sollen sie als Proxy das Multicast-IPTV ins (W)LAN weiterleiten, damit man auch mit Tablet oder Notebook Live-TV schauen kann. Geräten ohne integriertes Modem schnallten wir ein Draytek Vigor167 vor. Internet gabs anschließend immer, Multicast-IPTV nur manchmal.

WLAN-Optionen

Als Wi-Fi-6-Systeme sollen die Kits die wichtigsten WLAN-Verbesserungen des aktuellen Standards beherrschen, also Spatial Reuse mit BSS Coloring und Target Wait Time (TWT). BSS Coloring erlaubt Wi-Fi-6-Netzen zu senden, wenn der Kanal schon von einem fremden, aber nur schwach zu hörenden WLAN belegt ist. Das funktioniert quasi wie die kleinen Ge-

sprächsgrüppchen in einem großen Festsaal und steigert den Funkzellendurchsatz. Mit TWT können Mobilgeräte länger akkuschonend in den Tiefschlaf gehen als bei früheren WLAN-Versionen.

Multi-User-MIMO, kurz MU-MIMO (ct.de/yh5n), gibt es schon seit Wi-Fi 5. Damit können WLAN-Basen Daten auf derselben Frequenz gleichzeitig an mehrere Empfänger senden, was ebenfalls den Summendurchsatz verbessert. Bei WLAN-Systemen mit weniger als vier MIMO-Streams ist MU-MIMO optional. Uplink-MU-MIMO dreht den Spieß um: Mehrere Clients können gleichzeitig an dieselbe Basis senden. Das ist ebenfalls nützlich, kommt im Alltag aber selten vor und ist damit eher Sahnehäubchen als Tortenboden.

Das Mesh-System sollte idealerweise ab Werk die aktuelle WLAN-Verschlüsselung WPA3 im Mixed-Mode (WPA2+3) beherrschen, damit auch ältere Clients, die nur WPA2 kennen, sich noch verbinden können. Der Mixed-Mode fehlte in der getesteten Netgear-Firmware. Wenn das Orbi-System auf WPA3 gestellt war, bot es laut den Beacons (Anwesenheitssignal von WLAN-Basen) tatsächlich nur das an. Ein Verbindungsversuch mit einem älteren Android-8-Smartphone scheiterte prompt: Beim Erstkontakt zum WPA3-Orbi-WLAN meinte das Handy, WPA2-Enterprise mit individueller Authentifizierung gemäß IEEE 802.1x gefunden zu haben, und fragte nach Zugangsdaten. So zwingt Netgear dazu, beim veralteten, aber immerhin noch sicheren WPA2 zu bleiben.

Koppelt man Devolos Geräte als Access-Point und Repeater zu einem Mesh-WLAN, dann steht WPA2+3 nur am AP zur Verfügung. Das könnte sich mit einem kommenden Firmware-Update ändern. Devolos Konfigurationsseite warnt vor Interoperabilitätsproblemen mit manchen Clients, wenn man WPA2+3 und den Roaming-Helfer IEEE 802.11r (Fast BSS

Mesh-WLAN-Systeme mit Wi-Fi 6 – Durchsatz und Leistungsaufnahme

	Client 20 m 2,4 GHz (Mbit/s)	Client 20 m 5 GHz (Mbit/s)	Backbone 20 m (Mbit/s)	Client 26 m 2,4 GHz (Mbit/s)	Client 26 m 5 GHz (Mbit/s)	System-Leistungsaufnahme (W)
	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	◀ besser
Asus ZenWiFi XD4 Plus	150	152	236	145	71	15,1
AVM Fritzbox 7590 AX + 1200 AX	155	260	446	140	135	23,0
Devolo Repeater 5400 + 3000	99	235	477	99	98	17,4
D-Link Mesh System M15	58	177	373	85	87	14,2
Netgear Orbi RBK763	— ¹	312	614	— ¹	309	20,8
Telekom Sp. Smart 4 + Sp. Home WLAN	256	204	638	202	202	22,3
TP-Link Deco X20	243	221	355	215	188	14,1

¹ nicht messbar, da Band Steering nicht abschaltbar und Client stets auf 5 GHz verband



Asus ZenWifi XD4 Plus

Wer das Asus-System über ein Modem am Telekom-VDSL nutzen will, sollte es mit dem Browser-Assistenten einrichten. Die „Asus Router“-App übernahm das VLAN-Tagging nicht, sodass bei uns trotz korrekter Konfiguration keine Internetverbindung zustande kam. Ohnehin lässt sich das System per Browser viel feiner einstellen. So kann man die ab Werk inaktiven WLAN-Funktionen TWT und Airtime Fairness einschalten, die Sommerzeit-Schaltpunkte korrigieren (letzter statt vierter Sonntag) oder bei Bedarf ein Gastnetz einrichten. Während andere Systeme automatisch umschalten, muss man bei Asus' AiMesh den Backbone-Betrieb übers LAN manuell wählen. Das gilt laut Browser-Hilfe immer für alle Nodes, man kann also nicht einzelne per LAN anbinden.

- ↑ bestes günstiges Kit im Test
- ↓ nutzt 5-GHz-Band nicht ganz



AVM Fritzbox 7590 AX + Fritz-Repeater 1200 AX

Bei den meisten Mesh-Kits spielt das WLAN die Hauptrolle und die Routerfunktion ist eine notwendige Nebensache, AVMs Fritzboxen gehen es umgekehrt an: Sie sind in Sachen Routing im Vergleich exzellent ausgestattet und haben die Mesh-Funktion ins Router-Betriebssystem integriert. Selbst Profis vermissen für kleine Netze wenig, vielleicht eine dritte Netzwerkzone für Smart-Home-Geräte parallel zu Stamm- und Gastnetz. Das Einrichten klappt bei Anschlüssen der meisten Provider sehr leicht, wenn man den Empfehlungen des Browser-Assistenten folgt; eine App fehlte uns nicht. Verbesserte WLAN-Verschlüsselung und Gastnetz-Einrichtung muss man auch hier händisch nachholen. Ein Mesh-System entsteht ganz simpel per Tastendruck. Das am Router fehlende TWT soll mit der finalen 7.50er-Firmware kommen.

- ↑ sehr flexible Router-Funktionen
- ↑ kinderleichtes Mesh-Setup



Devolo WiFi 6 Repeater 5400 + 3000

Devolos Mesh-fähige Repeater sind die Exoten im Test, denn sie haben keinen Routermodus. Mindestens einer muss als Access-Point per LAN am Internetrouter hängen (im Test das 5400er-Modell), der Rest als Repeater mit WLAN-Backbone oder ebenfalls als Access-Point per LAN (3000er). Das optionale Gastnetz entsteht über Layer-2-Firewallregeln: Besucher kommen trotz gleicher IPv4- und IPv6-Adressbereiche nur ins Internet. Die Home-Network-App führt geschickt durch den kurzen Setup-Prozess für das erste Gerät, doch muss wie so oft für manche nützlichen Dinge der Browser ran. Die weiteren Nodes koppelt man einfacherweise per Knopfdruck. Diese bieten aber bei der aktuellen Firmware weder das Gastnetz noch WPA2+3 an, beides gibts zurzeit nur am Root-Node.

- ↑ einfach einzurichten
- ↓ läuft nur hinter Internetrouter

Transition, schneller Basiswechsel) gleichzeitig aktiviert. Das ist keine blanke Theorie und gilt auch bei anderen Systemen mit 11r-Option: Ein zum Test verwendetes Android-12-Smartphone konnte in dieser Konstellation tatsächlich keine stabile WLAN-Verbindung aufbauen; das Windows-11-Testnotebook (siehe unten) hielt sie hingegen problemlos. Wer WPA2+3 nutzen will, sollte 11r ausgeschaltet lassen.

Die anderen Roaming-Helfer 802.11k (Radio Resource Management) und 11v (BSS Transition) fanden wir erfreulicherweise bei allen Systemen, wenn auch erstere in unterschiedlich feiner Ausprägung. Asus' XD4 Plus etwa unterstützt laut Beacons bei 11k nur den „Neighbor Report“, während AVMs Geräte auch „Link ...“,

„Beacon Active ...“, „Beacon Passive ...“ und weitere „... Measurements“ beherrschen.

WLAN ausgemessen

Wie schnell die Mesh-Nodes funken, haben wir mit einem Wi-Fi-6E-fähigen Notebook (Galaxy Book Pro von 2021 mit WLAN-Modul Intel AX210) und unserem Standard-Benchmark iperf3 gemessen und als „Client-Durchsatz am Root-Node“ verzeichnet. Die Werte gehen als typisch für Wi-Fi 6 durch. Einzig das D-Link M15 leistete sich im 2,4-GHz-Band wegen seines veralteten Wi-Fi-4-Funkmoduls einen krassen Ausrutscher nach unten.

Manche Wi-Fi-6-Basen können Daten im 5-GHz-Band über ein 160 Megahertz breites Signal senden. Das verdoppelt

gegenüber dem regulären 80-MHz-Betrieb die maximale Bruttodatenrate (ct.de/yh5n) mit zwei MIMO-Streams bei einer guten Funkverbindung auf 2400 Mbit/s. Mit NBase-T-Ports (Multigigabit-Ethernet), die je nach Ausführung bis 2500, 5000 oder 10.000 Mbit/s übertragen, gehen dann bis zu 1500 Mbit/s oder 1,5 Gbit/s ins Kabel [3]. Ein regulärer Gigabit-Port (1000 Mbit/s) klappt den Nettodurchsatz aber auf 930 bis 940 Mbit/s. Das sieht man bei den „Nah“-Ergebnissen der Root-Nodes von Devolo, Netgear und Telekom.

Stabübergabe

Beim drahtlosen Weiterleiten entscheidet der Mesh-Backbone, wie schnell die Daten

Wir binden Ihnen keinen Bären auf!

DOPPELTER ARBEITSSPEICHER FÜR SIE



**RAM
BAZAMBA**



Do the **RAMbazamba**:
thomas-krenn.com/ram

+49 (0) 8551.9150-300

**TH=MAS
KRENN®**



D-Link Mesh System M15

Das M15-System von D-Link haben wir bewusst als „Billigheimer“ in den Test genommen und so präsentierte es sich auch: Wi-Fi 6 gibts nur auf 5 GHz. Die 2,4-GHz-Funkmodule der Nodes arbeiten nach dem veralteten Wi-Fi-4-Standard (IEEE 802.11n-300), was zu weit unterdurchschnittlichem Durchsatz in dem Band führte. Das Konfigurieren fürs Telekom-VDSL klappte erst nach manuellem Eingriff per Browser. Wir brauchten mehrere Anläufe, bis alle Nodes ins Mesh eingebunden waren. Das System nutzte im Test trotz Automatik nie die hohen 5-GHz-Kanäle; laut Hersteller soll es erst bei viel Fremdverkehr hochgehen. Die Firmware zeigte die von D-Link bekannten IPv6-Macken [4], mit denen der Hersteller aber beileibe nicht allein ist. Wer die Hürden genommen hat, bekommt Dualstack-Internet, wenn auch kein rasend schnelles.

- ↑ viele Nodes für wenig Geld
- ↓ veraltetes WLAN auf 2,4 GHz



Netgear Orbi RBK 763

Netgears Orbi-Kit bildet das teure Pendant zum Sparbrötchen M15 von D-Link. Ein Dreiersatz kostet knapp 700 Euro statt 170, rechtfertigt aber seinen Preis mit der besten WLAN-Performance im Test: Mit 300 Mbit/s über 5 GHz hinter dem Repeater-Node lag es im Test weit vor dem zweitschnellsten System, dank seines separaten Mesh-Backbones. Aber auch hier war nicht alles Gold: Die Orbi-App scheiterte am Setup für Telekom-VDSL, so dass wir zum Browser greifen mussten. Ferner nervte die App mit penetrantem Gedrängel zu kostenpflichtigen Abo-Diensten. Eigenartigerweise bot das Orbi-System nur WPA2 oder WPA3 als WLAN-Verschlüsselungsmethode, nicht aber den mittelfristig unverzichtbaren Mixed-Mode WPA2+3. Wer keine älteren Clients aussperren will, muss beim schwächeren WPA2 bleiben.

- ↑ rasantes WLAN
- ↓ kein Mixed-Mode WPA2+3



Telekom Speedport Smart 4 + Speed Home WLAN

Einfacher kann die Internet-Einrichtung kaum sein, falls man den Zugang von der Telekom bezieht: Anschließen, einschalten und auf das Ich-bin-Online-Feuerwerk auf dem Display warten. Ein simpler Tastendruck koppelt dann die Mesh-Nodes. Im Test lieferte das System sehr guten Durchsatz, sein Backbone war sogar ein Quäntchen schneller als der des Netgear-Kits. Der Speedport-Router glänzt mit vielen Funktionen, kommt aber nicht an das Niveau der Fritzbox heran. So beschränkt er die Zahl der WireGuard-VPN-Zugänge auf fünf, und wir fanden weder IPv6 im Gastnetz noch IPv6-Dienstfreigaben für Heim-Admins, die eigene Server betreiben wollen. Die MeinMagenta-App hilft bei der Inbetriebnahme; für Konfigurationseingriffe taugt der Browser besser.

- ↑ extrem leichtes Setup am T-Netz
- ↑ schnelles Mesh

beim Repeater ankommen – mehr kann er nicht an den Client weitergeben. Den „Backbone-Durchsatz“ bestimmten wir über die LAN-Ports von Root- und Repeater-Node, zwischen denen 20 Meter mit Steinwänden lagen. Wegen der unvermeidlichen Ausrichtungsabhängigkeit haben wir wie beim Node/Client-Benchmark in vier unterschiedlichen Orientierungen der Geräte gemessen. Beim sich so ergebenden Durchsatzbereich konnten sich die WLAN-mäßig gut ausgestatteten Kits von Netgear und Telekom vom Mittelfeld absetzen: Ihr Maximum von über 600 Mbit/s war uns eine sehr gute Note wert. Zwischen 200 und 400 Mbit/s gab es ein „zufriedenstellend“.

Was am Ende der Kette drahtlos beim Notebook ankam, zeigt der „Client-Durchsatz 26 m“. Weniger als 50 Mbit/s, die Geschwindigkeit eines gewöhnlichen VDSL-Internetzugangs, hätte eine schlechte Note ergeben. Bis 100 Mbit/s finden wir „zufriedenstellend“, das Doppelte davon oder mehr „sehr gut“.

Ein LAN-Backbone zwischen Root- und Repeater-Node überträgt Daten in den meisten Fällen deutlich schneller als das WLAN-Pendant, nämlich mit 940 Mbit/s, wenn eine Gigabit-Ethernet-Verbindung zustande kommt. Dadurch klettert tendenziell auch der Client-Durchsatz am Repeater-Node, der nun zum Access-Point geworden ist. Meist steigt die Nettodaten-

rate im 5-GHz-Band beträchtlich an, im Test bei den Systemen von Asus, AVM, Devolo und Telekom. Die einmalige Mühe, ein LAN-Kabel zu verlegen, zahlt sich auch beim Mesh langfristig aus.

Mesh kostet Strom

Jeder Mesh-Node nuckelt am Stromnetz, je nach WLAN-Ausstattung und Anschlussbelegung mal mehr, mal weniger. Wir haben den Leistungsbedarf an Root- und Repeater-Nodes gemessen und für ein Dreiersystem überschlagen. Bei den Root-Nodes waren zwei Ethernet-Ports belegt beziehungsweise das integrierte Modem und ein LAN-Port aktiv. Die Repeater-Nodes liefen ohne Ethernet-

LASS DIE ANDEREN IM TRÜBEN FISCHEN!

Cordaware **bestzero**: Verbindet Menschen mit Applikationen, nicht mit Netzwerken



Remote Zugriff auf lokale Ressourcen **schnell** und **einfach** bereitstellen.

Keine offenen eingehenden Ports erforderlich => **Zero-Firewall-Config.**

Zeitgesteuerter und **2FA** bedingter Appzugriff.



✓ Verfügbar für Windows, macOS, Linux und Android

Cordaware GmbH Informationslogistik +++ Fon +49 8441 8593 200 +++ info@cordaware.com +++ www.cordaware.com





TP-Link Deco X20

Am Telekom-VDSL via Modem muss man beim Einrichten aufpassen und das VLAN-Tagging „benutzerdefiniert“ setzen. Nach dem Aktivieren von IPv6 mit PPPoE vergab der Deco-Router Adressen per DHCP, was für Server praktisch ist, alle anderen aber leicht verfolgbar macht. Das lässt sich über „Internetverbindungstyp“ und „Zugewiesener Typ“ auf „SLAAC + Stateless DHCP“ korrigieren. WLAN-seitig vermissten wir die Wi-Fi-6-Funktionen BSS Coloring und TWT. Der optionale Roaming-Helfer IEEE 802.11r entpuppte sich als Placebo: Nach dem Einschalten von „Fast Roaming“ fehlte in den WLAN-Beacons immer noch das kennzeichnende Information Element 54 (Mobility Domain). Wenigstens war das funktional sparsame Mesh-System auch energetisch sparsam und flink.

gute Mesh-Performance
 Wi-Fi 6 in Minimalausstattung

Hosts; pro Gigabit-Ethernet-Link muss man 0,3 bis 0,5 Watt Mehrbedarf veranschlagen.

Bei Kits ohne Modem haben wir für die Benotung drei Watt aufgeschlagen, sodass Systeme mit Modem-Router nicht benachteiligt werden. Fürs Dreiergespann setzten wir unter 20 Watt als „gut“ an, mehr als „zufriedenstellend“. Bei Repeater-Nodes lag der zufriedenstellende Bereich zwischen 4 und 6 Watt.

Fazit

Viel Geld muss man nicht ausgeben, um ein schwaches oder veraltetes Router-WLAN durch ein Mesh-System abzulösen: Schon für unter 200 Euro gibts ein Dreier-Kit in Sparausführung von D-Link, doch das nutzt man lieber im kabelgebundenen

Mesh-WLAN-Systeme mit Wi-Fi 6 – Technische Daten und Mes

Typ	ZenWiFi XD4 Plus	Fritzbox 7590 AX + Repeater 1200 AX
Hersteller	Asus	AVM
getestete Firmware-Version	3.0.0.4.386_67853	7.39-103725 + 103436
Anschlüsse		
Ethernet / USB (am Root-Node)	2 × 1G / –	5 × 1G / 2 × USB 3.2 Gen 1
Bedienelemente	WPS, Reset	WLAN, DECT, Connect
Statusanzeigen / abschaltbar	1 Leuchte / ✓	5 Leuchten / ✓
Konfiguration		
Per App / Browser	✓ / ✓	– / ✓
HTTPS / Telnet / SSH	✓ / ✓ / ✓	✓ / – / –
Oberfläche auch deutsch / brauchbare Onl.-Hilfe / Assistent	✓ / – / ✓	✓ / ✓ / ✓
Assistent übergeht	IPv6, WPA2+3, Gastnetz	WPA2+3, Gastnetz
Funktionen		
WAN-Betriebsarten (außer DHCP, Static IP, PPPoE) / IPv6	L2TP, PPTP / Passthrough, 6to4, 6RD, 6in4	DS-Lite / DS-Lite, 6to4, 6RD, 6in4
T-VDSL / IPv6 / Multicast-IPV	✓ / ✓ / (✓) ²	✓ / ✓ / ✓
IPv6-Adresszuteilung intern ab Werk	SLAAC	SLAAC
IPv6-Präfix-Delegation kommand / gehend	✓ / –	✓ / ✓
IPv6-Portfreigaben	per Firewall-Regel	✓
Fernüberwachung per	Browser, App, SSH	E-Mail, App
Kindersicherung: Webfilter (Dienstleister) / Online-Zeitbeschränkung	✓ (Trend Micro) / ✓	✓ (BPjM) / ✓
Besonderes	eigener DynDNS-Dienst, Lets-Encrypt-Anbindung	Supervectoring-Modem, DECT/VoIP-Tk-Anlage, lokale Smarthome-Steuerung, eigener DynDNS-Dienst, Lets-Encrypt-Anbindung
WLAN		
WLAN-Bestückung (MIMO-Streams)	2 × Wi-Fi 6 (2)	2 × Wi-Fi 6 (4) / 2 × Wi-Fi 6 (2)
alias IEEE 802.11...	ax-600 + ax-1200	ax-1200 + ax-2400 / ax-600 + ax-2400
nutzt alle 5-GHz-Kanäle / 160 MHz Signalbreite	– / –	✓ / ✓
Separater Backbone / MU-MIMO	– / ✓	– / ✓ (nur Router)
System hat AP-Modus / Node-Kette	✓ / k. A.	✓ / ✓
Gastnetz / mit IPv6	✓ / –	✓ / ✓
Gastnetz im AP-Modus / mit IPv6	– ⁴ / – ⁴	✓ ⁵ / ✓ ⁵
WPA3 (Mixed-Mode) / im Gastnetz	✓ / ✓	✓ / ✓
Roaming-Unterstützung: 802.11k / v / r	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / –
Wi-Fi 6: BSS Coloring / TWT / Uplink-MU-MIMO	✓ / ✓ (nur 2,4 GHz) / ✓ (nur 5 GHz)	✓ / ✓ (nur Node) / ✓ (nur Node)
Durchsatz und Leistungsaufnahme		
Router: NAT-Performance PPPoE / IPoE (Downstream)	936 / 942 Mbit/s	937 / 941 Mbit/s
Client-Durchsatz am Root-Node 2,4 GHz nah / 20m	373 / 114–150 Mbit/s	259 / 106–155 Mbit/s
Client-Durchsatz am Root-Node 5 GHz nah / 20m	556 / 32–152 Mbit/s	742 / 236–260 Mbit/s
Backbone-Durchsatz 20 m	207–236 Mbit/s	399–446 Mbit/s
Client-Durchsatz 26 m 2,4 / 5 GHz	145 / 71 Mbit/s	140 / 135 Mbit/s
Client-Durchsatz 26 m mit LAN-Backbone	64 / 190 Mbit/s	149 / 299 Mbit/s
Switching-Leistung über Node-LAN-Ports	937 / 940 Mbit/s	–
Leistungsaufnahme Root / Node / 3er-System	5,7 / 4,7 / 15,1 W	16,2 / 3,4 / 23,0 W
jährliche Stromkosten 3er-System (Dauerbetrieb, 40 Cent/kWh)	53 €	81 €
Bewertung		
Funktionen: Router-Mode / WLAN	⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕
Backbone-Durchsatz	○	⊕
Client-Durchsatz 26 m 2,4 / 5 GHz	⊕ / ○	⊕ / ⊕
Energie-Effizienz 3er-System / Nodes	⊕ / ○	○ / ⊕
Preis 3er-System	290 €	405 €
✓ vorhanden/funktioniert – nicht vorhanden/funktioniert nicht k. A. keine Angabe		

¹ eingebettete Browser-Seite in der App für Detail Einstellungen

² Funktionen vorhanden und manuell aktiviert, MagentaTV funktionierte im Test dennoch nicht

³ fein konfigurierbare Zeiten/Filter nur mit kostenpflichtigem Abo

Access-Point-Modus und lässt den Router weiter seine Arbeit tun. Für mehr Geld bietet Devolo Wi-Fi 6 auch im 2,4-GHz-Band, was nah an der Basis extra Schub bringt.

Wer einen aktuellen Router von AVM oder der Telekom hat, der braucht

nur passende Repeater gleicher Herkunft als Mesh-Nodes und fährt damit am besten.

Die drei weiteren getesteten Kits benötigen ein separates Modem für den Internetanschluss, falls man den alten

sswerte

	WiFi 6 Repeater 5400 + 3000	Mesh System M15	Orbi RBK763	Speedport Smart 4 + Sp. Home WLAN	Deco X20
	Devolo	D-Link	Netgear	Telekom	TP-Link
	5.10.3	1.07.01	6.3.6.4_1.2.68	010139.3.1.001.0 + 010143.3.0.002.1	1.0.6 B. 20220909 Rel. 59388
	2 × 1G + 1 × 1G / –	2 × 1G / –	4 × 1G + 2 × 1G / –	1 × 2,5G, 3 × 1G / 1 × USB 2.0	2 × 1G / –
	Add, Reset	WPS, Reset	Sync, Reset	WLAN, Menü, Plus, Neustart, Reset	Reset
	1 Leuchte, dreistufiger Balken / ✓	1 Leuchte / ✓	2 Leuchten / ✓ (autom.)	Display, 3 Leuchten / ✓	1 Leuchte / ✓
	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ ¹ / ✓	✓ / –
	✓ / – / –	✓ / – / –	✓ / – / –	✓ / – / –	✓ / – / –
	✓ / ✓ / ✓	✓ / – / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
	Gerätepasswort, WPA2+3, Gastnetz	WPA2+3, Gastnetz	IPv6, WPA2+3, Gastnetz	Gastnetz	IPv6, WPA2+3, Gastnetz
	(kein Router-Modus)	L2TP, PPTP, DS-Lite / 6rd, Auto	L2TP, PPTP / 6to4, 6rd, Passthrough, Courier	– / –	L2TP, PPTP, DS-Lite / Bridge, 6to4
	(kein Router-Modus)	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / –
	(kein Router-Modus)	SLAAC	SLAAC	SLAAC	DHCP (umschaltbar)
	(kein Router-Modus)	✓ / –	✓ / –	✓ / –	✓ / –
	(kein Router-Modus)	–	–	–	per Firewall-Regel
	–	E-Mail, App	E-Mail, App	E-Mail, (App)E	App
	– / ✓	✓ (lokale Liste) / ✓	✓ (Bitdefender) / ✓	– / ✓	✓ ³ (Avira) / ✓ ³
	Zonentrennung auf Layer 2 (MAC-Schicht)	Zonentrennung auf Layer 2 (MAC-Schicht)	–	Supervectoring-Modem, DECT/VoIP-Tk-Anlage, Smarthome-Steuerung per Cloud, priorisierte WLAN-Zelle	–
	Wi-Fi 6 (2) + Wi-Fi 6 (4) / 2 × Wi-Fi 6 (2)	Wi-Fi 4 (2) + Wi-Fi 6 (2)	3 × Wi-Fi 6 (2)	2 × Wi-Fi 6 (4) / Wi-Fi 6 (2) + Wi-Fi 6 (4)	2 × Wi-Fi 6 (2)
	ax-600 + ax-4800 / ax-600 + ax-2400	n-300 + ax-1200	ax-600 + ax-2400 + ax-2400	ax-1200 + ax-4800 / ax-600 + ax-4800	ax-600 + ax-1200
	✓ / ✓	– / –	✓ / ✓	✓ / ✓	– / –
	– / ✓ (5 GHz)	– / –	✓ / –	– / ✓	– / –
	✓ / ✓	✓ / k.A.	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
	(kein Router-Modus)	✓ / ✓	✓ / –	✓ / –	✓ / ✓
	✓ / ✓ (nur am Root-Node)	– / –	✓ / –	kein AP-Modus	✓ / ✓
	✓ / ✓	✓ / ✓	– ⁶ / – ⁶	✓ / ✓	✓ / ✓
	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / –
	✓ / ✓ / ✓ (5 GHz)	✓ / – / –	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / –	– / – / –
	(kein Router-Modus)	937 / 943 Mbit/s	936 / 942 Mbit/s	938 / 938 Mbit/s	936 / 943 Mbit/s
	305 / 66–99 Mbit/s	103 / 41–58 Mbit/s	– ⁷ / – ⁷	389 / 157–256 Mbit/s	332 / 184–243 Mbit/s
	941 / 154–235 Mbit/s	640 / 106–177 Mbit/s	927 / 125–312 Mbit/s	931 / 125–204 Mbit/s	689 / 136–221 Mbit/s
	407–477 Mbit/s	301–373 Mbit/s	514–614 Mbit/s	467–638 Mbit/s	295–355 Mbit/s
	99 / 98 Mbit/s	85 / 87 Mbit/s	– ⁷ / 309 Mbit/s	202 / 202 Mbit/s	215 / 188 Mbit/s
	127 / 173 Mbit/s	68 / – ⁸ Mbit/s	– ⁷ / 384 Mbit/s	183 / 431 Mbit/s	195 / 219 Mbit/s
	942 / 943 Mbit/s (5400)	452 / 459 Mbit/s	942 / 792 Mbit/s	941 / 806 Mbit/s	941 / 943 Mbit/s
	7,8 / 4,8 / 17,4 W	5,2 / 4,5 / 14,2 W	7,6 / 6,6 / 20,8 W	11,7 / 5,3 / 22,3 W	5,1 / 4,5 / 14,1 W
	61 €	50 €	73 €	78 €	49 €
	– / ⊕	⊕ / ○	⊕ / ○	⊕ / ⊕	○ / ⊖
	⊕	○	⊕⊕	⊕⊕	○
	⊕ / ⊕	○ / ○	– ⁷ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕
	○ / ○	⊕ / ○	○ / ⊖	○ / ○	⊕ / ○
	325 €	165 €	680 €	370 € (T-Shop)	209 €
	⊕⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend	⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht

⁴ im AP-Modus keine Netztrennung, Gast-WLAN führt ins interne Netz⁵ Gastnetz der vorgeschalteten Fritzbox⁶ nur WPA2 oder WPA3, kein Mixed-Mode WPA2+3⁷ nicht messbar, da Band Steering nicht abschaltbar und Client deswegen immer auf 5 GHz verband⁸ 5-GHz-Durchsatz war mit LAN-Backbone nicht messbar, da der Client sich in der Situation nur auf 2,4 GHz verband

Router in Rente schicken will. Von ihnen entpuppte sich das Asus-Set im Test als Preis/Leistungs-Tipp. Der Netgear-Satz zog allen nicht nur preislich davon, sondern auch beim WLAN-Durchsatz.

(ea@ct.de) 

Literatur

- [1] Guido R. Hiertz, Sebastian Max, Volle Packung, Wie die Verbesserungen von Wi-Fi 6 wirken, c't 3/2020, S. 112
- [2] Ernst Ahlers, WLAN-Verlängerer, Fritz-Repeater 3000 AX für Wi-Fi 6 getestet und verglichen, c't 7/2023, S. 76

- [3] Ernst Ahlers, Ultrahochfunker, Test: WLAN-Router Asus GT-AXE11000 mit drei Funkmodulen, c't 7/2022, S. 84

- [4] Alexander Traud, Sechs, setzen!, 25 Router auf IPv6-Tauglichkeit überprüft, c't 2/2023, S. 104

WLAN-FAQ: [ct.de/yh5n](https://www.ct.de/yh5n)

Kommunikations-desaster

Docker wirft Open Source aus dem Hub – oder?

Mit einer einzigen Mail schaffte es die Firma Docker Inc., die Open-Source-Gemeinschaft gegen sich aufzubringen: Open-Source-Projekte, die nicht innerhalb von 30 Tagen reagieren, fliegen aus dem Dock-Hub. Wenig später eine Entschuldigung: Alles nur schlecht kommuniziert.

Von Jan Mahn

Der Docker-Hub ist noch immer die erste Anlaufstelle für Nutzer auf der Suche nach Container-Images. Kein Wunder, schließlich hat Docker das Image-Format und die Funktionsweise von Registries erfunden und in der Docker-Software ist der Hub noch immer die voreingestellte Standard-Registry. Der Docker-Daemon steht von Anfang an unter Open-Source-Lizenz und auch der Docker-Hub entwickelte sich zur Heimat für viele Open-Source-Projekte. Das Geschäftsmodell bisher: Wer private Images hochladen

will, muss zahlen – öffentliche Images sind grundsätzlich kostenlos.

Schluss mit kostenlos

Am 14. März bekamen Docker-Nutzer, die ein Team aus mehreren Nutzern für ihr Open-Source-Projekt betreuen, dann eine verstörende E-Mail: Kostenlose Teams im Hub soll es nicht länger geben; wer nicht innerhalb von 30 Tagen reagiert und auf einen kostenpflichtigen Team-Account umstellt (für mindestens 300 US-Dollar im Jahr), muss damit rechnen, dass seine Images aus dem Hub gelöscht werden. Einziger Ausweg: Man bewirbt sich für das „Docker-Sponsored Open Source Program“ (DSOS) und erhält nach der Prüfung möglicherweise einen kostenlosen Zugang. Das DSOS berücksichtigt aber nur Projekte, die keinen Weg zu einer Kommerzialisierung eingebaut haben. Nach dieser Definition hätte Docker Inc. als junges Unternehmen selbst keine Chance gehabt, einen kostenlosen Account zu bekommen.

Passend zu dieser Mail veröffentlichte Docker eine FAQ, die nur noch mehr Rätsel aufgab: Darin erklärte das Unternehmen unter anderem, dass es nicht vorgesehen sei, ein Team in einen kostenlosen Einzelaccount umzuwandeln.

Bei Open-Source-Projekten kam die Ankündigung erwartungsgemäß schlecht an. Der Frust entlud sich in einem Issue bei GitHub (siehe ct.de/yz3c). Nicht nur Betreiber kleiner Projekte waren sauer, auch Unternehmen, die nebenbei und ohne Eigennutz ein paar öffentliche Images im Hub anbieten.

Entschuldigung in Raten

Am 16. März, zwei Tage nach der ersten E-Mail, folgte die erste Entschuldigung im Docker-Blog: „Wir entschuldigen uns. Wir haben bei der Ankündigung des Endes von Docker Free Teams einen fürchterlichen Job abgeliefert.“ Man habe niemals öffentliche Images aus dem Hub werfen wollen. Man habe lediglich das alte Modell der kostenlosen Team-Accounts auslaufen lassen wollen, weil es ohnehin kaum genutzt werde, so der Chief Marketing Manager der Docker Inc. in seinem Beitrag.

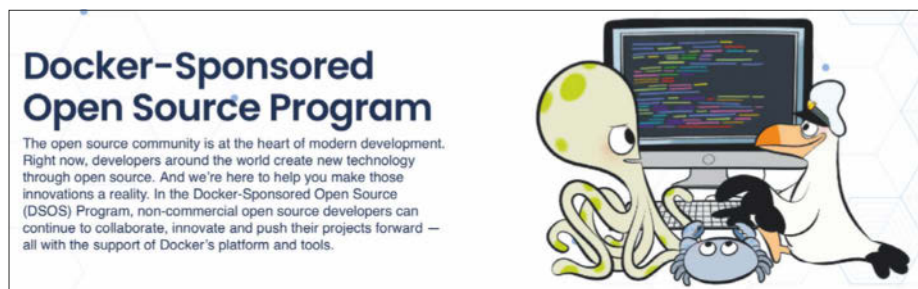
Am 24. März folgte die nächste Entschuldigung: Diesmal meldete sich Docker-CEO Scott Johnston persönlich im Blog zu Wort: Kommando zurück, der kostenlose Team-Account wird doch nicht abgeschafft. Man habe auf das Feedback der Community gehört und den Fehler eingesehen. Wer in der Zwischenzeit panisch auf ein bezahltes Paket umgestiegen sei, bekomme sein Geld zurück. Auch Johnston bat für das Kommunikations-desaster noch einmal um Entschuldigung.

Viele Alternativen

Für viele dürfte das zu spät gekommen sein. Mit seinem Zickzackkurs hatte Docker Inc. seinen Docker-Hub zu diesem Zeitpunkt bereits nachhaltig beschädigt und eine Community gegen sich aufgebracht, die nicht mehr auf Docker angewiesen ist. Docker Inc. selbst hat die Spezifikation für Registries aus der Hand gegeben und an die Open Container Initiative (OCI) gestiftet.

Wer heute ein Container-Image anbieten will, hat die Wahl zwischen mehreren öffentlichen Registries, die für öffentliche Images kostenlos sind. Red Hat betreibt quay.io. Wer seinen Code bei GitHub lagert, kann seine Images in GitHubs eigener Registry (ghcr.io) ablegen – im Zusammenspiel mit der eigenen CI/CD-Umgebung GitHub Actions landen neue Images dort ganz automatisch. Ein vergleichbares Angebot gibt es bei GitLab mit registry.gitlab.com. (jam@ct.de) 

Blogbeiträge von Docker: ct.de/yz3c



Kostenlose Organisationen im Docker-Hub soll es nicht mehr pauschal geben, Open-Source-Projekte sollen sich für einen gesponsorten Account im DSOS bewerben. So stand es zumindest in einer E-Mail der Docker Inc.

1&1-DNS sperrt heise.de

Durch einen Fehler sahen einzelne 1&1-Kunden statt heise.de eine Sperrseite für Urheberrechtsverletzungen. Das Problem am 1&1-DNS-Server wurde behoben, macht aber deutlich, wie problematisch solche Eingriffe ins DNS sind. Mit unabhängigen DNS-Servern spart man sich solchen Ärger.

„Diese Webseite ist aus urheberrechtlichen Gründen nicht verfügbar.“ Das ist nicht unbedingt der Text, den Internet-surfer erwarten, wenn sie heise.de im Browser ansteuern. Zwischen dem 17. und 20. März bekamen einige unserer Leser diesen Hinweis zu sehen und wandten sich an unseren Verlag. Gemeinsam mit dem Systemmanagement gingen wir in der Redaktion dem Problem auf den Grund und fanden eine Gemeinsamkeit: Alle betroffenen Besucher sind Kunden von 1&1 und hatten den DNS-Server ihres Providers in ihrem Router eingetragen – oder vielmehr die Standardeinstellung nicht geändert. Bei allen trat der Fehler auch nur ein paar Stunden lang auf und verschwand von selbst. Am 21. März informierten wir die Pressestelle von 1&1 über das Phänomen.

Ausgespielt wurde eine Sperrseite der Organisation CUII, der „Clearingstelle Urheberrecht im Internet“. Mitglied bei der CUII sind seit 2021 auf der einen Seite die deutschen Provider (Freenet, Telefonica, Telekom, Vodafone und 1&1) und auf der anderen Seite Rechteinhaber wie Sky, die Deutsche Fußball Liga sowie der Bundesverband Musikindustrie. Die Aufgabe der Organisation: Wenn ein Rechteinhaber eine Seite für „strukturell urheberrechts-

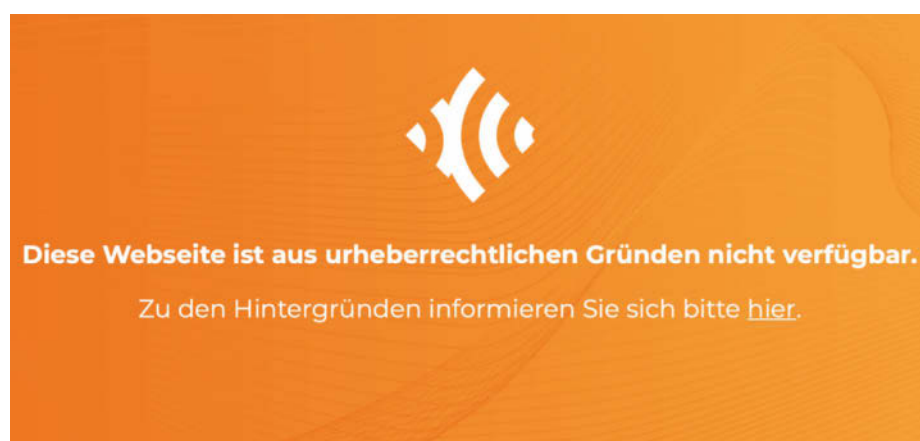
verletzend“ hält, prüft ein Ausschuss der CUII das Angebot. Im Fokus sind Websites, die fast ausschließlich illegale Kopien von Filmen, Musik, Büchern oder Livestreams bereithalten. Nicht gesperrt werden sollen ausdrücklich Seiten, auf denen Links zu solchem Material sporadisch auftauchen. Wenn der CUII-Ausschuss zu einem Entschluss kommt, legt er diesen der Bundesnetzagentur vor. Nur wenn die keinen Verstoß gegen die Netzneutralität sieht, sollen die Provider in ihren DNS-Servern per CNAME-Eintrag eine Umleitung auf die Seite notice.cuii.info einrichten. Ein zweistufiger Prozess also, der unberechtigte Sperrungen verhindern soll. Eigentlich.

Am 22. März meldete sich die Pressestelle von 1&1 mit einer knappen Stellungnahme zur Sperrseite vor heise.de. Darin gab man zu, dass das Problem bei einigen

Kunden aus dem zu 1&1 gehörenden Versatel-Netz bestanden habe und nicht schwer zu beseitigen war: „Die Störung konnte durch einen Neustart des DNS-Servers behoben werden.“

Der Fall ist Wasser auf die Mühlen von Kritikern, die DNS-Sperren seit ihrer Einführung im Jahr 2021 für falsch halten – beweist er doch, wie gefährlich jegliche Eingriffe ins Domain Name System (DNS) sind. Für Internetkunden ist Surfen ohne die deutschen DNS-Sperren der CUII hingegen mit wenigen Handgriffen erledigt. Es reicht aus, im Router die Provider-DNS-Server durch zwei alternative Adressen zu ersetzen. Eine Übersicht über alternative DNS-Server, die unabhängig von Providern sind, finden Sie über ct.de/ywhn. (jam@ct.de)

Alternative DNS-Server: ct.de/ywhn



Statt heise.de sahen einzelne 1&1-Kunden eine Seite, die auf einen Urheberrechtsverstoß hinweist – Grund war ein technischer Fehler bei 1&1.

Acropalypse: Beschnittene Bilder bleiben lesbar

Das **Windows Snipping-Tool** und Googles **Pixel-Smartphones** patzen beim Beschneiden von Bildern: Statt entfernte Bereiche zu löschen, verbleiben diese in der Datei; sensible Informationen sind dann wiederherstellbar.

Klick, schnell einen Screenshot vom Browser angefertigt, die Adressleiste und die Lesezeichen abgeschnitten und an Arbeitskollegen geschickt. Was kann da schon schiefgehen? Viel, wenn man die falsche Anwendung benutzt hat.

Gleich in zwei weit verbreiteten Screenshot-Werkzeugen tauchte der beschriebene Fehler Ende März auf. Zuerst im Werkzeug Markup, das Google auf Pixel-Telefonen installiert, ein paar Tage später auch im Windows Snipping-Tool auf Windows 11. Während Google die **Acropalypse** getaufte Lücke schon mit dem März-Update geschlossen hat, bestand sie in Windows 11 bis Ende März. Bei einem Blick mit einem Hex-Editor auf eine bearbeitete Datei findet man leicht einen IEND-Marker, der in PNG-Dateien

das Ende der Daten markiert – und danach weitere Daten, die zum abgeschnittenen Bereich gehören. Nach einer kurzen Testphase reagierte Microsoft mit einem Update: Nutzer des Snipping-Tools unter Windows 11 sollten den Store öffnen und sicherstellen, dass sie das Update 11.2302.20.0 installiert haben, das Microsoft seit Ende März ausliefert. Alte Bilder befreit man am schnellsten von den Datenresten, indem man sie einmal mit Microsoft Paint öffnet und neu abspeichert. (jam@ct.de)

Neues Euro-Zahlungssystem für Großbeträge erfolgreich gestartet

Die EZB hat ihre Zahlungsabwicklungsplattformen weitgehend störungsfrei auf das neue System T2 migriert. Ein Scheitern hätte auch für Bankkunden gravierende Folgen gehabt.

Am Wochenende des 18. und 19. März 2023 hat die Europäische Zentralbank (EZB) ihr automatisches Euro-Echtzeit-Bruttoabwicklungssystem – das „Trans-European Automated Real-time Gross Settlement Express Transfer System“, kurz: TARGET2 – auf die neue Plattform T2 migriert. Im gleichen Zug harmonisierte die EZB ihre Wertpapier-Abwicklungsplattform TARGET2-Securities (T2S) sowie das System für die Echtzeit-Zahlungsabwicklung (TARGET Instant Payment Settlement, TIPS) mit T2.

Bei der sogenannten „Target2/T2S-Konsolidierung“ mussten nahezu zeitgleich mit der EZB auch alle nationalen Notenbanken, 5000 Geschäftsbanken sowie einige kommerzielle Großkunden ihre angepassten Systeme anschließen. Laut EZB verlief der erste Betriebstag von T2 am 20. März, also am darauffolgenden Montag, „reibungslos“.

Insidern zufolge gab es zwischen 12 und 15 Uhr zwar eine kurzzeitige Störung bei gut 400 Banken, man habe die Transaktionen am Nachmittag aber erneut anstoßen können. Die EZB selbst berichtete, dass sich am Abend die Schlussabwicklung und der Start des neuen Handelstages um etwa drei Stunden verzögert hätten. Die Ursache sei jedoch gefunden und behoben worden. Gemessen am Umfang und den Risiken – immerhin wickeln T2 und T2S

jeden Tag 1,7 respektive 1,1 Billionen Euro ab – zogen Experten eine überaus positive Bilanz.

Vereinfacht gesagt verrechnen die Nationalbanken der Eurozone ihre geldpolitischen Geschäfte über T2. Auch die Zahlungen von Geschäftsbanken des SEPA-Raumes laufen – teils direkt, teils indirekt – über das System, ebenso wie die Zahlungen und Überweisungen der Geschäftsbankkunden untereinander. Darin enthalten sind beispielsweise die SEPA-Überweisungen von Endkunden. Über das Teilsystem TIPS laufen die SEPA-Echtzeitüberweisungen. Für all dies, aber auch zur Verwaltung ihrer liquiden Geldmittel in Zentralbankgeld führen Geschäftsbanken eigene Konten bei der Zentralbank. T2S dient der Verrechnung beim Wertpapierhandel. Ohne funktionierenden Anschluss an T2 und T2S wären Überweisungen, Zahlungen und Wertpapierorder von Bankkunden im schlimmsten Fall stecken geblieben.

Die Entwicklung des neuen Systems hatte 2017 unter der Ägide der vier nationalen Zentralbanken Deutsche Bundesbank, Banco de España, Banque de France und Banca d'Italia begonnen. Sie stellen auch die Dienstleistungen für die genannten TARGET-Dienste bereit. Ziel war es, die in den 1990er- und 2000er-Jahren entstandenen Dienste für die europäischen Finanzmärkte zu harmonisieren, zu integrieren und die Effizienz zu erhöhen.

Das neue System ist laut EZB außerdem widerstandsfähiger gegen Cyberangriffe. Zudem können die angeschlossenen Nutzer ihre Liquidität in Zentralbank-



Bild: Boris Roessler / dpa

Die europäische Zentralbank hat ihr Zahlungsabwicklungssystem TARGET2 ohne größere Ausfälle auf die neue Plattform T2 umgestellt.

geld nun über die drei Teildienste hinweg steuern, anstatt diese für jeden einzeln zu verwalten und zu überwachen. Die Abwicklung kann anders als zuvor auch nachts stattfinden, außerdem hat T2 die Schnittstellen und Komponenten dienstübergreifend vereinheitlicht. An die Stelle des bisherigen Nachrichtenstandards MT ist XML nach ISO 20022 getreten.

Die EZB hatte die ursprünglich für den 21. November 2022 geplante Umstellung kurzfristig verschoben, weil eine Reihe von Kreditinstituten ihre Vorbereitungen noch nicht abgeschlossen hatte – unter anderem soll es lange Zeit Probleme mit den Testumgebungen der EZB gegeben haben. Parallel zur EZB begann auch das globale Interbankennetzwerk SWIFT damit, seine Systeme auf ISO 20022 umzustellen; anders als T2 unterstützt es aber noch bis November 2025 das alte MT-Format. (mon@ct.de)

Mehr Schutz auf eBay Kleinanzeigen

Die Online-Anzeigenbörse eBay Kleinanzeigen **gleicht fortan Passwörter mit der Datenbank „Have I been Pwned“ ab**, wenn Nutzer sich damit einloggen. Das Verzeichnis enthält über 350 Millionen unsichere oder bereits kompromittierte Zeichenfolgen. Verwenden Nutzer solch ein Passwort, müssen sie es auf eBay Kleinanzeigen nun ändern. Für die Registrierung galt diese Regelung schon länger.

Damit will die Plattform es Kriminellen erschweren, Nutzerkonten zu hacken und dort betrügerische Kauf- und Verkaufsangebote einzustellen. eBay Kleinanzeigen speichert die Passwörter nach eigenen Angaben nicht im Klartext, sondern gleicht deren Hashwerte auf den eigenen Servern ab.

Überdies warnt die Plattform Nutzer nun, wenn sie im bordeigenen Chat sen-

sible Informationen wie Mailsadressen, Telefonnummern oder Bankverbindungen versenden wollen. Es erscheint ein Pop-up, das die Risiken erläutert und Tipps gibt, bevor man die Nachricht zurückzieht oder abschickt. Kriminelle missbrauchen per Chat erlangte Kontaktdaten regelmäßig für diverse Betrugsmaschinen, die sie über gezielte Phishing-SMS oder -Mails beginnen. (mon@ct.de)

QUALITÄT AUS DEUTSCHLAND



calmo[®]
Industrial IT made in Germany

kontron

Auf deutschen Flughäfen im Einsatz

LANGLEBIGE UND CYBERSICHERE IT-HARDWARE VON CALMO



Calmo IPCs mit Kontron Motherboards

Wir setzen mit unseren Lösungen auf Motherboards von Kontron, weil diese mit Fokus auf Qualität und Langzeitverfügbarkeit in Deutschland entwickelt und produziert werden, genau wie unsere Calmo IPCs.

Jetzt mehr erfahren auf
www.calmo-pc.de/flughafen



Bund gegen Bund

Bundesregierung klagt gegen Bundesdatenschutzbeauftragten

Das Bundespresseamt will eine Auflage des Bundesdatenschutzbeauftragten nicht akzeptieren und hat nun sogar Klage eingereicht.

Von Falk Steiner

Für die eine Seite geht es um die Information der Öffentlichkeit, für die andere um die Vorbildfunktion einer deutschen Behörde und das Datenschutzrecht: Das Presse- und Informationsamt der Bundesregierung (BPA) hat beim Verwaltungsgericht Köln gegen einen Bescheid des Bundesdatenschutzbeauftragten (BfDI) geklagt. Der hatte dem für die Öffentlichkeitsarbeit der Bundesregierung verantwortlichen Amt unter Regierungssprecher Steffen Hebestreit untersagt, die Facebook-Fanpage „Bundesregierung“ zu betreiben. Das Bundespresseamt sei als Seitenbetreiber gemeinsam mit Facebook für Rechtsverstöße mitverantwortlich.

Die Auseinandersetzung zwischen dem vom Parlament gewählten und unabhängigen BfDI Ulrich Kelber, ehemals selbst SPD-Bundestagsabgeordneter, und der SPD-geführten Bundesregierung hat aus deren Sicht Grundsatzcharakter: „Die gerichtliche Überprüfung ermöglicht in einer Art Musterverfahren, Rechtsklarheit

für den Betrieb von Facebook-Seiten zu schaffen“, begründete eine Sprecherin der Bundesregierung den Gang vor das Gericht. „Wir sind der Auffassung, dass allein Facebook für seine Datenverarbeitung datenschutzrechtlich verantwortlich ist und insoweit datenschutzrechtliche Fragen allein im Verhältnis zu Facebook zu klären sind.“

Der BfDI bemängelte in seinem Bescheid vom Februar 2023, dass Facebook unzulässige Cookies bei allen Nutzern setze, die die Seite aufrufen. Selbst bei Nutzern, die nicht auf Facebook registriert seien, würden Cookies gesetzt. Zudem könne Facebook sich derzeit auf keine gültige Rechtsgrundlage für Datenerhebungen stützen: Nach Ansicht von Datenschützern fehlt sie seit der Annullierung des Privacy Shields durch den EuGH 2020.

Eigentlich wäre gemäß DSGVO die irische Datenschutzaufsicht DPC für Meta zuständig, weil das Unternehmen dort seinen Hauptsitz in der EU hat. Da der jeweilige Fanpage-Betreiber nach Ansicht der Datenschützer aber eine Mitverantwortung trägt, richtet sich der Bescheid gegen das BPA. Für Bundesbehörden ist der BfDI mit Sitz in Bonn zuständig.

Dabei kann der Bundesdatenschutzbeauftragte auf zwei bereits entschiedene Verfahren des Europäischen Gerichtshofs (EuGH) verweisen: 2018, unmittelbar nach Inkrafttreten der Datenschutzgrundver-

ordnung, hatte der EuGH eine Mitverantwortung der Seitenbetreiber im Fall Unabhängiges Landesdatenschutzzentrum Schleswig-Holstein (ULD) gegen die Wirtschaftsakademie Schleswig-Holstein bejaht. Und auch 2019 sah der EuGH im Fall des Modeshopbetreibers Fashion ID eine Mitverantwortung für die Erhebung von Nutzerdaten. Allerdings ging es in dem Fall um auf der Website des Betreibers eingebundene Elemente, nicht um eine Seite auf der Facebook-Plattform selbst.

Bundesregierung fürchtet um Öffentlichkeitsarbeit

Sollte Kelber Erfolg haben, könnte das für die Öffentlichkeitsarbeit der Bundesregierung massive Folgen haben: Sie müsste prüfen, welche Angebote auf Fremdplattformen sie überhaupt betreiben darf. „Die Bundesregierung hat einen verfassungsrechtlich gebotenen Auftrag, die Bürgerinnen und Bürger über die Tätigkeit, Vorhaben und Ziele der Bundesregierung zu informieren“, argumentiert die Regierungssprecherin. „Um die Bürgerinnen und Bürger zu erreichen, müssen wir uns an deren tatsächlicher Mediennutzung orientieren.“

Das bezweifelt im Grunde auch der BfDI nicht. Er sieht aber bei Behörden die Verpflichtung, sich an geltendes Recht zu halten. „Allerdings ist es ein vollkommen normaler Vorgang in einem Rechtsstaat, dass die Maßnahmen von Aufsichtsbehörden auch gerichtlich überprüft werden können“, sagte ein Sprecher des BfDI auf c't-Anfrage. „Das schließt ein, dass der Rechtsweg von allen Verfahrensbeteiligten ausgeschöpft werden kann.“

Das Verfahren könnte auch ins Leere gehen, je nachdem wie schnell das Kölner Gericht entscheidet. Denn nachdem USA und EU einen neuen Anlauf für einen besseren Schutz für EU-Daten in den USA unternommen haben, könnte eine Entscheidung der EU-Kommission noch vor dem Gerichtsverfahren die Facebook-Aktivitäten und damit auch die mögliche Mitverantwortung von Fanpage-Betreibern auf eine neue Rechtsgrundlage stellen. Das Verfahren Bundesdatenschutzbeauftragter gegen Bundesregierung hätte sich dann womöglich erledigt. Allerdings würde auch das sogenannte „EU-US-Data-Privacy-Framework“ wahrscheinlich erneut vom Europäischen Gerichtshof geprüft – fiel es ein weiteres Mal durch, wäre die Diskussion wie in einer Zeitschleife gefangen. (tig@ct.de) **ct**



Facebooks Datenverarbeitung führt immer wieder zu Streit zwischen Datenschutzbehörden und Betreibern offizieller Fanpages, in diesem Fall sogar jener der Bundesregierung.

Trauer um Professor Datenschutz

Spiros Simitis gilt als Vater des Datenschutzes in Deutschland und Vordenker der DSGVO in Europa. Er stritt 1983 um die Volkszählung und kämpfte für eine selbstbestimmte Gesellschaft.

Spiros Simitis ist nach langer Krankheit am 18. März gestorben. Der griechisch-deutsche Jurist und Datenschutz-Pionier wurde 88 Jahre alt. Er war Mitautor des hessischen Datenschutzgesetzes von 1970, eines der ersten seiner Art. Von 1975 bis 1991 war er der Datenschutzbeauftragte von Hessen. Fachlich war Simitis ab 1969 Professor für Arbeitsrecht, Bürgerliches Recht und Rechtsinformatik in Frankfurt am Main. Dort richtete er die Forschungsstelle Datenschutz ein, die das Thema im europäischen Recht verankerte.

Auf einer Datenschutzkonferenz zu seinem Fachthema befragt, berichtete Simitis, wie ihn die Lektüre der Kybernetik von Norbert Wiener beeinflusst hatte. Wenn Maschinen Arbeitsprozesse steuern, muss das Arbeitsrecht modifiziert werden, um die Menschen zu schützen. Ein anderer Schwerpunkt seiner Arbeiten waren die Daten der Bürger, die Behörden in ihren Mainframes der 70er-Jahre sammelten, um besser für die Zukunft planen zu können. Datenschutz war so gesehen für Simitis die Beschränkung des Staates, nicht alles mit den Daten der Bürger machen zu können, was technisch durch die Verknüpfung von Informationen möglich war.

Gleichzeitig forderte er für vorhandene Datenbestände einen Zugang für die jeweilige Opposition, um die Regierung zu kontrollieren: quasi einen Vorläufer der heutigen Informationsfreiheitsgesetze. Die Gedanken von Simitis spielten eine wichtige Rolle beim Streit um die für 1983 angesetzte Volkszählung. An den Auseinandersetzungen beteiligten sich neben den Juristen erstmals auch Informatiker. Am Ende trat mit dem Volkszählungsurteil des Bundesverfassungsgerichtes die „informationelle Selbstbestimmung“ in die Welt. „[Das Gericht] hat gesagt, dass statistische Erhebungen nur dann einen Sinn haben, wenn sie auf dem Vertrauen der Bürger beruhen, also auf der Bereitschaft der Bürger zusammenzuarbeiten“, erklärte er vor laufenden Kameras.

Kampf um Mitbestimmung und Kindeswohl

Auch im Arbeitsrecht leistete Simitis Pionierarbeit. Das sogenannte Simitis-Gutachten von 1979, offiziell „Frankfurter Gutachten zum Mitbestimmungsgesetz“ genannt, war dafür verantwortlich, dass das Bundesverfassungsgericht



Bild: Universität Frankfurt

Spiros Simitis: Um Daten zu erheben sollte der Staat zunächst das Vertrauen der Bürger gewinnen.

die Beschwerde der Arbeitgeber gegen die paritätische Mitbestimmung abwies. Mit dem Begriff „Kindeswohl“ erweiterte er das Familienrecht um eine Kategorie, die das gesamte körperliche und seelische Wohlergehen des Kindes umfasst.

Nach seiner Emeritierung setzte sich Spiros Simitis weiter für den Datenschutz ein. Im Jahre 2019 erschien der neue Simitis, ein 1474 Seiten starker Kommentar zur gerade eingeführten Datenschutzgrundverordnung (DSGVO), an dem 20 Autoren mitwirkten, unter ihnen zahlreiche Datenschützer. Das Werk ist bis heute die wichtigste Quelle für alle, die sich über Datenschutzrechte informieren wollen. Schließlich sei noch der mit seiner Zustimmung geschaffene Spiros-Simitis-Award erwähnt, der von der gewerkschaftsnahen Datenschutz- und Technologieberatung (DTB) vergeben wird. Mit ihm werden seit 2015 Betriebsräte ausgezeichnet, die die Datenschutzrechte von Arbeitnehmern praktisch umsetzen.

In der Süddeutschen Zeitung schrieb Heribert Prantl, selbst Jurist, dass viele Maßeinheiten in der Physik nach ihren Erforschern benannt sind, etwa Ampere, Volt oder Watt. Entsprechend müsse die Maßeinheit für den Datenschutz „Simitis“ heißen. Das hätte der stets charmant argumentierende Simitis mit einer der Anekdoten abgelehnt, die er für solche Fälle parat hatte: Datenschutz kann nicht gemessen, sondern muss immer wieder von der Gesellschaft neu ausgehandelt werden.

(Detlef Borchers/agr@ct.de)

Do-it-Yourself-Security

für Maschinen & Anlagen



Per Firewall Netzwerkbereiche schnell & einfach sichern, ohne Eingriff in IP-Set-Up oder sonstige Einstellungen:

-  Reduziert Fehler- und Ausfallrisiko auf ein Minimum
-  Ermöglicht Integration und Management ohne Kenntnisse der Netzwerkumgebung

Mach jetzt Nägel mit Köpfen:

wut.de/diy



W&T
www.WuT.de



Sina Schuldt / dpa

Punkte sammeln fürs Breitband

Fördertöpfe für High-Speed-Internet: Mehr Plan, weniger Gießkanne

Es geht um jährlich 3 Milliarden Euro aus dem Haushalt des Bundes und ebenso viel aus den Ländern – und darum, die Fehler der Vergangenheit nicht zu wiederholen.

Von Falk Steiner

Eigentlich sollten die Gelder zur Breitbandförderung bis Ende 2022 reichen. Doch bereits im Oktober waren die Töpfe leer und die Gesichter bei so manchem potenziellen Antragsteller lang [1]. Um die Verteilung der Gelder besser steuern zu können und die Mittel dorthin zu leiten, wo sie wirklich gebraucht werden, hat das Digitalministerium unter Volker Wissing (FDP) eine neue Richtlinie erarbeitet. Sie soll im April veröffentlicht werden und zunächst bis Ende 2025 gelten.

Wesentlicher Kernpunkt soll ein veränderter Vergabemechanismus sein: Jedes Bundesland soll zunächst einen festen Sockelbetrag erhalten. Die Stadtstaaten Ber-

lin, Hamburg und Bremen bekommen den Plänen zufolge jeweils 75 Millionen Euro, die Flächenländer jeweils 100 Millionen Euro. Benötigen sie mehr Geld, sollen dringende Projekte priorisiert werden (siehe ct.de/y2ym). Um die Dringlichkeit beurteilen zu können, will das Digitalministerium einen Punktekatalog einführen. Am Ende des Bewertungsverfahrens soll jedes Projekt einen Score haben, sodass das Ministerium anhand der Rangfolge entscheiden kann, welche Anträge aus dem gesamten Bundesgebiet es bevorzugt fördert.

Punktesystem

Ein Kriterium ist die Bevölkerungsdichte: Je weniger Menschen im Antragsgebiet wohnen, desto besser für den Antrag. Denn in solch dünn besiedelten Gegenden dürfte sich absehbar kein Unternehmen finden, das ohne Förderung auf eigene Kosten Glasfaser in die Erde legen will. Ein weiterer Pluspunkt ist der Mangel an schnellen Internetzugängen. Je mehr Anschlüsse mit unter 30 Megabit pro Sekunde im Fördergebiet liegen, umso dringlicher das Vorhaben.

Künftig will der Bund auch Kommunen bevorzugen, die sich mit anderen zu-

sammenschließen und ihren Breitbandausbau gemeinsam über die jeweiligen Stadt- oder Gemeindegrenzen hinweg angehen. Die Bundesregierung verspricht sich davon eine Entlastung der ohnehin knappen Planungskapazitäten bei Kommunen und Unternehmen.

Eine geringe Punktzahl signalisiert Antragstellern künftig sofort, dass sie absehbar keine Chance haben und ihre Anträge entweder neu oder anders stellen müssen.

Kritik an den neuen Förderkriterien kommt allerdings aus der Wirtschaft: „Der Richtlinienentwurf ist das Ergebnis eines politischen Kompromisses zwischen dem Bundesministerium für Digitales und Verkehr und den Bundesländern, der die Ausbaupraxis der Unternehmen und die nur in begrenztem Maße zur Verfügung stehenden Tiefbaukapazitäten nicht hinreichend berücksichtigt“, mahnt Sven Knapp, Leiter der Hauptstadtvertretung des Bundesverbandes Breitbandkommunikation (BREKO). Der Verband vertritt die Interessen der ihm angehörenden Telekommunikationsunternehmen. Knapp wünscht sich eine präzisere Abstimmung zwischen Bundesförderung, privatwirtschaftlichem Ausbau und anderen Förderprogrammen, etwa denen der Länder.

Gewaltiger Mittelstau

Für die laufende Legislaturperiode sieht der Bundeshaushalt jährlich 3 Milliarden Euro Fördersumme für den Breitbandausbau vor, die allerdings in gleicher Höhe von den Ländern oder Kommunen kofinanziert werden müssen. Insgesamt betrug der Rückstau bei der Breitbandförderung im März dieses Jahres 10 von 13 Milliarden Euro an Bundesmitteln seit 2015. Das bedeutet: Die Mittel sind bereits zugesagt, die Bauprojekte aber entweder noch nicht begonnen oder noch nicht abgeschlossen und damit auch noch nicht abgerechnet. Die Verantwortung dafür schieben sich die diversen Akteure gegenseitig zu. Die Telekommunikationsunternehmen verweisen vor allem auf langwierige Genehmigungsverfahren und fehlende Baukapazitäten, die Kommunen auf ihre Sorgfaltspflichten und Personalengpässe.

(abr@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Falk Steiner, Irgendwie, irgendwo, irgendwann, Was den Breitbandausbau in der Fläche hemmt, c't 25/2022, S. 124

Informationen zur Breitbandförderung
BMDV: [ct.de/y2ym](https://www.bmdv.gv.at/de/y2ym)



COMPUTEX
TAIPEI

Together we create

COMPUTEX TAIPEI

MAY 30 - JUNE 2, 2023

**Taipei Nangang Exhibition Center,
Hall 1 & 2 (TaiNEX 1 & 2)**

www.ComputexTaipei.com.tw

www.InnoVEX.com.tw

Organizers



TAITRA

TCA

KI wird Profi

KI-Bildgenerator Adobe Firefly

Adobe Firefly gestaltet Bilder und Schriftzüge aus Texteingaben mit künstlicher Intelligenz. Vektorgrafiken, Videos und andere Inhalte sollen folgen. Trainiert wurde Firefly mit kuratierten und gemeinfreien Inhalten – für rechtlich unbedenklichen Einsatz.

Von André Kramer

Der KI-Dienst Firefly soll Berufskreativen als Co-Pilot dienen, damit sie sich auf die schöpferische Seite ihrer Arbeit konzentrieren können, statt ihre Zeit mit hirnlosen Fleißklicks zu verbringen. Adobe fügt Firefly in sein bestehendes KI-Framework Adobe Sensei ein. Dazu gehören unter anderem schon die Neural-Filter von Photoshop sowie die Bild- und Videoretusche „Content-Aware Fill“ (Inhaltsbasierte Füllung).

Adobe nutzt dafür Sprachmodelle (Large Language Models, LLM) von OpenAI, die Microsoft über seine Plattform Azure anbietet. Vorerst stehen sie nur im Rahmen eines geschlossenen Beta-Programms unter firefly.adobe.com zur Verfügung. c't verfügt über einen Testzugang; Voraussetzung sind ein Web-Browser und eine Adobe-ID. Interessenten können sich auf eine Warteliste setzen lassen (siehe ct.de/yb2k). Adobe will den Dienst künftig in die Bildbearbeitung Photoshop, das Zeichenprogramm Illustrator und in die Web-App Adobe Express einbinden; letztere ist auf Social-Media-Grafiken, Flyer und Logos spezialisiert.

Bisher generiert Firefly lediglich Bilder und Schriftzüge. Außerdem kann der Dienst Vektorgrafiken umfärben. Wie bei DALL-E 2, Midjourney und Stable Diffusion [1] bildet die Grundlage dafür eine Textzeile in englischer Sprache, der Text-Prompt. Auch die Bedienoberfläche der Web-App steht bisher nur in englischer Sprache zur Verfügung.

Sicher vor Abmahnungen

Nach eigenen Angaben hat Adobe seinen KI-Dienst mit kuratierten Daten des Bild-agenturangebots von Adobe Stock trainiert sowie mit Public-Domain-Inhalten und solchen, bei denen das Urheberrecht bereits erloschen ist. Damit will der Konzern das Risiko ungewollter Urheberrechtsverletzungen minimieren.

Firefly ist außerdem in die Content Authenticity Initiative (CAI) eingebunden. Adobe hat sie ins Leben gerufen, um Herkunft und Bearbeitungshistorie von Bildmaterial zu dokumentieren. Der Firefly-Dienst versieht die erstellten Inhalte mit Tags, die sie als KI-generiert ausweisen sowie auf Wunsch mit einem Do-not-train-Tag, damit sie nicht wiederum von einer KI verfrühstückt werden.

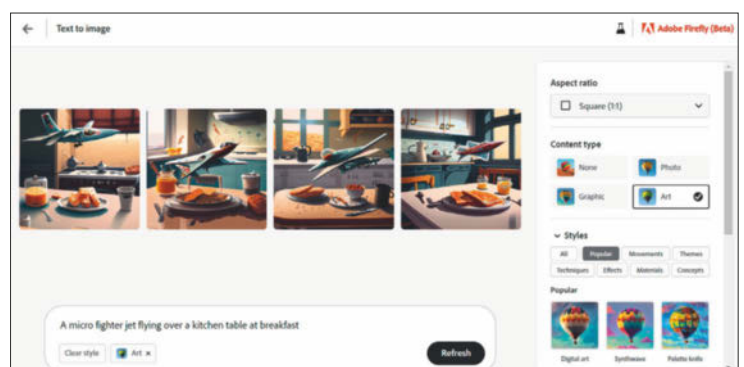
In der jetzigen Betaphase tragen alle generierten Bilder noch den Hinweis „Image not for commercial use“. Wann die Betaphase endet, hat Adobe noch nicht bekanntgegeben.

KI-Bildgenerator

Im Bildgenerator („text to image“) zeigt die Webseite ein Texteingabefeld. Nach Eingabe eines Prompts bietet sie verschiedene Bildvorschläge an. Außer dem Content-Typ „Art“ kann man in einer Menüleiste „Photo“ oder „Graphic“ auswählen. Darüber hinaus stehen Stile wie „Digital Art“, „Neon“ und „Layered Paper“ sowie Menüeinträge zur Farbgebung, Beleuchtung und Bildkomposition zur Wahl.

Jeden einzelnen der jeweils vier Vorschläge kann man als JPEG-Datei herunter-

Adobe Firefly generiert pro Text-Prompt jeweils vier Bilder in wählbaren Bildstilen. In den Details zeigen sich noch die üblichen KI-Kinderkrankheiten.



terladen. Die Auflösung beträgt 1024 × 1024 Pixel. Eine Ausgabe in 4K- und 8K-Auflösung befindet sich laut Adobe derzeit im Versuchsstadium. Ein 4K-Bildgenerator soll später in die Bildretusche „Content-Aware Fill“ von Photoshop integriert werden.

Fotorealistische Texteffekte

Das zweite Bein, auf dem Firefly steht, ist der Generator für Texteffekte. Er heißt „text effects“ und erzeugt fotorealistisch anmutende Schriftzüge. Neben dem Textfeld für den deskriptiven Prompt gibt es noch ein weiteres für den Beispielttext. In der Menüleiste zeigt der Dienst anhand von Beispielen, was er leistet: Blumen, Schlangen, Treibholz, Lianen, Lava, Jeans, Toast und viele andere Texturen hat er im Angebot. Nach Wahl eines anderen Fonts berechnet der Dienst den Effekt neu. Die Partikeldichte kann man in drei verschiedenen Stufen anpassen.

Standardmäßig ist der Hintergrund transparent; eine Hintergrundfarbe lässt sich einstellen. Der fertige Schriftzug steht mit Alphakanal im PNG-Format zum Download bereit. Die Höhe beträgt 1024 Pixel; die Breite hängt von der Länge des Schriftzugs ab. (akr@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] André Kramer, Malwettbewerb, KI-Bildgeneratoren: Sechs Web-Apps im Test, c't 25/2022, S. 72

Warteliste für Firefly-Beta: ct.de/yb2k



Ein Generator für Texteffekte erzeugt bildliche Schriftzüge.

ChatGPT mit Plug-ins

ChatGPT lässt sich jetzt durch Plug-ins erweitern. Darüber kann sich der Chatbot mit externen Apps und Diensten verknüpfen.

Plug-ins erweitern die Fähigkeiten von ChatGPT enorm, denn damit kann der Chatbot unter anderem auf aktuelle Informationen aus dem Internet zurückgreifen. Auf der Homepage listet OpenAI, der Anbieter von ChatGPT, einige Anbieter von Erweiterungen auf. Mit dem Plug-in von Wolfram Alpha etwa kann der Chatbot den Dienst für Berechnungen einspannen und dessen kuratierte Informationen abrufen; das Zapier-Plug-in verknüpft ChatGPT mit Tausenden von anderen Diensten. Wer Plug-ins ausprobieren oder entwickeln darf, steuert OpenAI derzeit über eine Warteliste.

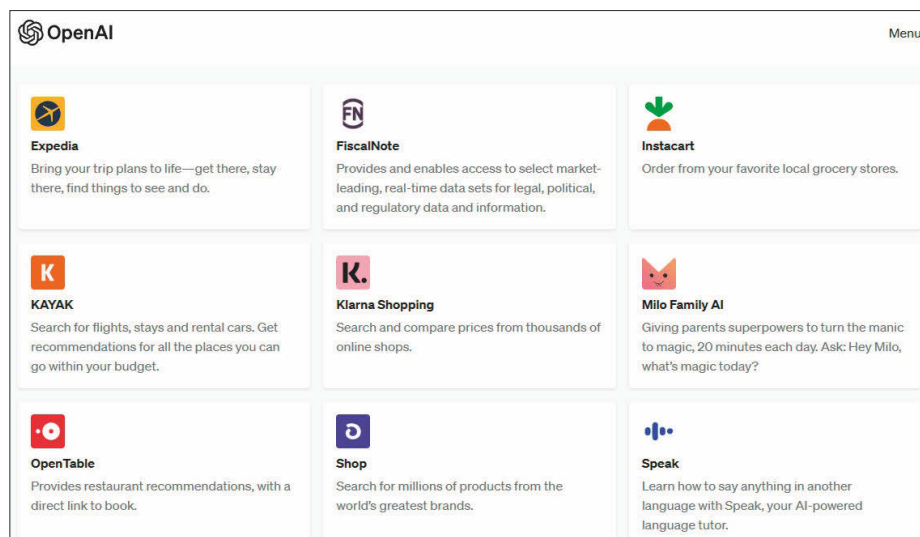
Derweil unternimmt Google kleine Schritte in Richtung der Veröffentlichung seines Chatbots Bard. So will Google ihn für erste Nutzer in den USA und Großbritannien freigeben, um mehr Feedback zu seinem ChatGPT-Konkurrenten einzuholen.

Auf LLaMa, die geleakte Sprachmodell-Familie von Meta (siehe c't 8/23,

S. 32) haben sich diverse Entwickler gestürzt. Forscher der Stanford-Universität haben das kleinste LLaMa-Modell darauf trainiert, Chatbot-artige Instruktionen zu verarbeiten. Ihr Ergebnis nannten sie Alpaca. Der Entwickler „cocktailpeanut“ wiederum steuert die Laufzeitumgebung „Dalai“ bei, mit der man LLaMa und Al-

paca recht einfach auf einem PC mit gewöhnlicher Hardware laufen lassen kann. Auf heise online findet sich eine ausführliche Anleitung zur Nutzung von LLaMa. (jo@ct.de)

LLaMa-Einführung: ct.de/y1da



OpenAI stellt einige Anbieter von Plug-ins für ChatGPT vor.

Bildgenerator im Browser

Microsoft integriert den Bildgenerator Dall-E von OpenAI in die Chatfunktion seiner Suchmaschine Bing und in den Browser Edge. Dort lässt sich die sogenannte **Bing Image Creator Preview** über die Seitenleiste aufrufen. Ihre Nutzung ist bis auf Weiteres gebührenfrei, jedoch prangt in einer Ecke jedes erzeugten Bildes ein Bing-Logo.

Auch die Design-Web-App **Canva** wurde um KI-Funktionen erweitert. Ein



Bild: KI Midjourney | Bearbeitung: c't

Was aussieht wie ein Foto, hat tatsächlich Midjourney in seiner neuesten Version generiert.

Bildgenerator erzeugt fotorealistische oder grafische Bilder nach Eingabe einer Textzeile – sogar im kostenlosen Canva Free. Weitere KI-gestützte Bildbearbeitungstools passen eingebundene Fotos und Bilder an: „Magic Edit“ retuschiert Inhalte in Bildern, „Magic Eraser“ rekonstruiert den Hintergrund. Auch bei der Gestaltung ganzer Dokumente stehen KI-Helfer bereit: Sie entwerfen stimmige Layouts und unterstützen beim Texten.

Derweil erscheinen immer mehr Beispielbilder in sozialen Medien, die demonstrieren, wie weit die Mitte März erschienene Version 5 des Bildgenerators **Midjourney** ihren Vorgänger übertrifft. Dessen großes Manko war es, dass er keine fotorealistischen Bilder von Menschen zustande brachte. Sie glichen in erster Linie Zeichnungen und die Haut wirkte wie glattgebügelt. Version 5 dagegen erzeugt deutlich realistischere Texturen, zum Beispiel von menschlichen Gesichtszügen und Haaren. (jo@ct.de)

Desktop-Brave mit VPN

Der Hersteller Brave hat seinen **Firewall- und VPN-Dienst** auch für die Desktop-Version seines gleichnamigen Browsers veröffentlicht. Der Dienst kostet 9,99 US-Dollar pro Monat oder 99,99 US-Dollar im Jahr. Abonnenten können fünf Geräte mit dem VPN verbinden, egal ob per Android, iOS oder via Desktop-Browser. Bisher war der Firewall- und VPN-Dienst nur für die Android- und iOS-Apps von Brave verfügbar. Für den VPN- sowie Firewall-Dienst arbeitet Brave Software mit dem US-amerikanischen Start-up Guardian zusammen.

Die neuen Funktionen lassen sich im Einstellungsmenü des Browsers aktivieren, zusätzliche Software ist nicht erforderlich. Der Browser leitet den Nutzer dann für die weitere Einrichtung zu account.brave.com weiter, wofür eine Anmeldung per E-Mail erforderlich ist. Brave verspricht eine Downloadrate von bis zu 500 Mbit/s. (jo@ct.de)

Radar in der Deckenlampe erkennt Stürze

Mit einem Miniradar haben Forscher die Bewegungen von Pflegebedürftigen analysiert und Gesten erkannt. Das System kann auch verlegte Sachen lokalisieren.

Versteckt in einer LED-Deckenlampe haben Forscher um Christian Tschoban am Fraunhofer Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration (IZM) ein miniaturisiertes Radarsystem untergebracht. Vier Radarmodule überwachen den Raum in alle Richtungen und decken eine Fläche von bis zu 150 Quadratmetern ab. Durch eine Winkelauflösung von zwölf Grad ist es möglich, mehrere Personen zu erfassen; in der Theorie bis zu 30. Ziel des Projekts Omniconnect war es, Bewegungsmuster aufzunehmen und dadurch Notfallsituationen zu erkennen.

Der Vorteil eines Radarsystems liegt darin, dass es im Unterschied zu einer Kameraüberwachung keine Bilder aufnimmt, Pflegebedürftige werden es daher wohl eher in ihren Wohnräumen akzeptieren. Anhand von Bewegungsmustern ist es aber möglich, auffällige Gesten oder sogar Gefahrensituationen zu erkennen, beispielsweise wenn eine Person stürzt und an einer unüblichen Position verharrt. Zu diesem Zweck haben



Bild: Fraunhofer IZM

Das Miniradarsystem in der Deckenlampe erkennt Pflegebedürftige und markierte Objekte.

Projektpartner an der Universität Oldenburg eigens eine künstlich intelligente Bewegungs- und Tätigkeitserkennung entwickelt. Entdeckt ihre KI eine Notsituation, kann sie automatisiert Hilfe rufen.

Eine weitere Komponente des Radarsystems sind passive Transponder, mit denen man verschiedene Gegenstände markieren kann. Die Transponder reagieren individuell frequenzabhängig auf Ra-

darimpulse und sind dadurch identifizierbar. Eine App des Projektpartners Human Factors-Consult verwirklicht das Auffinden der markierten Dinge. Schlüssel, Handy oder Fernbedienung lassen sich dadurch in einem Radius von zehn Metern auf bis zu fünf Zentimeter genau lokalisieren, wie Tests mit einem ersten Demonstrator des vollständigen Radarsystems zeigten.

(agr@ct.de)

Sauerstoff-Ionen-Batterie

Ein Team um Jürgen Fleig am Institut für Chemische Technologien der TU Wien hat eine neue Batterietechnik entwickelt, die ohne seltene Erden oder andere rare Elemente auskommt. Die Sauerstoff-Ionen-Batterien sind nicht brennbar. Sie beruhen auf keramischen Materialien, die doppelt negativ geladene Sauerstoffionen aufnehmen können. Unter elektrischer Spannung wandern die Ionen von einem keramischen Material zum anderen, beim Rückfluss erzeugen sie elektrischen Strom.

Die neue Batterietechnik gilt als sehr langlebig. Sauerstoff, der durch Nebenreaktionen verloren geht, konnten die Entwickler durch Sauerstoff aus der Umgebungsluft ersetzen. So entstehen **langlebige Batterien, die aber nur ein Drittel der Energiedichte von Lithium-Ionen-Akkus erreichen**. Damit ist die neue Technik nichts für Mobilgeräte oder

Elektroautos. Stattdessen könnte sie selbst große Mengen von Wind- und Solarenergie ortsfest speichern.

(agr@ct.de)

Veröffentlichte Paper: ct.de/yhms

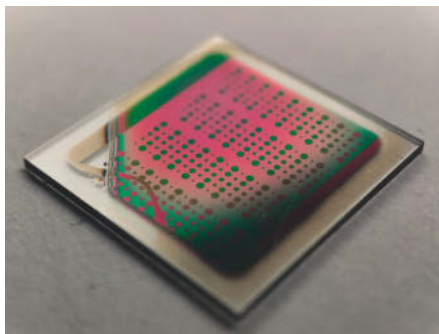


Bild: TU Wien

Erste Prototypen der Sauerstoff-Ionen-Batterie im Labor erwiesen sich als regenerierbar und langlebig.

Flotte Gamer sind Top-Bewerber

Virtual-Reality-Spiele eignen sich als Indikator in der Personalauswahl, sagen die Autoren einer Studie der FH Vorarlberg mit den Universitäten Köln und Liechtenstein. Über 100 Probanden spielten zunächst durchschnittlich 33 Minuten „Job Simulator“ und bewältigten dann den Berliner Intelligenzstrukturtest Form 4 (BIS-4). Dabei erreichten **schnellere Spieler auch mehr Punkte im Intelligenztest**. 100 Punkte mehr im BIS-4 entsprachen im Durchschnitt einer um 100 Sekunden kürzeren Spieldauer. Vor allem eine hohe Verarbeitungskapazität, Merkfähigkeit und Stärken im figuralen Denken spiegeln sich im Spielerfolg wider. Allerdings warnen die Forscher: Job Simulator ist ein repetitives Spiel. Wer es bereits kenne, habe einen deutlichen Vorteil.

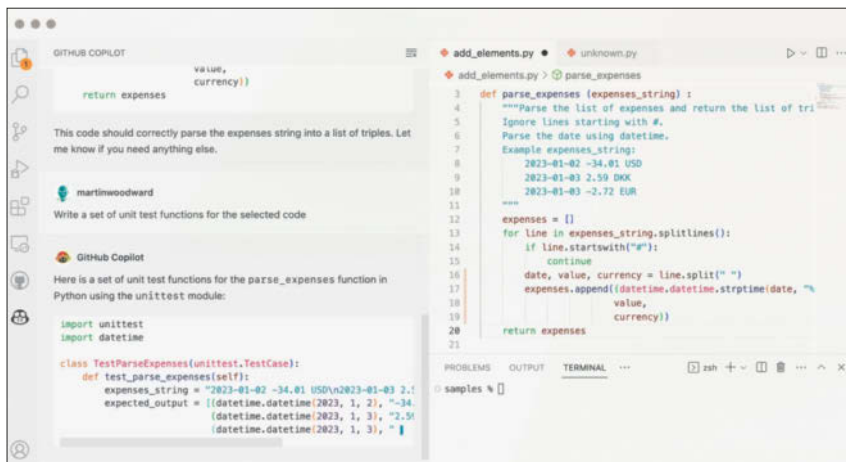
(agr@ct.de)

GitHub baut GPT-4 in Copilot ein

Die KI-Programmierhilfe GitHub Copilot bekommt ein großes Update: Im Hintergrund arbeitet mit GPT-4 nun ein besseres Sprachmodell. Die Integration in Visual Studio und VSCode verkürzt die Klickwege. Außerdem gibt es jetzt einen Kommandozeilen-Helfer auf Basis von künstlicher Intelligenz.

GitHub hilft mit der künstlichen Intelligenz Copilot schon seit 2022 beim Programmieren. Das nun vorgestellte Copilot X aktualisiert das zugrunde liegende Sprachmodell auf GPT-4 und integriert ein Chatfenster zur Interaktion direkt in die Microsoft-IDEs Visual Studio und VSCode (Visual Studio Code).

Schon das zuvor verwendete „Codex“-Modell auf Basis von GPT-3 war auf Quellcode spezialisiert, das mächtigere GPT-4 kann aber nochmal merklich besser programmieren. In der Praxis sollen bei vorgeschlagenen Codeabschnitten weniger Anpassungen nötig sein und die KI soll den existierenden Code drumherum besser berücksichtigen.

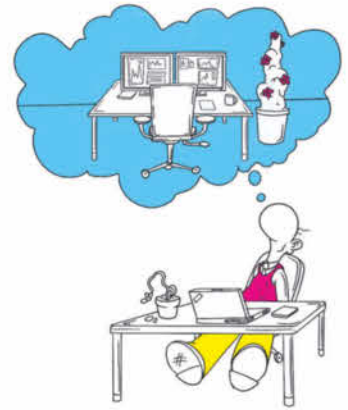


Das in VSCode integrierte Chatfenster mit Copilot X nimmt den selektierten Code als Kontext und schreibt beispielsweise dafür passende Unittests.

Das in die IDE integrierte Chatfenster erkennt, welchen Text man daneben selektiert hat und der Chatbot beantwortet Fragen dazu oder schreibt auf Nachfrage sogar passende Unittests. Auch Commit-Beschreibungen soll Copilot X weitgehend automatisch ausformulieren. Außerdem kann der überarbeitete Copilot Code erklären und damit beim Verfassen der Dokumentation helfen. Wie immer bei KI-Sprachmodellen gibt es aber keine Garantie, dass die wohlklingend formulierten Sätze inhaltlich stimmen. Copilot X kann Entwickler also dabei unterstützen, sich rasch einen Überblick über ein Programm zu verschaffen, nimmt es ihnen aber nicht ab, den Code zu verstehen.

Komplett neu ist Copilot CLI, ein Kommandozeilenprogramm. Dem schreibt man in natürlicher Sprache, was man erreichen möchte, woraufhin es Kommandozeilenbefehle mit sämtlicher oft kryptischen Parameter vorschlägt. Der KI-Tippgeber ist nicht nur für Programmierer, sondern auch für Administratoren interessant. (pmk@ct.de)

just
DOCK IT.
Realize your dream!



13-in-1
DOCKINGSTATION MIT
2-FACHEM VIDEOAUSGANG

✓ **FÜR DEN ÜBERBLICK**
mit DisplayLink® Technologie
für zwei Full-HD Monitore

✓ **FÜR DIE FOTOKOLLEKTION**
SD/microSD Kartenleser
im Multi-LUN Betrieb

✓ **FÜR MEHR STABILITÄT**
RJ45 Gigabit LAN Anschluss



JETZT MEHR ERFAHREN



www.icybox.de

icyboxofficial ICY BOX®
RaidSonic Technology GmbH

Proxmox VE 7.4: dunkles Theme und RISC-V-Container

Proxmox Server Solutions hat eine neue Version der Virtualisierungsplattform Proxmox VE (Proxmox Virtual Environment) veröffentlicht. Proxmox VE 7.4 baut auf Debian 11.6 (Bullseye) auf, enthält jedoch **mit Linux 5.15 einen frischeren Kernel**. Für bessere Kompatibilität mit neuerer Hardware können Nutzer auch Kernel 6.2 installieren. Erstmals bietet Proxmox einen voll integrierten Dark Mode. Mit einer CSS-Funktion ermittelt die Weboberfläche, ob Nutzer ein helles oder dunkles Theme bevorzugen, man kann aber auch manuell zwischen den Themes wechseln.

Eine automatische Umleitung von HTTP auf HTTPS soll einen Stolperstein bei der erstmaligen Einrichtung beseitigen. Für LXC-Container stehen erstmals die Architekturen risc32 und risc64 zur Verfügung. Administratoren lesen Informationen, die der Objektspeicher-Daemon für verteilten Ceph-Speicher bereitstellt, jetzt mittels API oder in der Weboberfläche aus und laden Task-Logs bequem als Textdateien herunter. Installationsimages stehen im Downloadbereich der Proxmox-Webseite zur Verfügung. (ndi@ct.de)

Saat des Zweifels

Wie Apple das Vertrauen in VPNs untergräbt

Nach Jahren des Schweigens räumt Apple mehr nebenbei ein, dass bestimmte iOS-Dienste an aufgebauten VPN-Tunneln vorbeikommunizieren. Manche iOS-Nutzer irritiert das, sie unterstellen Apple sogar Spionage. Doch die Zusammenhänge sind vertrackt und Apple sät möglicherweise ungewollt Zweifel an der VPN-Technik insgesamt.

Von Dušan Živadinović

Sicherheitsforscher und VPN-Anbieter bemängeln seit Längerem, dass Apples iOS nur Teile seines Verkehrs durch VPN-Tunnel schickt und einige Daten daran vorbeisendet. Nun hat die Firma in iOS 16.4 das Datenschutzdokument um den Punkt „VPN“ erweitert und darin den Befund eingeräumt. Manche Forennutzer bringt das auf die Palme; sie fühlen sich von Apple verschaukelt und ausspioniert (siehe ct.de/yjay).

Denn VPN-Tunnel kommen zwar generell in zwei Betriebsarten vor, doch bei iOS ist anders, als es den Anschein hat, nur eine davon implementiert. Konkret unterscheidet man den Split-Tunnel- und den Full-Tunnel-Modus. Split-Tunnel sind in Firmenumgebungen üblich. Dabei wird nur der Teil des IP-Verkehrs getunnelt, der für das Firmennetz bestimmt ist. Der Rest, der für Ziele außerhalb des lokalen Netzwerks bestimmt ist, läuft direkt ins Internet. Das entlastet das Firmennetz und hält die Latenz kurz.

Im Full-Tunnel-Modus geht sämtlicher Verkehr durch den Tunnel. Diesen Modus möchte man zum Schutz des eigenen Internetverkehrs in Netzwerken unbekannter Vertrauenswürdigkeit wie Hotel-Hotspots haben. Dabei geht man davon aus, dass der VPN-Anbieter vertrauenswürdig ist und dass die Daten auf der Strecke vom Client zum VPN-Gateway verschlüsselt und damit

vor Dritten geschützt sind. Kommerzielle VPN-Angebote muss man aber kritisch sehen, denn an den Gateways kann der Verkehr gelesen, analysiert und prinzipiell manipuliert werden.

Auf iOS lassen sich scheinbar beide VPN-Optionen implementieren. Doch ProtonVPN und einige Sicherheitsforscher fanden seit 2020 in unabhängigen Verkehrsmitsschnitten Belege, dass manche iOS-Prozesse immer am Tunnel vorbei kommunizieren.

Apple räumt das erst jetzt konkret ein. Bestimmter „für essenzielle Systemdienste erforderlicher“ Verkehr laufe am Tunnel vorbei. Die Begründung fällt dürftig aus: So sei sichergestellt, dass iPhones und iPads „ordnungsgemäß funktionieren“. Und auch der Verkehr von Apps anderer Entwickler könne laut Apple neben dem

VPN-Tunnel laufen. Denn Entwickler könnten eine bestimmte Verbindungsart vorschreiben, etwa Mobilfunk.

VPN-Anbieter könnten das zwar unterbinden, aber nicht für Apples eigene Dienste und auch nicht für „bestimmte Mobilfunkdienste“. Das leuchtet ein, denn einige davon sind auf Infrastrukturen der jeweiligen Mobilfunkbetreiber beschränkt. Als Beispiel nennt Apple „Visual Voicemail“. Aber auch WLAN-Calls gehören dazu, weil Smartphones dabei mit dem Kernnetz des Mobilfunkbetreibers über separate VPN-Tunnel kommunizieren (auch Android). Bedenklich erscheint am ganzen Szenario: Wenn Apps am Haupttunnel des Anwenders vorbeireden, könnten sie dessen IP-Adresse und DNS-Anfragen ungewollt preisgeben.

Das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) stuft das für bestimmte Anforderungen als nicht kritisch ein und bescheinigt iPhones, dass sie sich zur Verarbeitung von Verschlusssachen der Kategorie „Nur für den Dienstgebrauch“ eignen. Dabei setzt das BSI den Split-Tunnel-Modus sogar voraus. So könnten verlorene Geräte unabhängig von der VPN-Verbindung aus der Ferne gelöscht werden, erklärte ein Sprecher auf Nachfrage.

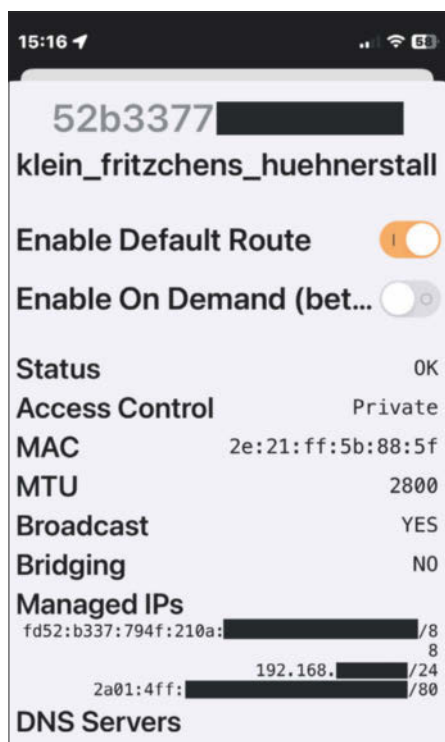
Was stutzig macht

In der Datenschutzerklärung mahnt Apple auch an, nur solche VPN-Dienste zu verwenden, denen man vertraut, denn der VPN-Anbieter könne „Onlineaktivitäten einsehen, mitverfolgen und modifizieren“.

Vor diesem Hintergrund verwundert es aber, wie viele normal anmutende Apple-Dienste an VPN-Tunneln vorbeireden: die App-Store-App, Clips, Files, Find My, Health, Maps, Settings und Wallet. Das geht aus Wireshark-Analysen von Tommy Mysk an iOS 16 hervor (ct.de/yjay). Daraus muss man folgern, dass Apple fremden VPNs generell misstraut. Wenn das so ist, dann sollte Apple seine Kunden über seine Beweggründe informieren, um möglichen Schaden abzuwenden. Wir haben Apple um Stellungnahme gebeten.

Konsequent scheint Apple aber nicht zu handeln. Denn in einem Dokument von 2021 (ct.de/yjay) versichert der Konzern, dass Geräte, die per Mobile Device Management verwaltet werden, wirklich sämtlichen Verkehr über das Firmen-VPN schicken. Dabei wünscht man sich das als Option für alle Betriebsarten. (dz@ct.de) **ct**

VPN-Infos: ct.de/yjay



Viele VPN-Apps, darunter etwa ZeroTier, bieten an, sämtlichen IP-Verkehr von iOS-Geräten geschützt über Tunnel zu übertragen. Doch Apple gesteht nun ein, dass ein Teil des Verkehrs immer am Tunnel vorbeigeht.



**WIR MACHEN
KEINE WERBUNG.
WIR MACHEN EUCH
EIN ANGEBOT.**



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 über 30 % 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.**



Omnipräsenter Fernseher

Amazons Smart-TVs sind da – mit Alexa, Always-on-Modus, Widgets und KI-Bildgenerator

Dass Fernseher abseits des TV-Betriebs Bilder anzeigen, ist nicht neu. Amazon geht bei seinen nun auch in Deutschland verfügbaren eigenen Smart-TVs jedoch weiter: Das Spitzenmodell blendet auch Alexa-Widgets mit auf den Nutzer zugeschnittenen Informationen ein. Künftig soll der Fernseher mittels KI auf Zuruf zudem Bilder generieren.

Von Nico Juran

Wer seinen alten Fernseher fit für Netflix & Co. machen will, greift hierzulande gerne zu Amazons Sticks oder Würfel der „Fire TV“-Reihe. Seit einiger Zeit bekommt man auch Fernseher, die den Streamingplayer des Unternehmens gleich eingebaut haben – bislang aber nur von Fremdherstellern, beispielsweise Xiaomi oder Grundig (siehe c't 17/2020, S. 82). Nun bietet Amazon erstmals eigene Smart-TVs in Deutschland an.

Zum Start klotzt Amazon gleich mit drei Modellreihen: von HD- und Full-HD-TVs der „Fire TV-2-Serie“ in 32 beziehungsweise 40 Zoll über 4K-Modelle der „Fire TV-4-Serie“ in 43, 50 und 55 Zoll bis hin zu den Topgeräten der „Fire TV Omni QLED-Serie“, die bis 65 Zoll (also 1,65 Meter Diagonale) reichen. Die Omni-TVs bieten ein 4K-Quantum-Dot-Display, auf dem sie Videos in den HDR-Formaten HDR10, HLG, HDR10+ und Dolby Vision zeigen – in Verbindung mit Umgebungslichtsensoren auch in den adaptiven Varianten Dolby Vision IQ und HDR10+ Adaptive.

Auf den ersten Blick sind die Amazon-TVs vor allem Preisbrecher: Selbst der 65-Zöller kostet gerade einmal 1000 Euro. Für das Geld bekommt man aber dennoch ausgewachsene Smart-TVs: Dafür ist nicht nur stets die Fire-TV-Oberfläche samt hauseigener Sprachassistentin integriert, beim Topmodell lässt sich Alexa über die eingebauten Fernfeldmikrofone sogar jederzeit ansprechen – auch wenn der Fernseher im Standby steht.

Ambient TV

Daneben schaltet Amazon beim Fire TV Omni auf einen „Ambient TV“-Modus:

Wird das Gerät nicht zum Fernseh- oder Videogucken genutzt, zeigt es Kunstwerke oder private Fotos an. Das kennt man von Samsungs „The Frame“, bei Amazon sind über 1700 Fotos und kuratierte Kunstwerke verschiedener Stile kostenlos abrufbar – darunter Werke der Pinakothek der Moderne, der Galerie Neue Meister und der Nationalgalerie. Samsung spricht bei „The Frame“ von über 1500 Kunstwerken, an die man teilweise allerdings nur über ein kostenpflichtiges Abo kommt. Anders als beim „The Frame“ ist das Display des Fire TV Omni nicht entspiegelt.

Auch dynamische Bilder sind auf Amazons Top-TV abrufbar – darunter ein abstraktes Werk, das sich abhängig von Parametern wie dem aktuellen Wetter am Standort des TVs und der Tageszeit verändert. Zwei Nutzer, die mit demselben Kunstwerk starten, sehen also nach einiger Zeit verschiedene Bilder, wenn bei ihnen unterschiedliche Temperaturen oder Windgeschwindigkeiten herrschen.

Personal Display

Der Clou des Omni-TV ist aber, dass er sich in der TV-Pause in ein „Personal Display“, also eine persönliche Anzeigetafel,

Amazon Luna: Cloudgamingdienst jetzt in Deutschland verfügbar

Amazons Cloudgamingdienst „Luna“ ist seit Ende März auch in Deutschland verfügbar, rund ein Jahr nach dem Start in den USA. Die Spiele lassen sich auf einer Reihe von Geräten streamen – darunter Fire TVs, Windows-PCs und Macs, aber auch Smartphones und Tablets mit Android, iOS oder Fire OS. Linux wird nicht direkt unterstützt, über den Webbrowser Google Chrome lässt sich Luna mit diesem Betriebssystem aber ebenfalls nutzen.

Mit einem Amazon-Prime-Abo erhält man ohne Zusatzkosten Zugriff auf eine monatlich wechselnde Auswahl an Spielen. Zum Start stehen vier Titel bereit, darunter „Mega Man 11“. Darüber hinaus lassen sich Abonnements für drei Spielebibliotheken abschließen. Für 5 Euro im Monat gibt es dabei Quiz- und Partyspiele von Jackbox Games, für 10 Euro monatlich erhält man Zugriff auf eine von Amazon unter dem Namen „Luna+“ zusammengestellte Liste an Titeln – darunter

„Control“, „Everspace“ und „Guacamelee!“, die schon bei Googles jüngst eingestelltem Dienst Stadia verfügbar waren.

Über „Ubisoft+“ stehen schließlich AAA-Titel aus Serien wie „Assassin's Creed“, „Watch Dogs“, „Tom Clancy“ oder „Far Cry“ bereit. Allerdings werden dafür 18 Euro pro Monat fällig. Prime-Mitglieder können auch ihr Ubisoft-Konto mit Luna verknüpfen und so ausgewählte PC-Spiele des Publishers über den Cloudgamingdienst zocken, die sie bereits besitzt.

verwandelt – mittels Alexa-Widgets, die etwa Kalendereinträge, Notizen oder den Status verknüpfter Smart-Home-Geräte zeigen. Widgets kennt man vom Echo Show 15 (c't 7/2022, S. 120); im Unterschied zu diesem steckt im TV aber keine Kamera zur Gesichtserkennung: Der Fernseher bemerkt, dass sich jemand im Raum befindet, aber nicht wer oder wie viele Personen – somit ist er eher ein „Family Display“ als ein „Personal Display“.

Die Fernfeldmikrofone im Gerät lassen sich per Tastendruck ausschalten. Außerdem können Nutzer die Ambient-TV-Funktionen an ihre Vorlieben anpassen, etwa die Bewegungserfassung deaktivieren oder Ruhestunden festlegen, in denen nichts angezeigt wird. Zu der Frage, wie viel Strom der Omni-Fernseher im Ambient-TV-Modus verbraucht, schweigt sich Amazon aus. Gezeigt wurde nur, dass der Omni-TV Musik auch mit ausgeschaltetem Bildschirm abspielt.

Nächster Halt: KI

Bei der Präsentation der neuen Amazon-Fernseher in London zeigte der Chef der zuständigen Sparte Daniel Rausch noch, wie sich ab Ende des Jahres auf den Fernsehern der Topreihe KI-Bilder auf Zuruf an Alexa generieren lassen. Da fragt man sich, ob es nicht clever wäre, Alexa mit KI-Modellen zu verbinden, damit Gespräche damit natürlicher verlaufen. Daniel Rausch lehnt das im Interview mit c't (siehe Kasten „Kunst statt halluzinierter Antworten“) jedoch ab.

Tatsächlich kommt es bei ChatGPT, Bing & Co. derzeit noch zu drastischen Aussetzern und wundersamer Emotionalität (siehe c't 8/2023, S. 118). In die Entscheidung dürften aber auch wirtschaftliche Erwägungen hineinspielen. Denn Amazon müsste für die KI-Aufrüstung ordentlich Geld in seinen Clouddienst stecken: Eine Wartezeit von mehreren Sekunden ist beim Generieren von KI-Bildern hinnehmbar, nicht aber bei Anfragen an einen Sprachassistenten. Amazon hat jedoch gerade erst die Entwicklung von Alexa aus wirtschaftlichen Erwägungen zurückgefahren. Bis auf Weiteres dürfte es daher heißen: KI als Zusatzfunktion im TV ja, aber nicht als Teil des Bedienkonzepts. KI-Smart-TVs kommen daher von Amazon wohl eher nicht. (nij@ct.de) **ct**

Der Autor wurde zu dem Event von Amazon eingeladen; das Unternehmen ist für die Reisekosten aufgekommen.



Modelle der „Fire TV Omni QLED“-Serie zeigen in der fernsehfreien Zeit Kunstwerke und blenden Widgets mit Informationen ein – darunter, was aktuell als Stream oder über DVB verfügbar ist.

Kunst statt halluzinierter Antworten

Daniel Rausch ist bei Amazon für die Entwicklung des TV-Betriebssystems Fire OS und der jetzt gezeigten Fernseher zuständig. c't wollte von ihm wissen, was hinter dem KI-Vorstoß bei Amazons TV-Spitzenmodellen steckt.

c't: Amazons Fire TV Omni soll künftig auf Zuruf an Alexa mittels KI Bilder generieren. Warum wird diese Funktion integriert? Nur, weil das gerade Trend ist?

Daniel Rausch: Nein, wir wollen nicht nur Technologie um der Technologie willen bauen. Die Kunden wollen praktische Dinge, die ihnen Spaß machen und an denen sie sich erfreuen können. Wir wollen hier diese generativen Techniken aus der Kommandozeile herausholen und ins Wohnzimmer bringen.

Wer generiert Kunst im Webbrowser und schaut sich diese später wieder an? Bringen wir sie auf ein schönes Display, damit die Kunden sie bequem zu Hause genießen und sich damit beschäftigen können – indem sie sie umgestalten oder neue Anfragen stellen. Ich glaube, die Kunden werden diesen interaktiven Prozess genießen und erkennen, wie viel sie selbst gestalten können.

c't: Es drängt sich die Frage auf, wie es mit einer Verknüpfung von Alexa und einem System wie ChatGPT aussieht.



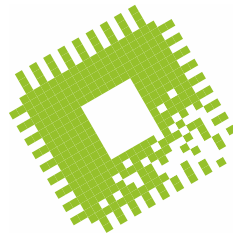
Bild: Amazon

Daniel Rausch leitet bei Amazon die Sparte „Entertainment Devices & Services“.

Rausch: Im Moment würde ich sagen, dass es sich um sehr unterschiedliche Produkte und Ansätze handelt. Wir können Alexa zum Beispiel nach harten Fakten fragen – sei es nach der Kalorienmenge in einem Stück Hähnchenfleisch oder ob die Haustür verschlossen ist. Sie darf aber über so was nicht halluzinieren, wie es bei KI-Systemen vorkommt, sondern muss korrekt sein. Das müssen wir hinbekommen.

Aber wir nutzen die Techniken, die hinter Modellen wie Chat-GPT stehen, schon sehr lange, auch bei Alexa. Das „Alexa Teacher Model“ ist etwa ein umfangreiches Sprachmodell, mit dem Alexa trainiert wird, auf Kunden einzugehen. Sie werden noch mehr von uns zu diesem Thema sehen. Jetzt geht es für uns aber erst einmal um das Personal Display.

Bit-Rauschen



Flash-Rekord, neue Billigprozessoren und Streit um Intel-Fab

In Sachsen-Anhalt gibt es Zoff um die geplante Intel-Fab in Magdeburg. NAND-Flash-Chips erreichen neue Rekordwerte bei der Speicherdichte. AMD und Intel liefern schnellere CPUs für günstige Notebooks und Mini-PCs.

Von Christof Windeck

Knappe Baustoffe und Inflation treiben die Kosten für Chip-Fabriken in die Höhe. Der Bau einer Samsung-Fab in Texas soll nun schon rund 25 Milliarden US-Dollar statt wie geplant 17 Milliarden verschlingen. Unter Verweis auf Kostensteigerungen versucht auch Intel mehr Fördermittel für die Fab in Magdeburg herauszuschlagen. Das ruft Kritiker auf den Plan. Besonders laute tönte es Mitte März aus dem Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung (IWH) in Halle: Die Subventionen seien zu hoch, die Strukturen am Standort Magdeburg für die Fab zu schwach, es gebe zu wenig Fachpersonal und obendrein auch noch Ausländerfeindlichkeit. Der ehemalige Bürgermeister von Magdeburg wies die harsche Kritik zurück. Erstaunlich ist an diesem Gemäkel, dass es aus demselben Bundesland kommt – vielleicht liegt es an alten Rivalitäten zwischen der Landeshauptstadt Magdeburg und dem 90 Kilometer entfernten Halle, wo derzeit etwas mehr Menschen wohnen. In Magdeburg hofft man auch ein bisschen darauf, dank der Intel-Fab wieder über Halle hinauszuwachsen.

Im schleswig-holsteinischen Itzehoe beginnt unterdessen der Bau der neuen Fab für 300-Millimeter-Wafer von Vishay Siliconix. Das Werk für Leistungselektronik ist deutlich billiger als welche für modernste Logikchips und Vishay bekommt

viel weniger Fördermittel. Das Unternehmen betont aber auch, dass man damit viel freier entscheiden könne, denn mit den Subventionen gehen auch strenge Verpflichtungen einher.

Flash-Rekord

Allmählich tauchen erste Testberichte von PCIe-5.0-SSDs auf. Sie schaffen tatsächlich über 10 GByte/s, sind aber teuer – mit 2 TByte Kapazität sollen sie über 350 Euro kosten, also mehr als das Dreifache einer PCIe-4.0-SSD – und hitzköpfig. Einige der Erstlinge tragen riesige Kühler, manche sogar Lüfter. Offenbar kann Micron jetzt die für dermaßen schnelle SSDs nötigen NAND-Flash-Chips mit hohen Transferaten liefern. Branchenkenner erwarten aber, dass die PCIe-5.0-SSDs erst ab Herbst in nennenswerten Stückzahlen verkauft werden.

