



**magazin für  
computer  
technik**

2.12.2023 28

Europas größtes IT- und Tech-Magazin



# Der optimale PC 2024

Sie haben gewählt: Office-Mini & Gaming-Allrounder

Beratung: Die passenden CPUs, SSDs und Grafikkarten finden

## TEST

Acht Programme zur Fotoverwaltung  
Linux Fedora 39 mit Gnome 45  
Synology Office: die Cloud im NAS  
Leises Power-Notebook mit RTX 4080  
Funkgeräte mit Meshing-Technik



## Preiswert drucken

Test: Multifunktionsdrucker für 100 Euro

Geld sparen mit Tintenabo

## FOKUS

Neues Outlook überträgt Passwörter an Microsoft  
Gaia-X: Wie die EU-Cloud ein Millionengrab wurde  
Gesetz für mehr Photovoltaik im Mehrfamilienhaus  
Loslegen mit Freifunk, gemeinsame WLANs bauen  
DSGVO-Auskunftsanspruch vor Gericht

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

# Die c't-Geschenketipps

Von der Redaktion getestet und empfohlen

Für jeden was dabei: Gadgets, Smartphones, Outdoor ...

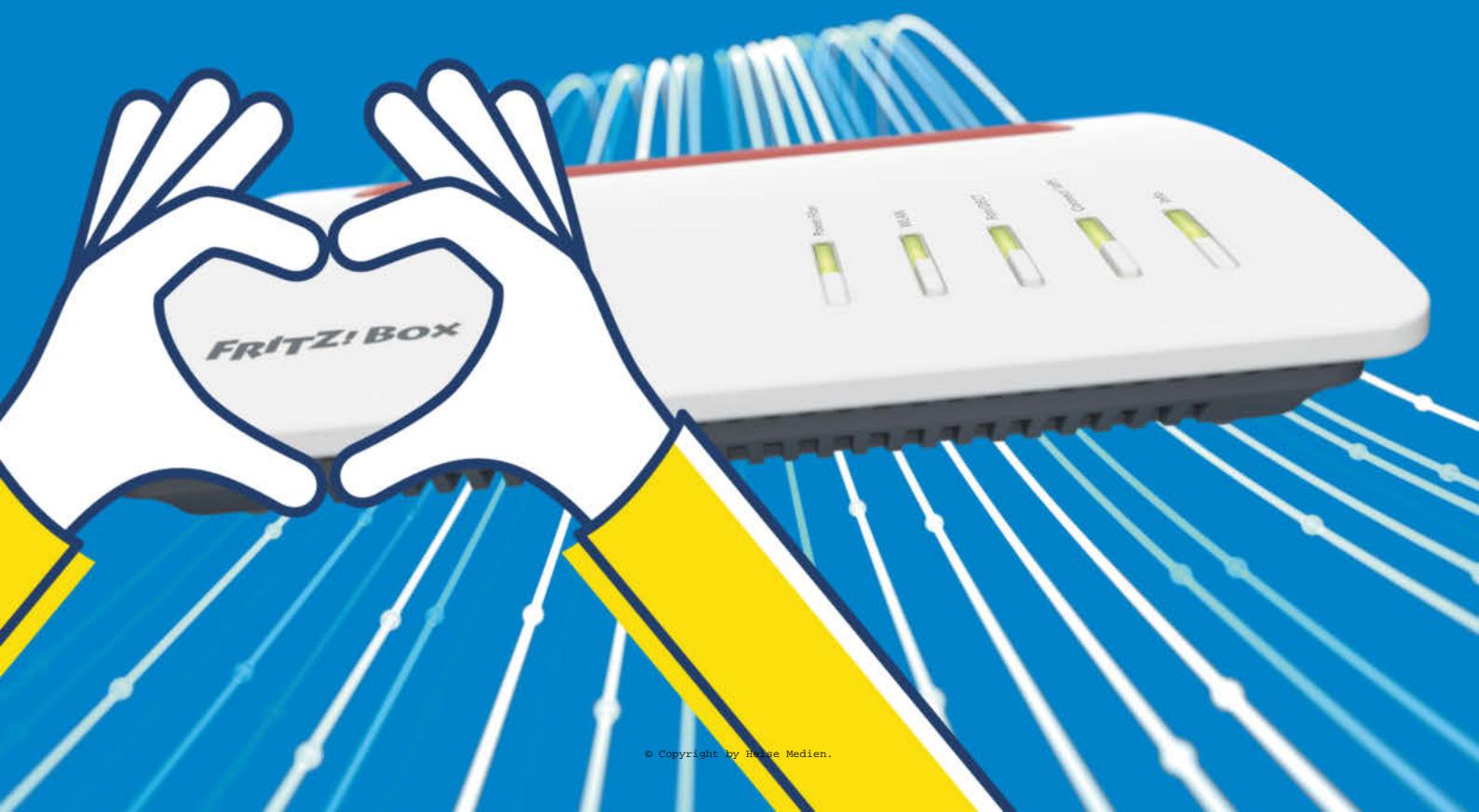
www.ct.de/geschenke