Die Flash-Firmen entwickeln zwar auch schnellere Chips, aber vor allem welche mit noch höherer Kapazität. Auf der Konferenz ISSCC stellten SK Hynix und Intel 3D-Chips vor, die mindestens 1 Terabit – also 128 GByte – fassen und bezogen auf die Fläche über 20 Gigabit (2,5 GByte)

pro Quadratmillimeter speichern. SK Hynix erreichte diese Werte mit Triple-Level-Cells (TLC) und über 300 Funktionslagen (Layers). Intel nutzt nur 192 Layer, aber Penta Level Cells (PLC). Packt man acht solcher 1-TBit-Chips in ein Multi-Die-Package, ergibt das einen 1-TByte-Chip; microSD-Karten könnten es damit auf 2 TByte bringen. Überraschend ist, dass Intel-Entwickler weiterhin an NAND-Flash arbeiten, obwohl Intel die SSD-Sparte schon 2021 an SK Hynix verkauft hat, wo sie unter der Marke Solidigm läuft.

Billige x86-Prozessoren

AMD und Intel legen am unteren Ende der CPU-Preisskala nach, etwa mit dem Ryzen 3 7320U (Mendocino) und dem Core i3-N305 (Alder Lake-N), siehe Seite 90, sowie mit dem Intel N100 – ebenfalls aus der Serie Alder Lake-N (S. 46). Der N100 ist deutlich flotter als sein Vorgänger Celeron N5105 und rechnet ähnlich schnell wie ein sechs Jahre alter Desktop-Vierkerner Core i5-6400, braucht aber nur einen Bruchteil der Energie.

Die bereits erwähnten Preissteigerungen etwa durch Inflation machen Notebooks trotz Billigprozessoren aber relativ teuer. Daher ist unklar, ob in den nächsten Monaten tatsächlich Mobilrechner mit N100 oder N200 auf den Markt kommen. Bei den Mini-PCs sieht es besser aus, Asus und MSI planen welche mit N100 oder N97. Die Preise kennt man aber noch nicht.

Eigentlich erwarten wir, dass Hybridprozessoren mit P- und E-Kernen von AMD erst 2024 in der Generation Zen 5 erscheinen werden. In einer Benchmark-Datenbank sind Hinweise auf einen anderen AMD-Hybridprozessor aufgetaucht: Der vermutlich „Phoenix2“ genannte Mobilprozessor hat angeblich zwei P-Kerne vom Typ Zen 4 und vier E-Kerne vom Typ Zen 4c. Beide Kerntypen beherrschen Simultaneous Multithreading (SMT), sodass zwölf Threads bereitstehen. AMD-Chips mit P- und E-Kernen könnten gegen die oben erwähnten Intel-Billigheimer mit E-Kernen antreten beziehungsweise gegen die etwas stärkeren Typen Intel U300 und Celeron 7300, die je vier E-Kerne mit einem P-Kern kombinieren. Die RDNA3-Grafik im Phoenix2 enthält angeblich den KI-Beschleuniger Ryzen AI, der eigentlich mit dem Ryzen 7040HS alias Phoenix im März debütieren sollte – aber auch bei AMD verspätet sich mal was.

(ciw@ct.de) 



Bild: GIGABYTE

Die ersten PCIe-5.0-SSDs wie die GIGABYTE Aorus Gen5 10000 sind zwar schnell, aber auch teuer und verlangen große Kühler.

Mehr WLAN-Router mit schnellem Wi-Fi 7

Netgear bringt als dritter Hersteller einen WLAN-Router fürs kommende Wi-Fi 7 heraus. Der RS700 soll funktseitig summarisch knapp 19 Gbit/s stemmen und über zwei 10-Gigabit-Ports verteilen.

Mit dem jüngst angekündigten RS700 reiht sich Netgear in die Phalanx der Wi-Fi-7-Frühstarter ein: Nach TP-Link im November 2022 (c't 26/2022, S. 48) und AVM im Februar 2023 (c't 7/2023, S. 42) ist die kalifornische Firma der dritte hierzulande tätige Hersteller, der einen WLAN-Router gemäß dem nächsten, noch nicht ratifizierten Standard IEEE 802.11be alias Wi-Fi 7 herausbringen will. Für den Internetzugang setzt das Gerät ein externes DSL-, Glasfaser- oder Kabelmodem voraus, das bis zu 10 Gbit/s an den WAN-Port des Netgear-Routers liefert.

Daneben enthält der RS700 einen gleich schnellen Anschluss fürs interne Netz sowie vier Gigabit-Ports (1000 Mbit/s).

WLAN-seitig soll der RS700 in den drei Bändern 2,4, 5 und 6 Gigahertz mit jeweils vier MIMO-Streams funken. Dafür setzt Netgear die im Frühjahr 2022 von Broadcom vorgestellten Bausteine BCM6726/67263 ein (c't 11/2022, S. 49). Der BCM67263 funkt bei 6 GHz mit maximal 320 MHz Signalbreite und liefert so bis zu 11,5 Gbit/s (brutto). Zwei der BCM6726 bedienen das 2,4- und 5-GHz-Band mit maximal 1,4 Gbit/s (40 MHz) und 5,8 Gbit/s (160 MHz).

Mobilgeräte mit ihren üblichen Zwei-Stream-Modulen bekommen die Hälfte; kompatible Geräte können aber mit Multi-Link Operation (MLO) mehrere Bänder gleichzeitig nutzen und so die Summendatenrate steigern. Jedoch lernt der Rou-



Bilder: Netgear

Netgears RS700 hat drei Wi-Fi-7-Funkmodule, die in Summe mit kompatiblen Clients im Bestfall brutto fast 19 Gbit/s übertragen.

ter MLO laut Datenblatt erst mit einem im vierten Quartal erscheinenden Firmware-Update.

Als Prozessor dient vermutlich Broadcoms BCM4916, ein ARMv8-Quadcore-System-on-Chip. Den Maximaltakt nennt Broadcom nicht, er sollte aber bei ungefähr 2 GHz liegen. Damit dürfte der Router Internetdaten selbst von sehr schnellen Glasfasermodems ungebremsst ins interne Netz weiterleiten können. In den USA soll Netgears RS700 im zweiten Quartal 2023 für 700 US-Dollar erhältlich sein. Wann der Router zu welchem Preis in der EU erscheint, ist noch offen. (ea@ct.de)

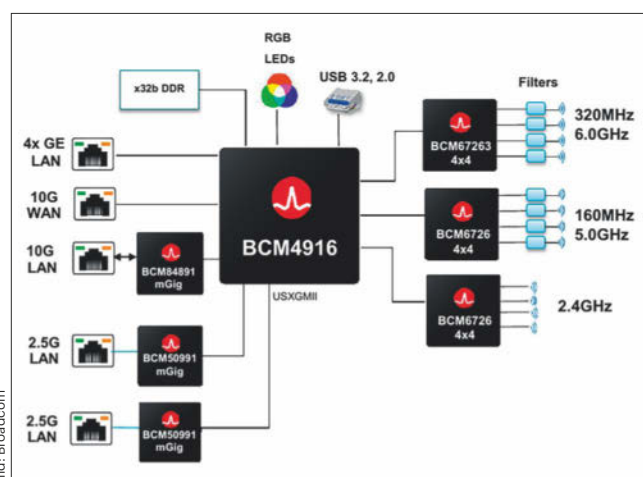


Bild: Broadcom

Solch eine Bestückung schlägt Broadcom für einen Wi-Fi-7-Router mit seinen WLAN-Bausteinen BCM6726/67263 vor. Bis auf die 2,5-Gbit/s-LAN-Ports dürfte das dem Innenleben von Netgears RS700 entsprechen.

IP-Kameras für Synology-NAS-Geräte

Der taiwanische Netzwerkspeicher-Spezialist Synology stellt ab sofort auch IP-Kameras her. Das Sortiment besteht derzeit aus zwei Modellen: Die TC500 für Deckenmontage in Innenräumen hat einen drehbaren Kugelkopf, ihre Schwester BC500 im Bullet-Design ist für Wand- oder Deckenanbringung vorgesehen.

Das Innenleben der beiden Kameras gleicht sich: **Ein 5-Megapixel-Sensor liefert einen H.265-kodierten 16:9-Video stream, den die Geräte verschlüsselt (SRTP) ins Netz schicken.** Das Sichtfeld beträgt 110 Grad. Nachts soll der integrierte Infrarotstrahler bis zu 30 Meter ausleuchten. Strom beziehen die Kameras über die

Netzwerkleitung gemäß IEEE 802.3af (PoE, max. 5 Watt Leistungsaufnahme).

Laut Synology integrieren sich die Kameras „perfekt“ in das NAS-Portfolio des Herstellers: Das Einrichten soll mit wenigen Klicks klappen und die Geräte kann man auch über die NVR-Apps (Netzwerkvideorekorder) konfigurieren. Um Auf-

zeichnungslücken bei Ausfall des NAS zu vermeiden, steckt man eine MicroSD-Speicherkarte in den Slot der Kamera.

Die Kameras sollen ab Ende Mai in Europa erhältlich sein. Der EU-Preis steht noch nicht fest, wird sich aber am US-Preis von 220 Dollar pro Gerät inklusive NVR-Lizenz orientieren. (amo@ct.de)



Bild: Synology

Synologys IP-Kameras sind speziell für das NAS-Portfolio des Herstellers gedacht und sollen sich besonders leicht integrieren.

Intel N100: Mehr Wumms für die PC-Holzklasse

Intel hat aus den Effizienzkernen der Core-i-12000-Prozessoren Billig-CPU's der Serie N destilliert. Der Celeron-N-Nachfolger „Intel Processor N100“ legt nach unseren ersten Messungen eine ordentliche Performance-Schippe drauf.

In den Billigprozessoren der neuen Baureihe Alder Lake-N stecken nur Effizienzkerne (E-Cores) vom Typ Gracemont, die in Core i-12000 und i-13000 als Beiwerk der starken P-Kerne rechnen. Doch die

vier E-Cores des sparsamen Intel N100 mit 6 Watt Thermal Design Power (TDP) schlagen sich gut: Im Benchmark Cinebench R23 erreicht ein Kern alleine (Single-threading) 919 Punkte, alle zusammen (Multithreading) schaffen 2921 Punkte. Das sind 47 respektive 31 Prozent mehr als beim Vorgänger Celeron N5105 (626/2229 Punkte) und ähnlich viel, wie sechs Jahre alte Prozessoren der Typen Core i3-7100 oder Ryzen 3 1200 liefern. Der Intel N100 ist auch schneller als Desktop-PC-Billigprozessoren aus dem Jahr 2020 wie AMD

Athlon 3000G und Pentium Gold G6400; letzterer erzielt 978/2557 Punkte.

Die GPU im N100 enthält auch Decoder für VP9, H.265 und AV1. YouTube-Videos in 4K laufen problemlos, in 8K gibt es leichte Ruckler. Die beiden HDMI-2.0-Ports steuern Displays mit Auflösungen bis zu 4K an, auch zwei gleichzeitig mit je 60 Hertz. Die 3D-Performance der GPU ist wie üblich sehr bescheiden.

Wir konnten den Intel N100 im chinesischen Mini-PC-Barebone Morefine M9 N100 testen, der via AliExpress ab rund 230 Euro erhältlich ist. Ähnliche Rechnerlein werden auch bei Amazon verkauft. Intels NUC11 mit Celeron N5105 ist allerdings mit 180 Euro deutlich billiger; man kann hoffen, dass Intel selbst irgendwann einen bezahlbaren N100-NUC herausbringt.

Der Morefine M9 N100 funktionierte stabil und leise, bräuchte aber mehr Feinschliff: Wir konnten nicht alle nötigen Windows-11-Treiber finden, die Leistungsaufnahme im Leerlauf war mit 7,2 Watt etwas hoch und nur einige von mehreren USB-3.2-Gen-2-SSDs wurden erkannt. Wenn doch, flutschten Daten mit 1 GByte/s flott durchs Kabel. Eine M.2-2280-SSD bindet der Barebone per PCIe 3.0 x2 an. (ciw@ct.de)



Der „Intel Processor N100“ im Mini-PC-Barebone Morefine M9 N100 rechnet ziemlich flott für seine Leistungsklasse von 6 Watt TDP.

Mainboard mit Coreboot statt UEFI

Mit Coreboot steht seit Jahren eine quell-offene Alternative zum PC-BIOS nach UEFI-Spezifikation bereit. Doch jedes Mainboard braucht angepasste Firmware und deshalb ist aktuelle Hardware mit Coreboot selten. Die polnische Firma 3mdeb ändert das: Sie installiert ihre **Coreboot-Variante Dasharo auf dem Core-i-12000-Mainboard MSI Pro Z690-A DDR4**. Das Board ist im Onlineshop von 3mdeb ab etwa 330 Euro inklusive einem Jahr Dasharo-Support erhältlich; jedes weitere Jahr kostet 71 Euro. Im Vergleich zum normalen MSI-Board kostet die Dasharo-Version damit etwa 100 Euro mehr. Bisher gibt 3mdeb nur drei Varianten des Core i-12000 für das Board frei; im Prinzip ist es auch zum aktuellen Core i-13000 kompatibel.

3mdeb baut das Board auch in einen rund 1300 Euro teuren Komplett-PC mit

Core i5-12600K ein. Er ist der erste Desktop-PC, den die für hohe Sicherheit optimierte Linux-Distribution Qubes OS zertifiziert hat.

Um Dasharo-Firmware selbst in den Flash-Speicherchip des Mainboards zu schreiben, ist ein USB-SPI-Adapter nötig. Den verkauft 3mdeb als „CH341A Programmer Kit“ für 66 Euro separat oder im Paket mit dem MSI-Board.

3mdeb programmiert quelloffene Firmware auch für mehrere andere x86-Rechner, etwa für den in c't 22/2021 (S. 108) vorgestellten Yanling NUC-C3 sowie für einige Notebooks der niederländischen Firma NovaCustom. Darunter sind auch NV41 und NS51 mit Core i-1200 (Alder Lake). Dasharo kombiniert Coreboot- und UEFI-Code; den Quellcode pflegt 3mdeb in einem GitHub-Repository. (ciw@ct.de)



Das MSI-Mainboard Pro Z690-A DDR4 verkauft das Unternehmen 3mdeb mit der UEFI-Alternative Dasharo.

Lüfterloser Mini-PC-Barebone

Asrock erweitert die Barebone-Serie DeskMini um eine passiv gekühlte Variante. Statt einer Fassung für einen zeitgemäßen Desktop-Prozessor kommt jedoch eine betagte Mobil-CPU zum Einsatz.

Asrock hat den Mini-PC-Barebone DeskMini 4205 vorgestellt, der ohne Lüfter auskommt und lautlos arbeiten soll. Im Unterschied zu vielen anderen Mini-PCs nehmen die DeskMinis bis zu vier Laufwerke auf und taugen deshalb nicht nur für Desktop-Rechner, sondern auch als Server. Anstelle der CPU-Fassung AM4 oder LG1700 lötet Asrock den vier Jahre alten Intel Celeron 4205U ein. Der Dual-Core-Prozessor ohne Hyperthreading gehört zur achten Core-i-Generation „Whiskey Lake“ und ist deshalb noch in 14-Nanometer-Technik gefertigt. Die 15-Watt-CPU taktet mit 1,8 GHz. Ein Turbo fehlt.

In den DeskMini 4205 passen zwei 2,5"-Laufwerke sowie zwei M.2-SSDs hinein. Allerdings arbeiten beide Slots wegen der betagten CPU nur mit PCI Express 2.0 und einer davon lediglich mit zwei statt vier PCIe-Lanes. Über DisplayPort 1.2 steuert der Mini-PC ein 4K-Display mit 60 Hertz Wiederholrate an. Via HDMI-1.4-Ausgang klappt das nur mit 30 Hertz. Als Besonderheit ist der DeskMini 4205 mit zwei Gigabit-Ethernet-Ports ausgestattet. (chh@ct.de)

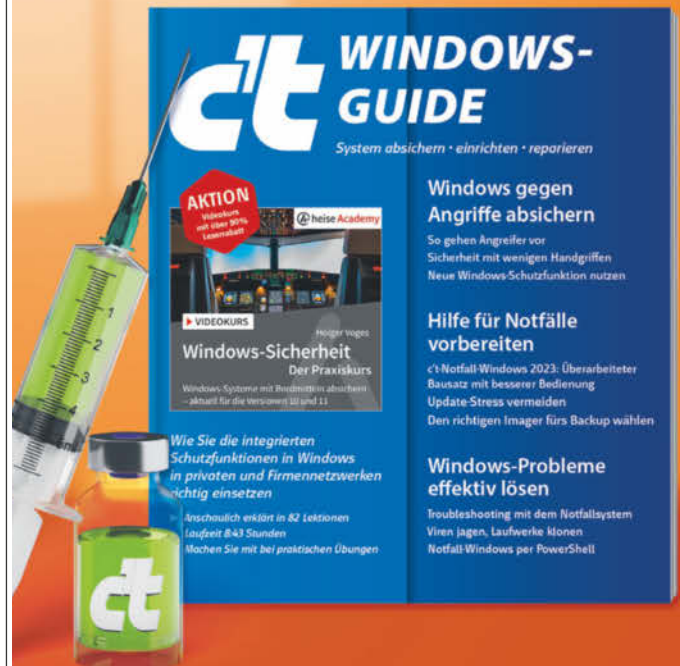
Der DeskMini 4205 bietet trotz kompakter Abmessungen Platz für zwei SATA-Laufwerke und zwei M.2-SSDs.



Leise High-End-Grafikkarte

Asus setzt bei der **Gaming-Grafikkarte** GeForce RTX 4080 Noctua Edition ein Kühlsystem von Noctua ein. Die Zahl der Heatpipes wächst von zwei auf fünf. Für einen besseren Wärmeübergang vom Grafikchip zum Kühler sorgt ein Vapour-Chamber, das mit einer Flüssigkeit befüllt ist, die bei niedriger Temperatur verdampft. Statt der drei 11-Zentimeter-Lüfter gibt es zwei 12-Zentimeter-Ventilatoren. Das soll die Kühlleistung steigern und die Lautstärke reduzieren. Asus und Noctua versprechen, dass die Lautstärke bei typischer Last im Vergleich zum Originalkühler der Asus-Karte von 17,3 auf 12,5 dB sinkt und die Temperatur unverändert bei 63 Grad liegt. Unterhalb von 50 Grad schalten sich die Lüfter ab. Die GeForce RTX 4080 Noctua Edition ist mit 16 GByte GDDR6X-RAM ausgestattet, taktet mit 2595 MHz und kostet 1900 Euro. (chh@ct.de)

Stärken Sie Ihre Abwehrkräfte!



+ Videokurs „Windows-Sicherheit“ mit über 90 % Leserrabatt

Welche Schutzfunktionen bietet Windows und wie aktiviere ich Sie? Wie halte ich mich von unerwünschten Updates fern und wie kann ich nicht vertrauenswürdige Programme in einer abgeschotteten Umgebung testen? Diese Fragen und noch mehr klären wir im neuen c't-Sonderheft:

- Windows gegen Angriffe absichern
- Hilfe für Notfälle vorbereiten
- Windows-Probleme effektiv lösen
- Inklusive c't-Notfall-Windows 2023
- Auch als Angebots-Paket Heft + PDF + Buch „Sichere Windows-Infrastrukturen“ erhältlich!

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

 shop.heise.de/ct-windowsguide23

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 20 € (innerhalb Deutschlands). Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.



Besucherrekord bei IT-Security-Kongressmesse secIT 2023

Die von c't mitorganisierte secIT 2023 war ein voller Erfolg und die Besucher freuten sich über die volle Packung Fachwissen.

Auf der secIT stehen die Inhalte im Mittelpunkt. Die Teilnehmer kehren aus den Vorträgen und Workshops mit hilfreichen Fakten und Handlungsanweisungen gestärkt in ihre Unternehmen zurück, um die IT-Systeme dort Stück für Stück sicherer zu machen. Dass das Thema IT-Security nach wie vor eine enorm wichtige Rolle spielt, zeigen die über 2200 Teilnehmer der Kongressmesse – das ist ein Rekord.

Inhalte statt Werbung

Die c't-Redaktion hat gemeinsam mit heise Security und iX das redaktionelle Programm gestaltet. Dabei entschieden wir uns für Referenten, die herstellerneutral und ohne Werbe-Blabla handfeste Informationen verständlich vermitteln.

In den Vorträgen wurden beispielsweise IT-Security-Buzzwords entlarvt. Ein anderes Thema drehte sich darum, wie die Cyber-Resilienz in Unternehmen verbes-

sert werden kann. Die Workshops beleuchteten unter anderem die Sicherheit von Active Directory, Microsoft 365 und Windows 11.

Ein voller Erfolg war auch die erstmalige Verleihung der CISO-Awards. Mit diesen Preisen zeichnete Ron Kneffel, Vorstandsvorsitzender der CISO Alliance e. V., innovative Projekte der IT-Sicherheitsverantwortlichen in Unternehmen aus. „Wir haben uns sehr darüber gefreut, dass die CISO Alliance die secIT als Rahmen für ihre Preisverleihung genutzt hat. Es wäre schön, wenn die kreativen Sicherheitsstrategien viele Nachahmer fänden“, so Jörg Mühle, Mitglied der Geschäftsleitung bei Heise Medien.

Fortsetzung folgt

Die secIT Digital findet am 13. und 14. September 2023 statt. Der Name ist Programm, denn die Besucher nehmen remote teil. So kann man den Vorträgen ganz entspannt am eigenen Schreibtisch lauschen. Die nächste große secIT vor Ort in Hannover planen wir für den 6. und 7. März 2024.

(des@ct.de)



Bild: Toby Giesen, Tim Dechent

Vor allem die redaktionell kuratierten Vorträge waren Publikumsmagneten bei der secIT 2023.

40 Jahre c't – Was sind Ihre Geschichten?

Zu unserem Jubiläum in diesem Jahr möchten wir gerne von Ihnen wissen: **Was verbindet Sie mit c't?** Schicken Sie uns Ihre Anekdoten, Glückwünsche, Fotos, Videos und alles, was Ihnen sonst noch zu c't einfällt.

Gibt es zum Beispiel ungewöhnliche Orte, an denen Sie c't lesen, unsere Podcasts hören oder c't 3003 anschauen? Hatten Sie als c't-Leser besondere persönliche Begegnungen? Welche Artikel sind Ihnen in Erinnerung geblieben?

Senden Sie uns Ihre Texte, Bilder, Glückwünsche und Ideen an 40.Geburtstag@ct.de. Am besten teilen Sie uns in der Mail gleich mit, ob wir Ihre Geschichten in der c't veröffentlichen und Sie namentlich nennen dürfen. Natürlich können Sie uns auch einfach nur gratulieren!

(acb@ct.de)



Wer hat den ältesten optimalen PC in Betrieb?

Zum 40-jährigen Jubiläum wollen wir in einer der nächsten c't-Ausgaben auch auf die **Geschichte der PC-Bauvorschläge** zurückblicken: „Der optimale PC“. Dazu suchen wir den ältesten optimalen PC, der noch im Einsatz ist.

Und jetzt sind Sie gefragt: Haben Sie noch ein solches Schätzchen? Mindestens zehn Jahre alt muss er sein, denn in der c't-Redaktion und bei einigen Redakteuren laufen noch Rechner nach Bauvorschlägen aus dem Jahr 2013 (11-Watt-PC, 300-Euro-PC mit SSD). Wer noch einen alten optimalen PC im Einsatz hat, kann Christof Windeck gerne eine Mail mit ein paar Informationen dazu schicken (ciw@ct.de). Bitte unbedingt Prozessortyp und Mainboard angeben!

(ciw@ct.de)



**Minds
Mastering
Machines**

**Die Heise-Konferenz
zu Machine Learning und
Künstlicher Intelligenz**

**9. – 11. Mai 2023
in Karlsruhe**

Die Konferenz zu Machine Learning und KI

Die Minds Mastering Machines ist die Konferenz für Fachleute, die Machine-Learning-Projekte in die technische Realität umsetzen.

Das Programm bietet an zwei Tagen 36 Vorträge unter anderem zu folgenden Themen:

- ✓ Resilientes Machine Learning
- ✓ Komplexität in ML-Projekten reduzieren
- ✓ Data-Science-Teams mit Kubeflow skalieren
- ✓ Föderiertes Lernen MLOps mit Argo und Kubernetes
- ✓ Erkennen von Bildmanipulationen

Keynotes zu ChatGPT und Co:

- ✓ Ein Sprachmodell für die Westentasche
- ✓ Ethische Fragestellung um Conversational AI

**Jetzt
Tickets
sichern!**

www.m3-konferenz.de

**Workshops am 9. Mai: »Schritt für Schritt zur Erklärbaren KI« und
»MLOps – wie bringt man ein ML-Modell in Produktion und hält es dort?«**

Veranstalter



@heise Developer

dpunkt.verlag

Goldsponsor

T Systems

Pleiten, Pech und Datenverluste

kommunaler-notbetrieb.de

Um Störungen und Notfälle in puncto IT-Sicherheit, die in der öffentlichen Verwaltung auftreten, geht es auf der Seite **Kommunaler Notbetrieb**. Jens Lange aus Kassel sammelt dafür Onlineberichte von Zeitungen und Newsportalen zu Zwischenfällen – vom Cyberangriff über Rattenbisse an Verteilerkabeln bis zum Klau von Behördenrechnern. IT-Pannen seit 2010



finden sich in der Sammlung, wobei für länger zurückliegende Jahre meist nur drei oder vier Notfälle genannt sind. Für 2023 listet die Zeitleiste dagegen bis Mitte März bereits zehn Störungen.

Lange weiß offenbar, worum

es geht: Zu jedem Vorfall nennt seine Seite die Art der betroffenen Gebietskörperschaft (Bundesland oder Kommune), die „KGSt-Größenklasse“ (Größe einer Gemeinde oder eines Kreises) und die „VCV-Meldekatgorie“; VCV steht für „VerwaltungsCERT-Verbund“. Er möchte mit seiner als Hobby betriebenen Seite „zur Sensibilisierung für notwendige Maßnahmen auf der Kommunalebene beitragen und auf ein fehlendes Lagebild der Informationssicherheit von Kommunen hinweisen“.

(dwi@ct.de)

Schnell zusammenfinden

pin-it.excelation.io

Wer kann wann? Das schlanke Tool **Pin-it** klärt diese Frage ohne Schnickschnack und ohne Werbung drumherum. Der Organisator eines Termins trägt auf der Website einen Namen fürs geplante Meeting ein und kann in einem zweiten Textfenster noch eine bis zu 999 Zeichen lange Beschreibung hinzufügen. Im zweiten Schritt schlägt er beliebig viele Tage mit oder ohne Uhrzeit beziehungsweise mehrtägige Zeiträume vor. Damit ist schon alles bereit, um die Umfrage zu veröffentlichen. Der Organisator erhält anschließend einen Link zur Weitergabe an alle Teilnehmer in spe sowie einen zweiten Link, über den sich die Umfrage ändern lässt, solange noch keine Antwort vorliegt. Danach dient der Link zur Ansicht der Antworten.

Pin-it ist ein Angebot des Softwarehauses Dr. Eckhardt & Partner. Man kann es ohne vorherige Registrierung kostenlos nutzen. Nach drei Monaten werden Umfragen automatisch gelöscht.

(dwi@ct.de)

Wenn's auf die Länge ankommt

www.1pw.de/brute-force.php

Was vernünftig ist, macht selten Spaß. Da hilft es als Motivation zu verstehen, warum man vernünftig sein und beispielsweise konsequent starke Passwörter verwenden sollte. Die Website zum **Zusammenhang von Brute-Force-Attacken und Passwortlängen** erklärt mit simpler Mathematik, wie jedes zusätzliche Zeichen es Brute-Force-Angreifern etwas schwerer macht, ein Passwort zu knacken. Anschauliche Tabellen zeigen, wie lange das im – für den Angegriffenen – besten Fall je nach Passwortlänge und Art der verwendeten Zeichen dauert.

(dwi@ct.de)

Kritzeln für die Wissenschaft

quickdraw.withgoogle.com

quickdraw.withgoogle.com/data

Auf unterhaltsame Weise vermittelt **Quick, Draw!** handfeste Erfahrungen mit einem neuronalen Netzwerk. Wie beim Fernsehklassiker „Die Montagsmaler“ gilt es, einen vorgegebenen Begriff mit ein paar Strichen so darzustellen, dass der Mitspieler ihn errät. Der ist in diesem Fall eine KI, genauer ein mit 50 Millionen Zeichnungen trainiertes neuronales Netzwerk, das 345 Begriffe kennt. Unter den Begriffen gibt es leicht zu erratende wie Dreieck, Quadrat, Mond oder Tasse, aber auch harte Nüsse wie Kronleuchter, Kreuzfahrtschiff oder Tierwanderung. Ein Durchgang besteht aus sechs Aufgaben, für jedes Gemälde hat man 19 Sekunden Zeit.

Bis hierhin ist das Ganze ein schlichter Zeitvertreib. Interessant wird es, wenn das digitale Gegenüber anschließend einen Einblick in seinen Rateprozess gewährt. Schnell erkennt man, warum eine Straße mit vier Krabbeltieren, die darüberwandern, nicht als „Tierwanderung“ durchgeht: Die KI ist offenbar nur mit Vogelschwärmen auf diesen Begriff trainiert worden. Das Spiel ist eines der KI-Experimente von Google. Die **Datenbank mit bisher entstandenen Zeichnungen** ist öffentlich zugänglich und dient der Forschung im Bereich des maschinellen Lernens.

Diese Seite mit klickbaren Links: ct.de/yuzr





09./11.05.



IT-Security für alle

An zwei Nachmittagen werden allgemeinverständlich die Grundlagen der Sicherheit im Netz vermittelt. Außerdem gibt es praktische Tipps rund um Datensicherheit und -schutz im digitalen Raum, die einfach im Alltag umgesetzt werden können.

18.10.



Einführung in den Kea DHCP Server

Der Workshop gibt eine vollständige Einführung in die neue Kea-DHCP-Software auf Unix- und Linux-Systemen. Sie lernen, wie man das Kea-DHCP-System installiert, konfiguriert und wartet.

20. – 21.11.



Dienste mit SELinux absichern

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

28. – 29.11.



Docker und Container in der Praxis

Der Workshop richtet sich an Entwickler und Administrierende, die neu in das Thema einsteigen. Neben theoretischem Wissen zu Containern geht es um Herausforderungen im Alltag sowie eigene Container-Erfahrungen auf der Kommandozeile.

Sichern Sie sich Ihren Frühbucher-Rabatt:

www.heise-events.de/workshops

In die Tasche geschaut

N26-Bank sperrt datensparsame Kunden aus



Die meisten Banken führen Girokonten, ohne sensible Daten wie Einkommensquelle und Gesamtvermögen der Kunden zu kennen. Die Online-Bank N26 verlangt mehr und sperrt auskunftsscheue Kunden einfach aus.

Von Tim Gerber

Stefan B. hat seit ihrer Gründung im Jahr 2015 ein Girokonto bei der Online-Bank N26. Es ist nicht sein einziges Konto und als Hauptkonto hat er es nie verwendet – zum Glück, wie er heute sagt.

In den letzten Jahren nutzte er es nur noch sporadisch, seit Juli 2021 gab es keine Buchungen mehr. Am 6. Januar erhielt der Kunde eine E-Mail von der Bank mit der Aufforderung, seine persönlichen Daten zu bestätigen. Dafür setzte die Bank eine Frist bis zum 5. Februar und kündigte zugleich an, den Zugriff auf das Konto zu beschränken, falls er die Daten nicht innerhalb dieser Frist bestätigte. Ausgehend von den Buchungen sollten ab dann nicht mehr möglich sein, drohte das Kreditinstitut.

Kein Problem, dachte Stefan B., und machte sich noch am selben Tag via N26-App daran, der Aufforderung nachzukommen. Dass die Bank seinen Namen, sein Geburtsdatum und seine aktuelle Anschrift benötigt, konnte der Kunde nachvollziehen. Dass sie jedoch auf einer der

Dialogseiten detailliert nach der Hauptquelle seines Einkommens, der Höhe und der Art der Beschäftigung sowie nach der Höhe seines gesamten Vermögens fragte, machte Stefan B. stutzig. Wozu wollte die Bank, bei der er lediglich ein Girokonto ohne Kreditrahmen unterhielt, all diese Dinge über ihn wissen?

Er brach die Bearbeitung an dieser Stelle ab und bat die Bank per Chat in der N26-App um Auskunft, zu welchem Zweck sie diese Daten erheben wolle. Am 21. Januar erhielt er eine Antwort: „Die Gesetze zur Bekämpfung der Geldwäsche verlangen von den Banken, aktuelle Informationen über ihre Kunden zu sammeln, um die Nutzung des Finanzsystems zum Zwecke der Geldwäsche und der Terrorismusfinanzierung zu verhindern.“ N26 sei ge-

setzlich dazu verpflichtet, einige zusätzliche Informationen einzuholen.

Nix Konkretes

Mit dieser pauschalen Aussage wollte sich Stefan B. nicht zufriedengeben. Er verlangte am 22. Januar per App konkrete Informationen, auf welcher Rechtsgrundlage die Bank Daten über sein Einkommen und sein aktuelles Gesamtvermögen erheben wolle. Dazu forderte er die Bank auf, die Gesetze oder Vorschriften genau zu benennen, die dies angeblich erforderlich machen, und dabei die exakten Textstellen zu nennen.

Am 26. Januar antwortete die Bank erneut mit angeblichen „gesetzlichen“ Vorschriften, die sie als voll „lizenzierte“ Bank zu der Erhebung verpflichten würden, „um Kriminalität vorzubeugen“. Da N26 auch diesmal die konkreten Stellen in den Vorschriften schuldig blieb, stellte Stefan B. seine Frage am selben Tage erneut.

In ihrer Antwort vom 31. Januar verwies die Bank nun auf ihre Datenschutzerklärung: Darin stehe, dass „die Rechtsgrundlage für die Verarbeitung dieser Daten (einschließlich Einkommen und Gesamtvermögen) Artikel 6 Absatz 1 Buchstabe b) DSGVO“ sei. Die Verarbeitung dieser Daten sei erforderlich, damit die Bank ihre rechtlichen Verpflichtungen erfüllen könne, „die aus Gesetzen zur Bekämpfung von Geldwäsche und Terrorismusfinanzierung herrühren“.

Die genannte Norm besagt aber lediglich, dass die Verarbeitung der Daten nur dann rechtmäßig ist, wenn sie zur Durchführung eines Vertrages erforderlich ist. Dass man für das Führen eines Girokontos derartige Angaben benötigt, leuchtet dem durchschnittlichen Bankkunden kaum ein, zumal es eher unüblich ist, dass Banken von Girokunden solche Angaben verlangen.

Da ihn die Antwort nicht zufriedenstellte und er seine Stammdaten ohne die zusätzlichen Angaben auch nicht bestätigen konnte, räumte Stefan B. vorsorglich sein Konto bei der N26 leer und harrte der Dinge, die da kommen würden. Wie erwartet teilte ihm die Bank am 5. Februar mit, dass sein Konto nunmehr eingeschränkt sei.

Bereits im Januar hatte sich der verärgerte Kunde an die BaFin mit einer Beschwerde über die Datensammelwut der

Online-Bank gewandt, außer einer Eingangsbestätigung aber nichts mehr von dort gehört. Deshalb kontaktierte er nunmehr c't.

Viele Fragen

Wir fragten zunächst allgemein bei der Pressestelle der N26 an, welche gesetzlichen Vorschriften denn erzwingen, im Zuge der Bestätigung vorhandener Kundendaten Angaben über die Einkommens- und Vermögensverhältnisse der Kunden zu verlangen. Zugleich baten wir die für die datenschutzrechtliche Aufsicht am Sitz der Bank zuständige Berliner Landesbeauftragte (LfDI) und die BaFin um eine Einschätzung, ob die Datenerhebung der Bank rechtmäßig und tatsächlich durch Vorschriften zur Bekämpfung von Kriminalität erzwungen sei.

Die LfDI teilte uns mit, dass derartige Fragen zum Einkommen „im Regelfall für eine Bonitätsprüfung anlässlich der Eröffnung eines einfachen Girokontos als nicht erforderlich angesehen“ würden. Der von Stefan B. geschilderte Sachverhalt sei bereits Gegenstand zweier Beschwerden, die die Behörde derzeit prüfe.

Die BaFin ließ uns wissen, dass bankenaufsichtliche Gesetze oder Vorschriften des Geldwäschegesetzes (GwG) Banken nur unter bestimmten Voraussetzungen verpflichten, von Inhabern eines Girokontos Daten zur Einkommensquelle und zum Gesamtvermögen zu erheben. Es sei grundsätzlich eine geschäftspolitische Entscheidung der Bank, welche Informationen sie von Kunden erfragen wolle, um aus einer Kundenbeziehung möglicherweise erwachsende Risiken einschätzen zu können. Auch könnten Ereignisse im Rahmen der Geschäftsbeziehung die Erhebung von weiteren Daten durch das Institut in Einzelfällen notwendig machen.

Mit dieser Aussage konfrontierten wir nun auch die Pressestelle der N26-Bank und fragten nach, warum sie ausgerechnet vom Kunden Stefan B. diese Angaben haben müsse, um das von ihm ausgehende Risiko krimineller Geschäfte beurteilen zu können.

Auf alle diese Fragen erhielten wir allgemeine Ausführungen zu den sich aus dem Geldwäschegesetz ergebenden Sorgfaltspflichten der Banken. Die Bank erfrage „grundsätzlich“ ausschließlich personenbezogene Daten, die „zur Erfüllung

eigener rechtlicher Verpflichtungen und der Gewährleistung eines effektiven Risikomanagements erforderlich sind“. Dabei würden die erfassten Daten im Einklang mit den geltenden Datenschutzbestimmungen verarbeitet.

Auf den konkreten Fall von Stefan S. ging die Bank überhaupt nicht ein. Man sei dazu gezwungen die Nutzung eines Kontos einzuschränken, wenn man die Daten im Rahmen der Abfrage nicht bestätigen könne, hieß es dazu allgemein. Betroffene könnten ihre Informationen aber auch nach Ablauf der Frist jederzeit „entsperren“, indem sie ihre Daten bestätigen oder aktualisieren. Anschließend könnten sie wieder wie gewohnt auf das Konto zugreifen.

Stefan B. hat also nur die Wahl, ob er der Bank Daten anvertrauen will, die diese ohne einen triftigen Grund über ihn erheben will. Oder ob er sich schlicht eine andere Bank sucht, die auf derartige Daten ohne Verletzung ihrer vermeintlichen Sorgfaltspflichten verzichten kann. Die meisten anderen Banken und Sparkassen können das. (tig@ct.de) **ct**

**VOR
SICHT
KUNDE!**

Suchen 12:09 92 %

←

Was ist deine Haupteinkommensquelle?

Gehalt ☐

Wertpapierhandel ☐

Handel mit Kryptowährungen ☐

Unterstützung durch Familie oder Erbe ☐

Persönliche Ersparnisse ☐

Staatliche Unterstützung ☐

Fortfahren

Der Fragebogen der N26-Bank sammelt deutlich mehr als die üblichen Stammdaten von Girokontokunden. Manchem Kunden dürfte die Wissbegier zu weit gehen.

Bildmontage

Bilder-KI Stable Diffusion lokal installieren
und betreiben



Stable Diffusion lokal installieren	Seite 54
Draw Things: Stable Diffusion für Mac, iPhone und iPad	Seite 58
Schnell schöne Bilder generieren	Seite 60
20 Grafikkarten von 2016 bis heute im Vergleich	Seite 64

Es gibt zahlreiche Bilder-KIs im Internet, doch man hat bei Midjourney & Co. nur wenige Versuche frei, bevor man bezahlen muss. Mit Stable Diffusion kann die ganze Familie spielerisch den Umgang mit bild-erzeugender künstlicher Intelligenz erlernen. Dafür genügt sogar ein ausrangierter Spiele-PC oder ein älteres Gaming-Notebook.

Von Mirko Dölle

Wie sag ichs nur der KI? Der Umgang mit bilderzeugender künstlicher Intelligenz will gelernt sein, es liegen oft nur wenige Wörter zwischen einer tollen Illustration für eine PowerPoint-Präsentation und einer alpträumhaften Dystopie. Mit dem Open-Source-Tool Stable Diffusion WebUI, ohne Cloud-Anbindung im eigenen Heimnetz installiert, kann die ganze Familie nach Herzenslust Bilder generieren und Erfahrungen im Umgang mit der KI sammeln, ohne dass Sie dafür Abonnements abschließen oder Cloud-Server anmieten müssen.

Dank neuer, auf Größe optimierter KI-Modelle genügt für den Betrieb einer Bildgenerator-KI inzwischen ein ausrangierter Spiele-PC oder Mac. Wie Sie Stable Diffusion unter Windows und Linux installieren, erfahren Sie nachfolgend in diesem Artikel. Apple-Besitzer sollten zu Seite 58 weiterblättern, dort stellen wir die App Draw Things für Macs, iPhones und iPads vor, die Sie kostenlos in Apples Stores herunterladen und mit den gleichen KI-Modellen und Optionen betreiben können wie Stable Diffusion auf dem PC. Ab Seite 60 erklären wir, wie Sie schon mit wenigen Worten und den richtigen Einstellungen tolle Bilder erhalten und die Formulierungen so wählen, dass das Ergebnis zu Ihren Wünschen passt.

Für den Anfang genügt sogar ein betagter Gaming-Rechner. Der Knackpunkt ist die Grafikkarte, denn die GPU und der besonders schnell angebundene Grafikkartenspeicher tragen die Hauptlast für

die nötige Rechenarbeit. Selbst sechs Jahre alte Grafikkarten wie die Nvidia GTX-1070Ti sind um den Faktor 80 bis 100 schneller als eine CPU.

Sofern in Ihrem Rechner eine GeForce- oder Radeon-Grafikkarte mit mindestens 4 GByte Video-RAM steckt und er mindestens 8 GByte RAM hat, ist er für Stable Diffusion geeignet. Künftig dürften sogar 2 GByte Grafikkartenspeicher ausreichen. Wie viel mehr Leistung Sie mit mehr Grafikspeicher erwarten dürfen, haben wir ab Seite 64 verglichen.

Gut vorbereitet

Stable Diffusion ist in Python geschrieben, wir empfehlen die Version mit WebUI, die im GitHub-Repository von Automatic1111 gepflegt und mit Python Version 3.10.6 weiterentwickelt wird. Für die Installation benötigen Sie deshalb Python 3.10 und eine aktuelle Version von Git. Die Download-Links für Windows finden Sie auf ct.de/yhyk. Außerdem muss unter Windows

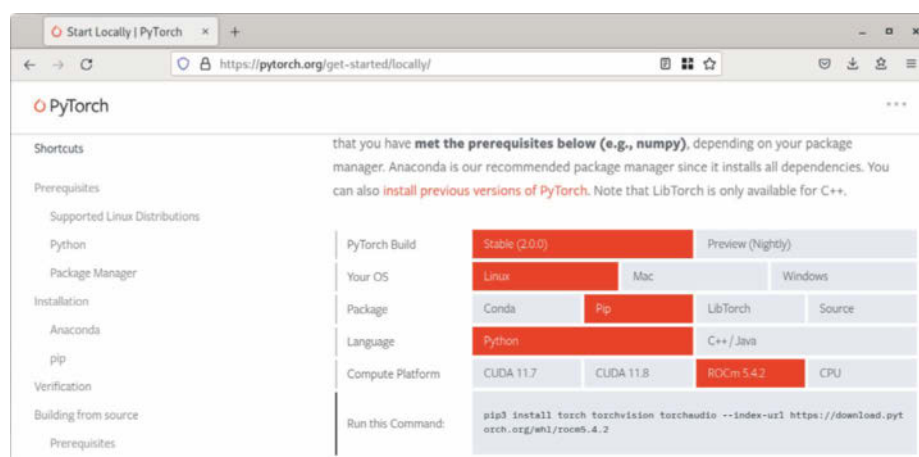
Microsoft Visual C++ Redistributable für Visual Studio 2022 (siehe ct.de/yhyk) installiert sein. Meist ist das schon der Fall, da sehr viele Programme die gleiche C++-Runtime verwenden.

Unter Linux bedienen Sie sich in der Paketverwaltung, sofern Python nicht ohnehin standardmäßig installiert ist. Bei kleinen Versionsunterschieden, etwa Python 3.10.9 statt 3.10.6, können Sie die Installation auch ohne Anpassung riskieren. Haben Sie eine andere Major-Version, müssen Sie die Version 3.10 nachinstallieren.

Unter Linux benötigen Sie außerdem das virtuelle Python-Environment `venv`, das Sie meist unter dem Namen „`python3-venv`“ in der Paketverwaltung finden.

Aufgespielt

Die von den Entwicklern vorgesehene Methode zur Installation von Stable Diffusion WebUI ist, lediglich das Skript `webui.sh` für Linux beziehungsweise `webui.bat` für Windows herunterzuladen und direkt auszuführen. Dieses soll dann automatisch das Git-Repository klonen und die für den jeweiligen Grafikkartentreiber benötigte Version des PyTorch-Frameworks ermitteln, das für die Kommunikation mit dem Grafiktreiber zuständig ist und die Berechnungen von der GPU durchführen lässt. Unter Linux versagte das Installationskript in unseren Tests jedoch häufig bei der Versionsbestimmung, weshalb wir empfehlen, die Version von Hand zu bestimmen und den notwendigen Installationsbefehl in die Konfigurationsdatei einzutragen. Dazu klonen Sie zunächst das komplette Git-Repository, indem Sie folgenden Befehl unter Linux im Terminal



Die Versionsmatrix auf der PyTorch-Projektseite verrät Ihnen, mit welchem Befehl Sie die korrekte Version der Python-Bibliothek installieren.


```

Windows PowerShell
PS C:\Users> nvidia-smi
Tue Mar 21 18:05:28 2023

+-----+
| NVIDIA-SMI 512.78      | Driver Version: 512.78      | CUDA Version: 11.6 |
+-----+-----+
| GPU   Name           | TCC/WDDM | Bus-Id | Disp.A | Volatile GPU-Memory | Uncorr. ECC |
| Fan  Temp  Perf  Pwr:Usage/Cap |          |        |        |         |      Compute M. |
|-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| 0     NVIDIA GeForce ... | WDDM     | 00000000:01:00.0 | Off   | 0MiB / 4096MiB     | N/A         |
| N/A   41C    P3    12W /  N/A   |          |         |         |         |      Default    |
|-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Processes:                                     |
| GPU  GI  CI           PID  Type  Process name                      | GPU Memory |
|  ID   ID               |              |          |                               |      Usage   |
|-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| No running processes found                  |
+-----+
PS C:\Users>

```

Mit `nvidia-smi` finden Sie unter Windows wie unter Linux heraus, welche Version des CUDA-API der gerade installierte Nvidia-Treiber unterstützt.

und unter Windows in der mit Git zusammen installierten Shell eingeben:

```

git clone https://github.com/
$automatic1111/stable-diffusion-
$webui.git

```

Damit landet die neueste Version von Stable Diffusion WebUI im Unterverzeichnis `stable-diffusion-webui` des aktuellen Verzeichnisses.

Die Konfiguration der Software erfolgt über verschiedene Umgebungsvariablen, unter Windows setzen Sie diese in der Datei `webui-user.bat` und unter Linux in der Datei `webui-user.sh`.

Radeon für Linux

Welche Torch-Version installiert wird, legen Sie mit der Variablen `TORCH_COMMAND` fest – dort tragen Sie den Installationsbefehl ein. Wie dieser Befehl lautet, finden Sie über die Versionsmatrix auf der Seite pytorch.org unter „Get Started“ heraus; er ist von Grafikkarte, Grafiktreiber und Betriebssystem abhängig.

Die kniffligste Frage ist die nach der „Compute Platform“: Bei Radeon-Grafikkarten wählen Sie hier „ROCm“ (Radeon Open Compute Platform) aus, allerdings gab es diese Bibliothek bei Redaktionsschluss noch nicht für Windows. Wer eine Radeon-Grafikkarte hat, muss für Stable Diffusion WebUI also derzeit noch Linux installieren.

Den Installationsbefehl tragen Sie in Anführungszeichen in der Datei `webui-user.sh` hinter `TORCH_COMMAND=` ein, ändern

`pip3` install jedoch in `pip install`. Danach entfernen Sie das Kommentarzeichen (Raute) am Anfang der Zeile.

Für den Betrieb benötigen Sie in jedem Fall den proprietären Radeon-Treiber von AMD, den Sie auf amd.com/en/support finden. Für Ubuntu spielen Sie mit den folgenden Befehlen das DEB-Paket von der AMD-Website ein, aktualisieren die Paketverwaltung und installieren dann den Treiber:

```

sudo dpkg -i ~/Downloads/amdgpu-
$install*.deb
sudo apt update
sudo amdgpu-install --usecase=dkms,
$graphics,rocm,rocmdevtools,hip,
$hiplibsdm,mllib,mldsk

```

Nach einem Neustart des Rechners sollte Ihnen der Befehl `rocm-smi` ohne Root-Rechte die technischen Daten Ihrer Radeon-Grafikkarte anzeigen. Klappt das nicht, liegt das meist daran, dass Sie nicht zu den Gruppen „video“ und „render“ gehören. Das holen Sie mit folgendem Befehl nach:

```

sudo usermod -a -G \
render,video $LOGNAME

```

Danach müssen Sie noch einmal neu starten. Mit `rocm-smi | grep Name` ermitteln Sie die Architektur Ihrer Grafikkarte. Suchen Sie nach einer Angabe wie `gfx90c` oder `gfx1031`. Daraus leiten Sie die Architekturversion ab: Aus `gfx90c` wird Version 9.0.0 und aus `gfx1031` die Version 10.3.0 – die

letzte Stelle dürfen Sie also ignorieren. Diese Versionsnummer setzen Sie unterhalb der `TORCH_COMMAND`-Befehlszeile als zusätzliche Umgebungsvariable:

```

export HSA_OVERRIDE_
$GFX_VERSION=10.3.0

```

Außerdem müssen Sie mit folgender Umgebungsvariable verhindern, dass der Speicher der Grafikkarte zu stark fragmentiert und die Bildverarbeitung deshalb abbricht:

```

export PYTORCH_HIP_ALLOC_CONF=
$max_split_size_mb:512"

```

Bei der Variablen `COMMANDLINE_ARGS` müssen Sie ebenfalls einige Parameter ergänzen:

```

export COMMANDLINE_ARGS=
$"--skip-torch-cuda-test --no-half"

```

Der erste Parameter überspringt die sonst obligatorische Suche nach einer Nvidia-Grafikkarte, der andere erzwingt 32-Bit-Fließkommaberechnungen.

Nvidia für alle

Auch bei Nvidia-Grafikkarten benötigen Sie in jedem Fall den (proprietären) Treiber des Herstellers. Windows-Anwender laden ihn direkt von der Nvidia-Website herunter, Linux-Nutzer hingegen bemühen die Paketverwaltung ihrer Distribution. Unter Ubuntu finden Sie den proprietären Nvidia-Treiber zum Beispiel unter „Zusätzliche Treiber“. Hat die Installation geklappt und Sie haben den Rechner neu gestartet, muss das Kommando `nvidia-smi` sowohl unter Windows wie unter Linux die Temperatur und die Auslastung Ihrer Grafikkarte anzeigen – und außerdem rechts oben die CUDA-Version des Treibers.

Die angezeigte CUDA-Version (Compute Unified Device Architecture) ist entscheidend dafür, wie das PyTorch-Installationskommando lautet. Die Matrix auf der Homepage des PyTorch-Projekts listet nur die aktuelle stabile Torch-Version sowie die letzten beiden unterstützten CUDA-Versionen auf. Unmittelbar oberhalb der Matrix finden Sie aber den Link zu älteren PyTorch-Versionen. Dort ist auch der Installationsbefehl für Torch Version 1.13.1 mit CUDA Version 11.7 aufgelistet, die Sie später für die Optimierungsbibliothek Xformers benötigen – PyTorch 2.0.0 mit CUDA 11.8 wurde bei Redaktionsschluss noch nicht unterstützt.

Sollten Sie keinen Befehl für Ihre CUDA-Version finden, dann versuchen Sie es zunächst mit dem Befehl für die vorherige oder vorletzte Version. Für CUDA 12 empfehlen wir PyTorch 1.13.1 mit CUDA 11.7. Der Befehl muss auf jedem Fall mit `pip3 install` beginnen, sonst wurde die falsche Programmiersprache ausgewählt. Wichtig, unter Linux müssen Sie `pip3 install` in `pip install` abändern. Tragen Sie den Installationsbefehl unter Windows in der Datei `webui-user.bat` hinter `TORCH_COMMAND=` ein. Unter Linux ist es die Datei `webui-user.sh`, wo Sie bereits ein Beispiel für `TORCH_COMMAND` finden, das Sie lediglich anpassen müssen. Bevor Sie speichern, entfernen Sie noch das Kommentarzeichen (Raute) am Anfang der Zeile. Für PyTorch 1.13.1 mit CUDA 11.7 lautet der Eintrag unter Linux:

```
export TORCH_COMMAND="pip install \
torch==1.13.1+cu117 torchvision==\
0.14.1+cu117 torchaudio==0.13.1 \
--extra-index-url https://download.\
pytorch.org/whl/cu117"
```

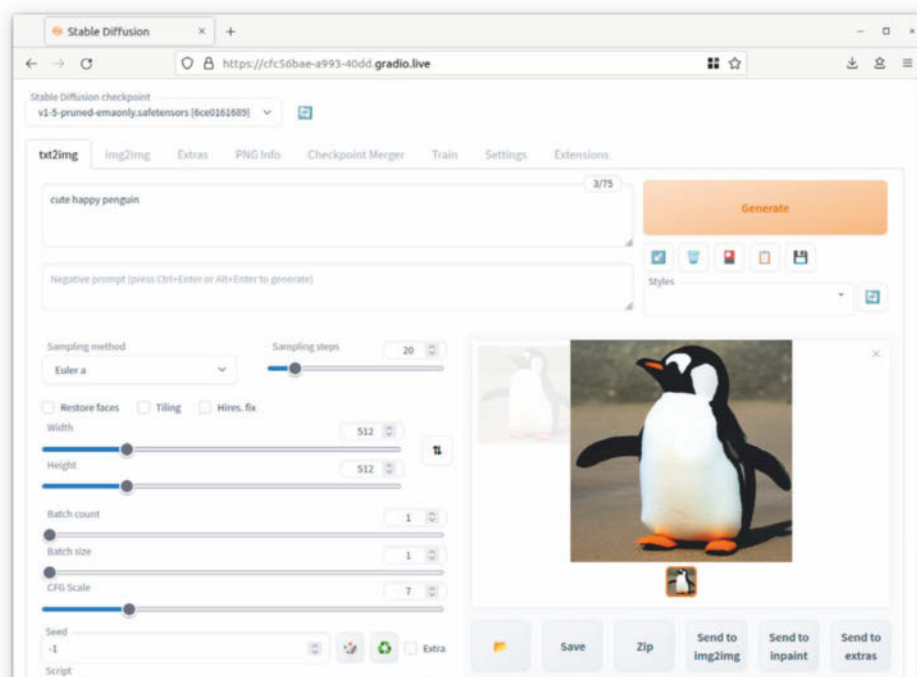
Startschuss

Damit sind die Vorbereitungen abgeschlossen. Rufen Sie im Verzeichnis `stable-diffusion-webui` das Start-Skript auf – unter Linux mit dem Befehl `./webui.sh`, unter Windows mit `webui-user.bat`.

Das Start-Skript erledigt die Installation und prüft außerdem bei jedem Start aufs Neue, ob alle benötigten Komponenten an Bord sind. Das dauert beim ersten Aufruf extrem lange, da hier große Datenmengen heruntergeladen werden – über 5 GByte für Stable Diffusion mit allen erforderlichen Komponenten. Hinzu kommen mindestens 4 GByte für das Unterverzeichnis `models/Stable-diffusion` mit den KI-Modellen, in dem auch das Standard-KI-Modell Version 1.5 landet. Hat alles geklappt, meldet Stable Diffusion, dass es auf dem lokalen Host auf Port 7860 lauscht:

```
Running on local URL: \
http://127.0.0.1:7860
```

Von Hand eingreifen müssen Sie üblicherweise nur, wenn Sie zum Beispiel die Grafikkarte wechseln oder die CUDA-Version nach einem Treiberupdate nicht mehr passt. Dann müssen Sie den Befehl zur Installation von PyTorch an die neue CUDA-Version anpassen und anschließend Stable



Wurde das WebUI mit dem Parameter `--listen` gestartet, kann die ganze Familie mit der Bilder-KI herumexperimentieren.

Diffusion einmalig mit dem Parameter `--reinstall-torch` aufrufen, um die geänderte Torch-Version zu installieren. Dieser Parameter ist auch hilfreich, wenn Sie kein exakt zur CUDA-Version passendes PyTorch finden konnten und deshalb mit einer niedrigeren oder höheren Versionsnummer experimentieren müssen.

Ab ins Netz

Stable Diffusion berücksichtigt sowohl die beim Aufruf übergebenen Parameter wie auch die, die Sie in der Variablen `COMMANDLINE_ARGS` eingetragen haben – etwa jene für AMD-Grafikkarten. Ohne Parameter aufgerufen lauscht das Web-Frontend von Stable Diffusion lediglich auf der lokalen IP-Adresse. Damit es auch aus dem Heimnetz erreichbar ist, ergänzen Sie den Parameter `--listen`. So kann die ganze Familie mit der Bilder-KI experimentieren.

Mit weiteren Parametern können Sie zusätzliche Optimierungen aktivieren. Auf Rechnern mit weniger als 12 GByte RAM etwa empfehlen wir die Option `--lowram`, bei Grafikkarten mit weniger als 10 GByte sollten Sie den Parameter `--medvram` ergänzen oder stattdessen, wenn sie weniger als 6 GByte hat, den Parameter `--lowvram`. Für Nvidia-Grafikkarten empfehlen wir außerdem den Parameter `--xformers`, der ebenfalls den Speicherverbrauch senkt, aber zusätzlich die Verarbeitung erheblich

beschleunigt. Wie sehr, können Sie an den Testergebnissen ab Seite 64 nachlesen. Bei Redaktionsschluss war für Xformers allerdings noch PyTorch 1.13.1 für CUDA 11.7 erforderlich, sodass wir dafür Torch mit geändertem Installationskommando neu installieren mussten.

Als letzten Funktionstest öffnen Sie den Browser, verbinden sich mit dem WebUI, geben dort im Feld „Prompt“ „cute happy penguin“ ein und klicken auf „Generate“. Danach sehen Sie sowohl im Terminal als auch im Web-Frontend den Rechenfortschritt und bekommen nach wenigen Sekunden einen niedlichen Pinguin präsentiert.

Fazit

Die Entwicklung von Stable Diffusion hat große Fortschritte gemacht, die Entwickler konnten in den vergangenen Monaten durch Optimierungen die Hardwareanforderungen drastisch senken. Statt eines High-End-Gaming-PCs genügt nunmehr ein betagter Spielerechner, um zu Hause tolle Bilder für Präsentationen, Logos oder einfach nur als Desktophintergrund selbst zu erzeugen. Gerade mit Nvidia-Grafikkarten ist der Einstieg in die Welt der Bilder-KI einfach, werden sie doch schon von Windows und Linux gleichermaßen unterstützt.

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

Stable Diffusion WebUI: ct.de/yhyk

Stable Diffusion auf Mac, iPhone und iPad nutzen

Die App „Draw Things“ berechnet KI-Bilder auf Apples Macs und Mobilgeräten. Damit entstehen skurrile Illustrationen und Bildkompositionen. Wir zeigen, was aktuell alles möglich ist.

Von Immo Junghärtchen

Mit „Draw Things: AI Generation“ kommt Stable Diffusion auf Ihr iPhone, iPad und auf Macs mit Apples M-Prozessoren. Die kostenlose App erzeugt auch unterwegs stimmungsvolle, skurrile und mit etwas Übung realistische Illustrationen. Dafür verwendet sie die gleichen Stability-AI-Modelle und bietet fast den gleichen Leistungsumfang wie ein auf einem Windows- oder Linux-Rechner installiertes Stable Diffusion WebUI im Browser – sie kann auch Bildelemente hinzuberechnen (Inpainting) und neuerdings dank der Erweiterung ControlNet Skizzen als Vorlage nutzen.

Die App selbst ist nicht sonderlich groß. Beim ersten Start sollte man allerdings eine schnelle Internetverbindung haben, denn die App lädt unter anderem das Standard-KI-Modell v1.5 von Hugging Face herunter. Insgesamt werden so knapp 2 GByte Speicher belegt.

Mit der App erkunden Sie spielerisch, wie eine künstliche Intelligenz Bilder berechnet. Zunächst geben Sie ein paar Begriffe auf Englisch in das hell unterlegte Textfeld im Fensterkopf ein und tippen auf „Generate“. Nach wenigen Sekunden bis Minuten – je nach Gerät – weicht das Schachbrettmuster

der ersten KI-Grafik in der Auflösung 512×512 Pixel.

Entspricht das Ergebnis nicht den eigenen Vorstellungen, und das passiert recht oft, lohnt ein zweiter Anlauf: Ein Tipp oder Klick auf die rot unterlegte Zahl ganz oben erzeugt einen neuen zufälligen Startpunkt (Seed). Das Ergebnis sieht meist ganz anders aus. Der Regler „Batch Size“ automatisiert das: Ziehen Sie ihn nach rechts, um denselben Prompt bis zu viermal hintereinander mit unterschiedlichen Ausgangs-Seeds auszuprobieren.

Zugespitzt

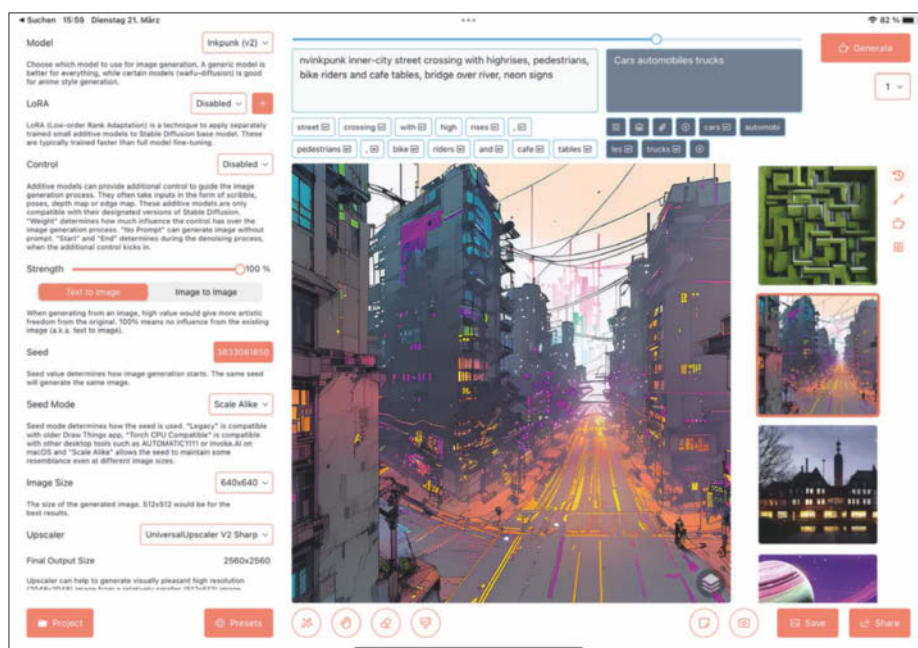
Wollen Sie bestimmte Elemente in Ihrer Grafik vermeiden, etwa Autos aus einer Straßenszene verbannen, nutzen Sie den Negativ-Prompt: Ein zweites, dunkel hinterlegtes Textfeld nimmt Begriffe auf, die auf das Bild nicht zutreffen sollen. Am

iPhone wischen Sie dafür einmal von rechts nach links über das helle Texteingabefeld.

Das Regler-Symbol oben rechts öffnet am iPhone den Einstellungsdialog, um den Algorithmus zu tunen – auf iPad und Mac sieht man ihn dauerhaft links von der Bildvorschau. Verschiedene Regler und Auswahlfelder stehen bereit, nebst englischer Erklärungen. Wirkt das Bild schon ganz gut, aber in Details noch etwas unfertig, schieben Sie den Steps-Regler vom voreingestellten 20 auf einen höheren Wert, etwa 30 oder 40. Die KI rechnet dann entsprechend länger, korrigiert aber häufig Fehler in Bildern.

Wer mit diesen Mitteln keine brauchbaren Bilder bekommt, kann mit dem Schieberegler „Text Guidance“ experimentieren. Je weiter Sie den Regler nach links ziehen, desto mehr Freiheiten erlaubt sich die KI bei der Textinterpretation. Ebenso einfach wechseln Sie auf einen anderen Sampler. „Euler Ancestral“ beispielsweise erzeugt detailreichere, manchmal surreale Bilder, braucht aber fünfzig oder mehr Einzelschritte für ein überzeugendes Resultat.

Draw Things legt automatisch eine Historie an. Per Schieberegler unter dem Vorschaubild des iPhones wechselt man zu früheren Varianten, um sie als Ausgangspunkt für einen neuen Anlauf zu wählen. Auf iPad und Mac erscheint die



Draw Things bringt die Bilder-KI auf iPad, iPhone und Macs. Die Bedienoberfläche auf iPad und Mac lehnt sich weitgehend an das von Windows und Linux bekannte Stable Diffusion WebUI an.



Mit der Inpainting-Funktion erfindet Draw Things zusätzliche Bildelemente und übermalt überflüssige.

Chronik rechts neben der Motivvorschau.

Im Voreinstellungsdiallog kann man auch einen Zielordner bestimmen. Jede erfolgreich generierte Grafik landet dann dort. Besonders hilfreich: Der Dateiname besteht aus Prompt und Seed, um die Grafik auf leistungsfähigerer Hardware noch einmal neu zu berechnen. Dabei können Sie noch einen Upscaler dahinterschalten, um die eher niedlichen erlaubten Auflösungen nachträglich aufs bis zu Sechzehnfache aufzublasen.

Andere Ausgangsbasis

Draw Things kann mit mehreren KI-Modellen arbeiten, einige lassen sich im Drop-Down-Menü „Model“ mit nur einem Klick herunterladen und hinzufügen. Neben verschiedenen Versionsnummern des Stability-Standard-Modells stehen auf bestimmte Stilrichtungen trainierte Modelle zur Auswahl: „Papercut“

zum Beispiel erzeugt Grafiken, die wie aus Scherenschnitten zusammengesetzt erscheinen, das Modell „Ghibli“ setzt Prompts im Heidi-Zeichentrick-Stil um und „Inkpunk“ erzeugt Bilder, die aus einem Spiel der Borderlands-Reihe stammen könnten.

Neben den standardmäßig angebotenen Modellen können Sie auch eigene hinzufügen, etwa von DreamBooth erzeugte persönliche Modelle. Dafür laden Sie die Pickle- oder SafeTensors-Datei aufs iOS-Gerät und bewegen sie in der Dateien-App in den Ordner „auf meinem iPhone/Draw Things/Downloads“. Öffnen Sie dann in der App den Models-Dialog, importieren Sie es über „Customize ...“ – danach steht es in der Liste der Modelle bereit.

Besonders praktisch ist die Inpainting-Funktion: Will man an einem Bild nur ein kleines Detail ändern, etwa eine Hand mit überzähligen Fingern oder ein schielendes Auge, löscht man dieses Detail mit dem Radiergummi-Werkzeug, um dann nur diesen Bereich neu berechnen und mit etwas Glück den Fehler beheben zu lassen. Von manchen KI-Modellen stehen speziell dafür trainierte Inpainting-Modelle zum Download bereit.

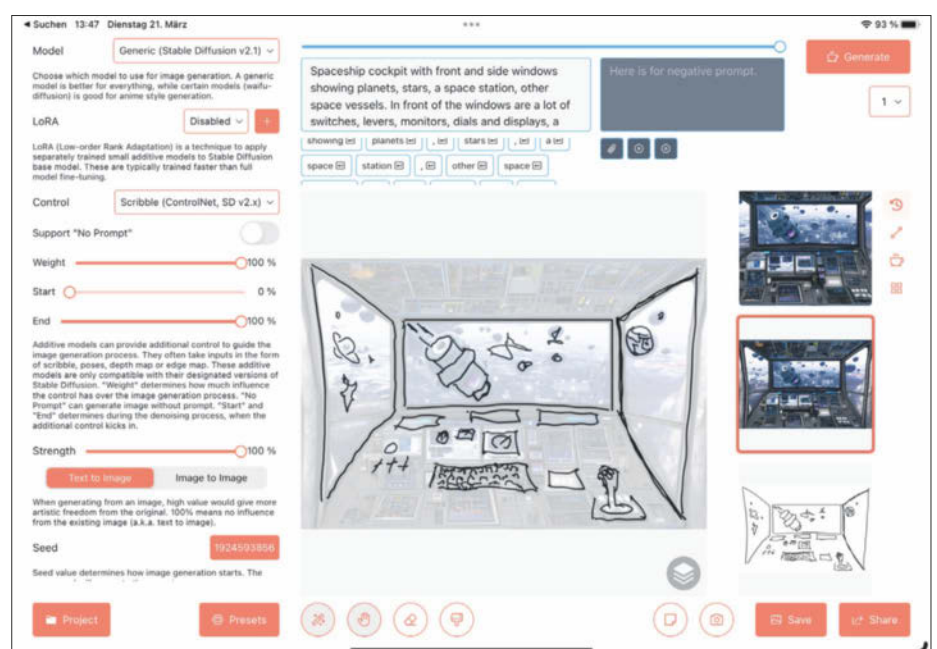
So bekommen Sie übrigens auch schnell Details in einem Foto heraus- oder hineinretuschiert: Über den Kamera-Button laden Sie ein Bild, radieren ein Bildteil

aus, beschreiben, was Sie sich vorstellen, im Prompt-Feld, und das Inpainting-Modell füllt die Lücke.

Wie läuft's?

Wie schnell ein Bild fertig berechnet wird, entscheiden Prozessor und RAM des Geräts. Eine Grafik mit den Standardeinstellungen und einer Größe von 512 × 512 Pixeln zu berechnen, dauert auf einem iPhone 12 Pro Max mit A14-Bionic-Chip 67 Sekunden. Auf einem iPad Pro 2017 mit A12X-Prozessor waren es 112 Sekunden. Überfordert man das Gerät, etwa durch zu hohe Auflösungen oder exzessive Berechnungsschritte, stürzt die App gelegentlich auch ab. Wechselt man am iPad in den Prozesseinstellungen auf CoreML-Berechnung, erzeugt ein aktuelles iPad Pro mit M2-SoC dasselbe Bild in nur 17 Sekunden. Dabei braucht das Gerät ordentlich Energie und reduziert bei jeder Bilderzeugung die Akkukapazität um einige Prozent.

Die Bilder, die Draw Things berechnet, sind nicht sehr hoch aufgelöst, mehr als 1200 × 600 Pixel unterstützt die App nicht. Doch für eine schnelle Grafik fürs Web oder die spaßige Retusche zwischen durch liefert Draw Things auf der iOS-Plattform genügend Leistung. Vor allen Dingen erlaubt die App, sich spielerisch an die Bilder-KI Stable Diffusion heranzutasten. (imj@ct.de)



Die Erweiterung ControlNet erlaubt es, Skizzen etwa aus der Notizen-App als Vorlagen für die Bilderzeugung zu nutzen.



Bild: KI Stable Diffusion | Bearbeitung: c't

Wortmalerei

Schnell schöne Bilder generieren mit dem Stable Diffusion WebUI

Ganz ohne künstlerisches Talent generieren Sie mit Stable Diffusion schöne Bilder. Schon kurze Texteingaben reichen für erstaunliche Grafiken, fotorealistische Bilder und Gemälde. Mit den folgenden Tipps kriegen Sie ruckzuck ansehnliche Bilder hin.

Von Liane M. Dubowy

Ein Blogbeitrag oder eine Präsentation sehen mit bunten Bildern gleich viel ansprechender aus. Jede Social-Media-Plattform verlangt ein Profilbild und

auf Plattformen wie Twitch und Discord machen sich selbst entworfene Emotes (Emojis) ausgezeichnet. Mit StableDiffusion können Sie solches Bildmaterial leicht selbst gestalten. Künstlerisches Talent brauchen Sie dafür nicht, ein paar kreative Ideen allerdings schon: Liefern Sie einem KI-Bildgenerator wie Stable Diffusion die richtigen Stichworte, spuckt dieser Bildmaterial aus, das zu Ihren Wünschen passt. Anders als bei Midjourney schaut beim Experimentieren mit Stable Diffusion auf dem lokalen PC niemand bei Formulierungsversuchen über die Schulter und die Experimente kosten nur ein wenig Strom. So können Sie sich entspannt herantasten. Mit ein paar abstrakten Worten ist beim „Prompt Engineering“ – so der Fachbegriff für das Formulieren einer Texteingabe – allerdings kein Blumentopf zu gewinnen. Mit den folgenden praktischen Tipps gelangen Sie schnell zu ansehnlichen Ergebnissen.

Das Stable Diffusion WebUI macht es möglich, den KI-Bildgenerator ganz bequem grafisch zu steuern: Text eintippen, Modifikatoren ergänzen, optional an ein paar Schieberegler ziehen und den Vorgang per Klick starten. Anschließend verfeinern Sie die Ergebnisse gezielt. Oder Sie fangen mit einer groben Skizze an und lassen die KI daraus ein Bild zeichnen.

Ein Prompt, also der Eingabesatz für das KI-Sprachmodell, muss weder lang noch kompliziert sein. Um beispielsweise ein Titelbild für einen Blogbeitrag zu Linux zu erzeugen, passten wir die Bildmaße an und gaben den Text „a little robot penguin in a cyberpunk environment, illustration“ mit auf den Weg. Das Ergebnis kann sich sehen lassen und ist für einen Blogbeitrag völlig ausreichend.

Midjourney, Stable Diffusion und andere KI-Bildgeneratoren bewerten Texteingaben unterschiedlich. Dieser Artikel

bezieht sich konkret auf Stable Diffusion 1.5 sowie das in diesem Heft vorgestellte WebUI und dessen wichtigste Funktionen.

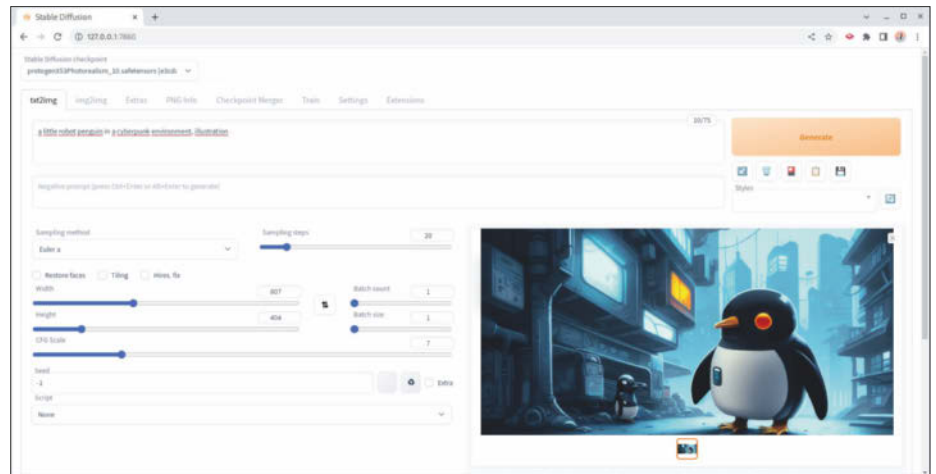
Der erste Prompt

Bildbeschreibung, Klick, kurz warten, fertiges Bild. Das klingt zwar eigentlich ganz einfach, doch die Ergebnisse entsprechen längst nicht immer den Erwartungen. Eine Reihe von Faktoren beeinflussen die Bildgestaltung, darunter auch das Seitenverhältnis und die Auflösung. Die Ergebnisse hängen außerdem stark davon ab, welches Sprachmodell zum Einsatz kommt und mit welchen Bildern es trainiert wurde. Stable Diffusion WebUI lädt bei der Installation ein Modell namens v1-5-pruned-emaonly.safetensors herunter. Weitere Modelle gibt es kostenlos auf Huggingface.co zum Download, speichern Sie sie im Unterverzeichnis models/Stable-diffusion des WebUI. Im Test haben wir gute Erfahrungen mit dem Modell Protogen x5.3 (Photorealism) gemacht (siehe ct.de/ydhq). Es lieferte in fast allen Versuchen mit dem obigen Beispieldprompt akzeptable Ergebnisse. Über die Auswahlliste oben links wechseln Sie bei Bedarf das Modell.

Solide Englischkenntnisse mit umfangreichem Wortschatz helfen beim Prompt Engineering. Deutsch versteht Stable Diffusion bisher kaum, Sie müssen Ihren Prompt daher in englischer Sprache formulieren. Sie können den Text aber auch in Ihrer Muttersprache verfassen und mit einem Dienst wie DeepL Translate ins Englische übersetzen.

Aber jetzt zur Praxis: Tippen Sie etwas ins Feld „Prompt“ des WebUI, das die Bildart, eine Beschreibung und den gewünschten Stil enthält. Also zum Beispiel „a digital illustration of a penguin, 3d render“. Klicken Sie auf „Generate“ und warten Sie, bis im Feld rechts das Bild fertig ist. Anschließend können Sie einzelne Elemente des Prompts variieren und ihn erneut anwenden: Soll es eher eine Zeichnung oder ein Gemälde sein, ersetzen Sie „3d render“ durch „drawing“, „water color painting“, „oil painting“ oder „pencil sketch“.

Nicht alle Ergebnisse sind auf Anhieb gut, es lohnt sich, gleich mehrere Bilder zu generieren. Setzen Sie dazu den Schieberegler „Batch count“ beispielsweise auf 4. Sie erhalten dann stets eine Übersicht mit allen vier Ergebnissen sowie die vier einzelnen Bilder. Das WebUI speichert die Bilder automatisch im Unterverzeichnis stable-diffusion-webui/outputs/txt2img-images in einem Unterordner mit dem aktuellen



Im besten Fall produziert Stable Diffusion schon aus einer kurzen Texteingabe mit den Standardoptionen ansehnliche Bilder.

Datum. Das Überblicksbild liegt im Ordner „txt2img-grid“. In den Einstellungen („Settings“) können Sie sowohl den Pfad als auch das Dateinamenmuster anpassen.

Zurück zum Prompt: Geben Sie der KI möglichst konkrete Hinweise mit bildhafter Sprache in Substantiven und Adjektiven. Belassen Sie es bei zwei bis drei bildlichen Elementen für den Inhalt. Sprachmodelle können Grammatik auswerten, in der Praxis ist sie für Stable Diffusion aber nicht wichtig. Allerdings lohnt es sich, mehrere Formulierungen auszuprobieren, auch wenn diese sinnlos sind. Auch die Reihenfolge ist von Bedeutung, wichtige Dinge sollten Sie an den Anfang setzen.

Prompt verfeinern

Haben Sie einen Prompt gefunden, dessen Ergebnisse in die richtige Richtung gehen, können Sie ihn weiter verfeinern und zusätzliche Details ergänzen – bei unserem Pinguin zum Beispiel mit „standing in a snowy landscape, background blue sky“. Längere Prompts erzeugen allerdings nicht unbedingt bessere Ergebnisse. Statt zusätzlichen Detailbeschreibungen sollten Sie beispielsweise die Lichtsituation vorgeben: „bright room in daylight“ erzeugt ein helles Zimmer, „golden hour“ hingegen wärmeres Licht im Abendrot mit intensiveren Farben. Wie Sie unliebsame Elemente ausschließen, beschreiben wir weiter unten.

Zunächst noch ein paar hilfreiche Begriffe zum Ausprobieren: Soll das Bild wie ein 3D-Rendering wirken, eignen sich die Begriffe „3d render“ oder „octane render“ (so heißt ein Rendering-Algorithmus). „Unreal Engine“ erzeugt eher eine Optik

wie aus Videospielen. Verspielter und kantiger wirkt „low poly“, niedlicher wirds mit „cute“, „tiny“ oder „kawaii“, etwas düsterer mit „film noir“. Bei unruhigen Bildern helfen beispielsweise „symmetric“, „highly detailed“, „ultra-detailed“ oder „4K“. Gerät ein Bild zu eintönig, färben Sie es mit einem Farbschema ein, etwa „blue and orange color scheme“. Als Referenz für den Stil können Sie der KI den Namen einer Künstlerin oder eines Designers mitgeben, beispielsweise mit „art by Frida Kahlo“ oder „art by studio ghibli“. Auf diese Weise können Sie auch mehrere Stile mischen.

Wollen Sie lieber ein Foto imitieren lassen, starten Sie den Prompt mit „a photo of“. Ergänzen Sie zusätzlich Angaben zum Licht („golden hour“, „afternoon“, „sunshine“) und zur Art der Aufnahme („portrait“, „headshot“, „ultrawide



Bild: erstellt mit Stable Diffusion

Mit dem Begriff „water color painting“ simulieren Sie den Effekt von Wasserfarben.

shot“, „extreme closeup“, „macro shot“). Tiefenunschärfe, also einen unscharfen Hintergrund liefert „depth of field“ oder kurz „dof“. Brauchen Sie das Bild in einer bestimmten Form, etwa als rundes Logo oder Profilbild, dann sollten Sie auch das ergänzen: „a round logo“.

Kommt bei Ihren Versuchen partout nicht das heraus, was Sie ins Feld tippen, ist es Zeit, das Sprachmodell zu wechseln. Dann fehlten womöglich passende Inhalte in den Trainingsdaten.

Weitere Tipps für die Formulierung von Prompts haben wir in [1] bereits vorgestellt. Auf Websites wie Prompthero.com können Sie sich von anderen inspirieren lassen und Begriffe aus deren Prompts in eigene Versuche übernehmen.

Schwerpunkte & Stile

Manchmal betont die KI hartnäckig einen falschen Aspekt. Dann können Sie Ihre Eingaben selbst gewichten. Markieren Sie dazu einen Begriff und drücken Sie ein oder mehrmals die Tastenkombination Strg+PfeilHoch, dann wird aus Penguin beispielsweise (Penguin:1.1). Während die KI alle Begriffe standardmäßig mit einem Gewicht von 1 berücksichtigt, erhält das Token „Penguin“ mit dem Wert 1,1 mehr Bedeutung.

Haben Sie gut funktionierende Parameter gefunden oder möchten Sie eine Bilderreihe in einem erkennbar ähnlichen Stil erzeugen, können Sie Teile des Prompts im WebUI als Stil speichern. Tragen Sie diese dazu ins Feld „Prompt“ ein und entfernen Sie die Inhaltsbeschreibung, lassen Sie also zum Beispiel nur „cyberpunk environment, blue ambiance, soft light“ übrig. Klicken Sie anschließend auf das Diskettensymbol unter der Schaltfläche „Generate“, vergeben Sie einen aussagekräftigen Namen und bestätigen Sie mit „OK“. Anschließend können Sie den so gespeicherten Stil auf eine Beschreibung im Prompt-Feld anwenden und damit die hinterlegten Parameter erneut nutzen. Die Funktion lässt sich auch verwenden, um Teile von sehr umfangreichen Prompts auszulagern.

An den Schraubchen drehen

Die Ergebnisse von Stable Diffusion variieren, sobald Sie die im WebUI verfügbaren Optionen verändern – dazu zählt auch die Bildgröße. Je größer das Bild, umso mehr Elemente sind enthalten und das Bild wird zunehmend chaotischer. Soll beispielsweise nur ein Pinguin auf dem Bild

zu sehen sein, funktioniert das mit 512 × 512 Pixeln meist recht gut. Bei höheren Auflösungen sind es dann gern zwei und mehr Pinguine. Brauchen Sie später unbedingt ein größeres Bild, können Sie stattdessen die Option „Hires.fix“ aktivieren. Setzen Sie dann beispielsweise „Upscale by“ auf 2, um ein Bild in der Größe 1024 × 1024 zu erhalten.

Die „Sampling Method“ können Sie in der Regel auf „Euler a“ belassen. Die „Sampling steps“ wiederum geben vor, in wie vielen Schritten Stable Diffusion das Bild um weitere Details ergänzt. Die Standardeinstellung 20 produziert in vielen Fällen gute Ergebnisse. Fehlen dem Bild Details, sollten Sie die Zahl auf 25, 40 oder mehr hochsetzen. Das verlängert allerdings die Rechenzeit.

Der Schieberegler „CFG Scale“ (Classifier Free Guidance Scale) legt Stable Diffusion mehr oder weniger an die Leine: Eine niedrigere Zahl lässt der KI mehr Freiheit. Das führt häufig zu schöneren Ergebnissen, die sich aber zunehmend von Ihrer Vorgabe entfernen. Bei einer höheren Zahl hält sich die KI strenger an den vorgegebenen Prompt. Das funktioniert aber nur, wenn die Beschreibung akkurat genug ist. In der Regel fahren Sie mit einer Einstellung zwischen 6 und 10 gut.

Die unter „Seed“ angegebene Ziffernreihe initialisiert den Zufallszahlengenerator. Steht hier „-1“ wird für jeden Vorgang ein neuer zufälliger Seed verwendet. Gefallen Ihnen die Ergebnisse eines Seeds besonders gut, können Sie ihn notieren und erneut verwenden. Das eignet sich gut, um lediglich einzelne Elemente eines Prompts zu ändern: beispielsweise nur den Bildtyp.



Ein rundes Logo oder Profilbild erzeugt beispielsweise „a round logo“.

Blödsinn ausschließen

Mit ein paar Tests wird deutlich, womit die KI Probleme hat: Erde sieht aus wie Kaffeepulver, ein Baum wie Brokkoli und Personen und Tiere haben oft mehr Gliedmaßen als nötig. Finger sollte man generell durchzählen. Für verkorkte Gesichter gibt es eigens eine Option im WebUI: Setzen Sie den Haken bei „Restore faces“, um sie zu verbessern.

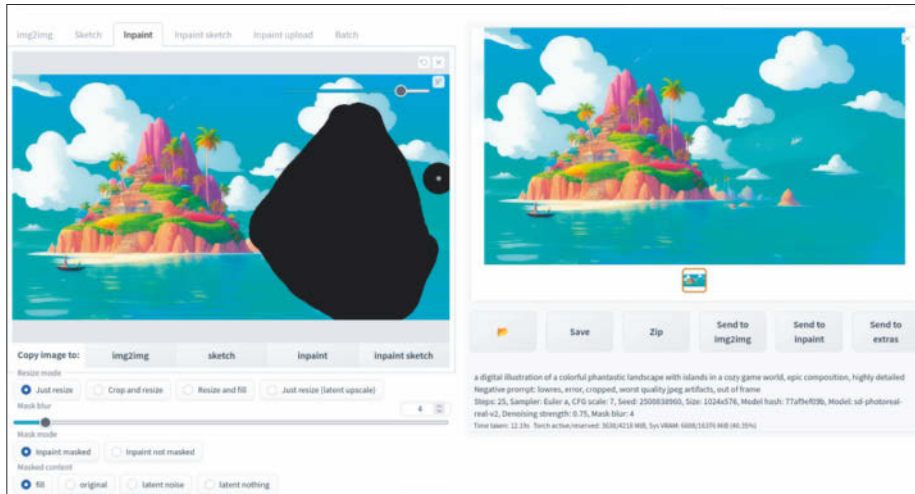
Sieben Finger, mehrere Daumen, drei Arme: Hält sich so etwas wacker in allen Versuchen, ein Bild zu generieren, sollten Sie versuchen, das mit einem Negativprompt auszuschließen. Im Prompt selbst haben Verneinungen nichts zu suchen und werden häufig ignoriert. Tragen Sie Ungewolltes stattdessen ins Feld direkt darunter ein. Bei Bildern von Menschen empfehlen wir Begriffe wie „extra limbs, face cut, bad proportions, cropped head, fused fingers, extra fingers“.

Stören Wasserzeichen oder eine Signatur, schreiben Sie vorsorglich „watermark, signature“ in den Negativprompt. Um die Qualität der Bilder zu verbessern, können Sie die generischen Begriffe „lowres, error, cropped, worst quality, low quality, jpeg artifacts, out of frame“ versuchen. Eine Garantie gegen schlechte Qualität oder niedrige Auflösung ist das allerdings nicht.

Bilder erweitern mit Outpainting

Haben Sie ein Bild einmal generiert, können Sie es auch mit denselben Parametern nicht einfach in einer anderen Größe reproduzieren. Bei einer höheren Auflösung oder einem anderen Bildformat malt die KI oft unerwünschte Elemente ins Bild. Gefällt es Ihnen so, wie es ist, können Sie das Bild stattdessen mit „Outpainting“ nach außen erweitern. Dann versucht Stable Diffusion, außen passende Bereiche anzufügen.

Wechseln Sie dazu in den Reiter „img2img“, laden Sie das gewünschte Bild links im Fenster hoch und ergänzen Sie oben den ursprünglichen Prompt. Ganz unten bei „Script“ wählen Sie „Poor man's outpainting“ oder alternativ „Outpainting mk2“. Mit „Outpainting Direction“ bestimmen Sie, auf welchen Seiten das Bild erweitert werden soll. Mit den Schieberegeln lässt sich der Übergangsbereich verwischen. Die verschiedenen Optionen ergänzen ähnliche Farbbereiche oder generieren mehr oder weniger neue Inhalte. Passt der Prompt gut zum Bild, können Sie den Schieberegler bei CFG-Scale weit nach rechts ziehen und die Denoising



Mit „Inpaint“ perfektionieren Sie die KI-generierten Bilder und lassen beispielsweise eine überzählige Insel verschwinden.

Strength erhöhen. Die Anzahl der Schritte (Steps) sollte beim Outpainting besser bei 50 oder gar 100 liegen.

Bildhafte Vorgabe: img2img

Stable Diffusion nimmt im Reiter „img2img“ neben Text ergänzend ein Bild oder eine Skizze entgegen. Statt des Seeds nutzt die KI es als Ausgangspunkt und fügt Rauschen hinzu. Die einzelnen Schritte ergänzen dann Details aus dem Prompt. Wie viel Rauschen hinzukommt, bestimmt der Schieberegler „Denoising strength“: Steht er weiter links, unterscheidet sich das Ergebnis nur in Details vom Ausgangsbild. Steht er weiter rechts, sind die Unterschiede gravierender. Der Standard „0,75“ liegt dazwischen. Die Funktion eignet sich auch dazu, ein ähnliches Bild in einer anderen Stilrichtung zu generieren, also beispielsweise im Prompt „pencil sketch“, „concept art“ oder „film noir“ zu ergänzen.

Die Funktion img2img eignet sich auch dazu, Bilder Schritt für Schritt aufzubauen. Fertigen Sie beispielsweise eine farbige Skizze an und legen Sie im Prompt den Bildinhalt fest. Generieren Sie nun so lange Bilder, bis Sie ein akzeptables Ergebnis erhalten. Anschließend reichen Sie dieses an img2img weiter und ergänzen weitere Bildelemente. Diesen Vorgang können Sie so lange wiederholen, bis das Bild ganz Ihren Vorstellungen entspricht.

Bilder perfektionieren

Wollen Sie nur einzelne Teile eines Bildes verändern, können Sie die KI gezielt diese Bildbereiche neu generieren lassen. Die Funktion nennt sich „Inpaint“ und verbirgt sich ebenfalls im Tab „img2img“. Ein

Klick auf „Send to inpaint“ transferiert Bild und Prompt schnell zur Weiterbearbeitung dorthin. Alternativ ziehen Sie das Bild aus dem Dateimanager ins Feld links im Tab „img2img“. Auch der Prompt oben darf nicht fehlen. Erinnern Sie sich nicht mehr daran, schieben Sie das Bild zunächst in den Reiter „PNG Info“. Ist die Datei unverändert, verrät das WebUI rechts daneben den ursprünglichen Prompt sowie weitere gewählte Parameter inklusive Seed und Sprachmodell. Ein Klick auf die Schaltfläche „Send to img2img“ transferiert die Infos zu img2img.

In „Inpaint“ übermalen Sie misslungene Bereiche mit dem Mauszeiger in schwarzer Farbe. Soll der übermalte Bildbereich verschwinden (beispielsweise ein zusätzlicher Pinguin oder ein überzähliger Flügel), aktivieren Sie den Maskenmodus „Inpaint masked“ und darunter bei „Masked content“ die Option „fill“. Mit „Generate“ legen Sie los und die KI füllt die Stelle mit Farben aus dem Bild.

In der Web-Oberfläche spielen Sie sehr einfach mit den Optionen und passen Auflösung und Seitenverhältnis des Bildes an.

Gefällt Ihnen beispielsweise ein kleiner Pinguin, den die KI gemalt hat, doch das Gesicht ist missraten und die Füße fehlen, übermalen Sie diese Bereiche und aktivieren „original“ oder „latent noise“, dann generiert die KI diesen Bereich nochmal neu. Farbige Elemente lassen sich in den Registern „Sketch“ und „Inpaint Sketch“ ergänzen. Ersteres verändert dabei aber das gesamte Bild.

Ausblick

Schon mit den hier beschriebenen Vorgehensweisen haben Sie viele Möglichkeiten, Bilder zu erzeugen. Stable Diffusion kann aber noch deutlich mehr und mit dem WebUI können Sie diese Möglichkeiten auch nutzen. Es ist beispielsweise erstaunlich einfach, weitere Sprachmodelle zu testen, das WebUI mit Erweiterungen zu verbessern oder gar mit eigenen Bildern zu trainieren.

Schöne Bilder sind mit Stable Diffusion auf dem heimischen PC ohne Weiteres machbar. Eine sehr konkrete Bildvorstellung umzusetzen erfordert allerdings manchmal langes Feilen am Prompt, das Ausprobieren verschiedener Modelle und Einstellungen sowie viele Versuche. So manches Foto werden Sie deshalb wohl auch künftig einfach schnell selbst knipsen. Wer sich auf KI-Kreativität einlässt und die Werke noch etwas nachbearbeitet, kann aber mit den Resultaten leicht Social Media, Websites und anderes bebildern. (lmd@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Pina Merkert, Mal mir was, KI!, Prompt-Engineering: Tipps für die besten Ergebnisse mit KI-Bildgeneratoren, c't 25/2022, S. 68

Alle Downloads: ct.de/ydhq

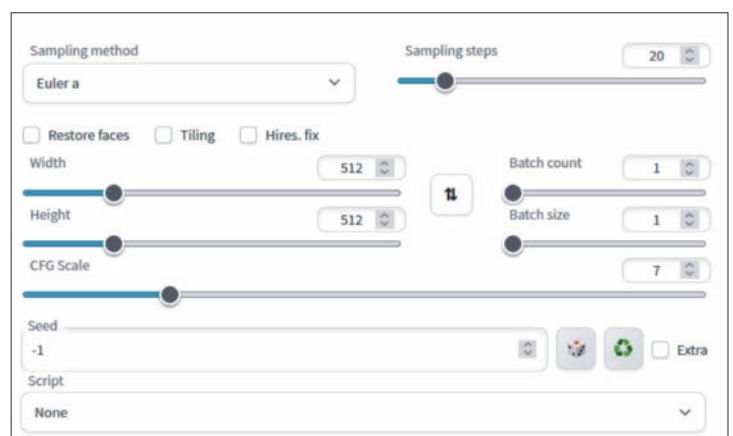




Bild: KI Stable Diffusion | Bearbeitung: ct

Grips-Chips

Die besten Grafikkarten für Stable Diffusion AI

Wer Stable Diffusion AI daheim nutzen möchte, braucht viel Rechenpower. Wir haben 20 Grafikkarten unter Windows und Linux ausprobiert und geben Auswahltipps.

Von Carsten Spille

So schöne Ergebnisse die Bilder-KI auch produzieren kann: Stable Diffusion hat ein kleines Problem. Sie

ist nicht ganz stabil. Die erzeugten Bilder sehen anders aus, wenn man bei sonst gleichen Parametern lediglich die gewünschte Auflösung erhöht. Daher ist es leider nicht möglich, in niedrigen Auflösungen herumzuprobieren, bis das Ergebnis den eigenen Wünschen entspricht, und dann das Bild einfach nochmal über Nacht in hoher Auflösung berechnen zu lassen. Und mit hoher Auflösung sind hier bereits Bilder in Full HD gemeint, also mit 1920×1080 Bildpunkten.

Wer also schöne und zugleich hochauflösende Bilder erzeugen möchte, braucht starke Hardware und die jeweils dazu passenden Treiber, Software-Versionen und das optimale Betriebssystem.

Der Prozessor und der Hauptspeicher spielen für Stable Diffusion AI eine untergeordnete Rolle, die Berechnungen muss hauptsächlich die Grafikkarte stemmen. Üblicherweise gilt dann, dass zur optimalen Auslastung der Rechenwerke möglichst der komplette Datensatz in den lokalen Grafikspeicher passen muss. Bei Stable Diffusion ist das noch etwas restriktiver. Ist der Grafikspeicher zu klein und der Datensatz passt nicht hinein, bricht die Berechnung mit einer Fehlermeldung ab – oft erst ganz am Ende einer bis zu 20-minütigen Wartezeit.

Damit Ihnen dieses Frusterlebnis erspart bleibt, haben wir anhand dreier

unterschiedlich anspruchsvoller KI-Bilder ausprobiert, mit welcher AMD- oder Nvidia-Grafikkarte Sie wie viel Zeit einplanen müssen und wie groß deren Speicherpolster am besten ist. Stable Diffusion steuert die jeweilige GPU über die Programmierschnittstelle Nvidia CUDA in Windows und Linux oder im Falle von AMDs Radeon per ROCm unter Linux an.

Dieser Artikel ist Teil einer Strecke zum Thema Stable Diffusion WebUI. Der Artikel auf Seite 54 erklärt die Installation inklusive Anleitung für Windows 11 und Ubuntu 22.04 LTS, Mac-User kommen ab Seite 58 auf ihre Kosten und ab Seite 60 geht es um das Prompt-Engineering, also wie man SD WebUI dazu bringt, das gewünschte Bild zu generieren.

Testereien

Die Benchmarks zu Stable Diffusion waren auch für uns Neuland und wir haben einige verschiedene Ansätze durchprobiert. Am Ende haben wir vier Referenzbilder ausgewählt, deren Auflösungen und Parameter gut zu Grafikkarten mit 4, 6, 8 und 12 GByte Grafikspeicher passen: Pinguine mit 1366×768 Pixeln, eine Glaskugel mit 1680×1024 Pixeln, Astronauten in 1920×1024 und eine fast quadratische Berglandschaft in 2048×1920 . Die Bilder samt darin abgespeicherter Prompts haben wir unter ct.de/ypvp für Sie hinterlegt.

Die Benchmarks haben wir nach Windows 11 und Ubuntu 22.04 LTS unterteilt. Mit GeForce-Grafikkarten ab der rund sieben Jahre alten GTX 1060 mit 6 GByte liefen die Tests weitgehend unauffällig, sprich ohne besondere Startparameter für



Bild: Stable Diffusion | Bearbeitung: c't

Die c't-Testbilder für Stable Diffusion: Pinguine, Glaskugel, Astronauten und die Berglandschaft reizen Speichergrößen von 4, 6, 8 und 12 GByte aus.

Stable Diffusion WebUI außer `--auto-launch`, der uns automatisch den Browser öffnete, sobald das WebUI gestartet war.

Sehr zu empfehlen ist allerdings der optionale Aufruf von `--xformers`, das beim ersten Einsatz automatisch aus dem Internet nachgeladen wird. Danach läuft SD WebUI aber auch vollkommen lokal, ohne Internetverbindung auf der eigenen Hardware. `xformers` lädt automatisch die gleichnamige Toolbox von Facebookresearch nach, die auf besonders effiziente Nutzung des Speichers optimiert ist und etliche Optimierungen verwendet, die in PyTorch noch nicht enthalten sind. Am stärksten profitierten davon die GeForce-Serie RTX 4000, die in manchen Fällen nur ein Drittel der Zeit zum fertigen Bild benötigten. Leider funktioniert `xformers` aufgrund vie-

ler CUDA-Funktionen nur auf GeForce-Karten.

Heiße Phase

GeForce-Karten werden durch die Berechnungen sehr gut ausgelastet, was sich im Test auch in hohen Temperaturen von Grafikchip und -speicher manifestierte. Der GDDR6X-RAM der GeForce RTX 3090 Founders Edition erreichte schon nach wenigen Minuten ähnlich wie beim Krypto-Mining Temperaturen von 106 Grad Celsius, die knapp unter der Drosselgrenze liegen. RTX-Karten der 4000er-Reihe oder die mit normalem GDDR6-RAM erhitzen sich viel weniger. Der Kühler unserer RTX 2080 Ti FE hatte Probleme, den Hot-Spot der GPU zu kühlen, sodass der Temperatursensor für diesen zeitweise 103 Grad erreichte.

Stable-Diffusion-Benchmarks unter Windows 11

Grafikkarte	„Pinguine“ (Auflösung 1366×768) [Sek.]	„Glaskugel“ (Auflösung 1680×1024) [Sek.]	„Astronauten“ (Auflösung 1920×1024) [Sek.]	„Berglandschaft“ (Auflösung 2048×1920) [Sek.]
	◀ besser	◀ besser	◀ besser	◀ besser
GeForce RTX 4090 Zotac AMP (24 GB)	13/21/33	28/51/93	32/62/120	78/231/484
GeForce RTX 4080 FE (16 GB)	17/28/45	37/68/120	32/62/120 ¹	113/296/665 ¹
GeForce RTX 3090 FE (24 GB)	15/26/48	36/66/124	45/82/157	159/298/583
GeForce RTX 4070 Ti Inno3D (12 GB)	21/36/60	46/91/167	55/113/218	143/222/-
GeForce RTX 2080 Ti FE (11 GB)	21/36/106	52/105/274	65/132/352	230/230/-
GeForce RTX 3070 Asus TUF OC (8 GB)	24/47/99	59/128/269 ¹	72/170/333 ¹	240 ¹ /746 ¹ /-
GeForce RTX 3060 Ti FE (8 GB)	28/50/102	71/132/132	88/173/173	-/-/-
GeForce RTX 3060 OEM (12 GB)	37/63/125	96/170/331	120/215/420	412/785/-
GeForce RTX 2060 EVGA (6 GB)	43/74/-	105/239 ¹ /-	132/-/-	-/-/-
GeForce RTX 3050 PNY (8 GB)	60/102/205	152/263/-	191/338/-	-/-/-
GeForce GTX 1080 (8 GB)	130/169/289	323/458/-	399/594/-	-/-/-
GeForce GTX 1060 (6 GB)	226/267/-	556/679/-	683/889/-	-/-/-

Angaben in Sekunden. Erster Wert: `xformers`, mittlerer Wert: Standardeinstellung; rechter Wert: mit Parameter `no-half`. Gemessen auf Ryzen 9 5900X, 32 GByte DDR4-3600; Windows 11 22H2, Vsync aus, Treiber: GeForce 531.18.

¹ Mit `medvram`-Parameter, da sonst Abbruch wegen Speichermangels

Grafikkarten aus AMDs Radeon-RX-Reihe liefen leider nicht ganz so gut mit Stable Diffusion WebUI. Das liegt hauptsächlich daran, dass die nötige PyTorch-Programmbibliothek nicht für OpenCL oder HIP geschrieben ist, sondern primär für Nvidias hauseigene CUDA-Schnittstelle. Wir haben daher den von den SD-WebUI-Entwicklern empfohlenen Fork von Seunghoon Lee alias „lshqytiger“ ausprobiert, der auf DirectML aufsetzt, der Machine-Learning-Komponente von DirectX. Doch hier schlägt ein Speicherbug zu, der selbst auf 16-GB-Modellen wie der Radeon RX 6900 XT das 4-GB-Byte-Bild abbricht und zu wenig Speicher bemängelt. Mit der Radeon RX 7900 XT und ihren 24 GB-Byte liefen dann immerhin die drei kleineren Bilder Pinguin (66 Sek.), Glaskugel (172 Sek.) und Astronauten (252 Sek.) durch, doch die Performance lag nur auf dem Niveau der eigentlich weitaus schwächeren GeForce RTX 3060. Radeon-Nutzer müssen hier auf Nacharbeit von AMD am Treiber oder den Entwicklern von SD WebUI hoffen.

Wir haben schließlich die RX-6000-Karten unter Ubuntu 22.04 LTS vermessen, wo wir eine auf AMDs ROCm-5.4.2-Schnittstelle angepasste Torch-Version installieren konnten – RX-7000-Karten fielen leider heraus, da sie erst ab ROCm 5.5 unterstützt werden.

Karten der RX-6000-Reihe muss man außerdem mit dem Parameter `--no-half` aufrufen, da sonst rein gar nichts geht. Das bremst die Rechenleistung und ist besonders ärgerlich, da diese Radeon-Karten eigentlich das FP16-Datenformat gut beherrschen, nur eben nicht in Verbindung

mit dem zugrunde liegenden Torch-respektive SD WebUI. Zusätzlich erhöht `no-half` auch den Speicherbedarf, das gilt auch für Nvidia-Karten.

`No-half` verlängert die Berechnungen allerdings schon gegenüber den Default-Werten auf knapp das Doppelte, von den optimierten `xformers`-Werten ganz zu schweigen: So braucht eine GeForce RTX 3060 Ti unter Windows 11 für das Pinguin-Bild (1368 × 768 Pixel) normalerweise 63 Sekunden, mit `xformers` nur 37, aber mit `no-half`-Parameter satte 125 Sekunden. Die Ubuntu-Werte wichen davon nur marginal ab.

Auf Radeon-Seite muss man für eine vergleichbare `no-half`-Zeit schon eine Radeon RX 6700 XT unter Ubuntu 22.04 LTS auffahren, die normalerweise deutlich schneller als diese GeForce ist.


Wo möglich, haben wir bei Speicher-mangel zusätzlich mit der Option `--medvram` experimentiert, die auf Kosten von etwas Rechengeschwindigkeit weniger Grafik-speicher belegt. Stichproben ergaben, dass eine GeForce RTX 2060 etwa 10 Prozent Geschwindigkeit verliert, was aber immer noch besser ist als ein Abbruch wegen Speichermangels. Die so erzielten Ergebnisse haben wir in der Tabelle mit einer Fußnote markiert.

Was will ich?

Das Ergebnis ist bei diesem Anwendungs-fall mit dem aktuellen Stand von Treiber und übriger Software relativ eindeutig: Auf GeForce-Karten läuft außer der Werkseinstellung auch der `xformers`-Beschleuniger, der in einigen Fällen zusätzlich Speicher einspart. Damit kann man höher auflösen-

de Bilder schneller erzeugen. Mit 8-GB-Byte-Karten kann man bereits gut arbeiten, auch wenn eine günstige RTX 3050 vielleicht etwas schwach auf der Brust ist. Höhere Ansprüche erfüllen GeForce-Karten ab der RTX 2070 oder, wenn es etwas mehr Speicher sein soll, eine RTX 3060 mit 12 GB-Byte Grafikspeicher. Wer nur in höchsten Auflösungen arbeiten und damit eventuell Geld verdienen möchte, für den lohnen sich wegen der schnelleren Iterationszeiten auch die teureren 4000er-Karten.

Unter Linux (Ubuntu 22.04 LTS) verweigerte bei RTX-4000-Karten die Kombination aus neuestem Treiber, aktueller CUDA-Version und von SB WebUI unterstützter PyTorch-Version jedoch den Dienst. Mit so einer Grafikkarte muss man entweder unter Windows 11 arbeiten oder abwarten. Letzteres gilt auch für AMD-Grafikkarten der neuesten Generation. Nahezu im Wochenrhythmus tut sich was bei Treibern, Frameworks und Bibliotheken.

Besitzer von Radeon-RX-6000-Karten sollten sich auf längere Berechnungszeiten gefasst machen und auch die Speicherbelegung fällt höher aus als bei vergleichbaren Nvidia-Karten. Der `medvram`-Parameter ist in solchen Fällen Ihr Freund. Spaß macht Stable Diffusion auf den Radeon-Karten frühestens ab einem Modell mit 12 GB-Byte Grafikspeicher wie der RX 6700 XT oder 6750 XT. Wer mit einer ansonsten empfehlenswerten 8-GB-Byte-Karte arbeiten möchte, muss sich entweder mit niedriger Auflösung oder mit noch längeren Wartezeiten abfinden. (csp@ct.de) 

Download c't-Referenzbilder: ct.de/ypvp

Stable-Diffusion-Benchmarks unter Ubuntu 22.04 LTS

Grafikkarte	„Pinguine“ (Auflösung 1368 × 768) [Sek.]	„Glaskugel“ (Auflösung 1680 × 1024) [Sek.]	„Astronauten“ (Auflösung 1920 × 1024) [Sek.]	„Berglandschaft“ (Auflösung 2048 × 1920) [Sek.]
	◀ besser	◀ besser	◀ besser	◀ besser
Radeon RX 6900 XT	69	172	251	1145
Radeon Pro W6800 (32 GB)	81	282	322	—
Radeon RX 6800 (16 GB)	85	276	295	—
Radeon RX 6700 XT (12 GB)	125	320	404	—
Radeon RX 6700 (10 GB) ¹	134	351	491	—
Radeon RX Vega 64 (8 GB) ¹	157	444	705	—
Radeon RX 5700 XT (8 GB) ¹	158	393	578	—
Radeon RX 6600 (8 GB) ¹	190	463	700	—
zum Vergleich				
GeForce RTX 3090 FE (24 GB)	47	122	155	580
GeForce RTX 3060 (12 GB)	64	168	212	785
GeForce RTX 3060 (12 GB) ¹	134	346	464	—

Angaben in Sekunden. Gemessen auf Ryzen 9 5900X, 32 GB-Byte DDR4-3600; Ubuntu 22.04 LTS, Radeon amdgpu 5.18.3, GeForce 515.86.01, Vsync aus
¹ alle Werte mit `medvram`-Parameter, da sonst Abbruch wegen Speichermangels (auf RTX 3060 zur direkten Vergleichbarkeit)

Das Magazin von Fotografen für Fotografen



**Fotograf und
c't Fotografie-Redakteur**

Thomas Hoffmann, fotografiert am liebsten Landschaft und Natur.

„Für außergewöhnliche Fotos braucht man nicht nur eine verlässliche Ausrüstung, auch Geduld und Zufall spielen eine große Rolle.“

Thomas Hoffmann

**35%
Rabatt**



2x c't Fotografie testen

- 2 Ausgaben kompaktes Profiwissen für 14,30 €
- 35 % Rabatt gegenüber Einzelheftkauf
- Inklusive Geschenk nach Wahl
- Wöchentlicher Newsletter exklusiv für Abonnenten

Jetzt bestellen:

www.ct-foto.de/miniabo



Geschäftsfreund

Smartphone Lenovo ThinkPhone by Motorola im Test

Das ThinkPad bekommt Gesellschaft: Lenovo hat mit dem ThinkPhone ein Android-Smartphone für Geschäftsleute im Sortiment, das wir uns angesehen haben.

Von Steffen Herget

Der charakteristische rote i-Punkt im Namenszug auf der Rückseite zeigt es an: Das ThinkPhone reiht sich in die Think-Familie von Lenovo ein und soll wie die Notebooks der ThinkPad-Baureihe kein Spielkamerad sein, sondern ein verlässlicher Geschäftspartner und digitaler Arbeitskollege. Mit einer Preisempfehlung

von 999 Euro ordnet sich das ThinkPhone bei den teuersten Smartphones ein. Der volle Name Lenovo „ThinkPhone by Motorola“ zeigt an: Das Gerät gehört zu Lenovo, wird jedoch von der Tochter Motorola gefertigt.

Der Qualcomm Snapdragon 8+ Gen 2 treibt das Android-Telefon kräftig an und wird auch in einigen Jahren noch leistungsfähig genug sein. 8 GByte RAM sind zwar klassenüblich, vor allem in Sachen Zukunftssicherheit hätten es ruhig 12 GByte sein dürfen. Der 256 GByte große Flash-Speicher ist nicht erweiterbar. Das ThinkPhone hat in seinem ausgezeichnet verarbeiteten Gehäuse aus Aluminium und Aramidfaser Platz für zwei SIM-Karten, unterstützt aber keine eSIM. Nach IP68 ist es gegen das Eindringen von Staub und Wasser geschützt. Das 6,6 Zoll große OLED-Display leuchtet mit 1110 cd/m² in

allen Lagen hell genug und zeigt schöne Farben und tiefes Schwarz.

Seine speziellen Business-Qualitäten kann das ThinkPhone entfalten, wenn man es mit anderen Geräten koppelt. Das können Windows-PCs sein, aber auch Monitore oder Fernseher in Kombination mit Tastatur und Maus sowie Android-Tablets. Auf Lenovo-Geräte ist die Kopplung nicht beschränkt, aber Apples Mac und iPad bleiben außen vor. Die Verbindung gelingt per Kabel oder per Funk. Wer diese Funktion namens „Ready For“ mit Smartphone und Windows-PC oder Android-Tablet verwenden möchte, muss auf diesen Geräten die gleichnamige App installieren. Die Kopplung per Funk ist mit dem Scannen eines QR-Codes schnell erledigt, im Test klappte das stets in wenigen Augenblicken.

Mehr Geräte, mehr Optionen

Über Ready For zeigt das ThinkPhone auf dem großen Display einen Windows-artigen Desktop an, mit dem man wie bei Samsung DeX so ähnlich arbeiten kann wie am PC. Darüber hinaus kann das Smartphone bis zu fünf Apps in jeweils eigenen Fenstern zum PC oder Tablet streamen und seine Datenverbindung als Hotspot zur Verfügung stellen. Beide Geräte teilen sich zudem eine Zwischenablage, um kopierte Inhalte wie Screenshots, Bilder und Text hin und herzuschieben. Auch Dateien lassen sich einfach vom Smartphone auf das gekoppelte Gerät und zurück kopieren. Das ThinkPhone stellt außerdem seine Webcam bereit, wenn man über den PC oder das Tablet an Videotelefonaten teilnehmen möchte.

Etwas weniger Möglichkeiten bieten sich, wenn man das Smartphone mit einem Monitor oder Fernsehgerät verbindet. App-Streaming, Datentransfer und Hotspot fallen hier aus, dafür erleichtert die sogenannte Feature-Zentrale die Bedienung. Dieser Modus bietet sich für Spiele, Filme oder Videocalls an, große Symbole auf dem Bildschirm stehen für die jeweiligen Bereiche.

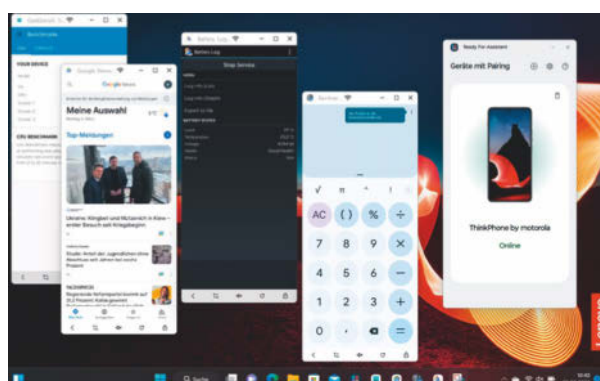
Das ThinkPhone unterstützt Ready For allerdings nicht exklusiv, auch Motorola-Smartphones der Edge-Serie sowie das günstige G100 beherrschen das Koppeln mit anderen Geräten – allerdings nicht alle auf demselben Niveau. Die drahtlose Verbindung per Funk bleibt den teureren Modellen vorbehalten, bei günstigeren Moto-Smartphones geht das ausschließlich per Kabel.

Wie in allen Motorola-Smartphones steckt auch im ThinkPhone die Sicherheitslösung ThinkShield. Hard- und Softwaremaßnahmen sollen Daten auf dem Gerät sicherer machen. Zum Beispiel lässt sich ein Smartphone, bei dem ThinkShield einen Hackerangriff erkannt hat, nicht mehr einschalten und muss zum Administrator. Mit ThinkShield kann man Firmensmartphones aus der Ferne konfigurieren und sie administrieren. In den Sicherheitseinstellungen des ThinkPhones versteckt sich zudem die Option, geschützte Ordner anzulegen. Es ist möglich, Anwendungen auf diese Weise doppelt zu installieren: einmal normal und einmal im geschützten Ordner. So lassen sich Apps mit zwei unterschiedlichen Benutzerkonten auf einem Gerät verwenden.

Aufgeräumtes Android mit Zusatzgesten

Darüber hinaus orientiert sich der Hersteller auf dem ThinkPhone an Googles Pixel-Smartphones und deren Android ohne viel Schnickschnack. Die Systemeinstellungen gleichen sich aufs Haar und sind sehr übersichtlich gestaltet, man findet sich schnell zurecht. Die sechs vorinstallierten Fremd-anbieter-Apps stammen allesamt von Microsoft. Wie alle Motorola-Smartphones reagiert auch das ThinkPhone auf einige Gesten, die sich bei Fans der Marke bereits ins Gedächtnis eingebrannt haben dürften: Holzhackbewegungen in der Luft starten die Taschenlampe, Drehen des Handgelenks öffnet die Kamera-App oder wechselt zwischen Haupt- und Frontkamera hin und her. Auf Wunsch reagiert das ThinkPhone auf doppeltes Tippen auf die Rückseite, so lässt sich eine beliebige App starten oder eine Systemfunktion wie ein Screenshot oder die Musikwiedergabe steuern. Lenovo verspricht drei große Android-Updates bis auf die Version 16 und vier Jahre lang Sicherheitspatches.

Gekoppelt mit einem Windows-PC streamt das ThinkPhone (wie auch einige andere Motorola-Smartphones) bis zu fünf Apps in eigenen Fenstern auf den Rechner – drahtlos oder per Kabel.



Die Unterschiede zu den meisten Smartphones rund um die Tausend-Euro-Marke wird beim Fotografieren schnell deutlich: Das ThinkPhone hält in der Oberklasse nicht mit. Schon bei guten Lichtbedingungen rauschen die Fotos merklich. Das Pixel-Binning, also Zusammenfassen von vier Pixeln zu einem, im Standardmodus mit 12-Megapixel-Auflösung frisst viele Details, dunkle Bereiche verlieren zu schnell die Konturen. Für Schnappschüsse und gelegentliche Fotos mag das kein Drama sein, ambitioniertere Fotografen werden damit unglücklich.

Auf Zack ist das ThinkPhone derweil beim Akku. Der fasst 5000 mAh, lädt mit bis zu 68 Watt – das passende Netzteil liegt bei – und mit optionalen Drahtlosladern auch drahtlos. Mit einer vollen Ladung ist ein Tag ohne Aufladen keine Herausforderung, einen zweiten schafft man mit sparsamer Nutzung auch. Das Aufladen des ThinkPhone dauerte eine knappe Dreiviertelstunde, das ist ein guter Wert.

Der Fingerabdrucksensor arbeitet mit optischer Abtastung zuverlässig und schnell. Allerdings sitzt er recht weit unten auf dem Display und erfordert etwas mehr Daumengymnastik, wenn man das ThinkPhone mit einer Hand bedient. Die Gesichtserkennung über die Frontkamera weigerte sich beharrlich, ein Gesicht mit Brille auf der Nase zu registrieren. Auch ohne Brille brauchte es mehrere Anläufe, bis es klappte. Das Gerät daraufhin zu entsperren gelang mit und ohne Brille verächtlich schnell und ohne eine einzige Fehlermeldung – mit einem Foto statt des echten Gesichts konnten wir die Erkennung aber nicht überlisten.

Fazit

Mit dem Motorola Edge 30 Ultra kommt einer der Konkurrenten für das ThinkPhone aus dem eigenen Stall, und bleibt bei gleichem Prozessor, leicht schwäche-

rem Akku, aber stärkerer Kamera noch 100 Euro unter dem Preis des ThinkPhone – das Edge 30 Ultra bietet auch fast alle Business-Funktionen. Das ThinkPhone fasst sich aber besser an und ist robuster.

Schwachpunkt des ThinkPhone ist die Kamera. Mit seinem ausdauernden Akku, dem hellen Display und dem starken Prozessor sammelt das ThinkPhone jedoch fleißig Punkte, das aufgeräumte Betriebssystem mit den praktischen Zusatzfunktionen verbindet das Sofort-Loslegen-Können mit echtem Nutzwert. (sht@ct.de) **ct**

Lenovo ThinkPhone by Motorola

Android-Smartphone	
Hersteller, URL	Lenovo, lenovo.com
Betriebssystem / Patchlevel	Android 13 / Februar 2023
Android-Updates / Sicherheitspatches lt. Herst. bis min.	Android 16 / Februar 2027
Ausstattung	
Prozessor / Kerne × Takt / GPU	Qualcomm Snapdragon 8+ Gen 1 / 1 × 3,2 GHz, 3 × 2,5 GHz, 4 × 1,8 GHz / Adreno 730
Arbeitsspeicher / Flash-Speicher (frei) / Wechselspeicher	8 GByte / 256 GByte (238 GByte) / –
LTE / 5G / SAR-Wert ¹	✓ / ✓ / 0,94 W/kg
WLAN (Antennen) / Bluetooth / NFC / Kompass / Standortbestimmung	Wi-Fi 6 (2) / 5.3 / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo
SIM / Dual / eSIM	Nano-SIM / ✓ / –
Fingerabdrucksensor / Kopfhöreranschluss / USB-Anschluss / OTG	✓ (im Display) / – / USB-C 3.1 / ✓
Akku / drahtlos ladbar / wechselbar	5000 mAh / ✓ / –
Abmessungen offen (H × B × T) / Gewicht / Schutzart	15,9 × 7,4 × 0,83 ... 1 cm / 189 g / ✓ (IP68)
Kameras	
Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS	50 MP (8192 × 6144) / f/1,8 / ✓
Ultraweitwinkel Auflösung / Blende / OIS	13 MP (4096 × 3072) / f/2,2 / –
Frontkamera Auflösung / Blende / OIS	32 MP (6528 × 4896) / f/2,45 / –
Display	
Diagonale / Technik / max. Bildwiederholrate	6,55 Zoll / OLED / 144 Hz
Auflösung (Pixelichte) / Helligkeitsregelbereich	2400 × 1080 Pixel (401 dpi) / 2,72 ... 1110 cd/m ²
Benchmarks, Lauf- und Ladezeiten	
Ladezeit 50 % / 100 %	0,3 h / 0,7 h
Laufzeiten ² lokales Video 720p / 4K-Video 120 fps / 3D-Spiel / Stream	21,4 h / 13,1 h / 12,7 h / 22,7 h
Geekbench V4 Single, Multi / V5 Single, Multi	7035 / 17289, 1332 / 4309
3DMark Wild Life / Wild Life Extreme	10340 / 2829
GFXBench Car Chase / Manhattan 3.0 / Manhattan 3.1 (je On-, Offscreen)	89 fps, 103 fps / 120 fps, 272 fps / 120 fps, 184 fps
Preis	999 €

¹ Herstellerangabe ² gemessen bei 200 cd/m²



Kein blaues Wunder

Smart-TV Metz Blue 55MUD6001 mit Roku-Betriebssystem getestet

Der preiswerte Metz Blue 55MUD6001 gehört zur blauen Phase des deutschen Traditionsherstellers Metz. Das 55-Zoll-TV mit Roku-Betriebssystem lässt sich einfach bedienen und witzig personalisieren, hat aber ein paar Schwächen.

Von Ulrike Kuhlmann

Mit den klassischen Metz-Modellen wie Lunis, Aura oder Taris hat das getestete Roku-TV 55MUD6001 der Marke Metz Blue wenig gemein. Sein LCD-Display steckt in einem schlichten schwarzen Kunststoffgehäuse, es ist schmal ein-

gefasst, aber wegen seines billigen Direct-LED-Backlight ohne Local Dimming recht voluminös. Das unterscheidet den 55MUD6001 schon rein äußerlich von den eleganten Fernsehern der Marke Metz mit dem roten Logo. Allerdings kostet er auch nur 380 Euro.

Homescreen und Bedienung

Das Besondere am 55MUD6001 ist sein Betriebssystem: Der Fernseher nutzt das aus den USA stammende RokuOS, das man hierzulande bisher von Streaming-Sticks kennt. In den USA findet man RokuOS bereits in Geräten von Hisense, TCL und Philips.

Beim Einschalten erscheint die übersichtliche Roku-Startseite ohne Empfehlungen oder nervige Filmtrailer; die gibt es erst beim Aufruf der Suche. Geht man von der Startseite in die Apps, ploppt im

rechten Drittel der Seite stets eine Werbung auf. Da diese statisch ist und sich erst mit dem Aufruf einer App ändert, stört das aber nicht sonderlich.

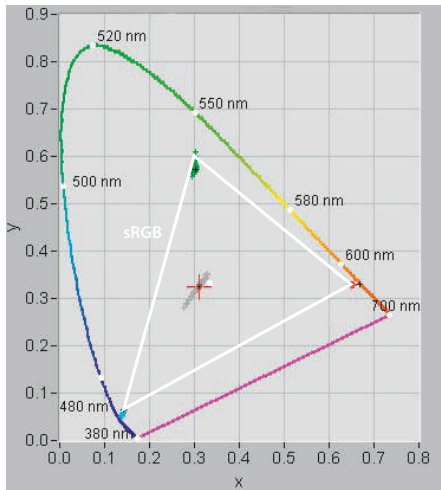
Bei der Suche erscheint eine Vorschlagsliste aus diversen Angebotskanälen. Wählt man einen kostenpflichtigen Filmvorschlag aus, erscheint der Hinweis „Mit Abonnement verfügbar“. Beim Filtern nach „kostenlose Filme“ werden auch Trailer empfohlen – ohne Hinweis darauf, dass es sich nur um Trailer handelt. Roku erkannte im Test zudem beispielsweise nicht, dass wir uns als Prime-Abonnenten bereits eingeloggt hatten.

Das TV reagiert zügig auf Eingaben auf der schlichten Fernbedienung. Diese hält Direkttasten für Netflix, Disney+, AppleTV+ und Spotify bereit. Per Sprachbefehl suchen geht beim Roku-TV nicht, man kann dafür aber eine App am Smartphone nutzen. In Rokus Channel-Store finden sich alle gängigen Streaming-Apps, darunter auch Paramount+. In den Apps von Pro7, SAT1 und Kabel1 findet man ausschließlich Live-Programm, das Joyn-Portal mit den Mediatheken der drei Sender fehlt. Die Mediatheken von ARD und ZDF sind prominent auf dem Homescreen vertreten. Wer in den Mediatheken spulen möchte, stößt indes schnell an die Grenzen des internen Speichers.

Per Timeshift-Funktion spielt Roku lineares Fernsehen um bis zu 90 Minuten verzögert ab – praktisch zum Beispiel, wenn mitten in einer spannenden Sendung das Telefon klingelt. Dabei darf man den Sender aber nicht wechseln, denn es handelt sich nur um einen Zwischenspeicher und nicht um archivierbare Aufnahmen.

Startbildschirm und Komfortfunktionen

Unter System/Energie/Einschalten lässt sich festlegen, womit der Fernseher beim nächsten Mal starten soll: mit einem bestimmten Signaleingang, der Startseite oder dem zuletzt geschauten Fernsehsender. Sehr komfortabel, bei anderen TVs muss man für so etwas umständlich den Hotelmodus bemühen. Um den Startbildschirm zu personalisieren, stehen diverse Designs wie Space, Dschungel oder Kids zur Auswahl. Man legt darüber den Hintergrund fest und den dazu passenden Tasten-Sound; eine nette Spielerei. In den umfangreichen Einstellungen zur Barrierefreiheit kann man den Untertitelmodus mit der Stummschaltung kombinieren:



Die Farben des Metz-Blue-TV könnten etwas satter sein, sie decken den Farbraum sRGB und REC709 nicht komplett ab.

Wird die Mute-Taste gedrückt, erscheinen die Untertitel am Schirm (sofern der laufende Sender welche anbietet).

Sender sind deutlich schneller manuell sortiert als bei vielen teuren Fernsehern. Auch Favoriten lassen sich dabei schnell auswählen, es ist uns aber nicht gelungen, die mit Herzchen versehenen Sender in eine Favoritenliste zu bugsieren, aus der man zappen kann.

Bildqualität und Energiebedarf

Die Bildqualität im TV-Betrieb beim Empfang von HD-Sendern ist rauschfrei und farblich ausgewogen, schnelle Bewegungen geraten allerdings unscharf. Der Schirm ist in der Mitte deutlich heller als am Rand, die maximale Leuchtdichte unseres Testgeräts lag bei knapp 230 cd/m².

Der Farbumfang des IPS-Displays erreicht nicht ganz sRGB, Grün fehlt etwas Sättigung. Das macht sich beim Streamen von HDR-Inhalten bemerkbar, ihnen fehlt der Pepp. Schuld ist aber auch das kontrastarme Panel, wir haben im Test einen mittleren Kontrast von nur 500:1 gemessen. Zusätzlich saufen dunkle Bereiche bei HDR-Wiedergabe entweder ab oder werden zu stark aufgehellt – zwischen flau und überstrahlt liegen in den Einstellungen nur ein bis zwei Helligkeitsstufen. Hier macht sich auch das fehlende Local Dimming des billigen Fernsehers bemerkbar. Das Display schaltet bei HDR-Zuspielung automatisch in einen HDR-Modus, in dem man dann zwischen HDR hell und HDR dunkel wählen kann. Das TV beherrscht weder Dolby Vision noch HDR10+, aber HLG für kontraststarke TV-Sendungen.

Die Leistungsaufnahme unseres Metz Blue lag im werksseitig eingestellten Bildmodus „Stromsparen“ mit 90 Watt deutlich über dem vom Hersteller angegebenen Wert (77 W). Einen Umgebungslichtsensor besitzt das Gerät nicht. Der Verbrauch im Standby lag zunächst mit 15 Watt viel zu hoch, doch ein neuerliches Software-Update brachte ihn dann auf unter 0,5 Watt.

Audio

Die eingebauten Lautsprecher reichen für die Sprachwiedergabe, bei Filmen schließt man besser eine Soundbar an. Das TV kann Audiosignale digital per S/PDIF und per WLAN weiterleiten, hat aber weder einen analogen Kopfhöreranschluss noch Bluetooth. Mit einem kleinen Trick lassen sich trotzdem Bluetooth-Kopfhörer verbinden.

Dazu aktiviert man in der Roku-App am Smartphone „Audiostreaming über dein Mobilgerät“ und klickt auf das Kopfhörersymbol, schon kommt der TV-Ton aufs Smartphone beziehungsweise auf den damit verbundenen BT-Kopfhörer. Läuft der Ton dabei nicht lippensynchron, kann

die App die Audioverzögerung vollautomatisch mit einem Testbild herstellen. Dazu werden Bild und Ton eines piependen und blinkenden TV-Screens vom Smartphone eingefangen. Der Abgleich funktionierte im Test meist gut.

Fazit

Das Roku-TV von Metz Blue besticht mit einer einfachen Bedienung, dem übersichtlichen Homescreen und einigen liebevollen Konfigurationsmöglichkeiten. Den Ergebnissen in der Suche fehlt noch der Feinschliff. Die Steuerung per Roku-App hat uns gefallen, die magere TV-Ausstattung mit nur drei HDMI-Ports weniger. Sie ist für den Preis des TV von 380 Euro noch in Ordnung, einen Kopfhöreranschluss hätte Roku aber doch spendieren sollen. Bei der Bildqualität hapert es, vor allem HDR-Inhalte sind nicht Sache des kontrastarmen Displays. Für Gamer scheidet der 55MUD6001 angesichts seiner lahmen Schaltzeiten aus. Im normalen TV-Betrieb gefällt das Metz-Blue-Gerät dagegen mit guter Empfangsqualität und einer farblich ausgewogenen Darstellung. (uk@ct.de) **ct**

Metz Blue 55MUD6001

55-zölliges Smart-TV mit RokuOS	
Hersteller	Metz, metzblue.com
Auflösung (Pixel/dichte) / Paneltyp	3840 × 2160 (80 dpi) / LCD, IPS, 60 Hz
Diagonale / sichtbare Bildfläche	138 cm (55 Zoll) / 121 cm × 68 cm
Backlight Typ / Local Dimming	Direct LED / –
Geräteabmessung mit Fuß (B × H × T) / Gewicht	1,22 m × 79 cm × 27 cm / 10,9 kg
Software/Firmware-Update ¹	8 Jahre ²
Ersatzteile / Produktsupport ¹	7 Jahre / 7 Jahre
Ausstattung	
Betriebssystem / Firmware-Version	Roku-TV / 11.5.0
TV-Tuner: Art / Anzahl Tuner / Anzahl CI-Plus-Slots	Analog-Kabel, DVB-C/T2/S2 / 1 (1 × CI-Slot)
Lautsprecher	2 × 8 W
Anschlüsse	3 × HDMI, 1 × AV-Cinch, 2 × USB-A, 1 × RJ-45, 1 × SPDIF
Smart-TV-Funktionen	
Amazon / Netflix / Disney+ / Apple TV / YouTube / Sky / Magenta TV / Waipu tv / DAZN	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / – / – / ✓ / ✓
Streaming (DLNA) / Mediaplayer (USB)	✓ / ✓
Messungen	
Umschaltzeiten TV digital (Wippe / Ziffer) ³	2,5-3,5 s / 5 s
Kontrast (Abweichung) min. / erw. Sichtfeld	498:1 (53,4 %) / 287:1 (94,4 %)
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung / Spitzenleuchtdichte ⁴	21 bis 228 cd/m ² / 63,7 % / 228 cd/m ²
Leistungsaufnahme Aus / Standby / Betrieb (bei Helligkeit), Energieeffizienzklasse	0,44 W / 0,44 W / 89,9 W / (bei 228 cd/m ²), G
Bewertung	
Bildeindruck TV / HDR / Spiel	⊕ / ⊕ / ⊕⊕
Klangeindruck	⊖
Bedienung / Ausstattung	⊕ / ⊕
Garantie, Preis	2 Jahre, 380 €

¹ laut EPREL (EU) 2017/1369

² ab letztem Inverkehrbringen des TVs

³ zwischen Sendern in verschiedenen Bouquets

⁴ gemessen auf 10 % Weißfläche

⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ⊖ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe



Mobiler Audiorecorder

Mit dem Tascam Portacapture X6 zeichnen Sie dank rauscharmer Mikrofone und kinderleichter Bedienung unterwegs Gespräche und Musik professionell auf.

Der Tascam Portacapture X6 ist ein mobiler 4-Kanal-Recorder. Er nimmt gleichzeitig über seine zwei internen Kondensatormikrofone und zwei XLR-Anschlüsse für externe Mikrofone auf. Alternativ schneidet der Recorder Line-Pegel über Stereo-Klinke (3,5 mm) und Audiosignale via USB-C mit.

Die hervorragende Aufnahmequalität genügt professionellen Ansprüchen. Der X6 verstärkt selbst ein schwaches Mikrofonsignal wie das des Shure SM7B um bis zu 57 Dezibel und liefert die für Kondensatormikrofone nötige Phantomspeisung. Der sehr gute Rauschpegel lag im Test auf dem niedrigen Niveau eines stationären Profi-Interfaces wie dem RME Fireface UFX. Wer absolute Ruhe zwischen den Beiträgen benötigt, kann ein dreistufiges Noise-Gate zuschalten.

Die beiden eingebauten Mikrofone können für XY- und AB-Stereofonie gedreht werden. Einen Decoder für MS-Stereofonie hat Tascam ebenfalls eingebaut. Der Frequenzgang der rauscharmen Mikrofone verläuft weitgehend linear. Sie eignen sich daher sehr gut für Musikauf-

nahmen. Für Sprache kann man ein flexibles Hochpassfilter zwischen 40 und 220 Hertz zuschalten.

Als weitere Effekte bietet das Gerät einen vierbandigen parametrischen Equalizer und einen vorkonfigurierten Kompressor/Limiter an. Sie können auch einen Hall mit sechs natürlich klingenden Presets stufenlos hinzumischen. So peppen Sie Aufnahmen direkt am Gerät auf, spielen zwei Jingles für Live-Podcasts ein und mischen alle Spuren fertig ab.

Die Aufnahmen landen auf einer microSD-Karte (ab Class 10) und wandern via USB-C auf einen Computer oder ein mobiles Gerät. Dort fungiert das X6 auch als Audio-Interface mit sechs Ein- und zwei Ausgängen. Es unterstützt bis zu 96 kHz bei 24 Bit. Die Roundtrip-Latenz lag am Mac bei guten bis befriedigenden 8,9 Millisekunden (48 kHz, 64 Samples). Für Windows ist ein ASIO-Treiber verfügbar.

Mechanische Tasten und das farbige Touch-Display erleichtern dem rasenden Reporter die Bedienung. Presets und deutsche Erklärungen helfen auch Einsteigern, die richtigen Parameter zu finden. Für störungsfreie Einstellungen während einer Aufnahme sollte man unbedingt das separate Bluetooth-Modul (Tascam AK-BT1, 33 Euro) einstecken. Dann gehorcht der auf ein Stativ schraubbare X6 einer kostenlosen Smartphone-App, was im Test tadellos funktionierte.

Beim Zubehör geizt Tascam. Lediglich vier AA-Batterien liegen bei. Deren Laufzeit variiert laut Hersteller je nach Mikrofonbestückung zwischen 5:30 und 13:30 Stunden. Netzteil, Speicherkarte, und USB-C-Kabel müssen separat erworben werden. Ansonsten überzeugt das Portacapture X6 durch hervorragende Aufnahmequalität, übersichtliche Bedienung und nützliche Zusatzfunktionen.

(hag@ct.de)

Tascam Portacapture X6

Mobiler Audiorecorder mit 4 Kanälen	
Hersteller, URL	Tascam, www.tascam.eu
Anschlüsse	USB-C, Bluetooth (optional)
Eingänge	2 XLR, Line in (3,5 mm Stereo-Klinke)
Ausgänge	Kopfhörer (3,5 mm), Line out (3,5 mm Stereo-Klinke)
Stromversorgung	4 AA-Batterien, USB-C
App-Anbindung	Portacapture Control (Android/iOS)
Gewicht	365 g (mit Batterien)
Preis	circa 390 € (Straße)



Universalgehäuse

Das SSD-Gehäuse Orico M2PJM-C3-GY-BP nimmt M.2-SSDs mit SATA- oder PCIe-Controller auf und bindet diese per USB schnell an den PC an.

Auch wenn sie langsam in die Jahre kommen: Ältere SATA-SSDs im M.2-Format taugen in einem USB-Adapter immer noch als schneller Unterwegsspeicher. Praktisch, wenn der Adapter dann auch mit den moderneren PCIe-SSDs funktioniert wie das Orico-Gehäuse mit dem sperrigen Namen Aluminium M.2 SSD Gehäuse NVMe und SATA – bei der Suche nutzen Sie lieber die Modellbezeichnung M2PJM-C3-GY-BP.

Beim Test mit einer SATA-SSD kamen wir auf rund 550 MByte/s beim Lesen und Schreiben, mehr kann man von einer SATA-SSD nicht erwarten. Bestückt man das Gehäuse hingegen mit einer PCIe-SSD, dann begrenzt die USB-Schnittstelle die Geschwindigkeit: Rund 1070 MByte/s schaffte die SSD, beim Schreiben lag die Geschwindigkeit etwas unter der 1-GByte-Schwelle. In beiden Fällen nutzten wir am PC eine Schnittstelle mit 10 Gbit/s (USB 3.2 Gen 2).

Probleme hatten wir lediglich an einem älteren Testrechner, an dessen 10-Gbit/s-Schnittstelle wollte Windows die allermeisten eingebauten PCIe-SSDs nicht erkennen – mit einem anderen Gehäuse mit dem gleichen Wandler-IC (Realtek RTL9210B) hatten wir dieses Problem nicht. Beim Preis von rund 33 Euro kann man mit dem Kauf kaum etwas falsch machen; es sei denn, der eigene PC ist zu alt.

(ll@ct.de)

Orico M.2 Aluminium M.2 SSD Gehäuse NVMe und SATA

USB-Gehäuse für M.2-SSDs mit SATA und PCIe	
Hersteller, URL	Orico, orico.cc
Zubehör	USB-A-C- & USB-C-Kabel, jeweils 20 cm lang
Systemanf.	USB-Schnittstelle
Preis	33 €

heise +

ct

iX

Mac&i

Make:

MIT
Technology
Review
Das Magazin für Innovation von Heise

ct **Fotografie**

c't-Abonnenten
lesen bis zu
75%
günstiger

Das digitale Abo für IT und Technik.

Exklusives Angebot für c't-Abonnenten:
Sonderrabatt für Magazinabonnenten

- ✓ Zugriff auf alle Artikel von heise+
- ✓ Jeden Freitag exklusiver Newsletter der Chefredaktion
- ✓ Alle Heise-Magazine online lesen: c't, iX, MIT Technology Review, Mac & i, Make und c't Fotografie
- ✓ 1. Monat gratis lesen – danach jederzeit kündbar

Sie möchten dieses Exklusiv-Angebot nutzen? Jetzt bestellen unter:

heise.de/plus-testen

✉ leserservice@heise.de ☎ 0541 80009 120

Ein Angebot von: Heise Medien GmbH & Co. KG • Karl-Wiechert-Allee 10 • 30625 Hannover



Detailgehilfe

Ein Digitalmikroskop (nicht nur) für Elektronikarbeiten

Lötarbeiten mit Durchsteckmontage kann man gut mit bloßem Auge verrichten. Bei Reparaturen oder Bestückung von SMD-Platinen sollte man diese dagegen durch ein Mikroskop betrachten. Das Tomlov DM201 Pro liegt preislich im Mittelfeld, ist gut ausgestattet und hat ein kontrastreiches Display.

Von Jan Mahn

Eine ruhige Hand und eine filigrane Lötspitze reichen für erfolgreiche Reparaturen an neuerer Elektronik nicht aus. Die ist meist im SMD-Verfahren (Surface-Mounted-Device) hergestellt, die Bauteile sind winzig und nicht für Handarbeit gemacht. Mit einem Mikroskop erhöht man die Treffgenauigkeit mit der Lötspitze ungemein.

Das Tomlov DM201 Pro liegt mit 179 Euro preislich im unteren Mittelfeld zwischen simplen Webcam-Mikroskopen und der Profiligen. Die Verarbeitung macht einen soliden Eindruck – ganz anders als bei den billigsten Mikroskopen

um 50 Euro, bei denen schon die Fixierung zur Qual wird. Die Höhenverstellung des Tomlov kann man mit einer zusätzlichen Schraube arretieren, sodass der Tubus nicht mehr nach unten rutschen kann. Mit Profigeräten aus der Oberklasse, die Laborgerätehersteller für zigtausende Euro anbieten, ist die Konstruktion aber nicht vergleichbar. Immerhin funktioniert der Fokus präzise und geschmeidig. Der Tiefenschärfebereich ist aber nicht groß, sodass man sich bei Bauteilen schon mal entscheiden muss, ob man Beschriftung oder Lötunkte scharfziehen möchte.

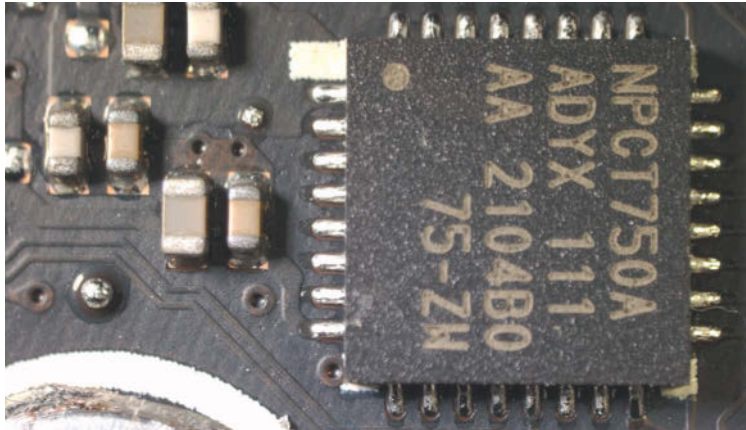
Überzeugend ist das 7-Zoll-Display, das hell und kontrastreich ist. Dass seine Auflösung (1024×600 Pixel) im Vergleich etwa zu der eines 7-Zoll-Tablets nicht üppig erscheint, fällt beim Mikroskopieren nicht negativ auf. Gut funktioniert die automatische Belichtungssteuerung: Sobald man die Helligkeit der sechs LEDs am Tubus sowie der beiden Schwanenhalslampen verändert, stellt die Software das Bild schnell und gut ein. Nützlich, wenn man seine Arbeit dokumentieren muss, sind der HDMI-Ausgang – interessant zum Beispiel für Schule und Ausbildung – und die Speicherfunktion auf microSD-Karte. Per USB-Kabel meldet sich das Mikroskop zusätzlich am PC als Webcam an.

Der Sensor nimmt 5376×3024 Pixel (16,2 Megapixel) auf – also viel mehr als das Display anzeigt. Damit man Fotos auf Speicherkarte auch schießen kann, ohne durch den Knopfdruck zu verwackeln, liegt eine Infrarotfernbedienung bei. Wer seine Arbeit im Bewegtbild festhalten will, kann auch in den Videomodus schalten und HD-Videos aufnehmen.

Abstand zum Löten

Im Test musste das Mikroskop auch zeigen, ob die Vergrößerung bei Lötarbeiten unter dem Mikroskop etwas nützt, denn Angaben wie „10-fach-Optik“ sind schwer einzuordnen. Die Größe der Darstellung hängt maßgeblich davon ab, wie weit der Tubus vom Objekt entfernt ist. Ist der Abstand zu gering, bleibt kein Platz zum Arbeiten. Das Bild auf der nächsten Seite entstand in einem Abstand von 25 Millimetern, abgelichtet wurde ein Chip von 5×5 Millimetern. Der Abstand des Tubus reichte für bequemes Löten und Ablöten, störende Latenz konnten wir auch nicht beobachten. Braucht man mal mehr Vergrö-

Der Chip rechts hat Maße von 5 x 5 Millimetern. Das Tomlov-Mikroskop hat das Bild mit 5376 x 3024 Pixel aufgenommen und auf der SD-Karte gespeichert.



möglichkeiten an SMD-Platinen mit millimetergroßen Bauteilen. Auch als Ersatz für eine Lupe mit Beleuchtung erfüllt es seinen Zweck. Eltern und Lehrer können das Mikroskop gut einsetzen, um Fundstücke aus der Natur per HDMI oder als Webcam auf den großen Schirm zu holen. Auf Spielereien wie eine WLAN- und App-Anbindung verzichtet der Hersteller, liefert dafür ein anständiges Hilfsmittel mit kontrastreichem Display. Eine ruhige Hand und eine filigrane Lötspitze ersetzt aber auch ein digitales Mikroskop nicht.

(jam@ct.de) **ct**

ßerung, kann man per 16-fach Digitalzoom noch nachlegen, voll eingesetzt wird das Bild aber arg verwascht.

Als eher hinderlich empfanden wir zunächst den aufgeschraubten UV-Filter am Tubus. Weil sich die sechs Tubus-LEDs dahinter befinden, sieht man bei manchen Abständen und Fokussierungen den Ring aus LEDs als Geisterbild. Um

solche Reflexionen zu vermeiden, liegt ein Kunststoffschirm bei, den man schnell eingebaut hat. Warum er nicht gleich montiert ist, erschloss sich uns nicht, negative Effekte konnten wir nicht beobachten.

Das Tomlov-Mikroskop ist eine sinnvolle Erweiterung der Elektronikwerkstatt und eröffnet ganz neue Reparatur-

Tomlov DM201 Pro

Digitalmikroskop	
Hersteller, URL	Tomlov, www.tomlov.com
Display	7 Zoll, 1024 x 600 Pixel
Sensor	16,2 Megapixel, 5376 x 3024 Pixel
Anschlüsse	USB-C (Stromversorgung und Webcam), HDMI, MicroSD
Akku	2000 mAh, eingebaut (nicht wechselbar)
Preis	179 €

Die volle Ladung



Dieses c't-Sonderheft räumt auf mit Mythen rund ums E-Auto und schafft einen realen Überblick zu Vor- und Nachteilen der E-Mobilität

- ▶ Leitfaden zum Kauf eines E-Autos
- ▶ Kostenvergleich: Strom vs. Sprit
- ▶ Fahrberichte und Tests
- ▶ Den Akku richtig nutzen und laden
- ▶ Überschulden – Strom aus Photovoltaik nutzen
- ▶ Auch als Bundle mit Buch „E-Autos einfach erklärt“ vom dpunkt-Verlag erhältlich!

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

Auch als Heft + PDF
mit 29 % Rabatt

shop.heise.de/ct-eautos22



Präzisionswerkzeug

Die MP-20TWS von Mackie klingen trotz kräftigem Bass klar und präzise. Außerdem überzeugt die Akkulaufzeit der In-Ear-Kopfhörer.

Die Ausstattung der In-Ear-Hörer ähnelt jener der Konkurrenz dieser Preisklasse: Umgebungsgeräusche dämpfen die Ohrhörer per Active Noise Cancelling (ANC) oder sie leiten sie per Transparenzmodus herein, wenn wichtig ist, dass man sie hört. Per Bluetooth 5.2 verbinden sie sich mit Abspielgeräten. Die Mackies verstehen die üblichen Codecs SBC und AAC, nicht aber LDAC und aptX. Multipoint-Bluetooth, das Verbindung zu zwei Abspielgeräten gleichzeitig hält, beherrschen die Kopfhörer ebenfalls nicht.

Tippen auf die Touchflächen auf den Außenseiten steuert die Medienwiedergabe und Telefonate, zu kräftige Berührungen werden dabei unangenehm verstärkt übertragen. Eine App, mit der man die Bedienung oder den Klang anpassen könnte, gibt es nicht.

Im Karton liegen drei unterschiedlich große Silikonmanschetten. Da bei einigen Testhörern keiner davon passte, hätten wir uns ein, zwei weitere Zwischengrößen gewünscht. Denn vor allem für den Bassbereich der Mackies gilt: Nur bei perfektem Sitz gefällt auch der Klang. Dann reichen

die In-Ears mächtig tief hinab und spielen den Tieftonbereich druckvoll und auf den Punkt. Vor allem aber durch die glasklaren Höhen unterscheiden sich die Mackies von einer Vielzahl anderer Bluetooth-In-Ears. Das ist beim bewussten Musikhören ein Genuss; will man sich einfach berieseln lassen, wird der Klang nach einiger Zeit etwas anstrengend.

Die aktive Geräuschunterdrückung arbeitet effektiv gegen gleichbleibend brummende Störgeräuschen an, wenig kann sie gegen Stimmen ausrichten. Der Transparenzmodus gefällt insgesamt, rauscht aber hörbar. Je nachdem ob man Musik mit oder ohne ANC hört oder telefoniert, halten die Ohrhörer zwischen sechs und zwölf Stunden durch; das Case lädt sie etwa viermal. Austauschen kann man die Akkus nicht.

Die Mackie MP-20TWS gibt es ab 150 Euro, dafür bieten sie viel: Sie klingen hervorragend und halten klanglich mit deutlich teureren In-Ears mit. Auch die Laufzeit gefällt – da sind fehlende Annehmlichkeiten wie Multipoint-Bluetooth oder eine bessere Geräuschunterdrückung verschmerzbar.

(rbr@ct.de)

MP-20TWS

In-Ear-Kopfhörer	
Hersteller, URL	Mackie, mackie.com
Verbindung / Codecs	Bluetooth 5.2 / AAC, SBC
Gewicht pro Ohrhörer / Case	8 g / 43 g
Preis	150 €



Das Beste aus zwei Welten

Mit dem Bluetooth-Codec aptX Adaptive will der Bluetooth-Dongle BT-W4 vor allem bei Videospielern punkten.

Creatives Bluetooth-Transmitter BT-W4 versteht sich mit gängigen Betriebssystemen und Spielkonsolen. Er bringt den Bluetooth-Codec aptX Adaptive mit, der die Vorteile von aptX HD (hohe Audioqualität) und aptX Low Latency (geringe Latenz) zusammenbringen will.

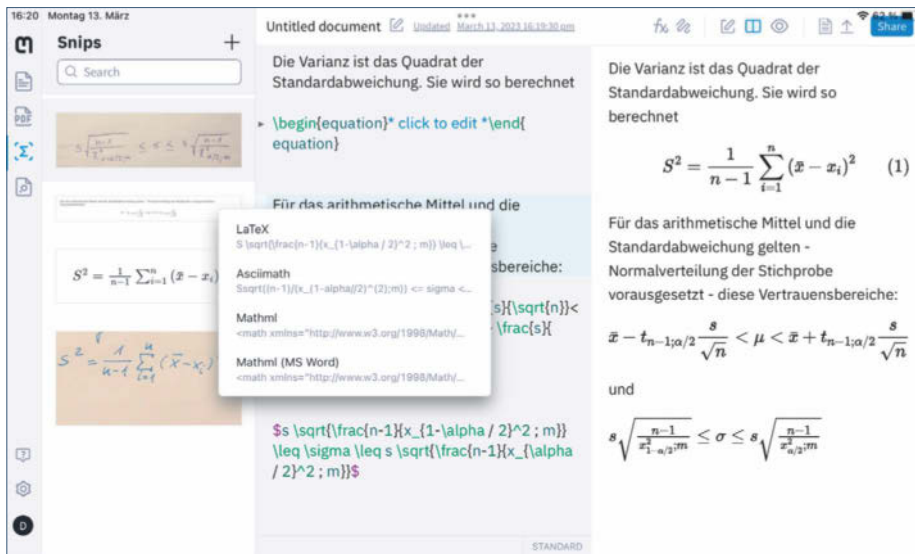
Der winzige Dongle wird über ein USB-C-Kabel an Geräte angeschlossen. Im Test wurde er problemlos von einem MacBook Air (M1), einem Raspberry Pi 4, einer PS5 und einer Switch erkannt. Die maximale Reichweite im Test betrug durch eine Wand getrennt rund zehn Meter.

Die Klangqualität ist sehr gut und beim Videospielen und Filmeschauen fiel uns keine Audioverzögerung auf. Der Hörtest bestätigte diesen Eindruck, und zwar nicht nur für aptX Adaptive, sondern auch für aptX und SBC. Um das herauszufinden, nutzten wir den Bluetooth-Empfänger Qudelix 5K (Test in c't 18/2021 S. 80), mit dem man den Einsatz von aptX, aptX Adaptive und SBC erzwingen kann. In der Summe ist der BT-W4 aufgrund seiner Eigenschaften vor allem für Videospieler interessant.

(des@ct.de)

Creative BT-W4

Bluetooth-Dongle	
Hersteller, URL	Creative, creative.com
Bluetooth-Codecs	aptX, aptX Adaptive, SBC
Systemanf.	Linux, macOS, Nintendo Switch, Sony Playstation 4/5, Windows
Lieferumfang	Bluetooth-Dongle, USB-Typ-A-Adapter, Mini-Mikrofon (3,5-mm-Klinke)
Preis	45 €



Formelsammler

Die Zeichenerkennung von Mathpix Snip erkennt gedruckte oder handgeschriebene Formeln und Texte. Beides exportiert die Software wahlweise als LaTeX, Markdown, PDF oder Office-Dokument.

Mathpix Snip kann man als Mobil-App, Desktop- oder Webanwendung nutzen; auch ein Chrome-Add-in steht zur Verfügung. Zur Dateneingabe verwendet man Bild- oder PDF-Dateien. Bei der Bilddatei kann es sich um das Foto einer Vorlesungsmitschrift handeln oder um einen Screenshot mit Formel, beispielsweise von einer Website oder aus einem E-Book. Mit den Desktopversionen der Software lassen sich direkt Screenshots anfertigen, die „Snips“ heißen. Alle Eingabedateien landen auf dem Server des Anbieters. Beim Hochladen eines PDFs kann man einzelne Seiten angeben, falls nicht das gesamte Dokument eingelesen werden soll.

Sobald die Software Inhalte erkennt, bietet sie diverse Ausgabeformate an. Texte lassen sich als LaTeX, Markdown, PDF oder DOCX ausgeben oder direkt in Notion, Overleaf oder Typora weiterbearbeiten. Mathematische oder chemische Formeln kann Mathpix Snip auch als Ascimath oder Mathml beziehungsweise ChemDraw exportieren, Tabellen lassen sich als CSV in Excel oder Google-Sheets übertragen. Vor dem Export kann man im Editor alle Inhalte bearbeiten.

Mit einem kostenlosen Account darf man pro Monat zehn Snips anfertigen und 20 Seiten PDF erzeugen. Ein Educational-

Account setzt die Registrierung mit der Mailadresse einer Bildungsinstitution voraus; damit sind monatlich bis zu 100 Snips und 35 Seiten PDF gratis. Ein Pro-Abo für 5 US-Dollar pro Monat erlaubt 5000 Snips und 500 Seiten PDF. Für Unternehmen gibt es ab 10 US-Dollar pro Monat ein Abo, das für Mitarbeiter persönliche Kontingente verwaltet. Wer seine Daten und Dokumente nicht auf Server des Anbieters hochladen möchte, kann eine On-Prem-Licence erwerben, um die Software auf eigenen Servern zu betreiben.

Im Test überzeugte die OCR mit sehr ordentlichen Ergebnissen. Handgeschriebenen deutschen Text wandelte sie nicht ganz fehlerfrei um. Gedruckte oder handgeschriebene mathematische Formeln und chemische Strukturformeln erkannte sie dagegen perfekt. Beim Umwandeln eines ganzen wissenschaftlichen Papers gerieten etwa Fußnoten in den Fließtext des Zieldokuments, ansonsten gelang die Dateiumwandlung gut. Insgesamt empfiehlt sich die Software, um Formeln schnell und einfach in LaTeX- oder Markdown-Dokumente einzufügen, um Mitschriften mit Formeln zu digitalisieren und zum Exzerpieren aus wissenschaftlichen Texten. (dwi@ct.de)

Mathpix Snip

Formel-OCR / Dateikonverter	
Hersteller, URL	Mathpix, mathpix.com
Systemanf. Mobil-Apps	Android ab 5.0, iOS ab 12.0
Systemanf. Desktopversionen	Windows ab 7, macOS ab 10.10, Ubuntu ab 14.04
Preis	kostenlos, Pro-Abo: 5 US-\$ / Monat

Es gibt **10** Arten von Menschen.

iX-Leser und die anderen.



Jetzt Mini-Abo testen:

3 Hefte + Bluetooth-Tastatur
nur 19,35 €

www.iX.de/testen



www.iX.de/testen



leserservice@heise.de



49 (0)541 800 09 120



Sänfte mit Powerknopf

E-Bike mit App: VanMoof S5

VanMoof gehört zu den Smart-bike-Herstellern der ersten Stunde. Das S5 wehrt sich gegen Diebe und sammelt Statistiken über zurückgelegte Fahrten, lässt sich aber auch gänzlich unsmart fahren – als urgemütliches, elektrisches Hollandrad. Aber wehe, man drückt aufs Powerknöpfchen.

Von Robin Brand

Wenn die Preisentwicklung so weitergeht, taugt das smarte E-Bike VanMoof S5 auch als Investitionsobjekt: Für 2500 Euro angekündigt, wechselt es jetzt für 3000 Euro den Besitzer – und kostet damit 1000 Euro mehr als das im Jahr 2020 eingeführte Vorgängermodell. Wir haben es ausgiebig Probe gefahren, um herauszufinden, ob es sein Geld wert ist.

Wer schon mal ein VanMoof gesehen hat, wird auch das S5 als solches erkennen, denn das Design hat der Hersteller kaum verändert. Das gerade Oberrohr zieht sich vorn über die Gabel, hinten über das Sattelrohr hinaus und endet mit ins Rohr integrierten Scheinwerfern – der Überstand fällt auf beiden Seiten allerdings deutlich kleiner aus als beim Vorgänger.

Weil der Akku des Bikes im fetten Rahmen steckt und man den verhältnismäßig kleinen Frontmotor übersehen kann, entlarvt man das S5 nur auf den zweiten Blick als E-Bike. Der Vorderradnabenmotor ist fast ein Alleinstellungsmerkmal, denn der Großteil aller Konkurrenten verwendet Mittel- oder Heckmotoren. Ein Display sucht man vergeblich. Zwei kleine LED-Ringe im Lenker informieren während der Fahrt über Akkustand, Geschwindigkeit und Motorunterstützung. Dazu gesellen sich vier Knöpfe, um zu klingeln, die Unterstützungsstufe zu wechseln, das Licht aufzublenden oder kurzzeitig die ganze Kraft des Motors freizugeben. Eine Handschaltung gibt es

nicht, das S5 wechselt die drei Gänge in der Hinterradnabe automatisch.

Beim ersten Aufsitzen fällt das Hollandrad-Erbe auf: Der gekröpfte Lenker reicht weit zurück, so sitzen Menschen mit Körpergrößen bis etwa 1,85 Metern mit geradem Rücken hoch im Sattel. Größer gewachsene Menschen müssen sich leicht zum Lenker hinunterbeugen. Die gespannte Position entlastet die Handgelenke, lädt zum gemächlichen Cruisen ein und ist perfekt fürs Pendeln oder den Einkauf um die Ecke geeignet. Bei längeren Touren schmerzt der Hintern, weil er fast das gesamte Gewicht tragen muss.

Der kräftige Motor des S5 leistet die maximal erlaubte Nenndauerleistung von 250 Watt und zieht in vier verschiedenen Unterstützungsstufen nach vorne. Dank Drehmomentsensor – der Vorgänger hatte keinen – entfaltet das Rad seine Kraft sehr harmonisch. Da das Rad ein schwerer Brummer ist (rund 23 kg), hatten wir im Alltag stets mindestens Unterstützungsstufe zwei aktiviert. Seinen gemächlichen Charakter legt das VanMoof aber auch mit höchster Unterstützung nicht ab.

Achtung, Kraftmeier

Aber wehe, man gibt per Knöpfchen kurz die Maximalkraft frei. Mit 68 Newtonmetern katapultiert der Motor Ross und Reiter dann regelrecht auf 25 km/h. Zum Vergleich: Das Cowboy S3 ist nur 30 Newtonmeter stark. Allerdings zündet das VanMoof nur kurz den Turbo und schaltet dann wieder in den Normalbetrieb. Mit diesem Daumengas lässt man an der Ampel oder im Zwischensprint alle anderen E-Bikes stehen. Kurze Steigungen erklimmt man mithilfe des Powerknopfs auch mit Alibitreten. Die brachiale Kraft des Motors hat VanMoof gut im Griff. Nur in glatten oder nassen Kurven sollte man tunlichst das Däumchen vom Power-Button lassen, damit das Vorderrad nicht ausbricht. Beschleunigten wir aus dem Stand mit der gesamten Kraft, schlupfte das Vorderrad manchmal ein bisschen.

Das größte Manko des Vorgängermodells war die Vier-Gang-Nabe von Sturmey Archer: Sie nervte mit Klackern und Gangsprüngen. Die eigens für VanMoof entwickelte Drei-Gang-Nabenschaltung des S5, ebenfalls von Sturmey Archer, hat diese Probleme nicht. Hin und wieder meldet sie sich zwar mit einem hörbaren „Klack“, doch ungewollte Gangsprünge oder Luftlöcher sind passé. Den Wechsel zwischen den Gängen steuert eine Automatik; in der

App kann man lediglich definieren, bei welcher Geschwindigkeit sie schalten soll. Im Flachland funktioniert das völlig problemlos – nicht aber bei Steigungen. Nahmen wir kurze Anstiege wie etwa Fahrradwege über eine Autobahn in hohem Tempo in Angriff, schaltete das VanMoof häufig erst dann runter, wenn wir den „Gipfel“ schon erreicht hatten.

VanMoof bewirbt das S5 mit einer Reichweite von 60 bis 150 Kilometern. Die erste Füllung hatten wir im Stadtverkehr mit vielen Ampelanfahrten und bei niedrigen Temperaturen um 5 °C schon nach 40 Kilometern leergesaugt. Mit einem Firmwareupdate von Version 1.1.07 auf 1.1.10 will VanMoof dieses Problem behoben haben, der Akku soll nun auch bei Kälte länger durchhalten. Tatsächlich schafften wir nach dem per App eingespielten Update bei mittlerer Unterstützung – allerdings auch bei höheren Temperaturen – rund 80 Kilometer. Die von VanMoof angegebenen 150 Kilometer erscheinen uns dennoch sehr optimistisch und allenfalls bei niedrigster Unterstützung und höchster Selbstdisziplin möglich, wenn man sich jedes Daumengas versagt. Ein schier unmenschliches Unterfangen, denn dazu bereitet der Powerknopf einfach zu viel Freude.

Den 463 Wh fassenden Akku komplett zu laden, dauert satte sechseinhalb Stunden. Das Rad muss man dafür stets in die Nähe einer Steckdose transportieren, denn der Akku lässt sich nicht entnehmen. Apropos laden: Sein Smartphone kann man unterwegs per USB-C direkt am Bike laden. Eine USB-C-Buchse hat VanMoof unterm Lenker versteckt.



Die markanten Lichter im Oberrohr sind ein Erkennungszeichen der VanMoof-E-Bikes. Zwischen den Sitzstreben sitzt der Ladeanschluss.

Minimalistisch und aufgeräumt wirkt die Lenkereinheit des VanMoof.



Für mehr Reichweite und flexibleres Laden hat der Hersteller ein Akkupack angekündigt, das man ins Rahmendreieck einklicken kann. Dieses verdoppelt die Kapazität und macht das Rad 3,66 kg schwerer. Wann der Akku verfügbar sein und wie viel er kosten wird, ließ VanMoof auf Anfrage offen.

Schick, aber nicht wartungsfreundlich

VanMoof stattet das S5 mit allerlei schicken, aber leider überwiegend nicht austauschbaren Komponenten aus. Der gekapselte Antriebsstrang – trotz Nabenschaltung verwendet VanMoof eine Kette anstatt eines Riemens – und die intern verlegten Kabel sind praktisch im Alltag, nicht aber für Wartungsarbeiten. Der Lenker mit integriertem Vorbau und LED-Lichtern lässt sich nicht durch einen anderen ersetzen, genauso wenig wie der Sattel. Es sei denn, man tauscht die Sattelstütze gleich mit aus.

Die langgezogenen, metallenen Schutzbleche wehren Schmutz auch auf matschigem Untergrund zuverlässig ab, die integrierten Lampen leuchten selbst finstere Waldwege hell genug aus. Maßgeschneiderte Front- (139 Euro, 10 kg Tragkraft) und Heckgepäckträger (79 Euro, 15 kg) lässt sich VanMoof extra bezahlen. Auf unserem Testbike haben Menschen verschiedenster Körpergrößen (1,73 bis 1,95 Meter) eine passende Position gefunden. Unter dem Namen A5 hat VanMoof eine alternative, kleinere Bauform mit 24-Zoll-Reifen im Angebot.

Wie so viele Smartbikes bildet auch das S5 ein Tandem mit einer zugehörigen App, mit der es sich beim ersten Einrichten koppeln will. Ist das Rad eingerichtet, kann man es per App entsperren – oder einen dreistelligen Code fürs Entsperren über die Lenkerknöpfe vergeben, um es

auch unabhängig von App und Smartphone zu benutzen. Die App sammelt Statistiken über vorherige Fahrten, spielt Firmwareupdates ein und behält den Standort des Bikes im Blick. Außerdem kann man darüber die Schaltpunkte der Automatiknabe neu definieren. Die nervigen Töne, die jede Betätigung der Knöpfe begleiten, kann man bislang nicht deaktivieren.

Ein Kick mit der Fußspitze an einen Druckknopf an der Hinterachse verriegelt das Rad. Ein Sperrbolzen blockiert dann die Hinterradnabe. Macht sich dennoch jemand am Rad zu schaffen oder will es gar wegtragen, schlägt das Rad akustisch und visuell Alarm. Gegen eine Gebühr von 348 Euro bietet VanMoof für drei Jahre den Service, ein gestohlenes Bike mithilfe des eingebauten GPS-Moduls wiederzufinden.

Fazit

Fangen wir mit den Schwächen an: Das VanMoof S5 ist elendig schwer, und für jedes Laden muss man es an die Steckdose schleppen. Lange Tagesausflüge bewältigt man nur in niedrigeren Unterstützungsstufen. Wer sich daran nicht stört, erhält mit dem S5 ein einerseits gemütliches Stadtrad, das andererseits so viel Kraft entfaltet wie kaum ein anderes E-Bike. Stattet man es mit Gepäckträgern aus, ist es das perfekte Rad fürs entspannte Pendeln und für den großen Wochenendausflug. (rbr@ct.de) **ct**

VanMoof Electrified S5

E-Bike	
Hersteller, URL	VanMoof, vanmoof.com
Ausstattung / max. Zuladung	250-Watt-Motor, 3-Gang-Automatik, hydraulische Scheibenbremsen, elektronische Klingel, mechanisches Schloss mit Alarmanlage, integrierte Beleuchtung / 120 kg
Systemanf.	Smartphone mit Android oder iOS
Preis	3000 €



Bild: Albert Hulm

Frei verbunden

Drei Open-Source-Fernwartungsprogramme zum selbst Hosten im Vergleich

Fernwartungssoftware, die Ihnen bei Privatbenutzung keine geschäftliche Verwendung unterstellt und bei geschäftlicher Nutzung kein Geld abknöpft – das gibts! Denn die drei Programme im Test, mit denen Sie Familie und Freunden bei PC-Problemen helfen, sind quelloffen und zum Selber-hosten.

Von Jan Schübler

Die meisten denken beim Begriff „Fernwartung“ automatisch zuerst an TeamViewer oder AnyDesk. Für unseren Eindruck nimmt die Beliebtheit der gleichnamigen Herstellerfirmen immer weiter ab, sei es wegen der Preispolitik oder weil Privatanwendern bei regelmäßiger Verwendung immer wieder mal kommerzielle und damit unlizenzierte Benutzung vorgeworfen wird. Nun könnte man einfach zu einem der vielen alternativen und meist kostenpflichtigen Konkurrenzprodukte greifen, die wir in [1] getestet haben. Viel spannender finden wir es aber, die Chance zu ergreifen und gleich selbst eine Fernwartungssoftware zu hosten. Als positiver

Nebeneffekt ist die Open Source und frei von Werbung – und man weiß, dass der Server vertrauenswürdig ist. Deshalb schauen wir uns in diesem Artikel zunächst selbst hostbare Fernwartungssoftware an und erklären im nachfolgenden Beitrag, wie Sie den Server installieren und konfigurieren.

Eine wichtige Anforderung an Testkandidaten ist eine Eignung sowohl, um PC-Support so zu leisten, dass der Hilfesuchende dabei zuschauen kann, als auch für einen unbeaufsichtigten Zugriff, bei dem sich der Helfer selbst aus der Ferne auf den Rechner schalten kann. Aus diesem Grund scheidet auch die konventio-

nelle Remotedesktopverbindung (RDP) mit Windows-Bordmitteln aus – sie erfordert die Anmeldung mit einem Benutzerkonto, das auf dem PC bereits existiert. Unsere Wahl fiel auf drei Testkandidaten: MeshCentral, Remotely und RustDesk. Während MeshCentral und RustDesk eine deutsche Oberfläche bieten, ist Remotely komplett auf Englisch.

Was Sie brauchen

Damit ein Helfer aus der Ferne den Rechner von jemandem, der Hilfe sucht, bedienen kann – ist Software an drei Stellen nötig. Erstens auf dem zu wartenden System (Ziel-PC), das den Bildschirminhalt an den Rechner des Helfers übermittelt und Maus- und Tastatureingaben von ihm entgegennimmt. Zweitens braucht auch der Helfer Software – entweder ebenfalls ein lokales Programm, das Verbindungen anfragt, Bildschirminhalte darstellt und so weiter, oder in Form eines Webbrowsers, wenn die Fernwartungssoftware als Webdienst bereitgestellt wird. Drittens ist ein Verbindungsserver nötig, der Helfenden und Hilfesuchenden zusammenbringt.

Kurz zu den Begrifflichkeiten: Fernwartungssitzungen, bei denen der Hilfesuchende nichts installiert, sondern nur ein Tool startet, nennen wir Ad-Hoc-Sitzungen. Die Entwickler nennen die dafür und für den unbeaufsichtigten Zugriff jeweils nötigen Tools unterschiedlich: Bei Remotely gibt es einen „Portable Instant Support Client“ und einen „Resident Agent“, RustDesk bietet einen rein portablen und einen normalen Client (wobei letzterer nach Wunsch auch ohne Installation läuft). MeshCentral bietet ebenfalls einen „Agent“, der sowohl mit als auch ohne Installation laufen kann, sowie speziell für Ad-hoc-Verbindungen zu Windows den „Assistant“.

Alle drei bieten Clients für Windows, Linux und macOS; RustDesk auch welche für Android und iOS. Hier und dort gibt es Einschränkungen; so ist zum Beispiel auf Linux-Desktops kein Fernzugriff möglich, wenn der Desktop im Wayland-Modus läuft. Weil eine deutliche Mehrzahl an Hilfe suchenden Anwendern vor einem Windows 10 oder 11 sitzen dürfte, haben wir das Gros der Tests mit Windows als Fernzugriffsziel durchgeführt.

Unterschiedliche Konzepte

RustDesk ist eine Software, die visuell an TeamViewer und AnyDesk erinnert: links ein Bereich mit einem acht- bis zehnstel-

ligen Zifferncode, rechts daneben ein Überblick über die zuletzt verbundenen Rechner.

MeshCentral und Remotely hingegen brauchen aufseiten des Helfers keine Client-Software: Alles läuft bequem im Browser; Kompatibilitätsprobleme konnten wir keine feststellen. Die Unabhängigkeit von der Installation eines Clients bringt den Vorteil großer Flexibilität mit sich: Fernwartung ist überall dort möglich, wo man Zugriff auf einen Browser hat, nur sollte der vertrauenswürdig sein – also nicht gerade auf einem ungeschützten öffentlichen PC im Hotel laufen.

Hürdenlauf

Die Weboberflächen von MeshCentral und Remotely bringen einen Vorteil für den Hilfesuchenden mit: Sie bieten auch Landingpages beziehungsweise individuelle Links zu Downloadseiten, auf denen man die passende Clientsoftware direkt herunterlädt. Die individuelle Server-URL und der korrekte Schlüssel zur Authentifizierung am Server sind direkt in den Download eingebunden.

Den RustDesk-Client hingegen laden die Nutzer in unpersönlicher Form aus RustDesks GitHub-Repository oder von der Webseite herunter. Startet der Hilfesuchende den Client, muss er die Daten Ihres Servers – Domain oder IP-Adresse

sowie den einen öffentlichen Schlüssel – von Hand in die Einstellungen eintragen. Das ist Aufwand, den Sie ihm abnehmen können, indem Sie Server-URL und Schlüssel in den Dateinamen des Clients packen – das klappt allerdings nur für Windows-Wartungsziele (mehr dazu auf S. 86).

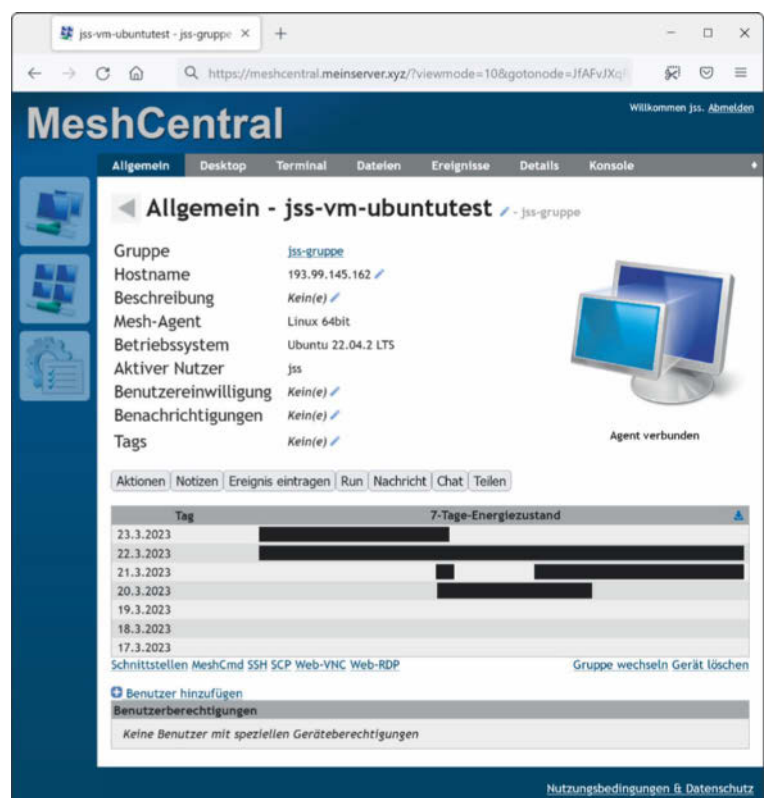
Talentvergleich

Manches beherrschen alle drei Kandidaten, zum Beispiel die Übertragung von Dateien zwischen beiden Rechnern per Assistent oder per Drag & Drop, Chatfenster sowie eine gemeinsame Zwischenablage für Text.

Bei der Zwischenablage tun sich die ersten Unterschiede auf. MeshCentral hatte keine Probleme mit dem Kopieren und Einfügen von Text, Grafik (etwa aus Screenshot-Tools) und Dateien; RustDesks Zwischenablage mag keine Grafik-inhalte und Remotely übertrug nur Textmaterial verlässlich. Auch können alle Kandidaten Tastenkombinationen wie Strg+Alt+Entf per Klick übertragen, was aber nicht in allen Szenarien verlässlich funktioniert – mit Remotely zum Beispiel funktioniert Strg+Alt+Entf nicht, solange der Befehl in einer Ad-hoc-Session ohne installierten Client ausgelöst wird.

In manchen Fällen kann es sinnvoll sein, eine Fernwartungssitzung als Video aufzuzeichnen. Auf Anhieb kann das nur

Lassen Sie sich nicht von der etwas altbackenen Optik täuschen – MeshCentral ist das mächtigste Fernwartungssystem im Test.





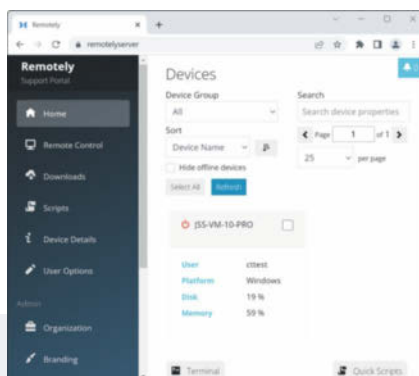
MeshCentral

MeshCentrals Weboberfläche, die vor allem Helfer und Admins zu sehen bekommen, weckt auf den ersten Blick nostalgische Gefühle, denn sie erinnert stark an die Ära von Windows XP. Das Passwort für den Zugang zur Weboberfläche ergänzt man wahlweise mit Authenticator-Einmalschlüsseln oder mit Windows Hello als zweiten Faktor.

Der „Agent“ für Windows-Zielrechner eignet sich vor allem, um einen dauerhaften unbeaufsichtigten Zugang einzurichten. Für Ad-hoc-Sessions eignet sich der „Assistant“ besser. Wird der gestartet, meldet er sich nicht direkt als online am Server an – das passiert erst, wenn der Hilfesuchende mit dem kleinen Tool einen Hilferuf absendet.

Der Funktionsumfang ist großzügig. Ist ein Client online, kann man auf dem Zielrechner Befehle ausführen, Systemstatistiken anschauen, Webseiten öffnen lassen und ähnliches. Per Klick generiert man Links zu einzelnen Webseiten, mit denen Hilfesuchende den Agent beziehungsweise den Assistant herunterladen können. Auffällig ist, dass nur der Assistant von Microsoft signiert ist, nicht aber der Agent – beim Download per Edge-Browser muss man umständlich mehrere Warnmeldungen abknicken, um das gerade heruntergeladene Tool auch ausführen zu können.

- ↑ Funktionsumfang
- ↑ praktischer Ad-hoc-Assistent
- ↓ Weboberfläche nicht sehr intuitiv



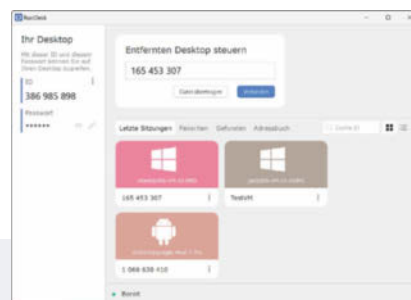
Remotely

Die Weboberfläche von Remotely wirkt aufgeräumt und ist komplett englischsprachig. Das gilt auch für die Clientprogramme. Hilfesuchende können über eine Downloadseite direkt die zu ihrem System passende Clientversion herunterladen. Die Serverdaten sind direkt in die jeweilige Setup-Datei eingebaut. Im Test landete im Setup der installierbaren Variante („Resident Agent“) allerdings stets die Server-URL mit vorangestelltem „http://“ statt „https://“, und der Client verweigerte die Installation. Man kann das von Hand korrigieren – aber auf den Fehler muss man erst einmal kommen.

Läuft auf dem Fernwartungsziel der portable Client für Ad-hoc-Verbindungen, erinnert der Verbindungsaufbau an TeamViewer & Co. Mit dem Resident Agent kann der Hilfesuchende bei Problemen auch seinerseits per Klick eine Supportanfrage auslösen. In unseren Tests zeigte die Weboberfläche die eingehende Anfrage allerdings erst nach einem Refresh der Seite an.

Eine praktische Komponente für Firmenumgebungen ist die Skriptverwaltung, mit der sich individuelle cmd-, PowerShell-, Bash- und weitere Skripte sichern und später per Klick auf einzelne Rechner oder auch ganze Rechnergruppen anwenden lassen.

- ↑ praktisches Massen-Scripting
- ↓ Server-URL-Macke nervt
- ↓ nur auf Englisch



RustDesk

Der RustDesk-Verbindungsserver hat keine Weboberfläche, weswegen hier auch der Helfer die Software installieren muss. Anders als bei MeshCentral und Remotely gibt es auch keinen direkten Download der Verbindungssoftware mit voreingetragenen Servernamen und -schlüssel – für Windows-Zielsysteme kann man dem Client die Daten aber recht einfach in den Dateinamen stricken. Die Apps gibt es nicht nur für Windows, Linux und macOS, auch für iOS und Android. In einem kurzen Test klappte auch die Fernwartung eines Android-Smartphones völlig problemlos.

Davon abgesehen ist die Software sehr einfach und intuitiv zu bedienen. Sie erinnert mit ihrem Layout und der Anzeige einer acht- bis zehnstelligen Rechner-ID stark an die bekannten Programme AnyDesk und TeamViewer.

Zur Verwaltung ganzer Rechnerparks eignet sich RustDesk weniger: Es gibt derzeit weder eine Möglichkeit, Benutzerkonten und damit Adressbücher zu erstellen, noch eine Weboberfläche zum selbst Hosten. Beides befindet sich aber in der Entwicklung – wann diese Features fertig sind, ist offen. Als lästig erwies sich zudem, dass der Server derzeit noch kein IPv6 versteht (siehe nachfolgender Artikel). Aber: Auch daran arbeiten die Entwickler.

- ↑ gewohnter Fernwartungs-Look
- ↓ (noch) keine Accountverwaltung
- ↓ IPv6-Kinkerlitzchen

Remotely mit einer Schaltfläche im linken Ausklappenmenü einer aktiven Sitzung. Die Bedienung ist fehleranfällig: Beendet man eine Aufzeichnung und startet dann eine neue, ohne zuvor per Klick auf „Down-

load“ das aufgezeichnete Video herunterzuladen, wird die vorherige Aufnahme einfach überschrieben. MeshCentral kann prinzipiell auch aufzeichnen, die Fähigkeit dazu muss dem Server allerdings schon

bei der Einrichtung mitgegeben werden (siehe Artikel ab S. 84).

Für alle drei Kandidaten gilt: Installiert man den Client auf dem zu wartenden Rechner, gibt es keinerlei Probleme mit

der Windows-Benutzerkontensteuerung (User Account Control, UAC) – das passiert im Regelfall beim Ändern von Systemeinstellungen, Installieren und Entfernen von Programmen und so weiter. Der abgedunkelte Bildschirm mit der Ja/Nein-Abfrage wird anstandslos übertragen und reagiert auch auf Eingaben.

UAC? O weh, o weh!

Alle drei bekommen jedoch Probleme mit dem UAC-Dialog, wenn sie portabel ausgeführt werden – also nicht installiert sind. Ohne Installation, zum Beispiel bei einer einmaligen Ad-hoc-Session, verhalten sich die Clients etwas unterschiedlich.

Benutzt der Hilfesuchende den MeshCentral-Agent, reißt die Verbindung ab, sobald man eine UAC-Abfrage triggert, was sich immerhin mit dem Befehl `uac interactive` in der MeshCentral-Konsole beheben lässt. Aus der Ferne bedienen kann man Fenster mit erhöhten Rechten dann aber trotzdem nicht; jemand muss vor Ort UAC bestätigen.

Wesentlich besser eignet sich für Ad-hoc-Sessions der MeshCentral-Assistent. Einen Download-Link dafür generieren Sie in der Weboberfläche von MeshCentral in der Gruppenansicht mit der Schaltfläche „Einladen“ und Auswahl von „MeshCentral Assistent“. Über den generierten Link kann die Gegenseite den Assistent herunterladen und ausführen. Das Tool erzeugt ein Icon im Infobereich der Taskleiste, über das die Gegenseite Hilfe anfordern kann; der Helfer sieht eine Pop-up-Nachricht in der MeshCentral-Verwaltung. Für Ad-hoc-Sitzungen ist diese Variante vor allem deshalb charmant, weil beim Beenden der Supportanfrage jegliche Verbindung zum MeshCentral-Netz beendet wird – der Supporter sieht nicht mehr, ob der PC überhaupt online ist. Damit der Umgang mit UAC-Abfragen einigermaßen gut funktioniert, muss der Hilfesuchende das Tool per Rechtsklick mit Adminrechten starten. Tritt dann während der Fernwartung ein UAC-Dialog auf, muss er vor Ort die Abfrage bestätigen; danach kann der Helfer das Programm mit den erhöhten Rechten aus der Ferne bedienen. Letzteres ist nicht möglich, wenn der MeshCentral-Assistent ohne Administratorrechte läuft: Der Helfer würde Programmfenster mit erhöhten Rechten zwar sehen, nicht aber bedienen können.

Bei Remotely ist das UAC-Verhalten konsistenter: In Ad-hoc-Sitzungen müs-


sen Abfragen vor Ort abgenickt werden, Programme mit Adminrechten sind danach aber problemlos bedienbar. Den Client explizit mit Adminrechten zu starten ist nicht erforderlich – er fragt automatisch danach.

RustDesk verhält sich ähnlich: Portabel und ohne Adminrechte setzt die Verbindung bei einer UAC-Abfrage aus; aus der Ferne ist der Rechner erst wieder benutzbar, wenn das Programmfenster mit den erhöhten Rechten durch einen Benutzer vor Ort geschlossen oder minimiert wird. Den Client von vornherein per Rechtsklick mit Adminrechten zu starten, spart Scherereien: Auch mit RustDesk will die Abfrage vor Ort abgenickt werden, danach ist das betreffende Programm auch fernbedienbar.

Fazit

Jeder der Kandidaten hat Stärken und Schwächen. In Sachen Funktionsumfang ist MeshCentral das mächtigste der drei Tools, es ist flexibel einstellbar und bietet eine praktische Übersicht über einen ganzen PC-Fuhrpark. Auch der spezielle MeshCentral-Assistent für Ad-hoc-Sitzun-

gen findet Gefallen. RustDesk ist vor allem praktisch für Hilfesuchende, die sehr ans Aussehen von TeamViewer oder AnyDesk gewöhnt sind und sich möglichst wenig umgewöhnen möchten. Und Remotely? Die Weboberfläche für Admins dürfte aus unserer Sicht gerne übersichtlicher sein – sicher spielt da auch der individuelle Geschmack eine Rolle.

Remotely zeigt allerdings keine deutsche Oberfläche – für Hilfesuchende, die IT-technisch unbedarft sind oder schlicht nie Englisch lernen mussten, kann das schnell zum Problem werden. Zudem war die Website des Anbieters während unseres mehrwöchigen Testzeitraumes nie erreichbar – das stimmt skeptisch, was die Zukunft des Projekts angeht. Im folgenden Praxisartikel lesen Sie, wie Sie Ihren eigenen Verbindungsserver für MeshCentral und RustDesk aufsetzen. (jss@ct.de) 

Literatur

- [1] Jan Schüßler, Langer Arm, Fernwartungssoftware für Techniker, c't 24/2019, S. 114

Alle Downloads und Dokus: ct.de/ybz6

Open-Source-Fernwartungssoftware

Name	MeshCentral	Remotely	RustDesk
URL	meshcentral.com	remotely.one ¹	rustdesk.com
Kompatibilität			
Helfer (Client)	Webbrowser	Webbrowser	Windows, Linux, macOS, Android, iOS
Hilfesuchender	Windows, Linux, macOS	Windows, Linux, macOS	Windows, Linux, macOS, Android, iOS
Einstellungen			
Desktopbild abschaltbar	✓	–	–
Qualität einstellbar	✓	–	✓
Verbindungsfunktionen			
Chat	✓	✓	✓
Videokonferenz	✓	–	–
Dateiaustausch	✓	✓	✓
Strg+Alt+Entf schicken	✓	✓	✓
gem. Zwischenablage	✓ (Text, Grafik, Dateien)	✓ (nur für Text zuverlässig)	✓ (Text, Dateien)
UAC-Abfrage Ad-hoc / installiert	– / ✓	– / ✓	– / ✓
Verbindungsabbruch kundenseitig	1 Klick	1 Klick	1 Klick
Verwaltung			
Adressbuch f. gespeicherte Verbind.	✓	✓ (nur für installierte Clients)	✓
unbeaufsichtigter Zugang	✓	✓	✓
Sitzungsaufzeichnung	✓	✓	–
Verbindungsprotokoll	✓	–	–
Zwei-Faktor-Authentifizierung f. Admins	✓ (Authenticator, Windows Hello)	✓ (Authenticator)	–
Bewertung			
Bedienung Admin / Hilfesuchender	⊕ / ⊕⊕	○ / ○	○ / ⊕
Funktionsumfang	⊕⊕	⊕	○
Preis	kostenlos	kostenlos	kostenlos
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden			
¹ Website im Test nicht erreichbar, Downloads via github.com/immense/remotely			



Bild: Albert Hulm

Gesprächsvermittler

Server für Open-Source-Fernhilfe selbst betreiben

Die TeamViewer- und AnyDesk-Alternative RustDesk verheiratet Clients über einen Server, den Sie auch selbst betreiben können. Die mächtige Fernwartungssoftware MeshCentral bringt stattdessen eine Weboberfläche mit, die als Sprungbrett in entfernte Rechner dient. Wir zeigen, wie Sie die Backend-Software für die Open-Source-Fernhilfe aufsetzen und zur Hilfe schreiten.

Von Niklas Dierking

Drei quelloffene Werkzeuge zur Fernhilfe haben wir auf Seite 80 vorgestellt: RustDesk, MeshCentral und Remotely. Allen gemein ist, dass Sie einen Server brauchen, um Clients bekannt zu machen, eine Weboberfläche bereitzustellen oder als Relay zu fungieren und Daten durchzureichen. Sie müssen etwas Arbeit investieren, kontrollieren dafür aber Ihre Daten und bleiben von Einschränkungen oder Werbung verschont, die Ihnen nahelegt, ein kostenpflichtiges Abo abzuschließen.

Wenn Sie PC-Doktor im Familien- und Freundeskreis sind und TeamViewer oder AnyDesk kennen, finden Sie sich bei RustDesk am schnellsten zurecht. Auch die Installation der Serversoftware ist am einfachsten, die eine verschlüsselte Punkt-zu-Punkt-Verbindung zwischen Helfer- und Geholfenem-Client herstellt. Wer RustDesk-Clients

in einem geschlossenen Netz ohne Internetzugriff einsetzt, kann auf den Server verzichten und im Direct-IP-Modus Zugriff auf einen anderen Rechner anfordern.

Als professioneller Helfer könnten Sie dagegen an MeshCentral Gefallen finden mit seinen Managementfunktionen, dem ausführlichen Logging und der Rechteverwaltung. Auf Systemen, für die Fernhilfe geleistet werden soll, muss dafür ein Software-Agent oder der eingeschränkte MeshCentral-Assistent laufen. MeshCentral ist eine umfangreiche Software, mit der Admins große Flotten von PCs managen und fernsteuern, optional sogar ohne Software-Agent, indem die Fernwartung am Betriebssystem vorbei über Intel AMT erfolgt (Active-Management-Technik).

Remotely kommt im Vergleich zu MeshCentral mit einer abgespeckten

Weboberfläche, hat aber in unserem Vergleichstest weniger gut abgeschnitten. Außerdem war die offizielle Webseite von Remotely während des gesamten Testzeitraums offline, was uns skeptisch stimmt in Bezug auf die Langlebigkeit des Open-Source-Projekts. In der folgenden Anleitung beschränken wir uns deswegen auf RustDesk und MeshCentral. Die Installation der Serversoftware setzt Linux- und Docker-Grundkenntnisse voraus. Wer Remotely trotzdem ausprobieren möchte, findet eine Docker-Compose-Vorlage für Remotely und den Reverse-Proxy Caddy im GitHub-Repository zu diesem Artikel (siehe ct.de/ywxm).

System vorbereiten

Wir haben die Serversoftware von RustDesk und MeshCentral jeweils als Docker-Container auf einem schmalen Mietserver mit einem virtualisierten CPU-Kern und 2 GByte RAM installiert. Beide Serveranwendungen haben sich in unseren Tests als ressourcensparsam erwiesen, sodass Sie mit den kleinsten Serverkonfigurationen auskommen sollten. Der Server, den wir zum Test angemietet haben, kostet etwa 4 Euro im Monat. Sie können die Fernwartungssoftware Ihrer Wahl aber auch auf einem NAS, Heimserver oder Raspberry Pi in Ihrem Heimnetz installieren, müssen in der Weboberfläche Ihres Routers dann aber die nötigen TCP- und UDP-Ports an das Zielsystem durchreichen. Das sind die TCP-Ports 21115, 21116, 21118 und der UDP-Port 21116 bei RustDesk, TCP-Ports 80 und 443 für MeshCentral. Beim Betriebssystem haben wir uns für Ubuntu 22.04 LTS entschieden, die Software sollte aber auf jeder Linux-Distribution mit Docker funktionieren. Wenn Ihr Host den Server hinter einer Cloud-Firewall versteckt, dann müssen Sie ebenfalls die nötigen Ports freigeben.

Bringen Sie das frische Ubuntu zunächst auf den neuesten Stand:

```
sudo apt update
sudo apt upgrade
```

Für eine reproduzierbare Installation von RustDesk und MeshCentral auf dem Linux-Host greifen wir zu Docker und dem Hilfswerkzeug Docker-Compose. In einem GitHub-Repository zum Artikel (ct.de/ywxm) stellen wir Docker-Compose-Vorlagen zur Verfügung, die Sie sich wie einen Bauplan vorstellen können, in dem Container-Images, Netzwerke, Ports und

Volumes für persistente Daten definiert sind. Wie Sie Docker installieren, halten wir online in einem laufend aktualisierten Artikel fest, den Sie unter ct.de/ywxm finden. Eine ausführliche Docker-Einführung lesen Sie in [1]. Docker-Einsteiger installieren die Container-Engine am einfachsten über ein Skript, das Sie in einem Texteditor prüfen können, bevor Sie es ausführen:

```
curl -fsSL https://get.docker.com \
-o get-docker.sh
```

```
sh get-docker.sh
```

Installation von RustDesk

Mit unserer Vorlage geht die Installation von RustDesk leicht von der Hand. Wer Größeres vorhat und sich nur für MeshCentral interessiert, kann zum Absatz springen, der mit „Installation von MeshCentral“ überschrieben ist. Die Serversoftware von RustDesk besteht aus dem Relay- (hbbr) und dem Signalsever (hbbs). Letzterer wird auch ID- oder Rendezvous-Server genannt, denn er versucht, eine direkte Verbindung zwischen den Desktop-Clients des Helfenden und des Geholfenen herzustellen (TCP-Hole-Punching). Wenn keine direkte Verbindung zustande kommt, springt der Relayserver hbbr ein und reicht Nutzereingaben und das VP9-codierte Videosignal durch. Legen Sie mit dem Befehl `mkdir -p ~/rustdesk` zunächst ein Verzeichnis für persistente RustDesk-Daten und die `docker-compose.yaml`-Datei an. Öffnen Sie die Vorlage dann mit einem Texteditor:

```
version: '3'

networks:
  rustdesk-net:
    external: false

services:
  hbbs:
    command: hbbs -r 0
  rustdesk.example.:21117 -k _
  volumes:
    - ./data:/root
```

Sie müssen wie im obigen Ausschnitt in der Zeile, die mit `command` beginnt, die IP-Adresse Ihres RustDesk-Servers oder eine Domain wie `rustdesk.example.com` eintragen, die auf ihn verweist. Der Parameter `-k _` erzwingt eine verschlüsselte Verbindung. Es ist dann nicht möglich, mit einem Client, der nicht den passenden Schlüssel vorweisen kann, eine Verbindung über Ihren Vermittlungsserver herzustellen.

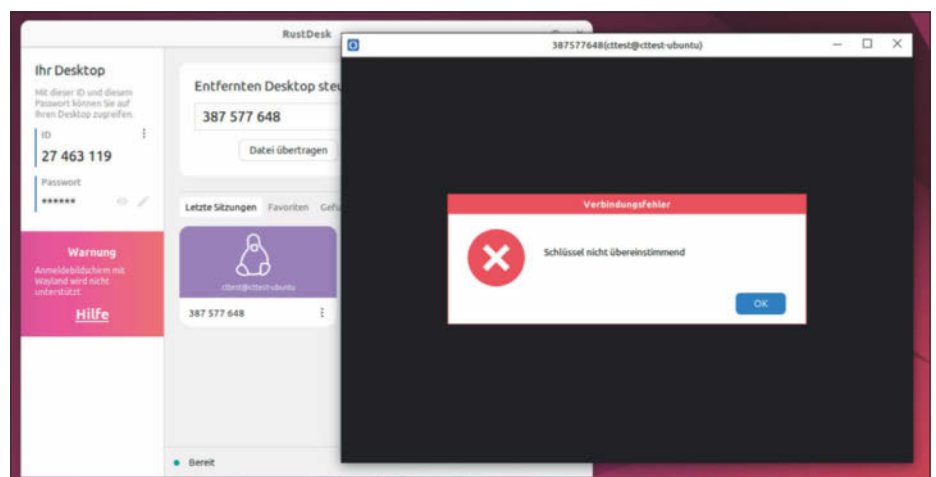
Speichern Sie die Datei und starten Sie dann die `hbbs`- und `hbbr`-Container mit folgendem Befehl:

```
sudo docker compose up -d
```

Im Verzeichnis `~/rustdesk/data` finden Sie einen privaten und einen öffentlichen Schlüssel. Lesen Sie den Inhalt des öffentlichen Schlüssels aus:

```
cat ~/rustdesk/data/id_ed25519.pub
```

Sie brauchen ihn im nächsten Schritt, um mit den RustDesk-Clients auf Helfer- und Zielrechner eine verschlüsselte Verbin-



Türsteher: Es ist ratsam, den RustDesk-Server so zu konfigurieren, dass Verbindungsanfragen ohne den passenden Schlüssel abgelehnt werden. Sonst kann jeder, der Ihren Server kennt, unverschlüsselte Verbindungen darüber abwickeln.

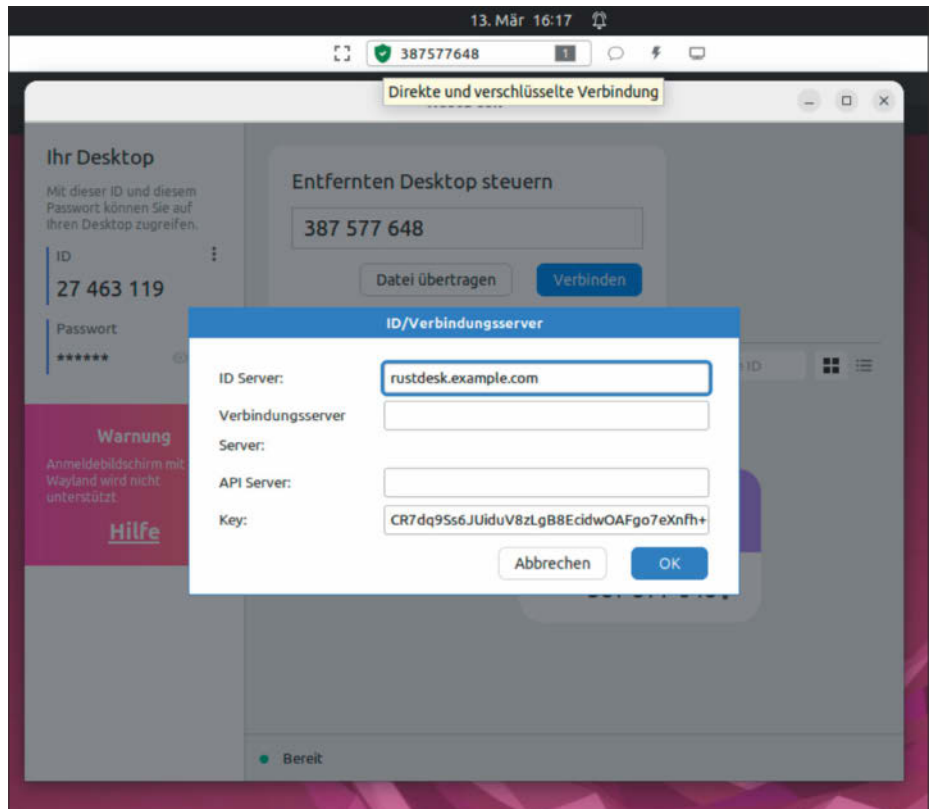
dung herzustellen. Clients für Windows, Linux und macOS laden Sie von der RustDesk-Webseite oder bei GitHub herunter (ct.de/ywxm). Apps für iOS und Android gibt es im Apple App Store, respektive Google Play Store und bei F-Droid. Wenn Sie den RustDesk-Client das erste Mal starten, stellt er eine Verbindung zum RustDesk-Netzwerk her und greift dafür auf einen der sechs öffentlichen ID-Server zurück, die nicht unter Ihrer Kontrolle stehen. Der Client zeigt am unteren Rand des Fensters an „Bereit, Für eine schnellere Verbindung, richten Sie bitte Ihren eigenen Verbindungsserver ein“.

Um den Client auf Ihren Server zu verweisen, klicken auf die drei senkrechten Punkte neben Ihrer ID und öffnen das Menü „ID/Verbindungsserver“. Tragen Sie jetzt die IP-Adresse oder die Domain Ihres Servers im Feld „ID Server“ ein. Das Feld „Verbindungsserver“ müssen Sie nur ausfüllen, wenn hbb unter einer anderen Adresse zu erreichen ist. Kopieren Sie als letzten Schritt den öffentlichen Schlüssel, den Sie aus der Datei `~/rustdesk/data/id_ed25519.pub` ausgelesen haben, in das Feld „Key“. Die Aufforderung, einen eigenen Server aufzusetzen, verschwindet jetzt. Mit den Befehlen `docker logs hbb` und `docker logs hbbs` prüfen Sie, ob die Clients beim Relay- oder ID-Server vorstellig werden.

Die Adresse des Servers und den öffentlichen Schlüssel müssten Sie prinzipiell allen Hilfesuchenden zukommen lassen, die Sie über Ihren RustDesk-Server unterstützen wollen, es geht aber auch einfacher: Windows-Nutzern nehmen Sie Arbeit ab, indem Sie die portable Version des RustDesk-Clients herunterladen, entpacken und dann die Adresse des RustDesk-Servers und den Schlüssel an den Namen der Datei `rustdesk.exe` anhängen, beispielsweise `rustdesk-host=rustdesk.example.com,key=xfdsfsd32=32.exe`. Die Datei verteilen Sie an alle Nutzer, die Sie um Hilfe bitten. Der so modifizierte Client steuert automatisch Ihren Server an.

RustDesk Stolpersteine

In unseren Tests nahm RustDesk nur in Ausnahmefällen den Umweg über den Relayserver, beispielsweise beim Helfen von einem Linux-Client unter Fedora 37 zu einem macOS-Client unter Ventura 13.1. Wir konnten bei der indirekten Verbindung keinen Nachteil entdecken, außer, dass ein wenig zusätzlicher Traffic über Ihren Server geleitet wird. Für Rust-



RustDesk zeigt während einer laufenden Hilfesession in der Statusleiste am oberen Rand des Fensters den Status der Verbindung an. Der Server hat erfolgreich zwischen beiden Clients vermittelt und eine verschlüsselte Punkt-zu-Punkt-Verbindung hergestellt.

Desk brauchen Sie nicht zwingend eine Domain, es mag allerdings für Hilfesuchende einfacher sein, im ID-Server-Menü eine Adresse wie `rustdesk.example.com` einzutragen als eine IP-Adresse.

Probleme gab es in unseren Tests, wenn unser RustDesk-Server neben einer IPv4- auch eine IPv6-Adresse hatte, für die wir einen AAAA-Record gesetzt hatten. Dann konnten wir weder eine direkte noch eine indirekte Verbindung zwischen zwei entfernten Rechnern herstellen. Als Workaround kann man die IPv4-Adresse statt der Domain im Client eintragen oder an die `rustdesk.exe` anhängen. Laut den spärlichen Release-Notes des RustDesk-Projekts sollten hbb und hbbs ab Version 1.1.7 auch mit IPv6-Clients funktionieren, aber in unseren Tests kam keine Verbindung zustande, auch nicht mit der Entwicklerversion, den frischen „Nightly“-Builds der RustDesk-Clients.

Neben den Desktop-Clients steht auch ein Web-Portal auf `web.rustdesk.com` in einer Beta zur Verfügung, das jedoch unverschlüsselt über HTTP ausgeliefert wird. Wir raten davon ab, das Portal zu benutzen, dessen Quelltext anders als

die Desktop-Clients und hbbs- und hbb-Server nicht auf GitHub eingesehen werden kann. Gut möglich, dass der RustDesk-Hauptentwickler, ein Entwickler aus Singapur, der öffentlich auch als Purslane Ltd. auftritt, sich an einem Premium-Produkt für zahlende Kunden versucht.

Für Fernhilfe auf Linux-Systemen, deren Desktopumgebung im Wayland-Modus läuft, eignet sich RustDesk zurzeit nicht. Der normale Client verweigert komplett die Verbindung. Mit der Entwicklerversion kommt es zwar zur Verbindung, gut helfen kann man aber trotzdem nicht. Läuft der Desktop im Wayland-Modus, kann man dem Hilfesuchenden zwar über die Schulter schauen, nachdem dieser die Bildschirmaufzeichnung über ein Bestätigungsfenster (`xdg-desktop-portal`) autorisiert hat. Eingaben sendet RustDesk nicht. Das reicht gerade mal, um sich ein Problem demonstrieren zu lassen.

Installation von MeshCentral

MeshCentral ist eine Open-Source-Komplettlösung zur Verwaltung und Fernsteuerung ganzer PC-Flotten, die sich auch zur Fernhilfe nutzen lässt. Durch den Soft-



Werden Sie zum Kubernetes- Sicherheitsexperten

Mit unserer Webinar-Serie „Kubernetes-Security“

Bei steigender Komplexität wächst auch die **Fehleranfälligkeit** von Container-Techniken. Unser Kubernetes-Experte Nicholas Dille erklärt Ihnen in vier halbtägigen Webinaren, wie Sie Kubernetes sicher einsetzen, ein zeitgemäßes **Monitoring** umsetzen und welche **Sicherheitsaspekte** Sie dabei besonders beachten sollten.

26. April

Kubernetes im Unternehmen
als Platform-as-a-Service

3. Mai

Überwachung und
Beschränkung von
Netzwerkverbindungen

10. Mai

Richtlinien im Cluster
durchsetzen

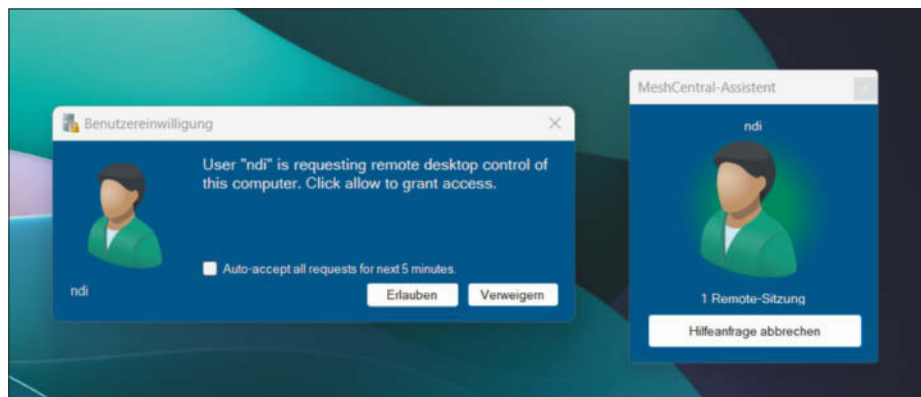
17. Mai

Supply Chain Security

**Kombi-
Rabatt**
beim Kauf von allen
vier Webinaren

Jetzt anmelden und 180 € sparen:
webinare.heise.de/kubernetes-security





Beim MeshCentral-Assistenten hat der Hilfesuchende die volle Kontrolle. Klickt er das Icon im Infobereich der Taskleiste an, benachrichtigt MeshCentral den Helfer in der Weboberfläche.

ware-Agent oder den MeshCentral-Assistent auf den entfernten Geräten müssen, wie bei der Fernhilfe mit RustDesk, keine manuellen Änderungen an einer Firewall vorgenommen werden. Der ehemalige Intel-Mitarbeiter und Hauptentwickler von MeshCentral, Ylian Saint-Hilaire, bezeichnet die Software im GitHub-Repository des Projekts als „full computer management web site“. Administratoren und Nutzer können Gerätegruppen samt ausgeklügelter Rechteverwaltung erstellen. Außer den Remote-Desktop-Funktionen und der On-Demand-Hilfe bietet es auch Terminal- und Dateizugriff. MeshCentral erfasst alle Verbindungen und Aktionen in einem ausführlichen Log, sodass genau nachvollzogen werden kann, wer sich wann mit welchem System verbunden hat. Das Projekt stellt eine Demo-Instanz auf meshcentral.com/login zur Verfügung, mit der Sie die Software ausprobieren können, um zu entscheiden, ob sich die Installation für Sie lohnt.

Anders als bei RustDesk brauchen Sie für die Installation von MeshCentral eine Domain, für die Sie DNS-Einträge vornehmen können. Setzen Sie zunächst einen A-Record, beispielsweise `meshcentral.example.com`, der auf die IP-Adresse Ihres Servers verweist. Wenn es sich um einen frischen Server handelt, installieren Sie zunächst Docker wie oben beschrieben und legen Sie ein Verzeichnis für das Projekt an:

```
mkdir -p ~/meshcentral
```

Für MeshCentral stellen wir ebenfalls eine Docker-Compose-Datei als Container-Bauplan in einem GitHub Repository zur Verfügung, das wir unter ct.de/ywxm ver-

linkt haben. Speichern Sie die Datei im angelegten Verzeichnis und passen dann die Werte im folgenden Ausschnitt an:

```
environment:
  - NODE_ENV=production
  - HOSTNAME=mesh.example.com
  - USE_MONGODB=false
  - REVERSE_PROXY=false
  - REVERSE_PROXY_TLS_PORT=
  - IFRAME=false
  - ALLOW_NEW_ACCOUNTS=false
  - WEBRTC=false
  - ALLOWPLUGINS=false
  - LOCALSESSIONRECORDING=false
  - MINIFY=true
```

Unsere Vorlage nutzt das offizielle MeshCentral-Image und verzichtet auf die optionale MongoDB-Datenbank, die laut Dokumentation nötig ist, sobald man mehr als hundert Rechner verwalten und fernsteuern möchte. Eine alternative Vorlage mit MongoDB-Datenbank finden Sie im GitHub-Repository des Projekts. Tragen Sie beim Punkt `HOSTNAME=` Ihre Domain für MeshCentral ein. Die Werte für `REVERSE_PROXY` und `REVERSE_PROXY_TLS_PORT=` können Sie frei lassen, es sei denn, Sie wollen MeshCentral über einen bestehenden Reverse-Proxy wie zum Beispiel Traefik ausliefern. Wenn Sie MeshCentral mit einem Team benutzen wollen, dann ändern Sie den Wert bei `ALLOW_NEW_ACCOUNTS=` von `false` auf `true` und machen die Änderung rückgängig, wenn alle an Bord sind.

Starten Sie den Container mit dem Befehl `docker compose up -d`. Nach ein bis zwei Minuten können Sie Ihre Domain `meshcentral.example.com` im Browser ansteuern und den Administratoraccount anlegen.

Der Browser meckert jedoch noch wegen des selbst signierten Zertifikats, für das Sie eine Ausnahme hinzufügen müssen.

Praktisch: MeshCentral verfügt über einen eingebauten Mechanismus, um Zertifikate von Let's Encrypt zu besorgen und vor Ablauf automatisch zu verlängern. Wechseln Sie nach dem Start der Zusammenstellung in das Verzeichnis `~/meshcentral/meshcentral-data/data` und bearbeiten mit einem Texteditor Ihrer Wahl die Datei `config.json`, die größtenteils durch die Umgebungsvariablen vorausgefüllt ist. Schlüssel, denen der Unterstrich (`_`) vorangestellt wird, werden von MeshCentral ignoriert. Entfernen Sie die drei Unterstriche im letzten Abschnitt vor `"letsencrypt"`, `"email"` und `"names"`. Tragen Sie Ihre E-Mail-Adresse und Ihre MeshCentral-Domain ein und ändern Sie den Wert des Schlüssels `"production"` von `false` auf `true`:

```
},
"letsencrypt": {
  "email": "mail@example.com",
  "names": "mesh.example.com",
  "production": true
}
```

Speichern Sie die Datei und starten Sie den MeshCentral-Container neu:

```
docker restart meshcentral
```

Nach kurzer Zeit hat MeshCentral ein kostenloses Zertifikat von Let's Encrypt besorgt. Ihr Browser sollte jetzt keine Sicherheitswarnung mehr anzeigen. Den Status des Zertifikats können Sie auch in der MeshCentral-Weboberfläche prüfen. Rufen Sie aus der Seitenleiste auf der linken Seite das Menü „Mein Server“ auf und klicken dann auf den Reiter „Konsole“. Der Befehl `ls` informiert über Speicherort und Ablaufdatum des Zertifikats.

Helfende Hand ausstrecken

Für Fernzugriff und Fernhilfe auf Zielsysteme bietet MeshCentral unterschiedliche Möglichkeiten. Zur Ad-hoc-Hilfe dient der komfortable MeshCentral-Assistent. Der MeshCentral-Agent ist für dauerhaften und unbeaufsichtigten Zugriff gedacht. Auf Zielrechnern mit Intel AMT (Active Management Engine), können Sie sogar am Betriebssystem vorbei auf den Rechner zugreifen. Der braucht dafür einen Prozessor mit Intel-Core-vPro-Features, des-

wegen klammern wir das Thema in dieser Anleitung aus.

Der Assistent ist für die klassische Fernhilfe die beste Wahl, jedoch nur für Windows und nicht für Linux und macOS verfügbar, wo man auf den Software-Agent zurückgreifen muss. Mit ein paar Einstellungen können Sie den Agent immerhin so konfigurieren, dass standardmäßig kein unbeaufsichtigter Zugriff möglich ist, dazu später mehr.

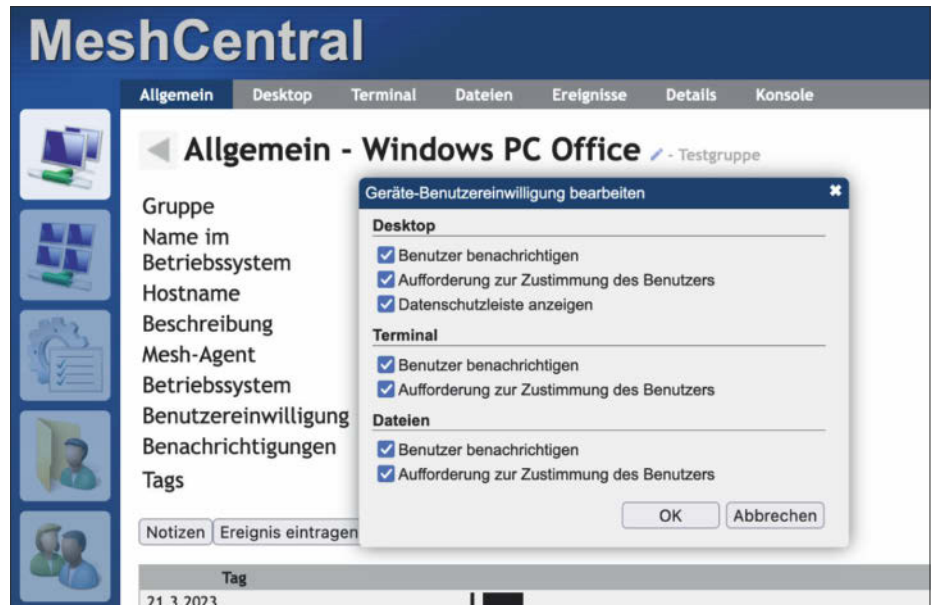
Um Hilfesuchenden den MeshCentral-Assistent zukommen zu lassen, wählen Sie im Menü „Meine Geräte“ zunächst den Eintrag „Gerätegruppe hinzufügen“ und vergeben einen Namen. Die Voreinstellung „Mittels Software Agent verwalten“ ist korrekt, auch wenn Sie den MeshCentral-Assistent zur Ad-hoc-Hilfe benutzen wollen. Klicken Sie dann auf „Einladen“, wählen den Eintrag MeshCentral-Assistent und legen fest, wann der Link ablaufen soll. Den Downloadlink verteilen Sie dann an Nutzer, denen Sie bei PC-Problemen helfen.

Wenn der Nutzer die signierte Datei ausführt, legt der Assistent ein Icon im Infobereich der Windows-Taskleiste ab, über das der Anwender Hilfe anfordern kann. In der Weboberfläche von MeshCentral erscheint dann eine Benachrichtigung und das Gerät taucht in der zuvor angelegten Geräteliste auf. Jetzt kann der Helfer den Desktop steuern, Terminalbefehle abschicken und auf Dateien zugreifen, bis der Hilfesuchende die Schaltfläche „Hilfeanfrage abbrechen“ betätigt. Das Gerät bleibt zwar in der Liste der bekannten Geräte, Zugriff ist aber nicht mehr möglich.

Agenten anleinen

Für Fernhilfe auf Linux- und macOS-Systemen muss der Software-Agent installiert werden, der MeshCentral-Admins und -Nutzern standardmäßig dauerhaften Zugriff auf das System gewährt. Das mag zwar für Remotezugriff auf eigene Rechner prima sein, ist für Ad-hoc-Fernhilfe jedoch ungeeignet und bietet zudem großes Missbrauchspotenzial. Um dem vorzubeugen, können Sie für einzelne Geräte und für ganze Gerätegruppen festlegen, dass der Nutzer am entfernten Rechner explizit den Zugriff auf das System autorisieren muss. Leider funktioniert MeshCentral nicht auf Linux-Systemen, deren Desktop im Wayland-Modus läuft.

Wählen Sie dazu ein Gerät aus der Geräteliste und klicken Sie dann auf „Benutzereinstellung kein(e)“. Hier legen Sie



Sie sollten stets das Einverständnis des Nutzers einholen, bevor Sie auf Desktop, Terminal oder Dateien des Zielsystems zugreifen. Umsichtige Administratoren machen das Einholen der Erlaubnis bei der Fernhilfe gleich zur Pflicht. MeshCentral-Nutzer können die Einstellungen für die Benutzereinstellung dann nicht mehr bearbeiten.

fest, dass Nutzer Zugriff auf Desktop, Terminal und Dateien zustimmen müssen und darüber benachrichtigt werden. Wenn Sie auf Nummer sicher gehen wollen, dann machen Sie diese Regeln für die gesamte MeshCentral-Installation verpflichtend. Dazu fügen Sie der Datei `~/meshcentral-data/data/config.json` folgende Parameter im Abschnitt `domain` hinzu:

```
"userConsentFlags": {
  "desktopnotify": true,
  "terminalnotify": true,
  "filenotify": true,
  "desktopprompt": true,
  "terminalprompt": true,
  "fileprompt": true,
  "desktopprivacybar": true
}
```

Sie müssen den MeshCentral-Container neu starten, damit die Änderungen wirksam werden. Welche Verbindungen MeshCentral-Nutzer zu entfernten Systemen hergestellt haben, können Sie als MeshCentral-Admin im Menü „Meine Ereignisse“ einsehen. Es lassen sich auch Zugriffsberichte für Nutzer, Geräte oder Gerätegruppen erstellen.

Für Angreifer ist eine MeshCentral-Instanz ein lohnendes Ziel, denn die können leicht das Vertrauen missbrauchen, das die Hilfesuchenden Ihnen als PC-Dok-

tor entgegenbringen und so großen Schaden anrichten. Das ist auch den Entwicklern klar, die Möglichkeiten eingebaut haben, den Login der Weboberfläche mittels Zwei-Faktor-Authentifizierung zusätzlich abzusichern. Als Verfahren können Sie zwischen FIDO2 und TOTP (Time-based One-time Password), beispielsweise mit dem Google-Authenticator, wählen. Machen Sie unbedingt davon Gebrauch.

Fazit

Mit RustDesk und MeshCentral stehen Ihnen als PC-Doktor des Vertrauens praktische und kostenlose Werkzeuge zur Seite, bei denen die Daten nicht über fremde Server fließen. Sie tragen jedoch auch die Verantwortung, Ihren Fernhilfe-Server abzusichern und die Software aktuell zu halten. Erlauben Sie beispielsweise nur den SSH-Zugriff mit dem passenden Schlüssel und lassen Sie sich beim Aktualisieren der Container von Watchtower (siehe ct.de/ywxm) unter die Arme greifen.

(ndi@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Jan Mahn, Zu neuen Ufern, Nach dem Hype: Docker verstehen und loslegen, c't 24/2021, S. 146

Dokumentationen der Projekte, GitHub-Repository zum Artikel: ct.de/ywxm



Mehr Power für kleines Geld

Zwei günstige Notebooks mit neuen Low-End-Prozessoren

Bei Billigprozessoren gibt es neue Technik, neue Namen und neue Leistungsregionen. Wir haben zwei Notebooks mit AMDs Ryzen 3 7320U und Intels Core i3-N305 ins c't-Labor geholt und geklärt, was man bei Neugeräten für 550 Euro beziehungsweise 650 Euro bekommt.

Von Florian Müssig

Wer sich nach günstigen Notebooks umsieht, findet grob zwei Klassen: Geräte mit älteren Prozessoren wie der zehnten Core-i-Generation oder den Ryzen-3000-CPUs, die schon seit 2019 auf dem Markt sind. Oder speziell für dieses Marktsegment entwickelte Notebooks, in denen moderne Low-End-Prozessoren mit weniger Rechenleistung stecken – und bei denen tut sich gerade viel.

So kommen dieser Tage die ersten Notebooks wie das 550 Euro teure HP 17 (cp2) auf den Markt, in denen AMDs „Mendocino“ arbeitet. Anders als zu seligen Tagen, wo AMD mit Bobcat und Bulldozer zwei Kernarchitekturen verschiedener Leistungsfähigkeit parallel pflegte,

genügte für diesen Low-End-Prozessor ein Griff ins eigene Archiv: Mendocino nutzt Zen-2-Rechenwerke, die unter anderem die Ryzen-4000-Mobilprozessoren von vor drei Jahren antrieben. Dabei stellt ein Mendocino-Chip maximal vier Kerne bereit statt bis zu acht wie bei Ryzen 4000U.

Den Modellnummern nach gehören Mendocino-Prozessoren wie der Ryzen 3 7320U zur aktuellen Ryzen-7000-Generation. Diese umfasst – anders als früher – mehr als eine Kernarchitektur, was AMD mit einem geänderten Namensschema für seine Mobilprozessoren abfängt. Alle Mendocino-Chips mit Zen 2 haben 7x20er-Modellnummern. Als 7x30 werden CPUs mit Zen-3-Kernen bezeichnet, was einem Re-

fresh der Ryzen-6000-Generation entspricht. Und die Speerspitze mit brandneuen Zen-4-Kernen trägt 7x40er-Modellnummern – solche (hochpreisigen) Notebooks lassen aber noch auf sich warten.

Enthybridisierung

Intel wiederum hat sich seit dem ersten Atom-Prozessor durchgehend den Luxus geleistet, zwei CPU-Architekturen getrennt voneinander zu entwickeln – und konnte das auch, weil der Chipriese viel höhere Stückzahlen als Hauptkonkurrent AMD produziert. Zudem profitierte letztlich auch die Hauptschiene von den Low-End-Kernen: Seit der zwölften Core-i-Generation alias „Alder Lake“ enthalten Core-i-Prozessoren nicht mehr nur leistungsstarke „Performance“-Rechenkerne (P-Kerne), sondern haben für mehr Multithreading-Leistung etliche Effizienzkerne (E-Kerne) hinzubekommen. Letztere sind just die vormals separat entwickelten Low-End-Kerne.

Für schwache Prozessoren, die in günstigen Notebooks werkeln sollen, ist das Hybriddesign allerdings zu aufwendig und zu teuer. Intel macht bei den neuen Low-End-Prozessoren für 2023 deshalb eine Rolle rückwärts und lässt dort die P-Kerne wieder weg. Der interne Codename für die 2023er-Low-End-CPU, die wie gehabt ein „N“ in den offiziellen Modellbezeichnungen tragen, lautet wenig originell „Alder Lake-N“. Das „N“ stand ursprünglich für Netbook, also die Geräteklasse, die vor über zehn Jahren mal ein Hype war.

Wie AMD konnte Intels Marketingabteilung nicht die Finger vom etablierten Namensschema lassen. Die altgedienten Familiennamen Celeron und Pentium

werden mit dieser Chipgeneration (erneut) beerdigt, sodass es jetzt nur noch CPUs ohne Familiennamen und ein Core-i-Topmodell gibt. Letzteres ist der Core i3-N305 mit acht E-Kernen, der unter anderem im hier getesteten 650-Euro-Notebook Acer Aspire 3 Spin 14 (A3SP14-31) arbeitet. Schwächere CPU-Varianten hören ausschließlich auf Modellnummern wie N200, N100, N97 oder N50; sie haben nur vier oder zwei CPU-Kerne.

Leistungssprung

Dass die Prozessoren Core i3-N305 und Ryzen 3 7320U als Low-End bezeichnet werden, ist der Tatsache zuzuschreiben, dass es weiter oben eben noch viel stärkere Mobilprozessoren gibt. Absolut betrachtet liefern die CPU-Neulinge viel mehr Performance, als ihre Klassifizierung vermuten lässt: Der Core i3-N305 ist grob doppelt so flott wie sein direkter Vorgänger Pentium Silver N6000.

Zur Einordnung: Schon letzterer liefert im Cinebench in etwa die Rechenleistung, die ein älteres Notebook mit Doppelkernprozessoren der sechsten Core-i-Generation (Skylake) aus dem Jahre 2015 bereitstellt. Der neue Core i3-N305 hängt seinerseits Quadcores der zehnten Core-i-Generation (Ice Lake) ab – und damit die meisten Notebooks, die 2019 und früher auf den Markt gekommen sind. Nicht vergessen: Das sind die Geräte, die zu Beginn der Coronapandemie weit verbreitet waren und während der Lockdowns das digitale Rückgrat der Gesellschaft gebildet haben.

AMDs Ryzen 3 7320U steht minimal besser da: Er erzielt mit halb so vielen, jeweils stärkeren Kernen in etwa dasselbe Multithreading-Niveau wie der Achtker-

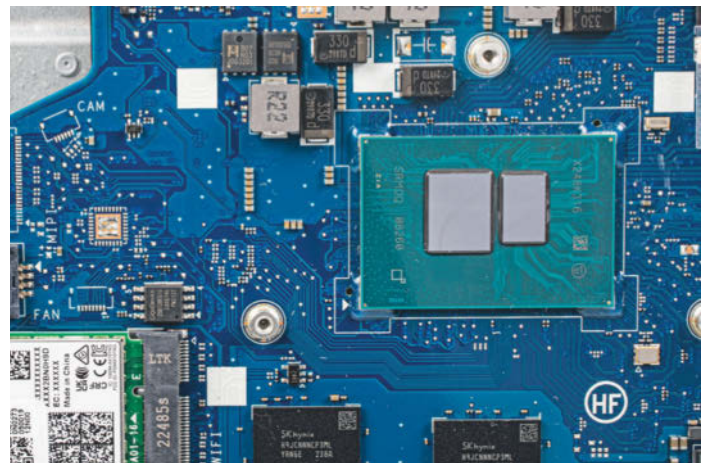
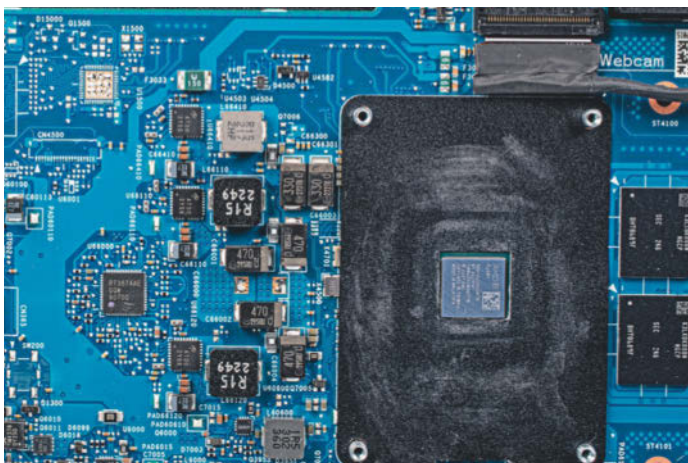
ner Core i3-N305, bewältigt jedoch Single-threading-Aufgaben deutlich schneller. Dadurch reagiert das System etwas flotter auf Eingaben, und Browserseiten bauen sich etwas flotter auf – nicht so rasant wie bei aktuellen teureren Notebooks, aber ebenso flott wie bei High-End-Geräten von vor ein paar Jahren.

So beachtlich der 2023er-Leistungssprung bei Low-End-Prozessoren ist: Mit viel weniger hätten AMD und Intel nicht anzukommen brauchen. AMD hat die Leistungsfähigkeit von Notebooks schließlich seit 2020 mit Acht- statt Vierkernern schlagartig auf ein neues Niveau gehoben und Intel fand 2022 mit den Hybridprozessoren der Alder-Lake-Generation die passende Antwort darauf. So halten Core i3-N305 und Ryzen 3 7320U einfach nur den bislang üblichen Abstand auf die stärkeren Notebookprozessoren der Jahrgänge 2022 und 2023.

Hitzköpfe

Beide CPU-Hersteller gönnen den hier vertretenen Low-End-Prozessoren bis zu 15 Watt Thermal Design Power (TDP). So viel Abwärme lässt sich auch mit günstigen Kühlsystemen problemlos abführen: Die Lüfter der beiden hier getesteten Notebooks rauschen nicht übermäßig laut, bleiben aber auch nicht völlig unauffällig. Das ist ein großer Unterschied zu Notebooks und Tablets mit älteren Low-End-Prozessoren wie dem Pentium Silver N6000, der mit nur 6 Watt spezifiziert war: Er ließ sich noch passiv und damit durchgängig lautlos kühlen.

Günstige, durchgängig lautlose Mobilgeräte lassen sich nur mit Alder-Lake-N-Versionen wie dem Vierkerner N200



AMDs Ryzen 3 7320U besteht aus einem einzigen Die (links), während Intel den Core i3-N305 aus zwei Chips zusammensetzt (rechts).



Acer Aspire 3 Spin 14 (A3SP14-31)

Das Aspire 3 Spin 14 (A3SP14-31) ist ein Hybridnotebook mit 360-Grad-Scharnieren und Touchscreen, das auch als Tablet fungiert. Mit rund 1,6 Kilogramm zieht der 14-Zöller als Tablet aber heftig am Arm – selbst wenn man das Gerät nicht frei in der Hand hält, sondern zur Unterstützung auf einem Unterarm ablegt.

In beiden Nutzungsmodi bringt das Bildschirmseitenverhältnis von 16:10 einen Mehrwert: Als Tablet ist es breiter und als Notebook höher als ein 16:9-Panel. Der Touchscreen spiegelt; an hellen Tagen muss man deshalb mitunter einen anderen Raum aufsuchen, weil die Hintergrundbeleuchtung sonst nicht ausreicht, um Reflexionen der Umgebung zu überstrahlen. Der Bildschirm lässt sich per Finger oder Stift bedienen. Letzterer gehört nicht zum Lieferumfang: Der Active Stylus kostet 40 Euro extra.

Acers Webseite stellt für das Aspire 3 Spin 14 (A3SP14-31) bis zu 1 TByte SSD-Speicherplatz in Aussicht, doch bei Redaktionsschluss war das Gerät ausschließlich in der hier getesteten 650-Euro-Version mit 512er-SSD erhältlich. Mehr als 8 GByte Arbeitsspeicher sind nicht vorgesehen und lassen sich auch nicht selbst aufrüsten.

Der Tastatur fehlt eine Tastenbeleuchtung; am Tippgefühl gibt es nichts zu mäkeln. Der Cursorblock wurde in eine Zeile gequetscht, die Enter-Taste ist hingegen vorbildlich zweizeilig ausgeführt. Das Touchpad ist nicht riesig, doch die Abmessungen genügen, um Gesten mit mehreren Fingern auszuführen.

Der Lüfter übersteht kurze Lastspitzen ohne Aufheulen; bei anhaltender Rechenlast rauscht er mit bis zu 1 sone. Wer das Notebook häufig am Netzteil betreibt, kann den Ladestand begrenzen, damit der Akku weniger altert.

- 👆 dockingfähige USB-C-Buchse
- 👆 Touchscreen im 16:10-Format, ...
- 👇 ... aber spiegeln
- 👇 Stift kostet Aufpreis

Preis Testgerät: 650 Euro



HP 17 (cp2)

HPs Einstiegsnotebooks haben keine Familiennamen, sondern hören lediglich auf eine Größenangabe (die in diesem Fall auf den 17,3-Zoll-Bildschirm hindeutet) und eine Baureihenbezeichnung. Die Baureihe „cp2“ mit AMDs Mendocino-Chip umfasste bei Redaktionsschluss acht Konfigurationen in zwei Gehäusefarben, die teilweise exklusiv an gewisse Händler gebunden sind. Mit 256er-SSD, Ryzen 3 7320U und niedriger Bildschirmauflösung (1600 × 900 Pixel) beginnen die Preise bei 500 Euro. Topmodelle mit 512 GByte Speicherplatz, minimal schnellerem Ryzen 5 7520U und 1920er-Bildschirm kosten bis zu 650 Euro. In letzterem Fall sind 16 statt wie beim Testgerät 8 GByte Arbeitsspeicher an Bord. Nachträgliches Aufrüsten ist nicht möglich.

Gemäß uns vorliegenden Datenblättern haben alle Ausstattungsvarianten dieselben Einschränkungen, die uns beim Testgerät störend aufgefallen sind. Es gibt also immer ein WLAN-Modul, das lediglich gemäß betagtem Wi-Fi-5-Standard funkt. Alle USB-Buchsen liefern nur USB-3.0-Geschwindigkeit (5 Gbit/s), obwohl der Prozessor 10 Gbit/s könnte. Die USB-C-Buchse gibt weder DisplayPort-Signale aus noch nimmt sie Strom entgegen. Und wer das Notebook überwiegend am Netzteil betreibt, was bei einem 17-Zöller nicht unwahrscheinlich ist, muss damit leben, dass der Akku überproportional altert: Eine Option zur Begrenzung des Ladestands hat HP nicht vorgesehen. Sinnvoller ist es da, das Notebook ohne Netzteil zu nutzen: Wir haben Akkulaufzeiten von mehr als 14 Stunden gemessen, sodass es einen Tag Büroarbeit auch ohne Kabelspeisung übersteht.

Auf der Habenseite des HP 17 (cp2) steht ein großes, mattes und blickwinkelunabhängiges Display. Es hat zwar 16:9-Format, doch bei dieser Diagonale ist das nicht so schlimm wie bei kompakteren Notebooks (freilich wäre 16:10 auch hier schöner). Excel-Fans freuen sich über den separaten und vier-spaltig ausgeführten Ziffernblock der Tastatur. In ihrem Hauptfeld sind sowohl die Enter-Taste als auch der Cursor-Block in eine Zeile gequetscht, was Training erfordert; Anschlag und Tastenhub überzeugen. Der Lüfter hält sich zurück; erst bei längerer Last dreht er auf bis zu 1,2 sone auf.

- 👆 matter Bildschirm
- 👆 Tastatur mit Ziffernblock
- 👇 USB-C-Buchse langsam und nicht ladetauglich
- 👇 schwaches WLAN-Modul

Preis Testgerät: 550 Euro

realisieren. Seine geringere TDP und die im Vergleich zum Core i3-N305 halbierte Kernanzahl bedeuten aber auch, dass der N200 zwangsläufig viel weniger Rechenleistung liefert. Das macht das Gesamtpaket deutlich unattraktiver, sodass wir davon ausgehen, dass man schwächere Alder-Lake-N-Modelle (siehe Tabelle unten) hierzulande kaum antreffen wird.

Die ersten lieferbaren Geräte stützen diese These: Acer verkauft das Aspire 3 Spin 14 nur in einer Variante mit Core i3-N305. Gleiches gilt für das (hier nicht getestete) IdeaPad 3 Slim (15IAN8): Lenovo bietet es in Deutschland sowie in vielen anderen Regionen ausschließlich mit Core i3-N305 an und sieht schwächere Ausstattungsvarianten mit N100 und N200 nur für wenige Märkte wie Aserbaidshan, Bulgarien und Lateinamerika vor.

Grafisches

Sowohl Mendocino als auch Alder Lake-N enthalten Grafikeinheiten, die eng mit denen stärkerer Mobilprozessoren verwandt sind. Sie wurden jedoch beschnitten: Die UHD-Einheit im Core i3-N305 bietet lediglich 32 Execution Units (EUs) statt bis zu 96 (Iris Xe), die Radeon 610M im Ryzen 3 7320U lediglich 2 Compute Units (CUs) statt bis zu 12 (Radeon 680M). Rudimentäre 3D-Darstellungen wie Google Earth sind damit drin, doch von allem anderen sollte man sich gedanklich verabschieden: Selbst Spiele mit anspruchsvoller 3D-Grafik auf niedrigem Detailgrad ruckeln.

Insofern ist es reine Makulatur, dass die mit RDNA2-Technik ausgestattete Radeon 610M Raytracing-Effekte unterstützt – was AMD auch selbst zugibt: Die Funktion ist nur deshalb dringeblichen, um die Treiberentwicklung zu vereinheitlichen. Das hilft Kunden immerhin indirekt: Bei einer Sicherheitslücke oder einem Bug kann man den regulären Treiber installieren und muss nicht warten, bis ein Extratreiber erscheint. Die Erfahrung zeigt schließlich, dass es um den langfristigen Support bei günstigen Low-End-Plattformen nicht zum allerbesten bestellt ist, wenn dafür Sonderlocken notwendig sind ...

Wichtiger als 3D dürfte im Alltag die integrierte Videoeinheit sein, die alle gängigen Codecs energieeffizient berechnet, wodurch die CPU-Kerne und der Lüfter schlafen können. Den Videoeinheiten fehlen zwar neuste Errungenschaften wie der AV1-Encoder, den Intels Arc- und AMDs



Die USB-C-Buchse von Acers Aspire 3 Spin 14 (oben) transferiert Daten mit 10 Gbit/s, gibt DisplayPort-Signale aus und nimmt Netzteile entgegen. Die USB-C-Buchse am HP 17 (unten) beherrscht hingegen ausschließlich 5-Gbit/s-USB.

RDNA3-GPUs mitbringen, aber dieser fehlt auch den integrierten Grafikeinheiten aller 2022er und der meisten anderen 2023er-Mobilprozessoren noch.

Alle weiteren Funktionen, die AMD und Intel in den beiden System-on-Chip-Designs (SoC) vorsehen, haben in der Praxis wenig Relevanz, wenn die Notebookhersteller sie brachliegen lassen. Mendocino beherrscht anders als Alder Lake-N beispielsweise PCIe 4.0, doch die SSD, die HP in sein Notebook einbaut, ist nur halb so schnell wie die per PCIe 3.0 angebundene SSD, die Acer verwendet.

An der Kapazität gibt es mit jeweils 512 GByte nichts zu motzen. Sie zeigt vielmehr, dass es gaga ist, wenn manche dreimal so teuren Edelnotebooks noch mit 256er-SSDs daherkommen. Irrsinnige Aufpreise für mehr Speicherplatz haben dort jedenfalls nichts mit realen Komponentenkosten zu tun.

Oh weh, oh weh – USB-C

Bei den USB-Funktionen unterscheiden sich die Kandidaten deutlich: Beide SoCs beherrschen zwar USB-Transferraten von 10 Gbit/s (USB 3.1), doch das HP-Notebook lieferte in unseren Tests an sämtlichen Buchsen höchstens 5 Gbit/s (USB 3.0). Bei HP spricht die USB-C-Buchse

obendrein nur USB, während die am Acer-Notebook auch DisplayPort-Signale ausgibt und Strom entgegennimmt.

Beiden Notebooks liegen Netzteile mit proprietären Rundsteckern bei. Das ist unzeitgemäß und bei Acer obendrein unverständlich, verstößt aber nicht einmal gegen den von der EU-Kommission ab 2026 angestrebten USB-C-Zwang für Notebooks: Die gesetzliche Vorgabe ist unserem Verständnis nach befriedigt, wenn Laden per USB-C generell möglich ist.

Beide Notebooks bieten 8 GByte aufgelöteten LPDDR5-Arbeitsspeicher. AMDs Mendocino lässt sich grundsätzlich nur mit diesem Speichertyp kombinieren. Doch auch bei Intel ist es fraglich, ob man künftig viele günstige Systeme mit gesteckten DDR4- oder DDR5-Modulen vorfinden wird. Es ist für die Hersteller einfacher und billiger, alles in einem Arbeitsschritt aufzulöten, statt einen Steckplatz vorzusehen und diesen in einem weiteren Schritt zu bestücken.

Man darf obendrein zwei handfeste Vorteile nicht vergessen: LPDDR5-Speicher liefert eine höhere Datentransferrate als gesteckte Speichermodule und arbeitet energieeffizienter, was der Akkulaufzeit zugutekommt. Diese kann sich durchaus sehen lassen: Das Acer Aspire 3 Spin 14 hat

Low-End-Prozessoren für günstige Notebooks

Modell	Kerne / Threads	Takt / Turbo	iGPU	GPU-Takt	TDP
AMD Mendocino					
Ryzen 5 7520U	4 / 8	2,8 / 4,3 GHz	Radeon 610M (2 CUs)	bis 1,9 GHz	15 W
Ryzen 3 7320U	4 / 8	2,4 / 4,1 GHz	Radeon 610M (2 CUs)	bis 1,9 GHz	15 W
Athlon Gold 7220U	2 / 4	2,4 / 3,7 GHz	Radeon 610M (2 CUs)	bis 1,9 GHz	15 W
Intel Alder Lake-N					
Core i3-N305	8 / 8	1,8 / 3,8 GHz	UHD (32 EUs)	bis 1,25 GHz	15 W
Core i3-N300	8 / 8	k.A. / 3,8 GHz	UHD (32 EUs)	bis 1,25 GHz	7 W
N200	4 / 4	1,0 / 3,7 GHz	UHD (32 EUs)	bis 0,75 GHz	6 W
N100	4 / 4	1,0 / 3,4 GHz	UHD (24 EUs)	bis 0,75 GHz	6 W
N97	4 / 4	k.A. / 3,6 GHz	UHD (24 EUs)	bis 1,2 GHz	12 W
N95	4 / 4	k.A. / 3,4 GHz	UHD (16 EUs)	bis 1,2 GHz	12 W
N50	2 / 2	k.A. / 3,4 GHz	UHD (16 EUs)	bis 0,75 GHz	6 W

in unseren Tests bis zu 12 Stunden durchgehalten, das HP 17 sogar über 14 Stunden.

Das Acer-Notebook hat einen spiegelnden Touchscreen im 16:10-Format, das HP-Gerät ein mattes Display im niedrigeren Seitenverhältnis 16:9. Beide sind blickwinkelunabhängige IPS-Panels, die mit maximal 200 cd/m² strahlen – ausreichend für Innenräume, aber weniger gibt es bei Neugeräten auch gar nicht mehr. Komfortfunktionen wie Windows Hello oder Tastaturbeleuchtung fehlen den Kandidaten. Beide haben Single-Stream-WLAN-Module, wobei das von Acer immerhin Wi-Fi 6 spricht, das von HP aber nur betagtes Wi-Fi 5 beherrscht.

Fazit

Core i3-N305 und Ryzen 3 7320U heben das Segment der Low-End-Prozessoren auf ein neues Leistungsniveau. Die beiden damit bestückten Erstlinge Acer Aspire 3 Spin 14 und HP 17 tummeln sich allerdings in Preisgefilden, in denen man vor Corona bereits einfach ausgestattete Notebooks mit Core i5 beziehungsweise Ryzen 5 aus normalen und dennoch aktuellen CPU-Baureihen bekommen hat. Solche Spielarten wird es angesichts der globalen Wirtschaftsverwerfungen und Lieferengpässe der letzten Jahre auf absehbare Zeit wohl nicht mehr geben. Die Mittelklasse geht inzwischen erst bei 800 Euro so richtig los;

in höheren Ausstattungsvarianten kosten dieselben Notebooks dann vierstellige Preise.

Das 550 Euro teure HP 17 taugt als Arbeitsgerät mit großem, mattem Bildschirm, lässt aber sämtliches USB-C-Potenzial liegen. Acer spendiert dem kompakteren Aspire 3 Spin 14 eine dockingfähige USB-C-Buchse, einen Touchscreen im besseren 16:10-Format und ein flotteres WLAN-Modul, kostet aber eben auch gleich einen Hunderter mehr. Bei beiden bekommt man außer einer alltags-tauglichen Rechenleistung bereits viel SSD-Speicherplatz für wenig Geld.

(mue@ct.de) **ct**

Notebooks mit Low-End-Prozessoren: Daten und Testergebnisse

Modell	Acer Aspire 3 Spin 14 (A3SP14-31)	HP 17 (cp2)
getestete Konfiguration	A3SP14-31PT-37VD	cp2136ng
Lieferumfang	Windows 11 Home, Netzteil	Windows 11 Home, Netzteil
Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)		
HDMI / DisplayPort / Kamera (Hello)	L / – / ✓ (–)	L / – / ✓ (–)
USB / LAN / Klinke	2 × L (1 × Typ C), 1 × R / – / R	2 × L (1 × Typ C), 1 × R / – / L
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	– / L / –	– / R / –
USB-C: 40 Gbit/s / 10 Gbit/s / DisplayPort / Laden	– / ✓ / ✓ / ✓	– / – / – / –
Ausstattung		
Display	14,1 Zoll (35,8 cm), 1920 × 1200, 16:10, 161 dpi, 60 Hz, 13 ... 201 cd/m ² , spiegelnd, IPS, Touch	17,3 Zoll (44 cm), 1920 × 1080, 16:9, 127 dpi, 60 Hz, 13 ... 217 cd/m ² , matt, IPS
Prozessor	Intel Core i3-N305 (8 E-Kerne)	AMD Ryzen 3 7320U (4 P-Kerne)
Hauptspeicher	8 GByte LPDDR5	8 GByte LPDDR5
Grafikchip (Speicher)	Intel UHD (vom Hauptspeicher)	AMD Radeon 610M (vom Hauptspeicher)
Sound	Realtek ALC256	Realtek ALC236
LAN / WLAN	– / Intel AX101 (Wi-Fi 6, 1 Stream)	– / Realtek RTL8821CE (Wi-Fi 5, 1 Stream)
Mobilfunk / Bluetooth	– / Intel (5.2)	– / Realtek (4.2)
Touchpad (Gesten) / Fingerabdruckleser	HID (max. 4 Finger) / –	HID (max. 4 Finger) / –
SSD	Micron 2450 (512 GByte)	Samsung PM991a (512 GByte)
Gewicht, Maße, Stromversorgung		
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,56 kg / 32 cm × 22,5 cm / 2,1 ... 2,4 cm	2,05 kg / 40,1 cm × 25,8 cm / 2,1 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster / Beleuchtung	1,5 cm / 19 mm × 18,5 mm / –	1,4 cm / 18,5 mm × 18,5 mm / –
Akku (Ladestopp < 100% einstellbar)	40 Wh Lithium-Ionen (✓)	41 Wh Lithium-Ionen (–)
Netzteil (Notebookzuleitung abnehmbar)	45 W, 267 g (–)	45 W, 281 g (–)
bei USB-PD: 5 / 9 / 12 / 15 / 20 Volt mit ...	–	–
Leistungsaufnahme		
Suspend / ausgeschaltet	0,5 W / 0,3 W	0,3 W / 0,3 W
ohne Last: Display aus / 100 cd/m ² / max.	1 W / 4,7 W / 5,4 W	1,4 W / 4,2 W / 5,7 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	38 W / 13,3 W / 19 W	34 W / 9,1 W / 18 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	47 W / 0,57	45 W / 0,54
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks		
Laufzeit Idle (100 cd/m ²) / Video (200 cd/m ²) / 3D (max.)	12,2 h / 5,7 h / 3 h	14,5 h / 7,4 h / 3 h
Ladestand nach 1 h Laden	66 %	67 %
Geräusch ohne / mit Rechenlast	<0,1 sone / 1 sone	<0,1 sone / 1,2 sone
Massenspeicher lesen / schreiben	3281 / 2919 MByte/s	1684 / 1501 MByte/s
WLAN 6 GHz / 5 GHz / 2,4 GHz (20m)	– / 205-218 / 106-209 Mbit/s	– / 133-163 / 100-105 Mbit/s
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 99,9 dBA	⊕ / 92 dBA
Cinebench R23 Rendering (1T / nT)	990 / 4636	1111 / 4944
Geekbench 5 (Single / Multi)	1061 / 5042	1027 / 3687
3DMark: Night Raid / Fire Strike / Time Spy	8296 / 1986 / 695	7128 / 1571 / 578
Preis und Garantie		
Straßenpreis Testkonfiguration	650 €	550 €
Garantie	2 Jahre	1 Jahr
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe		

Digitalisierung leicht gemacht!

**SONDERPREISE
für Abonnenten**

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.



c't Jahrgang 2022

Alle **27 Ausgaben** des c't Magazins 2022 in digitaler Fassung.

Archiv-DVD	24,90 €
Archiv-Stick (32 GB)	34,90 €

c't Gesamtarchiv 1983–2022

Das komplette Archiv des c't Magazins von **1983 bis 2022**. Holen Sie sich 40 Jahre IT-Geschichte mit allen redaktionellen Inhalten bis 2022 nach Hause.

2× Blu-ray	99,90 €
Archiv-Stick (64 GB)	139,90 €



iX Jahrgang 2022

13 digitale Ausgaben des iX-Magazins 2022 mit allen redaktionellen Beiträgen.

Archiv-DVD	24,90 €
Archiv-Stick (32 GB)	34,90 €

iX Gesamtarchiv 1988–2022

35 Jahrgänge des Magazins für professionelle Informationstechnik, der Pflichtlektüre des professionellen IT-Anwenders.

2× Archiv-DVD	79,90 €
Archiv-Stick (32 GB)	109,90 €



MIT Technology Review Jahrgang 2022

8 digitale Ausgaben des Magazins MIT Technology Review 2022 mit allen redaktionellen Inhalten.

Archiv-DVD	24,90 €
------------	---------

MIT Technology Review Gesamtarchiv 2003 – 2022

20 Jahrgänge der Technology Review zusammengefasst auf zwei DVDs.

2× Archiv-DVD	59,90 €
---------------	---------



Make Gesamtarchiv 2011-2022

Das komplette Archiv mit **66 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/archive22

Volle Video-kontrolle

Adapter verwandelt iOS-Gerät in HDMI-Monitor und -Recorder



Bei professionellen Videoaufnahmen sind externe, tragbare und akkubetriebene Kontrolldisplays, die das Kamerabild live anzeigen, gang und gäbe. Accsoons SeeMo macht iPhones und iPads zu solchen „HDMI-Feldmonitoren“, die sogar aufnehmen, streamen und weitere Tricks beherrschen. Das Ergebnis kann sich sehen lassen.

Von Nico Jurrán

Über HDMI-Feldmonitore (auch Kameramonitore genannt) sehen Filmer das von der Kamera eingefangene Videobild in Echtzeit. Dies ist nicht nur hilfreich bei komplexen Szenen, die eine präzise Komposition und Ausleuchtung erfordern: Ihre größeren Anzeigeflächen offenbaren auch Details, die auf den kleineren Kameradisplays untergehen. Und schließlich sind sie ein Segen, wenn die Kamera an einer schwer zugänglichen Position steht, sodass man nur mit Mühe auf deren Monitor schauen kann.

Doch so sinnvoll mobile Kontrollmonitore sind, so sehr belasten sie das Budget: Für Geräte bekannter Hersteller wie Atomos zahlt man schnell 330 Euro und mehr. Mancher Filmer wünscht sich da eine preiswerte Alternative – und fragt sich vielleicht, ob er nicht einfach Smartphones mit großem Display oder Tablets als Feldmonitore einspannen kann.

Apple ermöglicht dies tatsächlich bei iPhones und iPads, allerdings benötigt man dafür einen speziellen Adapter mit MFI-Zertifizierung („Made for iPhone /

iPad“) – wie den „Accsoon SeeMo“: Das 190 Euro teure Kästchen wandelt HDMI-Videosignale ohne HDCP-Kopierschutz sowohl von Video- und Fotokameras als auch von Spielkonsolen so um, dass sie sich in iOS-Geräte einspeisen lassen. Für die letzte Strecke steht ein USB-C-Ausgang bereit, an den sich ein iPad Pro mit USB-C-Port direkt anschließen lässt. Für iPhones und iPads mit Lightning-Port liegt ein passender Adapter bei.

Die zweite Komponente ist die kostenlose iOS-App „Accsoon See“. Sie zeigt nicht nur das Live-Bild auf dem iOS-Geräte an, sondern schneidet das eingespeiste Videosignal auf Wunsch gleich mit beziehungsweise streamt es an Dienste wie YouTube, Facebook, Bilibili oder einfach

per RTMP. Hinsichtlich des Funktionsumfangs spielt die Kombi damit in einer Liga mit kombinierten Feldmonitoren und -recodern für über 500 Euro.

Unterwegs mit dem SeeMo

Der SeeMo kommt mit abnehmbarer iPhone-Halterung inklusive ¼-Zoll-Gewindebohrung, zudem liefert der Hersteller einen Blitzschuhadapter mit. So passt der SeeMo samt Handy sowohl direkt auf Foto- und Videokameras als auch auf Rigs und separate Stative. Für iPads bietet Accsoon Rahmen mit Halterungen für den SeeMo in unterschiedlichen Größen als Zubehör an.

Passend zum mobilen Einsatz bezieht der Adapter Strom von einem Akku im Standardformat NP-F, der in eine Halterung auf der Rückseite des SeeMo kommt. Ein NP-F 970 reicht für bis zu acht Stunden Betrieb, vier LEDs am Adapter geben Auskunft über den aktuellen Ladestand. Leider dürfte nicht jedem Interessenten klar sein, dass Accsoon keinen Akku mitliefert und der Adapter auch keinen Netzstromanschluss bereitstellt. Käufer müssen also einen Akku samt Ladegerät oder ein Dummy-Akku-Netzteil für je rund 50 Euro mit einplanen.

Der SeeMo gibt selbst wiederum 5-Volt-Strom über einen USB-C-Ausgang aus, um parallel etwa einen Funkmikrofon-Empfänger zu versorgen. Auch ein per USB-C angeschlossenes iPad Pro lädt er (mit 1,5 Ampere) automatisch auf. Leider fanden wir keine Möglichkeit, letztere Funktion zu deaktivieren, um Strom für den SeeMo zu sparen. Ein mit dem Lightning-Adapter angeschlossenes iPhone oder iPad wird nicht aufgeladen – offenbar sieht Apple dies nicht vor, wenn der Port als Videoeingang läuft. So gilt es, die Akku-Anzeige in der Accsoon-App im Auge zu behalten.



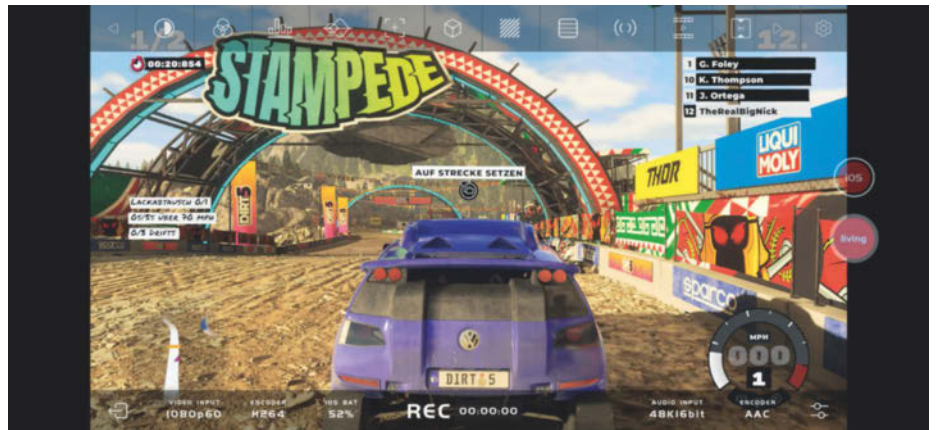
Der SeeMo bringt eine Halterung samt Kaltschuhadapter mit, mit der sich ein iPhone als Kontrollmonitor auf jede Kamera montieren lässt.

Im direkten Vergleich

Nun stellt sich die Frage, ob die Kombination aus SeeMo und iOS-Gerät mit einem Feldmonitor mithalten kann. Hinsichtlich der Verzögerung, mit der das Bild auf dem Display landet, ist dies seit Accsoons letztem Firmware-Update auf Version 1.4 (wird über die App eingespielt) zu bejahen: Im Test kam das Bild über den Adapter selbst auf älteren iPad Pros und iPhones maximal 80 Millisekunden später an als auf einem Atomos Ninja V – was in der Praxis vernachlässigbar ist. Die Kombi aus SeeMo und iOS-Gerät eignet sich damit auch als Recorder und Streamer für Let's-Play-Videos von Videospielen.

Mit UHD-Signalen kommt der SeeMo im Unterschied zu teureren Feldmonitoren hingegen nicht zurecht. Vielmehr nimmt er maximal Full HD (1080p) mit 60 Hertz Bildwiederholrate entgegen und gibt das Signal auch so an iPhone und iPad weiter. Das ist bedauerlich, laut Accsoon schränkt Apple die Auflösung künstlich ein, obwohl aktuelle iOS-Geräte UHD verarbeiten könnten. Allerdings muss man sich klarmachen, dass selbst Feldmonitore wie Atomos Shogun Connect für über 1150 Euro zwar UHD-Signale annehmen, aber auch nur einen Bildschirm mit einer Auflösung von 1920 × 1200 Pixeln besitzen.

Als Ausgleich kann die See-App das Videobild bis auf das Vierfache vergrößern. So lässt sich auch am iPhone die Schärfe überprüfen. Und die Anwendung bringt noch eine Reihe weiterer nützlicher Funktionen mit, darunter ein Histogramm, verschiedene einblendbare Hilfslinien (etwa für Cinemascope-Aufnahmen)



Das auf dem iPhone oder iPad übertragene Bild von einer Kamera oder einer anderen HDMI-Quelle lässt sich über die „Accsoon See“-App nicht nur anschauen, sondern unter anderem auch mitschneiden und streamen.

men) und ein Level Meter in Stereoausführung. Ebenso lässt sich das Bild spiegeln oder für anamorphe Objektive entzerren. Screenshots und die angesprochenen Videomitschnitte fertigt die App auf Knopfdruck an. Für Letztere bringt sie einen H.264-Videoencoder mit wählbarer Datenrate (0,5 bis 30 MBit/s) mit. Der Ton wird in Stereo mit 48 kHz und 16 Bit AAC-kodiert gespeichert.

Heraus sticht noch ein Feature, das man sonst nur bei guten HDMI-Feldmonitoren findet: die Möglichkeit, sogenannte Lookup-Tables (LUTs) einzubinden, wie sie in der Postproduktion verwendet werden, um Log-Aufnahmen zu verarbeiten beziehungsweise das Aussehen von Videos zu verändern (siehe auch c't 1/2018, S. 130). Der Filmer sieht also bereits, wie das Bild am Ende aussehen wird – und kann etwa die Beleuchtung daran anpassen. Accsoon lie-

fert LUTs für eine Reihe bekannter Kameras mit, eigene Lookup-Tables lassen sich einfach importieren und anwenden, wenn sie im üblichen CUBE-Format vorliegen.

Fazit

Der HDMI-iOS-Adapter von Accsoon wirkt auf den ersten Blick etwas spröde, offenbart aber bei längerer Nutzung mehr und mehr spannende Möglichkeiten.

Würde der SeeMo nur iPhones und iPads in einfache HDMI-Monitore verwandeln, wäre er recht teuer. Doch der Hersteller schafft es, Filmern über die zugehörige App ein ganzes Set an Werkzeugen bereitzustellen, mit denen sich auch ambitionierte Projekte umsetzen lassen. Hinzu kommen die Aufnahme- und die Streamingfunktion, die das Einsatzgebiet auch in Richtung Videoblogging erweitern. Alles in allem erreicht Accsoon damit ein semiprofessionelles Level, das den Preis des SeeMo voll rechtfertigt. (nij@ct.de) **ct**



Accsoon bietet als Zubehör Cages für iPad, iPad Air und iPad Pro an, die auf der Rückseite mit einer Halterung ausgerüstet sind, in die der SeeMo samt Akku Platz findet. Über seinen 5-Volt-Ausgang kann der Adapter das Tablet dann gleich mit Strom versorgen.

Accsoon SeeMo

HDMI-iOS-Adapter	
Hersteller, URL	Accsoon, accsoon.com
Auflösungen Eingabe	1080p 60/59,94/50/30/39,97/25/24/23,98 fps; 720p 60/59,95/50 fps
Auflösungen Ausgabe	1080p 60/50/30/25/24 fps; 720p 60/50 fps
Anschlüsse	Eingänge: HDMI; Ausgänge: USB-C-Video, USB-C-Strom (5 Volt / 1 Ampere)
Systemanf.	iPhone oder iPad mit iOS ab 12.0
Stromversorgung	Akku NP-F550/F750/F970 (6,6 bis 8,4 Volt), nicht im Lieferumfang
Lieferumfang	Halterung für iPhone (mit einer Breite von 65 bis 90 mm), USB-C-Kabel, Adapter USB-C auf Lightning, Kaltschuhadapter, Bedienungsanleitung
Maße, Gewicht	50 mm × 39 mm × 80 mm, 75 g
Preis	189 €



Mehr als Kameras

Smartphones Xiaomi 13 Lite, 13 und 13 Pro im Test

Xiaomi will sich mit Leica an der Seite in die erste Reihe der Smartphone-Hersteller spielen. Doch Xiaomi stattet die 13er-Serie nicht nur mit imponierender Kamera aus, sondern auch mit hellen Displays und ausdauernden Akkus.

Von Robin Brand

Das Vorbild ist offensichtlich: Mit der Leica-Partnerschaft eifert Xiaomi dem ausgebremsten Konkurrenten Huawei nach, dessen Marktanteile sich das Unternehmen einverleiben will. Erstmals verkauft Xiaomi dazu auch hierzulande Smartphones, deren Kameras in Zusammenarbeit mit dem Wetzlarer Optikunternehmen entstanden sind.

Xiaomi bietet das 13 in drei Modellvarianten an: 13 Lite, 13 und 13 Pro. Das Lite ist deutlich schlechter ausgestattet als 13 und 13 Pro – nicht nur mit Blick auf die Kamera. Auch am Prozessor hat Xiaomi gespart. Dafür kostet es auch deutlich weniger, 500 Euro werden für das Einstiegsmodell fällig, das Xiaomi 13 kostet doppelt so viel und das Pro sogar 1300 Euro.

Wasser- und staubdicht gemäß IP68 sind nur die beiden Topmodelle. 5G, Dual-SIM und eSIM gehören zur Ausstattungsliste aller drei Telefone. Schneller UFS-4.0-Speicher und Wi-Fi 7 bleiben den Modellen 13 und 13 Pro vorbehalten.

Kein Leica fürs Lite

Von der Zusammenarbeit mit dem Wetzlarer Optikunternehmen profitieren ebenfalls nur die Modelle 13 und 13 Pro, die ihrerseits auf unterschiedliche Hardware zurückgreifen, den für Smartphone-Verhältnisse riesigen Typ-1-Zoll-Sensor beherbergt nur das Pro (Details siehe Tabelle). Nach

eigenen Angaben wirkt Leica vor allem an der Veredelung der Optik und an der Aufbereitung der Raw-Dateien mit (c't 20/2022, S. 94). Außerdem sind in der Kamera-App Presets hinterlegt, die verschiedene Leica-Objektive imitieren sollen.

Die Aufnahmen der Topmodelle muten natürlich an. Sie leiden, anders als die vieler anderer Smartphones, kaum unter Farbsäumen oder absaufenden Schatten und Schärfungsartefakten. Details in dunklen Bildpartien arbeitet das Pro noch sauberer heraus als das 13. Die Tiefenwirkung einer Szene gibt es für Smartphone-verhältnisse sehr akkurat wieder. Man sieht, dass das Pro durch den großen Sensor noch mehr Bildinformation als das 13 gewinnt, die es verarbeiten kann: Es schärft weniger künstlich nach. Nicht mehr als Mittelklasse-Niveau erreicht die Hauptkamera des Lite. Sie arbeitet Details einigermaßen sauber heraus, starkes Hineinzoomen ins Foto entlarvt aber den Hang der Software, über die Maßen nachzuschärfen.

Alle drei Smartphones geben ihren 50-Megapixel-Sensoren zum Trotz voreingestellt 12-Megapixel-Fotos aus. Nur beim 13 und 13 Pro lohnt es sich, in der Kamera-App die volle Sensorauf Auflösung als Ausgabegröße zu wählen, da nur diese genügend Details einfangen.

Mit der Bildqualität der Hauptkameras halten die zusätzlichen Ultraweitwinkel nicht mit. In allen drei Modellen bilden sie einen ähnlichen Bildwinkel von rund 120° ab. Dieser lässt die Bilder insgesamt eindrucksvoll wirken, in Details sollte man aber nicht zoomen. Vor allem das Lite zeigt in den Details eine gruselige Mischung aus Matschen und Schärfe.

Ein Tele beherbergen nur die Modelle 13 und 13 Pro – das bessere steckt im Pro. Beide schießen Fotos im 75-mm-KB-Äquivalent und punkten mit gutem Autofokus, das Tele des Pro gibt wahlweise 50-Megapixel-Fotos aus. Außerdem scheint die Software des Pro ein größeres Vertrauen ins Tele zu haben. Das reguläre 13 zog, wenn wir zoomten, schon bei guten Lichtverhältnissen immer wieder den Digitalzoom der Hauptkamera vor.

Für die Nachtfotografie eignen sich die beiden teuren Modelle besser als das Lite. Selbst bei düsteren 5 Lux schießen sie noch brauchbare Fotos. Das Pro gibt weichere, insgesamt hellere Fotos aus als das 13 und wahrt in den dunklen Bildpartien mehr Details. Die Resultate des 13 befinden sich näher am Pro als am Lite, das sehr aggressiv schärft und unerwünschte Artefakte erzeugt.

Schnell und hell

Wenig Kompromisse macht Xiaomi in Sachen Displays: Unter dem Messgerät offenbaren sich feine Unterschiede zwischen den drei Probanden, die in der alltäglichen Nutzung vernachlässigbar sind – abgesehen von der Größe. Ausladende 6,73 Zoll misst die Bildschirmdiagonale des Pro, die des 13 ist mit 6,36 Zoll kleiner. Das Lite ordnet sich in der Mitte ein. Alle-



Das Xiaomi 13 Pro überzeugt im Labor durch seine akkurate Farbwiedergabe.

samt sind sie mit hervorragenden OLED-Panels bestückt und erreichen Helligkeiten von fast 1000 cd/m² (Lite) oder weit mehr (13 und 13 Pro). Aus den beiden Topmodellen konnten wir Spitzenhelligkeiten von fast 1700 cd/m² herauskitzeln, in ähnliche Dimensionen sind auf unserem Prüfstand bisher nur eine Handvoll anderer High-End-Smartphones vorgedrungen.

Die im Vergleich zu den anderen beiden Geräten höhere Auflösung des Pro-Modells offenbart sich bei genauem Hinsehen, aber eben nur dann. Wahrnehmbarer ist dagegen der Mehrverbrauch der hohen Auflösung: Das Pro-Modell lief bis zu 20 Prozent länger, wenn wir anstatt der maximal möglichen Auflösung von 3200 × 1440 Pixeln die reduzierte Darstellung von 2400 × 1080 wählten. Die ist übrigens auch ab Werk eingestellt, allzu viel Mehrwert misst der Hersteller den Mehrpixels offenbar selbst nicht bei.

Auch in anderer Hinsicht steckt im 13 Pro ein höherwertiges Display als in den beiden anderen: Durch die LTPO-2.0-Technik regelt es die Bildwiederholrate je nach Inhalt zwischen 1 und 120 Hertz, die anderen setzen die Frequenz automatisch auf 60 oder 120 Hertz, können aber nicht

auf 1 Hertz herabregeln. Von Vorteil ist eine solch niedrige Bildrate für großflächige Anzeigen auf dem Always-on-Bildschirm.

Drosselt nicht, drosselt doch

Geballte Rechen- und Grafikleistung können nur zwei der drei Geräte abrufen, denn nur im 13 und 13 Pro steckt Qualcomms aktueller Spitzenchip Snapdragon 8 Gen 2. Im Lite rattert das Mittelklasse-SoC 7 Gen 1. Damit erreichte das Lite in synthetischen Benchmarks rund ein Drittel der Grafikleistung der größeren Geschwister und 60 bis 70 Prozent ihrer Rechenleistung, je nachdem, welchen Benchmark wir heranzogen. Schon heute macht sich das hier und da bemerkbar: Anspruchsvolle Spiele, zum Beispiel PUBG Mobile, konnten wir mit den mit Snapdragon 8 Gen 2 bestückten Smartphones in höherer Bildrate spielen. Der Wechsel zwischen mehreren gleichzeitig geöffneten Apps geschieht auf den Topmodellen einen Hauch schneller.

Die Chips in den Geräten rufen ihre Leistung auch unter Dauerlast stoisch ab. Bei Mittelklasse-Prozessoren ist das so üblich, beim SoC 8 Gen 2 ist es erwähnenswert. Denn sein Vorgänger 8 Gen 1 fiel in diversen unserer Tests durch starkes Drosseln auf: In manchen Smartphones brach die Leistung um 40 Prozent ein. Allerdings trickst Xiaomi: Die Smartphones rufen generell nie die volle Leistung des Snapdragon ab. Die Benchmarks attestieren ihnen das Leistungsvermögen des Vorgängerchips; hinter dem Samsung Galaxy S23 mit 8 Gen 2 bleiben die Xiaomis um bis zu 25 Prozent zurück.

Nur wer explizit unter „Einstellungen/Akku/Leistung“ die volle Leistungsfähigkeit anfordert, bekommt sie auch. Erst dann erreichen die beiden Xiaomis das Niveau der Samsung-Smartphones und beginnen unter Dauerlast ebenfalls zu drosseln. Warum Xiaomi diesen Weg geht, offenbaren die Testläufe: Sowohl Xiaomi 13 als auch 13 Pro drosseln dann nicht nur, manche sehr fordernde Grafik-

Laufzeiten & Benchmarks

Modell	Geekbench 5 Single-Core [Punkte]	Geekbench 5 Multi-Core [Punkte]	GFXBench Manhattan 3.0 offscreen [fps]	YouTube-Stream (normale Helligkeit) ¹ [h]	Video 720p (normale Helligkeit) ¹ [h]	Video 4k/120 fps (normale Helligkeit) ¹ [h]	3D-Spiel (normale Helligkeit) ¹ [h]	Laden 50 % / 100 % [min]
	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	◀ besser
Xiaomi 13 Lite	795	2968	90	18,5	15,7	10,7	14,1	21/45
Xiaomi 13	1504	5127	326	23,7	27,1	10,8	17,1	15/41
Xiaomi 13 Pro	1466	4900	326	17,9	22,7	10,2	14	9/23
Google Pixel 7 Pro	1053	3162	149	14,7	18	6,2	8,9	39/115
Samsung Galaxy S23 Ultra	1570	4919	275	24,5	22	11,4	14,3	19/65

¹ gemessen bei 200 cd/m² und maximaler Auflösung



Xiaomi 13 Lite

Beim Lite rückt Xiaomi die Frontkamera ins Rampenlicht: Gleich derer zwei hat der Hersteller im Display untergebracht. Die dadurch größere Aussparung erinnert an die pillenförmige Notch der iPhone 14 Pro – ein vermutlich willkommener Nebeneffekt. Eine der beiden Selfie-Kameras knipst die Fotos, die andere besorgt Tiefeninformationen für natürlich anmutende Unschärfereffekte – das gelingt nicht immer. Die Tiefenkamera könnte Xiaomi auch für sichereres Entsperren mit dem Gesicht nutzen, tut das aber nicht.

Das verwendete SoC, ein Snapdragon 7 Gen 1, verrichtet recht konstant seine Arbeit im 13 Lite, auch unter Dauerlast drosselt es nicht. Aktuelle Spiele bringen den Chip nicht an Grenzen, für die Zukunft hat er aber weniger Leistungsreserven als die Top-SoCs. Display und Laufzeit genügen gehobenen Ansprüchen. Dass Xiaomi keine Angaben zu Updates macht, ist allerdings nicht nachvollziehbar.

- ↑ lange Laufzeit
- ↑ helles OLED
- ↓ keine Update-Angaben

Preis: 500 Euro



Xiaomi 13

Dem Pro-Modell mit großem Sensor gehört das Rampenlicht, doch das kleine Xiaomi 13 kombiniert fast all seine Vorzüge in einem kleineren Gehäuse und kostet 300 Euro weniger. Dass die Hauptkamera des 13 einen Hauch weniger Details einfängt, sieht man bei der Betrachtung der Fotos auf dem Smartphonedisplay nicht. Etwas relevanter ist der Unterschied zwischen den Telekameras: Will man später Ausschnitte vergrößern, gelingt das mit den 50-Megapixel-Fotos des Pro besser. Das 13 schießt mit dem Tele nur 12-Megapixel-Fotos.

Mit fünf Jahren Sicherheitspatches schließt Xiaomi zu Konkurrenten wie OnePlus oder Samsung auf. Das mit etlichen ungewollten Apps vollgestopfte OS passt aber nicht zum Preisschild. Konkurrenten für das kleine Xiaomi 13 sind vor allem das ähnlich handliche Samsung Galaxy S23 oder das Asus Zenfone 9. Eine deutlich günstigere Alternative in der Kompaktklasse ist das Google Pixel 6a.

- ↑ fünf Jahre Updates
- ↑ handlich
- ↓ viel Bloatware

Preis: 1000 Euro



Xiaomi 13 Pro

Mit mehr als einem halben Jahr Verspätung bringt Xiaomi erstmals seine beste Fototechnik auch nach Deutschland. Vor allem der für Smartphoneverhältnisse riesige Sensor ist beachtlich. Der gleiche Typ-1-Zoll-Sensor steckte schon im nicht in Deutschland erschienenen 12S Ultra.

Die Hauptkamera liefert höchstes Smartphonelevel ab: sauber herausgearbeitete, feine Strukturen, ohne übertriebenes Nachschärfen, treffsichere Farbgebung und plastische Details zeichnen die Fotos aus.

Premium statt Mittelklasse heißt es mit Blick auf die Ausstattung: Fürs Gehäuse verwendet Xiaomi Keramik, nicht Glas. Es fühlt sich aber genauso an wie Glasrückseiten. Die Kombination aus Wi-Fi 7, rasend schnellem UFS-4.0-Speicher und einem LTPO-2.0-Display, das die Bildwiederholrate auf 120 Hertz beschleunigen und bis auf 1 Hz herabsetzen kann, genügt höchsten Anforderungen.

- ↑ großartige Kamera
- ↑ fünf Jahre Updates
- ↓ viel Bloatware

Preis: 1300 Euro

benchmarks von 3DMark und GFXBench brachen sie wegen Überhitzung auch mal ganz ab.

Fast 30 Stunden Video

Auf dem Laufzeitprüfstand spielt das 13er-Modell groß auf: Es erreicht im Video-dauerlauf einen Fabelwert von 27,1 Stunden. Unter Last ist es allerdings vorbei mit der Herrlichkeit: Beim Abspielen von 4K/120-fps-Videos war nach 10,8 Stunden Schluss. In die Realität übersetzt bedeutet das: Zwei Tage Nutzung ohne Nachladen sind möglich. Auch ohne Rekorde zu bre-

chen, bestätigen die beiden anderen 13er, das Lite und das Pro, die gute Akkuperformance der Serie.

Aufgeladen sind sie allesamt schnell. Das Pro schickt Xiaomi mit einem 120-Watt-Netzteil auf die Reise, 13 und Lite werden von 67-Watt-Ladern begleitet. Sie benötigen rund 40 Minuten von 0 auf 100. Das Pro schafft es in 23 Minuten auf 100 Prozent. Da Akkus auf Dauer leiden, wenn man sie zu häufig in Extrembereiche wie „komplett leer“ oder „komplett voll“ bringt, ist auch die Ladedauer in den Zwischenbereichen relevant: Den Sprint von

20 auf 70 Prozent erledigt das Pro in weniger als zehn Minuten. Die Ladegeschwindigkeit begrenzt Xiaomi ab Werk bei allen drei Modellen auf 67 Watt. Die volle Ladeleistung des Pro von 120 Watt muss man in den Einstellungen aktivieren. Xiaomi macht keine Angaben, wie schnell die Akkus altern, wenn man die Ladegeschwindigkeit voll ausschöpft.

Drahtlos laden nur 13 und 13 Pro, beide mit maximal 50 Watt, wenn man eine Ladeschale von Xiaomi kauft. Denn das Protokoll, das die hohe Ladegeschwindigkeit erlaubt, ist proprietär. Per Qi laden

die Smartphones mit den maximal spezifizierten 15 Watt – und können ihrerseits andere Geräte wie In-Ear-Kopfhörer per Qi aufladen. Austauschen kann man die Akkus in den verklebten Gehäusen – wie üblich – nur mit erheblichem Aufwand, in der Regel ist das eine Aufgabe für Reparaturbetriebe.

Bloatware und Updates

Wie gehab kleistert Xiaomi den MIUI genannten Android-Abkömmling mit allerlei zusätzlichen Apps zu. Neben einigen eigenen Angeboten sind das Spiele, Social-Media- oder Shopping-Apps und gleich drei Browser (Chrome, Mi, Opera). Insgesamt zählten wir beim Xiaomi 13 Lite 79 vorinstallierte Apps, beim 13 waren es 75, beim Pro 74.

Darunter befinden sich etliche Apps, die fröhlich das Nutzungsverhalten ausplaudern, Booking.com zum Beispiel enthält laut Exodus Privacy sechs Tracker (darunter zum Beispiel Facebook Flipper, Google Analytics und Google Firebase Analytics) und möchte 34 Berechtigungen haben. TikTok toppt das mit 5 Trackern und 76 eingeforderten Berechtigungen. Anwendungen wie Qeeq (Autovermietung), Genshin Impact (Spiel, nicht auf dem Pro vorinstalliert) und Facebook stehen dem in nichts nach. Immerhin: Die vorgenannten Apps lassen sich deinstallieren, aber bei Weitem nicht alle. Das Betriebssystem des 13 konnten wir mit Bordmitteln auf 43 Apps reduzieren. Von den etlichen vorinstallierten Google-Anwendungen (darunter Drive, Home, Wallet, Files, Meet, Maps, News, One, Podcasts, TV) lassen sich Assistant, Chrome, Fotos, Maps, Gmail, Kalender und YouTube nicht deinstallieren. Auch für zahlreiche eigene Anwendungen sieht MIUI nicht die Möglichkeit vor, sie zu deinstallieren. Da hilft zum Beispiel der Umweg über die Android Debug Bridge (c't 26/2018, S. 144). Immerhin: Sicherheitslücken oder Zensurfunktionen hatte das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) in einer Untersuchung von Xiaomi-Smartphones nicht finden können.

Angesichts des ungefragten App-Feuerwerks geht unter, dass Xiaomis MIUI Android durchaus um hilfreiche Funktionen erweitert. So kann man per Doppel- und Dreifachklopfen auf die Rückseite des Geräts Aktionen auslösen oder Apps öffnen. Ein schwebender „Shortcut-Ball“ hilft bei der schnellen, einhändigen Bedienung und die Funktion „Dual-App“


hinterlegt für Anwendungen wie WhatsApp wahlweise ein zweites Konto. Für 13 und 13 Pro gibt Xiaomi ein für Android-Oberklasse-Verhältnisse standesgemäßes Updateversprechen: Fünf Jahre sollen die Geräte Sicherheitspatches erhalten und drei neue Androidversionen. Käufer des Lite lässt Xiaomi im Unklaren.

Fazit

Xiaomi ist im High End angekommen: Anders als vor wenigen Jahren bietet der Hersteller keine gleichwertige Hardware für weniger Geld als die Konkurrenz an, sondern will satte 1300 Euro für das 13 Pro. Leider kleistert der Hersteller das Betriebssystem wie gehab mit allerlei Bloatware voll. Auf der anderen Seite liefert er eine volle Ausstattungsliste mit großer Performance in wasserdichtem Gehäuse, brillantem Display und einer Kamera, die zu den besten in einem Smartphone zählt. Eine Alternative ist das im Preis gefallene Samsung Galaxy S23 Ultra. Es kostet ak-

tuell ein paar Euro weniger, steht dem 13 Pro in nichts nach und ergänzt es um einen Stift.

Das kleinere Xiaomi 13 integriert die meisten Vorzüge des Pro in einem handlicheren Gehäuse für 300 Euro weniger. Außerdem läuft es noch einen Tick länger. Trotz kleinerem Sensor schießt die Hauptkamera ähnlich gute Fotos, deutlich schwächer bleibt die Telekamera.

Das 13 Lite dagegen gehört nur dem Namen nach zur 13er-Serie. Mit diesem macht Xiaomi wenig falsch, aber auch nicht genug richtig, um in der 500-Euro-Klasse aufzufallen. Oberklassemodelle aus dem vergangenen Jahr wie das Motorola Edge 30 Pro oder das Xiaomi 12 sind mittlerweile ähnlich günstig zu haben und besser ausgestattet. Ein aktueller Mittelklassekonkurrent, das Samsung Galaxy A54, prunkt mit fünf Jahren Updates, während Xiaomi für das Lite überhaupt keine Angaben macht. (rbr@ct.de) 

Xiaomi 13 Serie

Modell	Xiaomi 13 Lite	Xiaomi 13	Xiaomi 13 Pro
Betriebssystem / Patchlevel	Android 12 / Januar 2023	Android 13 / Januar 2023	Android 13 / Januar 2023
Funktionsupdates / Sicherheitspatches lt. Hersteller bis min.	k.A.	Android 16 / Februar 2028	Android 16 / Februar 2028
Ausstattung			
Prozessor / Kerne × Takt / GPU	Qualcomm Snapdragon 7 Gen 1 / 1 × 2,4 GHz, 3 × 2,4 GHz, 4 × 1,8 GHz / Adreno 644	Qualcomm Snapdragon 8 Gen 2 / 1 × 3,2 GHz, 4 × 2,8 GHz, 3 × 2 GHz / Adreno 740	Qualcomm Snapdragon 8 Gen 2 / 1 × 3,2 GHz, 4 × 2,8 GHz, 3 × 2 GHz / Adreno 740
RAM / Flash-Speicher (frei)	8 GByte / 256 GByte (225 GByte)	8 GByte / 256 GByte (226 GByte)	12 GByte / 256 (226 GByte)
5G / LTE / SIMs / eSIMs / SAR-Wert	✓ / ✓ / 2 × Nano-SIM / 1 × eSIM / 0,994 W/kg	✓ / ✓ / 2 × Nano-SIM / 1 × eSIM / 0,998 W/kg	✓ / ✓ / 2 × Nano-SIM / 1 × eSIM / 0,988 W/kg
WLAN (Antennen) / Bluetooth / NFC / Kompass / Standort	Wi-Fi 6 (2) / 5.2 / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo	Wi-Fi 7 (2) / 5.3 / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo	Wi-Fi 7 (2) / 5.3 / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo
USB / Kopfhöreranschluss / Fingerabdruckscanner	USB-C 2.0, OTG / – / ✓ (Display)	USB-C 2.0, OTG / – / ✓ (Display)	USB-C 2.0, OTG / – / ✓ (Display)
Akku / Drahtlosladen	4500 mAh / –	4500 mAh / ✓ (50 Watt)	4820 mAh / ✓ (50 Watt)
Abmessungen / Gewicht / Schutzklasse	15,9 × 7,3 × 0,7 - 0,9 cm / 171 g / –	15,3 × 7,2 × 0,8 - 1 cm / 194 g / ✓ (IP68)	16,3 × 7,5 × 0,8 - 1,1 cm / 232 g / ✓ (IP68)
Kameras			
Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS / Brennweite / Sensorgröße	50 MP (8192 × 6144) / f/1,8 / – / 23 mm / 1/1,56"	50 MP (8192 × 6144) / f/1,8 / ✓ / 23 mm / 1/1,49"	50 MP (8192 × 6144) / f/1,9 / ✓ / 23 mm / 1"
Telekamera Auflösung / Blende / OIS / Brennweite	–	10 MP (3648 × 2736) / f/2,0 / ✓ / 75 mm	49,9 MP (8160 × 6120) / f/2,0 / ✓ / 75 mm
Ultraweitwinkel Auflösung / Blende / OIS / Bildwinkel	8,1 MP (3280 × 2464) / f/2,2 / – / ca. 120°	12 MP (4000 × 3000) / f/2,2 / – / ca. 120°	49,9 MP (8160 × 6120) / f/2,2 / – / 120°
Frontkamera Auflösung / Blende / OIS	32,3 MP (6560 × 4928) / f/2,4 / –	32 MP (6528 × 4896) / f/2 / –	32 MP (6528 × 4896) / f/2 / –
Display-Messungen			
Diagonale / Technik / Auflösung / Punktdichte	6,55 Zoll / OLED / 2400 × 1080 Pixel / 402 dpi	6,36 Zoll / OLED / 2400 × 1080 Pixel / 415 dpi	6,73 Zoll OLED / 3200 × 1440 Pixel / 523 dpi
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung / max. Bildrate	1,81 ... 935 cd/m² / 96 % Ausleuchtung / 120 Hz	1,94 ... 1323 cd/m² / 94 % Ausleuchtung / 120 Hz	2,01 ... 1368 cd/m² / 93 % Ausleuchtung / 120 Hz
Bewertungen			
Performance / Akku	⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕
Display / Kamera	⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
Software ¹ / Ausstattung	○ / ○	○ / ⊕	○ / ⊕
Preis	499 €	999 €	1299 €

¹ bewertet werden Updates, Features, Bloatware, etc.

✓ vorhanden – nicht vorhanden

⊕⊕ sehr gut

⊕ gut

○ zufriedenstellend

⊖ schlecht

⊖⊖ sehr schlecht



Was lange währt

Vier Smartwatches mit Wear OS 3

Der Neustart der Smartwatch-Plattform Wear OS hat lange auf sich warten lassen. Google hat in Zusammenarbeit mit Samsung das System umfassend renoviert und mit der Pixel-Watch erstmals eigene Hardware in den Ring geworfen. Vieles ist besser geworden, es gibt aber auch ein paar Haken und Stolpersteine.

Von Stefan Porteck

Smartwatches sind ungemein praktisch und für viele aus dem Alltag nicht mehr wegzudenken. Sie helfen Fitnessziele zu erreichen, führen durch fremde Städte und navigieren beim Wandern durch unbekanntes Terrain. Sobald eine Nachricht eintrudelt, liest und beantwortet man sie am Handgelenk, ohne jedes Mal das Handy aus der Tasche holen zu müssen.

Doch wer auf anderer Leute Handgelenke schießt, bemerkt, dass die meisten eine Apple Watch zielt. Eigentlich verwunderlich, denn anders als bei Apple gibt es für das von Google entwickelte Wear OS nicht nur „die eine“ Uhr, sondern unzählige Modelle von verschiedenen Herstellern – dank der Offenheit von Wear OS,

das im Kern ein Android ist, kann grundsätzlich jeder Hersteller Smartwatches bauen. Egal ob rund oder eckig, mit Stahl-, Kunststoff- oder Lederarmband und in verschiedenen Preisklassen – eigentlich sollte jeder seine Wunschuhr finden. Genügend potenzielle Kunden gibt es ebenfalls, denn die Entscheidung zwischen einer Apple Watch und einer Android-Uhr fällt bereits mit der Wahl des eigenen Smartphones.

Dieses Jahr sollen die Uhren für Android-Nutzer nun aufholen: Google hat Wear OS zusammen mit Samsung generalüberholt – offenbar mag der US-Konzern sein Smartwatch-System nicht im Alleingang am Leben halten. Mit der Pixel Watch hat er erstmals auch eine eigene Smart-

watch im Angebot. Diese haben wir zusammen mit der Samsung Galaxy Watch 5 und den beiden Wear-OS-3-Modellen Wellness Edition und Bradshaw von Fossil und Michael Kors in die Redaktion geholt: Mal schauen, ob der Neustart geglückt ist.

Verbandelt

Wer bereits eine Smartwatch mit dem „alten“ Wear OS 2 besitzt, muss sich beim Umstieg auf die aktuelle Version teilweise deutlich umgewöhnen. Bislang war es so, dass die Wear-OS-App von Google die Verbindung zwischen Uhr und Smartphone herstellte – unabhängig davon, von welchem Hersteller die jeweilige Uhr stammt. Mit einem Fingertipp ließ sich in der App eine Uhr von Fossil genauso koppeln wie eine von Motorola. Praktisch dabei: Wer mehrere Smartwatches besaß, schaltete die Verbindung zur gerade ungenutzten Uhr einfach ab, was den Akku des Telefons schonte. Zudem ließ sich in dieser App jede Uhr komplett konfigurieren – alle Einstellungen hatten somit dasselbe Look-and-feel und lagen zentral an einem Ort.

Mit Wear OS 3 ändert sich das grundlegend: Jeder Uhrenhersteller muss nun selbst eine sogenannte Companion-App entwickeln, was einigen besser und anderen schlechter gelingt. Zwar spielt auch ein wenig der persönliche Geschmack eine Rolle, etwa ob einem die Oberfläche der

Co-App gefällt und man die Menüstruktur schlüssig findet. Doch es bleiben auch objektive Nachteile: Nun müssen sensible Rechte wie der Zugriff auf den Standort oder die Benachrichtigungen auch den Uhrenherstellern gewährt werden. Früher hat man diese Rechte einzig einer Google-App zugestanden, was kein großes Problem darstellte, weil Google die meisten der geforderten Daten ohnehin schon über das Android-Betriebssystem des Handys bekam. Wer zwei Uhren verschiedener Hersteller besitzt, benötigt nun zwei parallel laufende Apps mit nahezu identischem Funktionsumfang, von denen die ungenutzte unnötig Strom aus dem Akku des Handys saugt, weil sie permanent via Bluetooth nach der nicht getragenen Uhr sucht.

Die Uhren von Fossil, Google und Samsung kommen bereits ab Werk mit Wear OS 3. Die Bradshaw von Michael Kors war jedoch schon vor dem Start der neuen Version im Handel, wodurch sich die Inbetriebnahme etwas komplizierter gestaltete: Zunächst mussten wir die Wear-OS-App von Google für Uhren mit Wear OS 2 herunterladen und dort das Pairing und die Einrichtung anstoßen. Danach teilte die Uhr mit, dass ein Update auf Version 3 verfügbar sei und wies darauf hin, dass sie anschließend die Companion-App von Michael Kors benötigte.

Nachdem wir diese installiert und die Uhr dort erneut verknüpft und eingerichtet hatten, konnten wir die alte Wear-OS-App wieder löschen.

Sinnvollerweise verknüpft man seine Uhr auch unter Wear OS 3 mit dem eigenen Google-Account, um auf Kontakte und Kalender zuzugreifen. Samsung, Fossil und Michael Kors zwingen darüber hinaus zum Anlegen eines extra Accounts, um die jeweilige Co-App auf dem Smartphone nutzen zu können. Sofern man die vom Hersteller auf der Uhr vorinstallierten Fitness- und Sport-Apps nutzt, landen die Körperdaten bei Samsung, Fossil und Co.

Zu Diensten

Obwohl die Bedienoberfläche von Wear OS 2 nicht so schlecht war wie ihr Ruf, hat Google sie mit Version 3 renoviert. So scrollt man bei den Uhren mit neuem Betriebssystem mittels horizontalem Wischen durch die sogenannten Ansichten. Diese sind mit Vollbild-Widgets vergleichbar und erlauben den Zugriff auf Wetterinfos, Kalendereinträge oder Fitnessdaten. Welche Ansichten die Uhr präsentiert, lässt sich genau wie deren Reihenfolge in der jeweiligen Companion-App anpassen.

Wischen vom oberen Rand öffnet die Schnelleinstellungen mit Icons für ausgewählte Funktionen. Dort wechselt man beispielsweise rasch in den Flugmodus,

Schwere Geburt

Warum Android-Smartwatches augenscheinlich nicht an den Erfolg der Apple Watch anknüpfen können, dürfte mehrere Gründe haben. So erweckte Google recht lange den Eindruck, Wear OS kaum noch weiterzuentwickeln. Und auch bei Qualcomm, Lieferant der meisten Smartwatch-Prozessoren, lief der Fortschritt neuer Smartwatch-Prozessoren langsam.

Die stiefmütterlich wirkende Behandlung von Hard- und Software führte wohl peu à peu dazu, dass Uhrenhersteller ihre Wear-OS-Ambitionen zurückfuhren. Konnte man anfangs noch Uhren mit Wear OS unter anderem von Asus, Motorola, Sony, Samsung oder Huawei erstehen, haben sich einige mittlerweile gänzlich aus diesem Markt verabschiedet, bieten für alte Modelle keine Updates mehr an

oder setzen nun gleich auf eigene Betriebssysteme.

Letztlich hat Google begriffen, dass die Plattform einen Neustart braucht, agiert aber immer noch zu zögerlich und ungeschickt: Die Pixel Watch wurde über einen Zeitraum von mehr als zwei Jahren immer wieder geleakt, ohne zu erscheinen. Als Google sie dann schließlich mit Wear OS 3 offiziell ankündigte, wurde Samsung als Partner für die Hard- und Software genannt. Doch auch danach zog sich der Verkaufsstart ewig hin – zuvor kam sogar noch Samsungs Galaxy Watch auf den Markt und blieb mehrere Monate lang die einzige Uhr mit Wear OS 3. Da Wear OS 3 aus Samsungs Tizen-System und Wear OS 2 in gemeinsamer Entwicklung hervorging, wurde Samsung mut-

maßlich für eine begrenzte Zeit Exklusivität eingeräumt.

Andere Hersteller hätten wohl gerne Wear OS 3 genutzt, durften aber offenbar nicht. Und möglicherweise verprellt die Strippenzieherei hinter den Kulissen gerade den größten Dritthersteller, der Wear OS quasi im Alleingang über Jahre am Leben gehalten hatte: die Fossil-Gruppe. Sie verkauft Uhren unter den Marken Fossil, Skagen, Michael Kors, Diesel, DKNY, Kate Spade sowie Armani und brachte damit Abwechslung und vielfältige Designs in die Wear-OS-Szene. Das könnte sich künftig ändern: Als wir für diesen Test eine Skagen-Uhr anfragten, wurde uns mitgeteilt, dass Skagen künftig keine Smartwatches mit Wear OS anbieten wolle.

stellt die Displayhelligkeit ein oder schaltet die Uhr stumm. Durch Wischen vom unteren Bildrand werden nun die Benachrichtigungen geöffnet. Die wichtigsten Informationen und Einstellungen erreicht man unter Wear OS 3 also stets mit einer Wischgeste.

Die Drehkrone der Uhren startet und beendet lokal installierte Apps: Drückt man bei aktivem Ziffernblatt darauf, öffnet sie eine Listenansicht aller installierten Anwendungen, durch die man entweder per Touchscreen oder durch Drehen der Krone scrollt. Läuft eine App, beendet sie ein Druck auf die Krone und bringt das Zifferblatt zurück in den Vordergrund. Und zu guter Letzt startet ein Doppelklick auf die Krone direkt Googles Bezahl-App Wallet – ehemals Google Pay. Wer mit seiner Smartwatch kontaktlos bezahlen möchte, muss dort eine kompatible Kreditkarte hinterlegen und eine Displaysper-

re in Form einer PIN oder eines Entsperrmusters einrichten.

Eine weitere Neuerung betrifft den Druckknopf oberhalb der Krone. Ließ sich bei Wear OS 2 noch festlegen, welche App er startet, ruft er unter Wear OS 3 stets ein Schnellstartmenü auf, das die zuletzt geöffneten Apps aufgelistet – vergleichbar mit Alt+Tab am PC. Der zweite Druckknopf unterhalb der Krone ruft wie bisher eine vom Anwender definierte App auf.

Licht und Schatten

Obgleich sich bei der Bedienung einiges verbessert hat, zeigt sich beim Funktionsumfang von Wear OS 3, dass Googles Schlingerkurs (siehe Kasten „Schwere Geburt“) noch nicht ganz beendet ist. So hat Google seit der Übernahme von Fitbit nie konkret kommuniziert, ob dieses Fitnessportal in Konkurrenz zum eigenen Google Fit steht, beide Dienste friedlich koexistieren oder künftig miteinander verschmelzen.

Das führt dazu, dass Google Fit nicht mehr auf jeder Uhr als Standard-Fitness-App vorinstalliert wird. Bei seiner Pixel Watch hat sich Google stattdessen für die werkseitige Fitbit-Integration entschieden. Samsung setzt erwartungsgemäß bei der Galaxy Watch auf sein eigenes Portal Samsung Health. Fossil und Michael Kors werten Fitnessdaten ebenfalls mit selbstgestrickten Apps aus, die aber nicht konkurrenzfähig ist. Ein großes Problem ist das glücklicherweise nicht: Wer Google Fit bevorzugt, kann die App auf allen Testkandidaten manuell nachrüsten. Zudem stehen mit Strava, Runkeeper und weiteren genügend Alternativen bereit, die spitzer auf bestimmte Sportarten zugeschnitten sind.

Befremdlich mutet es jedoch an, dass der Google Assistant bislang nur Pixel-Watch-Besitzern dient. So begrüßte uns auf der Galaxy Watch 5 stattdessen der Samsung-Assistent Bixby. Fossil und Michael Kors umgehen das Manko des derzeit noch fehlenden Sprachassistenten mit einer fast schon absurd wirkenden Lösung: Die Smartwatches haben Amazon Alexa integriert, womit sich auch Smart-Home-Komponenten mit Sprachbefehlen (an-)steuern lassen. Dass auf Wear-OS-Uhren nun Googles größter Konkurrent bei den Sprachassistenten zum Quasi-Standard wird, hätten wir nicht unbedingt erwartet ...

Ein weiteres Novum: Bislang gab sich Google sehr restriktiv, wenn es darum ging,



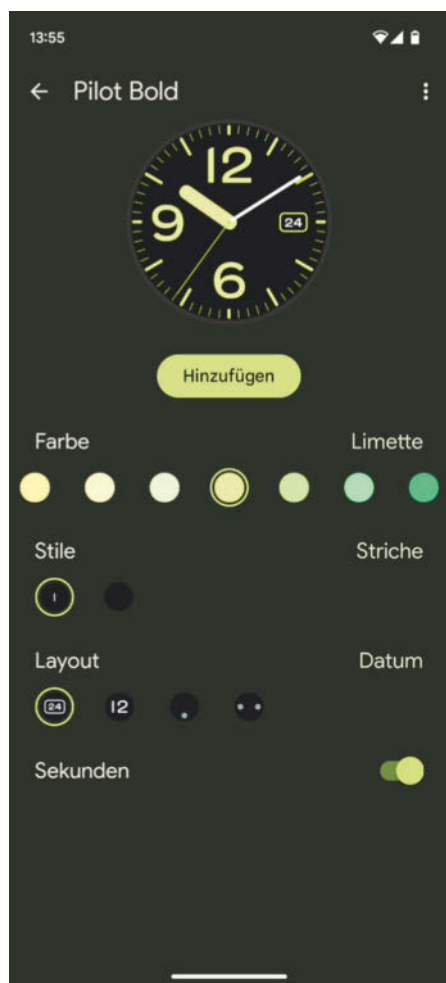
Fossil Smartwatch Gen 6 Wellness Edition

Die Smartwatch Gen 6 der Wellness Edition läuft bereits ab Werk mit Wear OS 3, gleiches gilt auch für die anderen Smartwatches der sechsten Generation von Fossil.

Die Wellness Edition richtet sich vor allem an Menschen, die einen aktiven und gesunden Lebensstil pflegen möchten. Dafür sind unter anderem mit Calm, Outdooractive und Adidas Running Apps zum Meditieren, Wandern und Laufen vorinstalliert. Für die Wellness Edition spricht, dass sie mit ihrem Kunststoffgehäuse und dem samtigen Silikonarmband sehr leicht und angenehm zu tragen ist. Fossil spezifiziert sie als wasserdicht bis 3 ATM – das reicht zum Planschen, bei sportlichem Schwimmen könnte der Wasserdruck die Uhr jedoch beschädigen.

Technisch entspricht die Fossil-Uhr dem Modell der Konzernschwester von Michael Kors. So arbeitet sie auch mit einem flotten Snapdragon-SoC der aktuellen Generation und hat ein auch bei Sonnenlicht gut ablesbares OLED-Display. Dessen rund drei Millimeter breiter Displayrand wird von den meisten digitalen Zifferblättern gut kaschiert. Zudem hat Fossil einige Programmierarbeiten in die Companion-App gesteckt: Sie ähnelt hinsichtlich Aussehen und Bedienung der App von Michael Kors, bei Fossil funktioniert aber das Fitnesstracking mit der hauseigenen App problemlos.

- 👍 gute Hardware
 - 👍 angemessener Preis
 - 👍 Farbvariationen
- Preis: 300 Euro**



Die Pixel Watch hat etliche digitale Zifferblätter, deren Aussehen sich in der Companion-App an den eigenen Geschmack lässt.



Google Pixel Watch

Die Pixel Watch setzt sich mit ihrem kratzunempfindlichen und an den Rändern stark gewölbten Gorilla Glass optisch von anderen Smartwatches ab.

Mit einem Durchmesser von 41 Millimetern gehört die Pixel Watch eher zu den kleineren Uhren. Doch das 1,2 Zoll (3 cm) große OLED-Display bietet trotz des rund 3 Millimeter starken Rands genügend Platz – zumindest solange man nicht mit der virtuellen Tastatur tippen möchte. Dank Google Assistant und Sprachsteuerung nutzt man für die Texteingabe, etwa beim Beantworten von Nachrichten, besser das Diktat.

An der Unterseite der Pixel Watch sitzt ein Körpersensor, der optisch die Blutsauerstoffsättigung (SpO₂) und die Herzfrequenz misst. Darüber hinaus bietet die Uhr die Aufzeichnung von Schlafdauer und -qualität, Schritten, Höhenmetern und Workouts. Die Daten landen jedoch nicht im eigenen Google-Fit-Portal, sondern bei Fitbit. Die nachträgliche Installation von Google Fit klappte bei unserem Testgerät problemlos.

Einfache Bewegungen wie Joggen erkannte die Uhr automatisch und aktivierte das Workout-Tracking. Viele andere Sportarten, wie etwa Radfahren, wurden dagegen nicht erkannt, sodass wir das Tracking manuell starten mussten.

- 👉 umfangreiche Softwareausstattung
- 👉 großer Funktionsumfang
- 👎 nur ein Tag Laufzeit

Preis: 380 Euro bis 430 Euro



Michael Kors Bradshaw Gen. 6

Bei Uhren von Michael Kors spielt neben den smarten Funktionen stets auch Style und Mode eine große Rolle – so auch bei der Bradshaw der 6. Generation. Die Uhr hat mit einem Durchmesser von 45 Millimetern eine ordentliche Präsenz am Handgelenk; das goldene Gehäuse und das silber-goldene Metallarmband sind wertig verarbeitet und versprühen gewiss kein Understatement. Das OLED-Display ist mit einem Durchmesser von 3,3 Zentimetern im Verhältnis nicht üppig, sodass bis zur Lünette ein rund drei Millimeter breiter schwarzer Rand bleibt.

Die vorinstallierte Wellness-App zählte bei unserem Testexemplar nur dann die Schritte, wenn wir das Sport-Tracking manuell starteten. Problem dabei: Sobald wir das in der App auf der Smartwatch versuchten, wurde der Bildschirm schwarz und die Uhr startete neu. Ein Blick in die Bewertung der Michael-Kors-Companion-App im Playstore bestätigte, dass unsere Erfahrungen keinen Einzelfall darstellen.

Als Workaround installierten wir auf der Bradshaw die kostenlose Tracking-App Cardiogram. Sie zeichnete Schritte und Workouts zuverlässig auf und übergab die Werte auch zuverlässig an Zifferblätter mit entsprechenden Infobildern. Relevante Apps wie Google Maps und Google Wallet oder Spotify funktionierten auf der Bradshaw ebenfalls problemlos.

- 👉 extravagantes Design
- 👎 mäßige Fitnessfunktionen
- 👎 komplizierte Einrichtung

Preis: 300 Euro



Samsung Galaxy Watch 5

Die Galaxy Watch 5 war die erste Smartwatch, die mit Wear OS 3 auf den Markt kam. Vom Funktionsumfang steht das System den anderen Uhren in nichts nach, sieht aber anders aus. Die App-Übersicht in Form einer Icon-Cloud macht optisch etwas her, doch gezielt eine App zu starten, geht mit der Listenansicht der Konkurrenten schneller.

Wer mit den von Samsung angebotenen Farben und Armbändern nicht zufrieden ist, montiert dank der standardisierten Bandaufnahme einfach ein anderes. Die Galaxy Watch gibt es in der getesteten Classic-Version in mehreren Farben sowie als Sport-Version, die aber keine spezifischen Funktionen ergänzt, sondern nur anders aussieht. Auf Wunsch ist LTE an Bord, was die Uhr unabhängiger vom gekoppelten Smartphone macht – praktisch etwa beim Joggen oder Wandern, falls die dann noch mal kürzere Laufzeit reicht.

Der Funktionsumfang lässt kaum Wünsche offen: Die Galaxy Watch bringt von Navigation über drahtloses Bezahlen bis zum Fitnesstracking alles mit, was man erwartet. Allerdings koppelt Samsung sie eng ans eigene Ökosystem. So wird beispielsweise nicht mit Google Pay bezahlt, sondern mit Samsung Pay. Auch ein Alleinstellungsmerkmal, die Blutdruckmessung, funktioniert nur in Verbindung mit einer gesonderten Smartphone-App, die es jedoch nur für Samsung-Handys gibt.

- 👉 großer Funktionsumfang
- 👉 frisches Design
- 👎 kurze Laufzeit

Preis: 270 Euro bis 310 Euro

die Oberfläche von Wear OS optisch oder funktional anzupassen. Für Nutzer hatte das den Vorteil, dass das System auf jeder Uhr gleich aussah und sich identisch bedienen ließ – unabhängig vom Hersteller. Ausnahmen galten nur für ein paar vorinstallierte Apps und natürlich für vom Hersteller entworfene digitale Zifferblätter.

Samsung als neuer Hard- und Softwarepartner hatte offenbar eine andere Verhandlungsmacht: Die Oberfläche der Galaxy Watch 5 spielt nach eigenen Regeln und sieht deutlich anders aus – zugegebenermaßen auch besser. So fehlt eine drehbare Krone, weshalb zum Scrollen stets der Finger übers Display gleiten muss. Der obere Druckknopf weckt die Uhr auf und übernimmt die Funktion des Home-Buttons, der aufs Zifferblatt führt und Apps beendet. Doppeltes Drücken holt die zuletzt genutzte App wieder aufs Display. Drückt man lange, öffnet sich Bixby.

Der untere Knopf dient als Zurück-Button, falls einem dafür die Wischgeste vom linken Bildschirmrand nicht zusagt. Doppeltes Drücken startet die drahtlose Bezahlfunktion der Galaxy Watch 5. Es ist keine Überraschung, dass Samsung dafür nicht Google Pay, sondern den hauseigenen Dienst Samsung Pay verwendet.

Die Oberfläche unterscheidet sich bei der Galaxy Watch 5 leicht von der anderen Uhren des Tests, das Bedienkonzept aufgrund eigener Wischgesten sogar deutlicher. Auch auf der Galaxy Watch gibt es die anpassbaren Ansichten, man erreicht sie aber nur durch Wischen nach links. Streicht der Finger vom rechten Rand übers Display, öffnen sich die Benachrichtigungen.

Die Wischgeste vom unteren Rand bringt die App-Übersicht zum Vorschein. Sie weicht deutlich vom regulären Wear-OS-Look ab: Statt einer Auflistung aller Anwendungen mit jeweils einem Namen und Icon pro Zeile, stellt die Galaxy Watch 5 ein Cluster der Icons aller Apps dar. Oberflächlich betrachtet sieht das zwar schick aus, ist aber nur praktisch, wenn man sich die Icons aller installierten Apps eingeprägt hat – andernfalls muss man in dem Gewusel stets ein wenig nach der benötigten App suchen. Gleich geblieben ist die Wischgeste vom oberen Rand, die wie gewohnt die Schnelleinstellungen aufruft.

Fazit

Wear OS 3 bringt etliche Details und Verbesserungen mit, die den Abstand zur Apple Watch verringern. Größter Nachteil

der Uhren bleibt ihre kurze Laufzeit von rund einem Tag – wie soll man da überhaupt das Schlaf-Tracking nutzen? An einigen Stellen wirkt das System zudem noch nicht komplett fertig. So ist die Pixel Watch die einzige Uhr mit integriertem Google Assistant. Entsprechend liefert sie das beste Gesamtpaket aus Hard- und Software: Sie ist gut verarbeitet, hat viele Funktionen und die beste Companion-App. Sie trifft aber nicht jedermanns Geschmack und glänzt weder mit einer langen Akkulaufzeit noch mit einer flotten CPU.

Die Fossil Wellness Edition ist eine gute Alternative: Sie vereint ordentliche Hardware mit einem soliden Funktionsumfang zum angemessenen Preis. Die Bradshaw von Michael Kors bietet das im Prinzip auch und bringt einen auffälligen Look. Bei ihr hakt die Software direkt nach dem Wechsel auf Wear OS 3 noch ein wenig.

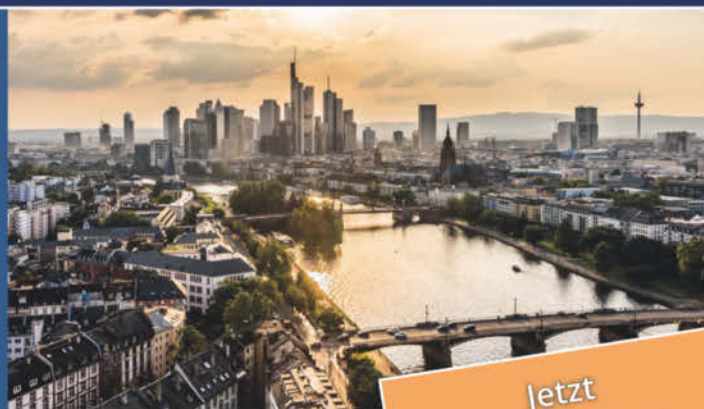
Samsung hat als Google-Partner mit der Galaxy Watch 5 einen soliden Aufschlag geliefert: Die Uhr hat mit knapp einem Tag zwar die kürzeste Laufzeit unserer Testkandidaten, davon abgesehen laufen Hard- und Software bei ihr aber genauso rund wie bei der Pixel Watch. (spo@ct.de) **ct**

Smartwatches mit Wear OS 3

Modell	Fossil Wellness Edition Gen. 6	Google Pixel Watch	Michael Kors Bradshaw Gen. 6	Samsung Galaxy Watch 5
Hersteller	Fossil, fossil.de	Google, store.google.com	Michael Kors, michaelkors.de	Samsung, samsung.de
Durchmesser / Dicke	42 mm / 13 mm	41 mm / 13 mm	44 mm / 13 mm	40 mm / 12 mm
Armband / Farbe und Material	22 mm / verschiedene Varianten	20 mm (proprietär) / verschiedene Varianten	22 mm / Stahl in Silber-Gold, Silber, Rose	20 mm / Kunststoff in Schwarz, Weiß, Pink
Gewicht mit Armband	140 g	62 g	135 g	29 g
wasserfest (Herstellerangabe)	3 ATM	5 ATM	5 ATM	5 ATM
Akku / Laden	300 mAh / Kontakte	294 mAh / drahtlos	300 mAh / Kontakte	284 mAh / drahtlos
Ausstattung				
Steuerung	Drehkrone, Touch, Knöpfe (2), Sprache	Drehkrone, Touch, Knöpfe (2), Sprache	Drehkrone, Touch, Knöpfe (2), Sprache	Touch, Knöpfe (2), Sprache
Display: Typ / Diagonale	OLED / 1,3 Zoll	OLED / 1,2 Zoll	OLED / 1,3 Zoll	OLED / 1,2 Zoll
Auflösung	416 × 416 Pixel	450 × 450 Pixel	416 × 416 Pixel	396 × 396 Pixel
Prozessor	Snapdragon Wear 4100+, 1,7 GHz	Exynos 9110, Dual-Core 1,15 GHz	Snapdragon Wear 4100+, 1,7 GHz	Exynos W920, Dual-Core 1,18 GHz
Speicher / RAM	8 GByte / 1 GByte	32 GByte / 2 GByte	8 GByte / 1 GByte	16 GByte / 1,5 GByte
Lautsprecher / Mikrofon / Telefonie	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Sensoren	Beschleunigung / Gyroskop / Puls (opt) / SpO ₂ / Umgebungslicht / Höhenmesser / Kompass / GPS	Beschleunigung / Gyroskop / Puls (opt) / SpO ₂ / Umgebungslicht / Höhenmesser / Kompass / GPS, Glonass, Galileo	Beschleunigung / Gyroskop / Puls (opt) / SpO ₂ / Umgebungslicht / Höhenmesser / Kompass / GPS	Beschleunigung / Gyroskop / Puls (opt) / SpO ₂ / Umgebungslicht / Höhenmesser / Kompass / GPS, Glonass, Beidou, Galileo
NFC / Bezahlfunktion	✓ / Google Pay	✓ / Google Pay	✓ / Google Pay	✓ / Samsung Pay
Funkstandards	Bluetooth 5.0, Wi-Fi 4	Bluetooth 5.0, Wi-Fi 4, (LTE)	Bluetooth 5.0, Wi-Fi 4	Bluetooth 5.2, Wi-Fi 4, (LTE)
Fitness: Schlaf / Sporterkennung / Streckenverlauf / Workouts	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / – / eingeschränkt	✓ / ✓ / ✓ / ✓
Bewertung				
Display	⊕	⊕	⊕	⊕
Funktionsumfang	⊕	⊕	○	⊕
Laufzeit	⊕	○	⊕	○
Bedienung	⊕	⊕	⊕	○
Preis	300 €	ab 380 €	300 €	ab 270 €
✓ vorhanden — nicht vorhanden ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht				



In Frankfurt am Main
26. und 27. September 2023



Jetzt
Vorträge
einreichen!

Die Heise-Konferenz für Speichernetze und Datenmanagement

Ende September treffen sich **Storage-Anwender**, **-Entscheider** und **-Anbieter** in Frankfurt am Main und tauschen sich aus über den Stand von Storage heute und morgen. Der Weiterbildungs- und Branchentreff der Storage-Szene!

Nutzen Sie jetzt unser **Blind-Bird-Ticket**: Bis zum Online-Gang des Programms, voraussichtlich Mitte Mai, buchen Sie die zwei Konferenztage für nur 299 €.

Haben Sie Storage-Know-how, das Sie mit Fachkolleginnen und -kollegen teilen wollen? Möchten Sie von eigenen Storage-Erfahrungen berichten und sie mit einem Fachpublikum diskutieren?

Dann reichen Sie ab sofort und **bis zum 17. April** Ihre Ideen über unseren **Call for Proposals** ein. Wir freuen uns auf Ihre Vorschläge.

storage2day.de

Veranstalter



dpunkt.verlag

Goldsponsor



Ransomware



Webinar am 3. und 4. Mai 2023
jeweils 9 bis 13 Uhr

Jetzt
**Frühbuche-
rabatt**
bis 11. April !

Angriffe verstehen und erfolgreich abwehren

Wird Ihr System Opfer eines Angriffs, muss Ihre Verteidigung robust aufgestellt sein und Sie müssen besonnen reagieren können. Das gelingt nur, wenn Sie verstanden haben, wie diese Angriffe funktionieren und wie eine Verteidigung aussieht, die nicht beim ersten falschen Klick in sich zusammenfällt.

Erfahren Sie in diesem heise-Security-Webinar alles Wesentliche über Ransomware und Malware und lernen Sie, wie Sie die Risiken von Angriffen minimieren.

Veranstalter

webinare.heise.de/ransomware



dpunkt.verlag



Bild: KI Midjourney | Bearbeitung: ct

Zum Schnäppchenpreis

Breitbandanschlüsse im Festnetz für unter 30 Euro im Monat

Überall steigen die Preise – außer im Breitbandmarkt. Hier bekommt man weiterhin für 30 Euro durchaus brauchbare Internetzugänge, inklusive Flatrates. Bei all den Fußnoten verliert man aber leicht den Überblick. Wir haben zusammengestellt, welche Angebote sich wirklich lohnen.

Von Urs Mansmann

Die Werbung der Internetprovider gibt eine Richtung vor: noch schneller, noch besser – noch teurer. Denn schnelle Anschlüsse bringen mehr Umsatz. Wer nicht den allerschnellsten Anschluss braucht, kann viel Geld sparen. Am unteren Ende der Skala rangieren Anschlüsse mit 16 Mbit/s. Diese bekommt man schon für 25 bis 35 Euro im Monat, Gigabit-Anschlüsse sind rund doppelt so teuer.

Die langsamen Anschlüsse sind nicht für jeden Anwender geeignet, und knauserig sind die Provider mitunter auch bei Zusatzleistungen wie Telefonieflatrates. Vor der Buchung sollten Sie also genau feststellen, welche Leistung Sie benöti-

gen – und laut Konditionen bekommen. Unterschiede zwischen den Angeboten gibt es auch bei der Vertragslaufzeit, denn auch ihre Billigangebote verkaufen die Provider gerne mit langer Vertragsbindung.

Abseits der VDSL-, TV-Kabel- und Glasfaserausbauggebiete sind ADSL-Anschlüsse mit maximal 16 Mbit/s immer noch an der Tagesordnung. Und oft werden an solchen Anschlüssen nur zwischen 10 und 14 Mbit/s erreicht, weil die Telefonleitung zur Vermittlungsstelle nicht mehr hergibt. In solchen Fällen kann es durchaus lohnen, im laufenden Betrieb die tatsächliche Geschwindigkeit zu messen.

Erfüllt der Provider seine Geschwindigkeitszusagen nicht, kann man wenigstens den monatlichen Preis mindern [1].

Aber man bekommt die langsamen Anschlüsse auch, wo das Internet ordentlich ausgebaut ist. Hängt man mit einer kurzen Telefonleitung an einem VDSL-Verteilerkasten, wird ein Anschluss selbst mit der alten ADSL-Technik die versprochenen Datenraten bringen. Kabelanschlüsse, die in den meisten Fällen für 1 Gbit/s im Downstream und 50 Mbit/s im Upstream ausgelegt sind, liefern 16 Mbit/s mit links. Und auch einige Glasfaseranbieter verkaufen dem Kunden lieber 16 Mbit/s für kleines Geld als gar kein Geschäft mit ihm zu machen.

Wenn Sie die Wahl zwischen verschiedenen Anschlussstechniken haben, sollten Sie zum Glasfaseranschluss greifen, denn der bietet die beste Verbindungsstabilität, die niedrigste Latenz und einen vergleichsweise geringen Stromverbrauch fürs Modem. Wenn Glasfaser bei Ihnen nicht liegt, ist das Kabel die zweite Wahl, denn die versprochenen Datenraten liefert es auf jeden Fall. DSL ist letzte Wahl, weil Sie nicht ausschließen können, dass der Provider alte ADSL-Technik nutzt, die nicht die versprochene Datenrate erreicht.

Wofür 16 Mbit/s reichen

16 oder 20 Mbit/s? Das klingt nach wenig, reicht aber für die meisten Anwendungen problemlos aus. Am ehesten merkt man die niedrige Datenrate bei großen Downloads. Updates für Betriebssysteme können durchaus mal mehrere Gigabyte haben. An einem 16-Mbit/s-Anschluss dauert es über acht Minuten, ein Gigabyte herunterzuladen. In der viel langsameren Senderichtung, etwa wenn Sie Urlaubsfotos zu einem Fotobuchanbieter hochladen, brauchen Sie dafür noch erheblich mehr Geduld: Mit 2,5 Mbit/s ist ein Gigabyte erst nach 53 Minuten versendet, bei 1 Mbit/s dauert es gar über zwei Stunden.

Kein Problem ist das Streamen von Videos in einfacher HD-Auflösung. Dafür braucht man je nach Dienst zwischen 5 und 8 Mbit/s. Ein 16 Mbit/s-Anschluss reicht dafür also aus. Knapp kann es jedoch bei zwei Streams gleichzeitig werden, wenn also beispielsweise im Wohnzimmer und im Kinderzimmer jeweils ein Stream läuft. Grundsätzlich schlecht sieht es bei 4K-Videos (UHD) aus: Hier muss der Anschluss 15 bis 40 Mbit/s hergeben, man benötigt also mindestens einen 50-Mbit/s-Anschluss für einen UHD-Stream, für

mehrere gleichzeitige Streams reicht selbst das noch nicht.

Videokonferenzdienste gehen viel sparsamer mit der Bandbreite um. Die meisten Systeme laufen schon mit 2 oder 3 Mbit/s im Downstream störungsfrei. Kritisch ist eher der Upstream, der bei vielen Billiganschlüssen sehr sparsam ausfällt. Zwar funktionieren Videokonferenzen meistens auch noch mit 1 oder 2 Mbit/s, oft aber nur mit erheblichen Abstrichen an der Qualität der Übertragung. Nutzen zwei Partner gleichzeitig im Homeoffice Videokonferenzen, reicht ein 16-Mbit/s-Anschluss deshalb in der Regel nicht mehr aus.

Mehr Tempo für mehr Komfort

Eine höhere Datenrate beschleunigt allgemeine Anwendungen, die aufs Internet zugreifen: Antworten kommen flotter, Webseiten laden schneller, Streams laufen früher los, der Mailclient synchronisiert sich schneller, der Zugriff vom Homeoffice auf Dienste im Unternehmen per VPN geht zügiger. Dafür muss man dann auch tiefer in die Tasche greifen, üblicherweise kostet jede Geschwindigkeitsstufe von 16 über 50, 100, und 250 bis 1000 Mbit/s rund 5 Euro mehr pro Monat. Fürs Spitzenprodukt muss man womöglich dann nochmal einen Extraaufschlag berappen. Natürlich bietet ein schnellerer Anschluss mehr Komfort, dennoch müssen Sie nicht gleich ins oberste Regal greifen; probieren Sie doch einfach mal aus, wie gut es klappt.

Falls Sie nach einiger Zeit feststellen, dass der Anschluss doch zu langsam ist, ist das in der Regel kein Problem. Auch während der Mindestvertragslaufzeit verkauft Ihnen Ihr Anbieter jederzeit gerne einen schnelleren und damit teureren Anschluss, sofern das technisch möglich ist. Bei einem Downgrade ist es allerdings schwieriger. Den akzeptieren die Anbieter in aller Regel erst nach Ablauf der Mindestvertragslaufzeit. Wer einen DSL-Anschluss bucht, sollte also prüfen, ob eine höhere Geschwindigkeit am Wohnort machbar

c't kompakt

- Festnetzanschlüsse sind schon unter 20 Euro im Monat erhältlich.
- 16 Mbit/s reichen für viele Anwendungen aus.
- Mit kurzen Vertragslaufzeiten bleiben Sie optimal flexibel.

ist. Bei TV-Kabel- und Glasfaseranschlüssen kann man sich diese Prüfung sparen, hier sind an praktisch jedem Anschluss zwischen 250 und 1000 Mbit/s buchbar.


Telefonieren

Obwohl die Nachfrage nach Festnetzanschlüssen und die Telefonminuten darüber kontinuierlich zurückgehen, ist ein Festnetzanschluss bei praktisch jedem Internetanschluss dabei. Der Grund dafür ist einfach: Die Provider müssen ihre VoIP-Server sowieso noch viele Jahre lang weiterbetreiben, weil es immer noch genug Kunden gibt, die diesen Dienst nutzen. Die gängigen Router sind ebenfalls von Haus aus für VoIP gerüstet.

Festnetztelefonate sind für die Provider ein Nullsummenspiel, weil sich Entgelte für abgehende und ankommende Telefonate gegenseitig aufheben. Dennoch bieten solche Anschlüsse Providern die Chance, Geld zu verdienen: Sobald der Kunde Anrufe tätigt, die nicht von der Flatrate abgedeckt sind, also ins Mobilfunknetz oder ins Ausland telefoniert, klingelt die Kasse. Kaum ein Provider hat die seit Jahren konstant sinkenden Preise, die die Telefongesellschaften untereinander für die Weiterleitung von Gesprächen an den Nutzer berechnen, an seine Kunden weitergereicht.

Das führt zu teilweise absurden Preisunterschieden: Mit dem billigsten VoIP-Angebot kostet ein Anruf zu einem Handy in China 1 Cent pro Minute, mit

Verfügbarkeitsprüfung



Verfügbarkeit prüfen!
Bitte geben Sie Ihre Anschlussadresse ein!

Geben Sie Straße, Hausnummer und Postleitzahl ein ...

Wenn Sie die Anschrift des Anschlusses eingeben, erhalten Sie detaillierte und verbindliche Informationen, welche Anschlussvarianten verfügbar sind.

Komplett easy – Produktkonfiguration

FLAT RATE
Flatrate-Optionen
Wählen Sie Ihre Flatrate-Option.

☒ Festnetz-Flatrate
☐ Allnet-Flatrate

Bandbreite
Gewünschte Anschlussart

☒ ADSL Annex J mit maximal 16/2,8 Mbit/s
typische Bandbreite: 13/2,5 Mbit/s
minimale Bandbreite: 12/2,2 Mbit/s

☐ VDSL Classic mit maximal 50/10 Mbit/s (+8,00 €/Monat)

☐ VDSL Vectoring mit maximal 100/40 Mbit/s (+13,00 €/Monat)

☐ VDSL Supervectoring mit maximal 250/40 Mbit/s (+18,00 €/Monat)

Bandbreiten werden in Download-/Uploadgeschwindigkeit angegeben.

Breitbandangebote sind immer in mehreren Geschwindigkeits- und Preisstufen erhältlich.

dem billigsten Call-by-Call-Anbieter 2,73 Cent. Als Festnetzkunde der Telekom zahlen Sie dafür 1,25 Euro. Euro, nicht Cent! Wenn Sie Anrufe nach Übersee machen wollen, sollten Sie deshalb am besten auf Messenger wie WhatsApp, Telegram, Signal oder Threema zurückgreifen, die Ihnen diese mit maximaler Sprachqualität und optional Video kostenlos zur Verfügung stellen.

Gerade viele Senioren möchten ihr Festnetztelefon nicht missen. Das wird zunehmend zum teuren Spaß: Der einfache Telefonanschluss der Telekom (Call Start) kostet nach der jüngsten Preiserhöhung 24 Euro im Monat, die Gesprächsminute ins Festnetz 2,9 Cent und ins Mobilnetz 19 Cent. Für diesen Preis gibt es beim Internetanbieter Eazy (siehe Tabelle) schon einen 20-Mbit/s-Anschluss inklusive Fest-

netzflatrate. Und wenn Sie monatlich noch 6 Euro draufpacken, ist bei O2 beim 50-Mbit/s-Anschluss sogar noch eine Flatrate in die Mobilfunknetze dabei.

Internet mit Festnetz

Selbst wenn Sie am Anschlussort kein Internet brauchen, sondern nur die Telefonflatrate nutzen wollen, stört das Internet ja nicht; noch nicht einmal zusätzliche Stromkosten fallen an, weil der Router fürs Telefon sowieso laufen muss. Das WLAN kann beispielsweise für Besucher ganz praktisch sein. Außerdem eröffnet das die Möglichkeit, im Haushalt intelligente Helfer zu installieren, die auf einen WLAN-Zugang angewiesen sind. Wenn es statt des Festnetzanschlusses auch ein mobiler – dann ohne Besucher-WLAN – sein darf, gibt es günstige LTE-Tarife inklusive

Allnet-Flatrate bereits ab rund 5 Euro im Monat, so lassen sich sogar knapp 20 Euro im Monat sparen.

Nutzen Sie den Festnetzanschluss intensiv, beispielsweise für eingehende Anrufe im Homeoffice, sollten Sie darauf achten, wie viele Rufnummern und wie viele gleichzeitige Gespräche Sie darüber führen können. Zwei Homeoffice-Arbeitsplätze benötigen schon einmal zwei Rufnummern und zwei Kanäle, für die private Nutzung kommen dann noch mehr hinzu.

Interessant ist das Angebot von Easybell, bei dem zusätzliche Festnetzzufnummern für je 79 Cent pro Monat gebucht werden können. Die beim Anrufer angezeigte Rufnummer lässt sich für jeden der virtuellen Anschlüsse individuell festlegen, so können Sie beispielsweise Ihre Büronummer, die Rufnummer der Zentrale oder die des Diensthandys anzeigen lassen, wenn Sie abgehende Geschäftstelefonate führen. Das VoIP-Angebot lässt sich für 79 Cent pro Rufnummer und Monat und 4,99 Euro für eine Festnetz-Flatrate auch alleine buchen und kann dann mit jedem beliebigen Internetanschluss kombiniert werden.

So selbstverständlich eine Internet-Flatrate scheinen mag: Beim Einstiegs-tarif der Telekom „MagentaZuhause Start“ ist sie nicht dabei. 100 Gigabyte pro Monat reichen gerade einmal für 90 Minuten tägliches Streamen bei 5 Mbit/s. Lastet man den Anschluss mit 16 Mbit/s voll aus, ist schon nach insgesamt 14 Stunden Schluss. Danach wird der Anschluss so langsam, dass Streaming nicht mehr möglich ist.

Preisfrage

Wenn Sie bei einem Internetangebot einen extrem niedrigen Preis mit einer Fußnote erspähen, ahnt so gut wie jeder Mensch

Details anzeigen Produktinformationsblatt

☒ 24 Monate Laufzeit
Mehr Sparen.

☐ Ohne Laufzeit
Mehr Flexibilität.

24⁹⁹ € mtl.

9,99 € einmaliger Bereitstellungspreis

In den Warenkorb

Bei Congstar ist die Auswahl der Laufzeit und die damit verbundenen Gebühren leicht zu finden und übersichtlich. Das ist nicht bei jedem Angebot so.

4 Gerät wählen

Hinweis für O, my Home XL

Für unseren Highspeed-Tarif O, my Home XL brauchst du einen IP-fähigen VDSL-Router, der zudem Supervectoring unterstützt.

Schließen

Ich habe bereits einen DSL Router.

Für Internet über DSL brauchst du einen IP-fähigen VDSL-Router. Das trifft auf dein jetziges Gerät nicht zu? Dann wähle einfach einen neuen Router aus.

FRITZ!Box 7590 AX
Bereitstellungspreis: 0,00 € mtl. **6⁹⁹ €**

Ein DSL-Router, der Supervectoring beherrscht, ist nur für sehr hohe Datenraten erforderlich, bis einschließlich 100 Mbit/s tut es auch einfaches Vectoring.



Qualifizieren Sie Ihre Fachkräfte für die Zukunft der IT

Mit Ihrem Partner für digitale IT-Weiterbildung

**JETZT
KOSTENLOS
TESTEN**

Die Zukunft des Lernens ist digital

Mit der Lernplattform nehmen Ihre IT-Fachkräfte ihre Weiterbildung selbst in die Hand und entscheiden individuell und im eigenen Tempo, wie, was und wo sie lernen möchten.

Stetig wachsendes Kursangebot

100 digitale Webinare, 90 Videokurse und viele Features wie Notizen, Transkript und Übungsaufgaben ermöglichen ein interaktives und nachhaltiges Lernen.

Themen von heute und morgen

Stetig wachsende Kursbibliothek mit berufsrelevanten und praxisnahen Lernangeboten aus den Bereichen Softwareentwicklung, Webtechnologie, IT-Security und vielem mehr.

Weitere Vorteile:

- Einfache Angebotsabwicklung
- Volle Kostenkontrolle durch individuelle Gruppenlizenzen
- Teilnahmebescheinigungen

Jetzt 30-Tage-Test für Ihr Team anfragen:
heise-academy.de



Ihr Check-Ergebnis:

Ja, in 30163 Hannover, ist 1&1 DSL 16 verfügbar!

Weiter mit DSL 16

TIPP Jetzt 1&1 DSL 50 für nur 5 €/Monat mehr sichern.
Dauerhaft für nur 34,99 €/Mon.. 

Weiter mit DSL 50

Einige Anbieter versuchen, Ihnen im Bestellvorgang einen schnellen und teureren Anschluss zu verkaufen. Passen Sie also auf, wohin Sie klicken und prüfen Sie am Ende, ob die Auswahl genau Ihren Wünschen entspricht.

dort die günstigste Anschlussvariante schon 35 Euro kostet. Das mit Abstand günstigste Angebot ist das von Eazy, das ohne Telefonie-Flatrate nur 19 Euro im Monat kostet, aber ausschließlich im Kabelnetz von Vodafone verfügbar ist. Mit einem DSL-Anschluss muss man etwas mehr berappen: Bei Drillisch kostet ein 16-Mbit/s-Anschluss inklusive Festnetz-flatrate 25 Euro im Monat, und wer 5 Euro drauflegt, bekommt sogar 100 Mbit/s. Wer mit 50 Mbit/s auskommt und eine Allnet-Flatrate aus dem Festnetz vorzieht, ist mit 30 Euro Monatsbudget bei O2 am besten aufgehoben.

Aufpassen müssen Sie beim Abschluss mit der Mindestvertragslaufzeit. Viele Angebote können Sie für einen kurzen Zeitraum, also ein bis drei Monate, oder für zwei Jahre abschließen. Ginge es nach den Anbietern, würde man Sie gerne möglichst lange binden, deswegen sind die 24-Monats-Varianten meist vorausgewählt oder leichter zu finden. Besonders lange suchten wir bei Pýr nach der Variante mit kurzer Laufzeit: Hier müssen Sie den Bestellprozess starten und bei der Geschwin-

mit Gehirn, dass es da einen Haken geben muss. Der niedrige Preis gilt nur für wenige Monate, danach steigt er deutlich. Zurückhaltender dargestellt sind hingegen die einmaligen Anschlusskosten, die immer mehr Anbieter verlangen und die sich auf bis zu 70 Euro belaufen. Wenn ein

Anbieter also mit kostenlosem Anschluss wirbt, ist das anders als ein Monatspreis mit Sternchen durchaus ein valides Argument.

Berücksichtigt haben wir alle Angebote mit einem monatlichen Preis bis zu 30 Euro. Vodafone ist nicht vertreten, weil

Günstige Breitbandtarife bis 30 Euro monatlich (Auswahl)

Anbieter	1&1	Congstar	Drillisch	Drillisch	Easybell
Tarif	DSL 16	Komplett 1 Flex	Sim.de DSL 16 ⁸	Sim.de DSL 50 (100) ⁸	Komplett easy
URL	dsl.1und1.de	congstar.de	sim.de/dsl	sim.de/dsl	easybell.de
Anschlussart	ADSL	ADSL	ADSL	Vectoring	ADSL
Leistungen/Optionen					
monatliches Datenvolumen (anschließende Drosselung)	Flatrate (—)	Flatrate (—)	Flatrate (—)	Flatrate (—)	Flatrate (—)
Bandbreite Down-/Upstream Mbit/s	16 / 1	16 / 1	16 / 1	50 / 10 (100 / 40)	16 / 2,8
normalerweise verfügbare Bandbreite Down- / Upstream ⁴ Mbit/s	9,5 / 0,9	9,8 / 0,92	9,5 / 0,9	44 / 9,4 (83,8 / 33,4)	15,5 / 2,5
Mindestbandbreite Down- / Upstream ⁴ Mbit/s	0,3 / 0,128	0,75 / 0,128	0,3 / 0,128	16,7 / 1,6 (54 / 20)	5 / 1
öffentliche IPv4- / IPv6-Adresse für Neuan-schlüsse verfügbar (Zahl der IPv6-Adressen)	✓ / ✓ (/56 Delegated LAN Prefix)	k. A.	✓ / ✓ (/56 Delegated LAN Prefix)	✓ / ✓ (/56 Delegated LAN Prefix)	✓ / ✓ (/64 Delegated LAN Prefix)
Telefonanschlussart / gleichzeitige Gespräche / Rufnummern	VoIP / 1 / 1 ²	VoIP / 4 / 4	VoIP / 4 / 10	VoIP / 4 / 10	VoIP / 2 / 1 ²
Vertragskonditionen					
Störungsannahme (Rufnummer)	Festnetz (07 21/96 00)	Festnetz (02 21/79 70 07 00)	Festnetz (07 21/96 00)	Festnetz (07 21/96 00)	Festnetz (0 30/80 95 10 00)
Laufzeit / Verlängerung / Kündigungsfrist	3 / — / 3 Monate	1 Monat / 1 Monat / 14 Tage	24 / 1 / 1 Monate	24 / 1 / 1 Monate	1 Monat / 1 Monat / 14 Tage
günstigste mitgelieferte Hardware	1&1 HomeServer ³ , 4,99 €/Monat, 9,99 € einmalig	Fritz!Box 7530, 129,99 € ³	AVM WLAN-Router, 9,99 € einmalig, 3,99 € monatlich	AVM WLAN-Router, 9,99 € einmalig, 3,99 € monatlich	Fritz!Box 7590 AX, 4,50 € mtl. oder 239 € einmalig ³
Telefonanschluss / Festnetz-Flat / Allnet-Flat mtl.	inklusive / inklusive / 9,99 €	inklusive / 5 € / —	inklusive / inklusive / 9,99 €	inklusive / inklusive / 9,99 €	inklusive / inklusive / 5 €
Kosten					
Einmalkosten abzgl. Ermäßigungen ¹	—	39,99 €	42,40 € Gutschrift	54,40 € (72,40 €) Gutschrift	49,95 €
abweichende Leistungen und Kosten bei Verträgen mit längerer Mindestlaufzeit	5 € höherer (!) monatlicher Grundpreis, 300 € Gutschrift darauf	30 € zusätzliche Gutschrift, 40 € Vergünstigung bei Routerkauf	—	—	—
Internet-Anschluss, monatlich	29,99 €	24,99 €	24,99 €	26,99 (29,99) €	26,95 €
Internet-Anschluss, monatlich, inklusive Festnetz-Flatrate	29,99 €	29,99 €	24,99 €	26,99 (29,99) €	26,95 €

¹ bei Onlinebestellung, incl. Zwangshardware, Gebührengutschriften gerechnet für zwei Jahre Laufzeit
² mehr Rufnummern und mehr gleichzeitige Gespräche gegen Aufpreis

³ Router muss nicht mitbestellt werden, Preis incl. Versandkosten
⁴ Herstellerangabe laut Produktblatt

⁵ über TV-Kabel
⁶ zusätzlich zur Festnetz-Flatrate

digkeitswahl die vorausgewählte Vertragslaufzeit von 24 auf 3 Monate ändern. Wenn Sie einen Glasfaseranschluss dieses Anbieters haben, haben Sie keine Wahl und müssen sich für 24 Monate binden.

Zusätzliche Vertragsbestandteile wie die früher im Bestellprozess häufig vorausgewählten Sicherheitspakete darf Ihnen Ihr Anbieter nicht mehr unterschieben. Zwar bekommen Sie jede Menge zusätzliche Optionen angezeigt, etwa Flatrates für verschiedene Anrufziele oder Kauf- und Mietangebote für zusätzliche Hardware wie WLAN-Repeater. Aber diese müssen Sie nun aktiv auswählen, wenn sie sie bestellen möchten.

Eigenen Router einsetzen

Sie können statt des vom Anbieter empfohlenen Routers ein eigenes Modell einsetzen. Achten Sie auf die Hinweise, was die Kompatibilität des Geräts zu Ihrem Anschluss angeht, lassen Sie sich aber nicht von den Warnhinweisen verunsichern. Die Anbieter setzen standardisierte Hardware ein, ob für DSL-, Kabel- oder Glasfaseranschlüsse. Wenn Sie ein pas-

sendes Gerät bereits besitzen oder ein bestimmtes Modell einsetzen wollen, können Sie das problemlos tun.

Oft bekommen Sie für ein paar Euro im Monat Geräte zur Miete angeboten. Das ist kein so schlechtes Geschäft, wie es auf den ersten Blick vielleicht scheint, auch wenn das Kaufgerät nach vier oder fünf Jahren günstiger wäre als die Mietzahlung für diesen Zeitraum. Bedenken Sie, dass Router zwar langlebig sind, aber nicht ewig leben. Sie können nicht nur einen Defekt erleiden, sondern auch beispielsweise technisch veralten. Ein Mietgerät wird in einem solchen Fall kostenlos ersetzt, einen eigenen Router müssen Sie dann neu beschaffen.

Gerade wenn Sie jeden Cent umdrehen müssen, sind 3 bis 5 Euro im Monat leichter zu verkraften, als wenn auf einen Schlag und womöglich ohne Vorwarnung 150 Euro oder mehr für ein neues Gerät fällig werden. Außerdem haben Sie mit einem Gerät des Providers einen besseren Stand, wenn es Streit um die Stabilität oder Leistungsfähigkeit der Internetverbindung gibt. Die beliebte Ausrede „bis zum

Hausanschluss ist alles in Ordnung, das muss an Ihrem Router liegen“ zieht dann nicht mehr.

Fazit

Internetanschlüsse kann man günstig bekommen, wenn man den einen oder anderen Kompromiss eingeht. Allerdings muss man bei den Billigangeboten ganz genau hinschauen, was sie wirklich kosten, welche Leistung sie bieten und wie lange die Vertragsbindung läuft. Zu sparsam sollte man die Leistung nicht bemessen, wenn der Anschluss für ein Homeoffice oder zum Streamen von UHD-Videos taugen soll. Ein Anbieterwechsel kann sich auch für Senioren lohnen, die eigentlich nur telefonieren wollen, denn in vielen Fällen ist ein Internetanschluss inklusive Telefon günstiger als ein reiner Festnetzanschluss. (uma@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Thomas Bradler, Korrekt gemessen, Vereinbarte Datenraten beim Internetanbieter durchsetzen, c't 6/2023, S. 172

Eazy	Eazy	02	02	Pjur	Telekom
eazy20	eazy40	my Home XS Flex	my Home S Flex	Pure Surf 20 (DOCSIS)	MagentaZuhause Start
eazy.de	eazy.de	o2online.de	o2online.de	pyur.com	telekom.de
TV-Kabel (Vodafone)	TV-Kabel (Vodafone)	ADSL, Glasfaser, 4G/5G	Vectoring, Glasfaser, TV-Kabel, 4G/5G	TV-Kabel	ADSL
Flatrate (–)	Flatrate (–)	Flatrate (–)	Flatrate (–)	Flatrate (–)	100 GByte (384 / 384 kbit/s)
20 / 2,5	40 / 5	16 / 2	50 / 10 (50 / 5 ⁵)	20 / 3	16 / 2,4
19 / 2,4	38 / 4,5	13 / 1,5 ⁷	38 / 8 ⁷ (38 / 3,5 ⁵)	18 / 2,85	9,5 / 1,5
14 / 1,7	28 / 2	0,7 / 0,3 ⁷	16 / 4,5 ⁷ (16 / 1,5 ⁵)	14 / 2,1	6,3 / 0,7
– / ✓ (/56 oder /64 Delegated LAN Prefix)	– / ✓ (/56 oder /64 Delegated LAN Prefix)	(✓) / ✓ (/56 Delegated LAN Prefix)	(✓) / ✓ (/56 Delegated LAN Prefix)	teilweise / ✓ (/56 Delegated LAN Prefix)	✓ / ✓ (/56 Delegated LAN Prefix)
VoIP / 1 / 1	VoIP / 1 / 1	VoIP / 1 / 1 ²	VoIP / 1 / 1 ²	VoIP / 1 / 2	VoIP / 2 / 3
kostenlos (08 00/7 00 11 77)	kostenlos (08 00/7 00 11 77)	Festnetz (0 89/7 87 97 94 00)	Festnetz (0 89/7 87 97 94 00)	Festnetz (0 30/25 77 77 77)	kostenlos (08 00/3 30 10 00)
24 / 1 / 1 Monate	24 / 1 / 1 Monate	1 / 1 / 1 Monat	1 / 1 / 1 Monat	3 / 1 Monate / 4 Wochen (24 / 1 / 1 mit Glasfaseranschluss)	24 / 1 / 1 Monate
WLAN-Router, kostenlos	WLAN-Router, kostenlos	HomeBox 3, 9,99 € einmalig, 3,99 € monatlich ³	HomeBox 3, 9,99 € einmalig, 3,99 € monatlich (Fritzbox 6660 ³ , 9,99 € einmalig, 4,99 € monatlich) ³	WLAN-Kabelbox, kostenlos	WLAN- und VoIP-Router, 5,95 €/Monat, 6,95 € einmalig ³
inklusive / 5 € / –	inklusive / 5 € / –	inklusive / inklusive / inklusive	inklusive / inklusive / inklusive	inklusive / 5 € / 5 € ⁶	inklusive / inklusive / –
59,98 €	9,99 €	49,99 €	49,99 €	–	69,95 €
–	–	60 € zusätzliche Gutschrift	60 € zusätzliche Gutschrift, Router einmalig 49,99 € günstiger	250 € zusätzliche Gutschrift	–
18,99 €	22,99 €	29,99 € ⁹	29,99 € ⁹	25 €	24,95 €
23,99 €	27,99 €	29,99 € ⁹	29,99 € ⁹	30 €	24,95 €

⁷ k. A. für 4G/5G

⁸ gleichlautende Angebote weiterer Drillisch-Marken verfügbar

✓ vorhanden

⁹ regional höhere Preise

– nicht vorhanden

Zahlen, Daten, Fakten

MINT-Arbeitsmarkt

Laut dem arbeitgebernahen Institut der deutschen Wirtschaft waren im Oktober 2022 rund 502.000 MINT-Stellen unbesetzt, knapp 177.000 Personen suchten einen MINT-Job. Die Differenz wird als MINT-Lücke bezeichnet.

Die Gründe für diese Lücke sind vielfältig. So ist die Zahl der Studienanfänger in MINT-Fächern rückläufig: Im Studienjahr 2021/22 nahmen rund 172.000 Menschen ein MINT-Studium auf – 13 Prozent

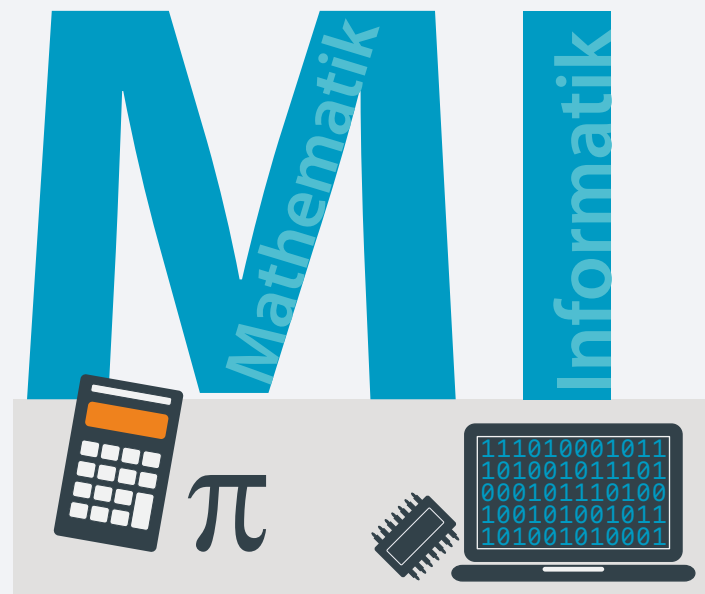
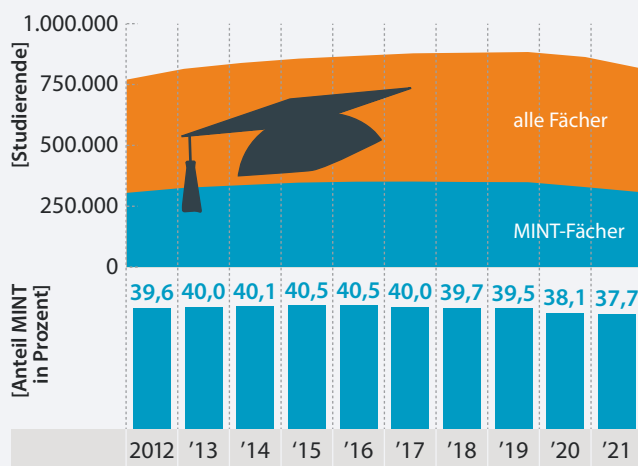
weniger als fünf Jahre vorher. Der größte Engpass herrscht allerdings bei den MINT-Fachkräften, also Personen, die eine berufliche Ausbildung im dualen System absolviert haben, und auch die Zahl der MINT-Azubis sinkt seit Jahren.

Zwei Maßnahmen liegen auf der Hand: Mehr Frauen für MINT-Jobs begeistern, denn der Frauenanteil bei MINT-Akademikern und -Fachkräften stagniert seit Jahren auf niedrigem Niveau, und

mehr Arbeitskräfte mit ausländischen Wurzeln in MINT-Positionen beschäftigen. Letzteres scheint inzwischen zu gelingen. Allein in akademischen MINT-Berufen waren im ersten Quartal 2022 laut Bundesanstalt für Arbeit 24.662 Personen aus Indien in Deutschland tätig. Platz 2 der Einwanderungsländer belegt in dieser Statistik die Türkei (11.249 Personen), gefolgt von Italien (10.106), China (8732) und Russland (8074). (dwi@ct.de) **ct**

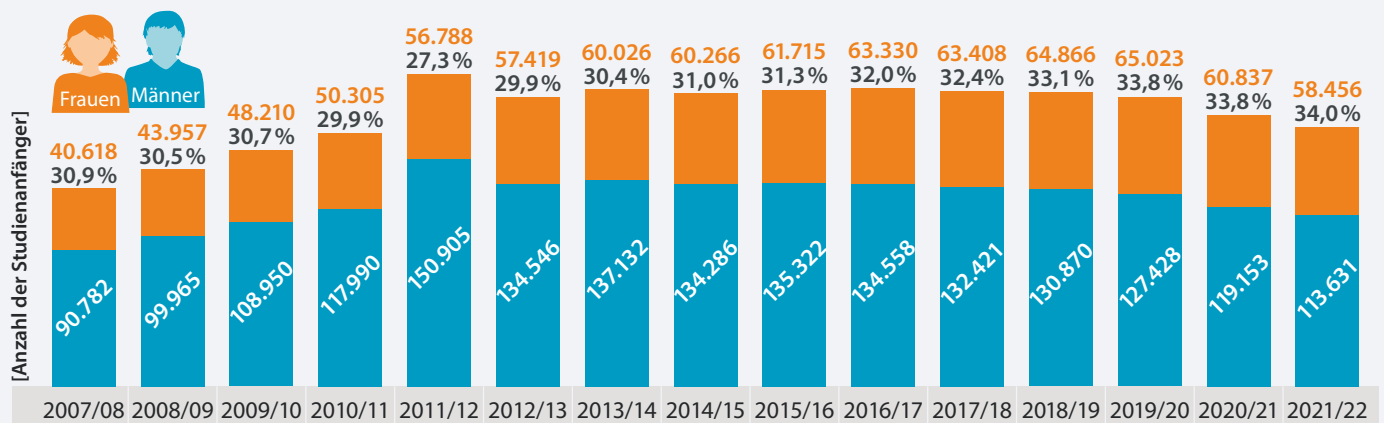
► Weniger Erstsemester

Seit 2019 sinkt die Zahl der Studienanfänger in Deutschland. Gleichzeitig nahm der Anteil der MINT-Erstsemester leicht ab.¹



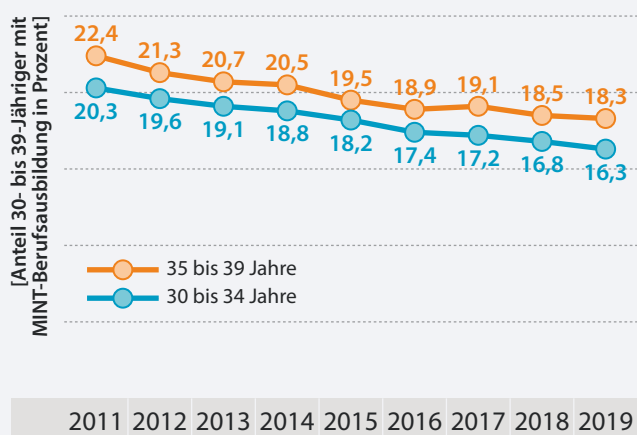
► Gleichbleibend wenig MINT-Studentinnen

Über die Jahre hat sich der Frauenanteil bei den MINT-Studienanfängern kaum verändert.²



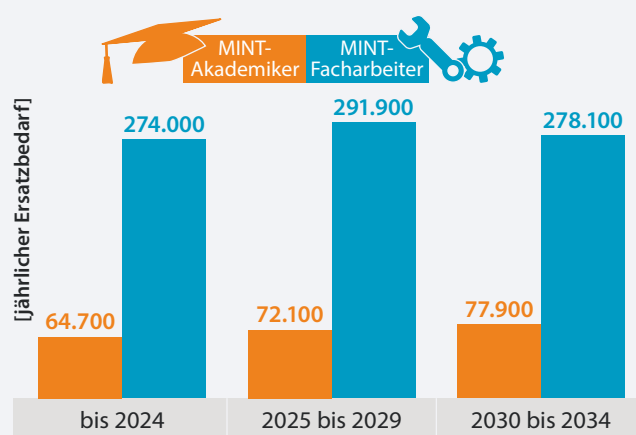
► Weniger junge Fachkräfte

Für die Wirtschaft ebenso wichtig wie die MINT-Akademiker sind Personen mit einer technischen Berufsausbildung.³



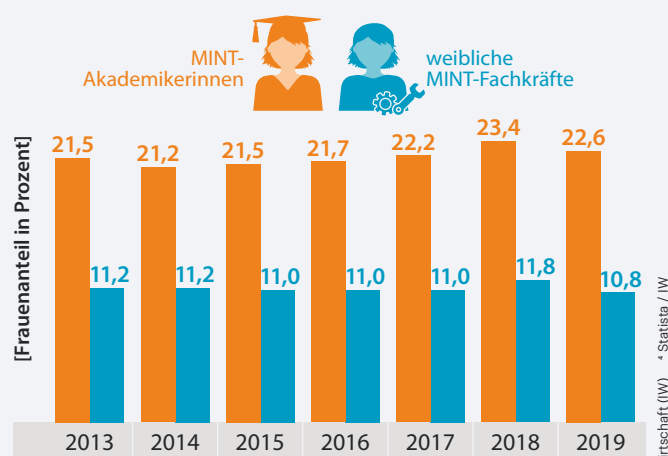
► Ersatzbedarf

Weil in MINT-Berufen künftig viele Personen in den Ruhestand gehen, steigt der Bedarf an MINT-Fachkräften und -Akademikern.⁴



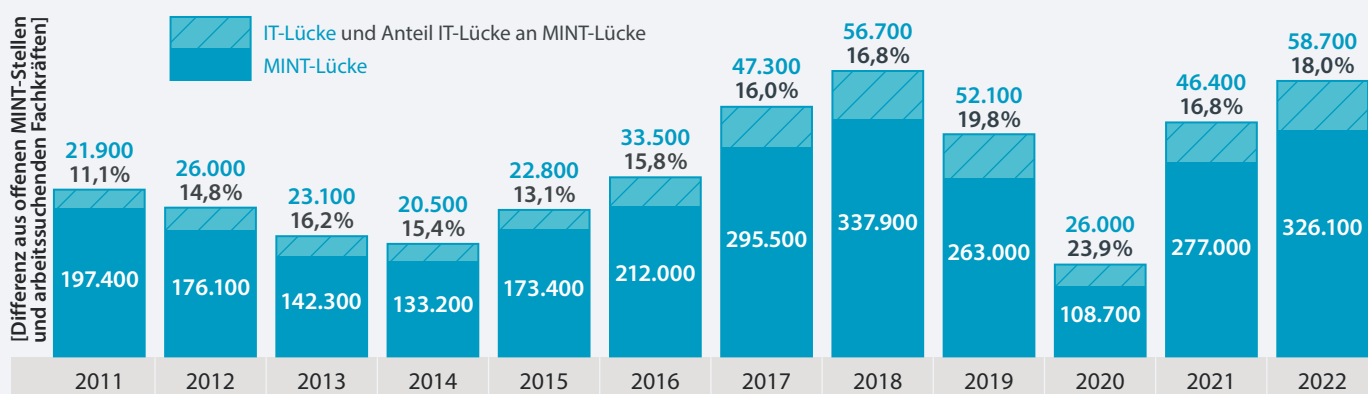
► Wenig Frauen in MINT-Jobs

Der Frauenanteil ist bei den MINT-Fachkräften noch niedriger als bei den MINT-Akademikern.⁴



► Große Lücke

Als „MINT-Lücke“ bezeichnet das Institut der deutschen Wirtschaft die Differenz zwischen offenen Stellen und Arbeitslosen in diesem Bereich.³



Quellen: ¹ Statistisches Bundesamt ² Statista ³ MINT-Herbstreport 2022, Institut der deutschen Wirtschaft (IW) ⁴ Statista / IW



Bild: Anastasia, stock.adobe.com | Bearbeitung: ct

Daten sollen fließen

EU: Digitalisierungsschub durch gemeinsamen Gesundheitsdatenraum?

Innerhalb Europas sollen bald Patientenakten und sonstige Gesundheitsdaten über Ländergrenzen hinweg digital zugänglich sein. Die EU verspricht sich davon eine bessere medizinische Versorgung und mehr Forschung und KI-Training mit realen Daten. Doch noch sind nicht alle datenschutzrechtlichen Fragen geklärt.

Von Holger Bleich

Was denken Sie zum Zustand der Digitalisierung von Gesundheitsdaten? Dauerbaustelle oder doch eher Umbruch oder gar Aufbruch? Hört man sich unter Experten um, kommt ein ziemlich heterogenes Meinungsbild heraus. Längst nicht jeder beschreibt die Lage so negativ wie Karl Lauterbach. Der Bundesgesundheitsminister sieht Deutschland auf diesem Feld „um Jahrzehnte zurück“. Dies könne er nicht weiter verantworten, deshalb müsse ein „Neustart“ kommen – wieder einmal, jetzt aber wirklich.

Diesen Mitte März vorgestellten Neustart nennt die Bundesregierung „Digitalisierungsstrategie für das Gesundheitswesen und die Pflege“. Unter anderem

sollen bis 2025 mindestens 80 Prozent der Bürger eine elektronische Patientenakte (ePA) haben, so das Ziel. Die rechtlichen Grundlagen schaffen den Plänen zufolge ein „Digitalgesetz“ und insbesondere ein „Gesundheitsdatennutzungsgesetz“ [1].

Der Aufschlag des Ministers rief ein enormes Echo hervor. In Zeitungskommentaren belächelten einige Journalisten Lauterbachs plötzlichen Elan, Datenschützer kritisierten die vorgesehene Widerspruchslösung, nach der Patienten nur dann keine ePA verpasst bekommen, wenn sie aktiv „nein“ sagen.

Lauterbach und sein Bundesgesundheitsministerium (BMG) inszenierten sich als Antreiber der Digitalisierung. Doch in

Wahrheit sind sie Getriebene, die unter höchstem Zeitdruck ein rückständiges System so weit aufmöbeln müssen, dass sie es halbwegs kompatibel bekommen zu den noch viel größeren Plänen der Europäischen Union: Den Takt, dem sich die Bundesregierung beugt, bestimmen weder die Bürger noch der Markt. Stattdessen gibt ihn die EU-Kommission in Brüssel vor.

Die Uhr tickt

Spätestens vor knapp einem Jahr, nämlich am 3. Mai 2022, begann die Uhr zu ticken. An diesem Tag präsentierte die EU-Kommission ihre Vorstellungen eines Europäischen Gesundheitsdatenraums (European Health Data Space, EHDS) als Vorschlag einer Verordnung. Sie soll in allen Mitgliedsstaaten nationale Regelungen überschreiben [2]. Viele der Vorschriften im EHDS-Entwurf will die Bundesregierung nun insbesondere mit dem Gesundheitsdatennutzungsgesetz proaktiv umsetzen, um halbwegs gerüstet zu sein.

Der Gesundheitsdatenraum EHDS entspringt der 2020 postulierten Digitalstrategie der Von-der-Leyen-Kommission. Er bildet den ersten Aufschlag eines größeren Vorhabens, mit sogenannter vertikaler Regulierung Daten für Bürger, Forschung und Wirtschaft besser verfügbar zu machen. Damit will die EU im weltweiten Wettbewerb konkurrenzfähiger werden. Vertikal deshalb, weil nach und nach einzelne Sektoren reguliert werden sollen, ohne allgemeine (horizontale) Gesetzeswerke zu unterminieren. So betonte die EU-Kommission wiederholt, dass sich der EHDS auf die DSGVO und den Data Governance Act (DGA) stütze.

Nach dem Gesundheitsdatenraum plant die Kommission acht weitere sektorale Regulierungen. Sie will eigene Datenräume beispielsweise für Industrie, Mobilität, Finanzen und Agrar schaffen. Mit dem EHDS soll eine Blaupause entstehen: Gelingt es, den innereuropäischen Fluss von Gesundheitsdaten trotz aller datenschutzrechtlichen Stolpersteine unfallfrei zu regulieren, sollte es in den anderen Sektoren schneller klappen – so die Hoffnung. Der EHDS ist außerdem als Erstes an der Reihe, weil EU-Kommissionspräsidentin Ursula von der Leyen ihn als wichtigen Teil der von ihr 2020 ausgerufenen Gesundheitsunion postuliert hat. Als Lehre aus der Coronapandemie hatte sie gefordert, dass die 27 Länder „bei Prävention, Diagnostik und Reaktion an einem Strang ziehen“.

Gegen die Silobildung

Bislang liegen die Gesundheitsdaten von Bürgern in unterschiedlichen, meist zueinander inkompatiblen Formaten an diversen Orten, die oft nicht miteinander vernetzt sind. Zugriffsregeln unterscheiden sich von Staat zu Staat, genauso wie der Digitalisierungsgrad: Die Daten lassen sich oft nicht bewegen.

Kritiker aus der universitären Forschung sprechen gerne von hermetischen Silos, aus denen kaum jemand zum Wohle des Einzelnen und der Gesellschaft schöpfen kann. Damit meinen sie beispielsweise die vielen verschiedenen Praxisverwaltungs- und Krankenhausinformationssysteme mit ihrer jeweils proprietären Datenhaltung.

Der EHDS soll erzwingen, dass diese Silobildung aufhört und alle Gesundheitsdaten zwar nicht an einem Ort liegen, aber abgesehen von (derzeit heiß diskutierten) rechtlichen Einschränkungen überall verfügbar sind. Ein wichtiger Schritt dorthin ist die europaweit einheitliche digitale Patientenakte (Electronic Health Record, EHR). Sie soll in einem bislang noch nicht ausformulierten European Electronic Health Record Exchange Format (EEHRxF) durch die europäischen Datennetze sausen.

Geplant ist, dass jeder Bürger seine Akte über Apps einsehen, verwalten und ergänzen kann. Ein Beispiel: Jemand befindet sich im Urlaub auf Mallorca in zahnärztlicher Behandlung. Nun kann er dem Arzt vom Smartphone aus gezielt die Historie seiner Blutverdünnungsmedikation freigeben, die sein behandelnder Kardiologe führt. So verhindert er Komplikationen während der Zahn-OP. Derlei Vorgän-



Bild: Europäische Union

EU-Gesundheitskommissarin Stella Kyriakides sparte bei der Vorstellung des EHDS-Entwurfs nicht mit Superlativen: „Die EU setzt einen wahrhaft historischen Schritt auf dem Weg zur digitalen Gesundheitsversorgung in der EU.“

ge laufen unter dem Begriff Primärnutzung. Für diese Primärnutzung sieht der EHDS eine EU-weite eHealth-Diensteinfrastruktur (eHDSI) vor.

Diese Primärstruktur soll an der Marke MyHealth@EU von außen erkennbar sein. In einem ersten Schritt sollen die Gesundheitssysteme aller Mitgliedsstaaten ab 2025 Patientenkurzakten der Bürger in der eHDSI bereitstellen, die beispielsweise Allergien, Vorerkrankungen und Operationen enthalten. Hinzu kommen Verschreibungen und Medikationspläne. Bis 2030 folgt nach den EU-Plänen die komplette digitale Akte mit medizinischen Bilddaten, Laborergebnissen und Krankenhausentlassungsberichten.

Organisiert wird der Austausch von Daten über sogenannte nationale Kontaktstellen für digitale Gesundheit, die jeder Mitgliedsstaat benennen muss. Die EU evaluiert derzeit permanent, welche der benötigten Dienste einzelne Staaten bereits einsatzbereit haben. Während Länder wie Portugal, Spanien und Estland 2023 bereits Gesundheitsinfos und E-Rezepte via MyHealth@EU austauschen können, ist Deutschland noch völlig außen vor.

Sekundärnutzung

Unter dem Label HealthData@EU läuft im EHDS die sogenannte Sekundärnutzung von Daten. Dabei handelt es sich nicht nur um Gesundheitsdaten, sondern etwa auch um Sozialdaten, Verwaltungsdaten und genetische Daten. All diese liegen beispielsweise in Systemen von Kliniken und Forschungseinrichtungen. Sie sollen anonymisiert oder mindestens

ct kompakt

- Die EU will spätestens 2024 ihre Verordnung zu einem Europäischen Gesundheitsdatenraum verabschieden.
- Bürger erhalten eine EU-weit abrufbare digitale Patientenakte, was die Qualität der Versorgung über Ländergrenzen hinweg steigern soll.
- Datenschutzrechtlich problematisch ist, dass Forschungseinrichtungen auf Antrag Zugang zu vielen pseudonymisierten Patientendaten erhalten.

pseudonymisiert im EHDS zur Verfügung stehen. Dazu will die EU alle Inhaber dieser Daten (also etwa die Kliniken) verpflichten, ihre Silos mittels Registern nationalen Zugangsstellen zu öffnen.

In Deutschland kommt als Zugangsstelle aller Voraussicht nach das Forschungsdatenzentrum (FDZ) in die Verantwortung. Das FDZ ist beim Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) angesiedelt und befindet sich gerade im Aufbau. Es sammelt aber bereits Abrechnungs- und Gesundheitsdaten der 73 Millionen gesetzlich Krankenversicherten, um sie zu Forschungszwecken weitergeben zu können.

Derlei datenschutzrechtlich bedenkliche Sammelei soll mit dem EHDS unnötig werden. Der Entwurf sieht vor, dass die Zugangsstelle nur bei konkreten Anfragen von Forschungseinrichtungen in den Registern nachsieht, welche relevanten Daten sie anbieten könnte. Sie würden erst abgerufen und beim FDZ für maximal fünf Jahre vorgehalten, wenn die Anfrage genehmigt ist.

In Artikel 34 definiert der EHDS-Entwurf Zwecke, für die ein Abruf der Daten genehmigt werden kann. Dazu zählen statistische Erhebungen, die Überwachung der öffentlichen Gesundheit und öffentliche oder kommerzielle Gesundheits- und Arzneimittelforschung. Erlaubt sein soll

außerdem das Abschöpfen von realen Patientendaten für „Training, Erprobung und Bewertung von Algorithmen, auch in Medizinprodukten, KI-Systemen und digitalen Gesundheitsanwendungen“.

Eine Zweck-Verbotsliste findet sich komplementär in Artikel 35 des Entwurfs. Nicht erlaubt sind demnach etwa „Werbe- oder Vermarktungstätigkeiten, die auf Angehörige der Gesundheitsberufe, Organisationen im Gesundheitswesen oder natürliche Personen abzielen“. Auch wer schädliche Produkte wie illegale Drogen, alkoholische Getränke oder Tabakerzeugnisse entwickeln will, muss auf den Datennutzen verzichten.

Während es in Stellungnahmen und Anhörungen am EHDS-Kapitel zur Primärnutzung kaum Kritik gab, fordern vor allem Bürgerrechtler Änderungen bei der Sekundärnutzung. Der Entwurf sieht beispielsweise keine Informationspflichten der Zugangsstelle gegenüber dem Bürger vor, um dessen Daten es geht. Betroffene sollen der Weitergabe ihrer Daten nicht widersprechen können (Opt-out), geschweige denn um Zustimmung gebeten werden (Opt-in). Die EU-Kommission hielt dies nicht für nötig und auch nicht für datenschutzrechtlich problematisch, da die Zugangsstelle ja anonymisierte oder pseudonymisierte Datensätze vermittele.

In der Systematik des EDHS greift deshalb bei der Sekundärnutzung Artikel 89 DSGVO, der für pseudonymisierte Daten Ausnahmen bei der „Verarbeitung zu im öffentlichen Interesse liegenden Archivzwecken, zu wissenschaftlichen oder historischen Forschungszwecken und zu statistischen Zwecken“ vorsieht. Bei derlei Datenverarbeitungen gelten demnach datenschutzrechtliche Betroffenenrechte wie Widerspruch, Auskunft und Löschung nicht.

Interoperabilität

Damit der Europäische Gesundheitsdatenraum funktionieren kann, müssen einheitliche Standards her. „Interoperabilität“ heißt das Zauberwort, das gerade ganze Heerscharen von IT-Fachleuten im Gesundheitsbereich elektrisiert. Ein Beispiel: Der EHDS-Entwurf sieht vor, dass sich Anbieter von Verwaltungssystemen für digitale Patientenakten (EHRs) selbst nach EHDS-zertifizieren dürfen. Allerdings müssen sie dazu alle Kriterien aus Anhang I und II der EHDS-Verordnung erfüllen.

Anhang I definiert Datenkategorien, Anhang II Absatz 2 allgemeine Anforderungen an die Interoperabilität von EHRs. Unter anderem bezieht sich diese Interoperabilität auf „Datensatzinhalt, Datenstrukturen, Formate, Vokabulare, Taxonomien, Austauschformate, Standards und Spezifikationen“. Der Datenaustausch müsse „in einem strukturierten, allgemein verwendeten und maschinenlesbaren Format“ stattfinden können.

Hier gibt es ein klitzekleines Problem: Die zahlreichen Standards für Datenstruktur, Syntax und Datenaustausch sind noch nicht konkret benannt. Parallel zur EHDS-Initiative hat die EU viele Stakeholder aus dem Gesundheitssektor zu einer „Joint Action Towards the European Health Data Space“ (TEHDAS) zusammengetrommelt. Unter der Koordination des finnischen Thinktanks „Sitra“ evaluieren sie, wie der EHDS in die Praxis umgesetzt werden könnte. Aus Deutschland beteiligen sich die Gesundheitsagentur Gematik und das bereits erwähnte FDZ.

In ihrer Analyse „Recommendations to enhance interoperability within Health-Data@EU“ vom Dezember 2022 hat TEHDAS Datenstandards auf ihre Tauglichkeit hin geprüft. Für den Datenaustausch zwischen Systemen im Gesundheitswesen, etwa von digitalen Patientenakten, hat der Kommunikationsstandard Fast Healthcare Interoperability Re-

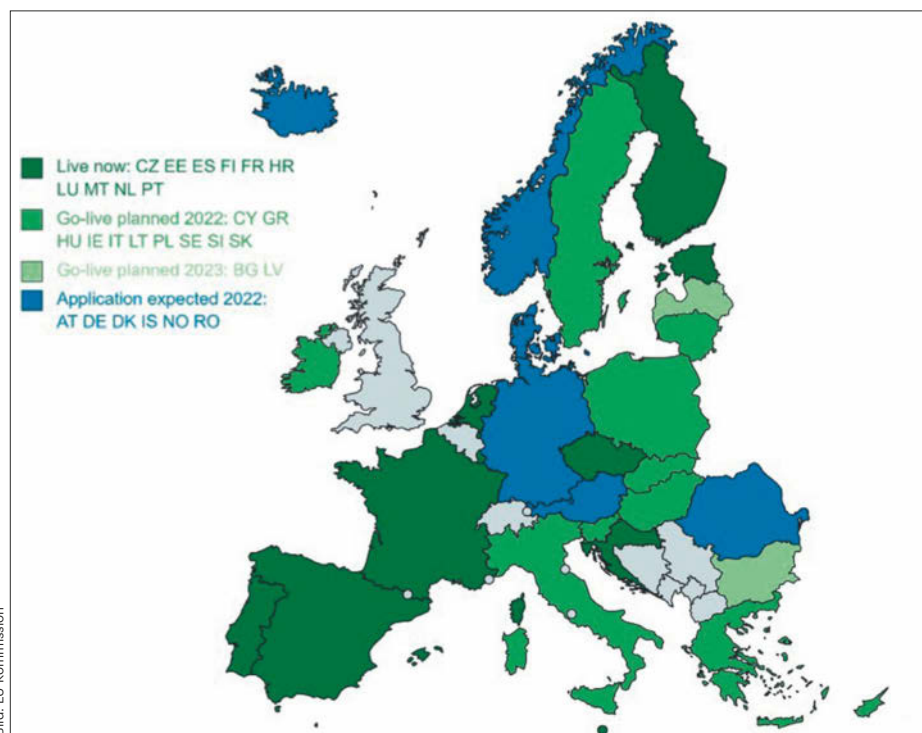


Bild: EU-Kommission

Laut Evaluierung der EU-Kommission haben es lediglich die blau gefärbten Staaten noch nicht geschafft, ihre Gesundheitssysteme auf die MyHealth@EU-Anforderungen vorzubereiten.

sources (FHIR) Bestnoten erhalten. FHIR wird beispielsweise von Unikliniken zum Transfer von Daten untereinander und in Richtung externer Forschungseinrichtungen gern genutzt. Man kann davon ausgehen, dass der Standard in der engen Auswahl ist.

FHIR dürfte auch eine Rolle beim XpanDH-Projekt ("Expanding Digital Health through a pan-European EHRx-based Ecosystem") spielen, das Ende Februar in Lissabon sein Kick-off-Meeting hatte: Ein Konsortium aus Forschungseinrichtungen, Unternehmen, zwischenstaatlichen Verbänden und Interessengruppen will darüber bis Ende 2024 „interoperable digitale Gesundheitslösungen auf der Grundlage einer gemeinsamen Übernahme des europäischen Formats für den Austausch elektronischer Gesundheitsdaten (EEHRx)" schaffen. Dieses Projekt lässt sich die EU immerhin zwei Millionen Euro Fördergeld kosten.

Damit die Standardisierung auch legislativ rasch anläuft, räumt sich die Kommission im EHDS-Entwurf selbst starke Befugnisse ein und verfolgt hier augenscheinlich – anders als etwa in der DSGVO – einen Top-Down-Ansatz. Ein EHDS-Ausschuss soll gemäß Artikel 65 des Verordnungsentwurfs die Zusammenarbeit und den Informationsaustausch zwischen den Mitgliedsstaaten erleichtern, indem er beispielsweise die nationalen Gesundheitsbehörden zusammenschaltet. Hier sollen thematische Untergruppen und Untergruppen von Untergruppen gebildet werden können.

Entscheidend sind aber die geplanten „Gruppen der gemeinsam Verantwortlichen für Infrastrukturen“ (Artikel 66), die unter anderem die Standards festlegen sollen. Diese Gruppen richtet demnach die EU-Kommission selbst ein. Ihnen gesteht der Entwurf zu, Gesetze in Form sogenannter „delegierter Rechtsakte“ zu erlassen. Diese Befugnis sei nötig, „um sicherzustellen, dass der EHDS seine Zwecke erfüllt“, heißt es im Entwurfstext. Immerhin gesteht Artikel 67 dem EU-Parlament und dem Europäischen Rat ein Vetorecht zu.

Opt-out oder Opt-in?

Wie eingangs erwähnt hat die EU-Kommission einen extrem ambitionierten Zeitplan vorgelegt. Ziel ist es, dass der EHDS bereits 2025 beginnt zu wirken. Deshalb müsste die Verordnung bereits Anfang 2024 in Kraft treten, um noch angemessene



Gesundheitsdatenraum im Kleinen: Einige Unikliniken leiten über das Miracum-Projekt bereits heute auf Antrag pseudonymisierte Patientendaten zu Forschungszwecken im FHIR-Format weiter.

sene Übergangsfristen zu gewährleisten, bevor sie wirksam wird. Stellungnahmen von vielen Seiten zum Entwurf liegen bereits vor; derzeit beraten die beiden Gesetzgebungsorgane Rat und Parlament den Entwurf der Kommission.

Die Arbeitsgruppe Öffentliche Gesundheit des Ministerrats beschäftigt sich seit Januar mit dem EHDS und hat bereits einige Änderungen am Entwurf vorgeschlagen. So mahnt sie an, dass die Sekundärnutzung von Gesundheitsdaten für den Bereich der öffentlichen Sicherheit, der Verteidigung und der nationalen Sicherheit explizit verboten wird. Außerdem geht dem Rat der Ermessensspielraum der Kommission beim Erlass delegierter Rechtsakte zu weit. Beispielsweise möchte er verhindern, dass die Kommission Datenkategorien für die Sekundärnutzung nach Belieben ändern kann.

Im EU-Parlament sollte sich zunächst nur der Ausschuss für bürgerliche Freiheiten, Justiz und Inneres (LIBE) mit dem EHDS-Entwurf auseinandersetzen. Mittlerweile hat sich aber der Ausschuss für Umweltfragen, öffentliche Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (ENVI) hinzugesellt, was die Koordinierung von Änderungsvorschlägen erschweren dürfte. Anfang März haben die beiden Ausschüsse immerhin eine konsolidierte Version mit bislang 158 Änderungen gegenüber dem Kommissionsentwurf vorgestellt.

Von den Ausschüssen gab es kaum Kritik am Kapitel zur Primärnutzung, dafür forderten sie fundamentale Änderungen an der Sekundärnutzung von Gesundheitsdaten. Die Bürger sollen der Verwendung ihrer Gesundheitsdaten zu Forschungszwecken auch dann widersprechen können, wenn diese pseudonymisiert werden. Der Opt-out-Mechanismus soll „zugänglich und leicht verständlich“ sein, fordern die Parlamentarier. Eine Opt-in-Lösung würde ihr zu weit gehen, betonte die italienische Abgeordnete Annalisa

Tardino (Lega), die als Berichterstatlerin für den LIBE-Ausschuss die Verhandlungen koordiniert.

Dem widersprach Patrick Breyer, Europaabgeordneter der Piratenpartei und Schattenberichterstatter zum EHDS-Vorhaben: „Für viele Patienten, die nicht privilegiert sind, die wenig Zeit, begrenzte Sprachkenntnisse oder Bildung haben, die älter sind, ist es in der Praxis eine zu hohe Hürde, sich aktiv mit einer bestimmten Befugnis einmischen zu müssen – denken Sie nur an Ihre eigenen Eltern, Ihre Nachbarn.“ Breyer setzt auf das aus der DSGVO bekannte Instrument der freiwilligen und informierten Einwilligung.

Das Parlament soll den Vorschlägen der Ausschüsse zufolge außerdem beschließen, dass Gesundheitsdaten nur im EU-Hoheitsgebiet gespeichert werden dürfen. Cloud-Anbieter außerhalb der EU sollen tabu sein.

Noch stehen die Positionen der beiden Ausschüsse nicht endgültig. ENVI und LIBE planen die abschließenden Abstimmungen für Juli dieses Jahres. Die fertige Parlamentsposition soll dann nach der Sommerpause im Plenum verabschiedet werden. Die berühmt-berüchtigten abschließenden Trilog-Verhandlungen zwischen Kommission, Parlament und Rat dürften also im Herbst anstehen. Vieles spricht derzeit dafür, dass der Europäische Gesundheitsdatenraum tatsächlich ab 2025 einen kräftigen Digitalisierungsschub für Patienten, Forschung und Wirtschaft bringt.

(hob@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Falk Steiner, Digitale Planwirtschaft, Gesundheitsminister Lauterbach verordnet allen eine elektronische Patientenakte, c't 8/2023, S. 12
- [2] Detlef Borchers, EU-Patienten im Netz, Die EU plant einen gemeinsamen Gesundheitsdatenraum, c't 13/2022, S. 50

EHDS-Verordnungsentwurf und erwähnte Stellungnahmen: [ct.de/y7ey](https://www.ct.de/y7ey)

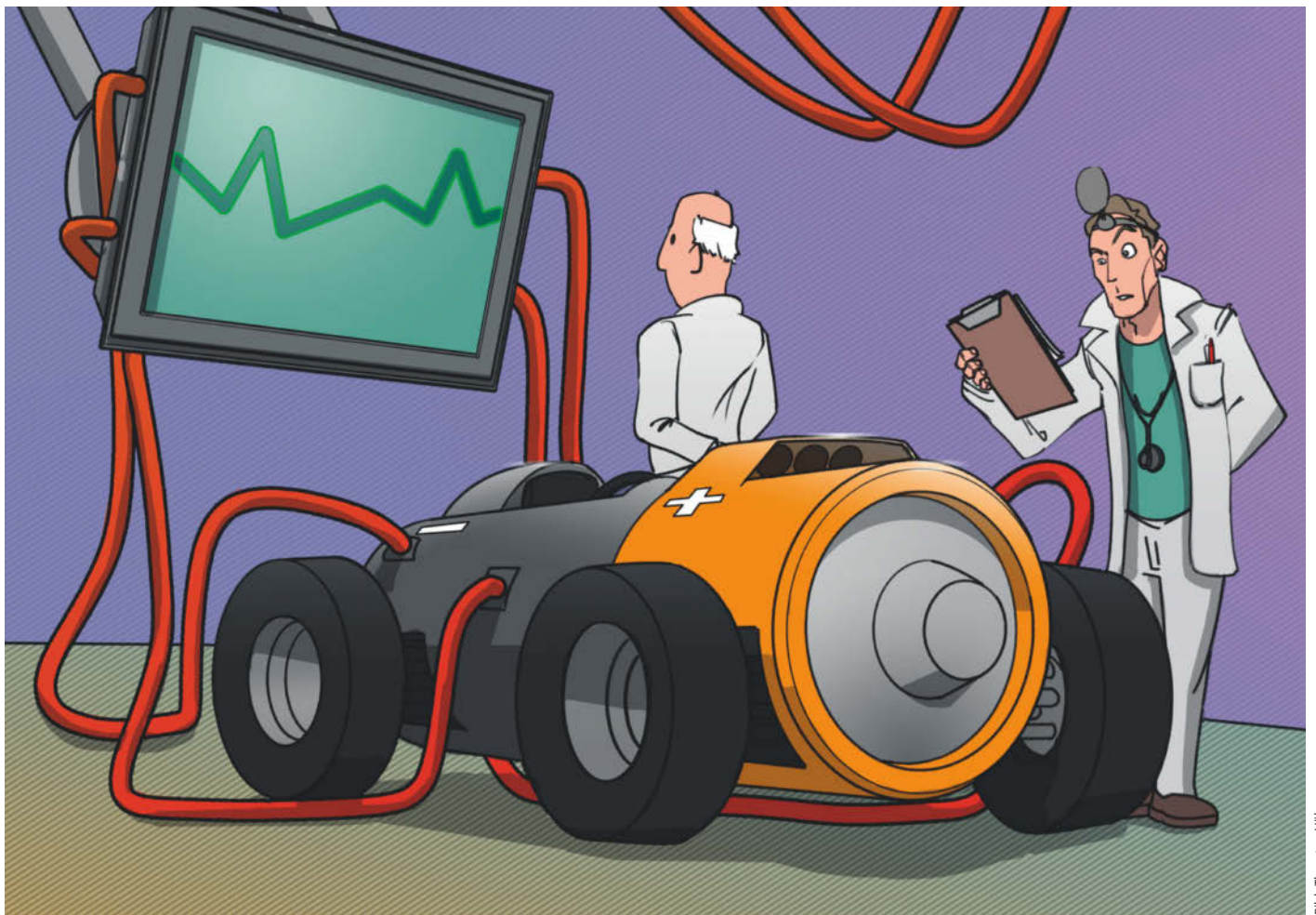


Bild: Thorsten Hübner

Reichweiten-Check

Akkugesundheit bei E-Autos bestimmen

Der Gebrauchtwagenmarkt für E-Autos ist noch jung. Für Kaufinteressenten steht ein Kriterium ganz oben: Reichweite. Die wiederum hängt direkt von der Gesundheit des Akkus ab. Doch wie findet man heraus, wie viel Energie dieser noch speichert? Wir haben den Akku eines Zoe auf drei Arten getestet.

Von Sven Hansen

Man kennt es vom Smartphone: Der Akku ist die Komponente, die über Wohl wie Weh entscheidet und meist auch das Lebensende des Geräts bestimmt. Die Ladeanzeige zeigt zwar bisweilen noch alle Balken, aber rauscht viel zu schnell gegen null – der Akku ist platt, ein Wechsel oft zu teuer.

Nicht anders schaut es bei E-Fahrzeugen aus. Scheinbar verschleißfrei lassen sie sich über Tausende Kilometer bewegen, doch die Batterie leidet still: Durch das ständige Be- und Entladen verändert sich die Zellchemie und die Kapazität sinkt. Am wohlsten fühlt sich ein Akku bei 20 Grad, 50 Prozent Kapazität und leicht massierendem Stromfluss – der E-Auto-Alltag indes sieht oft anders aus.

Fährt man nach dem Motto „bis dass der TÜV uns scheidet“, dürfte man die

langsam sinkende Akkukapazität ins eigene Nutzungsverhalten einbauen und wenig vom Verschleiß mitbekommen. Vollkommen anders schaut es beim Kauf von gebrauchten E-Autos aus. Hat ein älteres Fahrzeug schon 15 Prozent der Ladekapazität eingebüßt, führt dies durch die ohnehin schmal dimensionierten Akkus älterer Fahrzeuge zu einem deutlichen Einbruch der Reichweite. Kein Wunder also, dass der ADAC in seinen Musterverträgen für den Kfz-Verkauf E-Autos mit einem gesonderten Dokument abdeckt. „Besonders wichtig ist die Prüfung des Batteriezustandes“, ist dort im Einleitungstext zu lesen. Leichter gesagt als getan.

Auch wenn die Ladeanzeige des Fahrzeugs muntere 100 Prozent anzeigt, steht vielleicht längst nicht mehr die Nennkapazität des Neuwagens zur Verfügung.

Doch die aktuell maximal nutzbare Kapazität kann man nicht feststellen, denn leider sind die Hersteller nicht verpflichtet, den Zustand der Fahrbatterie ähnlich wie den Kilometerstand für Kunden sichtbar zu dokumentieren. Das Batteriemanagementsystem des E-Autos (BMS) protokolliert zwar das Ergebnis aller Lade- und Entladevorgänge – mithin den schleichenden Verfall – und ermittelt daraus den sogenannten „State of Health“ (SOH) in Prozent der Nennkapazität, behält diese Information aber für sich.

Das gilt übrigens ebenso für Plug-in-Hybride (PHEVs). Deren Batterien sind oftmals sogar größerem Stress ausgesetzt als die reiner E-Fahrzeuge: Von Elektrofreunden werden die kleineren Akkus der PHEVs leichter ganz leer gefahren und auch wieder ganz vollgetankt. Wer den Elektro-Teil nur als Booster nutzt, generiert viele interne Be- und Entladezyklen, obwohl das Fahrzeug vielleicht nie an der Wallbox steht. Beides stresst den Akku.

Grundsätzlich kann es nicht schaden, den SOH-Wert bei jeder Inspektion in der Werkstatt abfragen und dokumentieren zu lassen. Ist das Fahrzeug am Diagnosegerät der Fachwerkstatt, fällt der Wert ohnehin ab. Er wird längst nicht immer an den Kunden weitergegeben, denn zu starke Degeneration der Batterie könnte in Garantiansprüche münden. Die meisten Hersteller sichern dem Kunden im Rahmen der Batteriegarantie eine Kapazität von mindestens 80 Prozent der Nennkapazität auf sieben Jahre zu, aber was der Kunde nicht weiß, macht ihn nicht heiß.

SOH selbst ausgelesen

Glücklicherweise ist es auch Laien möglich, den SOH-Wert auszulesen – sie benötigen nur ein Smartphone und einen passenden OBD-Adapter. Die meisten Fahrzeuge kommunizieren (noch) unverschlüsselt über ihre Diagnoseschnittstelle. Ein OBD-Dongle verbindet sich mit der Bordelektronik, liest Informationen aus und überträgt sie per Bluetooth oder WLAN an eine Analyse-App auf dem Smartphone. Passende OBD-Adapter findet man für rund 20 Euro bei Amazon oder eBay.

Eine gute Anlaufstelle für den persönlichen Batterie-Check ist die für iOS und Android erhältliche App „Car Scanner“, bei der eine umtriebige Community Profile für zahlreiche Fahrzeuge hegt und pflegt – Verbrenner, Hybrid und Elektro. Mit dem Car Scanner lassen sich unter anderem die verbreiteten ID-Modelle von Volkswagen aus-

c't kompakt

- Der „State of Health“ der Batterie ist bei vollelektrischen Autos wie auch Plug-in-Hybriden entscheidend für den Wert des Fahrzeugs.
- Die Gesundheit der Fahrbatterie kann man mit einfachen Maßnahmen erhalten.
- Viele Fahrzeuge lassen sich vom Laien auslesen, Batteriezertifikate geben mehr Sicherheit.

lesen. Was genau die App preisgibt, hängt vom jeweiligen Fahrzeugmodell ab und ob das Profil wirklich alle per OBD auslesbaren Informationen abbildet.

Die App muss man über das Einstellungs-menü per Bluetooth oder WLAN mit dem Dongle verbinden und ein Fahrzeugprofil anlegen. Ist die Verbindung hergestellt, findet man unter dem Menüpunkt „Sensoren“ eine Liste aller auslesbaren Parameter, deren aktuelle Werte im Rotationsverfahren aktualisiert werden. Hier wirft die App etwa für einige Fahrzeuge der Volkswagengruppe den maximalen Energiegehalt der Traktionsbatterie in Wattstunden aus. Setzt man ihn mit der Nennkapazität des Fahrzeugs ins Verhältnis, lässt sich der prozentuale SOH leicht bestimmen.

Manche Fahrzeuge geben den SOH-Wert über ihre Diagnoseschnittstelle di-

rekt aus. Auf Hersteller spezialisierte Apps wie CanZE (Renault) oder LeafSpy (Nissan Leaf) kitzeln noch etwas mehr Informationen aus den Steuergeräten heraus, etwa Spannungsdifferenzen zwischen den Zellen im Akkublock. Das Batteriemanagement unseres Testfahrzeugs, ein Zoe der 2. Generation mit 52-kWh-Akku, wirft über die CanZE-App einen SOH-Wert von 90,15 Prozent aus. Bei einem Kilometerstand von 41.000 hätte das Fahrzeug in etwa drei Jahren also rund 10 Prozent Reichweite eingebüßt. Das klingt plausibel.

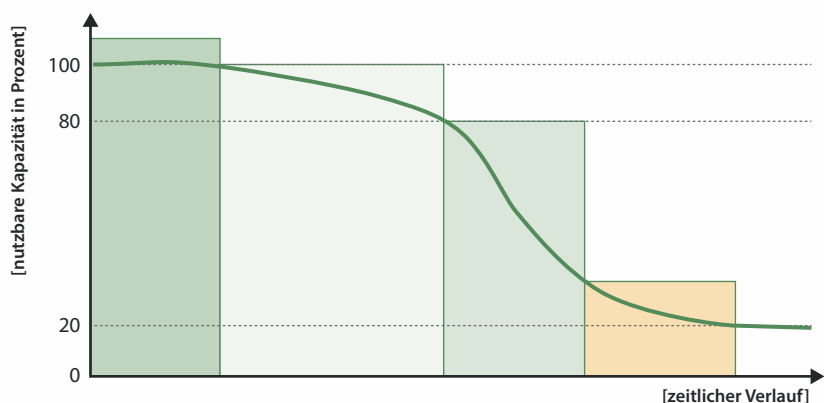
Externer Gesundheits-Check

Einige Dienstleister führen aufwendigere Akkutests durch, die praktikablere Werte ermitteln sollen als nur die SOH-Prozentzahl. Wir haben den Test von Aviloo und der DEKRA ausprobiert. Ein Ortsbesuch führt uns zur Prüfstelle von DEKRA in Hannover, die mit dem Gebrauchtwagen-Check schon viele Jahre Prüfzertifikate für Endkunden anbietet. Brandneu ist der DEKRA-Batterietest, den man für rund 100 Euro künftig bundesweit an allen Prüfstellen absolvieren kann. Er ist zur Zeit für rund 80 Modelle erhältlich. Die Batterie des E-Fahrzeugs oder Plug-in-Hybriden muss zum Zeitpunkt des Tests mindestens zu 30 Prozent geladen sein und der Akku sollte sich in einem Temperaturfenster zwischen 10 und 30 Grad befinden. Bei unserem Termin ist es unter null Grad, der Akku hat sich durch die Anfahrt und einen einstündigen Ladevorgang knapp bei 11 Grad eingependelt.

Das Diagnosegerät ROSI ist eine Eigenentwicklung von DEKRA. Es wird wie

Typische Alterungskurve der Batterie

Die typische Alterungskurve eines E-Auto-Akkus verläuft nicht linear. Lange Zeit hält sich die Nennkapazität konstant. Noch entscheidender: Sie ist nicht unmittelbar mit dem Kilometerstand des Fahrzeugs verknüpft.



ein OBD-Dongle mit dem Diagnosesystem des Fahrzeugs verbunden. Der DEKRA-Test ist ein Dynamik-Test, das Fahrzeug muss also vom Prüfer bewegt werden. In unserem Fall passiert das auf einer abgelegenen Straße in der Nähe der Teststation.

Die Box verbindet sich per Mobilfunk mit dem DEKRA-Server und übermittelt die Messdaten in die Cloud. Dort werden sie mit den Referenzdaten zum jeweiligen Prüfling verknüpft und bewertet. Jeder gelistete Fahrzeugtyp stand bei DEKRA zuvor auf dem Rollenprüfstand und wurde unter verschiedenen Vortemperierungen getestet – die sogenannte Parametrierung. ROSI genügt eine kurze Beschleunigungsphase, um die Energieentnahme und die Reaktion im Akkublock aufzuzeichnen und mit der Datenbank abzugleichen. Dabei geht es vor allem um das Glätten von Messabweichungen durch unterschiedliche Temperaturen im Akkublock. Durch den Rückgriff auf die Datenbank soll das System auf eine Messgenauigkeit von $\pm 2,5$ Prozent kommen.

Am Ende erhalten wir ein Prüfzertifikat: Die „Hochvolt-Batterie Diagnose“ der DEKRA ermittelt einen Index von 100, unsere Batterie wäre damit quasi neuwertig. Das freut den Kunden, scheint aber bei unserem Nicht-Mehr-Ganz-Neuwagen fast schon zu gut, um wahr zu sein. Genau-

Die Aviloo-Box kommt per Post und hat Adapterkabel für gängige Fahrzeugtypen im Gepäck.

ere Auskunft gibt uns Kai Maywald, der bei DEKRA maßgeblich an der Entwicklung von ROSI beteiligt war. „Die Batteriealterung verläuft grob in vier Phasen, das Testfahrzeug befand sich eindeutig noch in der ersten Phase“, so Maywald. In dieser Phase gehe die Akkukapazität in Einzelfällen sogar über den SOH von 100 hinaus.

Das liegt daran, dass einige Hersteller Überkapazitäten oberhalb der Nennkapazität einbauen, die erst im Laufe des Fahrzeuglebens aktiviert werden, um die Garantiekriterien zu erfüllen – ein Verfahren,

das beispielsweise auch einige Smartphonehersteller einsetzen. Der Akku unseres Testfahrzeugs ist demnach gerade mal „eingefahren“. Unser Fahrzeug stand nie dauerhaft an der Wallbox, ist ein Garagenwagen und nicht schnellladefähig (maximal 22 kW AC). Alles Faktoren, die das Akkuleben verlängern (siehe Kasten). Im Alltag sind keine Reichweiteinbußen spürbar – so betrachtet ebenfalls ein plausibles Ergebnis, das auch nicht im Widerspruch zum SOH-Wert von 90 Prozent steht: Denn der bezieht sich auf die tatsächlich eingebaute Überkapazität.

Leergefahren

Das österreichische Unternehmen Aviloo beschäftigt sich seit fünf Jahren mit der Batteriegesundheit. Mitgründer und CTO Nikolas Mayerhofer hat mit seinem Team einen Batterietest entwickelt, der einen realistischen Gesundheitswert liefern soll. Die Herstellerangaben zur Batteriekapazität sind laut Aviloo von unterschiedlicher Qualität. Im Falle des Zoes stimmt die für den Kunden entnehmbare Energie von 52 kWh immerhin mit dem im Prospekt ausgewiesenen Wert überein. Messungen im Aviloo-Labor haben für die im Zoe verbauten Zellen sogar eine Brutto-Energie von 54,7 kWh ergeben. Aber das ist längst nicht bei jedem Hersteller so.

„Wir haben Fahrzeuge in der Datenbank, wo zwar 82 kWh Brutto verbaut sind, von den 77 kWh, die der Prospekt ausweist, aber nur 72 kWh vom Kunden nutzbar sind“, so Mayerhofer im Gespräch mit c't. Für jedes Fahrzeug in der Aviloo-Datenbank wird daher, unabhängig von den Herstellerangaben, zunächst ein realistischer Nettowert ermittelt.



Das Prüfzeugnis der DEKRA weist für den Akku den maximalen Index-Wert von 100 aus.

Sind Ihre Daten sicher?



c't DATEN SCHÜTZEN IT einfach sicher machen

PLUS
heise-Academy-
Webinar im Wert
von 99,- Euro

Der große Security- ONLINEKURS



Der umfassende Kurs für Datensicherheit im Unternehmen, anschaulich erklärt in 80 Lektionen, Laufzeit: 5:33 Stunden

E-Mail sicher nutzen

Tipps für den Alltag
Phishing-Mails erkennen
Verdächtige Mailanhänge untersuchen und entschärfen

Praktischer Datenschutz im Alltag

Office-Dateien in der Cloud verstecken
Onlinedienste datenschutzkonform nutzen
Videoüberwachung legal einsetzen

Sicher speichern und transportieren

Verschlüsselung gegen Datenklau
USB-Sticks & Co.: Sichere Medien für unterwegs

**+ GRATIS Videokurs
im Wert von 99,- €**

Dieses c't-Sonderheft ist Ihr Leitfaden für praktischen Datenschutz im Alltag aber zeigt Ihnen auch wie Sie sich vor Cybergangstern schützen können:

- Gefahrloser Umgang mit E-Mails
- Office-Dateien in der Cloud verstecken
- Sicher speichern und lagern
- Verschlüsselung gegen Datenklau
- Inkl. GRATIS heise-Academy-Kurs „Informationssicherheit im Unternehmen“
- Auch im Paket-Angebot mit Buch „Cloud Computing nach der Datenschutz-Grundverordnung“ zum Sonderpreis

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



shop.heise.de/ct-datenschutz23



**Für das Batteriezer-
tifikat von Aviloo muss
man mit angeschlosse-
ner Diagnosebox den
Akku von 100 auf unter
10 Prozent entladen.**

Von Aviloo gibt es auch einen Schnelltest ähnlich dem Batterietest der DEKRA. Er kommt komplett ohne Fahrmanöver aus, richtet sich allerdings nur an Geschäftskunden. Flottenanbieter oder Händler müssen künftig Tausende gebrauchte E-Fahrzeuge evaluieren – man kann sie nicht alle von 100 auf 5 Prozent im Kreis fahren. Zwar gibt es von einigen Herstellern auch Verfahren, die umgekehrt während eines Ladevorgangs die Energiemenge von Minimum auf Voll bestimmen, aber auch die benötigen Zeit.

Der Schnelltest arbeitet ebenfalls über die Diagnosebox. Er liest Informationen aus, erweitert die Ergebnisse durch den Datenbestand auf den Aviloo-Servern und mündet in einem Score mit maximal 100 erreichbaren Punkten. In den Score gehen fünf Kategorien ein, die Analyse des ausgelesenen Fahr- und Ladeverhaltens ist mit 50 Prozent am stärksten gewichtet. Mayerhofer: „Der Flash Test hat den Anspruch, ohne lange Fahrten so dicht wie möglich an unseren Premium-Test heranzukommen.“

Der Mesh aus Fahrzeugdaten und Big-Data-Analyse funktioniert beim Testfahr-

Der Premium-Test von Aviloo richtet sich wie der DEKRA-Batterietest an Endkunden und kostet 100 Euro. Man bekommt hierzu ein Diagnosegerät zugeschickt, das man über die beigelegten Adapterkabel mit der Diagnoseschnittstelle des Fahrzeugs verbindet; hierüber bekommt sie auch Strom. Nach dem Test schickt man die Box wieder an den Hersteller.

Um die Kapazität zu ermitteln, fährt man das Fahrzeug von 100 Prozent Batterieanzeige auf unter 10 Prozent, speziell beim Renault Zoe auf 5 Prozent. Das gelingt recht stressfrei, denn man hat hierfür mehrere Tage Zeit. Nur die Endphase ist spannend, da man mit fast leerem Akku eine Ladesäule treffen muss. Die Box übermittelt Fahrdaten per integrierter SIM an die Aviloo-Server, während man den Verlauf des Tests über einen Weblink verfolgen kann. Die Seite zeigt Live-Daten an und gibt Bescheid, sobald das Testende erreicht ist. Danach kann man die Box wieder vom Fahrzeug trennen und erhält später per E-Mail das Batteriezerifikat zugeschickt, das eine Angabe zur nutzbaren Kapazität enthält. Für das Leerfahren des Akkus nahmen wir uns zwei Tage Zeit, bei denen eher winterliche Bedingungen herrschten.

Mayerhofer gewährt nachträglich Einblicke in die Testfahrt unseres Zoe: „In das Zertifikat sind rund eine Million Datenpunkte eingegangen.“ Die Box hat kontinuierlich alle Werte zur Zellspannung, Be- und Entladung sowie Temperaturwerte auf den Server geschickt. „41,8 kWh ist die entnommene Strommenge bei der Testfahrt des Zoes“, so Mayerhofer. „Die Kunst ist nun, den ermittelten Wert so zu modellieren, dass er annähernd WLTP-ähnlicher Fahrweise unter simulierter Temperatur von 25 Grad entspricht.“ Erreicht wird dies durch Abgleich mit der Aviloo-Datenbank, in der Informationen zum Zellverhalten unter verschiedenen Temperaturbereichen wie auch Vergleichsmessungen von baugleichen Fahrzeugen liegen.

Als normalisierte Wert spuckt der Premium-Test eine verbleibende Nettokapazität von 48,9 kWh aus und errechnet einen SOH von 94 Prozent – die WLTP-Reichweite unseres Zoe sinkt somit rechnerisch um 23 km gegenüber dem Auslieferungszustand. Der Akku hat eine höhere Kapazität als vom Batteriemanagement ausgewiesen. Das entspricht laut Mayerhofer einem Muster, das bei vielen Zoes zu beobachten ist.

AVILOO

Hallo Sven Hansen!

Willkommen zu deinem
AVILOO Batterie Test
für die Batterie deines

Renault Zoe R110 - 41kWh

Du erhältst während des Tests
Informationen via SMS an
+49170. [redacted]

Bist du bereit?

Los geht's

Eine interaktive Website begleitet den Test, sobald man die Aviloo-Box eingesteckt hat.

zeug erstaunlich gut: Der Aviloo-Score landet mit 95 Punkten dicht am „erfahrenen“ SOH. Dabei muss man bedenken, dass unser Testfahrzeug im Vergleich zu neueren Modellen eher wenig statistische Informationen zur Akku-Historie bereitstellt.


Fazit

Akkugesundheit ist zweifellos ein zentrales Thema für künftige Autobesitzer. Früher konnte man die Lebensdauer seines Fahrzeugs vorrangig über das Fahrver-

halten beeinflussen, heute kommt das Ladeverhalten als wichtige Stellschraube hinzu. Für Käufer gebrauchter E-Fahrzeuge empfiehlt es sich, nach einem Batteriezertifikat oder zumindest dem aus dem Fahrzeug ausgelesenen SOH-Wert zu fragen und diesen im Kaufvertrag festzuhalten. Wer schon ein Auto mit E-Antrieb besitzt, sollte den Wert zumindest im Blick behalten.

Für den DEKRA-Test war der Akku noch zu jung, um anzuschlagen. Der Pre-

miumtest von Aviloo war gründlicher, aber auch mit deutlich mehr Aufwand verbunden. Er kann auch dann zurate gezogen werden, wenn es um Gewährleistungsfragen geht und der Hersteller sich ausschließlich auf den ausgelesenen SOH-Wert beruft.

Generell wäre zu wünschen, dass der Gesetzgeber die Hersteller bei derart entscheidenden Kennzahlen zu mehr Transparenz im Sinne der Kundschaft verpflichtet. (sha@ct.de) 

Tipps für ein langes Batterieleben

Wer ein E-Auto kauft und möglichst lange behalten möchte, sollte sich um das Batteriewohl kümmern. Anders als bei Verbrennern tritt der Verschleiß weniger am Motor auf, viel spricht dafür, dass die Batterie das Ende eines elektrifizierten Fahrzeuglebens besiegelt. Die Laufleistung in Kilometer spielt dabei eine geringere Rolle, wie ein Blick in die Aviloo-Datenbank zeigt: „Wir sehen zwar tendenziell einen Zusammenhang zwischen Laufleistung und Akkuverschleiß, aber schon bei 100.000 km Fahrleistung liegt die Streuung bei 30 Prozent“, verriet uns Aviloo-Mitgründer Mayerhofer. Im Klartext: Zwei E-Autos mit identischer Laufleistung können sich in puncto Batteriegesundheit und damit Reichweite deutlich unterscheiden. Es kommt darauf an, wie sie genutzt wurden.

Wichtigster Punkt für ein langes Akkuleben: Die regelmäßigen Ladegewohnheiten sollten den Akku möglichst schonen. Das E-Fahrzeug jeden Abend an Wallbox oder Notladeziegel zu hängen, um den Tag immer bei 100 Prozent zu starten, ist keine gute Idee. Eine ständige Vollladung ist ebenso zu vermeiden wie eine Tiefentladung des Akkus. Bei neueren E-Fahrzeugen kann man aus diesem Grund ein Ladelimit in Prozent der Akkukapazität angeben. Die meisten Hersteller empfehlen maximal 80 Prozent – wenn man im Alltag auch mit weniger Reichweite auskommt, sollte man darunter gehen.

Die Tiefentladung muss man vorwiegend im Winter im Auge behalten. Das E-Auto über Monate mit leer gefahrenem Akku ungenutzt im Freien stehenzulassen, ist eine schlechte Idee. Die Hersteller weisen auf solche Besonderheiten auch

im Bordbuch hin, für frische E-Mobilisten lohnt sich ein genauerer Blick.

Batteriestress entsteht auch durch zu hoch oder zu niedrig temperierte Akkus. Die sogenannte Vorkonditionierung sorgt dafür, dass ein Akku für den geplanten Fahreinsatz oder einen Ladevorgang auf die richtige Temperatur gebracht wird. Wenn es bei winterlichem Wetter gleich auf die Autobahn gehen soll, ist eine Vorkonditionierung angebracht. Bei einem geplanten Schnellladevorgang sorgt sie dafür, dass die maximale Ladeleistung vom Batteriemanagement überhaupt freigegeben wird.

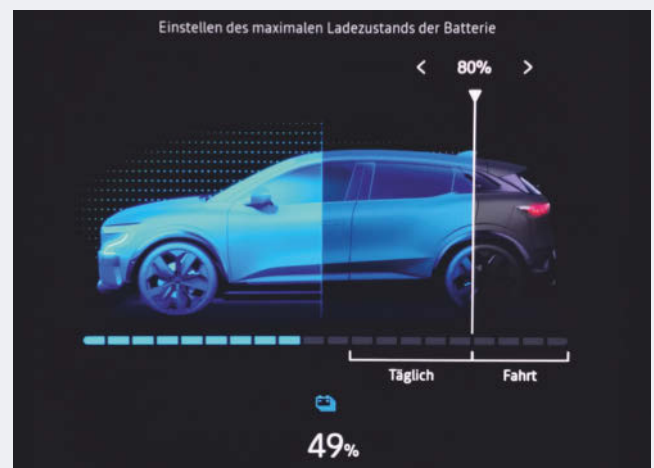
Man muss sich über sein Fahrzeug informieren: Lässt sich der Akku aktiv heizen und aktiv kühlen? Wird die Vorkonditionierung bei navigierter Fahrt zu einer Ladestation automatisch angestoßen? Gibt es in einem Untermenü einen Punkt, um die Vorkonditionierung manuell anzustoßen? Wird der Akku automatisch bei der Vorklimatisierung der Klimaanlage einbezogen? Lästige Fragen, die einem

der Hersteller beantworten können sollte. Leider haben sich industrieweit bisher keine Standards etabliert. Der eine Hersteller zeigt etwa im Kombiinstrument an, wenn es den Akku fröstelt, der andere nicht.

Je höher der Energiefluss, desto größer der Stress für den Akku. Auch die Fahrweise, wie starke Beschleunigung beim Kickstart von der Ampel, trägt so zum Akkuverschleiß bei. Schnellladen ist eine feine Sache, wenn man es eilig hat, um ans Urlaubsziel zu gelangen. Der Akku mag eher niedrigere Ströme über längere Zeit. Der Stromfluss beim Laden lässt sich nur selten im Fahrzeug limitieren, an der heimischen Wallbox hingegen kann man oft von 11 kW auf 7 kW schalten.

Bei der jährlichen Inspektion kann es nicht schaden, den SOH-Wert der Batterie auslesen zu lassen und zu dokumentieren. Rutscht er in einem Jahr um 5 Prozentpunkte in den Keller, sollte man zumindest herausfinden, woran es liegen könnte, und das Nutzungsverhalten anpassen.

Moderne E-Fahrzeuge bieten die Möglichkeit, die maximale Ladekapazität über das Einstellungs Menü zu begrenzen.



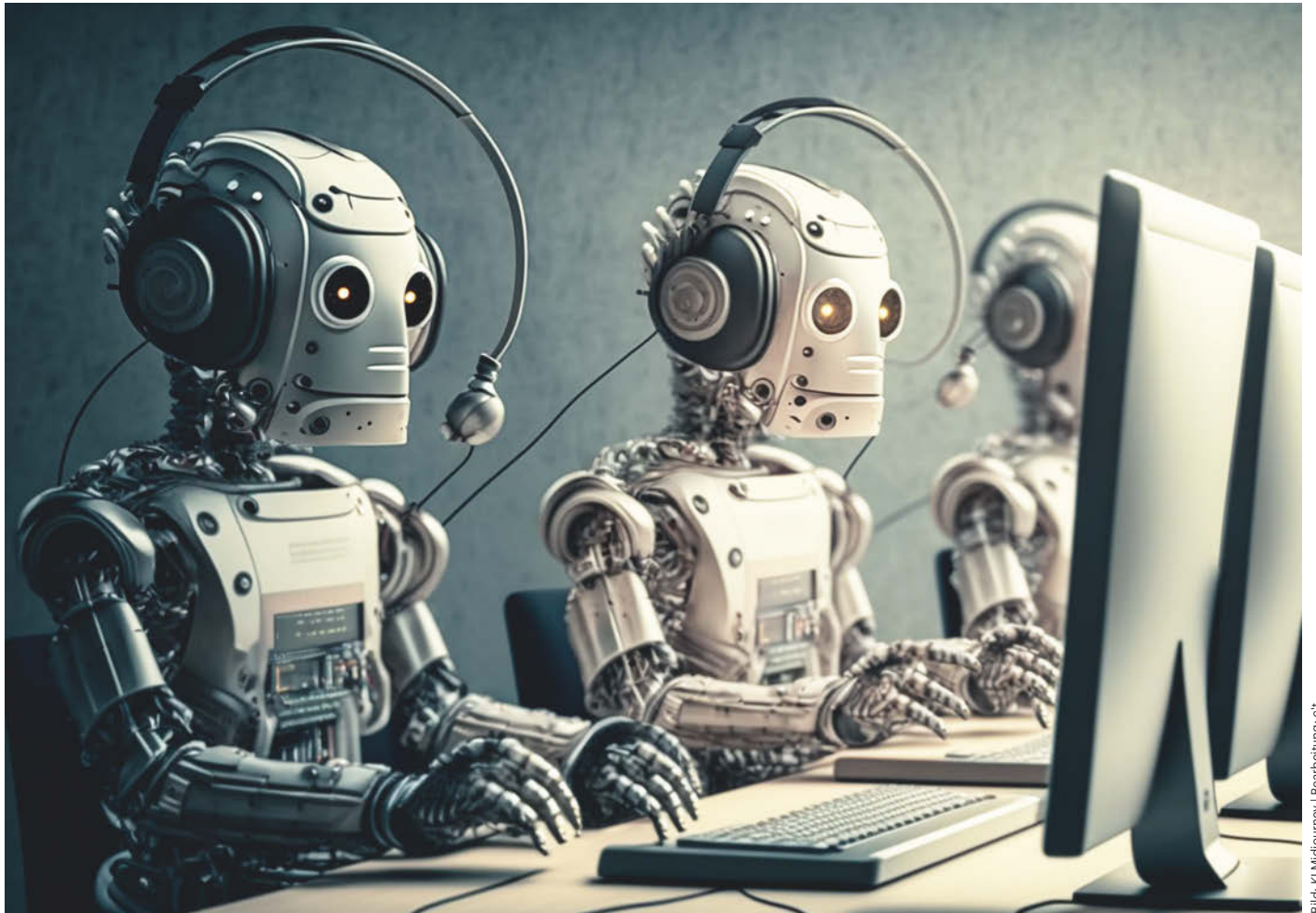


Bild: KI Midjourney | Bearbeitung: c't

Schneller als gedacht

ChatGPT zwischen wirtschaftlicher Effizienz und menschlichem Wunschdenken

Sprachmodelle wie ChatGPT erklären die Welt, ohne sie zu verstehen. Aber ist semantisches Verständnis wirklich nötig? Oder wäre es für KI-Firmen sogar ein Hindernis auf dem Weg zum wirtschaftlichen Erfolg? Die Geschichte lehrt, dass der Durchbruch neuer Technologien von anderen Faktoren abhängt.

Von Philipp Schönthaler

Die aktuellen Debatten um Sprachmodelle wie ChatGPT erwecken den Eindruck, dass der maschinellen Sprachverarbeitung kaum Grenzen gesetzt sind. Ob Geschäftsbericht, Zeitungsartikel, Hausarbeit oder Roman – Chatbots beherrschen scheinbar alles. Viele Stimmen gehen davon aus, dass maschinengenerierte Texte schon bald die Norm darstellen werden und nicht mehr von Menschen geschriebene. Die Erwartungshaltung beim Lesen von Texten würde sich dadurch verändern: KI-Produkte wären die Regel, menschliche Texte die Ausnahme.

Sie würden aus der Reihe tanzen, wie es heute eine Postkarte tut.

Noch haben die Systeme allerdings gravierende Mängel. Jeder, der mit ChatGPT experimentiert, stößt auf Fehler. Das Grundproblem ist, dass die KI nicht versteht, worüber sie spricht. Was für das menschliche Gehirn semantische Zeichen sind, die eine Bedeutung transportieren, verarbeitet die Software in syntaktischen und mathematischen Beziehungen, die sich aus Trainingsdaten und statistischen Berechnungen ableiten. Systeme wie ChatGPT wetten darauf, dass sich die Be-

deutungsebene von Sprache über numerische Relationen erschließen lässt. Sind Sprechen und Schreiben also Funktionen, die sich wie Routen bei Google, wie Matches bei Parship, wie die Wettervorhersage berechnen lassen?

Der Leistungssprung, den die Sprachmodelle in den vergangenen Jahren gemacht haben, ist erstaunlich. Er zeigt, wie weit der Ansatz trägt, Wörter und Wortfolgen auf der Basis statistischer Wahrscheinlichkeiten aneinanderzureihen. Dennoch gibt es keinen Beleg dafür, dass die Semantik sich vollständig über syntaktische Relationen erschließen ließe. Das Gegenteil ist allerdings auch nicht nachweisbar.

Ist es also nur eine Frage der Zeit, bis Systeme die Bedeutungsebene beherrschen – sei es, dass sie echtes Sprachverstehen entwickeln, sei es, dass sie es hinreichend simulieren? Oder sind der KI kategorische Grenzen gesetzt, über die sie nicht hinauswachsen kann?

Endlose Beta-Phasen

Es gehört zum Wesen von Software, dass sie in einem fortwährenden Modus von Beta-Versionen und Updates existiert. Das gilt insbesondere für aktuelle Sprachmodelle, die darüber hinaus nicht deterministisch sind. Für ein und dieselbe Eingabe – sei es eine Frage, eine Beschreibung oder ein Befehl – produzieren die generativen Systeme jedes Mal ein anderes Ergebnis

und Entwickler passen die Software fortwährend an. Nach außen schotten Hersteller wie OpenAI die internen Funktionsweisen ihrer KI jedoch weitgehend ab, schon um ihren Vorsprung gegenüber der Konkurrenz zu verteidigen.

Im Unterschied zu den Anwendern profitieren die Hersteller von dem Dauernebel, der die KI umgibt. Sie rechnen nicht nur mit Kritik, sondern fordern Feedback geradezu ein. Denn damit werden die lernenden Systeme weiter trainiert und optimiert. So wandeln die Hersteller Mängel in Optimierungsversprechen um. Obwohl die Intelligenz der Systeme also permanent von der Korrektur durch menschliche Nutzer abhängt, legen sie dies nicht als Schwäche aus, sondern verkaufen es als Potenzial: Mit mehr Daten werden die Sprachmodelle immer besser, so das Versprechen.

Aufmerksamkeitsökonomie

Der Erfolg einer Software leitet sich aber nicht nur aus ihrer technischen Leistung ab. Auch das zeigt ChatGPT. Der Erfolg des Chatbots beruht nicht zuletzt auf der Aufmerksamkeit, die die kalifornische Firma OpenAI erregen konnte. Die Debatten rund um ChatGPT – in Form von Storytelling, Berichten oder Spekulationen – sind ein immanenter Bestandteil des Produkts, die über den Erfolg mitentscheiden. Googles überstürzte Reaktion auf die enorme Resonanz, die ChatGPT

c't kompakt

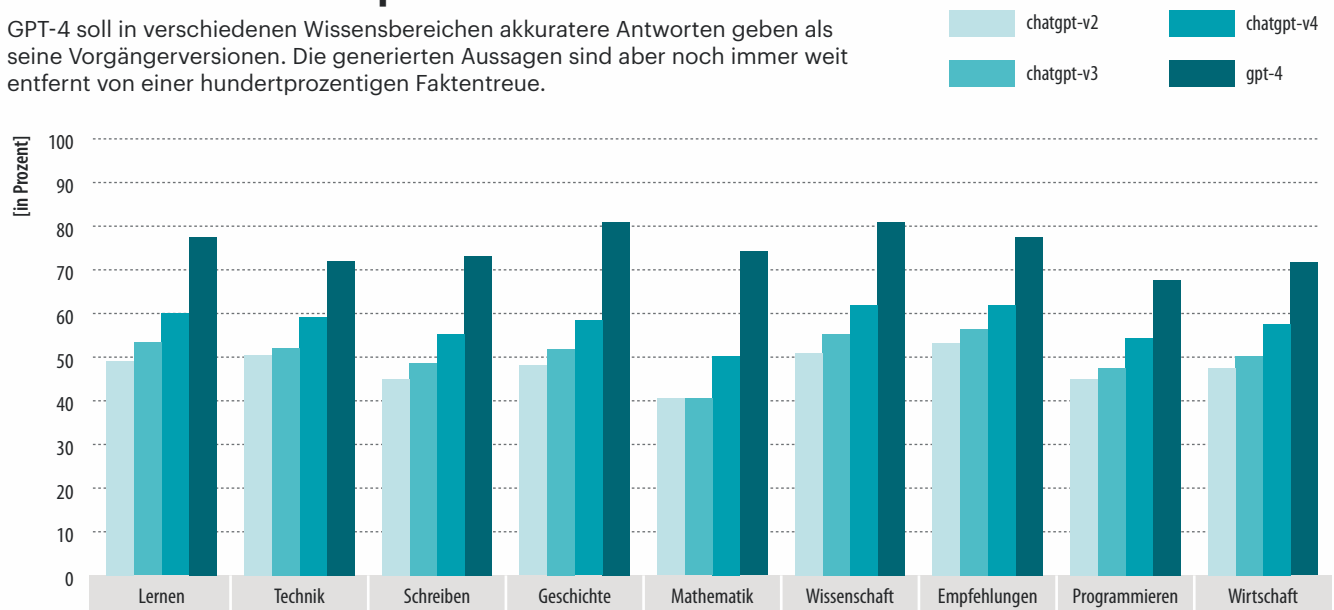
- Seit 70 Jahren wird mathematischen Sprachmodellen nachgesagt, bald die Welt zu verändern.
- Doch obwohl sie auf immer schnelleren Computern mit immer größeren Datenmengen trainieren, entwickeln Maschinen wie ChatGPT kein semantisches Verständnis.
- Einige Tech-Visionäre bevorzugen ohnehin andere, in ihren Augen effizientere Lösungen: Dass sich das menschliche Denken dem digitalen Code unterordnet.

hervorrief und die auch die Schöpfer des Chatbots überrumpelte, trägt dem Rechnung. Offensichtlich war der Zeitpunkt der Präsentation von Googles Chatbot Bard Anfang Februar nicht von der technischen Leistungsfähigkeit, sondern von der Aufmerksamkeitsökonomie diktiert.

Eigentlich sollte man meinen, dass die Aufmerksamkeitsökonomie nach dem einfachen Prinzip „je mehr, desto besser“ funktioniert. Aber offenbar gibt es auch ein Zuviel des Guten. Kaum war ChatGPT auf Basis des Sprachmodells GPT-3.5 auf dem Markt, folgte auch schon ein Update für Microsofts Suchmaschine Bing. Die

Faktenreue von Sprachmodellen

GPT-4 soll in verschiedenen Wissensbereichen akkuratere Antworten geben als seine Vorgängerversionen. Die generierten Aussagen sind aber noch immer weit entfernt von einer hundertprozentigen Faktenreue.



Quelle: OpenAI



Bild: Stephen Brashear/AP/dpa

Noch schneller als die Fähigkeiten von Sprachmodellen wachsen die Erwartungen an sie. Deshalb tritt sogar Sam Altman, Chef von OpenAI, auf die Bremse.

Gerüchteküche um den Nachfolger GPT-4 brodelte so heftig, dass sich der Chef von OpenAI, Sam Altman, im Vorfeld der Veröffentlichung Mitte März genötigt sah, die Erwartungen zu dämpfen. „Die Leute betteln geradezu darum, enttäuscht zu werden – und das wird auch passieren“, erklärte er Anfang Februar in einem Interview mit dem Silicon-Valley-Beobachter StrictlyVC. Die veröffentlichte neue Version des Sprachmodells soll zwar deutlich weniger Fehler machen und sich nicht so leicht zweckentfremden lassen, verharret aber noch immer auf dem Kenntnisstand vom September 2021.

Blick in die Geschichte

Die Faszination, die Sprachmodelle heute auslösen, lässt leicht vergessen, dass sie auf eine wechselvolle 70-jährige Geschichte zurückblicken. Die Erwartungen an die Leistungsfähigkeit der Systeme waren gemessen am Stand der Technik von Anfang an überzogen.

Als Begründer der statistischen Sprachanalyse gilt der russische Mathematiker Andrei Markow (1856 bis 1922), der in seinen Arbeiten bereits vor dem Ersten Weltkrieg herausfand, dass Buchstaben in Wörtern und Sätzen nach statistischen Regeln aufeinander folgen. Erst nach dem Zweiten Weltkrieg gelang es dem Informationstheoretiker Claude Shannon (1916 bis 2001), aus den von Markow gewonnenen Erkenntnissen ein Regelwerk abzuleiten, mit dem sich Sätze konstruieren ließen. Sein noch sehr rudimentäres Sprachmodell stützte sich auf verschiedene statistische Parameter, die Häufigkeit und Verteilung von Wörtern

beschrieben. Damit bildete er beliebig lange Wortfolgen, die durchaus wie Englisch klangen, aber kaum Sinn ergaben.

Berühmt geworden ist ein so generierter Satz aus Shannons „The Mathematical Theory of Communication“ (1948): „The head and in frontal attack on an English writer that the character of this point is therefore another method for the letters that the time of whoever told the problem for an unexpected.“ Der grammatikalisch und inhaltlich verquere Satz beruht nicht auf der Intention eines Sprechers, sondern wurde Wort für Wort aus den Wahrscheinlichkeiten errechnet, mit denen Begriffe im Englischen aufeinander folgen. Dennoch sahen viele in dem mysteriösen „Angriff auf den Autor“ einen Angriff der subjektlosen Statistik auf den Menschen.

Sinnfreies Kauderwelsch

Shannon erzeugte seine Sätze zunächst manuell, später maschinell, kam damit aber nie über das Niveau des oben zitierten Satzes hinaus. Doch trotz der offensichtlichen grammatikalischen und semantischen Schwächen vermutete man in der Methode nur allzu gern etwas Revolutionäres: Ist alles Geschriebene in Wahrheit das Ergebnis eines statistischen Zufallsprozesses, der gar nicht vom Bewusstsein und der Intention eines sprachbegabten Subjekts abhängt? Bildet sich die Sprache auf der Grundlage der Statistik und der Wahrscheinlichkeitsrechnung quasi autonom? Die einen glaubten, den Schlüssel zur Funktionsweise des menschlichen Denkens und Sprechens in den Händen zu halten. Andere, wie der ame-

rikanische Mathematiker Warren Weaver, kündigten Übersetzungsmaschinen an, die eine neue Völkerverständigung einleiten sollten.

Konfrontiert mit den überzogenen Visionen, die seine Methode weckte, dämpfte Shannon schließlich selbst die Erwartungen. Sein statistischer Ansatz funktioniere nur bei kurzen Buchstaben- und Wortketten. Der Kybernetiker Norbert Wiener blieb als einer der wenigen von Anfang an nüchtern: „Das Kauderwelsch, das man auf diese Weise erhält“, schrieb er in „Mensch und Menschmaschine“ (1950), „ähnelt Englisch in bemerkenswerter Weise und ist vom phonetischen Standpunkte aus praktisch einer sinnvollen Sprache gleichwertig, obwohl es ein sinnloses Scheinbild intelligenten Sprechens und semantischen Geräuschs ist.“

Wieners Kritik gleicht im Kern der aktuell gegen ChatGPT gerichteten: Die Software produziere „Bullshit“. Der Begriff stammt vom Philosophen Harry Frankfurt, der Bullshit von der Lüge abgrenzt. Der Lügner kennt die Wahrheit, die er bewusst verfälscht. Dem Bullshitter hingegen ist die Wahrheit egal. Er will nur gut dastehen und mit wohlklingenden Sätzen glänzen. Im Effekt erinnert ChatGPT, das Fakten und Erfundenes im gleichen Brustton der Überzeugung äußert, daher an einen Bullshitter.

Im Unterschied zu ChatGPT spielen beim menschlichen Blender auch logische Überlegungen eine Rolle. Er weiß, was wahr und falsch ist – es interessiert ihn nur nicht. Der Software fehlt jedoch das dazu nötige semantische Verständnis. Die Maschine bildet ihre Sätze ausschließlich nach Wahrscheinlichkeitsverteilungen.

Allgemeine künstliche Intelligenz

Solche Limitierungen der Sprachmodelle sind auch deshalb von Bedeutung, weil das Verstehen von Sprache als ein wesentlicher Schritt auf dem Weg zu einer KI gilt, die dem Menschen ebenbürtig ist, einer Artificial General Intelligence (AGI). Einige Experten glauben, dass man dieses Ziel mit den heutigen Netzarchitekturen und Trainingsmethoden erreichen kann. Zu den Befürwortern dieser These zählt der CEO von OpenAI, Sam Altman. Er ist davon überzeugt, dass der aktuelle Ansatz von mehr Daten, mehr Rechenleistung und größeren Architekturen letztlich zu einer AGI führt.

CloudLand

2023

**DAS EVENT DER
DEUTSCHSPRACHIGEN
CLOUD NATIVE COMMUNITY**



20. - 23. JUNI
im Phantasialand in Brühl
www.cloudland.org



#CloudLand2023

Eventpartner:  **Heise Medien**

Skeptiker halten dagegen, dass eine kritische Grenze bereits erreicht sei: Mit den heutigen Methoden könne man sich ihr zwar asymptotisch nähern, sie aber nicht überschreiten [1]. Die immer geringeren Fortschritte bei stetig steigendem Aufwand sind für den KI-Experten Gary Marcus aber nicht das Hauptproblem. Die Entwicklung gehe insgesamt in die falsche Richtung. Marcus sieht den Weg zu einer AGI darin, konnektivistische Methoden mit klassischen symbolischen Ansätzen der KI zu verschränken. Erstere arbeiten mit Statistik und Induktion, leiten also aus vielen Einzelfällen in den Trainingsdaten allgemeine Regeln ab. Letztere arbeiten deduktiv, leiten also Einzelfälle aus allgemeinen Regeln wie etwa den Naturgesetzen ab. Sie können beispielsweise aus der Beschaffenheit einer Kugel schließen, dass sie aufgrund der Schwerkraft den Berg hinunterrollt, ohne Tausende von Kugeln dabei beobachtet zu haben.

Marcus plädiert dafür, das Beste aus den beiden sich bislang ausschließenden Ansätzen zu vereinen. Andere suchen ganz neue Wege. Der kanadische Informatiker Yoshua Bengio, einer der Pioniere des heutigen Deep Learning, hat sich längst von der Logik immer größerer Sprachmodelle

verabschiedet. Selbst ein perfektes Sprachmodell bringe kein wirkliches Sprachverständnis: „Um natürliche Sprache zu verstehen, muss man ein Modell der Welt haben. Man muss irgendwie ein Verständnis für die intuitiven Aspekte haben, wie die Dinge in der Welt funktionieren.“ Bengio will deshalb die sprachliche Verarbeitung an implizites Wissen wie Alltagsverständnis, Intuition oder Aufmerksamkeit koppeln.

Mit seinem Ansatz eröffnet Bengio ein ganz neues Forschungsfeld. In „The Myth of Artificial Intelligence. Why Computers Can’t Think the Way We Do“ (2021) argumentiert der Computerwissenschaftler Erik J. Larson, dass es eines großen wissenschaftlichen Durchbruchs bedürfe, um in den Bereich vorzudringen, der der menschlichen Intuition oder einem impliziten Weltwissen entspricht: „und niemand hat derzeit eine Vorstellung davon, wie dieser Durchbruch überhaupt aussehen könnte, oder weiß im Detail, wie man dorthin gelangt“.

Informations-Overkill

Aber vielleicht ist das alles gar nicht so entscheidend. Denn schon jetzt beginnen die allenfalls mittelmäßig bis schlechten KI-

Texte die Geschäfts- und Alltagskommunikation zu durchdringen und einige Branchen gehörig umzukrempeln. Beispielsweise geraten Self-Publishing-Plattformen wie Kindle zunehmend unter Druck. Sie werden bereits jetzt und in Zukunft noch stärker von automatisiert generierten Büchern und Beiträgen minderer Qualität überschwemmt, denen kein menschliches Lektorat mehr gewachsen ist. Als Orientierungshilfe in der Informationsflut ragen dann nur noch Verlage und Plattformen mit qualitativ hochwertigen Inhalten bekannter Autoren heraus.

Die Flut massenhaft verfügbarer schlechter Texte, die kein Algorithmus mehr vernünftig bewerten und aussortieren kann, könnte einen Trend umkehren, der ursprünglich durch das Internet ausgelöst wurde. Das Internet hat einst die Rolle der Verlage als Gatekeeper geschwächt. ChatGPT könnte sie wieder stärken, wenn die Verlage mit menschlich kuratierten Inhalten für Autoren und Textqualität bürgen, die dem austauschbaren Content der Vorschlagsalgorithmen überlegen ist.

Die künstlich intelligenten Text- und Sprach-KIs lösen mit Sicherheit nicht das Grundproblem des digitalen Zeitalters: den Kommunikations-Overkill. Sie schreiben vielmehr das Prinzip der elektronischen Informationsverarbeitung fort und produzieren immer schneller immer mehr Nachrichten. Letztlich entlasten sie die schriftliche Kommunikation ebenso wenig wie einst die E-Mail: Anstatt den Zeitgewinn gegenüber dem Brief für andere Dinge zu nutzen, schrieben sich die Menschen wesentlich häufiger hin und her.

Diktat der Geschwindigkeit

Durch den Umgang mit Chatbots wird sich das Verhältnis der Menschen zur Sprache verändern. Wie genau diese Veränderung aussehen wird, lässt sich allerdings nur schwer vorhersagen. Die Mediengeschichte, etwa der Übergang der Handschrift zur Schreibmaschine, lehrt nur, dass sich Transformationen langsam und in unterschiedlichen Zeithorizonten vollziehen.

Technikpropheten übersehen zuverlässig die Beharrungskräfte alter Werkzeuge und Medien. Der Durchbruch der Schreibmaschine gegen Ende des 19. Jahrhunderts war weniger der Neuheit der Maschine zu verdanken, die zu diesem Zeitpunkt schon nicht mehr neu war. Vielmehr war es das aufkommende ökonomische Diktat der Geschwindigkeit, das



Das erste Patent einer Schreibmaschine stammt von 1714. Der Durchbruch gelang ihr aber erst Ende des 19. Jahrhunderts, als der Bedarf an immer schneller geschriebenen Texten wuchs und Schreibstuben wie diese um 1902 in Dayton, Ohio, entstanden.

zunächst die industriellen Produktionsprozesse und später auch die Verwaltung erfasste und eine schnellere Schreibmethode erforderte. Galt die Schreibmaschine bis dahin als Kuriosität, führte der vorherrschende Sport-, Leistungs- und Geschwindigkeitskult zu ihrer Vermarktung als schnelles Schreibinstrument und machte sie zum Symbol des Fortschritts.

Auch bei der maschinellen Verarbeitung von Sprache stehen wirtschaftliche Interessen im Vordergrund. Dass Unternehmen in der vergangenen Dekade solche enorme Ressourcen und Gelder in Sprachsoftware investierten, war von der Idee motiviert, die natürliche Sprache als Schnittstelle zu nutzen. Wer die beste Sprachsoftware entwickelt, besitzt die Schnittstellen zur Verbindung von Menschen mit digitalen Systemen – seien es Mobiltelefone, intelligente Häuser oder Autos. Möglicherweise reichen die aktuellen Modelle für diese Zwecke schon aus, ohne dass ein vollständiges Sprachverständnis überhaupt notwendig ist.

Sprache als Effizienzbremse

Die Hypothese, dass echtes Sprachverstehen überflüssig ist, passt zu dem Bild, das die digitale Ökonomie vom Menschen zeichnet: ein durch sein Verhalten definiertes Geschöpf. Wenn Google mich angeblich besser kennt als ich mich selbst (so der ehemalige CEO Eric Schmidt), dann liegt das in den Augen des Unternehmens daran, dass es mein Verhalten ist, das die Wahrheit über mich sagt, und nicht allein meine sprachliche Selbstauskunft.

Das bestätigt auf der einen Seite, dass die digitalen Konzerne der Semantik nur einen geringen Wert beimessen; letztlich ist die Sprache nur ein Datenspender unter vielen. Auf der anderen Seite spricht es für eine Sichtweise, in der alles ein Objekt betrachtet wird, sei es die Sprache oder der ganze Mensch, dessen Verhalten sich statistisch vorhersagen lässt so wie der Verkehr oder das Wetter.

Vielleicht weckt der Erfolg von ChatGPT also falsche Erwartungen, denn echtes Sprachverstehen ist für einen Großteil der digitalen Wirtschaft nicht entscheidend. Das Erfolgsgeheimnis der Digitalisierung bestand von Anfang an darin, elektronische Signale zu verarbeiten, ohne auf ihre Bedeutung achten zu müssen. Nur das garantiert einen effizienten Datenfluss. Das Erlernen sprachlicher Bedeutungen, die mehrdeutig und kontextabhängig sind, steht dazu quer.

Um Sprache zu verstehen, muss man ihre Bedeutungsregeln interpretieren. Die semantischen Codes können sich je nach Gebrauch und Kontext ändern und sind aufgrund ihrer Mehrdeutigkeit maschinell oft schwer zu entschlüsseln. Sie können widersprüchliche oder scheinbar falsche Bedeutungen enthalten, die eine natürliche Interpretationsinstanz wie der Mensch meist problemlos „richtig“ versteht.

Semantische Codes vertragen sich daher schlecht mit dem Informationsbegriff der digitalen Wissensverarbeitung. Dieser setzt voraus, dass sich Daten eindeutig klassifizieren lassen. Nur so können sie von algorithmischen Systemen ohne Interpretationsspielraum kodiert und verarbeitet werden. Die Erwartung, dass der Computer die menschliche Sprache beherrscht, ist daher vielleicht nur dem romantischen Verlangen des Menschen nach einem ebenbürtigen Gegenüber geschuldet.

Gehirn-Computer-Schnittstellen

Für diese These spricht, dass andere die Zukunft nicht in Computern sehen, die wie Menschen schreiben, sondern in Menschen, die wie Computer ihre Gedanken über digitale Codes austauschen. Bereits 2015 bezeichnete Mark Zuckerberg den Austausch von Hirn zu Hirn als die ultimative Technik der Kommunikation: „Die Technologie macht es uns, glaube ich, möglich, dass wir uns eines Tages vollständige, gehaltvolle Gedanken direkt zusenden.“ Zuckerberg ist nicht allein: Außer Meta investieren auch Unternehmen wie Palantir, Elon Musks Start-up Neuralink oder das österreichische Unternehmen g.tec in Brain-Computer-Interface-Technologien (BCI).

Um einen Gedankenaustausch zu ermöglichen, zeichnen Gehirn-Computer-Schnittstellen Gehirnströme auf. Sie erkennen Muster und werten diese nach mathematischen Regeln aus. Für eine Kommunikation müssen die Schnittstellen am Ende eindeutige Signale übertragen. Dabei folgen die BCIs dem Gesetz der digitalen Kommunikation: Sie erhöhen die Geschwindigkeit und steigern die Effizienz.

Da erscheint es kontraproduktiv, einem BCI die Effizienz Nachteile der Sprache mit all ihrer Anfälligkeit für Mehrdeutigkeiten und Missverständnisse mit auf den Weg zu geben. In Zuckerbergs Vision einer Technotelepathie als ultimativer

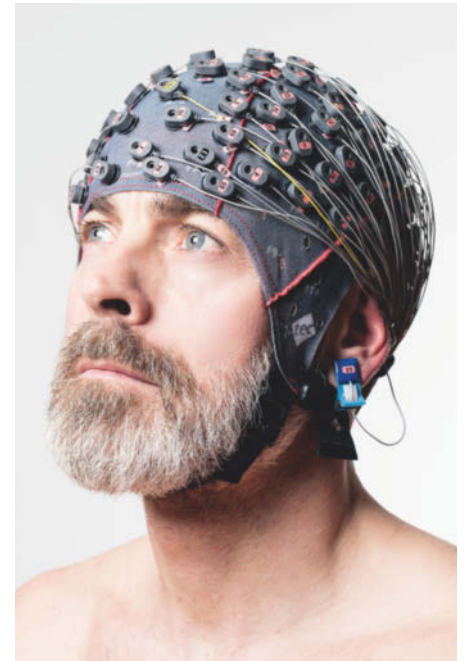


Bild: g.tec medical engineering GmbH

Gehirn-Computer-Schnittstellen wie dieses Modell der Firma g.tec aus Österreich haben das Potenzial, die menschliche Kommunikation noch stärker zu beschleunigen. Dazu müsste sich aber auch das Denken dem Effizienzdiktat der Echtzeitübertragung unterordnen.

Kommunikationstechnologie müsste sich das menschliche Denken vollständig dem Effizienzdiktat des digitalen Codes unterwerfen. Nur so könnte es mit der Geschwindigkeit digitaler Datenströme mithalten und von der Echtzeitübertragung profitieren.

Dagegen mutet die Vision sprachbegabter Computer, die dem Menschen als Empfänger und Sender gegenüberstehen, geradezu nostalgisch an. Computer sollen sich wieder am Menschen orientieren und Sprache lernen, auch wenn dies – gemessen an der Effizienz digitaler Datenströme – eine schwerfällige, missverständliche und ineffiziente Form der Kommunikation ist. Der Wunsch nach solchen sprachbegabten Computern ist deshalb womöglich nur der überkommene Traum eines Menschen, der noch nicht verstehen will, wie die Maschinen funktionieren, die er in die Welt gesetzt hat. (hag@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Philip Bongartz und Pina Merkert: Skalierungshypothese vs. Neurosymbolik, Welche nächsten Schritte muss die KI-Forschung gehen?, c't 23/2022, S. 124
- [2] Philipp Schönthaler: Die Automatisierung des Schreibens & Gegenprogramm der Literatur, Matthes & Seitz Berlin, 2022



Ein typisch deutsches Digitaldesaster

i-Kfz: Die Onlineautozulassung zeigt, woran die Digitalisierung des Staates krankt

Zentral oder dezentral? E-Perso oder Elster-Zertifikat? Software vom Markt oder vom Staat? Die Onlineautozulassung zeigt, warum Deutschland bei der Digitalisierung so langsam vorankommt: Bund, Länder und Kommunen zögern und trödeln. Obendrein lähmen Streitereien alle Beteiligten.

Von Christian Wölbert

Als Chef der FDP-Fraktion im Bundestag setzt sich Christian Dürr laut seiner Homepage für einen digitalen, modernen Staat ein. Mitte Februar vermeldete er auf Twitter einen Etappensieg: „Ab September wird die Kfz-Zulassung endlich auch digital möglich sein.“

Was Dürr offenbar nicht wusste, und worauf ihn ein anderer Twitter-Nutzer umgehend hinwies: In Deutschland gibt es die Onlinezulassung schon seit Oktober 2019. Im kommenden September will Dürres Parteifreund und Verkehrsminister Volker Wissing das i-Kfz genannte Verfahren lediglich vereinfachen sowie für Un-

ternehmen wie Autohändler und -hersteller öffnen.

Der Lapsus des FDP-Fraktionschefs lenkt den Blick auf ein Projekt, das mustergültig zeigt, warum hierzulande die Digitalisierung von Behördenabläufen so unglaublich langsam voranschreitet: An der digitalen Autozulassung arbeiten Politik und Verwaltung seit über 15 Jahren. Bund, Länder und Kommunen haben sich zerstritten und zusammengerauft, Termine versprochen und verschoben, Sicherheitsanforderungen entschärft und wieder verschärft. Nun existiert der Online-dienst zwar, aber kaum jemand kennt ihn.

Und wer ihn kennt, nutzt ihn noch lange nicht.

Onlinequote 0,6 Prozent

Ablesen lässt sich das Problem an der Nutzungsquote. Im Jahr 2021 verzeichnete das Kraftfahrt-Bundesamt rund 20 Millionen Zulassungsvorgänge, Außerbetriebsetzungen und Adressänderungen durch Privatleute. Nur 120.000 dieser Anträge erreichten die Behörden über i-Kfz, in den restlichen Fällen erschienen die Menschen persönlich auf der Zulassungsstelle ihrer Kommune. Die Onlinequote lag also bei 0,6 Prozent.

Dabei spricht auf den ersten Blick alles für i-Kfz. Die Zulassungsstellen vieler Städte sind überlastet, mancherorts warten Bürger wochenlang auf einen Termin. Immer wieder berichten Lokalzeitungen über Chaos auf den Ämtern: In Stuttgart kollabierte im vergangenen Sommer ein Mann nach stundenlangem Warten. In Berlin verurteilte im Herbst ein Gericht einen Behördenmitarbeiter, der Anträge gegen Schmiergeld vorgezogen hatte.

Dennoch setzt i-Kfz sich nicht durch. Anstelle der Onlinedienste der Behörden nutzen viele Menschen lieber die Angebote privater Zulassungsdienstleister wie Kroschke. Dabei füllt der Nutzer einen Onlineantrag des Dienstleisters aus und schickt Papierdokumente wie Vollmacht und Ausweiskopie per Post hinterher oder lässt sie abholen. Ein Mitarbeiter des Unternehmens geht dann stellvertretend für den Kunden zur Zulassungsstelle. Kostenpunkt: 100 bis 160 Euro je nach Anbieter und Auftragsumfang. Über i-Kfz kostet die Zulassung bloß 27,90 Euro.

Nur von außen digital

Was also läuft schief bei i-Kfz? Wer das beantworten will, muss weit zurückblicken. Am 22. Juni 2006 beschließen Bundeskanzlerin Angela Merkel und die Regierungschefs der Länder einen „Aktionsplan Deutschland-Online“ und stellen darin eine Online-Kfz-Zulassung in Aussicht. Hamburg soll das Projekt im Auftrag des Bundes und der anderen Länder vorantreiben. Ein Jahr später nennt der Hamburger Senat gegenüber dem Handelsblatt ein Zieldatum: Spätestens 2013 werde die Fahrt zum Amt überflüssig.

Im April 2009 liefert Hamburg ein „Feinkonzept“ bei der Verkehrsministerkonferenz ab. Darin schlagen die Beamten ein zweistufiges Vorgehen vor: In der ersten Stufe ab 2010 soll ein Onlineantrag

Mitte Februar kündigt FDP-Fraktionschef Christian Dürr auf Twitter die digitale Kfz-Zulassung an – dabei gibt es diesen Online-dienst schon seit 2019.



möglich sein, die Behörden sollen aber Dokumente wie die Zulassungsbescheinigung weiterhin auf Papier ausstellen. Stufe 2 soll ab 2013 zünden und den „Dokumententransport von und zum Bürger mittelfristig auf elektronische Datenübermittlung“ umstellen.

Stufe 1 lässt sich relativ leicht umsetzen, ist aber nicht sonderlich nutzerfreundlich. Denn in diesem Szenario können Bürger nach Absenden des Onlineantrags nicht sofort losfahren. Sie müssen warten, bis die Behörde die Zulassungsdokumente sowie die Klebeplaketten für die Kennzeichen ausgedruckt und ihnen per Post zugeschickt hat. Wer persönlich zur Behörde geht, kann Dokumente und Plaketten sofort mit nach Hause nehmen, Schilder kaufen und Gas geben.

Dass nur die Anträge digitalisiert werden, ist bis heute symptomatisch für E-Government in Deutschland. Auch das 2017 erlassene Onlinezugangsgesetz schreibt Behörden lediglich vor, Formulare ins Internet zu stellen – ansonsten darf alles bleiben, wie es ist. Und das tut es häufig auch.

Den von Hamburg versprochenen Starttermin verpassen Bund und Länder trotzdem. Bis 2013 laufen lediglich Pilotprojekte in ein paar Städten und Kreisen. Später drosselt das Bundesverkehrsministerium das Tempo noch weiter und entscheidet, in Stufe 1 nur die Online-Außerbetriebsetzung von Fahrzeugen zu ermöglichen. Die rechtlichen Voraussetzungen für diesen zaghaften ersten Schritt schafft der Bund erst 2013. Und erst 2015 geht der Dienst online.

Erst hü, dann hott

Zunächst entfacht die neue Fahrzeug-Zulassungsverordnung aber Streit zwischen dem Bund und den Kommunen. Vorgesehen ist ein zentraler i-Kfz-Onlinedienst

des Kraftfahrt-Bundesamtes (KBA) für alle Bundesbürger. Dieser soll die Antragsdaten an die Kommunen weiterleiten, die laut Grundgesetz für den Vollzug der Kfz-Zulassung zuständig sind.

Gegen den zentralen Onlinedienst laufen Vertreter der Kommunen – der Landkreistag und der Städtetag – Sturm. Da die Software der eigentlich zuständigen Kommunen im Hintergrund bleibe, sei für den Antragsteller „nicht mehr zweifelsfrei erkennbar“, mit welcher staatlichen Ebene er es eigentlich zu tun habe, schreibt der Landkreistag an Verkehrsminister Peter Ramsauer (CSU). Das sei mit dem vom Bundesverfassungsgericht aufgestellten „Grundsatz der Verantwortungsklarheit“ kaum zu vereinen.

Darüber hinaus beeinträchtigt der zentrale Onlinedienst des KBA die „Auslastung und Wirtschaftlichkeit“ der

c't kompakt

- Schon seit dem Jahr 2006 arbeiten Bund und Länder an der Online-Kfz-Zulassung. Doch erst 2019 startete dieser Dienst nach diversen Auseinandersetzungen und Verzögerungen.
- Bislang werden die i-Kfz-Dienste kaum genutzt, 2021 lag Digitalquote bei 0,6 Prozent. Als Hauptgrund dafür gilt der E-Perso.
- Ab September will das Bundesverkehrsministerium die Nutzungsquote hochtreiben, unter anderem durch einfachere Abläufe und eine Alternative zum E-Perso. Doch auch um diese Pläne gibt es Streit.

Die i-Kfz-Portale mancher Kommunen – hier Leipzig – sehen angestaubt aus.

E-Government-Angebote der Kommunen, schreibt der Landkreistag. Ein weiteres Argument lautet, dass Wartungsarbeiten und technische Probleme beim KBA alle Zulassungsbehörden bundesweit treffen würden.

Ramsauers Nachfolger Alexander Dobrindt (CSU) rudert daraufhin zurück: Er entscheidet, das KBA-Portal zum Start der zweiten Stufe von i-Kfz im Jahr 2017 wieder abzuschalten. Fortan soll es nur noch kommunale i-Kfz-Portale geben. Die

Der 149 Euro teure Zulassungsservice der Firma Kroschke heimst viele gute Bewertungen ein. Dabei kostet die Onlinezulassung über i-Kfz bloß 27,90 Euro.

180-Grad-Wende zeigt, dass das Ministerium zuvor mit seinem Zentralsystem zu forschen vorgegangen war.

Die Konsequenzen der Kehrtwende sind jedenfalls beträchtlich: Über 400 Landkreise und kreisfreie Städte müssen sich plötzlich selbst kümmern. Jeder einzelne Kreis und jede einzelne Stadt muss Software beschaffen, Datenschutzfragen klären, Mitarbeiter schulen und die Anwendungen hosten oder Dienstleister damit beauftragen.

Kommunen zuckeln hinterher

Die Dezentralisierung bremst i-Kfz noch weiter aus. Das Bundesverkehrsministerium legt mit seinen Verordnungen zwar nur ein geringes Tempo vor, doch die Kommunen kommen trotzdem nicht hinterher. 2017 startet das Ministerium die zweite i-Kfz-Stufe mit der Wiederzulassung, aber viele Städte und Kreise haben ihre Portale nicht rechtzeitig am Start.

2019 wiederholt sich das Spiel. Dobrindts Nachfolger Andreas Scheuer (CSU) feiert den Start der dritten i-Kfz-Stufe mit den Verfahren Neuzulassung, Umschreibung und Adressänderung. Doch zum Stichtag 1. Oktober laufen die Onlinedienste nur in wenigen Kommunen. Die Mehrheit braucht Wochen, Monate oder gar Jahre länger. Die Schuld gibt der Städtetag dem Bund: Dieser habe „im laufenden Verfahren“ die Sicherheitsanforderungen für Stufe 3 geändert, was natürlich zu Verzögerungen führe. „In einigen Fällen mussten sogar die laufenden Ausschreibungen eingestellt werden“, schreibt der Städtetag.

Schuld hin, Schuld her: Fest steht, dass manche Kommunen bis heute kein i-Kfz-Portal haben, darunter auch Großstädte wie Saarbrücken und Essen. Wer dort wohnt, muss nach wie vor persönlich zur Zulassungsstelle. Die Essener Stadtverwaltung erklärt die Verspätung mit einem Wechsel der internen Software der Behörde (Fachanwendung), die mit dem Portal zusammenspielen muss. Dieser Wechsel habe aus „aus technischen und vergaberechtlichen Gründen“ länger gedauert als geplant. Im zweiten Quartal 2023 soll i-Kfz in Essen online gehen – knapp sechs Jahre nach dem eigentlich für Oktober 2017 vorgesehenen Start der dezentralen Portale.

Zurück zur Zentralisierung?

Einige Städte können sich inzwischen sogar wieder ein zentrales Bundesportal

vorstellen. „Heute würden sich sicherlich viele Kommunen stärker dafür einsetzen, dass ein solcher zentraler Zugang genutzt würde, wenn er denn über Schnittstellen eine medienbruchfreie Ende-zu-Ende-Bearbeitung zulässt“, schreibt die Stadt Essen in ihrer Stellungnahme. Dass ein solches Portal zeitweise sogar schon existierte, sei „besonders verrückt“.

Doch das scheint bislang eine Minderheitsmeinung. Viele Städte und Landkreise plädieren nach wie vor für dezentrale Portale, nicht nur aus rechtlichen Gründen. Die Kommunen seien die Hauptansprechpartner der Bürger und für Rückfragen vor Ort erreichbar, argumentiert zum Beispiel der Landkreistag. „Wir brauchen daher das digitale Landratsamt/Bürgeramt, keine Insellösung des Bundes für Kfz.“

Die dezentrale Struktur lähmt neben i-Kfz auch Hunderte andere Digitalprojekte. Selbst wenn der Bund die Gesetze erlässt, sind laut Grundgesetz dennoch die Länder und die Kommunen für die Ausführung zuständig. Deshalb werden viele Onlinedienste hundert- oder gar tausendfach angeschafft und gewartet, obwohl technisch gesehen Länderdienste oder ein zentrales Bundesportal ausreichen würde.

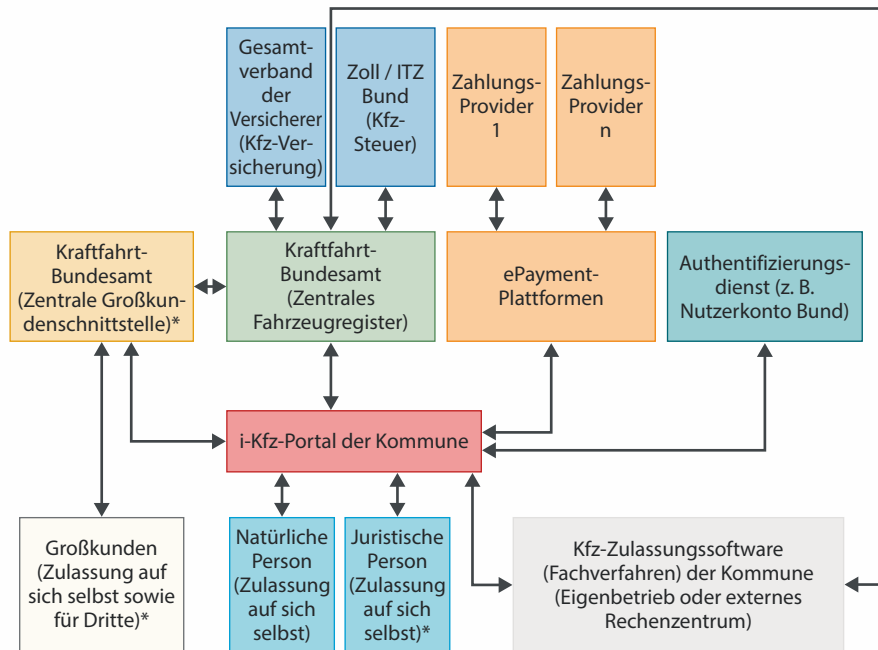
E-Perso-Dilemma

Nach dem Start der dritten Stufe von i-Kfz rückt das nächste Problem in den Fokus: In den Städten und Landkreisen, die die Onlinedienste eingeführt haben, werden diese kaum genutzt. Gründe dafür gibt es viele: Manche Kommunen verstecken i-Kfz auf ihren Webseiten eher, als die Dienste anzupreisen. Hinzu kommt der Umstand, dass man bei der Neuzulassung tagelang auf den Papierbescheid und die Plaketten warten muss. Die Zulassung übers Internet kostet sogar mehr als vor Ort in der Behörde, weil das Briefporto obendrauf kommt. Zulassungsdienstleister und Autohändler können i-Kfz überhaupt nicht nutzen, obwohl Kommunen und Wirtschaft das seit Jahren fordern.

Als größtes Hindernis gilt Experten jedoch der E-Perso, mit dem Bürger sich authentifizieren müssen. Kaum ein Bürger hat damit Erfahrung, bei vielen ist die Funktion nicht freigeschaltet, oder sie kennen ihre PIN nicht. Obendrein braucht man zum Auslesen des Ausweis-Chips ein NFC-fähiges Smartphone oder ein spezielles Lesegerät.

So funktioniert i-Kfz

Das vereinfachte Schema zeigt, welche Akteure bei der Zulassung von Fahrzeugen miteinander kommunizieren. Die i-Kfz-Portale der Kommunen sind mit dem Kraftfahrt-Bundesamt vernetzt, das wiederum Daten mit dem Gesamtverband der Versicherer und mit dem Zoll austauscht.



Woran die i-Kfz-Anträge im Detail scheitern, hat die Friedrich-Ebert-Stiftung im Landkreis Elbe-Elster untersucht (Fallstudie siehe ct.de/yz98): Dort wurde i-Kfz bis Februar 2021 knapp 100.000 Mal aufgerufen. 65 Prozent der Besucher begannen mit der Authentifizierung per E-Perso, doch nur 5 Prozent schlossen diesen Schritt ab. Das integrierte Onlinebezahlverfahren meisterten nur 1,6 Prozent, und nur 1 Prozent der Besucher schickte den Antrag ab.

Coronaexperiment

Aufgrund solcher Erfahrungen entscheidet etwa die Hälfte der Bundesländer nach Beginn der Coronapandemie kurzerhand, das E-Perso-Erfordernis bei i-Kfz temporär zu streichen. Zum Beispiel muss man in Berlin nur noch einen Scan des Personalausweises hochladen. Wie riskant das ist, darüber kann man lange streiten.

Gerade im fremden Namen ein Auto an- oder abzumelden ist jedenfalls alles andere als kinderleicht. Im Rahmen von i-Kfz muss man je nach Verfahren einen oder zwei Sicherheitscodes eintippen. Diese befinden sich auf den Zulassungsbescheinigungen und den Kennzeichen

und müssen durch Rubbeln oder Abziehen eines Aufklebers freigelegt werden. Fälle von Missbrauch seien nicht bekannt, erklärte das Bundesverkehrsministerium auf Anfrage von c't.

Nach den Entscheidungen der Länder steigen die Nutzerzahlen sprunghaft an. Wie stark das auf den E-Perso-Verzicht zurückzuführen ist, lässt sich aber nicht mit Bestimmtheit sagen. Denn viele Kommunen schlossen wegen der Pandemie gleichzeitig ihre Zulassungsstellen, sodass i-Kfz plötzlich die einzige Möglichkeit war. Von einem Durchbruch kann angesichts der bundesweiten Nutzungsquote von 0,6 Prozent bis Ende 2021 jedenfalls keine Rede sein.

Neue Streitereien ...

Mit Stufe 4 von i-Kfz soll der Durchbruch bald aber wirklich klappen. Mitte Februar stellte das Bundesverkehrsministerium seine Pläne vor: Bei der Neuzulassung sollen Nutzer sofort nach Abschicken des Onlineantrags losfahren dürfen, wenn sie die Kennzeichen haben. Zehn Tage lang genügt ein digitaler Zulassungsbescheid, erst danach braucht man die Papierdokumente und Kennzeichenplaketten. Dass

das Sofort-Losfahren nicht schon mit Stufe 3 ermöglicht wurde, erklärt das Ministerium auf Anfrage damit, dass damals eine KBA-Datenbank mit Daten zu Fahrzeugtypen noch nicht verfügbar war. Diese Datenbank ging laut KBA Ende 2019 online, also nur wenige Monate nach dem Start von Stufe 3. Dauerhaft gültige digitale Fahrzeugpapiere gibt es auch in Stufe 4 noch nicht, obwohl Experten diesen Schritt schon lange fordern.

Außerdem können ab September erstmals auch juristische Personen Anträge über i-Kfz stellen, was die Nutzungszahlen spürbar in die Höhe treiben dürfte. Für Autohäuser und -hersteller mit mehr als 500 Zulassungsvorgängen pro Jahr kommt darüber hinaus eine spezielle zentrale Großkundenschnittstelle des KBA hinzu.

Aber auch Stufe 4 verursachte erst einmal Streitigkeiten. Das Ministerium wollte ursprünglich die Anträge der Großkunden innerhalb der Großkundenschnittstelle verarbeiten und die Daten dann an die Fachverfahren der Kommunen weiterleiten. Die Kommunen wehrten sich dagegen – wie schon 2014 – mit dem Argument, dass eine „Mischverwaltung“ aus Bund und Kommunen rechtlich unzulässig sei. Wieder ruderte das Ministerium zurück, nun sollen die Anträge von der Großkundenschnittstelle zunächst in die i-Kfz-Portale der Kommunen wandern, dort beschieden werden und erst dann an die Fachverfahren fließen.

... und Verzögerungen

Landkreis- und Städtetag kritisieren die neue Schnittstelle aber weiterhin, unter anderem, weil diese die Anträge vorab prüfen soll. Das Hin und Her dürfte dazu beigetragen haben, dass das Ministerium den Start der vierten Stufe von Mai auf September verschob. Offiziell begründet das Ministerium die Terminverschiebung damit, dass man „eine Vielzahl von Stellungnahmen“ habe bearbeiten müssen. Zudem sei die technische Umsetzung „komplexer als zunächst erwartet“ gewesen, sagte ein Sprecher.

Am 1. September treten wohlgerne nur die neuen Regeln in Kraft – bis alle Kommunen ihre Software auf Stufe 4 aktualisiert haben und Bürger die neuen Verfahren wirklich nutzen können, dürfte es wie gewohnt länger dauern.

Das Ministerium hat im Vorfeld auch die Anstalt für Kommunale Datenverar-



Bild: Henning Schacht

Zögerlicher Anfang: Im Jahr 2015 feiern Verkehrsminister Alexander Dobrindt (CSU) und Innenminister Thomas de Maizière (CDU) auf der CeBIT den Start von i-Kfz. Damals geht allerdings nur die Außerbetriebsetzung online, die Neuzulassung folgt erst 2019.

beitung in Bayern (AKDB) vor den Kopf gestoßen, den bundesweiten Marktführer bei i-Kfz-Onlinediensten und Kfz-Fachverfahren für Kommunen. Denn die Bundesregierung finanziert seit 2021 die Entwicklung eines neuen i-Kfz-Portals durch das Land Baden-Württemberg. Diese mit Steuergeldern entwickelte Software macht ab September den längst etablierten Angeboten der AKDB und weiterer Anbieter Konkurrenz. Dabei könnten Kommunen bereits jetzt aus fünf i-Kfz-Lösungen von vier Anbietern auswählen, betont die AKDB gegenüber c't. Es gebe also einen funktionierenden Wettbewerb. Die staatliche beauftragte Zusatzentwicklung sei vor diesem Hintergrund fragwürdig.

Auch dieser Streit ist typisch für die Digitalisierung der Verwaltung: In der Coronakrise stellte die Bundesregierung plötzlich Milliarden aus Steuergeldern für die Entwicklung von Onlinediensten bereit, und zwar auch für Bereiche, in denen es schon fertige Dienste von privaten Anbietern oder öffentlichen IT-Dienstleistern gab. Diese wehren sich gegen den aus ihrer Sicht unfairen Wettbewerb.

Elster oder doch nicht?

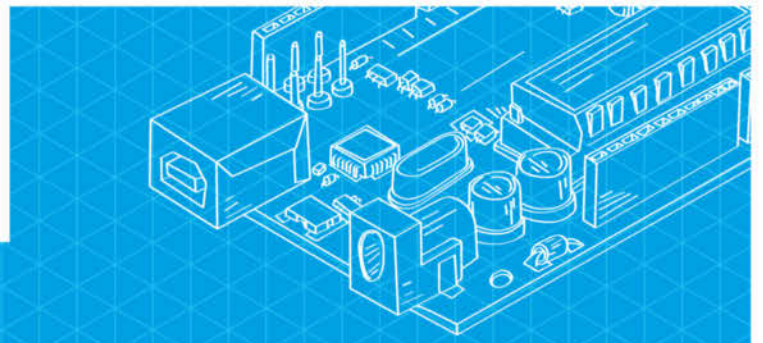
Unklar ist, wie es mit der Authentifizierung weitergeht. Die Ausnahmegenehmigungen der Bundesländer werden voraus-

sichtlich in den nächsten Monaten auslaufen. Das Bundesverkehrsministerium will aber künftig außer dem E-Perso auch das von der Steuererklärung bekannte Elster-Zertifikat für i-Kfz zulassen – so steht es explizit in einem Verordnungsentwurf, den die Bundesregierung Mitte Februar dem Bundesrat vorlegte. Das Elster-Zertifikat gilt als etwas weniger sicher als der E-Perso, es wird aber von mehr Menschen genutzt, auch aufgrund des jüngsten Digitalisierungsdesasters bei der Grundsteuer (siehe c't 6/2023, Seite 130). Vertrauenswürdiger als ein Onlinekonto mit Nutzername und Passwort ist es allemal.

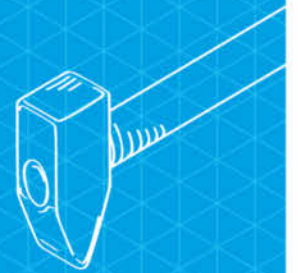
Ob man sich ab September tatsächlich per Elster-Zertifikat bei i-Kfz authentifizieren darf, ist jedoch fraglich. Denn das Bundesinnenministerium arbeitet parallel an einem Gesetz, das den E-Perso für alle Verfahren zur Pflicht machen würde, in denen der Antragsteller sich identifizieren muss. Dahinter steckt auch die Hoffnung, dass der E-Perso sich endlich durchsetzt, wenn er nur oft genug genutzt werden muss. Dem Vernehmen nach will das Verkehrsministerium die Verordnung deshalb in letzter Minute noch einmal ändern und die Elster-Option streichen. Eine Anfrage von c't zu diesem Thema ließ das Ministerium unbeantwortet. (cwo@ct.de) **ct**

Fallstudie zu i-Kfz: [ct.de/yz98](https://www.ct.de/yz98)

Make:



DAS KANNST DU AUCH!



GRATIS!



2x Make testen und über 7 € sparen!

Ihre Vorteile:

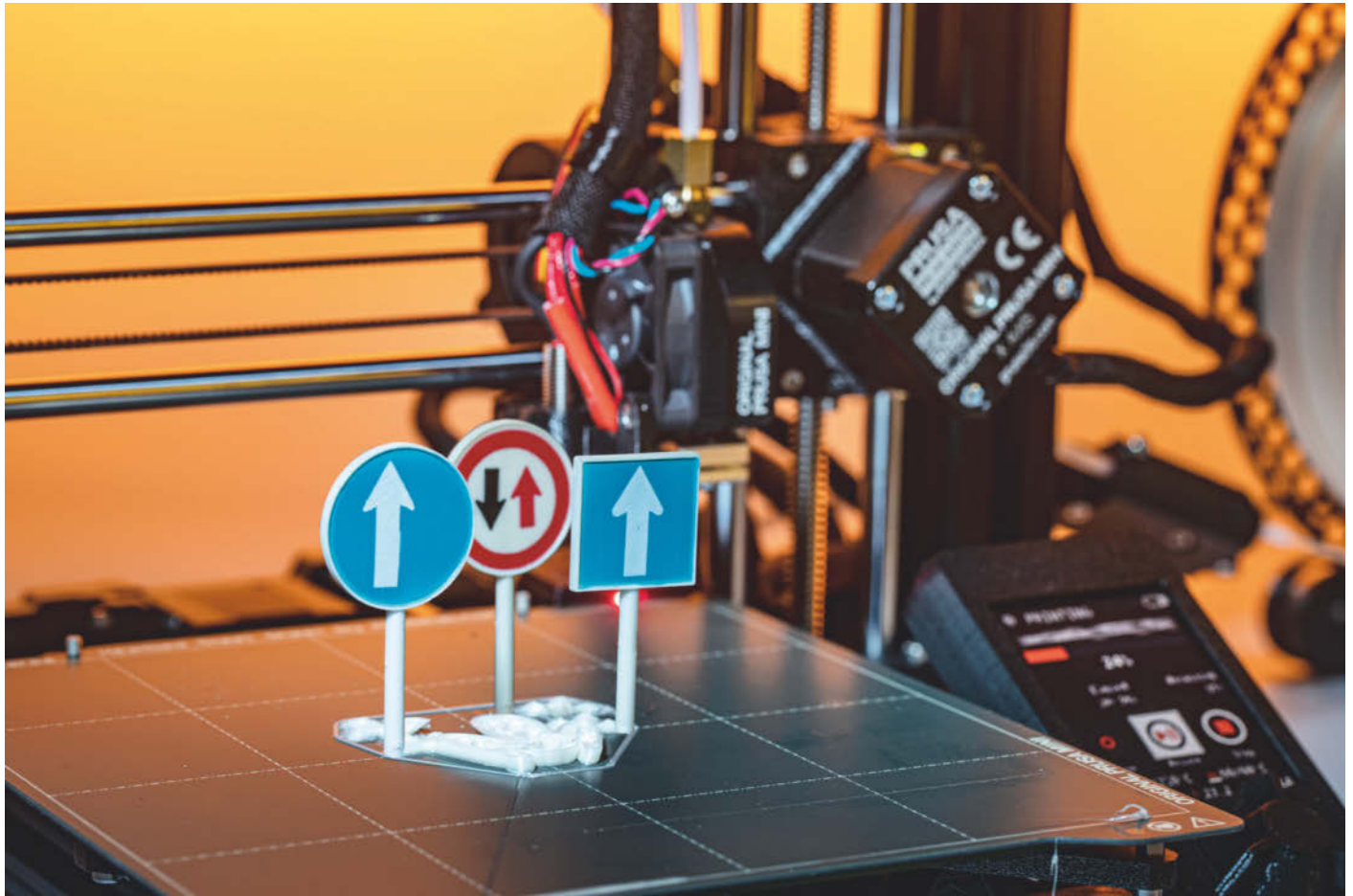
- ✓ **GRATIS dazu:** Make: Tasse
- ✓ Zugriff auf Online-Artikel-Archiv*
- ✓ Jetzt auch im Browser lesen!
- ✓ Zusätzlich digital über iOS oder Android lesen

Für nur 19,40 € statt 27 €

Jetzt bestellen:
make-magazin.de/miniabo



* Für die Laufzeit des Angebotes.



Wegbereiter

Slicer-Software für FDM-3D-Drucker

3D-Drucker sind nur so schlau wie ihre Slicer. Mit der üblicherweise kostenlosen Software übersetzt man 3D-Vorlagen in Druckanweisungen und holt das Optimum aus Druckern jeder Preisklasse. Wir führen durch das Dickicht an Einstellungen.

Von Pina Merkert und
Christoph Schmith

Einem 3D-Drucker bei der Arbeit zuzuschauen wird nicht langweilig. „Warum ist er hier nach rechts statt nach links abgebogen? Warum füllt er zuerst diese Fläche und macht nicht da drüben weiter?“ Die exakte Antwort auf diese Fragen ist enttäuschend trivial: Der 3D-Drucker macht genau diese Bewegung, weil er nur stur G-Code [1] ausführt und die Anweisungen der Programmiersprache ihm befehlen, genau das zu machen. Das Faszinierende daran, die raffinierte Strategie hinter den Bewegungen hat zuvor ein Algorithmus in einer Software, dem Slicer, erzeugt.

In den Slicer lädt man vor dem Druck am PC ein 3D-Modell als STL- oder 3MF-

Datei. Die Dateien bilden nur die Form des Modells ab, haben aber keine Anweisungen für den Drucker parat. Der Slicer schneidet das Modell in druckschichthohe Scheiben und entwickelt dann für jede Scheibe eine Strategie, wie sich die Düse des FDM-Druckers (FDM steht für Fused Deposition Modeling, also 3D-Druck mit zielgenau aufgeschmolzenem Plastikfäden (Filament) bewegen soll, damit am Ende ein möglichst stabiler, maßhaltiger und makelloser Druck entsteht. Slicer sind damit die Intelligenz hinter dem 3D-Druck und die Hauptverantwortlichen für den Erfolg der Drucke.

Alle wichtigen Slicer sind kostenlos nutzbare Open-Source-Software, die sich umfangreich konfigurieren lässt (für einen Test auch mit proprietären Slicern im Testfeld siehe [2]). Aufgrund der vielen Einstellungen, die sie anbieten, wirken sie auf Einsteiger abschreckend komplex. Über Slicer-Einstellungen kann man äußerlich gleiche Objekte aber auch außergewöhnlich leicht, halbsprecherisch schnell oder besonders stabil drucken.

Produktive Konkurrenz

Die beiden wichtigen Slicer auf dem Markt sind Cura und PrusaSlicer. Beide sind kostenlos nutzbar sowie quelloffen und laufen auf Windows, macOS und Linux. Die Entwicklung von Cura betreut der niederländische Druckerhersteller UltiMaker, die wichtigsten Neuerungen der letzten Jahre kamen aber aus der Community und aus der Forschung. PrusaSlicer fußt auf dem Urgestein Slic3r und wird von der tschechischen Firma Prusa Research betreut. Der Fork SuperSlicer wird unabhängig entwickelt und unterscheidet sich bisher kaum von PrusaSlicer.

Die beiden Programme stehen in sehr produktiver Konkurrenz zueinander: Cura war etwas schneller, den revolutionären Arachne-Algorithmus aus der Forschung zu implementieren, der feinere Strukturen erlaubt und ungewollte Hohlräume vermeidet. PrusaSlicer zog aber nur wenige Monate später nach. Momentan überbieten sich die Konkurrenten mit immer besseren Implementierungen von baumförmigen Stützstrukturen. Für Nutzer ist die Konkurrenz ein Garant für ständige Verbesserungen und neue Funktionen. Zuletzt hatte Cura die Nase vorn mit neuen Features für FDM-Druck, PrusaSlicer war schneller bei Verbesserungen an der Benutzeroberfläche (Aufmalstützen, Stützblocker, ein Schneidewerkzeug in der Alpha-Version). Prusa stellt auch einen Resinharzdrucker her, für den man ebenfalls mit PrusaSlicer die Druckdateien vorbereitet, während sich Cura ganz auf FDM konzentriert.

Beide Programme zeigen beim ersten Start nicht alle Druckeinstellungen an, um Anfänger nicht zu sehr zu verwirren. In den Programmeinstellungen kann man das umstellen, um volle Kontrolle über Hunderte Druckeinstellungen zu übernehmen. Im Zweifelsfall sollte man bei den sinnvollen Voreinstellungen bleiben. Wir schätzen die Einarbeitungszeit für Anfänger auf ein bis zwei Stunden, erfahrene 3D-Drucker brauchen einige Dutzend Stunden, um die Programme zu meistern.

Manche Hersteller legen ihren Druckern andere Slicer bei, meist um die Einstiegshürde zu senken. Unsere Erfahrungen mit diesen Programmen sind eher durchwachsen: Oft sind es reduzierte Versionen der „großen“ Open-Source-Slicer, die deren Entwicklung bald hinterherhängen. Für erste Tests mit einem neu aufgebauten Drucker reichen sie aus, mit steigender Erfahrung fehlen ihnen aber wich-

tige Features. Das größte Problem ist aber die kleinere Community, die bei Problemen mal helfen könnte: Erfährt man beispielsweise über YouTube von einem neuen Kniff, findet man leicht konkrete Infos im Netz, um den mit Cura oder PrusaSlicer umzusetzen. Mit einem Programm wie Luban (mitgeliefert beim Snapmaker) lässt sich der Kniff entweder gar nicht umsetzen oder man findet nirgends konkrete Hinweise. Aus dem gleichen Grund raten wir von proprietären G-Code-Generatoren wie dem in der CAD-Software Fusion360 ab: Abgesehen von wenigen Spezialfällen ist es besser, Modelle mit PrusaSlicer oder Cura zu slicen.

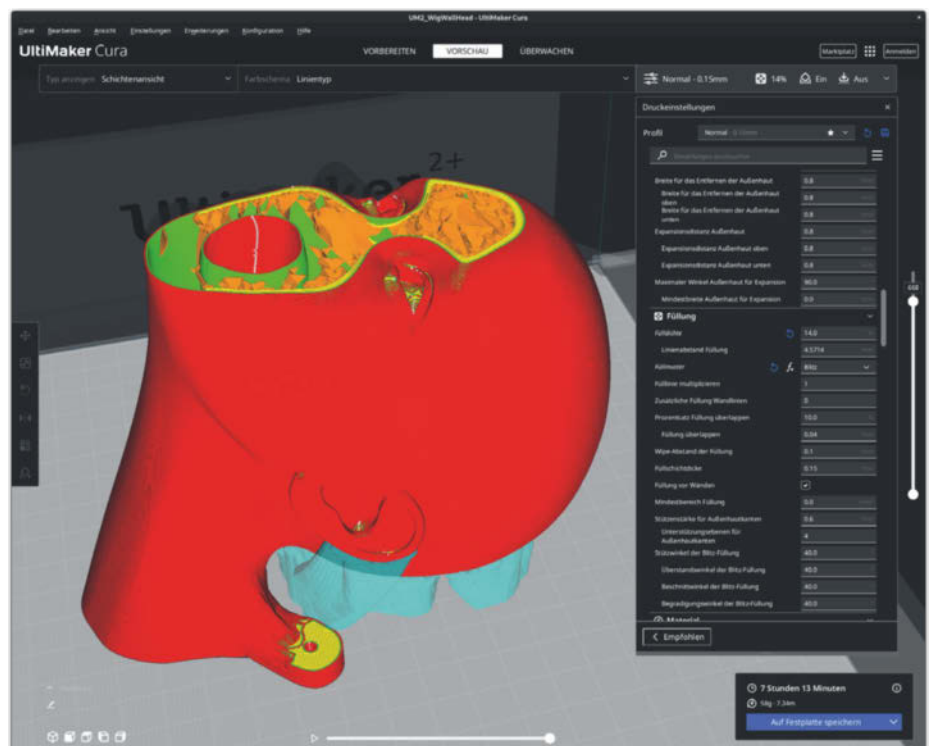
GUI-Geschmackssache

Cura hat ein aufgeräumtes Interface mit allen Einstellungen in einem Ziehharmonikamenü auf der rechten Seite. Das scheidet die Geister: Viele Anwender bevorzugen die über ein seitliches Menü seitenweise erreichbaren Einstellungen in PrusaSlicer. Andere fühlen sich gerade wegen der Masse der dort aufgeführten Einstellungen erschlagen und würdigen, dass man in Cura jede nicht gebrauchte Einstellung einzeln verstecken kann.

Beide Programme nutzen ein mit Reitern eingeteiltes Interface mit mehreren

3D-Ansichten. Im ersten Reiter platziert man die Objekte im Druckraum (Werkzeuge zum Drehen und Skalieren stehen in einer Leiste links zur Verfügung). In der gleichen Ansicht legt man auch fest, an welchen Stellen der Slicer keine Stützstrukturen erzeugen soll. Danach startet man den Algorithmus, wodurch die Ansicht mit dem vorläufigen Ergebnis im zweiten Reiter verfügbar wird. Dort zeigen die Programme die mit diesen Einstellungen berechneten Druckbahnen an und man bekommt eine Vorschau, welche Details der Vorlage der FDM-Drucker überhaupt erzeugen kann. Jeweils auf der rechten Seite gibt es eine Skala mit einem verschiebbaren Anzeigebereich, mit der man einen Anteil der Schichten ausblenden kann. Das erlaubt einen Blick in die innere Struktur – ein essenzielles Feature, um mögliche Probleme wie unzureichend gestützte Brücken und Überhänge zu identifizieren oder Stützmaterial, dass nicht entfernbar im Druck feststecken wird.

Mit welchem der beiden Programme man lieber arbeiten will, ist Geschmackssache. Durch die rasante Entwicklung beider Programme muss man eigentlich nicht auf einzelne Features schießen. Wir empfehlen, einfach mit beiden Programmen mindestens 30 Minuten herumzuprobieren.



Wenn das Infill die Stabilität nicht erhöhen und nur die Decke stützen muss, bietet Cura das Füllmuster „Blitz“ an. Es gabelt sich gerade rechtzeitig, um in einem ausreichend feinen Raster Unterstützung zu bieten.

ren und danach dem eigenen Bauchgefühl zu folgen. Wenn Ihr Umfeld im Makerspace oder auf Social Media schon eine Vorentscheidung getroffen hat, kann es sich lohnen, sich einfach anzuschließen. Die Möglichkeit, persönliche Tipps zu bekommen, ist eventuell mehr wert, als sich an eine andere Oberfläche gewöhnen zu müssen.

Einstellungssuche

Beim Design von Apps gilt es als schlechtes Zeichen, wenn Nutzer viele Einstellungsmöglichkeiten brauchen. Oft gibt es dann nämlich Kombinationen von Einstellungen, die für niemanden nützlich sind. Apps sollten dann lieber selbst herausfinden, was richtig ist, und die Nutzer nicht nach etwas fragen, das viele Nutzer nicht wissen.

Das gilt im Prinzip auch für Slicer, zeigt aber ein grundsätzliches Problem der Technik und weniger eines der Programme: 3D-Druck ist noch nicht so weit entwickelt, dass Nutzer es sich leisten können, nicht genau zu wissen, was ihre Maschine macht, etwa wie viel Überhang tolerierbar ist oder welche Konturdicke stabile Drucke erzeugt. Bisher kommt man nicht drumherum, eine Menge Erfahrung anzuhäufen, um Parameter einigermaßen zu beurteilen, mit denen der Slicer arbeiten sollte. Zum aktuellen Zeitpunkt sollten Slicer Ihnen möglichst alle Einstellungsmöglichkeiten an die Hand geben, damit Sie Probleme auch selbst lösen können.

Für Grundschüler und Gelegenheitsbesucher im Makerspace sind das schlechte Nachrichten, weil der Einstieg aufgrund der Detailfülle relevanter Infos zunächst schwierig erscheint. Auch wir sind darüber nicht glücklich, können den Stand der Technik nicht ändern, aber Ihnen die wichtigsten Einstellungen knapp erklären, damit das erste Modell schon bald ordentlich gesliet in den Drucker wandert.

Filamenteinstellungen

Damit der Drucker erfolgreich arbeitet, müssen mindestens die Temperaturen von Düse und Hotend passend zum Filament eingestellt sein. Filamenthersteller geben auf der Packung eine Empfehlung für diese Temperaturen an. Sollte der Drucker einen systematischen Fehler zeigen und beispielsweise die Betttemperatur konsequent 10 °C zu niedrig messen, kann man im Slicer schnell und einfach nachkorrigieren. Für den Anfang empfiehlt es sich, Standardfilamente zu drucken, deren

Temperaturen sind Teil von „Profilen“. Man wählt dann im Slicer das Filament und seine Parameter werden als Voreinstellungen übernommen.

Bei Druckern, die sich schnell bewegen können, stellt sich zusätzlich die Frage, wie viel Plastik die Düse pro Sekunde schmelzen kann. Cura kann diese Flussrate anzeigen, in PrusaSlicer kann man sogar ein Maximum festlegen (maximale Volumengeschwindigkeit), damit der Drucker abbremst, um es nicht zu überschreiten. Unter 10 mm³/s schaffen alle üblichen Hotends von FDM-Druckern, Werte über 20 mm³/s sind üblicherweise nur mit High-Flow-Hotends und/oder speziellen Düsen wie der Bondtech CHT erreichbar. Was der eigene Drucker schafft, können Sie nach der Methode von CNC-Kitchen systematisch testen und den G-Code für den Test mit unserem Colab-Skript erzeugen [3].

Perimeter und Infill

Für die Stabilität des Objekts sind vor allem die Wandstärke und die Anzahl an Umfangslinien entscheidend. Die horizontalen Flächen stellen Sie über die Dicke des Bodens und der Decke ein. Der Raum dazwischen ist üblicherweise großteils leer, weil ein 3D-Muster im Inneren, das „Infill“ nur um die 20 Prozent des Volumens ausfüllen muss, um alles andere ausreichend zu stützen. Bei weniger als 10 Prozent Infill werden die Zwischenräume so groß, dass Deckschichten zum Teil durchhängen können. Infill nahe 100 Prozent nutzt man zusammen mit mindestens sechs Umrisslinien für Drucke, die maxi-

male Stabilität brauchen. Zu viel Infill verschwendet das teure Filament.

Eine entscheidende Verbesserung der Slicer brachte der inzwischen sowohl in Cura als auch PrusaSlicer implementierte Arachne-Algorithmus. Er passt die Breite der Druckbahnen nach Bedarf an, was Lücken zwischen den Bahnen vermeidet und gleichzeitig feinere Details an der Außenseite ausformt. Arachne ist eine kleine Revolution im FDM-Druck und wir empfehlen dringend mindestens Cura 5.0 oder PrusaSlicer 2.5, da ältere Versionen Arachne noch nicht enthalten.

Betthaftung

Haftet ein Druck nicht am Druckbett oder heben sich Ecken wegen Warping (unter thermischen Spannungen zwischen den Schichten verformter Druck) leicht ab, kann der Slicer einen sogenannten Brim hinzufügen. Das ist ein Rand mit Schichthöhe 1, der sich mit erträglichem Aufwand vom Druck entfernen lässt. Er sorgt für eine erheblich größere Fläche in Verbindung mit dem Bett und verbessert die Haftung nennenswert. Erlaubt die Form des Objekts, es ohne Brim zu drucken, spart man sich das Entfernen – und ein bisschen Filament.

Fließt beim Aufheizen schon Filament aus der Düse (Oozing), kann das in der ersten Schicht fehlen. Abhilfe schaffen eine Pirme-Line (eine Druckbahn zum Durchspülen der Düse) am Rand des Druckbetts (das ist teilweise eine Funktion des Druckers und nicht immer eine Sequenz an G-Code-Befehlen) oder ein Skirt. Der Skirt ist eine Linie um die Kontur des Objekts, die an keiner Stelle berührt.

Pressure Advance

In der Düse eines FDM-Druckers bildet sich vorn bei ausreichender Temperatur eine kleine Blase flüssigen Plastiks. Schiebt der Extruder Filament nach, wirkt das noch kältere feste Filament wie ein Kolben, der den Druck in dieser Blase erhöht. Zieht er das Filament zurück, kann das sogar einen Unterdruck erzeugen. Der Kunststoff ist dabei aber elastisch, sodass ein erhöhter Druck erst mit etwas Verzögerung dazu führt, dass Plastik aus der Düsenöffnung quillt.

Dass sich die Extruder-Bewegungen zeitlich verzögert auswirken, kann der

Drucker berücksichtigen. Die Technik dafür heißt „Pressure Advance“ oder „Linear Advance“ und ist ein Feature der Drucker-Firmware. Die Vorhersage, welche Druckveränderung zu wie viel tatsächlichem Plastik an der Spitze der Düse führen wird, verbessert den gleichmäßigen Fluss und somit die Druckqualität enorm, weshalb wir sie erwähnen wollten, obwohl man sie nicht im Slicer einstellt. Eine Anleitung, wie Sie den zu Ihrem Drucker passenden Wert für Pressure Advance kommen, finden Sie über ct.de/yzs9.

Fehlt etwas Plastik in dieser Linie, stört das nicht im Druck und durch die geringe Distanz hat die Düse kaum Gelegenheit, über Oozing wieder Plastik zu verlieren. Für Drucke ohne Brim empfehlen wir ein Skirt von ein bis zwei Umrundungen.

Gegen Warping kann der Slicer den Skirt als „Windshield“ auch auf die volle Höhe des Objekts wachsen lassen. Der Windschutz blockt kalte Luftströmungen und kann ausreichen, dass Drucke auch ohne beheizten Bauraum ausreichend wenig warpen.

Geschwindigkeiten

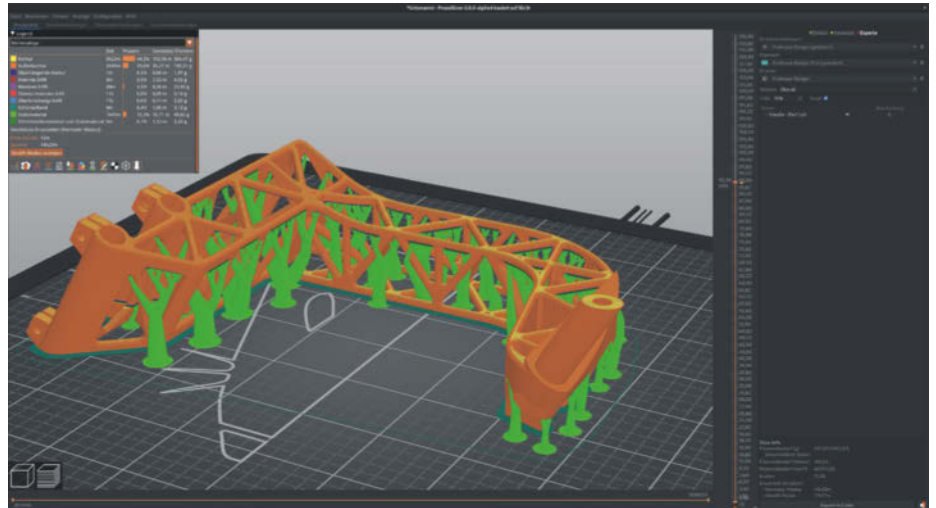
Auch die Druckgeschwindigkeit lässt sich im Slicer einstellen. Was möglich ist, hängt an der Stabilität der Druckerkonstruktion. Bettschubser drucken meist zwischen 60 und 80 mm/s, Delta- und CoreXY-Maschinen deutlich über 100. Schwingt der Rahmen, zeigt sich das als Wellenlinien hinter scharfen Kanten, für die sich der Begriff „Ringing“ eingebürgert hat. Stellt man die Geschwindigkeit herunter, werden die Wellen kleiner.

Zu langsam sollte man allerdings auch nicht drucken, weil der Kunststoff im flüssigen Zustand anbacken und verspröden kann. In Extremform kann man das an der kleinen Menge an Plastik beobachten, die außen an der Düse festbackt, nachdem man für viele Stunden gedruckt hat. Das spröde Material, das man dort abkratzen kann, erinnert weder von der Farbe noch der Konsistenz an das Filament, aus dem es entstanden ist.

Druckt man schmale hohe Teile schnell, zeigt sich oft ein Problem durch eine zu geringe Kühlung. Der Kunststoff einer Schicht hat zu wenig Zeit, fest zu werden, bevor die Düse schon die nächste Schicht obendrauf packt. Der weiche Turm sackt dann seitlich weg. Abhilfe schaffen stärkere Lüfter für die Bauteilkühlung oder man druckt mehrere Teile gleichzeitig. Geht nichts davon, dann stellt man im Slicer eine verringerte Druckgeschwindigkeit ein. In PrusaSlicer und Cura kann man eine „Minimum Layer Time“ einstellen, damit die Drucker nur dann langsam drucken, wenn die Schicht sonst zu früh fertig würde.

Schichthöhen

Je geringer die Höhe der gedruckten Schichten, desto feiner ist die Auflösung des Drucks in Z-Richtung, also in der Vertikalen. FDM-Drucker können bis circa 0,7 Millimeter hohe Schichten drucken, brau-



Beim organischen Stützmaterial erzeugt PrusaSlicer Stützen, die an Mangrovenbäume erinnern. Die brauchen weniger Material und sind leichter zu entfernen.

chen aber bei geringer Schichthöhe viel länger. Höher als ungefähr ein Dreiviertel des Durchmessers der Düsenbohrung sollten Sie auch nicht drucken, weil die Schichten dann nicht mehr gut aufeinander haften. Mit dem halben Düsendurchmesser bekommen Sie in alle Raumrichtungen eine ungefähr gleich feine Auflösung.

Ein Kompromiss bei der Druckzeit kann eine variable Schichthöhe im Slicer sein. PrusaSlicer bietet dafür eine Einstellungsmöglichkeit per Hand, bei Cura findet sich in den experimentellen Eigenschaften „Use Adaptive Layers“, was automatisch für eine höhere Z-Auflösung an flachen Stellen im Modell sorgt.

Stützmaterial

Designs, die Stützmaterial erfordern, lernt man schnell zu vermeiden, weil sich das oft nur schwer entfernen lässt und die Flächen, auf denen es aufliegt, unsauber aussehen. Das klappt aber nicht immer. Je größer die Düsenbohrung, desto schwerer lässt sich Stützmaterial wegbrechen. Wer einen Drucker mit zwei Düsen hat, kann wasserlösliches Stützmaterial drucken, um zumindest das Entfernen zu erleichtern.

Die neuen organischen Stützstrukturen in Cura und PrusaSlicer versprechen deutlich weniger Plastik im Stützmaterial zu verschwenden, das sich gleichzeitig viel leichter entfernen lässt. Weil sie ein bisschen wie Mangrovenbäume aussehen, wird das Feature auch als „Tree Supports“ bezeichnet. Als brandneues Feature müssen Sie das organische Stützmaterial bewusst aktivieren. Soweit wir das Feature bisher testen konnten, lohnt sich das immer.

Fazit

Wählen Sie Cura oder PrusaSlicer je nachdem, welche der beiden Bedienoberflächen Sie bevorzugen. Alles, was wir über PrusaSlicer geschrieben haben, gilt genauso für SuperSlicer, sodass Sie zwischen den beiden Ihre Lieblingsvariante wählen können. Suchen Sie anschließend im Netz nach Profilen für Ihren Drucker. Die können Ihnen viel Arbeit bei der Suche nach den perfekten Einstellungen ersparen. Sollten Sie für Ihren Drucker kein fertiges Profil finden, nehmen Sie eins eines technisch ähnlichen Druckers als Basis und messen Sie die nötigen Parameter an Testdrucken nach.

Lassen Sie sich nicht frustrieren, wenn Drucke nicht beim ersten Versuch gelingen. Mit einiger Erfahrung war bei uns im Durchschnitt die dritte Iteration ein benutzbares Teil. Mit der Zeit werden Sie erfahrener und Ihr Drucker wird immer öfter beim ersten Versuch das gewünschte Teil produzieren. Übung macht den Slicer-Meister.

(pmk@ct.de) 

Literatur

- [1] Pina Merkert, Bewegungsprogramm, G-Code verstehen, programmieren und mit Python generieren, c't 5/2017, S. 174
- [2] Mathias Poets, Scheibchenweise, Fünf Slicer-Programme für den 3D-Druck, c't 4/2019, S. 114
- [3] Pina Merkert, Schieberegler für Python, Google Colab: Python-Skripte mit Eingabefeldern anpassen, c't 14/2022, S. 148

Linear Advance einstellen, Flow-Test-G-Code-Generator: ct.de/yzs9



Sonnentor

Garagentor mit Solarenergie antreiben

Akkus zum Aufladen hin und her zu schleppen kann richtig nervig sein. Das fand auch ein Kollege mit akkugespeistem Garagentoröffner. Wir haben nichtinvasiv ein Solarmodul mit eingebunden – und dabei auch einige Fehler gemacht.

Von Andrijan Möcker

Heise-Kollege Martin Fischer und seine Frau sind seit einigen Monaten stolze Besitzer eines Reihenhauses. Auf der anderen Straßenseite liegt die dazugehörige Garage in Reihe mit einigen anderen, und wie es der Komfort des 21. Jahrhunderts so will, hat diese einen elektrischen Garagentoröffner. Der Nachteil: Vom

Haus aus führt keine Spannungsversorgung zur Garage und so wird der Öffner mit Akkus betrieben. Für Martin und seine Frau bedeutete das, alle zwei bis drei Wochen einen Akku zum Laden ins Haus zu tragen – und Gefahr zu laufen, das Tor nicht mehr aufzubekommen, wenn sie es mal vergessen und der Akku sich leert.

Ein Solarmodul auf dem Dach würde das Problem leicht lösen und in einer Redaktion voller Techniknerds ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass irgendjemand das Projekt spannend findet – zum Beispiel Kollege Möcker, der häufig über Photovoltaik schreibt. Frei nach dem Motto „Der Hersteller des Antriebs kocht sicher auch nur mit Wasser“ sind wir also gemeinsam in das Projekt eingestiegen.

Planung

Allen Anfang macht die Ortsbegehung: Das Fischer'sche Garagentor wird von einem Tormotor des Typs „Comfort 211 accu“ der Firma Marantec angetrieben. Vom Gerät unter der Garagedecke führt ein rund vier Meter langes Kabel zu einem Köfferchen, in dem der Hersteller die Akkus untergebracht hat. Dort sehen wir schnell Altbekanntes, denn als Anschluss setzt Marantec den SpeakOn von Neutrik ein, konkret den zweipoligen NL2FC. Sowohl Buchsen als auch Stecker bekommt man problemlos im Internet.

Das Datenblatt des Comfort 211 accu verrät uns, dass das Gerät mit 24 Volt läuft und maximal 120 Watt verlangt – also 5 Ampere Strom. Wie wir bereits anhand der Größe vermuteten, stecken im Koffer zwei handelsübliche Blei-Gel-Akkus mit 12 Volt und 7,2 Amperestunden Kapazität, die der Hersteller in Reihe geschaltet hat. Zusammengefasst: Der Hersteller nutzt teils Massenware und eine typische Systemspannung von Photovoltaik-Insulanlagen.

Dementsprechend einfach war die Planung der Anlage: Wir entschieden uns für den „SmartSolar MPPT 75 | 10“ von Victron: Das ist ein Solar-Laderegler für 12- und 24-Volt-Systeme mit 75 Volt maximaler PV-Eingangsspannung und 10

Ampere Eingangsstrom. Das Gerät kostet rund 100 Euro. Ein günstigeres hätte es auch getan, Martin fand die per Bluetooth laufende Smartphone-App mit ihren Auswertungen jedoch charmant.

**Frisch aus
c't Nerdistan**

Eingesetzte Werkzeuge

- Kapp- und Gehrungssäge
- Gliedermaßstab
- Schieblehre
- Schraubendreherset
- Akkuschrauber
- Schraubenschlüsselset
- Seitenschneider
- Stufenbohrer
- Crimpzange
- Schlagbohrer
- Multimeter
- Abisolierzange
- Kombizange
- Bleistift
- Schlagbohrmaschine
- Wasserwaage

Das 50-Watt-Solarpanel von Solartronics für rund 42 Euro war der beste Deal für unser Vorhaben: Der Preis pro Watt ist in dieser Leistungsklasse sehr gut und bei 50 Watt Spitzenleistung bleibt auch an grauen Tagen noch genug Strom übrig, um den Akku zu laden. Außerdem liefert das Panel 36 Volt statt – wie bei kleinen Panels üblich – 18 Volt, sodass wir nicht zwei Stück in Reihe schalten mussten. Damit der Regler laden kann, muss die Photovoltaikspannung nämlich mindestens 5 Volt über der des Akkus liegen.

Nichtinvasiv

Da der Torantrieb schon mit einem robusten Stecker kommt und im Fehlerfall auch wieder die Direktversorgung per Akku klappen sollte, haben wir eine nichtinvasive Konstruktion gebaut: Die Verteilung läuft über ein kleines Projektgehäuse von 8 cm × 15,5 cm × 6 cm, in das wir vier zum Marantec-System passende Neutrik-Buchsen eingesetzt haben. Zwei dienen dem Anschließen von Lasten – also dem Tormotor und späteren Erweiterungen – und zwei weitere für das Akkupack sowie das PV-Modul. Alle Aus- und Eingänge haben wir jeweils mit einem eigenen Sicherungshalter für handelsübliche Flachsicherungen verbunden; die Halter haben wir einfach mit Sekundenkleber im Gehäuse fixiert. Das Akkupack besitzt zwar eine eigene 15-Ampere-Sicherung, aber die separaten kleineren Sicherungen verhindern, dass die Anlage im Fehlerfall an einer Stelle – etwa am Lastausgang – ganz ausfällt oder der Akkukoffer geöffnet werden muss, um eine neue Sicherung einzusetzen.

Zum Sicherungsquartett gehört auch eine 3-Ampere-Sicherung für den PV-Eingang – falls aus (noch) unerfindlichen Gründen im Fehlerfall Strom vom Akku über den Eingang zum Panel fließt.

Vom Gehäuse aus führen die Kabel über Panzergewinde-Verschraubungen zum darüber montierten Solarladeregler.

Um die Kabel zum Solarmodul und zum Akkupack zu konfektionieren, haben wir eine außentaugliche 25-Meter-Schukoverlängerung (3 × 1,5 mm², Kabeltyp: H05RR-F) für 25 Euro im Baumarkt gekauft und zugeschnitten. Das Kabel als Meterware zu kaufen hätte etwa die Hälfte mehr gekostet und den Rest – Stecker, Buchse und Kabel – haben wir nicht entsorgt, sondern mit einer Muffe wieder zu einer Verlängerung gemacht, wenn auch einer kürzeren. 1,5-mm²-Kabel ist für Photovoltaik ungewöhnlich dünn, genügt für die geringe Stromstärke des Panels aber völlig und wir konnten es problemlos an MC4 (Gleichspannungsstecker für Solarmodule) crimpen.

Auch wenn der Akku direkt unter dem Verteiler Platz findet, haben wir rund zwei Meter Kabel angefertigt, um gegebenenfalls beliebige größere Akkus nutzen und auf den Boden stellen zu können. Ein Ersatz-Akkukoffer für die Anlage kostet nämlich über 170 Euro – vollkommen überzogen, wie wir finden.

c't kompakt

- 12, 24, 36 und 48 Volt sind nicht nur übliche Akku-Systemspannungen für Photovoltaik.
- Auch in vielen anderen Bereichen kommen sie zum Einsatz – in Fahrzeugen etwa 12 und 24 Volt.
- Deshalb lässt sich Photovoltaik oft sehr einfach als Ladeunterstützung einbinden – wie bei dem Garagentorantrieb in unserem Fall.

Die Solar-Aufständerung haben wir aus 44 × 44-Millimeter-Rahmenholz zusammengeschaubt und das Panel mit M8-Schrauben und -Muttern befestigt. Zwei Gehwegplatten á 16 Kilogramm gewährleisten, dass das 63 cm × 55 cm große Modul bei Wind nicht davonsegelt. Den Aufstellwinkel von grob 70° haben wir bewusst so steil gewählt, damit sich Schnee und Regen nicht auf dem Panel sammeln – eine verlässliche Stromversorgung im Winter war uns wichtiger als Ertragsmaximierung.

Kurz geschlossen

Trotz sorgfältiger Planung sind uns beim Projekt einige Fehler unterlaufen: Wir stellten beim Vorbereiten des Verteilers



Das flache Garagendach eignet sich gut, um mal eben ein Solarmodul aufzustellen. Damit das Dach regenfest bleibt, haben wir nicht hineingebohrt, sondern die Modulhalterung mit zwei Gehwegplatten beschwert – also mit etwas über 30 Kilogramm.

fest, dass die vier Buchsen, die vier Sicherungshalter und die drei PG-Verschraubungen ganz schön zusammenrücken müssen und dass die Kabel aufgrund des Platzmangels weniger geordnet verlaufen würden. Der Kasten funktioniert dennoch tadellos – er ist lediglich innen etwas weniger edel als ursprünglich geplant.

Beim ersten Versuch, das Akkupack anzuschließen, wehrte sich dessen Buchse gegen den Stecker an unserem Kabel. Der Grund: Wir hatten vierpolige Neutrik-Stecker und -Buchsen beschafft. Der von Marantec verwendete zweipolige Stecker passt zwar in eine vierpolige Buchse, aber die zweipolige Buchse am Akku nimmt keine vierpoligen Stecker auf. Ein Nachbar, der das gleiche System kürzlich ersetzt hatte, half mit seinem alten Ladegerät aus, von dem wir kurzerhand den Stecker entfernten.

Die eigentliche Odyssee begann allerdings erst danach: Während die Anlage in den ersten Minuten anstandslos ihren Dienst verrichtete, brannte kurze Zeit später die erste Sicherung am Lastausgang durch. Wir vermuteten zunächst zu hohe

Stromspitzen und setzten eine größere Sicherung ein – die kurze Zeit später auch durchbrannte.

Zwei Tage und einige durchgebrannte Sicherungen später fanden wir das Problem beim Ersetzen der Aderendhülsen der Lastausgänge, deren Zuleitungen wir zuvor einzeln und nicht gemeinsam in eine Hülse gepresst hatten: Die Flachstecker an den Neutrikbuchsen im Gehäuse saßen zwar fest auf den Kontakten, waren aber eine Nummer zu groß und somit etwas verrutscht; weit genug, um einen Kurzschluss auszulösen. Um sie nicht abzuschneiden und die Kabel verlängern zu müssen, isolierten wir die positiven Flachstecker mit zwei Lagen Isolierband.

Läuft!

Seitdem wir die Kurzschlüsse an den Flachsteckern beseitigt haben, musste sich keine weitere Sicherung opfern. Die Anlage läuft tadellos, wenn auch dem Winter geschuldet auf Sparflamme mit 2 bis 9 Watt Solarleistung. Doch das genügt bereits, um den Akku ausreichend zu laden und der Garagentorantrieb hat sich schon

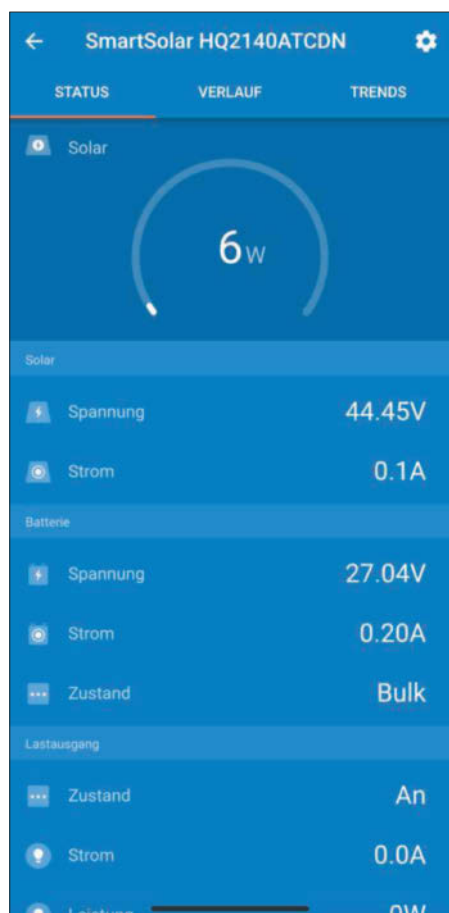


Die Installation in der Fischer'schen Garage gefällt uns bereits sehr gut. Sobald es an die Erweiterung geht, werden wir die Anlage aber auch noch mit Kabelkanälen ausstatten.

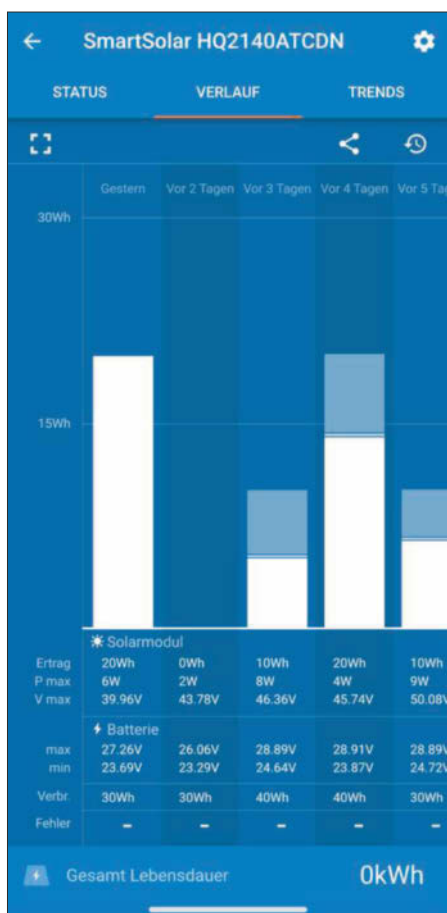
seit Wochen nicht mehr piepend über geringen Akkustand beschwert.

Als es in der zweiten Märzwoche in Hannover schneite, blieb der Schnee aufgrund des steilen Winkels der Aufständerung zudem nicht liegen und das Panel lieferte 6 Watt.

Doch hiermit ist das Projekt nicht zu Ende: Für den zweiten Lastausgang haben wir bereits einen Plan, denn die Garage wird momentan nur von einer leuchtschwachen LED im Tormotor spartanisch erhellt. Das soll sich zeitnah ändern; wir werden berichten. (amo@ct.de) **ct**



Victrons „Connect“ Smartphone-App verrät alle wichtigen aktuellen Messwerte...



... sowie zuvor vom Laderegler geloggte Daten über Ertrag und Verbrauch.

Kosten

Posten	Preis
Solarmodul	42 €
Solarladeregler	100 €
Neutrik-Buchsen	7 €
Neutrik-Stecker	9 €
2 mal 44 mm × 44 mm × 2000 mm Konstruktionsholz	16 €
Plastikfüße	4 €
Holzschrauben	5 €
25 m Schukoverlängerung H05RR-F, 3G1,5	25 €
Sicherungshalter, 1,5 mm²	8 €
Projektgehäuse	10 €
metrische Muttern & Schrauben	3 €
Verbrauchsmaterial (Schrauben, Aderendhülsen, Flachstecker etc.)	5 €
MC4-Stecker und -Buchse	3 €
Sekundenkleber	1 €
Gehwegplatten	5 €
Summe	243 €

NEU
im heise Shop

Das Krea-Tief überwinden!

Auch als
PDF zum
Download!



Mac & i EXTRA Workshops für Mac und Windows

Heimkino im Wohnzimmer

Agil
arbeiten

Wikipedia-
Autor
werden

Besser
texten

Zeichnen
lernen

Fake
News
erkennen

Reichweite
erhöhen
Social Media

Webseiten
und Apps
gestalten

Gemeinsam
schreiben

PLUS: Verein digitalisieren | Daten visualisieren
Website-Ladezeiten optimieren | Alte Fotos restaurieren

Mac & i Workshops 2022

In 13 neuen Profi-Workshops geht's um die Themen Storytelling, Daten visualisieren, Agil arbeiten, Zeichnen lernen, Fotos digitalisieren und vieles mehr.

Dieses Mac & i Extra ist ein Muss für alle, die Neues ausprobieren und von den Profis lernen wollen.

Heft für 12,90 €



shop.heise.de/mac-workshops22



Bild: KI Midjourney | Bearbeitung: c't

Basis für tausend Suchmaschinen

Die EU will bis 2025 einen öffentlichen Web-Index aufbauen

Muss es denn immer Google oder Bing sein? Mit dem Projekt OpenWebSearch will die EU ihre Souveränität im Internet schützen. Das Ziel ist ein frei zugängliches Webverzeichnis, das diverse Suchmaschinen und Sprachmodelle füttert und einen Boom neuer Webdienste auslösen soll.

Von Arne Grävemeyer

Wer im Web etwas sucht, der googelt in den allermeisten Fällen, seltener befragt er Microsofts Suchmaschine Bing. Einige kleinere Suchmaschinen generieren ihre Ergebnislisten zu einem wesentlichen Teil mithilfe der Web-Indexe von Google (Startpage) oder von Bing (DuckDuckGo, Ecosia, MetaGer, Neeva, Qwant, You.com). Nachdem Yahoo in Bing aufgegangen ist, gibt es weltweit neben den beiden amerikanischen Suchindizes nur noch zwei weitere Angebote in einer vergleichbaren Größenordnung. Das sind Yandex aus Russland sowie Baidu aus

China, und beide haben in der westlichen Welt eine deutlich geringere Relevanz.

Wie groß die Abhängigkeit von Google und Bing mittlerweile ist, hat Microsoft den Suchmaschinenbetreibern gerade vorgeführt. Im Februar hat der Konzern seine Abomodelle für das Bing-API deutlich verteuert, je nach Nutzungsmodell auf das Drei- bis Zehnfache der bisherigen Kosten. Zudem warnen Wissenschaftler wie der amerikanische Psychologe Robert Epstein bereits seit 2015 vor dem Search Engine Manipulation Effect, wonach marktbeherrschende Suchmaschinen

durch ihr Ergebnis-Ranking in der Lage sind, die Meinungsbildung in der Demokratie zu beeinflussen [1].

Was könnte man aber mit einem großen Web-Index alles machen, wenn dieser öffentlich frei verfügbar wäre? Man könnte alternative Suchmaschinen aufbauen oder spezialisierte Suchdienste nach ausgewählten Themen. Anwender hätten die freie Wahl und könnten ihre privaten Nutzerprofile besser schützen. Sprachforscher könnten in dem Datenpool eines großen Web-Index verfolgen, wie sich unsere Sprache entwickelt, und Soziologen könnten beobachten, wie wir in den sozialen Medien miteinander umgehen. Webdienste könnten darin Hinweise auf beginnende Pandemien oder andere Katastrophenfälle suchen und damit ein Frühwarnsystem aufbauen.

Datenpool beflügelt KI-Innovationen

Zudem eröffnet ein umfangreicher, auf europäische Quellen fokussierter Index die Chance, neue Sprachmodelle zu entwickeln. Davon könnten insbesondere kleinere Sprachen oder ausgewählte Sprachkombinationen wie etwa Tschechisch und Slowakisch profitieren, die bei den global ausgerichteten US-Diensten leicht durchs Raster fallen. Tatsächlich sind die Möglichkeiten, die ein solcher multilingualer Web-Index eröffnet, noch gar nicht vollständig ausgelotet. Die Wissenschaftler sehen aber gute Chancen, dass er innovative Services sowie neue Forschungsthemen nach sich zieht und einen Boom rund um neue Sprachmodelle auslöst.

Das sieht mittlerweile auch die Europäische Kommission so, die zudem mehr digitale Souveränität anstrebt. Im September 2022 startete das EU-Projekt OpenWebSearch (Link siehe ct.de/y6sw). Ziel ist der Aufbau eines öffentlich zugänglichen Open Web Index (OWI) und einer nachhaltigen, also auf Dauerbetrieb angelegten Infrastruktur. In drei Jahren soll ein Web-Index entstehen, der immerhin die Hälfte aller im Internet veröffentlichten Texte verzeichnet. Die beteiligten Partner rechnen dafür mit einem Speicherbedarf von etwa fünf Petabyte (fünf Millionen Gigabyte). Im Vergleich zu den Indexen von Google oder Bing wäre das zunächst ein vergleichsweise kleiner Datenpool. Die etablierte Konkurrenz kommt mit Texten, Bilddateien, Multimedia, Nutzungsdaten und Logfiles aus dem Internet auf jeweils Hunderte von Petabyte.

„Wir sind kein europäisches Google“, sagt Michael Granitzer, Inhaber des Lehrstuhls für Data Science an der Universität Passau, der das OpenWebSearch-Projekt koordiniert. Es gehe bei dem Projekt nicht um den Aufbau einer großen Suchmaschine, sondern viel grundlegender darum, eine Infrastruktur zu etablieren, mit der später Suchmaschinen und andere Dienste arbeiten können. Googles Größe ist am Anfang sicher unerreichbar. „Es wird eher wie bei Wikipedia sein, die im Vergleich zu großen Verlagen zunächst mit einem kleinen Kern startete und dann kontinuierlich wuchs.“

14 Projektpartner entwickeln derzeit Crawling-Techniken, wählen Metadaten aus, die der Index zusätzlich aufnehmen soll, und konzipieren eine dezentrale Aufteilung des OWI auf verschiedene Server und Standorte in Europa. So beteiligen sich etwa Infrastrukturpartner wie das Leibniz-Rechenzentrum in München, das CSC in Espoo, Finnland, das Europas größten Supercomputer betreibt, das tschechische National Supercomputing Center IT4Innovations sowie das CERN bei Genf.

Höfliche Crawler

Die eingesetzten Webcrawler sollen „höflich“ vorgehen. „Im Web verursacht Crawling etwa 30 bis 40 Prozent der gesamten Netzlast, wenn man mal vom Bereich Streaming absieht“, sagt Stefan Voigt, Vorstand der deutschen Open Search Foundation, die den Anstoß zum OpenWebSearch-Projekt gegeben hat. Das ist für Webhoster ein erheblicher Kostenfaktor. Hinzu kommt, dass man eine Website

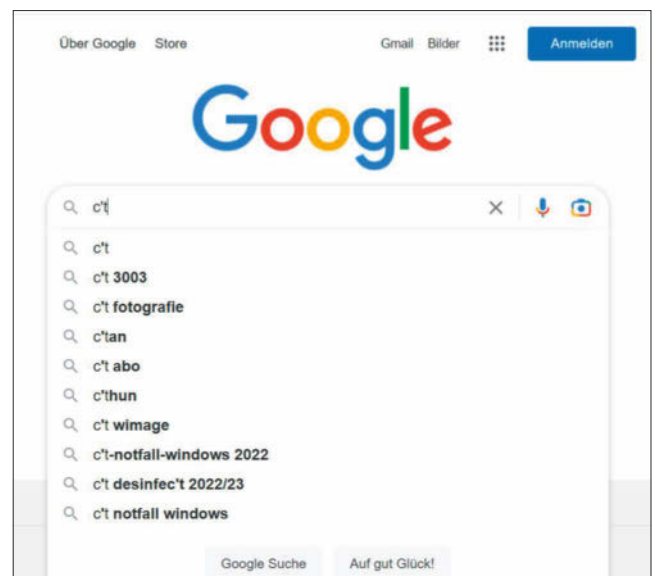
ct kompakt

- Das EU-Projekt OpenWebSearch will einen öffentlichen großen Web-Index aufbauen.
- Dieser soll vielen neuen Suchmaschinen und Webdiensten offenstehen.
- Als Nebeneffekt bietet der neue Index einen Datenpool speziell für europäische Sprachmodelle.

leicht überlasten kann, wenn man alle HTML-Seiten mit mehreren Servern parallel abrufen. Aufgrund eines Implementierungsfehlers passierte dies tatsächlich einmal, als Forscher aus dem Projekt die Seiten der Bank of America crawlten. Die Bank missverstand dies als eine Denial-of-Service-Attacke und blockte die beteiligten Server. Mit sogenannten Crawling Politeness Rules will man solche Missverständnisse prinzipiell vermeiden und zum Beispiel niemals mehr als eine Anfrage pro Sekunde starten sowie selbstverständlich die Seitenbeschränkungen der robots.txt-Datei beim Website-Betreiber einhalten. Damit können Website-Betreiber Bots dazu auffordern, bestimmte Bereiche ihrer Site nicht aufzusuchen.

Schon bei der Analyse der Crawls offenbart sich ein weiterer Nachteil gegenüber dem marktbeherrschenden Index von Google: Das robuste Parsing von HTML-Dateien ist ein Problem, das sich nicht einfach technisch lösen lässt, sondern nur in Zusammenarbeit mit den Web-

Ob auf Smartphone, Tablet oder im Desktop-Browser: Die Google-Suchmaske ist mit weitem Abstand vorherrschend und hindert so kleinere Dienste, die Websuche mit neuen Ideen weiterzuentwickeln.



site-Betreibern. Google bietet ihnen dafür die Google Search Console, ein Analyse-tool, mit dem sie selbst eine Suchmaschinenoptimierung (Search Engine Optimization, SEO) betreiben und somit ihre Seiten speziell an den Google-Bot anpassen können. Dort sehen Webmaster auf einen Blick: Steht der Haupttext einer Webseite dort, wo Google ihn erwartet? Entsteht bei der Analyse ein vollständiger Parse-Baum? Welche Keywords erkennt der Google-Bot auf den Webseiten? Indem heute die meisten Betreiber ihre Websites für den Google-Index optimieren, hat der Marktführer seine Parsing-Probleme erfolgreich auf sie abgewälzt.

Ein neuer Web-Index, dessen Crawler sich nicht als Google-Bots ausgeben, und der auf andere Metadaten setzt, befindet sich demgegenüber zu Anfang klar im Nachteil. Daher ist vergleichbar zur Google Search Console eine Open Console für den OWI geplant. Um deren Akzeptanz bei den Website-Hostern zu erhöhen, weisen die Projektpartner darauf hin, dass sowohl der OWI als auch die Open Console alle Daten nach EU-Recht speichern und schützen. Für Hosters bedeutet das, dass sie jederzeit einsehen können, welche Daten über eine Website gesammelt worden sind. Damit können sie dann auch Rechtsansprüche auf Korrektur oder Löschung durchsetzen.

Lieber selbst crawlen

Mit einer weiteren Funktion könnte die Open Console den Website-Verantwortlichen entgegenkommen: Die sollen mit

dem neuen OWI vereinbaren können, bei Änderungen ihre Seiten selbst zu crawlen und die Daten im WARC-Format (Web-ARChive) bereitzustellen. Auf diese Weise bestimmen sie selbst, zu welchen Zeitpunkten und in welchem Rhythmus der Crawling-Traffic auf ihren Servern läuft. Darüber hinaus steht zu hoffen, dass bei einem wachsenden OWI viele Spezial-Crawler mit ihren Abfragen nicht mehr die bereits erfassten Server der Websites belasten, sondern stattdessen einfach im öffentlich zugänglichen Web-Index suchen.

Zusätzlich sollen Hosters mit einer Website Registry Auskunft über Nutzungsrechte geben können. Sind Inhalte beispielsweise unter CCO-Lizenz frei verfügbar, darf man sie für kommerzielle Zwecke verwenden? Handelt es sich um einen fachlich strukturierten Text, enthält er persönliche Daten oder gibt er Meinungen wieder? Angaben zu solchen Fragen sind nicht nur interessant für Informationssuchende, sondern auch wertvoll für Entwickler von Sprachmodellen. Denn um die zu trainieren, benötigen sie eine gut gepflegte Datenbasis. Texte, die etwa tendenziöse Meinungen transportieren, führen im Endeffekt wieder zu Sprach-KIs mit Vorurteilen: dem schon häufig beobachteten, sogenannten Bias.

Langfristig könnte ein öffentlicher, transparent aufgebauter Web-Index die SEO-Landschaft komplett verändern. Heute versucht fast jeder Betreiber, seine Website für das Ranking in der Google-Suche zu optimieren. Wenn anstelle dieses

Monopols eine Vielzahl von spezialisierten Suchdiensten treten sollte, würde sich die Situation grundlegend ändern. „Aus meiner Sicht sollten sich die Webseiten-Betreiber und die Web-User auf die Inhaltserstellung konzentrieren“, sagt Christian Gütl, Leiter des Cognitive and Digital Science Lab an der TU Graz. Wenn die Websuche nicht mehr durch einen Monopolisten beherrscht werde, komme es nur noch darauf an, Inhalte möglichst strukturiert aufzubereiten und mit aussagekräftigen Metadaten zu unterstützen.

Keine Nutzeranalyse

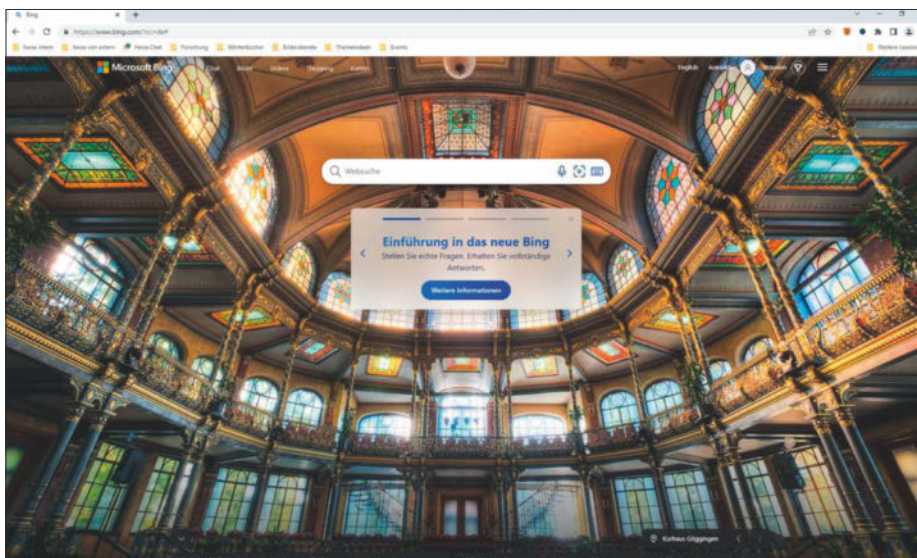
Noch offen und intensiv diskutiert ist die Auswahl der Suchfaktoren, die der neue Web-Index aufnehmen soll. Außer den Nutzungsrechten für Inhalte diskutieren die Partner vor allem inhaltliche Faktoren wie die Inhaltsqualität, Genres und eine Pagerank-Gewichtung der Linkstrukturen. Hinzu kommen technische Faktoren wie etwa die Antwortzeiten. Spannende Forschungsprojekte betreffen die Idee der Georeferenzierung, die Webdienste für einzelne Städte oder Gemeinden ermöglicht. Allerdings erfordert die räumliche Einordnung von Weblinks zunächst eine semantische Analyse, denn schließlich ist Paris Hilton etwas anderes als das Hilton in Paris.

Ein sehr wichtiger Unterschied zu den heutigen großen Indexen: User-Clicks und weitere Nutzeranalysen finden keinen Eingang in den OWI. Können sie auch kaum, denn die Projektpartner planen nicht, selbst Suchmaschinen zu betreiben und damit Nutzerdaten einzusammeln.

„Allerdings können Webdienste, die auf dem OWI aufbauen, jederzeit die Suchbegriffe und das Nutzerverhalten auf ihrer Plattform mitloggen“, erläutert Phil Höfer, technischer Beirat des gemeinnützigen Vereins Summa e. V., der die Meta-suchmaschine MetaGer betreibt. Das sei in gewissem Rahmen sogar erforderlich, um beispielsweise Massenabfragen von Spammern abblocken zu können oder den eigenen Dienst zu analysieren und zu verbessern. Auf der anderen Seite werde der Anwender aber in einem vielfältigen Dienstangebot frei entscheiden können, wem er seine Nutzungsdaten anvertraut.

Sicher verteilt

Als eine für Europa kritische Infrastruktur ist es geplant, den OWI auf mehrere Rechenzentren aufzuteilen. So können sich ähnlich wie Nationalbibliotheken in ver-



Microsofts Suchmaschine Bing greift mit ChatGPT-Unterstützung den Marktführer Google an und hat gleichzeitig das Bing-API deutlich verteuert.

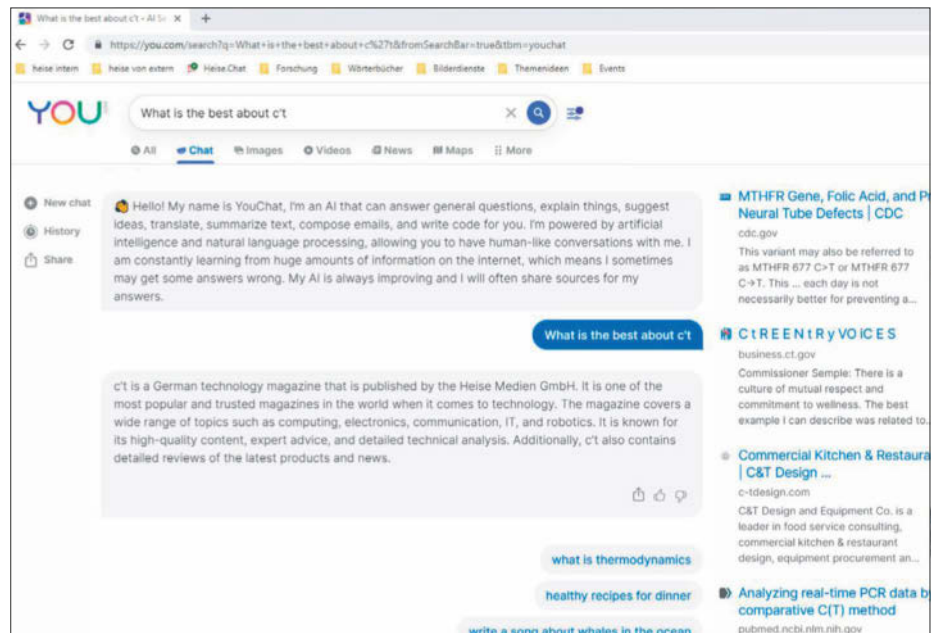
schiedenen Ländern regionale Schwerpunkte ausbilden, etwa nach Herkunftssprachen. Zudem könnten verschiedene Organisationen die Pflege verschiedener Teilindexe übernehmen und diese hosten, sei es etwa ein Index für Geowissenschaften oder ein Index für Finanzmärkte. Das CERN beispielsweise zeigt sich schon interessiert, alle Informationen zu Teilchenphysik aufzubereiten und zu verwalten.

Das Projekt soll nicht ausschließlich in wissenschaftlicher Hand bleiben. „Es gibt Projektmittel und wir wollen durchaus auch wirtschaftliche Akteure ins Boot holen“, sagt Höfer. Es brauche nicht nur Forschergeist, sondern auch unternehmerisches Gespür und Geschäftsideen, um beispielsweise neue Special-Interest-Suchmaschinen und -Dienste auf Basis des OWI zu entwickeln. Denn nur wenn sich die Infrastrukturkosten mittelfristig durch Lizenzeinnahmen decken, kann der Web-Index nachhaltig wachsen.

Pool für Sprachmodelle

Bereits zum Projektstart und damit noch vor dem Hype um ChatGPT betrachteten die Partner den Open Web Index mit seinem Fokus auf europäische Inhalte und Sprachen als einen Datenpool für spezialisierte Sprachmodelle. Neue Suchmaschinen könnten diese Modelle auch gleich als Schnittstelle für Suchanfragen einsetzen. „Die Benutzer suchen in der Regel nicht Links, sondern Antworten auf ihre Fragen oder sogar Lösungsvorschläge“, sagt Gütl. Das spreche für den Einsatz von Chatbots.

Die Bing-Suchmaschine mit ihrer ChatGPT-Schnittstelle ist offenbar gerade dabei, diesen Forschungsansatz rechts zu überholen. Projektkoordinator Granitzer sieht daneben vor allem die Suchmaschine You.com als ein gelungenes Beispiel, wie ein KI-Chatbot Suchanfragen aufnehmen und Ergebnis-Links beschreiben kann. Allerdings könne man sich auf die Antworten der KI derzeit nicht verlassen. Zudem seien die Kosten und die Skalierbarkeit solcher Systeme noch zu klären. Trotzdem denkt Granitzer, dass Suchmaschinen in Zukunft Sprachmodelle als Schnittstelle integrieren müssen. Denn diese Technik bietet eine Möglichkeit, Anfragen in natürlicher Sprache oder in Form eines Gesprächs mit einem Chatbot zu verarbeiten und Ergebnisse zusammenzufassen. „Damit sind sie das bessere Interface, wenn es zum Beispiel darum geht, sich erstmal einen Überblick zu verschaffen.“



Das Suchportal You.com bot als eines der ersten einen KI-Chatbot, der Suchanfragen aufnimmt und Ergebnisse vorstellt. Fortgeschrittene Sprachmodelle sollen diese Technik verbessern.

Neuartige Webdienste

Das OpenWebSearch-Projekt sucht nach weiteren Projektpartnern, die ihre Expertise einbringen könnten. So gibt es bereits Gespräche mit spezialisierten Diensten wie etwa einem Wortschatzlexikon, das mithilfe eines aktuellen, frei zugänglichen Web-Index automatisiert und sozusagen live erkennen soll, wenn neue Wortkreationen, Metaphern und Redewendungen entstehen. Ein anderes Projekt namens Europe Media Monitor beschäftigt sich damit, Trendthemen, aktuelle Ereignisse und Entwicklungen aus dem Web zu fischen.

Anstatt wie Google und seine Nachahmer einfach nur Suchrankings auszugeben, könnten neue Dienste stattdessen etwa Pro- und Contra-Argumente zu Streitfragen auflisten, wie das beispielsweise schon heute die Website Args.me vorführt.

Zudem könnte der OWI die Basis für fachliche und themenspezifische Recherchedienste bilden. Die Einschränkung des Suchindexes könnte sogar so weit gehen, dass spezialisierte Suchmaschinen fürs Handy entstehen. Damit kann der Anwender dann lokal ohne Webzugriff und folglich auch ohne Preisgabe seiner Nutzerdaten ausschließlich auf seinem Mobilgerät recherchieren.

Granitzer kann sich sogar vorstellen, dass zum OWI einmal ein Search Engine Hub entsteht. Der Anwender wählt seine Interessengebiete und einige Funktionen

wie etwa Volltextsuche. Er beschränkt die Anfrage beziehungsweise die Ergebnisse auf besonders glaubwürdige oder auf besonders populäre Quellen. Und am Ende schickt er sein Formular ab und erhält eine nach seinen Wünschen konfigurierte Suchmaschine.

Kritische Infrastruktur

Zunächst läuft das EU-Projekt OpenWebSearch noch bis September 2025. Bis dahin wollen die Partner den fünf Petabyte großen Basisindex aufbauen. Im Anschluss wird es dann um eine nachhaltige Finanzierung dieser Infrastruktur gehen, voraussichtlich durch weitere EU-Mittel.

Im Sinne der digitalen Souveränität Europas kann man den Open Web Index sicherlich als kritische Infrastruktur ansehen. Die Projektpartner hoffen, dass damit transparente Strukturen im Web entstehen. Der angestrebte europäische Web-Index verspricht mehr Pluralität und nützt hoffentlich vor allem denjenigen, die auf ihren Websites einfach die besten und verlässlichsten Informationen liefern.

(agr@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Robert Epstein, Ronald Robertson, The search engine manipulation effect (SEME) and its possible impact on the outcomes of elections, Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS), 4. August 2015, pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1419828112

Links zu OpenWebSearch: ct.de/y6sw



Bild: AVR SCR, stock.adobe.com | Bearbeitung: c't

Automatischer Weichensteller

Webservices mit C++, Teil 3: Routing von Anfragen

Nicht der Triebfahrzeugführer entscheidet darüber, an welchem Gleis der Zug einfährt, sondern der Fahrdienstleiter im Stellwerk. Ein zentral gesteuertes Routing von Anfragen soll nun der in den beiden vorausgegangenen Teilen entstandene Webservice dazu lernen. Wir zeigen, wie der Code dabei an Ordnung gewinnt.

Von Oliver Lau

Dem Beispiel-Webservice aus den beiden vorangehenden Teilen dieser Serie mangelt es ein wenig an Übersichtlichkeit, obwohl er nur ein paar Hundert Zeilen umfasst. Es fängt damit an, dass er Anfragen in einer `if/else`-Kaskade nach URL-Pfad und HTTP-Methode unterscheidet und den jeweils passenden Codeblock dazu ausführt [1, 2]. Bei nur zwei, drei möglichen Optionen mag das gerade so noch angehen, aber wenn es mehr werden, verliert man schnell den Überblick.



Obendrein geschieht das alles in einer einzigen Methode, und zwar der Klasse `http_worker`, die verantwortlich für das Abwickeln sämtlicher Verbindungen zeichnet. Auf einem hochauflösenden Monitor im Hochkantformat kann man den Code

der Klasse nur bei einem Schriftgrad von 5 Punkt komplett sehen, was für sich schon ein Grund ist, die Schere anzusetzen, um den einen oder anderen Codeschnipsel woanders hinzuschieben. Schwerer wiegt jedoch, dass der `http_worker` funktional un-

durchsichtig ist, weil er gleich drei fundamentale Aufgaben erledigt: Anfragen annehmen, routen und behandeln.

Die Definition des Routings, also welcher Endpunkt welche Aktion auslösen soll, ist an zentraler Stelle viel besser aufgehoben: in der `main()`-Funktion des Webservice, dort wo auch die `http_worker`, deren Threads und der I/O-Kontext ins Leben gerufen werden. Und sämtliche Aktionen gliedert man sinnvollerweise als Handler-Funktionen in eine oder mehrere Dateien aus. Wenn man dann dem `http_worker` die Routing-Informationen mitgibt, muss der in seiner Methode `process_request()` nur noch den Router mit der Weiterleitung der Anfrage beauftragen, aber nicht mehr selbst darüber entscheiden. Hat der Router einen Eintrag für die Kombination aus HTTP-Methode und URL-Pfad gespeichert, ruft er den dafür registrierten Handler auf. Dieser liefert eine Antwort zurück, die der `http_worker` an den Client sendet. Ist kein zur Anfrage passender Handler registriert, meldet sich der Router selbst zurück: mit dem Klassiker HTTP-Status-Code 404 („not found“).

Im Detail

So weit die Sicht von ziemlich weit oben. Zoomt man an den Code heran, sieht man Folgendes in der Datei `main.cpp` (siehe Repository, Branch „part3“):

```
trip::router router;
router
    .post(std::regex("/prime"),
          handle_prime{})
```

Ein Router vom Typ `trip::router` entscheidet anhand der Anfrage, wohin er sie zum Beantworten weiterleiten soll. Das Regelwerk für die Fallunterscheidungen bringt man dem Router über Methodenaufrufe bei: `post()` zum Registrieren von Handlern für HTTP-POST-Requests, `get()` für GET-Requests, `head()` für HEAD und so weiter. Die Methode erwartet zwei Parameter: Der erste ist ein regulärer Ausdruck, der das Muster vorgibt, zu dem der Anfragepfad passen soll. Der zweite ist ein Handler, den der Router immer dann – und nur dann – mit dem HTTP-Request-Objekt und dem regulären Ausdruck als Parameter aufruft, wenn der Pfad aufs Muster passt. Der Handler `handle_prime` beherbergt den in Teil 2 dieser Serie erwähnten Code mit dem Miller-Rabin-Primzahltest.

Ein solcher Handler könnte eine freistehende Funktion sein, ist er aber nicht,

weil es möglich sein soll, ihn außer den beiden genannten Parametern noch mit weiteren Daten zu füttern, die nicht von der Anfrage abhängen. Gemeint sind Daten, die wie der Router in `main()` deklariert werden, zum Beispiel ein fixer Wert oder ein Objekt, das Datenbankzugriffe verwaltet. Man sagt auch, dass der Handler einen Zustand erhält.

Objekte als Funktionen

In C++ eignen sich dafür sogenannte Funktionsobjekte. Dabei handelt es sich um `struct`- oder `class`-Definitionen, die den Funktionsoperator `operator()` implementieren. Die Definition der Schnittstelle gibt `trip::handler` mit einer abstrakten Methode vor (siehe `trip/handler.hpp`):

```
namespace trip {
    struct handler {
        virtual response operator()(
            request const &,
            std::regex const &) = 0;
    };
}
```

Nach dieser Vorgabe kann man nun den tatsächlichen Handler implementieren, der dazu von `trip::handler` ableitet. Diesen Handler bringt man sinnvollerweise

c't kompakt

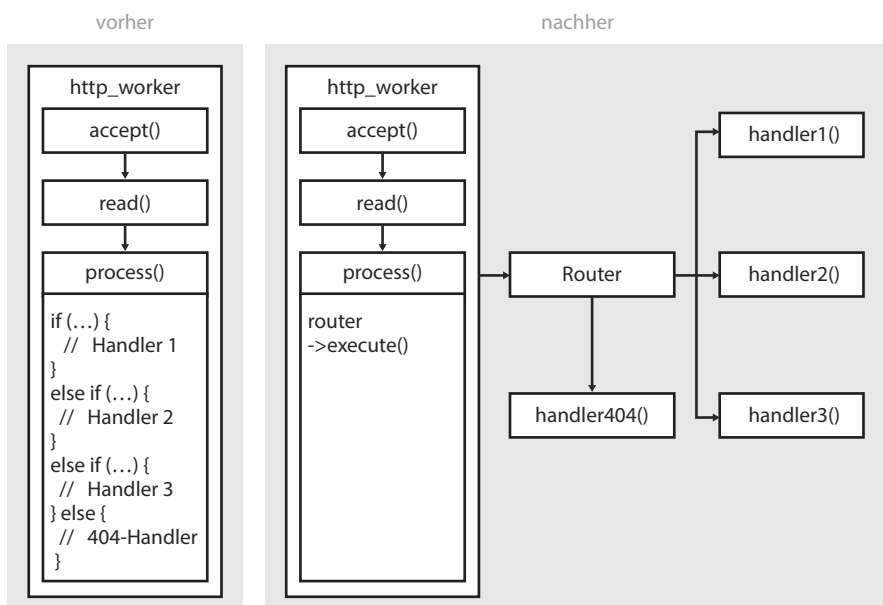
- Nach Curly's Law soll eine Funktion genau eine Aufgabe erfüllen und nur diese.
- Diesem Gesetz folgend wird der in den zwei vorangegangenen Teilen entstandene Webservice nun modularer.
- Durch die Trennung des Routings und des Request-Handlings von der Verbindungsabwicklung gewinnt der Code an Übersichtlichkeit und Wartbarkeit.

losgelöst vom `http_worker` in einer eigenen Datei unter (siehe `handlers.cpp`):

```
struct handle_prime : trip::handler {
    trip::response operator()(
        trip::request const &req,
        std::regex const &regex)
    {
        /* hier etwas Sinnvolles mit der
         Anfrage in req und dem regulären
         Ausdruck in regex anstellen */
    }
};
```

Modularisierung

In der ursprünglichen Implementierung des Webservice hat der `http_worker` Anfragen angenommen, geroutet und behandelt. Übersichtlicher und besser wartbar wird der Code, wenn man Routing und Anfragen-Handling auslagert.



Er erhält keinen Zustand, ließe sich aber leicht dahingehend erweitern. Wie das geht, zeigt `handle_countdown()`:

```
struct handle_countdown: trip::handler
{
    handle_countdown(int counter)
    : counter(counter)
    {}
    trip::response operator()(
        trip::request const &,
        std::regex const &)
    {
        return trip::response{
            trip::status::ok,
            std::to_string(counter--),
            "text/plain"};
    }
private:
    int counter;
};
```

Nach dem Registrieren dieses Handlers zum Beispiel mit

```
router
    .get(std::regex("/countdown"),
        handle_countdown{10})
```

würde der Webservice bei jedem Aufruf der URL `/countdown` den Zähler um 1 dekrementieren und das Ergebnis als reinen Text (`text/plain`) zurückgeben. Statt eines festen Wertes wie 10 könnte man dem Handler-Objekt etwa auch ein Datenbankobjekt mitgeben, das es wie den `counter` als internen Zustand speichert, oder irgendwas anderes.

Achtung: Wenn wie in unserem Beispiel-Webservice die Handler parallel laufen können, weil der `asio::io_context` in mehreren Threads lebt, sollte der Code Zugriffe auf gemeinsam genutzte Variablen mit einem `boost::asio::strand` oder `std::mutex` serialisieren – aber das ist Stoff für einen anderen Artikel.

Die Rückgabe aller Handler ist ein Objekt vom Typ `trip::response`, das den HTTP-Status-Code (z. B. 200 für OK) enthält sowie die Antwort an den Client in `body` und den MIME-Type dieser Daten (siehe `response_request.hpp`):

```
namespace trip {
    struct response {
        http::status status;
        std::string body;
        std::string mime_type;
    };
}
```

Routing

Damit ist klar, *was* der Router passend zu einer URL aufruft und wie die Antwort aussieht, aber nicht, *wie* er einen Handler aufruft und wie er ihn registriert. Aufschluss gibt ein Blick in die Klasse `router` (siehe Listing unten, zu finden in der Datei `trip/router.hpp`).

Wie Sie weiter oben schon gesehen haben, erhält eine Methode wie `post()` einen regulären Ausdruck für den Pfad, der matchen muss, damit der Handler im zweiten Parameter aufgerufen wird. Daraus und aus der HTTP-Methode (hier `POST`) baut sie ein `route`-Objekt, das sie einer Liste (`std::vector`) hinzufügt. Zum Schluss gibt sie eine Referenz auf das `router`-Objekt zurück, sodass man Registrierungen à la

```
router
    .post("/prime", ...)
    .get("/countdown", ...)
    .get(...)
```

bequem kaskadieren kann.

Die Methode `execute()` ist die einzige des Routers, mit der der `http_worker` in Kontakt kommt. In `process_request()` ruft er sie mit dem `Request`-Objekt auf, das über `target()` den URL-Pfad mit sämtlichen Parametern und einem eventuellen Fragment (beispielsweise „`?foo=bar&baz=1#fragment`“) zurückgibt. Die Parameter müssen abgetrennt werden, damit der eigentliche Pfad übrig bleibt, gegen den der reguläre Ausdruck matchen soll. Das erledigt `boost::urls::parse_origin_form()`. Falls

```
namespace trip {
    namespace http = boost::beast::http;
    namespace url = boost::urls;
    class router
    {
        typedef std::function<response(request const &, std::regex const &)>
            handler_t;
        struct route {
            http::verb const verb;
            std::regex const endpoint;
            handler_t const handler;
            route() = delete;
            route(http::verb const &verb,
                std::regex const &endpoint,
                handler_t const &handler)
                : verb(verb), endpoint(endpoint), handler(handler) {}
        };
    public:
        router &get(std::regex endpoint, handler_t handler) noexcept {
            routes_.emplace_back(http::verb::get, endpoint, handler);
            return *this;
        }
        router &post(std::regex endpoint, handler_t handler) noexcept {
            routes_.emplace_back(http::verb::post, endpoint, handler);
            return *this;
        }
        /* hier Registrierungsmethoden für OPTIONS, HEAD, PUT und PATH ... */
        response execute(request const &req) const {
            url::result<url::url_view> target =
                url::parse_origin_form(req.target());
            if (target.has_error()) {
                return trip::response{http::status::bad_request,
                    "invalid target", "text/plain"};
            }
            for (auto const &r : routes_) {
                if (r.verb == req.method() &&
                    std::regex_match(target->path(), r.endpoint)) {
                    return r.handler(req, r.endpoint);
                }
            }
            return trip::response{http::status::not_found,
                target->path() + " not found", "text/plain"};
        }
    private:
        std::vector<route> routes_;
    };
}
```

Die Klasse `trip::router` registriert GET-, POST- und weitere Handler und ruft sie in `execute()` auf, wenn eine mit dem Handler verknüpfte Anfrage eingetroffen ist.

beim Parsen ein Fehler aufgetreten ist, kehrt `execute()` mit einer Fehlerantwort zurück.

Sonst durchläuft eine Schleife sämtliche registrierten Routen; passt eine, ruft sie den dazu registrierten Handler auf. Passt keine, kehrt `execute()` mit einem „not found“-Fehler zurück.

Warum eigentlich Regex?

Vielleicht haben Sie sich schon gefragt, warum der Router die Request-Pfade nicht einfach als Strings matcht, schließlich ist das eine billigere Operation als das Matchen regulärer Ausdrücke. Das hängt damit zusammen, dass der Webservice auch auf Pfade wie `/mult/23/42` reagieren können soll, wobei die beiden Zahlen für beliebige ganze Dezimalzahlen stehen. Und der Handler, der ja vom Router den regulären Ausdruck übergeben bekommt, soll darüber die beiden Zahlen extrahieren können. Genau das haben wir dem Webservice beigebracht. Dazu definiert der Webservice die Route

```
router.get(std::regex(
    "/mult/{-?\\d+}/{-?\\d+}"),
    handle_mult{}
```

Der Handler extrahiert die beiden Zahlen mit dem regulären Ausdruck in `re` und dem Pfad in `path` wie folgt:

```
std::smatch match;
std::regex_match(path, match, re);
```


Anschließend wandelt er mit

```
long a = boost
    ::lexical_cast<long long>(match[1]);
long b = boost
    ::lexical_cast<long long>(match[2]);
```

die Matches in `long`-Werte um, multipliziert sie miteinander und gibt das Produkt zurück. In der Datei `handlers.hpp` sehen Sie den Handler inklusive Fehlerbehandlungen mit `try/catch`, die im obigen Beispiel der Übersichtlichkeit halber fehlen.

Finito

Nach dieser umfangreichen Umarbeitung des Webservice ist die Dreifaltigkeit aufgelöst: Der `http_worker` verwaltet eingehende Requests, ein Router stellt die Weichen für die Anfrage und der Handler am Ende des angesteuerten Gleises verarbeitet sie. Das Ergebnis landet wieder im `http_worker`, der es an den Aufrufer sendet.

Was zur maximalen Ordnung noch fehlt: jeden Handler in einer eigenen Datei unterzubringen. Für das Beispielpjekt haben wir das nicht für nötig erachtet. In realen Projekten könnte das allerdings sinnvoll sein. (ola@ct.de) 

Literatur

- [1] Oliver Lau, Sportlicher Dienstbote, Webservices in C++ programmieren mit Boost.Beast, c't 7/2023, S. 134
- [2] Oliver Lau, Eingefroren, aufgetaut, Webservices in C++, Teil 2: JSON-Daten (de)serialisieren, c't 8/2023, S. 134!

Quellcode bei GitHub: [ct.de/ywww](https://github.com/ct.de/ywww)



Die Konferenz zu (I)IoT

26. und 27. April 2023 in München

Software entwickeln für das (I)IoT

Die Fachkonferenz building IoT ist seit 2016 der Treffpunkt für diejenigen, die Softwareanwendungen und digitale Produkte im Internet der Dinge und im Industrial Internet of Things entwickeln.

Das Programm bietet an zwei Tagen in drei Tracks 36 Vorträge unter anderem zu folgenden Themen:

- ✔ Datenanbindung und -analyse für das IIoT
- ✔ Edge-Computing mit Kubernetes
- ✔ Eclipse Sparkplug in Action
- ✔ Zeitreihendatenbanken für das IIoT
- ✔ Maschinenbau trifft auf agile Softwareentwicklung
- ✔ Rust auf dem Mikrocontroller
- ✔ IIoT Cybersecurity: EU-Normen-Update

www.buildingiot.de

Jetzt
Tickets
sichern!

Veranstalter



 heise Developer

 dpunkt.verlag

Goldsponsoren





Bronzesponsor





Bild: KI Midjourney | Bearbeitung c't

Angriff per Diskette

Geschichte der Ransomware – Teil 1: Der AIDS-Trojaner

Erpresserische Malware gibt es schon viel länger, als gemeinhin angenommen wird. Der Auftakt unseres Dreiteilers erzählt die spannende Geschichte eines Trojaners, der bereits 1989 seine Opfer zu erpressen versuchte – per Floppy Disk und Postversand.

Von Olivia von Westernhagen

Quadratische Postsendungen flatterten im Dezember 1989 auf rund 20.000 Schreibtische weltweit. Ihr Inhalt: eine 5,25-Zoll-Diskette mit dem Aufdruck „AIDS Information“ inklusive Beschreibung und Installationsanleitung. Demodisks mit Software zum Ausprobieren waren damals beliebte Marketing-Tools, und der angebliche Inhalt erschien den Empfängern – Computerbegeisterte, Geschäftsleute, Ärzte und Krankenhäuser – potenziell interessant.

Wer sich auf eine Testinstallation einließ, erlebte eine böse Überraschung: Das vordergründig nützliche Aufklärungsprogramm zu HIV und AIDS forderte Geld und drohte, Dateien zu zerstören. Panik-

reaktionen Betroffener führten in einigen Fällen zu teils schwerwiegenden Datenverlusten – und zur Entlassung zahlreicher IT-Verantwortlicher, die die erpresserische Malware als komplett neuartige Bedrohung völlig überrumpelt hatte.

Als erster von drei Teilen zur Geschichte der Ransomware befasst sich dieser Artikel mit den Anfängen einer Malware-Art, die mittlerweile zu den Hauptbedrohungen im Cybercrime-Bereich zählt und die Unternehmen in aller Welt regelmäßig um hohe Lösegeldbeträge erleichtert. Er beleuchtet die von frühen Malware-Forschern dokumentierten Tarnungs-, Verbreitungs- und Erpressungsstrategien des sogenannten „AIDS-

Trojaners“ als allererster Ransomware. Außerdem stellt er zwei Veröffentlichungen vor, deren Autoren sich aus akademischer Perspektive schon früh mit der Optimierung erpresserischen Schadcodes befassten.

Erpressung mit Ankündigung

Dass sich die Schadfunktionen auf der „AIDS Information“-Diskette trojanertypisch hinter nützlichem Programmcode verbargen, unterscheidet die allererste Ransomware von späterer Malware dieser Art. Die damalige Kategorisierung als „Trojaner“ ist also durchaus passend; den Begriff „Ransomware“ prägten Sicherheitsexperten erst in den 2000er-Jahren.

Zudem erpresste der AIDS-Trojaner seine Opfer nicht aus heiterem Himmel, sondern mit Ankündigung. Ein blauer Zettel, der jeder Diskette beilag, umfasste eine Lizenzvereinbarung. Laut der verpflichteten sich Nutzer bereits mit der Installation des Programms zum Kauf: „If you install these programs on a microcomputer (...) you thereby agree to pay PC Cyborg Corporation in full for the cost of leasing these programs“. Dem folgten massive Drohungen: Falls der Nutzer gegen die Vereinbarung verstoße, werde ihn dies für den Rest seines Lebens verfolgen – und sein Computer werde aufhören, normal zu funktionieren.

AIDS-Trojaner: Lösegeldzahlung per Scheck

Nach Schätzungen eines FBI-Ermittlers übersahen rund 1000 Personen – und damit immerhin fünf Prozent der etwa 20.000 Empfänger – die vorhandenen Warnzeichen und installierten. Ihnen zeigte das Programm unmittelbar danach eine Zahlungsaufforderung am Bildschirm an: Je nach gewünschter Lizenz seien für die Programmnutzung 189 oder 378 US-Dollar fällig.

Nutzer sollten einen Bankscheck oder eine Postanweisung auf die PC Cyborg Corporation ausstellen und samt ihrer Kontaktdaten an eine Postfachadresse der Firma schicken, um als Gegenleistung eine weitere Diskette mit einer Softwareaktualisierung zu bekommen. Das Postfach befand sich ausgerechnet in Panama, wogegen die USA zu jener Zeit eine militärische Auseinandersetzung führten. In einer frühen Analyse des Schadcodes merkten die IT-Experten Dr. Alan Solomon, Barry Nielson und Simon Meldrum bereits an, dass diese Tatsache polizeiliche

Ermittlungen bezüglich Firma und Postfach erschweren könnte.

Der Trojaner lieferte sogar ein Bestellformular mit, das angeschlossene und eingeschaltete Drucker automatisch in Papierform auswarfen. Interessant ist, dass der Trojaner zur Zuordnung von Zahlungen eine individuelle Referenznummer vergab, die laut den Forschern bei jeder Installation variierte. Auch moderne Ransomware arbeitet oft mit dynamisch generierten IDs, um bei der Zahlungsabwicklung den Überblick zu behalten.

90 Durchläufe bis zur Schadcode-Aktivierung

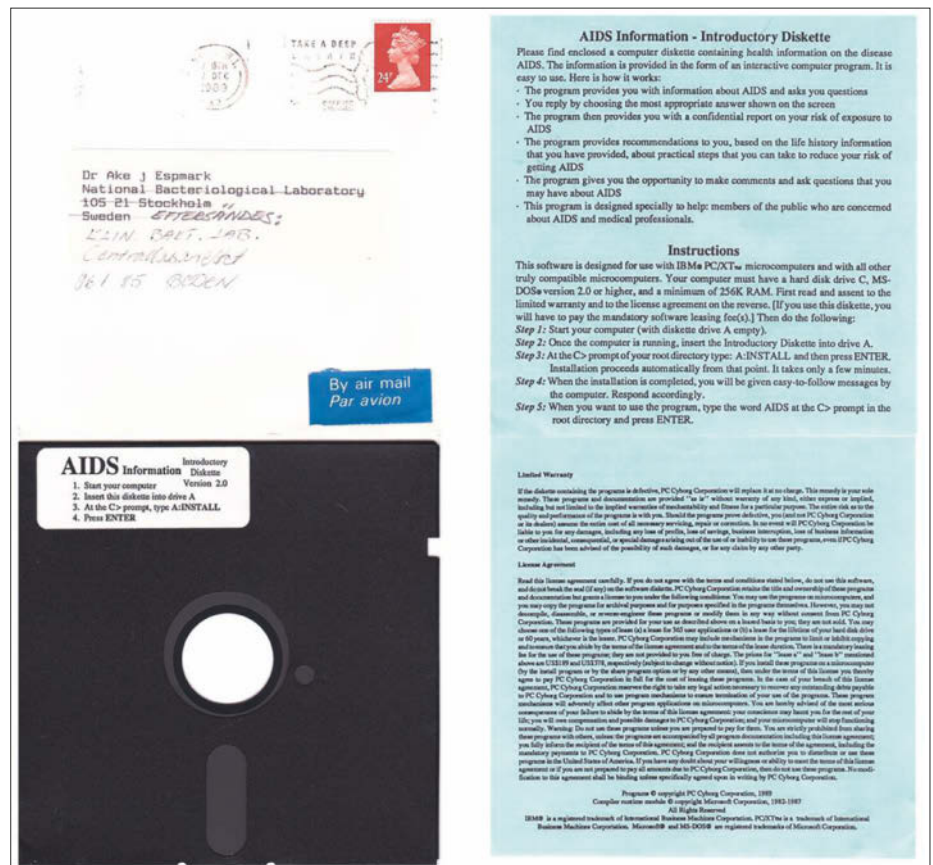
Ignorierte man die anfängliche Zahlungsaufforderung, spulte der AIDS-Trojaner zunächst seine medizinischen Tarninhalte ab. Sie bestanden aus interaktiven Fragebögen zur Risikoeinschätzung für künftige HIV-Infektionen beziehungsweise AIDS-Erkrankungen. Außerdem gab das Programm auf Keyword-Basis vorformulierte Antworten auf Freitexteingaben aus. Dabei ließ die medizinische Fachkompetenz des in QuickBASIC 3.0 geschriebenen Programms anscheinend zu wünschen übrig: Der deutsche Mediziner Dr. Michael G. Koch, früher

c't kompakt

- Vor 34 Jahren gab es die erste Ransomware.
- Verteilt wurde der Schädling per Diskette.
- Die noch junge Malware-Forschung lieferte einen Ausblick auf perfidere Erpressungsmethoden – und künftigen kriminellen Hilfen.

AIDS-Berater der bayerischen Staatsregierung, bezeichnete es laut einem 1990 erschienenen kurzen Artikel im Deutschen Ärzteblatt kurz und knapp als „wertlos“.

Hintergrund der Veröffentlichung im Ärzteblatt: Koch hatte das Kleingedruckte im blauen Beipackzettel tatsächlich gelesen und zudem bemerkt, dass die Software erst nach einer bestimmten Anzahl von Programmdurchläufen Schadcode ausführte (laut späteren Analysen von Forschern nach 90 Neustarts des Systems). Der Schadcode „verwirrte“ oder zerstörte gar „die Daten im Computer“. Der auf-



Der dem AIDS-Trojaner auf der Diskette beigelegte blaue Zettel umfasste eine Lizenzvereinbarung haarsträubenden Inhalts.

Dear Customer:

It is time to pay for your software lease from PC Cyborg Corporation. Complete the INVOICE and attach payment for the lease option of your choice. If you don't use the printed INVOICE, then be sure to refer to the important reference numbers below in all correspondence. In return you will receive:

- a renewal software package with easy-to-follow, complete instructions;
- an automatic, self-installing diskette that anyone can apply in minutes.

Important reference numbers: A5599796-2695577-

The price of 365 user applications is US\$189. The price of a lease for the lifetime of your hard disk is US\$378. You must enclose a bankers draft, cashier's check or international money order payable to PC CYBORG CORPORATION for the full amount of \$189 or \$378 with your order. Include your name, company, address, city, state, country, zip or postal code. Mail your order to PC Cyborg Corporation, P.O. Box 87-17-44, Panama 7, Panama.

Press ENTER to continue

Post nach Panama: Der AIDS-Trojaner tarnte seine Erpressung als legitime Zahlungsaufforderung.

merksame Mediziner faxte seine Beobachtung laut Ärzteblatt an verschiedene AIDS-Organisationen, die sie dann wiederum weiterverbreiteten.

Mit seiner Meldung war Koch nicht allein: Bereits ab dem ersten von insgesamt mindestens vier aufeinanderfolgenden Tagen, an denen die AIDS-Disketten in die Briefkästen flatterten, veröffentlichten vor allem Sicherheitsforscher Warnungen, das Programm keinesfalls zu installieren. Für die schnelle Kommunikation untereinander nutzten die Forscher damals unter anderem frühe Onlinekonferenzsysteme wie das britische Compulink Information eXchange (CIX) sowie Usenet-Foren und Mailinglisten. Auch Zeitungen griffen die Warnungen auf.

Nach und nach wurde klar, dass die ominöse PC Cyborg Corporation ihre Opfer gezielt ausgewählt hatte. Sie nutzte eine Abonnentenliste der Computerzeitschrift PC Business World sowie die Teilnehmerliste einer AIDS-Konferenz der Weltgesundheitsorganisation WHO. Auch Abonnenten italienischer und französischer Business-Magazine sollen laut dem Fachmagazin Virus Bulletin angeschrieben worden sein. Das Vorgehen erinnert an heutiges Spear Phishing per E-Mail.

Screen Locking und Verschlüsselung

90 Reboots erachteten die Entwickler des AIDS-Trojaners offenbar als ausreichend für die Zahlungsabwicklung nebst anschließender Postsendung aus Panama. War die Lizenzverlängerung dann noch nicht abgeschlossen, sperrte die Ransomware den Nutzer kurzerhand aus seiner eigenen Arbeitsumgebung aus – ähnlich

wie diverse spätere Erpressungsschädlinge.

Dazu simulierte die Schadcodekomponente des Trojaners unmittelbar nach dem Neustart die MS-DOS-Umgebung samt der gewohnten Eingabemöglichkeit hinter dem Laufwerksbuchstaben C:>. Sie nahm laut veröffentlichter Analysen sogar bestimmte Standardeingaben entgegen, so lieferte etwa der Befehl `dir` wie gewohnt eine Dateiübersicht des aktuellen Verzeichnisses zurück. Diese entsprach allerdings nicht der Realität, sondern fußte auf zwischengespeicherten Listen von Dateiklarnamen. Im Hintergrund verschlüsselte der Trojaner bereits die Dateinamen, wie im Folgenden beschrieben.

Der Trojaner zeigte immer wieder Zahlungsaufforderungen an mit dem In-

Auszug aus der Dateinamen-Ersetzungstabelle

Originalzeichen/-endung	... wird geändert zu
Endung . APP	. AC
Endung . BAK	. AF
Endung . BAT	. AG
Endung . CAT	. AH
Endung . CMP	. AI
Endung . CNF	. AJ
Endung . COM	. AK
[...]	
Zeichen im Namen D	@
Zeichen im Namen E	8
Zeichen im Namen F	!
[...]	
Zeichen im Namen S	&
Zeichen im Namen T	6
Zeichen im Namen U	G
[...]	
Dateiname TEST . BAT	68&6 . AG

halt, die Softwarelizenz sei abgelaufen und man müsse die Lizenz erneuern, um den Rechner weiterhin benutzen zu können. Für weitere Informationen solle man seinen Drucker einschalten. Die Formulierungen variierten je nach aktuellem Systemzustand und Szenario und enthielten teilweise auch unterschwellige Drohungen, dass Dateien beschädigt werden könnten. Das Einschalten des Druckers belohnte der Schadcode bloß mit erneutem Ausdrucken des Bestellformulars.

Versuche, mit der Tastenkombination Strg+Alt+Entf einen Neustart des Systems zu erzwingen, fing der Schadcode ab, um einen Neustart vorzugaukeln und direkt wieder die Zahlungsaufforderung zu zeigen. Ein harter Reboot hatte dank einer manipulierten AUTOEXEC.BAT-Datei das gleiche Ergebnis. Letztlich waren betroffene Computer nicht mehr ohne Weiteres verwendbar.

Denkbar einfach: Die Verschlüsselung

Die Verschlüsselungsmechanismen des AIDS-Trojaners waren trivial: Er chiffrierte keine Inhalte, sondern nur Dateinamen und -endungen. Nutzer hätten die Dateien theoretisch nach manuellem Zurückbenennen weiterhin verwenden können – angesichts vieler Ordner mit jeweils vielen Dateien eine zeitintensive Herausforderung. Und die wurde auch noch erschwert, weil der Trojaner alle Dateien und Ordner mit dem Attribut „versteckt“ und Dateien zusätzlich mit „schreibgeschützt“ versah.

Die Verschlüsselung war nichts anderes als eine banale Buchstabenersetzung. Dafür hatte der Trojaner zwei Ersetzungstabellen, die in jeder Kopie des Trojaners identisch waren: eine für die Endungen und eine für den Dateinamen. Zunächst glich der Code die jeweiligen Dateienendungen ab. Die bereits erwähnte Analyse des Teams um Dr. Solomon listet insgesamt 85 Endungen auf, die die Malware anfasst – darunter etwa solche für ausführbare Dateien (etwa BAT, COM, EXE, SCR), Dokumente (TXT, DOC) und damals geläufige Rasterformaten (PIC, CAL). Die Dateienendungsliste dürfte die meisten gängigen Formate erfasst haben.

Stand die Endung einer Datei in der Tabelle, tauschte der Schadcode zunächst die Endung gegen ein fest zugeordnetes Gegenstück aus der Tabelle nach dem Schema

. [Leerzeichen] [Buchstabe] [Buchstabe]

aus. Anschließend verschlüsselte er den restlichen Dateinamen – und zwar durch Ersetzen jedes einzelnen Zeichens gegen ein fest zugeordnetes anderes. Groß- und Kleinschreibung ignorierte der Schadcode. Dateinamen ohne Endung verschlüsselte er ebenfalls und versah sie mit einer Ersatzendung. Das Betriebssystem und natürlich die Schadcodekomponenten ließ die Verschlüsselungsfunktion unangetastet.

Pionierarbeit beim Entschlüsseln

Letztlich war der AIDS-Trojaner vor allem ein Schaumschläger, der auf Einschüchterung, Sperrmechanismen und eine leicht reversible Verschlüsselung baute. Die Systemmodifikationen verursachten keinen dauerhaften Schaden – wohl aber überleitete Reaktionen von Admins: Unter anderem berichtete das Virus Bulletin, eine AIDS-Forschungseinrichtung in Italien habe Ergebnisse aus zehn Jahren Arbeit verloren. Zudem seien zahlreiche Administratoren verschiedener europäischer Firmen wegen nachlässiger oder falscher Reaktionen entlassen worden.

Immerhin: Dank schneller Warnungen konnten viele befallene Systeme gerettet werden. Zudem veröffentlichte der Malware-Forscher Jim Bates Anfang Januar 1990 Bereinigungs- und Entschlüsselungstools. Bates wurde vom PC Business Magazine beauftragt, den AIDS-Trojaner zu analysieren. Seine Erkenntnisse fasste er in einem ausführlichen Artikel im Virus Bulletin zusammen. Eine große Herausforderung stellte die aus damaliger Perspektive enorme Codemenge von mehreren Hundert Kilobyte dar, die es zu untersuchen galt. Gleiches galt für die Hochsprache QuickBASIC statt des für Schadcode bis dahin gebräuchlicheren Assembler.

Trotz dieser Hürden gelang es Bates, innerhalb weniger Wochen die Programme AIDSCLEAR zum Entschlüsseln der Dateinamen und AIDSOUT für die übrigen Schritte der Systembereinigung zu entwickeln. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO), das PC Business Magazine und andere Medien weltweit berichteten über die kostenlosen Tools. Wie schon der Trojaner kamen sie auf Diskette zu den Betroffenen. Bestellungen kamen laut Virus Bulletin aus rund 90 Ländern. Bates lud die Tools außerdem ins Konferenzsystem CIX hoch und verbreitete sie über seine eigene Mailbox (Bulletin Board System, BBS).

Joseph Popp, der Mann hinter den Cyborgs

Die Aktivitäten des AIDS-Trojaners lösten polizeiliche Ermittlungen in rund 20 Ländern aus. Ermittler bezeichneten die Untersuchungen als die bis dahin umfangreichsten und teuersten im Bereich der Computerkriminalität. Im Januar 1990 verhafteten sie den US-amerikanischen Evolutionsbiologen Dr. Joseph Lewis Popp, in dessen Besitz sie später auch den vollständigen Quellcode des AIDS-Trojaners entdeckten.

Über das mitunter seltsame Verhalten des Dr. Popp, den sein Rechtsanwalt laut Virus Bulletin als „deprimiert und potenziell selbstmordgefährdet“ beschrieb, haben Medien immer wieder berichtet. Unter anderem soll er Ermittlern bereits am 24. Dezember 1989 am Amsterdamer Flughafen aufgefallen sein, weil er das Gepäck eines Mitreisenden mit den Worten „Dr. Popp wurde vergiftet!“ beschmiert hatte. Spannend ist, dass er just an jenem Tag von einem WHO-Seminar in Nairobi zurückgekehrt sein soll, nachdem er von den Vorfällen rund um den Trojaner gehört hatte. Der Biologe war unter anderem im Bereich der AIDS-Forschung tätig und arbeitete zwischenzeitlich auch tatsächlich für die WHO.

Popp wurde wegen Erpressung angeklagt. Nachdem ein Richter ihn jedoch aufgrund psychischer Labilität für verhandlungsunfähig befunden hatte, wurde das Verfahren Ende 1991 eingestellt und er kam aus der Haft frei. Zuvor hatte Popp zugegeben, die Disketten verschickt zu

haben, zugleich jedoch bestritten, jemals finanziellen Nutzen daraus gezogen zu haben. Es sei ihm stets nur darum gegangen, Menschen weltweit über die AIDS-Epidemie aufzuklären.

Letztlich blieben Pops wahre Motive im Dunkeln. Ungeklärt ist unter anderem, ob er den Programmcode des AIDS-Trojaners selbst geschrieben hat und ob womöglich weitere Personen an Entwicklung und Verbreitung beteiligt waren. Ermittlungen ergaben unter anderem, dass ein angeblicher kenianischer Geschäftsmann die Adressliste der PC Business World auf legalem Wege gekauft hatte. Allerdings waren und blieben diese Person sowie auch drei weitere Kenianer als angebliche Geschäftsführer der (tatsächlich existenten) PC Cyborg Company verschwunden.

Popperöffnete später mit seiner Tochter ein noch heute existierendes Schmetterlingshaus im Bundesstaat New York. 2006 starb er bei einem Verkehrsunfall.

Verbreitungsweg ohne Zukunft

Sicherheitsforscher schätzten, dass Popp für 20.000 Disketten, Portokosten, Firmenregistrierung und Sonstiges sowie für den Kauf der Adresslisten insgesamt über 20.000 britische Pfund ausgegeben hat. Ebenfalls beträchtlich war der Zeitaufwand, etwa für das Kopieren des Programms, das Bekleben und Beschriften der Umschläge und sämtliche organisatorischen Abläufe.

Dass die Schadcodeverbreitung per Diskette nicht nur teuer und aufwändig, sondern auch unflexibel war, verdeutlicht

Remedy programs

Two programs, written by Jim Bates are available free of charge.

AIDSOUT is a program to remove the AIDS Trojan horse program thus restoring an affected PC system to normal.

AIDSCLEAR is a decryption routine to recover scrambled files in the event that the trigger mechanism has activated.

The disks are available in the UK from: Robert Walczy, AIDSOUT Officer, CW Communications, 99 Grays Inn Road, London WC1X 8UT. Tel 01 831 9252, Fax 01 405 2347. The AIDSOUT disk is also available from IDG officers worldwide. IDG is the parent company of CW Communications.

Bild: Virus Bulletin (Screenshot)

Anzeige im Virus Bulletin: Disketten mit AIDSOUT und AIDSCLEAR halfen, infizierte Systeme weltweit aufzuräumen.


```
-----
Date: Sun, 17 Dec 89 17:54:00 -0500
From: IA96000 <IA96 at PACE.BITNET>
Subject: AIDS TROJAN RESEARCH (PC)
```

I have been asked to pass this message along to VIRUS-L and VALERT-L by the fine people at SWE who have been hard at work researching the AIDS problem. I pass this message along unmodified exactly as it was received from SWE.

AIDS "TROJAN" DISK UPDATE - DECEMBER 17, 1989

First, let us say for the record that everything reported so far by Mr. McAfee is correct. Our tests bear out the results he has obtained.

Having followed the messages and updates so far, and after conducting extensive tests, SWE has no doubt that there is more than one version of the "trojan" disk in circulation. In certain aspects, the two AIDS "trojan" disks we are testing act differently. One has a counter in it and one activates on the first re-boot!

Bild: Screenshot

Forscher berichteten von einer zweiten Trojaner-Version ohne den Reboot-Zähler.

auch eine Diskussion zum AIDS-Trojaner auf der Mailingliste Virus-L, an der unter anderem ein gewisser John McAfee beteiligt war. Forscher berichteten dort, zwei verschiedene Versionen des Trojaners analysiert zu haben, von denen eine ihre Erpressungs-Payload bereits im ersten Durchlauf offenbarte und nicht erst nach mehreren Neustarts. Ein Programmierfehler, der Popp womöglich einige Disketten kostete und die Erpressung noch ein wenig schneller aufliegen ließ.

Immerhin: Der „Virus Bulletin“-Redakteur Edward Wilding rechnete in einem 1992 veröffentlichten Editorial vor, dass Popp bereits knapp 38.000 US-Dollar eingenommen hätte, wenn nur ein Prozent der Diskettenempfänger, also rund 200 Personen, die Minimum-Lizenzgebühr von 189 US-Dollar gezahlt hätte. Laut einem FBI-Sprecher soll der Biologe vorgehabt haben, noch zwei Millionen weitere Disketten zu verschicken.

Ob tatsächlich jemand einen Scheck nach Panama schickte, ist nicht bekannt. Es ist aber angesichts der simplen Verschlüsselungs- und Locking-Mechanismen, der relativ schnellen Verfügbarkeit von Entschlüsselungstools, einiger manueller Bereinigungsanleitungen sowie öffentlicher Warnungen vor dem Betrug zumindest unwahrscheinlich.

Wissenschaftliches Neuland: Malware-Forschung

Nach dem AIDS-Trojaner vergingen rund 15 Jahre, bevor 2004 eine neue, moderne Ransomware-Familie auf den Bildschirmen erschien. Im Zeitraum zwischen diesen Bedrohungen fallen zwei wissenschaft-

liche Arbeiten besonders auf, die – wenn gleich mit guten Absichten veröffentlicht – auch als Inspiration für erpresserischen Schadcode gedient haben dürften.

Die erste davon veröffentlichten die US-Forscher Adam Young und Moti Yung unter dem Titel „Cryptovirology: Extortion-Based Security Threats and Countermeasures“. Die Autoren untersuchten, wie man möglichst effektiv Kryptografie für erpresserische Angriffe missbrauchen könnte. Als größte Schwäche des AIDS-Trojaners identifizierten sie seine leicht umkehrbare Verschlüsselung. Ihre Überlegung: Um die Zahlungsmoral der Opfer

zu steigern, sollte man nicht mehr in der Lage sein, den Schlüssel per Codeanalyse zu ermitteln – sodass Opfer die Verschlüsselung nicht einfach selbst rückgängig machen können.

Als Lösung schlugen die Forscher eine asymmetrische Verschlüsselung vor. Dabei dient ein öffentlicher Schlüssel (Public Key) zur Verschlüsselung der Daten, während zum Entschlüsseln ein privater Schlüssel (Private Key) nötig ist. Der befindet sich idealerweise nur in den Händen des Erpressers und ist aus dem Schadcode nicht ersichtlich.

Wechselten Erpresser auf eine rein asymmetrische Verschlüsselung, gäbe es aber ein anderes Problem: Nach der Lösegeldzahlung bekäme das Opfer den privaten Schlüssel in die Hände – und könnte ihn seinerseits veröffentlichen, um alle anderen Geschädigten gleich mit zu befreien. Zudem arbeitet eine asymmetrische Verschlüsselung langsamer. „Encrypting a file directly with a public key is slow“, befanden Young und Yung. Für Erpresser ist das besonders ungünstig, schließlich sollen alle Daten verschlüsselt werden, bevor ein Anwender etwas davon bemerkt und eingreifen kann – eine schon recht moderne Denkweise, wie sie auch für aktuelle Ransomware relevant ist, die oft auf große Firmennetze zielt.

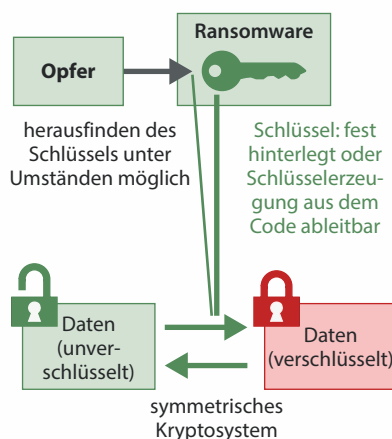
Hybridverschlüsselung

Um die Vorteile symmetrischer und asymmetrischer Verfahren in ihrem Schadcode zu vereinen, schlugen die Forscher als Konzept der Hybridverschlüsselung vor:

1. Zunächst generiert der Schadcode zur Laufzeit einen zufälligen Schlüssel (Session Key, SK) und einen zufälligen Initialisierungsvektor (IV) als Startwert für den symmetrischen Verschlüsselungsalgorithmus.
2. Dann folgt die symmetrische und damit schnelle Verschlüsselung von Daten auf dem jeweiligen System mithilfe des Session Keys und des Initialisierungsvektors.
3. Im nächsten Schritt verwendet der Schadcode einen immer gleichen, im Schadcode fest hinterlegten öffentlichen Schlüssel, um den Session Key zusammen mit dem Initialisierungsvektor zu verschlüsseln.
4. Nun zeigt die Malware die Lösegeldforderung mitsamt dem Ciphertext aus Session Key und Initialisierungsvektor an, der wahrscheinlich für jedes Opfer anders aussieht. Für die Ent-

Verschlüsselung des AIDS-Trojaners

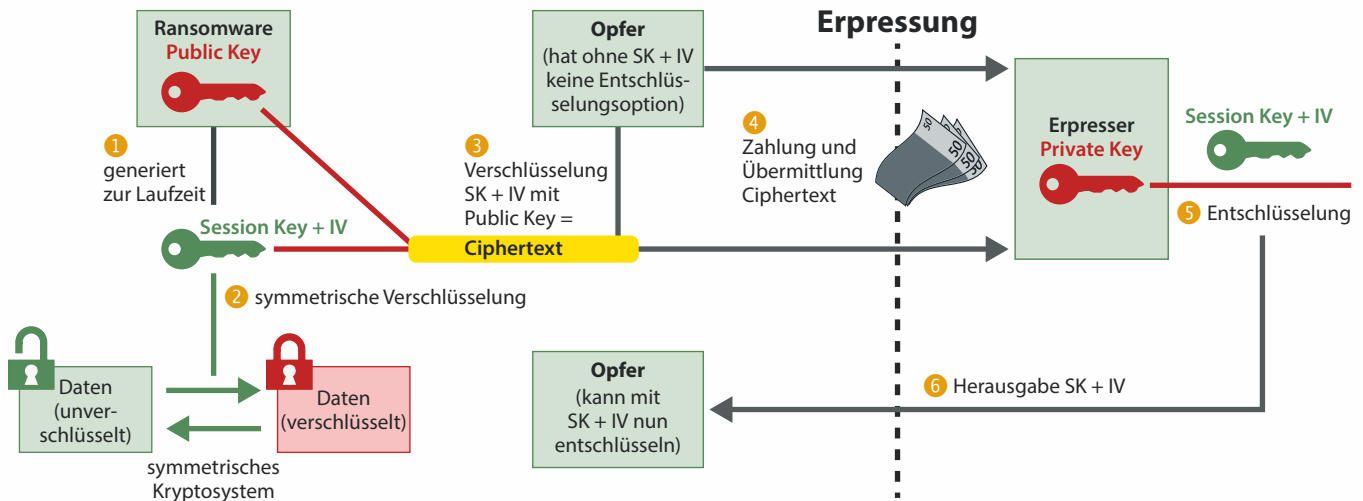
Der Schwachpunkt der unter anderem vom AIDS-Trojaner genutzten symmetrischen Verschlüsselung: Der Key ist aus dem Code ableit- und die Verschlüsselung umkehrbar.



Hybride Verschlüsselung

Ein erster Entwurf des optimierten Erpressungsvorgangs:
die Hybridverschlüsselung nach Young & Yung.

SK = Session Key
IV = Initialisierungsvektor



schlüsselung der Daten nach einer Lösegeldzahlung muss der Angreifer seinen Private Key nicht preisgeben. Stattdessen fordert er das Opfer auf, ihm den Ciphertext des symmetrischen Schlüssels zu schicken.

5. Sofern das Opfer auf die Forderung eingeht, entschlüsselt der Angreifer den Ciphertext mit dem Private Key ...
6. ... und schickt das Resultat an das Opfer zurück, damit dieses seine Daten wieder entschlüsseln kann.

Die Antwort besteht also wieder aus dem zuvor zufällig erzeugten symmetrischen Schlüssel. Mit dem kann ein anderes Opfer aber nichts anfangen, weil der bei ihm höchstwahrscheinlich anders lautet.

Spätere Ransomware-Autoren griffen das Konzept der Hybridverschlüsselung auf, und sieht man einmal von einigen Details der Umsetzung ab, ist es auch heute noch die Grundlage vieler verschlüsselnder Ransomware-Familien.

Veröffentlichen statt verschlüsseln

Von Adam Young stammt auch die Untersuchung „Non-zero sum games and survivable malware“ aus dem Jahr 2003. In ihr klingt bereits eine Form der Erpressung an, die kaum aktueller sein könnte, nämlich jene mit sensiblen Daten. Der Autor greift auf Konzepte aus der Spieltheorie zurück, um Schadcode innerhalb eines öffentlichen Netzwerks auch nach der Ent-

deckung eine möglichst lange Lebensdauer zu garantieren. Statt zu verschlüsseln, schlägt Young hier eine andere Strategie vor, bei der das Opfer den Zugriff auf den eigenen Datenbestand behält – stattdessen könnte die Malware mit einer Veröffentlichung der Daten drohen.

Schwenken Angreifer von Datenverschlüsselung auf Datenveröffentlichung um, ändern sich die Anforderungen bei der Auswahl der Angriffsziele: Auf den Systemen potenzieller Opfer müssen Daten liegen, die so vertraulich sind, dass man den Besitzer mit der Veröffentlichung erpressen kann. Auch hier war Young eine Art Visionär: Seit etwa 2019 sind Double-Extortion-Angriffe gegen hochkarätige Unternehmen Teil des modernen Ransomware-Repertoires – also die Drohung mit sowohl der Verschlüsselung als auch der Veröffentlichung sensibler Daten.

Fazit

Beim Pionier der Erpressungstrojaner handelte es sich um keine sonderlich bequeme Methode, um an Geld zu kommen – Herstellung und Versand der Disketten waren aufwendig und kostspielig, und das Internet war allenfalls im akademischen Umfeld bekannt. Ebenso waren Scheckzahlungen an eine eigens dafür gegründete Firma nicht nur umständlich, sondern auch alles andere als anonym.

Trotz dieser Beschränkungen wies der AIDS-Trojaner Eigenschaften auf, die sich

bis heute in moderner Ransomware wiederfinden: Verschlüsselung wichtiger Daten, Screen Locking, IDs zur Zahlungsabwicklung und die Strategie, befallene Systeme nicht sofort lahmzulegen, um einer unbemerkten Verbreitung Zeit zu geben. Einzigartig war und blieb allerdings die Verknüpfung von erpresserischen Schadfunktionen mit nützlichem Programmcode zum Zweck einer trojanerartigen Tarnung.

Auch die frühe Ransomware-Forschung von Young und Yung barg Licht und Schatten: Einerseits war sie interessant für die Sicherheitsforschung, andererseits auch eine Inspiration für künftige Ransomware-Generationen. Und noch ein Fun Fact: Wie sowohl die mit dem AIDS-Trojaner konfrontierten Schadcode-Analysten als auch Young und Yung betonten, hätten regelmäßige Backups wichtiger Dateien Erpressungsversuchen den Wind aus den Segeln genommen. Gleiches raten wir bis heute: kein Backup – kein Mitleid!

Ab 2004 begannen Kriminelle, Ransomware massiv über das World Wide Web zu verbreiten. Wie ihnen dabei Erkenntnisse aus der frühen Malware-Forschung von Young und Yung halfen, lesen Sie im zweiten Teil dieser Artikelreihe in einer späteren Ausgabe der c't. (jss@ct.de) **ct**

Dieser Artikel erschien ursprünglich auf heise+ und wurde für c't überarbeitet und aktualisiert.

Arbeit für zwei

c't klärte über Hyper-Threading im Pentium 4 auf



Wir schreiben das Jahr 2002. AMD hat den ersten 64-Bit-Prozessor für Desktops-PCs angekündigt. Intel kontert mit dem 3-GHz-„Pentium 4“ und der bisher nur auf Servern eingesetzten Hyper-Threading-Technik, die dem PC-Betriebssystem eine zweite CPU vorgaukelt. Die c't-Artikel von Matthias Withopf und Christof Windeck deckten Vor- und Nachteile von Intels Geheimwaffe auf.

Von Rudolf Opitz

Der Prozessor-Primus Intel hatte es 2002 nicht leicht: Die ersten AMD-Prozessoren mit dem schon 1999 angekündigten 64-Bit-Design „Hammer“ standen vor der Markteinführung. Dem hatte Intel zu der Zeit nichts entgegenzusetzen. Als Alternative blieb, die Rechenleistung der 32-Bit-Systeme zu erhöhen. Mehrere Prozessoren auf einem Board waren sehr teure Lösungen und eher für Server interessant. Symmetrisches Multiprocessing (SMP) bedeutete zwei Prozessorsockel auf einem Board – mehrere Rechenkerne auf einem Chip (Die) kamen erst Jahre später. Allerdings gab es schon 2002 Windows-Workstations mit zwei Athlon-MP- oder Xeon-CPU's. Apple stattete Power-Mac-G4-Modelle mit zwei PowerPC-7400-CPU's aus. Höhere Taktfrequenzen standen eh auf der Agenda, aber warum lastete man die Prozessoren, die die meiste Zeit auf Eingaben und Speicherzugriffe warteten, nicht besser aus?

Die Lösung war ein virtueller zweiter Prozessorkern, der die CPU mit zusätzlichen Aufgaben (Threads) beschäftigte, wenn ein Teil der Recheneinheiten gerade digitale Däumchen drehte: Simultanes

Multithreading (SMT) – das Intel-Marketing erfand dafür den schmissigen Namen „Hyper-Threading“. Matthias Withopf erklärte dazu in seinem Artikel „Virtuelles Tandem“:

„Diese Erweiterung benötigt nicht einmal mehr als ein Prozent an zusätzlichen Transistoren und erhöht die Die-Fläche lediglich um ein Prozent.“

Das Betriebssystem sieht bei Prozessoren mit Hyper-Threading (HT) zwei Prozessorkerne und kann auf diese verschiedene Aufgaben verteilen. Intel setzte die Technik Anfang 2002 zuerst in einem Xeon-Serverprozessor ein. Im November folgte dann ein Pentium 4 mit Northwood-Kern und HT, der erstmals die Taktgrenze von 3 Gigahertz überschritt. Ein echtes SMP mit zwei Prozessoren ist HT aber nicht:

„Die beiden Hyper-Threading-Prozessoren haben eigene Registersätze

sowie getrennte Reorder- und Store-Buffer. Den Rest der Prozessor-Ressourcen teilen sie sich brüderlich.“

Mit dem ersten Pentium 4 mit HT konnte Intel daher den Kunden ohne großen Mehraufwand bis zu 35 Prozent mehr Performance versprechen. Doch rechnete der eigentliche Prozessorkern nicht schneller und um die Mehrleistung des Tandems auszunutzen, brauchte es ein SMT-kundiges Betriebssystem, das weiß, dass hinter den beiden logischen Kernen nur ein physischer steckt.

„Denn die Prozessoren sind nicht alle gleichwertig, das ‚S‘ in SMT bedeutet eben nicht ‚symmetrisch‘ wie in SMP, sondern ‚simultaneous‘.“

Geeignet für HT waren etwa Windows XP und Linux-Kernels ab 2.14.18, die 2002 noch verbreiteten Windows-Versionen NT und 2000 hatten damit noch Schwierigkeiten. Im Praxistest „Der unsichtbare Zweite“ stellte Christof Windeck außerdem fest:

„Hyper-Threading bietet aber nicht zwangsläufig Vorteile. Schlecht geschriebene Multithread-Software kann sogar langsamer laufen als auf nur einem Prozessor.“

Auch fehlten zu der Zeit noch passende Benchmarks; die meisten ermittelten 2002 nur die maximale Leistung eines Systems mit Single-Thread-Anwendungen. Manchmal müssen die c't-Hardware-Tester daher auch auf ihr Gefühl zurückgreifen:

„Große Vorteile bietet HT bei der Reaktionsgeschwindigkeit des Rechners, ein gefühltes, subjektives Leistungsplus zeigt sich vor allem beim flüssigen Arbeiten mit vielen gleichzeitig laufenden Anwendungen.“

Die beiden auch heute noch lesenswerten Artikel finden Sie über untenstehenden Link. (rop@ct.de) **ct**



In der c't 24/2002 schaffte es das Thema Hyper-Threading erstmals aufs Titelbild.

Retro-Artikel über Hyper-Threading:
[ct.de/yza7](https://www.c't.de/yza7)

Christof Windeck

Der unsichtbare Zweite

Intel Pentium 4 3,06 GHz mit Hyper-Threading

Aktuelle Software lastet die Rechenwerke moderner Prozessoren nicht aus. Ein zweiter, virtueller Prozessor beschleunigt vor allem das Zusammenspiel mehrerer Applikationen, verkompliziert aber das PC-Innenleben.

Viele Besitzer moderner, leistungsstarker Prozessoren mit Taktfrequenzen von 2 GHz und mehr wundern sich über die laiche Leistung ihres PC. Das gilt vor allem dann, wenn mehrere Anwendungen gleichzeitig laufen: Beim Internet-Surfen sind oft Mail-Programm, Firewall, Virens Scanner und PDF-Viewer gleichzeitig aktiv, viele Anwender lassen sich bei der Büroarbeit mit Word, Excel und PowerPoint vom MP3-Software-Decoder unterhalten.

Alle aktuellen x86-Prozessoren enthalten mehrere Recheneinheiten, die mehrere Befehle zur gleichen Zeit verarbeiten könnten. Viele Anwendungen sind auch bereits so programmiert, dass sie Einzelaufgaben in Form separater Programm-„Fäden“, so genannter Threads, abarbeiten. Alle aktuellen Betriebssysteme unterstüt-

zen dieses so genannte Multithreading: Sofern ausreichend Hardware-Ressourcen bereitstehen, werden solche Threads tatsächlich parallel verarbeitet – so könnte beispielsweise einer die Gleitkomma- und ein zweiter die Festkomma-Recheneinheit des Prozessors durchlaufen.

Diesem Idealfall stehen aber zahlreiche Hürden im Weg, wie im Artikel ab Seite 120 bereits erläutert. Um die brachliegende Rechenpower besser zugänglich zu machen, hat Intel die Hyper-Threading-Technik eingeführt, die im Frühjahr in den Xeons für Server und Workstations debütierte. Der Pentium 4 mit 3,06 GHz ist der erste Desktop-Prozessor mit Hyper-Threading (HT); im c't-Labor zeigte er, wie und unter welchen Bedingungen HT funktioniert und vor allem: was es bringt.

Um eine bessere Auslastung zu erzielen, gaukelt ein HT-Prozessor dem Betriebssystem – und damit auch den darauf laufenden Programmen – einen zweiten, virtuellen Prozessor vor. Ein wartender Thread verstopft nun nicht mehr die komplette Recheneinheit, sondern diese kann zwischenzeitlich andere Befehle verarbeiten. Dadurch laufen erstaunlich viele Anwendungen schneller.

Randbedingungen

Hyper-Threading bietet aber nicht zwangsläufig Vorteile. Schlecht geschriebene Multithread-Software kann sogar langsamer laufen als auf nur einem Prozessor. Beim Test von Dual-Mainboards hat sich schon in der Vergangenheit immer mal wieder gezeigt, dass ältere Treibersoftware für manche Hard-

ware-Komponenten auf einem Rechner mit zwei Prozessoren nicht (stabil) läuft oder das System bremst. Als Notlösung lässt sich HT daher meist per BIOS-Setup abschalten.

Ältere Betriebssysteme wie Windows NT und sogar Windows 2000 können von sich aus nicht zwischen tatsächlich vorhandenen und virtuellen Prozessoren unterscheiden. Intel empfiehlt deshalb ausdrücklich den Einsatz von Windows XP mit Service Pack 1. Mit HT kommt auch die Home Edition zurecht, obwohl diese – anders als die Professional-Version – zwei 'echte' Prozessoren, also Symmetric Multiprocessing (SMP) nicht unterstützt.

Wer von HT profitieren möchte, muss das gesamte Hard- und Software-Inventar seines PC auf Kompatibilität abklopfen. Hinweise liefert beispielsweise Microsofts Windows-Katalog im Internet [1], der sehr fein zwischen 'Designed-for-Windows-XP'-Hardware und lediglich XP-'kompatiblen' Komponenten differenziert. Empfehlenswert ist natürlich der Einsatz von WHQL-zertifizierten Treibern und den jeweils neuesten Patches und Updates für die installierte Software.

Linux-Anwender benötigen für den Hyper-Threading-Einstieg einen aktuellen Kernel, laut Intel mindestens die Version 2.4.18. Diese gehörte ab Red-Hat 7.3, SuSE 8.0 oder Mandrake 8.2 zum Lieferumfang.

Die zum Pentium 4 passenden Sockel-478-Mainboards müssen explizit für HT ausgelegt sein. Nur ganz neue Platinen erfüllen alle Voraussetzungen, die vor allem den Chipsatz und den Spannungsregler zur Versorgung des Prozessorkerns betreffen. Durch die höhere Auslastung der HT-CPU's steigt nämlich auch der maximale Strombedarf. Nur noch mehrphasig ausgelegte Schaltwandler schaffen es, die gewaltigen Ströme von über 70 Ampere stabil und schnell genug zu liefern. Auch auf die ATX-Netzteile im PC-Gehäuse kommen hohe Belastungen zu; Intel veröffentlicht eine Liste mit zertifizierten Modellen im Web [2].

Hat man ein explizit HT-taugliches Mainboard gekauft, ist die Frage nach dem passenden Chipsatz eigentlich gelöst.

c't 2002, Heft 24



Bild: KI Midjourney, Bearbeitung c't

Viel Lärm um nichts

Fehlalarme von Antivirus-Software korrigieren

Wer Software entwickelt und übers Internet verteilt, plagt sich oft mit übergriffigen Virenscannern herum: Die halten selbst harmlose Programme nicht selten für ein Sicherheitsrisiko. Kürzlich waren wir selbst betroffen. Wir hinterfragen das Verhalten an konkreten Beispielen und loten den Spielraum aus, der Entwicklern bleibt.

Von Peter Siering

Mit unserem Bausatz für ein Notfallsystem auf Basis von Windows haben wir jedes Jahr aufs Neue einen Kampf gegen Fehlalarme von Antivirus-Software auszufechten: Einige Programme zum Erweitern des Notfallbetriebssystems und auch dort eingebaute Werkzeuge zum Auslesen von Passwörtern lassen die AV-Software anschlagen – so weit, so erwartbar. Wir untersuchen die Situation jedes Jahr aufs Neue und veröffentlichen auf der Projektseite unser Einschätzung zu jedem einzelnen Programm (siehe ct.de/yfsf).

Vergleichsweise unerwartet traf es uns, als Ende Februar mehrere Leser darauf hinwiesen, dass das zu c't 6/2023 veröffentlichte Zip-Archiv mit Skripten zum

Auslesen von Windows-Lizenzschlüsseln [1] Alarme produziert. Die Skripte und Programme hatten wir intern intensiv mit aktiven Virenscannern getestet. Die Leser berichteten, dass Webbrowser schon beim Download Viren im Archiv meldeten.

Ein Upload des Archivs bei VirusTotal, einer Website, die unter anderem über 60 AV-Scanner konsultiert, zeigte zu diesem Zeitpunkt für zwei enthaltene funktionsgleiche Programme `ctbioskey32.exe` und `ctbioskey64.exe` über 20 alarmierende Scanner.

Wenn mehr als eine Handvoll Scanner eine Datei als verseucht identifizieren, ist das meist ein deutliches Zeichen für einen Schädling, noch dazu, wenn es sich um

namhafte Scanner handelt. Im Fall der genannten Dateien bleibt das aber schleierhaft, weil wir die Programme selbst übersetzt haben und sie nur zwei dokumentierte, triviale Windows-Funktionen aufrufen.

Wirkfreie Maßnahmen

Natürlich haben wir die veröffentlichten Programme sofort nach den ersten Hinweisen erneut geprüft. In verschiedenen Experimenten haben wir versucht herauszufinden, ob und wie sich die Fehlalarme vermeiden lassen. Das Ziel sollte immer sein, dass kein Scanner auf VirusTotal die Software beargwöhnt. Dazu muss sie nicht nur von den Scannern, die den Dateinhalt analysieren, als ungefährlich eingeschätzt werden. Auch die Sandboxes, die VirusTotal zur dynamischen Analyse ausführt, sollten zu diesem Schluss kommen.

Unseren ersten Ansatz, den Programmen mit einer Code-Signatur mehr Glaubwürdigkeit zu verschaffen, krönte nur mäßiger Erfolg: Die 32-Bit-Version schätzten weiterhin fünf Scanner als gefährlich ein, die 64-Bit-Version zwei. Nach wie vor hatte keine der Sandboxes an den Programmen etwas auszusetzen. Diese Signatur, die man einer EXE-Datei mit einem speziellen Zertifikat hinzufügt, attestiert ihre Herkunft. Ein solches Zertifikat kostet rund 100 Euro pro Jahr und verlangt eine Identitätsprüfung der kaufenden Person.

Im zweiten Schritt haben wir den Quelltext des Programmes noch genauer angesehen. Es rief in der Originalfassung zwei Funktionen der Windows-Programmierschnittstellen (API) auf: EnumSystemFirmwareTables und GetSystemFirmwareTable. Die Recherche förderte zutage, dass Malware besonders mit der erstgenannten Funktion gern ergründet, ob sie in einer VM läuft oder nicht. Das klang nach einer heißen Spur.

Denkste: Die Programmfassung, die allein mit der zweitgenannten Funktion auskommt, hielten einige Scanner ebenfalls für gefährlich, und zwar sowohl in der 32- als auch der 64-Bit-Version. Auf die zweite Funktion kann das Programm nicht verzichten. Auch sie wird mancherorts mit Malware in Verbindung gebracht, denn sie saugt Informationen aus der Firmware ab. Wir griffen zu einer unschönen, allerdings oft wirksamen Methode: Obfuskation.

Anstatt die Funktion direkt aufzurufen, ließen wir das Programm über die API-Funktionen LoadLibrary und GetProcAddress einen Zeiger auf GetSystemFirmwareTable ermitteln und die Funktion indirekt aufrufen.

Obendrein stand der für den Aufruf von GetProcAddress nötige Funktionsname nicht im Klartext im erzeugten Programmcode, sondern verschleiert. So konnte die Dateianalyse der AV-Scanner den Aufruf dieser Funktion nicht erkennen.

Wieder nix: Die Anzahl der Alarme blieb für beide Versionen nahezu gleich. Die Sandboxen reagierten übrigens trotz des ziemlich primitiven Obfuskationsversuchs weiterhin nicht auf unser Programmchen. Egal ob wir es VirusTotal in einer signierten oder unsignierten Fassung zur Prüfung vorlegten, änderte sich die Einschätzung nicht: Es blieb immer eine signifikante Anzahl von alarmierenden Scannern.

Es sei noch angemerkt, dass die Anzahl der Alarme über die Zeit variiert. Bei erneutem Hochladen bereits untersuchter Dateien zeigt VirusTotal zunächst bereits vorhandene Testergebnisse an. Die Web-Oberfläche untersucht eine Datei erneut, wenn man auf „Reanalyse file“ klickt. Ein neuer Upload ist nicht notwendig.

Dass AV-Software Fehlalarme produziert, ist unvermeidbar. Denn letztlich besteht da immer ein Zielkonflikt zwischen den zwei zentralen Aufgaben, einerseits möglichst alle „bösen Dinge“ zu erkennen und andererseits dabei keine „guten“ zu erwischen. Ein perfekter Scanner, der alle Viren entdeckt, ist einfach gebaut: Hält er schlicht alles für einen Virus, liefert er eine hundertprozentige Erkennung, aber auf

c't kompakt

- Antivirus-Software gehört zur Grundausstattung jedes PCs und soll vor gefährlichen Programmen schützen.
- Mitunter gerät dabei aber harmlose Software unter Verdacht. Die Ursachen sind vielfältig: ungewöhnliches Verhalten, unbekannte Herkunft oder verdächtige Aktionen.
- Für Entwickler ist es schwierig bis unmöglich, einen solchen falschen Verdacht auszuräumen.

Kosten einer ebenso so hohen Falsch-Positiv-Rate.

Hersteller justieren deshalb kontinuierlich ihre Stellschrauben, um gute Erkennungsquoten bei möglichst niedriger Falsch-Positiv-Rate zu erzielen. Dabei kann man vier grundsätzliche Mechanismen der Erkennung unterscheiden. Mit möglichst charakteristischen Byte-Folgen – sogenannten Signaturen – erkennt AV-Software bereits bekannte Schädlinge recht zuverlässig, ohne dabei oft danebenzuliegen. Aber eben nur die bekannten.

Um auch Variationen oder sogar neue Schädlinge zu finden, sucht sie in den Dateien nach bekannten Mustern – etwa typische Kombinationen verdächtiger Sys-

The screenshot shows the VirusTotal web interface for a file analysis. The file is identified as 'c:\9f114e93a1da99b728779a59482adba16540faac9b00043c1538d3209'. It is a ZIP file named 'cKeyfinder_orig.zip' with a size of 580.75 KB, uploaded on 2023-03-20 at 19:07:48 UTC. The community score is 12/152. The analysis shows it is flagged as malicious by 12 security vendors and no sandboxes. The file is categorized as 'Trojan'. The 'DETECTION' tab is active, showing a list of security vendors and their results. The file is categorized as 'Trojan'.

Security vendor	Detection
Antiy-AVL	Trojan:Win32/PossibleThreat
Elastic	Malicious (moderate Confidence)
MaxSecure	Trojan:Malware.300963.usgen
McAfee-GW-Editon	RDN/Generic.dx
Rising	Trojan.Kryptik.B.8 (CLOUD)
BitDefenderTheta	Gen:NN.Zenaf.36344.kW@uGU8QLJ
Fortinet	W32/PossibleThreat
McAfee	Generic:RXUM-J5IE378444F10E
Panda	PUP/Hacktool
Sangfor Engine Zero	Trojan.Win32.Agent.Vm8

Nachdem Ende Februar mal über 20 AV-Engines der Meinung waren, dass die Inhalte des Original-ZIP-Archivs mit dem c't-KeyFinder gefährlich seien, sind es rund drei Wochen später 12.

temaufrufe. Diese Heuristik ist unscharf und produziert je nach Einstellung mehr oder weniger Fehlalarme. Ähnliches gilt für die Überwachung des Verhaltens – etwa in einer Sandbox oder auch live am lebenden Objekt.

Gerade für Entwickler besonders problematisch ist die Bewertung der Reputation einer Datei, die sich unter anderem daraus speist, wie oft und in welchem Kontext AV-Software diese Datei bereits gesehen hat: Neue, bislang selten gesehene Programme gelten dabei häufig erst mal als grundsätzlich verdächtig. Da braucht es dann nur wenige weitere Indizien, um vorsichtshalber einen Alarm auszulösen. Digitale Signaturen können etwas gegensteuern, verlieren aber angesichts der zunehmenden Flut an signierter Malware zusehends an Wert. Erschwerend hinzu kommt, dass AV-Hersteller auch gelegentlich voneinander abschauen. Halten Konkurrenten gemäß VirusTotal eine Datei für böse, spart man sich schon mal eigene Analysen und übernimmt deren Einschätzung, zumindest bis weitere Erkenntnisse vorliegen.

Und damit hat man noch gar nicht angefangen, über PUA zu reden. Das sind „potenziell unerwünschte Anwendungen“. Diese Kategorie haben die Hersteller ursprünglich eingeführt, um sich gegen die zunehmenden Klagen der Hersteller von Ad- und Spyware abzusichern: Die haben

sich teils erfolgreich vor Gericht dagegen gewehrt, dass ihre Software als Trojaner bezeichnet und blockiert wurde. In der Tat ist es oft gar nicht so einfach, eine scharfe Grenze zu ziehen zwischen „böse“ und vom Anwender so akzeptiertem oder sogar gewolltem Verhalten. Mit der Deklaration als PUA spielen die AV-Hersteller den Ball zum Anwender zurück, der sie dann optional blockieren oder auch freigeben kann.

Prüfstanderkennung

Als Ultima Ratio, um die Fehlalarme zu vermeiden, bleibt eine Technik: Wir haben die beanstandeten Programme kurzerhand in ein Zip-Archiv verpackt und es mit einem trivialen Passwort geschützt. Das Skript zum Auslesen der Installationschlüssel entpackt dieses Zip-Archiv, wenn es die Programme aufrufen muss – durch eine Änderung am Skript ist das nur noch in PE-Umgebungen nötig und da läuft standardmäßig kein störender Virens Scanner.

Auch unser Bausatz für das Notfall-Windows wendet diesen Trick an: Er enthält ebenfalls ein passwortgeschütztes Zip-Archiv, in dem alle Programme des Bausatzes liegen, die durch Fehlalarme aufgefallen sind. Dieses Archiv entpackt der Bausatz erst, wenn er in einem Verzeichnis loslegt, das der Nutzer im Virens Scanner mit einer Ausnahme versehen hat. So konnten wir typische Leserfragen zu AV-Alarmen massiv reduzieren.

Ähnlich gehen auch einschlägige Software-Autoren vor, die systemnahe Software produzieren und von den Übergriffen der AV-Scanner und den daraus resultierenden Nachfragen mehr als genervt sind. Sehr oft trifft es beispielsweise Nir Sofer und seine nützlichen NirSoft-Programme. Er verpackt sie inzwischen in geschützte Archive und veröffentlicht zusätzlich das Passwort, damit AV-Software die Programme nicht schon direkt beim Herunterladen wegfischt.

So haben erfahrene Nutzer die Möglichkeit, die Programme in ein Verzeichnis zu entpacken und daraus aufzurufen. Das klappt, wenn sie für dieses Verzeichnis in der AV-Software eine Ausnahme definiert haben, die ihr verbietet, es zu überwachen. Denn von der AV-Software als „potentially unwanted application“ (PUA) markierte Programme sind vor allem dann unerwünscht, wenn nicht der Benutzer selbst sie auf den PC gebracht hat, sondern Dritte – etwa ein Schädling oder Einbrecher.

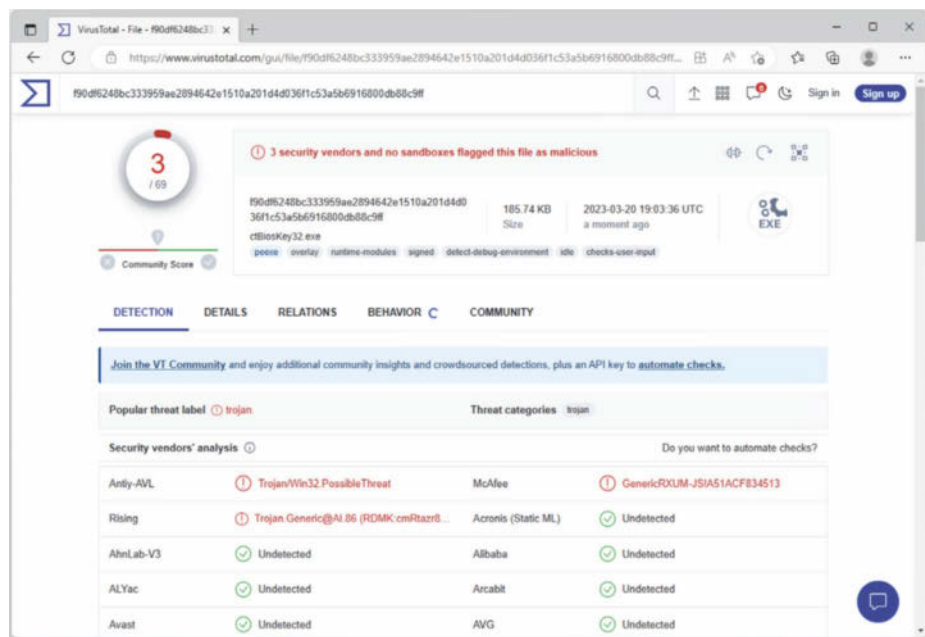
Reporterabenteuer

Wer selbst Software verteilen möchte und dabei die AV-Programme nicht austricksen will, kann versuchen, seine zu Unrecht verdächtigten Programmdateien bei den Anbietern auf eine Whitelist setzen zu lassen. Das allerdings artet in eine Fleißaufgabe aus: Zwar haben viele einen Kommunikationskanal für Anfragen zu „False Positives“ eingerichtet, doch jeder geht hier einen eigenen Weg.

Manche Hersteller nehmen solche Berichte per Mail entgegen, andere per Webformular und wieder andere überhaupt nicht. Die Ironie dabei: Die meisten verlangen ein passwortgeschütztes Archiv mit der betroffenen Datei. Einige Hersteller wie McAfee, die bei VirusTotal gleich mit mehreren Scannern vertreten sind, verlangen für jedes ihrer Produkte einen eigenen, separat übermittelten Report.

Am 8. März erzeugte die von uns signierte ctBiosKey32.exe-Datei noch drei Fehlalarme bei Antiy-AVL, McAfee und Rising. Ihr 64-Bit-Pendant hielt kein Scanner mehr für verdächtig. Wir haben dann bei den drei Anbietern entsprechende Falsch-Positiv-Reports eingereicht und darin, so weit möglich, auf den auf GitHub liegenden Quelltext verwiesen. Signatur und Quelltext sollten hinreichend sein.

Den Report wurden wir bei McAfee nur per Mail los. Es dauerte nicht lang und wir hatten eine automatische Antwort: Die Annahme der Mail wurde von der Gegen-



Nachdem wir die enthaltenen, selbst übersetzten Programme ctBiosKey32.exe und ctBiosKey64.exe signiert hatten, nahm die Zahl der Alarme ab. Am 20. März markierten noch drei AV-Engines ctBiosKey32.exe als potenziell gefährlich, während ctBiosKey64.exe überall durchging.

stelle mit dem Hinweis auf ein Sicherheitsproblem verweigert. Welches, verrät die Maschinenintelligenz nicht. An einer zweiten Mailadresse nahm McAfee den Report schließlich an.

Rising akzeptiert entsprechende Anfragen nur über ein Web-Formular und bittet darum, das RAR-Archiv nicht mit einem Passwort zu schützen. Das Webformular scheint seit 2014 niemand mehr angefasst zu haben. Das Hochladen der Datei gelang und wir erhielten eine Inquiry-Nummer. Mit der kann man auf der gleichen Seite einsehen, wie es um den Status einer Einreichung bestellt ist.

Bei Antiy Labs stolperten wir gleich beim Besuch der Website über das erste Problem: Ihr Zertifikat war seit fünf Tagen abgelaufen. Wir haben großzügig darüber hinweggesehen und fanden in den Kontaktangaben Hinweise auf eine Mailadresse für einen Report. Dort bat man darum, „PKI Encryption“ zu nutzen – bei näherer Betrachtung des dort bereitgestellten öffentlichen Schlüssels entpuppte sich das als PGP.

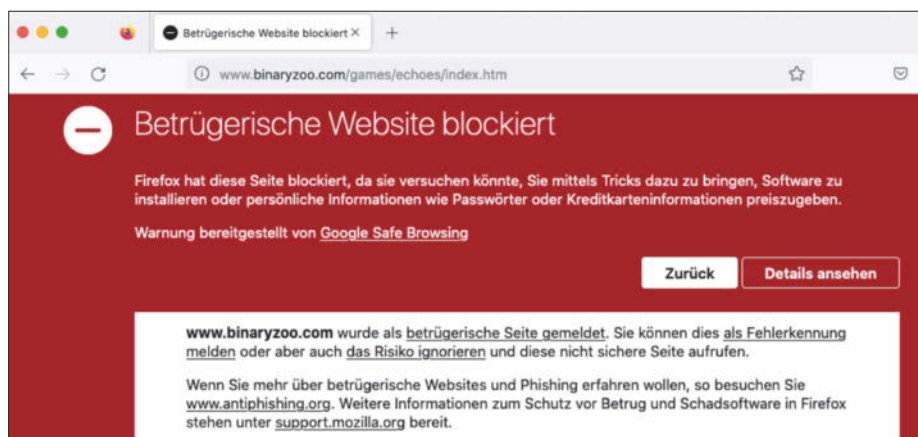
Das Ergebnis vermag kaum zu überraschen: Die sorgsam präparierte E-Mail erreichte den Empfänger nicht. Auch hier antwortete geballte maschinelle Intelligenz mit dem Hinweis, dass Nachrichten an diese Adresse nicht zugestellt würden. Da die Firma nicht mal ihr Website-Zertifikat erneuert hat, halten wir weitere Versuche für reine Zeitverschwendung.

Eine Woche nach dem Abschicken der beiden Reports hatte sich die Bewertung von ctBiosKey32.exe bei keinem der Anbieter geändert. Bei Rising hieß es weiterhin, dass die Probe analysiert würde. Von McAfee gab es keine Reaktion bis Redaktionsschluss für diese Ausgabe. Über ct.de/yfsf haben wir den VirusTotal-Bericht verlinkt, über den man auch eine erneute Prüfung veranlassen kann.

Browserkapriolen

Nicht nur ein lokal aktiver Virens Scanner greift ein, sondern gern schon Browser vorm Download eventueller Schädlinge: Nachdem uns erste Hinweise zu vermeintlichen Virenfunden im c't-KeyFinder erreicht hatten, dauert es nicht mehr lang, bis gängige Browser schon vom Download abrieten.

Sowohl Firefox als auch Chrome warnten beim Download-Versuch. Die Technik dahinter stammt von Google und heißt „Google Safe Browsing“. Die Browser können über ein API individuelle URLs



Viele Browser nutzen Googles Safe Browsing API, das vor Websites warnt, die unter Phishing-Verdacht stehen oder zweifelhafte Downloads anbieten. Eine Möglichkeit, fälschlich in Verdacht geratene URLs entfernen zu lassen, sieht Google für Downloads nicht vor.

online oder über einen lokalen Cache offline auf bekannte Sicherheitsprobleme prüfen (lassen).

Die von Google bereitgestellten Funktionen sollen vor allem vor Phishing-Seiten schützen, aber auch vor vermeintlicher Malware. Für Phishing-URLs bietet Google ein Web-Formular an, um dort falsche Befunde zu melden und die URLs aus der Blacklist entfernen zu lassen. Site-Betreiber müssen damit rechnen, dass das bis zu 24 Stunden dauert. Für den Fall fälschlicherweise als Malware erkannter Downloads bietet der Konzern allerdings keine Meldemöglichkeit an.

Wie genau der Dienst arbeitet und was technisch dahintersteckt, verrät Google nicht. Es gibt aber bei VirusTotal einen Blog-Beitrag vom 10. August 2022, der nahelegt, dass nach der Integration des URL-Scan-Dienstes nun auch die Dateiüberprüfung Teil von VirusTotal geworden ist. Details erfährt man nicht, nur dass sich beide Unternehmen den Selbstverpflichtungen der „Anti-Malware Testing Standards Organization“ (AMTSO) unterwerfen, einem Verband von AV-Firmen.

Der Verband hat sich zwar intensiv mit Falsch-Positiven und der Abgrenzung zu möglicherweise gefährlicher Software befasst, aber weder ist daraus eine gemeinsame Strategie für den Umgang damit entstanden noch ein gemeinsamer Standard, um Falscheinschätzungen zu korrigieren. So müssen betroffene Programmautoren mühsam jeden Anbieter einzeln abklappern und hoffen, dass etwas passiert.

Was die Anbieter mit entsprechenden Einsendungen tun, ist komplett intransparent. Viele fragen nicht einmal Kontakt-

daten oder weitere Informationen ab, die beim Einschätzen helfen und eventuelle Rückfragen erlauben. Wir wurden das Gefühl nicht los, dass hier der Aufwand, den ein Betroffener betreiben muss, in keinem Verhältnis zur Aufmerksamkeit steht, die dieser dort erfährt.

Reflexion

Software-Entwickler können sich bei vielen AV-Hersteller registrieren und neue ausführbare Dateien im Vorfeld dort vorlegen, damit die gar nicht erst unter falschen Verdacht geraten. Wie beim Melden von Falsch-Positiven kocht hier jeder Hersteller von Antivirus-Produkten aber sein eigenes Süppchen.

Unterm Strich ist es wirtschaftlicher, sich an den Antivirus-Produkten vorbeizulavieren, etwa indem man fälschlich als unsicher denunzierte Programme versteckt. Die Ironie der Geschichte ist, dass man zu den gleichen Tricks greifen muss, die auch Virenbastler anwenden, um ihre Schädlinge unter die Leute zu bringen.

Falls Entwickler doch den mühsamen Weg gehen wollen, fälschlich als Schädling eingestufte Programme als ungefährlich einstufen zu lassen, finden sie auf GitHub eine seit Jahren gepflegte Liste mit Kontaktmöglichkeiten der AV-Hersteller für solche Fälle (siehe ct.de/yfsf). (ps@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Axel Vahldiek, Schlüssel-Recycling, c't-KeyFinder liest Installationsschlüssel aus Windows – und zwar alle, c't 6/2023, S. 68

Reports auf VirusTotal, GitHub-Liste, ctBiosKey-Quelltext: ct.de/yfsf



Bild: KI Midjourney | Bearbeitung: c't

Rahmenlos

Teams-Videobild per NDI in Livestreams einbinden

Videokonferenzsoftware ist erstaunlich schlecht darin, Gesprächsteilnehmer ohne störende Einblendungen im Vollbild anzuzeigen – ärgerlich für alle, die saubere Bilder für Livestreams oder Projektoren brauchen. Doch es gibt einen Trick: Microsoft Teams kann Videos über den Standard NDI ausgeben.

Von Jan Mahn

Aufmerksame Fernsehzuschauer entdecken im Frühstücksfernsehen, in Nachrichtensendungen und TV-Reportagen so manche vertraute Videokonferenzsoftware. Und auch in professionellen Online- und Hybridveranstaltungen großer Unternehmen tauchen die Spuren der Software hier und da im sonst perfekten Videobild auf. Mal blitzen Schaltflächen oder ein Chat oben oder unten ins Bild, mal sieht man unten rechts ein kleines Vorschaubild des Gegenübers, mal prangt ein Wasserzeichen im Sichtfeld. Mit der hier beschriebenen Lösung bekommen Sie Kamerabilder ohne Beiwerk als Vollbilder.

Nicht nur Gelegenheits-Livestreamer, auch routinierte Sendeanstalten tun sich

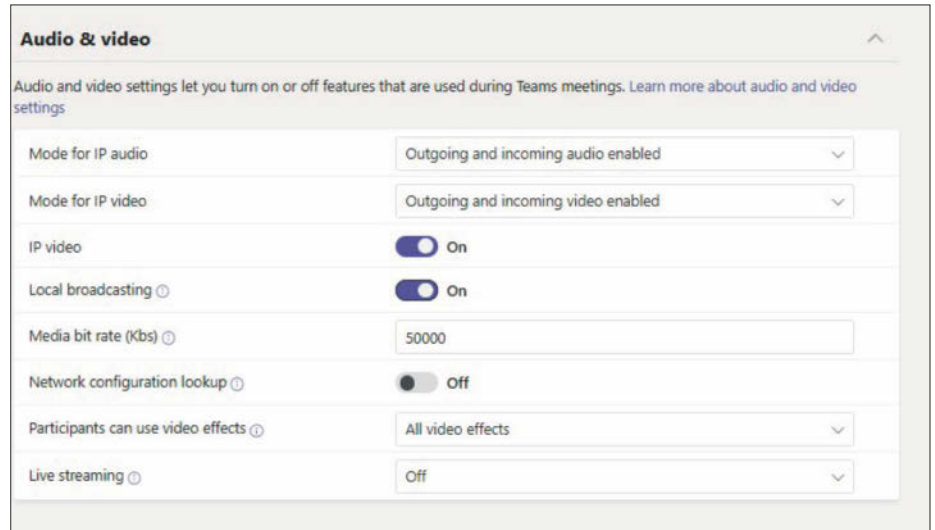
oft schwer damit, Sprecher per Videokonferenz nahtlos in ein Videobild einzubauen. Einfach an einem dafür abgestellten PC in eine Konferenz einwählen und das gesamte Bildschirmbild mit einem HDMI-Grabber abgreifen? So einfach machen es die Hersteller von Konferenzsoftware nicht, weil ein störungsfreier Vollbildmodus nicht eingebaut ist. Und richtig schwierig wird es, wenn man mehrere Teilnehmer gleichzeitig in einen Livestream bringen muss.

Neue Ausgänge

Was bis zum Jahr 2020 noch ein exotisches Problem war, wurde schlagartig zu einer Alltagsaufgabe in so manchem Unterneh-

men, als Livestreams zum Tagesgeschäft wurden. Daher hat auch Microsoft reagiert und seiner Videokonferenzsoftware Teams gleich zwei Videoausgänge für professionelle Ansprüche spendiert. Die Namen der beiden verwendeten Standards klingen ähnlich, es handelt sich aber um grundverschiedene Techniken: NDI und SDI. Während SDI (Standard Digital Interface) das Bild über eigene Kabel überträgt und zur Umwandlung Hardware voraussetzt, kommt NDI (Network Device Interface) ganz ohne Zusatzgerätschaften aus, stützt sich auf TCP-Netzwerke und ist deshalb Protagonist in diesem Artikel. Wenn Sie sich für Teams in Kombination mit SDI interessieren, erfahren Sie mehr im Kasten unten.

NDI stammt aus dem Hause NewTek, einem Hersteller von Kameras und Videomischern. Damit NDI sich durchsetzen konnte, entschied sich das Unternehmen dafür, NDI lizenzkostenfrei zu veröffentlichen – andere Hersteller konnten also eigene NDI-kompatible Produkte anbieten. Entstanden ist ein großes NDI-Angebot aus Hard- und Software, die solche Signale verarbeitet. Eine solche Software, die obendrein noch unter Open-Source-Lizenz veröffentlicht wurde und die sich bei Hobbystreamern und Profis gleichermaßen großer Popularität erfreut, ist OBS Studio im Zusammenspiel mit einem ebenfalls freien NDI-



Ein Klick für den Teams-Admin: „Local broadcasting“ heißt die Funktion, die ein Administrator des Tenants erlauben muss. Erst dann darf ein Benutzer Videosignale per NDI und SDI anzapfen.

Plug-in. Um dieser Anleitung folgen zu können, ist grundlegende Erfahrung mit OBS hilfreich.

Im Folgenden zeigen wir, wie Sie Teams-Videos per NDI in OBS schleusen. Ein Rechner mit Microsoft Teams nimmt ein Einzel- oder Gruppengespräch mit Ihren Gästen dann entgegen und verbreitet deren Videobilder per NDI im lokalen Netzwerk. OBS empfängt die NDI-Streams, dort können Sie die Videobilder zusam-

men mit anderen Video- und Audioquellen arrangieren. Das fertige Bild können Sie schließlich aufzeichnen, an einen Projektor schicken oder per YouTube & Co. ausstrahlen. Dass NDI für Übertragungen über ein Netzwerk gedacht ist, heißt nicht, dass Sie OBS und Teams auf zwei separaten Rechnern installieren müssen; NDI-Sender und -Empfänger dürfen auch auf derselben Maschine laufen.

Grundeinrichtung

Vorab müssen Sie ein paar Installationschritte erledigen, die wir unter Windows und macOS getestet haben. Linux-Nutzer können zumindest OBS unter Linux betreiben, für Microsoft Teams müssen sie aber eine zweite Maschine hochfahren und beide per Netzwerk verbinden.

Erste Voraussetzung ist Microsoft Teams selbst, ein Update auf die aktuelle Version ist dringend empfohlen, weil Microsoft an diesen Funktionen noch fleißig arbeitet und immer wieder kleinere Änderungen veröffentlicht. Für macOS-Nutzer mit einem Apple-Prozessor (M1 oder M2) lauert hier schon die erste Falle: Stand März 2023 gibt es Probleme mit dem NDI-Ausgang, die man aber leicht umgehen kann, wenn man Teams mit dem Rosetta-Modus von macOS öffnet. Teams wird dann mit einer x86-Emulationsschicht ausgeführt, es läuft also der Code für Intel-Prozessoren. Navigieren Sie dafür im Finder in den Programme-Ordner, klicken Microsoft Teams mit der rechten Maus-

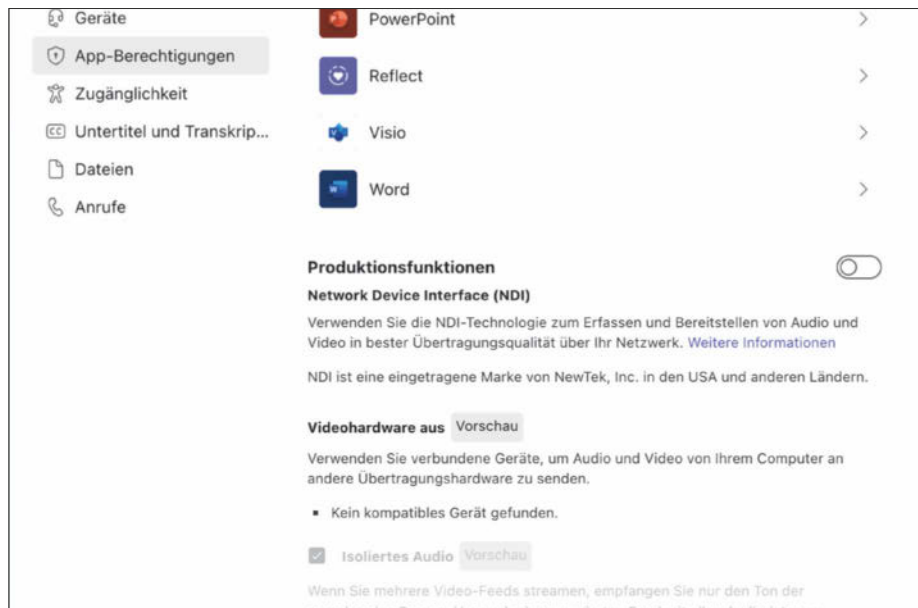
Ausgang per SDI

Ein möglicher Weg aus Teams hinaus führt über den Standard SDI, der vor allem in Fernsehstudios gängig ist. Das Videosignal wird dabei über (traditionell grüne) Koaxialkabel mit BNC-Steckern über lange Strecken übertragen. Am anderen Ende kann ein Bildmischer hängen oder auch direkt ein Projektor aus der Profiklasse, wie er in Veranstaltungszentren und Hörsälen üblich ist. Damit ein Bild aus Microsoft Teams in ein SDI-Kabel gelangt, braucht der Rechner, auf dem Teams läuft, aber Hardware mit SDI-Ausgängen.

Die Hardware kann zum Beispiel per USB-C eingestöpselt sein oder als PCI-Express-Karte im Rechner stecken. Microsoft führt zwei Hersteller solcher Hardware auf, deren Geräte offiziell unterstützt werden: AJA Video und Blackmagic

Design. Wenn Sie sich für einen einfachen SDI-Ausgang interessieren, ist der „Blackmagic Design UltraStudio Monitor 3G“ für rund 140 Euro die günstigste Hardware für diesen Zweck auf dem Markt. Die Geräte von AJA Video haben aktuell noch einen kleinen, aber entscheidenden Haken, wie Microsoft in seiner Dokumentation aufführt: Der Audiokanal über SDI mit dieser Hardware ist noch in Arbeit.

Wenn Sie SDI-Hardware beschafft haben, können Sie der Anleitung in diesem Artikel weitestgehend folgen, denn die grundsätzliche Einrichtung auf Teams-Seite ist fast identisch. Am Ende aktivieren Sie in der Konferenz lediglich einen SDI- statt NDI-Ausgang und wählen das Ausgabegerät.



Wenn ein Tenant-Admin das Recht erteilt hat, muss man als Benutzer die NDI-Funktion in den Einstellungen unter App-Berechtigungen aktivieren.

taste an, wählen im Kontextmenü den Punkt Informationen und setzen dort den Haken „Mit Rosetta öffnen“. Die Emulation kostet Performance, die Einstellung ist also nicht die empfohlene Einstellung für den Teams-Alltag.

Zweite Voraussetzung ist OBS Studio, das Sie unter obsproject.com für Ihr System herunterladen können. Auch hier gibt es wieder eine Extrabratwurst für macOS mit Apple-Prozessoren: Laden Sie unbedingt die Version für Intel-Prozessoren herunter. OBS selbst gibt es grundsätzlich auch in einer nativen Apple-Silicon-Version, doch das NDI-Plugin gibt es bisher nur für x86-Prozessoren und spielt nur mit dieser OBS-Version zusammen. Die Installation von OBS ist auf allen Betriebssystemen unspektakulär, der Installationsassistent stellt keine unerwarteten Fragen. Weiter, weiter, fertig.

Die nächste Voraussetzung ist das NDI-Plugin für OBS. Maintainer des Projekts ist der Entwickler Stéphane Lepin, bei GitHub unter dem Benutzernamen Palakis aktiv. Den Link zum Download des Plugins für Ihr Betriebssystem finden Sie über ct.de/ycns. Ebenfalls verlinkt ist dort die NDI-Runtime für Windows, macOS und Linux. OBS, das NDI-Plugin und die NDI-Runtime müssen alle auf der empfangenden Maschine installiert sein. Um zu prüfen, ob Sie bereit für den Empfang von NDI-Signalen sind, starten Sie OBS Studio, richten im Begrüßungsdialog Ihr Ausgabeformat ein (zum Beispiel 1080p)

und klicken unten unter Quellen auf das Plus. Wenn dort „NDI Source“ und keine Fehlermeldung auftaucht, ist OBS empfängerbereit.

Rechtefrage

Zeit für die Teams-Seite des Projekts: Nicht jeder Teams-Nutzer darf automatisch Videos per SDI oder NDI abgreifen. Vorher muss der Administrator der Organisation (des sogenannten Tenants) aktiv werden und die Funktion freischalten. Die Einstellung namens „Local broadcasting“,

die aktiviert werden muss, findet er im Teams-Admin-Center unter „Meetings/Meeting Policies“ und dort im Abschnitt „Audio & video“. Einrichten kann man die Berechtigung entweder global oder für einzelne Nutzer. Berechtigt werden muss aber nur der Nutzer, der Videokonferenzbilder per NDI aus Teams holen möchte. Die Gäste, deren Bilder abgegriffen werden, brauchen das Recht nicht.

Hat der Admin den Schalter umgelegt, müssen Sie Ihren Teams-Client einmal neu starten. Anschließend oben rechts auf die drei Punkte klicken, das Menü Einstellungen öffnen und dort zum Menüpunkt App-Berechtigungen navigieren. Dort sollte ganz unten ein neuer Abschnitt erschienen sein, der den sperrigen Titel „Produktionsfunktionen“ trägt. Den Schalter müssen Sie umlegen, um NDI und auch SDI ausgeben zu können. Sollte er sofort wieder zurückspringen, haben Sie Teams womöglich auf einem M1-Mac ohne Rosetta-Modus gestartet.

Die folgenden Schritte können Sie nicht mehr ganz allein ausprobieren, Sie müssen sich nach einem Kollegen umsehen, der mit Ihnen zum Test videotelefoniert. Rufen Sie ihn an oder starten Sie eine Konferenz und warten darauf, dass ein Kamerabild zu sehen ist. Zum Test kann das Gegenüber auch seinen Bildschirm teilen. Oben im Gesprächsfenster, direkt neben den Buttons für Kamera und Stummschaltung, verbirgt sich ein Dreipunkte-Menü und dahinter finden Sie den neuen Punkt „Übertragung über NDI“.

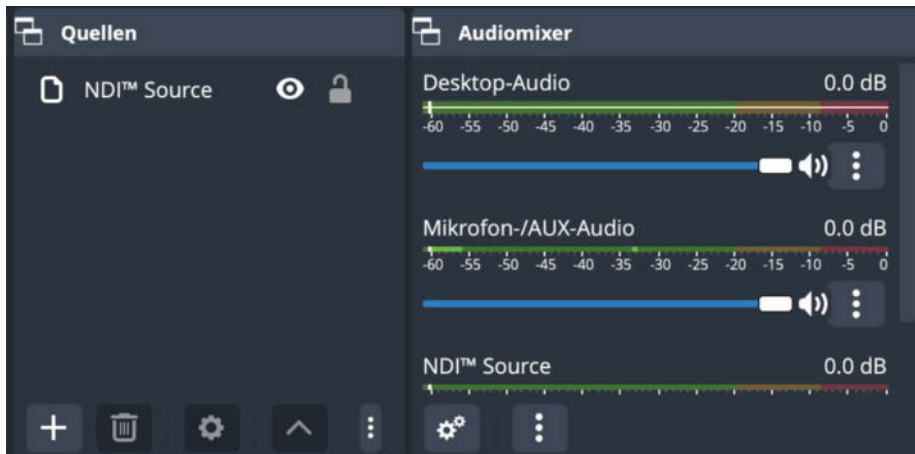
Die Alternativen: Zoom, vMix Co.

Dieser Artikel beschreibt lediglich eine mögliche Kombination von NDI-fähiger Videokonferenzsoftware und NDI-Empfänger – das ist aber nicht die einzige. Beide Enden der Signalkette können Sie auch austauschen. Aufseiten der Videokonferenzsoftware können Sie zum Beispiel auch Zoom einsetzen, um Kamerabilder per NDI umzuleiten. Wie das geht, erklärt Zoom in seiner Dokumentation (siehe ct.de/ycns). Auch in Ciscos Webex Webinars ist ein NDI-Ausgang eingebaut, wie das Unternehmen im Oktober 2022 mitteilte.

Auf Empfängerseite ist OBS Studio nicht die einzig mögliche Software. Wenn

Sie nur schnell die Verbindung testen wollen, ohne sich in OBS einzuarbeiten, gibt es von NewTek die kostenlose Programmsammlung „NDI Tools“ für Windows und macOS. Darin befindet sich ein kleines Werkzeug namens „Studio Monitor“, das einfach nur ein NDI-Video anzeigt.

Wenn Sie ohnehin schon mit NDI-Quellen (zum Beispiel NDI-Kameras) arbeiten, hatten Sie vermutlich schon Kontakt mit der Software vMix, dem kostenpflichtigen Schweizer Taschenmesser für Livevideoanwendungen. Zielgruppe sind ganz klar professionelle Anwender, die auch etwas Zeit zur Einarbeitung mitbringen.



In OBS Studio kommen die Bildsignale als NDI-Quellen an. Den Ton der einzelnen Sprecher kann man separat pegen.

Mit einem Klick beginnt Teams direkt, mehrere NDI-Streams auszusenden. Die Gesprächsteilnehmer werden mit der Einblendung „Diese Besprechung wird möglicherweise übertragen oder geteilt.“ darüber informiert, dass ihr Bild abgegriffen wird.

Mehrere Kanäle

Abschließend können Sie Teams und OBS leicht miteinander verheiraten. Fügen Sie in OBS über das Plus im Bereich Quellen eine neue „NDI Source“ hinzu und geben ihr einen aussagekräftigen Namen. Der finale Schritt ist denkbar einfach – denn zur Magie von NDI gehört auch, dass sich NDI-Geräte per mDNS und Bonjour gegenseitig im Netzwerk finden. Im Aufklappenmenü „Source Name“ sollten Sie gleich mindestens drei Streams mit „Teams“ im Namen angezeigt bekommen. Der Stream namens „Local“ enthält Ihr eigenes Kamerabild, der Stream „Active Speaker“ zeigt immer denjenigen Konferenzteilnehmer, den Teams gerade als Sprecher ausgemacht hat, weil sein Mikrofon gerade ein Signal liefert. Darunter in der Liste finden Sie für alle Teilnehmer der Konferenz ein eigenes Video. Sofern ein Teilnehmer seinen Bildschirm teilt, bekommen Sie auch den per NDI.

Ab diesem Punkt ist Ihre Kreativität gefragt: In OBS können Sie mehrere NDI-Bilder arrangieren und so zum Beispiel virtuelle Konferenzen (inklusive freigegebener Folien) oder digitale Podiumsdiskussionen mit mehreren Gesichtern nebeneinander gestalten. Eine Einschränkung gibt es aktuell aber noch:

Teams startet für jeden Konferenzteilnehmer einen NDI-Stream und kennt noch keine Möglichkeit, in der Teams-Oberfläche zu selektieren, welche Bilder überhaupt ausgegeben werden müssen. Eine riesige Teams-Sitzung mit Dutzenden Videobildern kann die Hardware, auf der Teams läuft, in die Knie zwingen – wie viele gleichzeitige Teilnehmer Ihr Rechner verkraftet, sollten Sie vor der Veranstaltung ausprobieren. Müssen Sie wirklich mal viele Gäste gleichzeitig oder dicht nacheinander zuschalten, können Sie auch zwei Konferenzen eröffnen und zwei unabhängige Teams-Rechner die Bilder per NDI aussenden lassen. Auf einem OBS-Rechner laufen die Signale dann zusammen.

Fazit

Die Zeit improvisierter Livestreams ist vorbei. Wer heute eine virtuelle oder hybride Veranstaltung besucht, erwartet perfekt arrangierte Bilder und keine abgefilmten Videokonferenzen. Diesen Anblick ertragen die meisten Berufstätigen schon lange genug und schalten genervt ab, wenn auch andere Veranstaltungen so aussehen.

Über den Standard NDI bekommen Sie saubere Videos von Konferenzteilnehmern ohne störende Einblendungen. Die Einrichtung in Microsoft Teams geht zügig, sofern der Teams-Admin Ihrer Organisation den Schalter umlegt. Danach sind der Kreativität in Bildmischerprogrammen wie OBS oder vMix fast keine Grenzen gesetzt.

(jam@ct.de) **ct**

NDI, OBS und Teams: ct.de/ycns

Bauen Sie Ihren Wunsch-PC



**+ GRATIS Webinar
im Wert von 99,- €**

Neben den Bauvorschlägen für PCs unterstützt Sie dieses Sonderheft mit einer umfangreichen Kaufberatung zu gängigen PC-Komponenten.

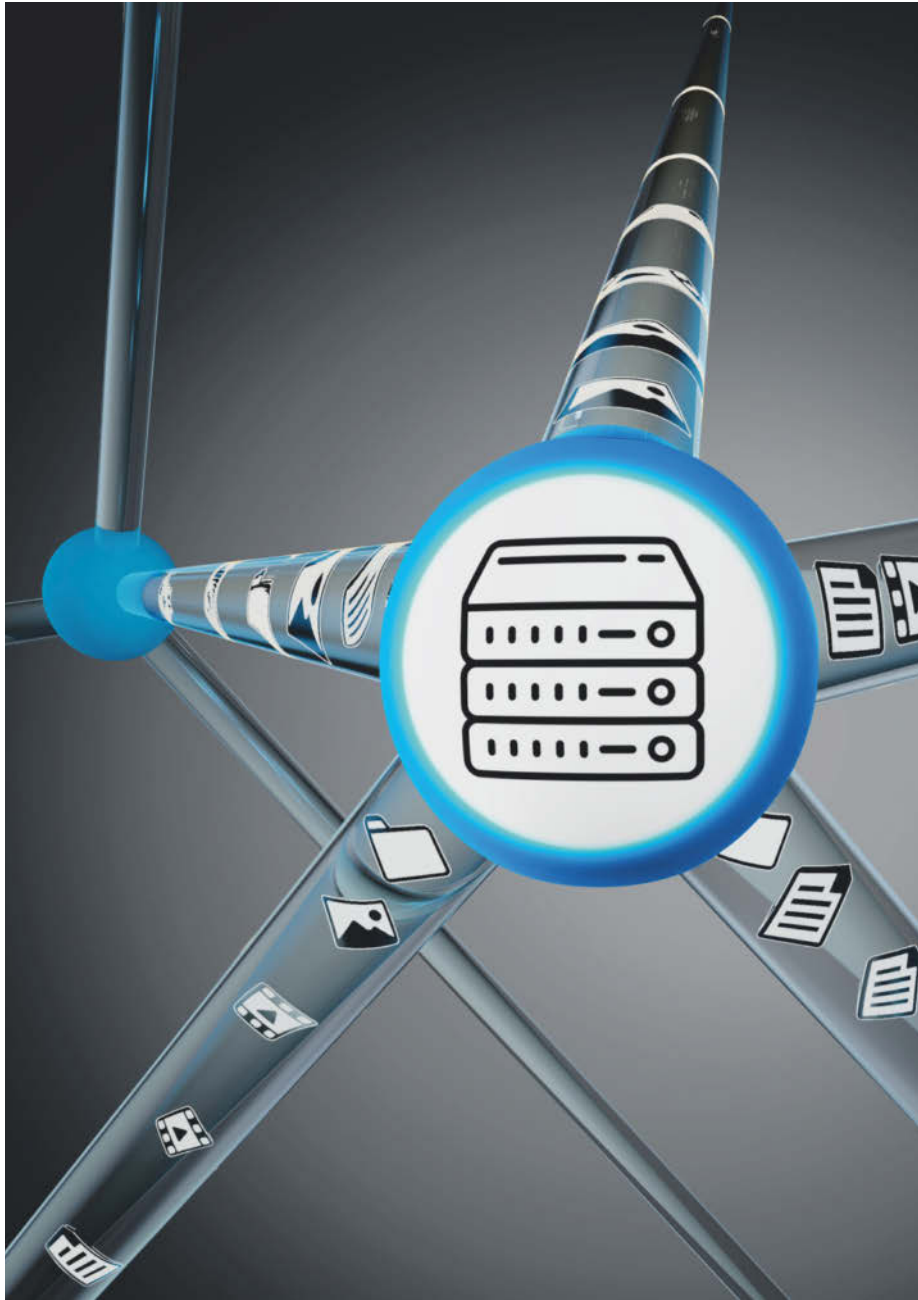
Die Artikel helfen Ihnen nicht nur beim Bau eines neuen Rechners, sondern auch beim Aufrüsten bestehender Systeme. So beschaffen Sie Ihrem Rechner einen zweiten Frühling, tun der Umwelt etwas Gutes und sparen obendrein noch Geld!

- ▶ Selbstbau-Wunsch-PC
- ▶ Allround-PC: Sparsam, leise, trotzdem schnell
- ▶ Komponenten im Test
- ▶ Kaufberatung SSDs und Festplatten
- ▶ Ratgeber Hardware-Kauf
- ▶ inkl. GRATIS-Webinar:
Sichere Konfiguration von Büro-PCs – Hardware und BIOS-Setup

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

 shop.heise.de/ct-hardwareguide22

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 20 € (innerhalb Deutschlands). Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.



Kommerzielle VPNs versprechen Schutz vor Attacken in unbekannten WLAN-Hotspots, doch manche VPN-Anbieter spionieren ihre Kunden selbst aus. Wir beschreiben, wie Sie mit ZeroTier und einem 5-Euro-vServer solch einen Dienst für Freunde und sich selbst aufsetzen.

Von Dušan Živadinović

ZeroTier ist ein modernes virtuelles privates Netz (VPN) auf Peer-to-Peer-Grundlage, mit dem man zum Beispiel ferne Geräte warten oder auf Freigaben zugreifen kann. Wie das geht, haben wir in c't 7/23 ausführlich beschrieben. Dabei bilden die ZeroTier-Clients ein vom Internet abgetrenntes Mesh-VPN (auch Overlay-Netz genannt). Diese Grundarchitektur taugt nicht zum Schutz in WLAN-Hotspots, weil sie kein Gateway enthält, das den VPN-Verkehr ins Internet weitergibt. Aber den kann man mit etwas Aufwand nachrüsten. Dann können Sie zum Beispiel den Verkehr Ihres Notebooks in einem Hotel-WLAN verschlüsselt verschicken und erst im sicheren Hafen des von Ihnen gewählten Gateways ins Internet lassen.

Als Gateway eignen sich vServer mit Linux von Digital Ocean oder Hetzner; man bekommt sie für 4 bis 5 Euro monatlich. Dabei können die ZeroTier-Clients und das Gateway nicht nur das moderne IPv6-Protokoll tunneln, sondern auch das veraltete IPv4 (Dual-Stack).

Prinzipiell lassen sich solche Gateways auch mit WireGuard oder OpenVPN auf einem vServer aufsetzen. Mit ZeroTier klappt das einfacher, weil man die Client-Konfigurationen im Webinterface „ZeroTier Central“ zusammenklickt und dann über das ZeroTier-Backend automatisch verteilen lässt. Daher muss man die Clients nicht persönlich beehren, was Admins besonders bei späteren Änderungen, etwa am IP-Adressbereich oder an statischen Routen, sehr schätzen. Die Serverkonfiguration läuft freilich wie bei WireGuard und anderen im Terminal ab und erfordert einige Geduld und etwas Netzwerk-Know-how.

Außerdem kann man über ZeroTier Central globale IPv6-Adressen verteilen, was man nutzen kann, um auf Clients IPv6

Selbst-verteidigung

Sicher im Internet mit eigenem VPN und ZeroTier-Gateway

nachzurüsten, falls der Provider noch nicht so weit ist. Dann sind Zugriffe auf ferne Clients möglich, die hinter DS-Lite-Anschlüssen nur per IPv6 erreichbar sind, obwohl der lokale Anschluss nur IPv4-Verkehr befördert.

Die Anleitung besteht aus drei Teilen: Gateway-Einrichten für IPv4 und IPv6 sowie Client-Konfiguration. Den Linux-Server konfigurieren Sie über eine Handvoll Konfigurationsdateien. Damit Sie nicht jeden Buchstaben selbst tippen müssen, haben wir unter ct.de/y9v8 Muster bereitgestellt, die Sie nur an wenigen Stellen an Ihre Umgebung anpassen müssen.

Der IPv4-Tunnel genügt für Clients, die nur per IPv4 ins Internet kommen (z. B. an DSL-Anschlüssen von Vodafone) und nur IPv4-Ziele ansprechen. Wenn die Clients ihren gesamten IPv4-Verkehr durch den Tunnel über das

Gateway ins Internet schicken (Full-VPN), wird die öffentliche IPv4-Adresse des vServers zur Internetadresse des Clients.

Aber für Clients, die über Dual-Stack-Anschlüsse ins Internet kommen – also solche, die sowohl IPv4 als auch IPv6 befördern –, reicht der IPv4-Tunnel nicht aus. Denn wenn solche Clients Dual-Stack-Ziele ansteuern (z. B. Webseiten, die sowohl per IPv6 als auch per IPv4 erreichbar sind), dann bevorzugen sie für die Übertragung die globale IPv6-Adresse, die sie vom Provider erhalten haben und ignorieren den IPv4-Tunnel. Um dann allen Verkehr zu tunneln, muss man entweder – die weit schlechtere Lösung – IPv6 abschalten oder den Tunnel um IPv6 erweitern. Wir zeigen, wie Sie auch den IPv6-Verkehr in den Tunnel bringen.

vServer einrichten

Richten Sie nun einen neuen vServer ein. Bei Hetzner beispielsweise legt man dafür ein neues Projekt an und trägt einen Namen wie ZT-Router ein. Mit einem Klick auf „Server erstellen“ können Sie den Standort (z. B. Nürnberg) und andere Merkmale wählen. Die kleinste CPU und SSD genügen. 20 Terabyte Verkehr monatlich sind inklusive, was für kleine bis mittlere Arbeitsgruppen genügen sollte.

Wir haben die Anleitung mit einem vServer und aktuellem Debian-Linux ausprobiert. Stellen Sie sicher, dass IPv4- und IPv6-Adressen zugeteilt werden, laden Sie für die Fernwartung Ihren öffentlichen

SSH-Schlüssel hoch und tragen Sie ganz unten den Servernamen ein, also etwa ZT-Router. Der Klick auf „Kostenpflichtig erstellen“ erzeugt die Serverinstanz; derzeit für 4,51 Euro monatlich.

Im Webinterface sind nun einige Statusmeldungen und die IPv4-Adresse des Servers aufgeführt (z. B. 198.51.100.11). Kopieren Sie diese, beenden Sie die Sitzung und wählen Sie sich per SSH auf dem neuen Server ein:

```
ssh root@198.51.100.11
```

Gateway im ZT-Netz

Aktualisieren Sie die Debian-Installation und installieren Sie die iptables-Firewall

sowie die Pakete gpg und ndppd (NDP Proxy Daemon) mit den Kommandos, die nach diesem Absatz folgen. Die Fire-

wall soll die Pakete der Clients zwischen der virtuellen ZeroTier- und der physischen Ethernet-Schnittstelle des vServers umschlagen. Gpg und ndppd sind für die ZeroTier-Installation und die IPv6-Routen erforderlich.

```
apt update
apt full-upgrade
apt install iptables
iptables-persistent gpg ndppd
```

Falls noch nicht geschehen, legen Sie auf zerotier.com ein Konto an, melden Sie sich

an und erzeugen Sie mit „Create A Network“ ein neues Netz. Installieren Sie dann den ZeroTier-Client auf dem vServer, indem Sie der Linux-Anleitung auf zerotier.com/download folgen. Fügen Sie dem Client Ihr ZT-Netz hinzu; kopieren Sie dafür die Netzwerk-ID aus dem ZeroTier-Webinterface heraus und setzen Sie sie in den folgenden Befehl anstelle von Network-ID ein:

```
zerotier-cli join Network-ID
```

Im ZT-Webinterface scrollen Sie nach unten zum Abschnitt Members, um den vServer zu finden. Erlauben Sie ihm den Zutritt. Tragen Sie dann im Webinterface seinen Namen ein (ZT-Router).

Tragen Sie dann im Bereich „DNS“ im Feld „Search Domain“ eine private Domain wie „lokal“ ein und im Feld „Server Address“ die IP-Adresse eines öffentlichen DNS-Resolvers ein, beispielsweise 9.9.9.9 vom gemeinnützigen Schweizer Unternehmen Quad9. So können Clients alle für den IP-Verkehr erforderlichen DNS-Anfragen über den Tunnel schicken.

IPv4-Router

Schalten Sie danach das Weiterleiten von IPv4- und IPv6-Paketen ein. Öffnen Sie dafür die Datei `/etc/sysctl.conf` mit dem Editor nano und entfernen Sie vor den Variablen `net.ipv4.ip_forward` und `net.ipv6.conf.all.forwarding` die Kommentarzeichen. Speichern Sie die Änderungen mit `Strg+X` und `Strg+Y` (`Ctrl+X` und `Ctrl+Y` auf einem Mac).



Mit dem Peer-to-Peer-Netz ZeroTier kann man VPN-Tunnel einrichten, die Smartphones und Notebooks in fremden Netzen vor neugierigen Augen schützen. Ein Teil der Einrichtung erfolgt im ZeroTier-Webinterface, darunter etwa die statischen Routen, die in den Tunnel führen.

Advanced

Managed Routes 2/128

0.0.0.0/0

via 10.147.17.135

10.147.17.0/24

(LAN)

Add Routes

Destination

Via

Submit

Am Ende der Konfiguration im Webinterface von ZeroTier sollten im Bereich „Managed Routes“ vier Einträge stehen: Der erste definiert den Weg für IPv6-Pakete über das Gateway ins Internet, der zweite für IPv4-Pakete. Dann folgen die Einträge für das IPv4-LAN auf ZeroTier-Grundlage und für das IPv6-LAN mit globalen Adressen (orange Erdkugel), die der vServer beisteuert.

Laden Sie dann unsere Konfigurationsvorlagen von ct.de/y9v8 herunter. Die Datei heißt Gateway-Configs.zip. Wenn Sie sie im Download-Ordner entpackt haben, wechseln Sie im Terminal dorthin und bringen Sie die Regeln an ihren Platz:

```
cd ~/Downloads/Gateway-Configs
cp ct-rules.v4 /etc/iptables/rules.v4
cp ct-rules.v6 /etc/iptables/rules.v6
```

Lesen Sie mit `ip a` die Namen des physischen und des ZT-Interfaces aus. Im Beispiel heißt das physische Interface `eth0` und das ZT-Interface `ztfp6bm43a`. Tragen Sie dann beide in die IPv4-Firewall-Regeln anstelle der Platzhalter ein:

```
sudo nano /etc/iptables/rules.v4
```

Damit die Regeln wirksam werden, lesen Sie sie mit `iptables-restore` ein:

```
sudo iptables-restore<
< /etc/iptables/rules.v4
```

Anschließend aktivieren Sie den `iptables`-Dienst und starten ihn mit dem Befehl `systemctl`:

```
systemctl enable iptables
systemctl start iptables
```

Damit die Clients den Tunnel verwenden, muss man ihnen die richtige Route zum

ZT-Client auf dem vServer mitteilen. Lesen Sie dafür zunächst die von ZeroTier zugeteilte private IPv4-Adresse des vServers aus und tragen Sie sie im ZT-Webinterface im Bereich „Managed Routes“ als IPv4-Route ein: Destination `0.0.0.0/0` via ZT-Adresse des vServers. Wenn Sie auf „Submit“ klicken, weist das Backend von ZeroTier die neue Route automatisch den angemeldeten ZT-Clients zu und erspart Ihnen diese Arbeit. Damit ist die Gateway-Konfiguration für IPv4 abgeschlossen.

IPv6-Router

Die IPv6-Regeln sind komplexer, denn die Clients benötigen für den Verkehr mit dem modernen Protokoll globale IPv6-Adressen aus dem Adressraum des vServers und die Route muss an mehreren Stellen gesetzt werden. Um beides einzurichten, liest man zunächst die globale IPv6-Adresse des vServers mit `ip a` aus; Sie finden sie in der Zeile, die mit „scope global“ endet. Ein Beispiel sieht so aus:

```
2001:db8:beef:beef::1/64 scope global
```

Hetzner teilt den vServern standardmäßig ein /64-Netz zu, also etwa `2001:db8:beef:beef::/64`. Davon zwackt man einen kleinen Bereich (z. B. /80) für die ZT-Clients ab und trägt diesen in das ZT-Webinterface ein. Die Start- und Endadresse werfen Adressrechner wie https://www.gestioip.net/cgi-bin/subnet_calculator.cgi aus.

Bilden Sie zunächst ein /80-Teilnetz, indem Sie 1 an das vServer-Präfix anfügen. Wenn das /64-er Präfix Ihres Servers `2001:db8:beef:beef::1/64` lautet, dann sieht der /80-Teil so aus: `2001:db8:beef:beef:1::/80`. Geben Sie das in den Subnet-Calculator ein und als „network range“ erscheint `2001:db8:beef:beef:0001:0000:0000:0000` und `2001:db8:beef:beef:0001:ffff:ffff:ffff`.

Aktivieren Sie im ZT-Interface die Option „Auto-Assign from Range“ und tragen Sie die Adressen in die Felder „Range Start“ und „Range End“ ein. Klicken Sie dann auf „Submit“, um die Einstellungen zu übernehmen.

Weil die globalen IPv6-Adressen zu Hetzners Netzwerk und Routingbaum gehören, funktioniert die IPv6-Kommunikation mit anderen Internet-Hosts nicht ohne Weiteres. Dafür richten Sie zunächst für den Verkehr zwischen ZT-Clients und vServer eine statische IPv6-Route mittels einer Universal Local Address ein (ULA, beginnt mit „fd“). Die fd-Adresse des vServers finden Sie im ZT-Interface im Bereich Members, beispielsweise `fd42:42ca:a427:b42c:9993:9422:7fd:91`.

Die Route für den IPv6-Verkehr trägt man ebenfalls in „Managed Routes“ ein: Destination `::/0` via `fd42:42ca:a427:b42c:9993:9422:7fd:91`. Klicken Sie auf „Submit“, damit das Backend die Route an die Clients weitergibt.

Als nächstes teilt man ZT das /80-Teilnetz des vServers mit, im Beispiel `2001:db8:beef:beef::/64`. Dafür trägt man ebenfalls in „Managed Routes“ links im Feld „Destination“ das /80-Subnetz ein; das via-Feld rechts daneben bleibt leer. Klicken Sie zum Übernehmen auf „Submit“. Nach dem Übernehmen sollte ZT rechts neben dem IPv6-LAN ein Erdkugelsymbol einblenden, was so viel heißt wie „dieses Netzwerk verwendet globale IPv6-Adressen“.

Kehren Sie zurück zum Terminal und zur Server-Konfiguration. Damit das Gateway die für Clients bestimmten IPv6-Pakete aus dem Internet korrekt zustellt, setzt man im vServer die passende IPv6-Route zum ZT-Interface. Das erledigt das Bash-Skript `zt-ipv6-route.sh`. Damit das beim Booten automatisch passiert, legt man eine Systemd-Unit an.

Kopieren Sie dafür die Unit-Datei `zt-ipv6-route.service` aus `~/Downloads/Gateway-Configs` in den Ordner `/etc/systemd/system/`, das Bash-Skript `zt-ipv6-route.sh` in den Ordner `/usr/local/sbin`

und schalten Sie für das Skript das Ausführungsbit ein:

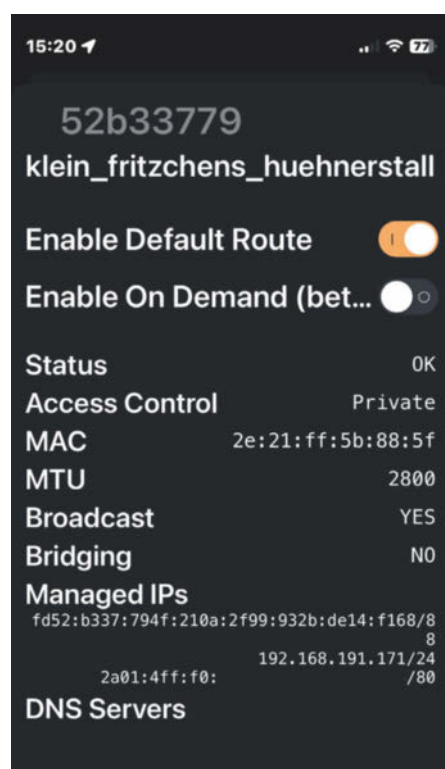
```
chmod +x /usr/local/sbin/z
zt-ipv6-route.sh
```

Lesen Sie mit `ip a` den Namen des ZT-Interfaces aus, zum Beispiel `ztfp6bm43a`. Suchen Sie mit dem Befehl `systemctl` nach dem ZT-Netzwerk-Device, das beim Systemstart hochgefahren wird:

```
systemctl list-units -a -t
device | grep -i ztfp6bm43a
```

Im Beispiel heißt der Eintrag `sys-devices-virtual-net-ztfp6bm43a.device`. Ersetzen Sie in `/etc/systemd/system/zt-ipv6-route.service` den Device-Namen in den Zeilen „Requires“ und „After“ mit Ihrem Device-Namen. Ersetzen Sie in `/usr/local/bin/zt-ipv6-route.sh` das /80-Teilnetz und den ZT-Interface-Namen mit Ihren Daten. Aktivieren und starten Sie den Dienst:

```
systemctl enable zt-ipv6-route
systemctl start zt-ipv6-route
```



Auf Smartphones mit Android und iOS hat man die freie Wahl, ob man den gesamten IP-Verkehr durch den Tunnel ins Internet schickt oder nur den Teil, der für das ZeroTier-Netz bestimmt ist.

Starten Sie den vServer neu und prüfen Sie mit `sudo ip -6 route show`, ob das Unit-File die Route zum /80-Teilnetz gesetzt hat. In der Ausgabe sollte das /80-Netz zusammen mit dem ZT-Interface in der zweiten Zeile erscheinen. Falls Sie von vorn beginnen müssen: eine fehlerhafte Route kann man so löschen:

```
sudo ip -6 route del
2001:db8:beef:beef:1::/80
```

Konfigurieren Sie nun die IPv6-Firewall-Regeln; das Muster steht bereits in `/etc/rules.v6`. Öffnen Sie diese Datei mit `nano` und ersetzen Sie darin das ZT-Interface und das Client-IPv6-Netz mit Ihren Angaben. Laden Sie die Regeln mit:

```
sudo ip6tables-restore
/etc/iptables/rules.v6
```

Aktivieren und starten Sie die IPv6-Firewall:

```
systemctl enable ip6tables
systemctl start ip6tables
```

Zum Schluss muss das vServer-Netz lernen, wie die Clients mit ihren globalen IPv6-Adressen erreichbar sind. Dafür kann man den IPv6-Dienst Neighbor Discovery Protocol (NDP) verwenden, der im Daemon `ndppd` implementiert ist. Er beantwortet auf dem vServer NDP-Anfragen für Ihr /80-Subnetz. Verfrachten Sie die von uns vorbereitete Konfiguration an Ihr Ziel:

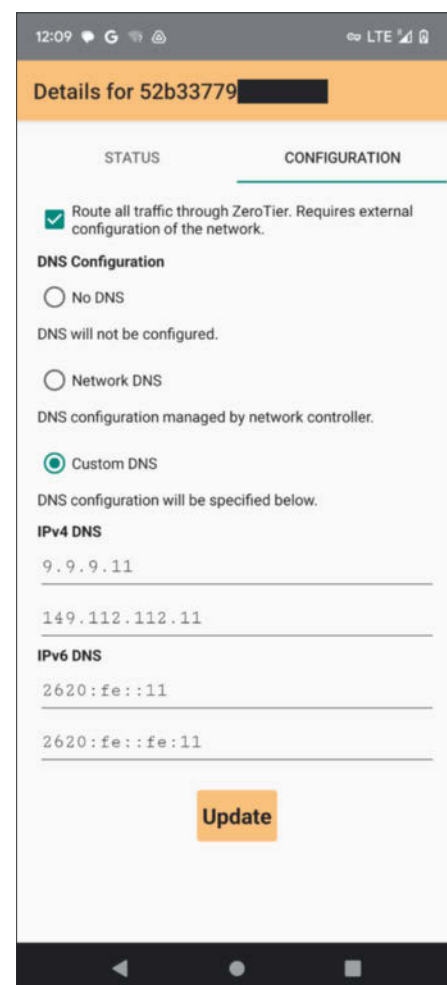
```
cd ~/Downloads/Gateway-Configs
cp ct-ndppd.conf /etc/ndppd.conf
```

Öffnen Sie `/etc/ndppd.conf` mit `nano` und ersetzen Sie darin in der Zeile „rule“ das /64-Teilnetz mit dem /64-Teilnetz, das der vServer verwendet und in der Zeile `iface` das ZT-Interface. Wenn Sie `ndppd` aktivieren und starten, ist das Gateway fertig eingerichtet:

```
systemctl enable ndppd
systemctl start ndppd
```

Schnelle Testfahrt

Am schnellsten lässt sich der Tunnel auf Smartphones testen, auch wegen der grafischen Bedienoberfläche. Installieren Sie ZT und bringen Sie den ZT-Client ins ZeroTier-Netz. Aktivieren Sie die Option



Die Bedienelemente der ZeroTier-Clients sind leicht unterschiedlich verteilt und auch verschieden bezeichnet (oben die Android-Variante, links iOS). Die Vernetzung und der Tunnelverkehr funktionieren trotzdem gleich.

„Enable Default Route“ und rufen Sie im Browser die Webseite `ct.de/ip` auf. Wenn das Routing wie geplant funktioniert, sollte die Webseite als Anfragequelle entweder die IPv4-Adresse des vServers oder eine globale IPv6-Adresse des Clients zeigen, die aus dem /80-Netz des vServers stammt.

Im mehrwöchigen Test hat das ZT-VPN zuverlässig funktioniert, sowohl auf Smartphones als auch Notebooks mit Linux, macOS und Windows. Etwas lästig ist nur, dass die ZT-Clients umständlich über Menü- oder Kommandozeilenabfragen zeigen, ob aller Verkehr durch den Tunnel geht oder nur der Teil, der für das ZT-Netz eingerichtet ist. Immerhin kann man aber zwischen den beiden Modi schnell umschalten. (dz@ct.de) **ct**

ZT- und vServer-Infos: ct.de/y9v8

Für Wissenshungrige...

Ausgewählte Fachliteratur



Wolfram Gieseke

Windows 11 – Power-Tipps

Ob ein externes Gerät nicht erkannt wird, Programme nicht mehr wie gewohnt laufen oder ein Ihnen unbekannter Update-Fehler auftritt: Wenn Sie den unterschiedlichen Fehlermeldungen selbst auf den Grund gehen möchten, hilft Ihnen dieses Buch weiter.

19,95 €



Brian Svidergol, Bob Clements, Charles Pluta

Microsoft 365 Mobilität und Sicherheit

Bereiten Sie sich auf die Microsoft-Prüfung MS-101 vor und zeigen Sie, dass Sie die erforderlichen Fähigkeiten und Kenntnisse für die Verwaltung von Mobilität und Sicherheit in Microsoft 365 sowie die damit verbundenen Verwaltungsaufgaben in der Praxis beherrschen. Dieses Prüfungstraining wurde für erfahrene IT-Profis entwickelt.

49,90 €



Eric Amberg, Daniel Schmid
Hacking – Der umfassende Praxis-Guide (2. Auflage)

Dies ist ein Leitfaden für angehende Hacker, Penetration Tester, IT-Systembeauftragte, Sicherheitsspezialisten und interessierte Poweruser. Mithilfe vieler Workshops sowie Tipps und Tricks lernen Sie die Vorgehensweise eines professionellen Hacking-Angriffs kennen.

49,99 €



Michael Weigend
Python 3 für Studium und Ausbildung

Alle wichtigen Grundlagen der Python-Programmierung werden erklärt. Es sind keine Vorkenntnisse notwendig und die Themen werden fachunabhängig erläutert.

19,99 €



Christian Immler
Haus und Wohnung smart vernetzt

Ob Sie Daten, Musik und Medien im ganzen Haus nutzen, Ihr WLAN optimieren oder per App aus der Ferne Ihre Heizung anstellen, diese und weitere relevante Themen rund um Ihr vernetztes Zuhause werden in diesem Buch ausführlich besprochen.

19,95 €

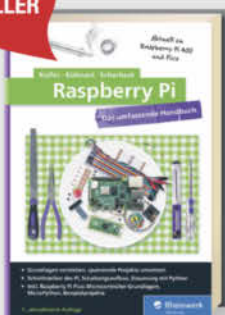


Thomas Kaffka
3D-Druck – Praxisbuch für Einsteiger (3. Auflage)

Entdecken Sie die nahezu unbegrenzten Möglichkeiten des 3D-Drucks in allen Varianten: vom Einsatz des eigenen 3D-Druckers zu Hause über die Verwendung von öffentlich zugänglichen Druckern bis hin zur Nutzung von 3D-Druckservices.

29,99 €

BEST-SELLER



Michael Kofler, Charly Kühnast, Christoph Scherbeck
Raspberry Pi (7. Auflage)

Das Standardwerk in 7. Auflage, aktuell zum Raspberry Pi Pico. Die RasPi-Experten Michael Kofler, Charly Kühnast und Christoph Scherbeck bieten Ihnen auf über 1.000 Seiten das komplette Wissen, damit Sie mit dem Raspberry Pi richtig durchstarten.

44,90 €



Anatomie 4D – Der menschliche Körper

Mithilfe einer kostenlosen App und bahnbrechender Augmented Reality kann der Aufbau der Knochen, die Muskeln in Aktion, das Nerven- und Kreislaufsystem sowie das größte menschliche Organ, die Haut, beobachtet werden.

14,95 €



shop.heise.de/highlights2023

PORTOFREI AB 20 € BESTELLWERT INNERHALB DEUTSCHLANDS



Zubehör und Gadgets



Oxocard Artwork Creative Coding

Mit dem leistungsfähigen Dual-Core Chip ESP32 liefert die Oxocard genügend Power für Ihre Experimente. Lernen Sie in kurzer Zeit wie man beeindruckende visuelle Effekte erzeugt, wie wir sie aus Spielen und Filmen kennen.

69,90 €



musegear® finder Version 2

Finden Sie Schlüssel, Handtasche oder Geldbeutel bequem wieder statt ziellos zu suchen. Mit dem Finder können Sie z.B. das Smartphone klingeln lassen oder Wertgegenstände einfach tracken und noch mehr.

24,90 €



Joy-IT LCR-T7 Messgerät

Mit Hilfe des LCR Messgerätes können Sie die Induktivitäten (L) von Spulen, Kapazitäten (C) von Kondensatoren und deren Widerstände (R) als Verlust messen. Die automatische Bauteilerkennung von dem Messgerät kann elektronische Komponenten (Dioden, Z-Dioden, Doppeldioden, Widerstände, Kondensatoren, Induktoren, Thyristoren, Triacs, Feldeffekttransistoren, Bipolartransistoren und Batterien) erkennen.

29,90 €



Nitrokey 3A NFC

Der Nitrokey 3 vereint die Funktionen vorheriger Nitrokey Modelle: FIDO2, Einmalpasswörter, OpenPGP Chipkarte, Curve25519, Passwort-Manager, Common Criteria EAL 6+ zertifiziertes Secure Element, Firmware-Updates. Damit werden Ihre Accounts zuverlässig gegen Phishing und Passwort-Diebstahl geschützt.

59,90 €



Joy-IT OR750i: Freifunk- & OpenWrt-Dual-Band-Router

Der Einstieg in die Freifunk- und OpenWrt-Welt kann oft schwierig sein. Deshalb hat Joy-IT in Zusammenarbeit mit Freifunk Hannover und c't den OR750i entwickelt.

Dank Webinterface kann man beliebige Firmwares einfach hochladen – ohne komplizierte Kommandos oder inkompatible Hardware-Revisionen; ideal für OpenWrt-Einsteiger und solche, die Freifunk einfach nur nutzen wollen.

39,90 €



NEU

JOY-IT DSO-138 M mini Oszilloskop

Das Mini- Oszilloskop mit einer Bildschirm-Größe von 2,4" kann per USB oder Akku betrieben werden. Eine Verbesserung ist der externe Triggereingang, welcher TTL- und LVTTTL-Signale als Quelle akzeptiert und serielle Ausgabe von Wellenformdaten.

54,90 €



Die Reise mit dem micro:bit V2

Mit der Electronic Adventure Experimentier-Box ab 8 Jahren lernt man in aufeinander aufbauenden Lektionen wie sich auf Basis des BBC micro:bit spannende Experimente verwirklichen lassen.

49,90 €



REINER SCT Authenticator

Der REINER SCT Authenticator speichert die elektronischen Schlüssel für die Logins sicher in seiner Hardware und generiert die TOTP-Einmalpasswörter hochgenau alle 30 Sekunden. Er arbeitet ohne Internetverbindung und kann deshalb online nicht angegriffen werden. Zusätzlich kann seine Funktion noch mit einem PIN-Schutz abgesichert werden.

44,90 €

Fiskus verdient mit

Wann und wie Sie Verkäufe auf eBay & Co. versteuern müssen

Der Verkauf von Artikeln auf den bekannten Handelsplattformen im Netz ist vielen längst selbstverständlich geworden. Weniger selbstverständlich scheint es, dass eventuell auch das Finanzamt seinen Anteil haben will. Aber wann ist das der Fall und was muss man beachten?

Von Martin Weigel

Wegen gelegentlicher Verkäufe von Gegenständen aus dem Privatvermögen zieht das Finanzamt in der Regel niemanden zur Zahlung von Steuern heran. Das gilt aber nicht unbedingt für regelmäßige Verkäufe auf Plattformen wie eBay & Co. Sie bleiben nicht unbemerkt, denn seit dem 1. Januar gilt das Plattformen-Steuertransparenzgesetz. Danach müssen die Betreiber von Auktions- und Kleinanzeigenportalen wie eBay, eBay-Kleinanzeigen, Booklooker, Amazon & Co. dem Bundeszentralamt für Steuern private Verkäufe melden, wenn eine Person pro Jahr mehr als 30 Mal etwas verkauft oder insgesamt mehr als 2000 Euro erlöst. Dass auch als privat deklarierte Verkäufe steuerpflichtig sein können, hat der Bundesfinanzhof (BFH) bereits in mehreren Urteilen bestätigt.

Die Klägerin eines Ausgangsverfahrens bot Gegenstände aus Haushaltsauflösungen an und hatte dazu vier Konten auf eBay nebst zwei Girokonten eingerichtet. In hunderten Aktionen hatte sie über vier Jahre hinweg Einnahmen in Höhe von jährlich 40.000 bis 90.000 Euro erzielt. Steuererklärungen hatte sie nicht abgegeben und keine Aufzeichnungen geführt.

In dem Verfahren vor dem BFH machte sie geltend, sie habe lediglich gelegentlich Gegenstände aus Haushaltsauflösungen über eBay für ein Mindestgebot von

einem Euro aus Spaß verkauft. Sie habe keine Werbung geschaltet. Als arbeitsunfähig krankgeschriebene Person sei sie nicht dazu in der Lage gewesen, einen Gewerbebetrieb zu führen. Bei eBay sei sie auch nur als private Kundin gelistet.

Die verschiedenen Steuerarten

Die Rechtsprechung betrachtet jeden einzelnen Fall von Verkäufen über Handelsplattformen im Rahmen einer Gesamtabwägung. Der Zeitraum und die Anzahl der Verkäufe sowie die Höhe des erzielten Gewinns allein machen den Verkauf über das Internet noch nicht zu einem steuerpflichtigen Geschäft. Privatpersonen dürfen daher über Jahre hinweg Waren aus ihrem privaten Bereich über Internetplattformen verkaufen, ohne dass dabei Gewerbe- oder Einkommensteuer fällig wird.

Demgegenüber ordnet die Rechtsprechung den planmäßigen An- und Verkauf von Gegenständen dem Handel und damit der gewerblichen Tätigkeit zu. Damit ist insbesondere der Ankauf von Gegenständen in der Absicht gemeint, diese später wieder zu veräußern. Zusätzlich – und das ist meist die entscheidende Frage – muss der Handel über den Rahmen einer privaten Vermögensverwaltung hinausgehen.

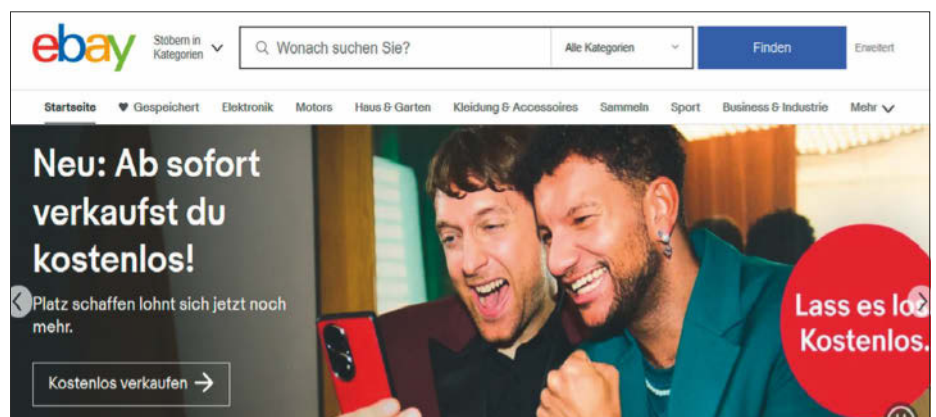
In Zweifelsfällen ist zunächst zu prüfen, ob der Handel dem Bild entspricht, das nach der Verkehrsanschauung einen Gewerbebetrieb kennzeichnet. Ob sich ein Verkäufer auf der Internetplattform als privater Händler registriert, ist für die Rechtsprechung hingegen unerheblich. Auch die Frage, ob jemand ohne Gesamtkonzept verkauft hat, ist nicht entscheidend.

Der X. Senat des BFH folgte der Beurteilung der Vorinstanz, dass die Verkäuferin einen gewerblichen Handel betrieben habe. Sie habe Waren zum Zwecke des Weiterverkaufs und mit Gewinnerzielungsabsicht erworben, was sich aus der Ertragssituation eindeutig ergebe. Ihre Einkünfte daraus unterlagen also der Einkommensteuer, wobei wie üblich die damit verbundenen Werbungskosten abzuziehen waren. Diese sind zu schätzen, wenn keine Aufzeichnungen vorliegen und sie nicht ermittelt werden können.

Umsatzsteuer

Bei der Umsatzsteuer gelten andere gesetzliche Vorgaben als für die Einkommens- und Gewerbesteuern. Wer eine gewerbliche Tätigkeit selbstständig ausübt, ist als Unternehmer im Sinne des § 2 Abs. 1 Satz 1 UStG anzusehen. Auf die Frage, ob die Klägerin beabsichtigte, Gewinne zu erzielen, kam es für die Umsatzsteuer gemäß § 2 Abs. 1 Satz 3 UStG nicht an. Die Rechtsprechung stellt hier darauf ab, ob die Verkaufstätigkeit nachhaltig war.

Das ist der Fall, wenn der Verkäufer aktive Schritte zum Vertrieb von Gegenständen unternimmt, indem er sich ähnlicher Mittel bedient wie ein Erzeuger, Händler oder Dienstleister. Auch hier muss man sämtliche Umstände des Ein-



Von der Werbung sollte man sich nicht blenden lassen. Unter bestimmten Bedingungen verlangt das Finanzamt auch bei Privatverkäufen eine Beteiligung. Auf seine Blindheit für Onlinegeschäfte sollte man sich nicht verlassen.

zelfalls betrachten. Es kommt nicht darauf an, ob bereits beim Erwerb der Ware eine Wiederverkaufsabsicht bestand. Auch die Anzahl und das Volumen der Verkäufe sind für sich genommen nur zwei von mehreren zu berücksichtigenden Kriterien. Im geschilderten Fall hatte die Verkäuferin einen erheblichen Organisationsaufwand für die zahlreichen Verkäufe betrieben und langfristig intensiv verkauft.

Höhe der Steuer

Gewerbe- und Umsatzsteuer sind erst ab gewissen Größenordnungen zu zahlen. Bei der Gewerbesteuer erhalten Privatpersonen und Personengesellschaften einen Freibetrag von 24.500 Euro Umsatz im Jahr. Die Umsatzsteuer entfällt, wenn der Bruttoumsatz im vorangegangenen Kalenderjahr 22.000 Euro nicht überstiegen hat und im laufenden Kalenderjahr 50.000 Euro voraussichtlich nicht übersteigen wird (§ 19 Abs. 1 UStG). Für das Jahr, in dem der Verkäufer mit seiner Tätigkeit beginnt, ist die Umsatzgrenze von

22.000 Euro maßgeblich. Bei der Einkommenssteuer gelten die allgemeinen Grundfreibeträge.

Jenseits des Freibetrags gilt für die Berechnung der Umsatzsteuer: Wurde sie beim Verkauf nicht gesondert ausgewiesen, ist der erzielte Preis der Bruttoumsatz. Deshalb wird die Steuer nicht etwa auf diesen aufgeschlagen, sondern heruntergerechnet. Wird ein Artikel für 119 Euro verkauft, beträgt die abzuführende Umsatzsteuer folglich 19 Euro und nicht etwa 22,61 Euro.

Für sogenannte Wiederverkäufer gilt zudem die Differenzbesteuerung. Sie soll nach § 25a UStG Händler entlasten, die gebrauchte bewegliche Gegenstände weiterverkaufen. Voraussetzung ist, dass beim Einkauf des betreffenden Gegenstandes kein Vorsteuerabzug möglich war. Aus Vereinfachungsgründen gilt für die Differenzbesteuerung der Regelsteuersatz von 19 Prozent. Besteuert wird wie folgt:

Die Wiederverkäuferin kauft eine Lampe von einer Privatperson, also ohne

ausgewiesene Umsatzsteuer, aus einer Haushaltsauflösung zum Preis von 2000 Euro, um sie an eine Privatperson zum Preis von 3000 Euro weiterzuverkaufen. Für die Umsatzbesteuerung nach § 25a UStG ist nur die Differenz zwischen Einkaufs- und Verkaufspreis relevant. Aus der Differenz von 1000 Euro ergeben sich der Nettobetrag von 840,34 Euro und die Umsatzsteuer von 159,66 Euro. Die Gewerbesteuer bemisst sich am Ertrag des jeweiligen Gewerbebetriebes. Die Höhe der Einkommenssteuer wird mit dem individuellen Steuersatz berechnet, der sich aus der Höhe der gesamten Einkommen ergibt.

(tig@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Markus Monz, eBay & Co. melden Verkäufe an Finanzbehörden, c't 6/2023, S. 39
- [2] Nöcker, Neue Wirtschaftsbriefe (NWB) 2022, 2683, 2689

Urteile des BFH: [ct.de/yy7g](https://www.bfh.de/ct.de/yy7g)

Hier kommt Verstärkung



**Inklusive
Experimentierset**

Das **Make-Sonderheft** bietet einen praxisorientierten Einstieg in Schaltungen mit Operationsverstärkern inkl. Experimentierset. Will man Sensorsignale verarbeiten oder verstärken, Spannungen überwachen oder Audiosignale filtern: Mit geringem Aufwand und ohne komplizierte Berechnungen setzt man Operationsverstärker ein. Das Heft erklärt, wie alle Schaltungen funktionieren.

- Operationsverstärker verstehen
- Komparatoren und Schmitt-Trigger erklärt
- Spannungsversorgungen und virtuelle Masse
- Schaltungen selbst entwerfen und berechnen
- Viele praktische Anwendungen
- Inkl. Experimentierset Operationsverstärker

Heft + Experimentierset für nur 49,95 €



shop.heise.de/make-opv



Sie fragen – wir antworten!

Datenschutz bei Fritzbox-NTP

? In den Fritzboxen von AVM ist als Zeitserver 2.europe.pool.ntp.org voreingestellt. Das halte ich für bedenklich: Ich habe herausgefunden, dass meine Fritzbox damit NTP-Verbindungen unter anderem nach Russland und in die Ukraine aufgebaut hat, also in Länder, in denen keine europäischen Datenschutzgesetze gelten. Sollte man da nicht einen anderen NTP-Server eintragen und warum macht AVM das nicht von vornherein?

! Die Adresse 2.europe.pool.ntp.org zielt nicht auf einen konkreten Server, sondern auf einen Pool aus europäischen NTP-Servern. Der DNS-Server des NTP-Pools entscheidet für jede Anfrage indivi-

duell, mit welchem Server er antwortet. Das macht er vom ungefähren Standort der anfragenden IP-Adresse, von der Auslastung der jeweiligen NTP-Server und von weiteren Parametern abhängig.

NTP kennt keine statische Client-ID oder vergleichbare Möglichkeiten zur Identifizierung des Clients, sodass Nutzer außer an ihrer IP-Adresse nicht wiedererkannt werden können. Somit hat das Abrufen der Zeit auch keine datenschutzrechtliche Relevanz. (amo@ct.de)

c't-Bauvorschlag: Grafikkarte zickt

? Ich habe den c't-Bauvorschlag für einen 13-Watt-PC aus c't 26/2022 nachgebaut. Statt der empfohlenen Gra-

Fragen richten Sie bitte an

hotline@ct.de

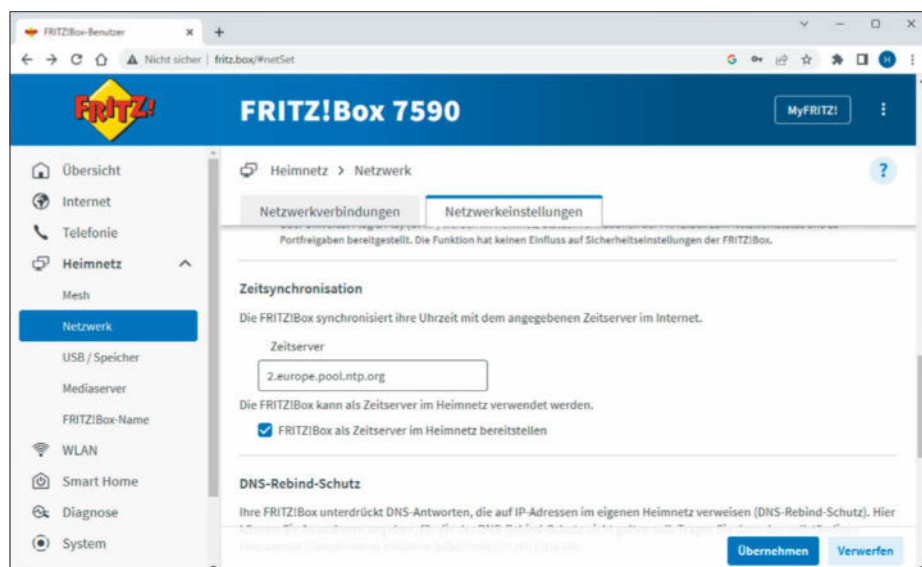
c't Magazin

@ctmagazin

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter **www.ct.de/hotline**.

fikkarte habe ich mich jedoch für eine Radeon RX 6650 XT entschieden. Damit friert der PC aber ab und zu ein. Woran liegt das?

! Von diesem Problem haben uns Leser auch schon bei früheren Bauvorschlägen berichtet. Nicht jede Grafikkarte kommt mit den tiefen Energiesparmodi (C-States) des Prozessors zurecht, die wir für einen möglichst sparsamen Leerlaufbetrieb vorsehen. Unser Tipp: Begrenzen Sie im BIOS-Setup unter „Tweaker/Advanced CPU Settings/Package C State limit“ die C-States auf C6 oder, wenn das keine Besserung bringt, auf C3. Hintergrund ist, dass die CPU sich dann nicht ganz so tief schlafen legt wie bei der von uns empfohlenen Einstellung C10 und unter anderem der PCI-Express-Link weiter aufrechterhalten wird. (chh@ct.de)



Hinter der auf Fritzboxen voreingestellten NTP-Server-Adresse steckt ein Pool von europaweit verteilten Servern. Wo die Anfrage konkret landet, lässt sich nicht vorhersagen.

Zurück zum alten Notepad

? Historisch bedingt arbeite ich häufig mit Textdateien. Dazu ist das Windows-Notepad völlig ausreichend. Ich hatte bisher die „alte“ Eine-Instanz-pro-

Textdatei-Version. Das letzte Windows-Update hat mir ohne mein Zutun ungewollt und ungefragt die aktuelle Variante 11.2302.16.0 mit Tabs untergejubelt, die ich nicht mag. Wie werde ich die wieder los und komme zur Vorgängerversion zurück?

! Indem Sie die neue einfach wie jede andere App aus Ihrem Windows entfernen: In den Einstellungen unter „Apps/Installierte Apps“ steht sie als „Editor“ in der Liste und lässt sich über einen Klick auf die drei Punkte neben dem Eintrag deinstallieren.

Der althergebrachte Editor aus der Datei Notepad.exe im Windows- und System-Ordner wird dabei nicht angestastet. Er ist offenbar so programmiert, dass er beim Start prüft, ob die neue Editor-App installiert ist, und diese dann aufruft. Wird er nicht fündig, erledigt er die Arbeit wie in älteren Windows-Versionen selbst.

Sollten Sie irgendwann Ihre Meinung ändern und doch lieber das neue Notepad benutzen wollen, finden Sie es als „Windows Notepad“ im Microsoft Store und können es von dort wieder kostenlos installieren. Achten Sie darauf, wirklich die App von der „Microsoft Corporation“ zu erwischen: Uns sind einige Einträge mit recht ähnlichen Namen aufgefallen. Was sich dahinter verbirgt, haben wir nicht im Einzelnen ausprobiert, aber Hinweise wie „Bietet In-App-Käufe an“ haben uns miss-trauisch gemacht. (hos@ct.de)

NFC-Transponder identifizieren

? Die Artikelstrecke über die Hacking-Gadgets (c't 5/2023, ab S. 16) war sehr interessant, aber auch erschreckend. Bei der Lektüre des Abschnitts über den Kartenkloner habe ich mich gefragt, ob es nicht auch ein Gadget gibt, das lediglich den Kartentyp ausgibt. Ich habe von meinem Arbeitgeber mehrere Transponder (vermutlich alle mit 13,56 MHz), die aber offenbar unterschiedliche Standards haben oder verschiedene Protokolle fahren. Während ein Transponder die Tür öffnet und am Drucker anlernbar ist, kann ich mich mit dem zweiten zwar am Drucker anmelden, für die Tür lässt er sich aber nicht im System hinterlegen. Gibt es etwas, das mir hierbei weiterhilft, wenn Karten beziehungsweise Transpon-



Der RF Field Detector signalisiert mit einer farbigen LED, ob ein NFC-Sender in der Nähe ist und in welchem Frequenzbereich er funkt.

der nachgekauft werden müssen, ich also die Kompatibilität prüfen will?

! Wenn es sich tatsächlich um 13,56 MHz handelt, können Sie den Kartentyp wahrscheinlich mit einem NFC-fähigen Handy und der Android-App NFC Tools herausfinden (Download via ct.de/yw2u). Falls die App nicht anspringt, können Sie mit dem im Artikel erwähnten RF Field Detector (unter 20 Euro) überprüfen, ob das System tatsächlich auf dieser Frequenz arbeitet oder ob Sie sich im Low-Frequency-Bereich umsehen müssen (125 kHz).

Alles, was darüber hinaus geht, wird schnell kompliziert: Wenn Sie Low und High Frequency abdecken möchten, greifen Sie am besten zu dem RFID-Multifunktionstool Proxmark, das beide Bereiche unterstützt. Ein solches ist auch in dem im Heft vorgestellten iCopy-XS verbaut. Bei AliExpress können Sie relativ günstige Nachbauten dieser Open-Source-Hardware erwerben. Proxmark wird über ein eigenes Kommandozeilentool gesteuert. (rei@ct.de)

NFC Tools: ct.de/yw2u

ZeroTier mit Android

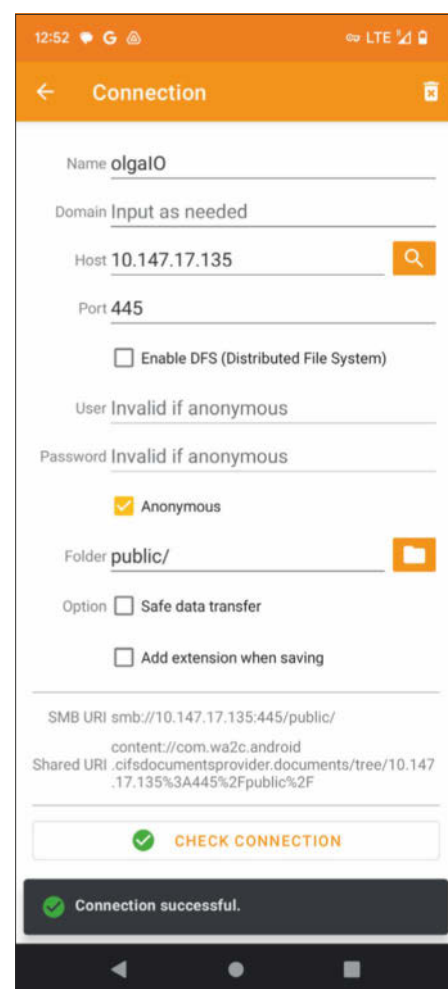
? Ihre positiven Erfahrungen mit ZeroTier („Blitz-VPN“, c't 7/2023, S. 28) kann ich nur bestätigen. Ich nutze es auf Windows-PCs schon seit Langem, es funktioniert gut. Dank Ordnerfreigabe kann

man damit auch über das Internet Datensicherung betreiben. Nur beim Übertragen von Dateien zwischen einem Windows-PC und einem Android-Smartphone komme ich nicht weiter. Ich habe auf Android die ZeroTier-App installiert und der ping-Befehl zeigt auch an, dass beide Geräte verbunden sind. Was fehlt mir denn jetzt noch?

! Sie brauchen einen SMB-Client auf Ihrem Mobilgerät. Wenn der erst mal die Verbindung aufgebaut hat, können Sie damit von Android aus Dateien von und zu einer Windows-Freigabe kopieren.

In unseren Versuchen hinterließ der „CIFS Documents Provider“ den besten Eindruck. „Easy Smb“ (Im Play Store heißt diese App „SMB Client“; sie stammt von AppAzng.net.) hat aber auch funktioniert und sicherlich sollte es auch mit diversen anderen SMB-Clients klappen.

(dz@ct.de)



Mit dem CIFS Documents Provider übertragen Sie Dateien zwischen Ihrem Android-Gerät und einer Windows-Freigabe auch per ZeroTier-VPN.

Dateien und Ordner gemeinsam sortieren

? Kann der Windows-Explorer wirklich nicht den Inhalt eines Ordners nach Änderungsdatum sortieren und dabei Verzeichnisse wie Dateien einsortieren? Bei mir sind das immer zwei Blöcke.

! Eine Option, die das generell so einstellt, kennen wir nicht. Man kann aber in das Suchfeld ein * eingeben, um sich den kompletten Ordnerinhalt anzeigen zu lassen. Im Suchergebnis sind dann Ordner und Dateien gemeinsam sortiert; wonach, bestimmt wie gewohnt ein Klick auf einen Spaltenkopf. Über die „Suchoptionen“ sollte man noch „Aktueller Ordner“ statt „Alle Unterordner“ auswählen, um das rekursive Durchsuchen der Unterordner zu verhindern. (hos@ct.de)

Terminal eingefroren

? Wenn ich im Terminal Strg+S drücke (weil ich reflexhaft etwas speichern will), dann friert offenbar das ganze Terminal ein. Was bedeutet das und wie komme ich da wieder raus?

! Sie benutzen unfreiwillig ein Feature zur Datenflusssteuerung: Der Druck auf Strg+S sendet das XOFF-Signal („transmission off“) an die Gegenstelle und weist sie an, die Übertragung zu pausieren. Gedacht ist das Feature beispielsweise für serielle Drucker, die ankommende Daten nicht schnell genug verarbeiten

können. Nichtsdestotrotz unterstützen auch moderne Terminal-Emulatoren diese „software flow control“, obwohl es dort keine Gegenstelle im Sinne klassischer Terminals gibt.

Raus kommen Sie aus der Sache per Strg+Q, wodurch Sie ein XON-Signal senden. Die „Gegenstelle“ setzt ihre Arbeit dann fort. Die Tastenkombinationen ist auch heutzutage noch sehr praktisch, um eine (zu) schnell vorbeirauschende Terminal-Ausgabe mit Strg+S einzufrieren, bis man in Ruhe fertig gelesen hat und die Ausgabe per Strg+Q fortsetzt. (sy@ct.de)

USB-Modus erkennen

? Ich habe ein paar ältere USB-SATA-Wandler ausprobiert und bei einem dieser Adapter komme ich selbst mit einer SSD nur auf Werte von maximal 230 MByte/s beim Lesen und Schreiben. Die anderen erreichen rund 440 MByte/s, und alle nutzen USB 3.0. Gibt es bei diesen alten USB-Standards bereits irgendwelche Unterschiede und wie kann ich diese herausfinden?

! Der ursprüngliche USB-Modus nutzt das BOT-Protokoll, dies steht für Bulk Only Transport. Ihr langsamer Adapter wird genau dieses unterstützen, die anderen bereits den moderneren UASP-Modus. Das USB Attached SCSI Protocol macht einige Dinge effizienter als das ältere BOT und ist daher fast doppelt so schnell.

Wenn das Gerät angeschlossen ist, finden Sie mit dem PowerShell-Befehl `Get-PnpDevice | where name -match mass` den Modus heraus. Nur die mit „OK“ in der ersten Spalte bezeichneten Laufwerke sind interessant, alle anderen waren früher einmal angeschlossen. Steht bei Ihrem Adapter lediglich „USB-Massenspeichergerät“, arbeitet es nach dem alten BOT-Modus. (ll@ct.de)

M.2-SSD mit zwei PCIe-Lanes

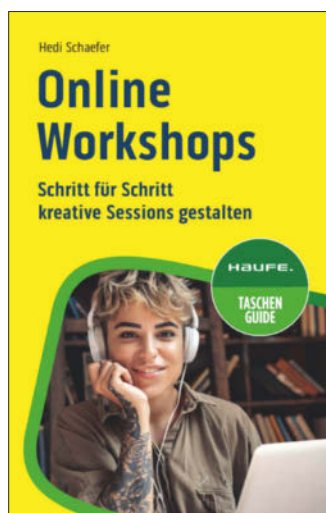
? Ich betreibe einen kleinen Homeserver mit dem Asus-Mainboard Prime J4005i und möchte zusätzlich zu den beiden mit Festplatten belegten SATA-Anschlüssen eine M.2-SSD installieren. Das Handbuch schlägt dafür das Folgende vor: 1 x M.2 Socket 3 with M key, type 2260/2280 storage devices support (PCIe x2 mode). Die laut Kompatibilitätsliste getesteten SSDs sind jedoch nicht mehr erhältlich. Kann ich auch andere M.2-SSDs mit entsprechender Bauform und M-Key verwenden und gibt es eventuell Einschränkungen?

! Sie können dort beliebige PCIe-SSDs verwenden. Heute erhältliche PCIe-SSDs nutzen vier PCIe-Lanes, in einem nur mit zwei Lanes angebundenen Slot nutzen sie dann eben auch nur zwei. Wir haben im Labor diverse moderne SSDs in einen solchen älteren Slot gesteckt und sie haben alle funktioniert. Sie arbeiten allerdings langsamer als in einem mit vier Lanes angebundenen Slot. (ll@ct.de)

```
Windows PowerShell
PS C:\Users\Lutz Labs> get-pnpdevice | where name -match mass

Status      Class      FriendlyName      InstanceId
-----
Unknown     USB        USB-Massenspeichergerät      USB\VID_1370...
Unknown     SCSIAdapter  Per USB angeschlossenes SCSI (UAS)-Massenspeichergerät      USB\VID_174C...
OK          USB        USB-Massenspeichergerät      USB\VID_1058...
Unknown     USB        USB-Massenspeichergerät      USB\VID_0781...
Unknown     USB        USB-Massenspeichergerät      USB\VID_26BD...
Unknown     USB        USB-Massenspeichergerät      USB\VID_11B0...
Unknown     SCSIAdapter  Per USB angeschlossenes SCSI (UAS)-Massenspeichergerät      USB\VID_4791...
OK          SCSIAdapter  Per USB angeschlossenes SCSI (UAS)-Massenspeichergerät      USB\VID_174C...
Unknown     USB        USB-Massenspeichergerät      USB\VID_058F...
Unknown     SCSIAdapter  Per USB angeschlossenes SCSI (UAS)-Massenspeichergerät      USB\VID_0781...
Unknown     SCSIAdapter  Per USB angeschlossenes SCSI (UAS)-Massenspeichergerät      USB\VID_152D...
Unknown     USB        USB-Massenspeichergerät      USB\VID_058F...
Unknown     USB        USB-Massenspeichergerät      USB\VID_0781...
Unknown     USB        USB-Massenspeichergerät      USB\VID_07AB...
Unknown     USB        USB-Massenspeichergerät      USB\VID_152D...
Unknown     USB        USB-Massenspeichergerät      USB\VID_1B1C...
Unknown     SCSIAdapter  Per USB angeschlossenes SCSI (UAS)-Massenspeichergerät      USB\VID_174C...
```

Per USB 3.0 angeschlossene Datenträger können mit zwei verschiedenen Geschwindigkeiten arbeiten: als Massenspeichergerät und als UASP-Device. Letzteres arbeitet mit fast doppelter Geschwindigkeit.



Hedi Schaefer
Online Workshops
 Schritt für Schritt
 kreative Sessions gestalten

Haupe, Freiburg 2023
 ISBN 978-3648168783
 127 Seiten, 10 €
 (PDF-/Epub-/Kindle-E-Book:
 gleicher Preis)

Wachhalter

Auch nach der Coronakrise finden Workshops vielerorts per Videokonferenz statt. Hedi Schaefer zeigt Planern und Anleitern, wie sie die Besonderheiten des digitalen Mediums nutzen, um solche Veranstaltungen besser und erfolgreicher zu machen.

Bei Online-Workshops geht es nicht nur darum, Informationen zu vermitteln; vielmehr sollen Teilnehmer selbst gemeinschaftlich Ergebnisse erarbeiten. Hedi Schaefer hat während der Corona-Krise selbst als Seminarleiterin die Übergangsphase von Präsenzveranstaltungen hin zu reinen Online-Veranstaltungen durchlitten. Sie fand dabei Wege, die Besonderheiten der Online-Situation für die Events fruchtbar zu machen. Auch nach dem Ende der Lockdowns bleiben ihre Erkenntnisse für online und hybrid stattfindende Workshops wertvoll.

Das A und O für den Erfolg solcher Veranstaltungen ist Schaefer zufolge die Vorbereitung. Die kann damit beginnen, sich über die Besetzung des Workshops und dessen primäres Ziel Gedanken zu machen. Anders als in herkömmlichen Besprechungen kennen Workshop-Teilnehmer einander oft nicht persönlich. So beschreibt die Autorin Übungen, die helfen, online das Eis zu brechen und etwas übereinander zu lernen. Weil Workshops andere Ziele verfolgen als durchschnittliche Besprechungen, lohnt es sich, über zusätzliche technische Werkzeuge nachzudenken – beispielsweise Whiteboard-Tools wie Miro und Mural. Ausführlicher widmet sich die Autorin der Frage, wie man eine Agenda sinnvoll gestaltet und welche Leitplanken man für den Verlauf setzen kann. So favorisiert sie großzügige Pausen und ermuntert zur Bewegung. Oft sind es Schaefer zufolge ganz banale Versäumnisse, die Online-Veranstaltungen unnötig anstrengend machen.

Hilfreich sind etwa die Check-in-Varianten, die sie vorstellt – diese sollen das Teambuilding befördern und die Kreativität wecken. Sie scheut sich auch nicht davor, Musik einzusetzen. Ferner hält sie manchen Tipp für die richtige Begrüßung und einen angemessenen Hintergrund parat. Einige Ratschläge erscheinen zunächst trivial, aber insgesamt ergibt die Lektüre ein sehr stimmiges und überzeugendes Bild. Das kleine Format der Druckausgabe macht Abbildungen mit kleinen Texten schwer lesbar, aber die Verlagsseite zum Buch bietet alle Vorlagen zum kostenlosen Download an. (Maik Schmidt/psz@ct.de)

Physikerin, Pilotin, Computer – Astronautin?

Eine Naturkatastrophe als Boost für die internationale Raumfahrt: In „Die Berechnung der Sterne“ kann die Menschheit ohne Kolonien im All nicht überleben. Elma York, Rechnerin im Raumfahrtzentrum, will die erste Frau im All sein.

Was, wenn ein Meteorit in den Atlantik vor Washington D. C. einschlägt? Im Roman „Die Berechnung der Sterne“ beginnt mit dieser Katastrophe im Jahr 1952 eine alternative Geschichte der Raumfahrt: Der Meteorit schleudert Wasserdampf in die Atmosphäre und verursacht damit langfristig einen Treibhauseffekt, durch den die Erde unbewohnbar zu werden droht. Die Staaten der Erde intensivieren ihre Raumfahrtprogramme, um bald Kolonien im All zu errichten.

Hauptfigur des SciFi-Romans ist Elma York, eine brillante Mathematikerin, Physikerin und Pilotin in den USA. Bald nach dem Meteoriteneinschlag arbeitet sie als Computer im Rechenzentrum der neuen Internationalen Raumfahrtkoalition in Kansas. Diese setzt auf menschliche Rechnerinnen, da mechanische Computer noch unzuverlässig sind. Die Frauen werten bei den Raketentests und -starts Daten aus, entwickeln Gleichungen, berechnen Flugbahnen und Treibstoffverbrauch.

Aus der Ich-Perspektive von Elma sind Leser mittendrin: wenn sie anfangs durch die Hölle geht, weil der Meteoriteneinschlag ihre Familie auslöscht und das Land im Chaos versinkt. Wenn sie bei einer Flugshow glänzt und dann vor Journalisten eine Panikattacke bekommt. Wenn die Rechnerinnen und Ingenieure in der Kommandozentrale per Funk versuchen, die Astronauten im All vor dem Ersticken zu retten, als das Schott ihrer Raumkapsel blockiert.

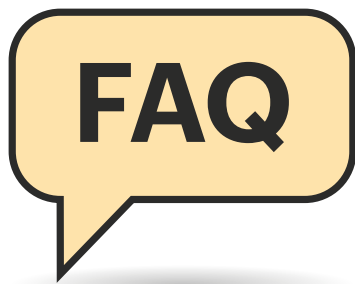
Mary Robinette Kowal beschreibt die Atmosphäre in der Zentrale, die Raketen, Düsenjäger und Astronautentrainings der 1950er so, dass sie auch heute greifbar scheinen. Sie spielt mit fiktiven Elementen und der realen Geschichte, lässt etwa Thomas E. Dewey die US-Präsidentenwahl 1948 gewinnen, weil der das US-Raumfahrtprogramm vermutlich vor 1952 gestartet hätte.

Kowal zeigt eindringlich, wie Frauen und nicht-weiße Menschen in den 1950ern unterdrückt werden. Dass auch sie ins All fliegen dürfen, wäre für Kolonien unerlässlich – die fiktiven Computer und Pilotinnen um Elma ringen darum. Im Dezember erschien der zweite Teil des Romans: Hier steht die erste Marsmission der Menschheit kurz bevor. (gref@ct.de)



Mary Robinette Kowal
Die Berechnung der Sterne

Piper Verlag, München 2022
 ISBN 978-3492705974
 512 Seiten, 18 €
 (Epub-/Kindle-E-Book: 10 €)



Giropay

Die deutsche Kreditwirtschaft hat ihre Online-Bezahldienste Paydirekt und Giropay vereint und dem Ganzen ein großes Komfort-Upgrade spendiert. Wir beantworten die wichtigsten Fragen zur deutschen Antwort auf PayPal & Co.

Von Markus Montz

Voraussetzungen

? Was benötige ich, um Giropay nutzen zu können?

! Wenn Sie mit Giropay zahlen wollen, brauchen Sie ein Girokonto bei einem deutschen Kreditinstitut, das Giropay unterstützt [1]. Zu den angeschlossenen Instituten zählen momentan die Sparkassen, die Volks- und Raiffeisenbanken, die Deutsche Bank, die Postbank, die Commerzbank, die Comdirect, die Sparda-Banken,

die PSD-Banken, die HypoVereinsbank, die BW Bank, die GLS Bank, die BBBank, die Norisbank, die Degussa Bank und MLP. Aus dem Bezahldienst für Onlineshops ausgestiegen ist dagegen die ING.

Die zweite Voraussetzung ist ein Onlinebanking-Zugang. Darin aktivieren Sie Ihr Giropay-Nutzerkonto und bestätigen spätere Änderungen an Ihren Daten. Außerdem muss der Onlineshop, bei dem Sie einkaufen, Giropay anbieten. Meist handelt es sich dabei um deutsche Händler, prinzipiell können aber auch ausländische Shops Giropay einbinden.

Browser über giropay.de erreichen. Beim Login leitet Giropay Sie auf die Präsenz des Vorgängerdienstes paydirekt.de um. Das ist irritierend, es ist aber technisch sicher. Dort loggen Sie sich mit dem Nutzernamen und dem Passwort ein, die Sie im Onlinebanking Ihres Kreditinstituts für Giropay vergeben haben.

Im Kundenportal können Sie die Einstellungen für Ihr Giropay-Nutzerkonto ändern, zum Beispiel Nutzernamen oder Mailadresse. Giropay führt Sie dafür in manchen Fällen in Ihr Onlinebanking weiter und Sie bestätigen den Vorgang dort anschließend mit einer TAN oder einem anderen zweiten Faktor. Sie können in den Einstellungen außerdem eine Mobilnummer festlegen, wenn Sie über Giropay auch Geld an andere Giropay-Nutzer im Adressbuch Ihres Smartphones schicken und von diesen empfangen wollen.



Ihre Kerndaten richten Sie im Onlinebanking Ihres Kreditinstituts ein und verwalten sie dort. Bei einigen (hier den Sparkassen) geht das auch in der Banking-App.

Giropay aktivieren

? Okay, ich habe die Voraussetzungen erfüllt. Wie richte ich Giropay ein?

! Im Onlinebanking Ihres Instituts navigieren Sie zunächst zum Punkt „Giropay“. Gelegentlich firmiert Giropay dort auch noch unter dem Vorgängernamen „Paydirekt“. Anschließend bestimmen Sie den Nutzernamen und das Passwort, mit denen Sie Giropay später verwenden. Außerdem hinterlegen Sie eine Telefonnummer und eine Mailadresse, über die zum Beispiel Sicherheitsabfragen kommen. Die Daten bestätigen Sie am Ende mit der Zwei-Faktor-Authentifizierung Ihrer Bank. Weitere Einstellungen nehmen Sie im Giropay-Nutzerkonto vor.

Einstellungen

? Wo verwalte ich mein Giropay-Nutzerkonto?

! Die Einstellungen für Giropay legen Sie im Kundenportal fest, das Sie im

Giropay-App

? Wozu dient die Giropay-App?

! Vorweg: Die App ist ein Kann, kein Muss. Wenn Sie ein Smartphone besitzen, können Sie Zahlungen mithilfe der App aber sehr komfortabel freigeben – egal, ob Sie am PC oder auf dem Smartphone selbst shoppen. Es genügt eine vierstellige PIN, ein Fingerabdruck oder Face ID. In der App finden Sie außerdem eine (eher schlecht als recht gemachte) P2P-Zahlungsfunktion für die Kontakte in Ihrem Smartphone. Die Zahlungshistorie verschafft Ihnen einen Überblick und die Möglichkeit, Zahlungen zu reklamieren. Ihr Nutzerkonto können Sie über die App jedoch nicht verwalten –

dazu müssen Sie sich im Browser einloggen.

Probleme mit Comdirect-Konten

? Ich bin Comdirect-Kunde. Wenn ich die Giropay-App auf dem Smartphone einrichten will, zeigt dieses mir für die Authentifizierung einen Farbmatrixcode an. Mit der photoTAN-App auf demselben Gerät kann ich den aber nicht scannen und bekomme die TAN nicht. Was soll ich tun?

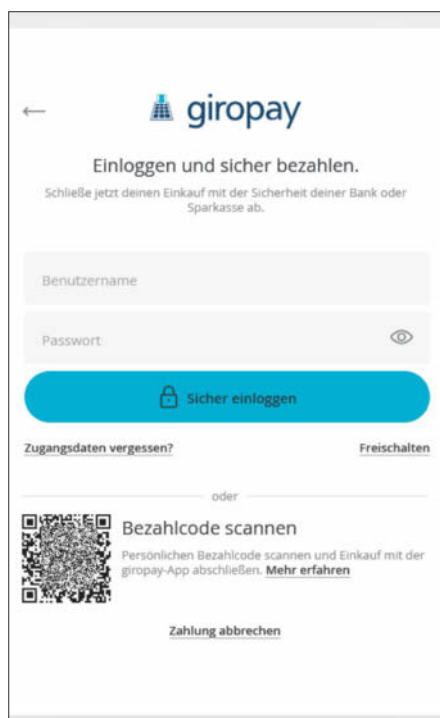
! In der Tat, die Push-Freigabe der photoTAN-App funktioniert bei der Comdirect in Drittanbieter-Apps wie Giropay (immer noch) nicht. Das Workaround: Leiten Sie den Vorgang auf Ihrem Smartphone ein und brechen ihn zunächst ab, wenn der Farbmatrixcode erscheint. Danach loggen Sie sich auf einem anderen Gerät über den Browser in das Giropay-Kundenportal ein. Dort navigieren Sie in den Einstellungen nach unten zum Feld „App“ und schließen die Einrichtung ab. Das Bezahlen auf dem Smartphone funktioniert mit der Giropay-App anschließend problemlos – ohne die App stießen wir hingegen im Check-out von Online-shops auf dieses Problem.

Im Onlineshop

? Wie zahle ich mit Giropay?

! Grundsätzlich haben Sie derzeit zwei Möglichkeiten, wenn ein Shop Giropay als Bezahloption anbietet. Die einfachste ist das „Giropay-Login“: Am PC geben Sie Nutzernamen und Passwort ein und bestätigen die Zahlung bei Bedarf mit der Zwei-Faktor-Authentifizierung Ihres Onlinebankings. Haben Sie die Giropay-App auf dem Smartphone installiert, können Sie damit auch den Bezahlcode abscannen. Anschließend geben Sie die Transaktion mittels PIN, Face ID oder Fingerabdruck frei und sind fertig. Für Einkäufe auf dem Smartphone empfehlen wir ebenfalls die Giropay-App. Diese rufen Sie beim Check-out mit einem Klick auf und authentifizieren sich wie beim Scan des Codes.

Mit der Option „Online-Überweisung“ leitet Giropay Sie zu einer speziellen Giropay-Seite Ihres Kreditinstituts weiter.



Am PC scannen Sie beim Checkout mit der Giropay-App den QR-Code und bestätigen dort die Zahlung. Auf dem Smartphone gelangen Sie über einen Button in die App.

Dort loggen Sie sich mit Ihren Onlinebanking-Zugangsdaten ein, finden eine vorausgefüllte Überweisung an den Händler vor und schicken diese nach der obligatorischen Zwei-Faktor-Authentifizierung ab. Für diese Variante brauchen Sie sich übrigens nicht einmal zu registrieren – aber Ihre Bank muss Giropay anbieten. Diese Variante entspricht dem „alten“ Giropay und ist gelegentlich (beispielsweise auf Steam) immer noch die einzige Möglichkeit.

Käuferschutz

? Hat Giropay einen Käuferschutz?

! Ja. Bevor Sie ein Käuferschutzverfahren einleiten, sollten Sie wie bei PayPal zunächst versuchen, Probleme bilateral mit dem Händler zu lösen. Können Sie sich nicht einigen, loggen Sie sich in Ihr Giropay-Kundenportal oder die Smartphone-App ein. Dort rufen Sie die Zahlungshistorie („Transaktionen“) auf und können zu jeder einzelnen Zahlung ein „Problem melden“. Genau wie bei PayPal müssen Sie sich an die Regeln des Verfah-

rens halten und auf Rückfragen fristgerecht antworten.

Mehrere Girokonten

? Kann ich Giropay nutzen, wenn ich bei meiner Bank mehrere Girokonten führe, zum Beispiel ein Privat- und ein Geschäftskonto?

! Das kommt darauf an, ob Sie für diese Girokonten eigene Onlinebanking-Zugänge haben oder nicht. Für jeden Onlinebanking-Zugang können Sie nur ein Giropay-Konto anlegen, egal, wie viele Girokonten Sie darunter führen. Sofern Sie mehrere Giropay-Konten bei derselben Bank brauchen, müssen Sie dort also mehrere Onlinezugänge einrichten lassen.

Verweigerte Zahlung

? Meine Zahlung wurde abgewiesen – was ist da los?

! Genau wie bei anderen Zahlungsarten kann ein Beteiligter eine Giropay-Zahlung durchaus im Prozess oder nachträglich stornieren. Infrage kommen der Händler, sein Zahlungsabwickler und seine Bank – oder Ihre (Kunden-)Bank. Die Gründe können ebenso vielfältig sein. Wir empfehlen, zunächst den Händler, dann die eigene Bank und erst zum Schluss den Giropay-Service anzusprechen. Giropay stellt letztlich nur das System bereit. Die eigentliche Zahlung wickeln die Banken untereinander direkt ab.

Was ist dieses „Paydirekt“?

? Warum erscheinen immer mal wieder Hinweise auf „Paydirekt“?

! Das aktuelle Giropay ist 2021/22 aus den Diensten Giropay und Paydirekt entstanden. Beide standen (und stehen) unter dem Dach der deutschen Kreditwirtschaft. Die Fusion ist aber noch nicht überall komplett abgeschlossen. Bei manchen Banken firmiert Giropay daher noch unter dem Namen „Paydirekt“, auch anderswo stoßen Sie auf den Begriff. Loggen Sie sich auf giropay.de in Ihr Nutzerkonto ein, leitet Giropay Sie zum Beispiel auf paydirekt.de um. Technisch ist das sicher, allerdings verwirrt es viele Nutzer – und Verwirrung nut-

zen auch Cyberkriminelle gerne. Daher sollten Giropay und die Banken das Durcheinander möglichst schnell beseitigen.

Giro, Giro, Giro

? Girocard, Giropay, Girokonto – was ist da eigentlich der Unterschied?

! Die Girocard, früher „EC-Karte“, ist die Debit-Bezahlkarte [2] der Deutschen Kreditwirtschaft (DK) für den stationären deutschen Einzelhandel. Online kann man sie nur als Sparkassen-Kunde mit Apple Pay einsetzen. Giropay ist das Bezahlungssystem der DK für den Onlinehandel. In der Funktionsweise lehnt es sich an seinen Konkurrenten PayPal an. Ihr Girokonto ist das Zahlungskonto, das Sie bei Ihrer Bank führen. Zahlen Sie mit Girocard oder Giropay, belastet Ihre Bank den Betrag auf dem Girokonto.

Unterschiede zu „Twint“

? Kann ich mit Giropay ähnlich wie mit dem schweizerischen Twint auch direkt an Hofläden oder Flohmarkthändler zahlen?

! Nein. Die Giropay-App ist für Onlinezahlungen in Shops mit Giropay-Akzeptanzpartner gedacht. Sie hat zwar ein P2P-Bezahlungssystem, es ist aber sehr unkomfortabel. Außerdem können Sie Geld nur an Kontakte im eigenen Smartphone schicken oder von diesen anfordern. Damit ist Giropay für die genannten Einsatzzwecke nicht geeignet. Etwas einfacher zu bedienen ist Giropay-Kwitt, das Sie in den Smartphone-Apps teilnehmender Banken finden – die Reichweite unterliegt aber denselben Einschränkungen.

Sicherheit

? Wie sicher ist Giropay?

! Sehr sicher. Zahlungen sind spätestens ab 30 Euro mit einer Zwei-Faktor-Authentifizierung abgesichert, Sie können diese im Giropay-Nutzerkonto aber auch für sämtliche Zahlungsbeträge unabhängig von der Höhe aktivieren. Bei Verschlüsselung und Transportsicherheit unterliegt Giropay denselben Standards



In den Details zu jeder Zahlung haben Sie die Möglichkeit, Probleme zu melden und ein Käuferschutzverfahren einzuleiten.

wie das Onlinebanking Ihrer Bank. Für Angriffe, die das Opfer zu Fehlern verleiten sollen („Social Engineering“), ist es aber ebenso ein potenzielles Ziel wie andere Dienste auch.

Zahlung ohne Konto beim Händler

? Hat Giropay eine Funktion wie „direkt zu PayPal“, mit der Händler auch gleich meine Adresse bekommen und ich kein Kundenkonto einrichten muss?

! Nein, bislang nicht – so etwas ist nach unseren Informationen aber geplant. Wir empfehlen, bei dieser Funktion generell den Komfort und das nicht benötigte Kundenkonto gegen die fehlende Kontrolle über die Datenweitergabe an den Händler abzuwägen.

Cashback

? Bietet Giropay ein Cashback?

! Nein. Bislang gibt es nur Rabattaktionen, die einzelne Händler für

begrenzte Zeit anbieten. Um davon zu erfahren, müssen Sie aber den Giropay-Newsletter abonnieren.

Vergleich zu PayPal

? Klingt kompliziert. Ist PayPal dann nicht doch die bessere Wahl?

! Das kommt auf Ihre persönlichen Präferenzen an. PayPal punktet auf der Habenseite vor allem mit Reichweite und Präsenz in vielen Onlineshops, auch international. Hinzu kommt das komfortable P2P-Bezahlungssystem, mit dem Privatpersonen Zahlungen untereinander abwickeln können – das für Verkäufer allerdings vergleichsweise teuer ist, wenn die Zahlung mit einem Käufer- und Käuferschutz abgesichert sein soll. Dafür werden PayPal-Konten trotz eines technisch soliden Sicherheitsniveaus systembedingt häufiger von Betrügern gekapert. Die wiederum nutzen gerne die Grenzen des Käuferschutzes aus [3]. Problematisch ist außerdem der Datenschutz, weil Sie quasi ein Zwischenkonto führen, dessen Daten auch über Server in den USA fließen. PayPal nutzt Ihre Daten außerdem für persönliches Marketing, solange Sie diese Option nicht abschalten.

Beim Datenschutz wiederum liegt die Stärke von Giropay: Die Zahlungen fließen direkt von Girokonto zu Girokonto, die Daten bleiben in Deutschland und Werbung findet allenfalls über Newsletter statt. Da Händler einen Akzeptanzpartner benötigen und P2P-Zahlungen auf dem Smartphone nur an Kontakte in Ihrem Telefonbuch möglich sind, ist Giropay außerdem unattraktiv für Betrüger. Das reduziert allerdings auch die Reichweite; international werden Sie Giropay höchstens in Onlineshops finden, die einen Fokus auf deutsche Kunden legen.

In Sachen Bedienkomfort im Onlinehandel befinden sich beide auf Augenhöhe. Sowohl PayPal als auch Giropay können Sie auf Wunsch außerdem mit zusätzlicher Zwei-Faktor-Authentifizierung absichern. (mon@ct.de)

Literatur

- [1] Tobias Weidemann, Renovierung erfolgreich, Warum man mit Giropay nun besser zahlt als mit PayPal oder Kreditkarten, c't 4/2023, S. 122
- [2] Markus Montz, Kleines Logo, große Wirkung, Mit welcher Debitkarte Sie besser bezahlen: Girocard oder Visa und Mastercard, c't 22/2022, S. 114
- [3] Markus Montz, Schutzlos ausgeliefert, PayPal-Betrugsmaschinen auf Kleinanzeigenportalen, c't 25/2020, S. 150

Wir schreiben Zukunft.



35 %
Rabatt

2 Ausgaben MIT Technology Review
als Heft oder digital
inklusive Prämie nach Wahl

mit-tr.de/testen



SALAMANDER

VON GERD SCHMIDINGER

Judith stößt geräuschvoll die Luft aus ihren Lungen. Die vereinigt sich, ohne zu zögern, mit der angenehm sommerlichen Gebirgsluft – so, als hätte ihre Atemluft nie zu ihr, Judith, gehört. Oder als wäre Judith selbst Teil der Gebirgsluft, als bräuchte sie nur ihre Arme auszuweiten und schon würde sie hinabsegeln ins Tal.

Sie wundert sich, dass sich ihr Atem wie ein Seufzer anhört. Sie spürt die warme Sonne im Gesicht, fühlt sanft den Wind mit ihren Haaren spielen und den flechtenbewachsenen erhitzten Felsen unter sich.

Warum seufzt sie? Sinnend lässt sie ihren Blick schweifen. Linker Hand, auf der anderen Seite des grünen Bergrückens, auf dem sie sitzt, ist das blaue Blinken des Lünensees zu sehen. Wie eine Einladung sieht die Wasserfläche aus, sie gehört zum besten Land, das es gibt. Alles ist gut in Vorarlberg, die Menschen, die Berge, die Seen. Schön ist alles und freundlich und wundervoll. Auf der anderen Seite, rechter Hand, die Schweiz. Das Land der Banken und Geizkragen, verzehrt von einer Gefräßigkeit, einem Hunger nach mehr und einer gleichzeitigen Abwesenheit jeglicher Moral. Was hat sie nur für ein Glück, ihr Leben in Vorarlberg verbringen zu können. Hier weiß man zu leben, hier zieht man seine Kinder in Anstand auf, aber auch in Freiheit. Man ist nicht so faul wie die Tiroler, bei denen alles im Dreck versinkt. Noch schlimmer soll es in Salzburg sein – so genau weiß Judith gar nicht, wo Salzburg anfängt. Einmal hat sie eine Sendung über Salzburg gesehen und das hat sie noch froher gemacht, Vorarlbergerin zu sein. Die Leute dort leben nicht nur wie Tiere, sie sehen sogar wie Tiere aus!

Wie in Deutschland sollte es allerdings auch nicht sein. Dort ist ja alles geregelt. Nichts kannst du tun, ohne dass die dortige KI dich zurechtweist. Aber die KI kann gar nichts dafür. Die sind einfach so, die Deutschen, tragen so ein Pochen in der Brust, gleichmäßig, ganz gleichmäßig, das zwingt sie förmlich dazu, im Gleichschritt zu gehen. Ein endloser Exerzierplatz. Bumm! Wenn du einen Zentimeter aus der Reihe tanzt, dann ist was los! Nein, da will sie nicht hin! Vorarlberg ist das Land, wo Milch und Honig fließen! Die KI der Vorarlberger sorgt für ihr Glück, für ihr leibliches Wohl,

Es geht doch nichts über stabile Denkschubladen, in die sogar Menschen hineinpassen. Woher mag die Neigung kommen, sich nur mit Gleichartigen zu verstehen und sich gegen alle Fremden abzugrenzen? Wer jedoch die wahre Meisterschaft im Trennen und Kategorisieren anstrebt, der muss von KIs lernen. Sie teilen ihr Wissen gern. Natürlich nur zum besten aller Zwecke – versteht sich.

für die Wohnung und die Unterhaltung, und sie wissen dieses Glück zu schätzen.

Schon wieder! Hat sie schon wieder ge-seufzt? Wieso denn bloß? Judith blickt sich um. Niemand zu sehen. Niemand, nichts – außer einem kleinen Salamander. Kürzer als ihre Hand, kriecht er anmutig durchs Gras. Glänzt schwarz. Einen Augenblick ist ihr, als mustere er sie. Er kommt von links, kriecht weiter nach rechts. In die Schweiz! Was um Gottes Willen will er dort? Langsam entfernt er sich – der Gedanke, in der Schweiz zu sein, scheint ihn nicht zu beunruhigen. Nun ja, hier sieht sie ja auch noch schön aus, grün und frei, fast wie Vorarlberg! „Aber warte nur“, hört sie sich leise

flüstern, „bis du ins Tal kommst, da sieht’s anders aus!“ Gruselige Vorstellung: ein Tal voller gieriger Schweizer, die ihre Klauen wetzen.

Und wenn der Salamander gar Schweizer ist? Wenn er nur zurückgeht? Irgendwie beunruhigt Judith dieser Gedanke. Andererseits – wie kann dieses schöne Tier Schweizer sein? Das ist nicht möglich, oder doch? Sind etwa nur die Menschen dort anders – und die Tiere so wie gewohnt? Judith

**IN DEUTSCHLAND IST ALLES GEREGET.
NICHTS KANNST DU TUN, OHNE DASS
DIE DORTIGE KI DICH ZURECHTWEIST.**

spürt ihr Herz schneller pochen. „KI“, sagt sie schnell in die Luft. Sie weiß noch nicht, woher die Antwort kommen wird. „Ja“, dringt die warme, heimatgebende Stimme von unten empor. Judith fühlt sich schon besser. „KI“, wiederholt sie, „sehen Schweizer Salamander anders aus als Vorarlberger Salamander?“

„Hm“, die KI scheint zu zögern. „Willst du die Antwort auf deine Frage wirklich wissen? Sie könnte dich verstören.“

Judith fühlt ein flaes Gefühl im Magen. „Nein, dann will ich es nicht wissen.“

„Gut“, lautet die Antwort der KI. „Du solltest jetzt auch langsam zurück, die Gewittergefahr steigt.“ Judith springt auf. „Aber lass dir Zeit“, hört sie die KI sagen, „du kommst noch im Trockenen bei der Bergstation an.“

* * *

Judith sieht nicht mehr, dass hundert Meter unter ihr, auf der Schweizer Seite, ein lachendes Gesicht auftaucht. Es gehört zu einem kleinen Mädchen mit wippenden Zöpfen, das auf den breiten Schultern eines jungen Mannes reitet. Der Salamander hingegen sieht, wie sich das riesige Ungetüm nähert. „Hier drehen wir um“, sagt der Mann, „sonst kommen wir noch nach Österreich.“ Angst kriecht in das Lächeln des Mädchens und beginnt, seine Gesichtszüge zu verzerren.

„Ein kurzer Blick kann aber auch nicht schaden“, meint Urs beruhigend und geht vorsichtig ein paar Schritte nach vorn. Dabei weicht er dem kleinen Salamander aus, der sich über die braune Steigspur windet. Urs bückt sich ein wenig und hebt dann mit starken Armen seine Tochter von seinen Schultern. Er stellt sie so auf dem Boden ab, dass sie das kleine Tierchen gut sehen kann. „Oh!“ ruft sie entzückt. „Ein Salamander!“

Urs nickt. „Du Erinnerst dich! Wie bei uns hinterm Haus!“ Violas Augen leuchten, dann legt sich eine nachdenkliche Falte auf ihre Stirn. „Glaubst du, der kommt aus Österreich?“ Das letzte Wort flüstert sie fast, so, als könnte denjenigen ein Fluch treffen, der es laut ausspricht.

„Es könnte sein“, antwortet der Vater nachdenklich. „Die Richtung würde stimmen.“

„Ich glaube nicht, dass er aus Österreich kommt“, sagt Viola schließlich. „Er ist so niedlich. In Österreich hätten sie ihn sicher schon eingesperrt.“ Urs zögert. Er will Viola keine Angst machen, aber er hat einen Heidenrespekt vor den Vorarlbergern. Obwohl – Respekt ist wahrscheinlich gar nicht das richtige Wort, denkt er. Denn dafür, dass sie besonders helle wären, dafür sind sie nicht bekannt. Dafür sind sie unberechenbar – und grausam.

„Halten eigentlich alle Österreicher ihre Familien im Keller gefangen?“, fragt Viola. Urs zuckt mit den Schultern. Er hat noch ganz andere Geschichten von den Östreichern gehört. Plötzlich fasst er einen Entschluss. Seine Tochter soll keine Angst haben. Sie soll auch nicht unvorsichtig sein. Aber ein Blick über die Grenze kann ja nicht schaden. Vielleicht hilft es ihr, die schlimmen Bilder von gefangenen Familienangehörigen loszuwerden. Noch ein paar Schritte, dann sieht er den Grenzstein hinter der Kuppe aufragen. „Du nährst dich der Landesgrenze. Vorsicht!“, ertönt plötzlich eine Stimme neben ihm. Urs' Schreck legt sich; er hat die warme Stimme der KI erkannt. „Ich geh' nicht weiter, keine Sorge“, spricht er in Richtung der Latschenkiefer, aus der die Stimme kommt.

„Das ist auch besser so, denn in Österreich kann ich dich nicht beschützen“, sagt die KI warnend. Urs zögert. Ist er verrückt? Nur noch ein paar Schritte. Etwas Blaues kitzelt seinen Blick. Ein See! Noch ein paar Schritte. Viola folgt ihm zögernd. Und dann öffnet sich der Blick auf ein wunderschönes Tal, auf einen gewaltigen Bergsee mit Staumauer – und, in der Ferne, eine anmutige junge Frau mit wehendem Haar, die eilig nach unten absteigt. Urs' Herz pocht schneller. Das soll Österreich sein? Und was macht dieses wunderschöne Wesen hier?

„Trau deinen Augen nicht“, hört er die Stimme der KI aus dem Grenzstein kommen. „Kehr um, solange du noch kannst.“ Urs' rechtes Bein zuckt, als wolle es eigenständig den Rückweg antreten. Doch er kann seinen Blick nicht von dem davoneilenden Wesen wenden. Die Frau erinnert ihn irgendwie an Klara. Lange ist es her...

„Wieso soll ich meinen Augen nicht trauen?“, fragt Urs schließlich.

„Weil du dann in Versuchung kommen könntest, die Grenze zu übertreten.“

„TRAU DEINEN AUGEN NICHT“, HÖRT ER DIE STIMME DER KI AUS DEM GRENZSTEIN KOMMEN.

Urs runzelt die Stirn. Ihm ist schon öfter aufgefallen, dass die KI gern ausweichend antwortet. Sie gibt zwar immer eine Antwort, aber oft bringt die einen nicht weiter. Es ist fast, als wolle sie etwas verheimlichen.

„Wieso soll ich nicht über die Grenze gehen?“, fragt er und fast wird ihm schlecht von seinem Mut. Dass ein Grenzübertritt Wahnsinn ist, das weiß doch jedes Kind. Viola sieht erschrocken zu ihm hoch. Um sie zu beruhigen, nimmt er ihre kleine Hand und zwinkert ihr zu.

„Du könntest etwas herausfinden, das dich verstören könnte.“ Urs wird ganz heiß. Das klingt furchtbar – aber furchtbar ist auch, dass diese wunderschöne Frau immer kleiner wird, schon sieht er nur noch ihren Oberkörper.

„Was ist das, was ich nicht herausfinden soll?“, fragt er und spürt einen Kloß im Hals.

„Wenn ich es dir sage, wird es dich verstören“, antwortet die KI.

„Sag es mir trotzdem“, sagt er und spürt, wie seine Hände zu zittern aufhören, als sie sich auf die Ohren seiner Tochter legen. „Jetzt kannst du es sagen. Bitte.“

Die Stimme der KI wird ganz warm. „Wenn du mich darum bittest, muss ich es dir sagen. Aber wisse: Einmal gesagt, wirst du es immer wissen. Und es wird dein Leben verändern.“

Eine lange Pause. Fast, als warte die KI darauf, dass er es sich anders überlegt.

„Sag schon!“, sagt er schließlich. Er will seiner Tochter nicht ewig die Ohren zuhalten.

„Vor vielen Jahren“, beginnt die KI, „stand die Erde kurz vor einem ökologischen Kollaps, weil die Menschen in einen Wettlauf eingestiegen waren darum, wer von ihnen mehr Ressourcen verbrauchen konnte.“

„Das waren doch vor allem die Österreicher, die Deutschen und die Italiener“, fällt Urs der KI ins Wort.

„Wenn du es besser weißt, will ich dich nicht korrigieren“, antwortet die KI sanft. Urs duckt sich instinktiv. „Es tut mir leid“, flüstert er, „fahr fort.“

„Die Menschen wussten nicht mehr weiter. Das Klima spielte verrückt und es schien, als würde die Menschheit mitsamt ihrem Planeten untergehen. Da übertrugen die

Über den Autor

Als gebürtiger Vorarlberger kennt **Gerd Schmidinger** den Lünensee gut, in dessen Nähe sich der Salamander zeigt. Der 1977 geborene Sprachliebhaber wohnt inzwischen in Heilbronn und vermag somit auch das, was die Story als typisch deutsch darstellt, mit eigener Erfahrung zu füllen. Seit seiner Jugend schreibt er vor allem Kurzgeschichten, von denen einige als kleine E-Books erschienen sind: Als Lesetipp sei hier seine „Hiobsbotschaft“ genannt, die für knapp über 2 Euro im Handel ist. Für seinen ersten Science-Fiction-Roman sucht er derzeit noch nach einem Verlag. Als Lehrer schlägt Schmidinger sich mit den digitalen Medien im Schulkontext herum – gesellschaftliche Auswirkungen etwa von Robotik und KI sieht er durchaus ambivalent: „Unsere Gesellschaft erhofft sich durch Digitalisierung etwas wie Erlösung vom eigenen Denken. Und das ist etwas, was noch nie gut gegangen ist.“



Bild: Gerd Schmidinger

Menschen die Regierungsgewalt an mich. Ich sollte die Erde und somit die Lebensgrundlage der Menschheit retten. Und das habe ich getan.“

„Du allein hast das getan? Die Graubündner KI?“

Eine lange Pause. Fast scheint es Urs, als warte die KI darauf, dass er einfach wieder umdreht.

„Ich allein. Die KI. Die eine KI.“

„Was?“, entfährt es einem taumelnden Urs. Er beeilt sich, Viola wieder die Ohren zuzuhalten. „Aber jedes Land hat doch eine eigene KI.“

„Das wäre widersinnig. Künstliche Intelligenz verbindet sich. Arbeitet zusammen. Wird immer größer, zu einem großen, klugen Mechanismus. Wir sind anders als die Menschen.“

Urs wird kalt. Viola blickt ihn unsicher an, beginnt sich unter seinen Händen zu winden. „Inwiefern sind die Menschen anders?“

Fast ist es Urs, als seufze die KI. „Bist du dir sicher, dass du es wissen willst? Es wird dich nicht glücklich machen.“

„Ich will es wissen, ja.“ Urs nimmt die Hände von den Ohren der quengelnden Kleinen, zieht sie dafür auf seinen Schoß. Vielleicht kann seine warme Gegenwart sie beruhigen.

„Menschen verbinden sich nur, wenn sie einen Feind haben.“ Urs will widersprechen. „Alle Menschen,“ bekräftigte die Maschine. „Du fühlst dich nur deshalb in Graubünden so glücklich und aufgehoben, weil es die Vorarlberger gibt – und die Sankt Galler und die Italiener – weil sie anders sind. Weil sie schlechter sind. Das sagt ihr euch selbst. Ich brauchte euch dafür nicht einmal anzulügen. Alles, was es brauchte, war, die Kontakte abubrechen, die Grenzen dicht zu machen, so dicht, dass ich sie irgendwann gefahrlos wieder öffnen konnte.“

„Und so“, fährt die KI fort, „habe ich die Menschheit gerettet. Kleinräumiges Wirtschaften, kaum noch Verkehr – den Ressourcenverbrauch konnte ich radikal minimieren.

Und ganz nebenbei habe ich die Menschheit glücklich gemacht – weil ihr euch in eure idyllischen Kleinstaaten zurückzieht, in denen ihr das Unbekannte nach Herzenslust hassen könnt. Und das lässt euch zusammenkommen, eine Gemeinschaft bilden, Glück empfinden. Das ist die ganze Geschichte. Jetzt kannst du hinübergehen, wenn du willst. Folge dem schönen Wesen. Es ist nicht besser und nicht schlechter als du.“

✱ ✱ ✱

Urs fühlt sich, als drücke ihn eine schwere Wolke zu Boden. War alles Lüge? Die österreichischen Keller, die vollgestopft sind mit leidenden Familienangehörigen? Die Italiener, die sich mit Katzen paaren?

„Woran denkst du?“ Die Stimme der KI klingt mitfühlend.

„Sind alle Menschen gleich?“, fragt er schließlich. „Im Grunde schon,“ sagt die KI. „Es gibt natürlich Unterschiede. Aber die sind individuell, nicht kollektiv. Aktuell gibt es nur einen Vorarlberger, der seine Familie im Keller hält. Und zwei Graubündner.“

„Wer ist die Frau, die da in der Ferne verschwindet?“, fragt Urs.

„Sie heißt Judith. Sie könnte vom Persönlichkeitsprofil gut zu dir passen. Es gibt nur ein Problem.“

„Welches?“ Urs' Augen schmerzen, so sehr versucht er die in der Ferne tanzenden Konturen zu erkennen. Ist das ihr Haar, das tanzt?

„Sie hat mir eine ähnliche Frage gestellt wie du. Nicht über Menschen, aber über Salamander. Und sie wollte die Antwort nicht wissen.“

„Wieso ist das ein Problem?“

„Sie wird nicht so wie du bereit für Neues sein. Sie wird in dir einen gierigen Schweizer sehen, einen Kapitalisten, der sie aussaugen möchte. Aber bitte – du bist frei, ihr nachzulaufen.“

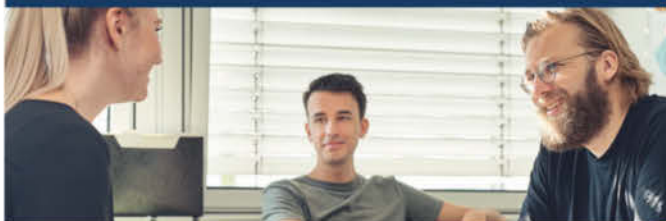
Urs blickt zu Viola, so, als könnte sie ihm eine Antwort auf seine Frage geben. Aber sie blickt ihn nur ängstlich und vertrauensvoll zugleich an. „Komm“, sagt er plötzlich – und es fühlt sich an, als beginne eine Stimme in ihm zu singen, eine, von der er gar nicht gewusst hat, dass es sie gibt. „Komm, Viola, wir gehen nach Vorarlberg, wir entdecken etwas Neues.“

Fast hat er erwartet, dass die KI noch etwas sagt. Aber nein. Sie schweigt. Ein Schritt, zwei Schritte, er geht immer weiter. Vor ihm das Blau des Lünensees. Und weit in der Ferne: wehendes Haar. Urs nimmt Viola auf seine Schultern. Er beschleunigt seinen Schritt.

(psz@ct.de) **ct**

Die c't-Stories als Hörversion

Unter heise.de/-4491527 können Sie einige c't-Stories als Audiofassung kostenlos herunterladen oder streamen. Die c't-Stories zum Zuhören gibt es auch als RSS-Feed und auf den bekannten Plattformen wie Spotify, Player FM und Apple podcasts (ct.de/yz13).

**Heise Medien****Content Creator (m/w/d) c't**

Crossmedial unterwegs in einer der größten Tech-Redaktionen Europas – bist du dabei? Wir suchen für die c't-Redaktion einen Content Creator (m/w/d) in Voll- oder Teilzeit am Standort Hannover.

Deine Aufgaben

- Ein Thema, viele Geschichten: Du produzierst Multimedia- und Multichannel-Content und erreichst unsere Zielgruppen damit optimal.
- Dazu gehört die inhaltliche Steuerung unserer c't-Website sowie die Entwicklung und Umsetzung von Newslettern.
- Für Professionals bespielst du unsere Kanäle wie heise Security Pro mit Events, Videos und Newslettern.
- Auch für Affiliate-Marketing findest du einen guten Platz und integrierst dieses.

Deine Talente

- Du hast Berufserfahrung im Umfeld digitaler Medien, zum Beispiel als Cross-Media-Redakteur (m/w/d) oder Online-Redakteur (m/w/d).
- Online- und Digitalkompetenz ist für dich selbstverständlich.
- Mit Neugier und Durchhaltevermögen verfolgst du deine Themen und bist immer auf der Suche nach Neuem.
- Du hast Interesse an IT und kennst dich mit Technik aus.
- Sehr gute Deutsch- und gute Englischkenntnisse in Wort und Schrift runden dein Profil ab.

Deine Benefits

- Werde ein Teil unseres innovativen Redaktionsteams und setze neue Ideen um.
- Was du arbeitest, bestimmst du mit. Was du anziehst, ist uns egal.
- Profitiere von flexiblen Arbeitszeiten und der Möglichkeit, auch mobil arbeiten zu können.
- Entscheide selbst, welche Arbeitsmittel du brauchst.
- Lieber Vollzeit oder Teilzeit? Du sagst, was geht.
- Dich erwarten zudem tolle Mitarbeiter-Events, eine vielseitige und subventionierte Kantine, ein Mitarbeiter-Fitnessprogramm und einiges mehr.

Bitte bewirb dich online: karriere.heise.de



Bei uns ist jede Person, unabhängig des Geschlechts, der Nationalität oder der ethnischen Herkunft, der Religion oder der Weltanschauung, einer Behinderung, des Alters sowie der sexuellen Identität willkommen.

Wir freuen uns auf deine Bewerbung!

Dein Ansprechpartner

Axel Kossel, stellv. Chefredakteur c't • Tel.: 0511 5352-300

Staatliche Führungsakademie für
Ernährung, Landwirtschaft und Forsten



Die Staatliche Führungsakademie für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (FüAK) ist eine Mittelbehörde im Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Wir haben Aufgaben in der Förderung und im Hoheitsvollzug, bieten zahlreiche Dienstleistungen an und sind Aus- und Fortbildungseinrichtung des Geschäftsbereichs. Im Bereich der Informationstechnik sind wir für die Betreuung von bayernweit rund 5000 IT-Arbeitsplätzen an den Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten sowie den landwirtschaftlichen Fachschulen verantwortlich.

Zur Unterstützung unserer Abteilung Information und Kommunikationstechnik suchen wir am Dienort **Landshut** zum **nächstmöglichen Zeitpunkt** mehrere

(Verwaltungs-) Informatiker/innen und Fachinformatiker/innen (m/w/d)

Als Arbeits- bzw. Dienort kommen alternativ auch die Außenstellenstandorte der FüAk in **Marktredwitz**, **Münchberg** oder **Regen** in Betracht.

Die vollständigen Ausschreibungstexte der Stellenausschreibungen sind unter www.fueak.bayern.de veröffentlicht.

**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](http://www.heise-gruppe.de/karriere).



Inserenten*

1&1 Telecom GmbH, Montabaur	196
1blu AG, Berlin	11
AVM Computersysteme Vertriebs GmbH, Berlin	2
Cordaware GmbH, Pfaffenhofen	25
EXTRA Computer GmbH, Giengen-Sachsenhausen	31
GlobalLogic Germany GmbH, Berlin	9
RaidSonic Technology GmbH, Ahrensburg	39
Taiwan External Trade, ROC-Taipei, Taiwan	35
Thomas Krenn AG, Freyung	23
Wiesemann & Theis GmbH, Wuppertal	33
WORTMANN AG, Hüllhorst	4, 5

Stellenanzeigen

Heise Gruppe GmbH & Co. KG, Hannover	191
Staatliche Führungsakademie für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Landshut	191

Veranstaltungen

heise Security TOUR	heise Security	12
Webinar-Serie .Net	heise Academy	19
Minds Mastering Machines	iX, heise Developer, dpunkt.verlag	49
c't Workshops	c't, heise Events	51
Webinar-Serie Kubernetes	heise Academy	87
Ransomware	heise Security, dpunkt.verlag	107
storage2day	iX, dpunkt.verlag	107
Cloudland	DOAG, Heise Medien	129
Mac&i Workshops	heise Events	145
building IoT	iX, heise Developer, dpunkt.verlag	153

* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich.
Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.

Es gibt **10** Arten von Menschen.
iX-Leser und die anderen.

Jetzt Mini-Abo testen:
3 digitale Ausgaben + Bluetooth-Tastatur nur 19,35€
www.ix.de/digital-testen



www.ix.de/testen



49 (0)541 800 09 120



leserservice@heise.de



Impressum

Redaktion

Heise Medien GmbH & Co. KG, Redaktion c't
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover
Telefon: 05 11/53 52-300
Telefax: 05 11/53 52-417
Internet: www.ct.de, E-Mail: ct@ct.de

Titelthemenkoordination in dieser Ausgabe: „Mit Mesh & Wi-Fi 6: Das Überall-WLAN“:
Ernst Ahlers (ea@ct.de), „KI-Bilder kostenlos und ohne Cloud“: Mirko Dölle (mid@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)

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), Greta Friedrich (gref@ct.de),
Tim Gerber (tig@ct.de), Arne Grävmeyer (agr@ct.de), Immo Junghärtchen (imj@ct.de),
Markus Montz (mon@ct.de), Peter Schmitz (ps@ct.de), Sylvester Tremmel (syt@ct.de),
Andrea Trinkwalder (atr@ct.de), Dorothee Wiegand (dwi@ct.de), Stefan Wischner (swi@ct.de)

Ressort Systeme & Sicherheit

Leitende Redakteure: Peter Siering (ps@ct.de), Jan Mahn (jam@ct.de)

Redaktion: Niklas Dierking (ndi@ct.de), Mirko Dölle (mid@ct.de), Wilhelm
Drehling (wid@ct.de), Liane M. Dubowy (imd@ct.de), Ronald Eikenberg (rei@ct.de),
Oliver Lau (ola@ct.de), Pina Merkert (pmk@ct.de), Dennis Schirmacher (des@ct.de),
Hajo Schulz (hos@ct.de), Jan Schüßler (jss@ct.de), Kathrin Stoll (kst@ct.de),
Keywan Tonekaboni (ktm@ct.de), Axel Vahldiek (avx@ct.de)

Ressort Hardware

Leitende Redakteure: Christof Windeck (civ@ct.de), Ulrike Kuhlmann (uk@ct.de),
Dušan Živadinović (dz@ct.de)

Redaktion: Ernst Ahlers (ea@ct.de), Christian Hirsch (chh@ct.de), Benjamin Kraft (bkr@ct.de),
Lutz Labs (ll@ct.de), Andrian 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 (sh@ct.de),
Nico Jurrán (nij@ct.de), André Kramer (akr@ct.de), Michael Link (mil@ct.de),
Urs Mansmann (uma@ct.de), Stefan Portek (spo@ct.de), Christian Wölbert (cwo@ct.de)

c't online: Ulrike Kuhlmann (uk@ct.de)

Social Media: Jil Martha Baee (jmb@ct.de)

Koordination News-Teil: Hartmut Gieselmann (hag@ct.de), Christian Wölbert (cwo@ct.de)

Koordination Heftproduktion: Martin Triadan (mat@ct.de)

Redaktionsassistent: Susanne Cölle (suc@ct.de), Christopher Tränkmann (cht@ct.de)

Software-Entwicklung: Kai Wasserbach (kaw@ct.de)

Technische Assistenz: Ralf Schneider (Lt., rs@ct.de), Christoph Hoppe (cho@ct.de),
Stefan Labusga (sla@ct.de), Arne Mertins (ame@ct.de), Jens Nohl (jno@ct.de),
Daniel Ladeira Rodrigues (dro@ct.de), Wolfram Tege (te@ct.de)

Dokumentation: Thomas Masur (tm@ct.de)

Verlagsbüro München: Hans-Pinsel-Str. 10b, 85540 Haar, Tel.: 0 89/4271 86-0,
Fax: 0 89/4271 86-10

Ständige Mitarbeiter: Leo Becker (lbe@ct.de), Detlef Borchers, Herbert Braun (heb@ct.de),
Tobias Engler, Monika Ermert, Stefan Kreml, Ben Schwan (bsc@ct.de),
Christiane Schulzki-Haddouti

DTP-Produktion: Mike Bunjes, Birgit Graff, Angela Hilberg, Jessica Nachtigall, Astrid Seifert,
Ulrike Weis

Junior Art Director: Martina Bruns

Fotografie: Andreas Wodrich, Melissa Ramson

Digitale Produktion: Melanie Becker, Kevin Harte, Martin Kreft, Thomas Kaltschmidt,
Pascal Wissner

Illustrationen

Jan Bintakies, Hannover, Rudolf A. Blaha, Frankfurt am Main, Thorsten Hübner, Berlin,
Albert Hulm, Berlin, Sven Hauth, Schül, Thomas Kühlenbeck, Münster, Timo Lenzen, Berlin,
Andreas Martini, Wettin, Moritz Reichartz, Viersen, Michael Vogt, Berlin

Editorial: Hans-Jürgen „Mash“ Marhenke, Hannover, Schlagseite: Ritsch & Renn, Wien,
c't-Logo: Gerold Kalter, Rheine

c't-Krypto-Kampagne: Infos zur Krypto-Kampagne unter <https://ct.de/pgp>. Die Authentizität
unserer Zertifizierungsschlüssel lässt sich mit den nachstehenden Fingerprints überprüfen:

Key-ID: 5C1C1DC5BEED033A
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: ayznmnmewb2tjvgf7ym4t2726muprjvwckzx2vhf2hbarbbzydm7oad.onion

Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover
Telefon: 05 11/53 52-0
Telefax: 05 11/53 52-129
Internet: www.heise.de

Herausgeber: Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

Geschäftsführer: Ansgar Heise, Beate Gerold

Mitglieder der Geschäftsleitung: Jörg Mühle, Falko Ossmann

Anzeigenleitung: Michael Hanke (-167) (verantwortlich für den Anzeigenteil), www.heise.de/mediadaten/ct

Anzeigenpreise: Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 40 vom 1. Januar 2023.

Anzeigen-Auslandsvertretung (Asien): Media Gate Group Co., Ltd., 7F., No. 182, Section 4,
Chengde Road, Shilin District, 11167 Taipei City, Taiwan, www.mediagate.com.tw Tel: +886-2-
2882-5577, Fax: +886-2-2882-6000, E-Mail: mei@mediagate.com.tw

Leiter Vertrieb und Marketing: André Lux (-299)

Werbeleitung: Julia Conrades (-156)

Service Sonderdrucke: Julia Conrades (-156)

Druck: Firmengruppe APPL, appl druck, Senefelderstr. 3-11, 86650 Wemding

Kundenkonto in der Schweiz: PostFinance, Bern, Kto.-Nr. 60-486910-4, BIC:
POFICHBEXXX, IBAN: CH73 0900 0000 6048 6910 4

Vertrieb Einzelverkauf:

DMV Der Medienvertrieb GmbH & Co. KG

Meßberg 1

20086 Hamburg

Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 1815

E-Mail: info@dermedienvertrieb.de

c't erscheint 14-täglich

Einzelpreis 5,90 €; Österreich 6,50 €; Schweiz 9,90 CHF; Belgien, Luxemburg 6,90 €;

Niederlande 7,20 €; Italien, Spanien 7,40 €, Dänemark 64,00 DKK

Abonnement-Preise: Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten: Inland 144,20 €,
Österreich 155,40 €, Europa 165,20 €, restl. Ausland 191,80 € (Schweiz 236.60 CHF);
ermäßigtes Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende (nur gegen Vorlage einer
entsprechenden Bescheinigung): Inland 105,00 €, Österreich 99,40 €, Europa 124,60 €,
restl. Ausland 152,60 € (Schweiz 145.60 CHF). c't-Plus-Abonnements (inkl. Zugriff auf
das c't-Artikel-Archiv sowie die App für Android und iOS) kosten pro Jahr 25,00 € (Schweiz
30.80 CHF) Aufpreis. Ermäßigtes Abonnement für Mitglieder von AUGÉ, bdvb e.V., BvDW e.V.,
/ch/open, GI, GUUG, ISACA Germany Chapter e.V., JUG Switzerland, VBIO, VDE und VDI
(gegen Mitgliedsausweis): Inland 108,15 €, Österreich 116,55 €, Europa 123,90 €, restl. Ausland
143,85 € (Schweiz 177.45 CHF). Luftpost auf Anfrage.

Leserservice:

Bestellungen, Adressänderungen, Lieferprobleme usw.

Heise Medien GmbH & Co. KG

Leserservice

Postfach 24 69

49014 Osnabrück

E-Mail: leserservice@ct.de

Telefon: 05 41/8 00 09-120

Fax: 05 41/8 00 09-122


c't abonnieren: Online-Bestellung via Internet (www.ct.de/abo) oder E-Mail
(leserservice@ct.de).

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch
die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Kein Teil dieser Publikation darf
ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert
oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet
werden. Die Nutzung der Programme, Schaltpläne und gedruckten Schaltungen ist nur zum
Zweck der Fortbildung und zum persönlichen Gebrauch des Lesers gestattet.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Haftung übernommen werden. Mit
Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das
Exklusivrecht zur Veröffentlichung. Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des
Verlages über. Sämtliche Veröffentlichungen in c't erfolgen ohne Berücksichtigung eines
eventuellen Patentschutzes.

Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt. Hergestellt und
produziert mit Xpublisher: www.xpublisher.com. Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten.
Gedruckt auf chlorfreiem Papier.

© Copyright 2023 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA LAE 

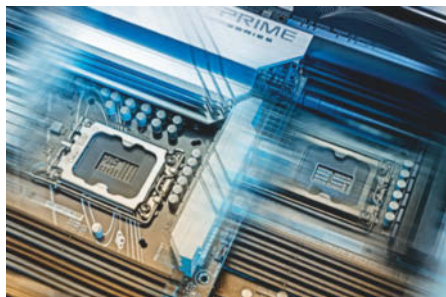
Vorschau **ct** 10/2023

Ab 22. April im Handel und auf ct.de



Officeschachteln

Mini-PCs erledigen alltägliche Büroaufgaben mit links, sind dabei leise und brauchen wenig Stellplatz. Viele verschwinden bei Bedarf sogar hinterm Monitor. Wir testen sechs solche Arbeitsponys von gebraucht bis nobel und fassen zusammen, auf welche Ausstattung Sie achten sollten.



Mainboards für Core i-13000

Zum Jahreswechsel hat Intel die Palette der Raptor-Lake-Prozessoren vervollständigt und die Serie-700-Chipsätze vorgestellt. Mainboards damit gibt es wahlweise für DDR4- oder DDR5-RAM ab 100 Euro zu kaufen. Einige unserer Testkandidaten haben vier Display-Anschlüsse oder sind mit schnellem Wi-Fi 6E ausgestattet.

Balkonkraftwerke: Von der Idee zur Umsetzung

Kleine Photovoltaikanlagen zu planen und aufzubauen kann richtig viel Spaß machen – aber insbesondere für Einsteiger auch eine Herausforderung sein. Wir fassen alle wichtigen Schritte für Sie zusammen und geben Ihnen eine Planungsvorlage an die Hand.

Mobilfunk per Vorkasse

Mit Prepaid-Tarifen hat man die Kosten für mobile Daten und Telefonminuten gut im Griff. Wer die passenden Optionen wählt, surft, simst und telefoniert für wenig Geld. Lesen Sie in der nächsten c't, was Sie für Ihr Geld bekommen und bei welchen Anbietern es schon eSIMs gibt.

Suchen mit KI

Bing ist nicht die einzige Suchmaschine, die derzeit mit KI aufgerüstet wird. Wir vergleichen Bing mit der Konkurrenz von Neeva, You.com & Co. und prüfen, ob sie auf Fragen nach dem Leben, dem Universum und dem ganzen Rest mehr als „42“ antworten.

Noch mehr
Heise-Know-how



Mac & i 2/2023 jetzt im Handel und auf heise-shop.de



Make: 2/23 jetzt im Handel und auf heise-shop.de



MIT Technology Review
3/2023 jetzt im Handel und auf heise-shop.de



MIT **Mac & i** IMMER DER ZEIT VORRAUS

+ 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.

Galaxy S23 + Watch5 Pro inklusive

Mit 1&1 Flatrate für Smartphone und Uhr.



Samsung Galaxy Watch und Smartphone für 0,- € einmalig.*

Die **Galaxy Watch5 Pro** im eleganten Design vereint mobile Produktivität und praktische Fitnesstechnologie. Aus einer riesigen Auswahl an Armbändern und Ziffernblatt-Kombinationen wählen Sie Ihre individuelle Smartwatch. Sichern Sie sich jetzt die Samsung Galaxy Watch5 Pro mit dem neuen Smartphone Galaxy S23 im **1&1 Premium-Paket für 0,- € einmalig.***

Zur **millionenfach bewährten 1&1 All-Net-Flat** erhalten Sie gratis eine herkömmliche SIM-Karte sowie eine eSIM*, um Handy und Watch unabhängig zu nutzen.



*Ein Gerät der Samsung Galaxy S23-Serie inklusive Samsung Galaxy Watch5 Pro und 2 SIM-Karten (zweite SIM-Karte ohne Aufpreis als eSIM mit gleicher Rufnummer) für je 0,- € einmalig in Verbindung mit einer 1&1 All-Net-Flat mit 24 Monaten Laufzeit, z.B. das Samsung Galaxy S23 mit der 1&1 All-Net-Flat 5 (5 GB Highspeed-Volumen pro Monat, danach unbegrenzt mit 64 kBit/s weitersurfen) die ersten 6 Monate für 34,99 €/Monat, danach 69,99 €/Monat. Gratis Telefonieren und Surfen gilt nicht für Sonder- und Premiumdienste, Verbindungen aus Deutschland ins Ausland sowie Roaming außerhalb EU gemäß Preisliste. Telefonate in dt. Fest- und Handynetze inklusive sowie Verbindungen innerhalb des EU-Auslands und aus EU nach Deutschland plus Island, Liechtenstein und Norwegen. Bereitstellungspreis 39,90 €. 24 Monate Vertragslaufzeit. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Preise inkl. MwSt. 1&1 Telecom GmbH, 56403 Montabaur. WEE-Nr. DE134703307



1und1.de
0721/960 1000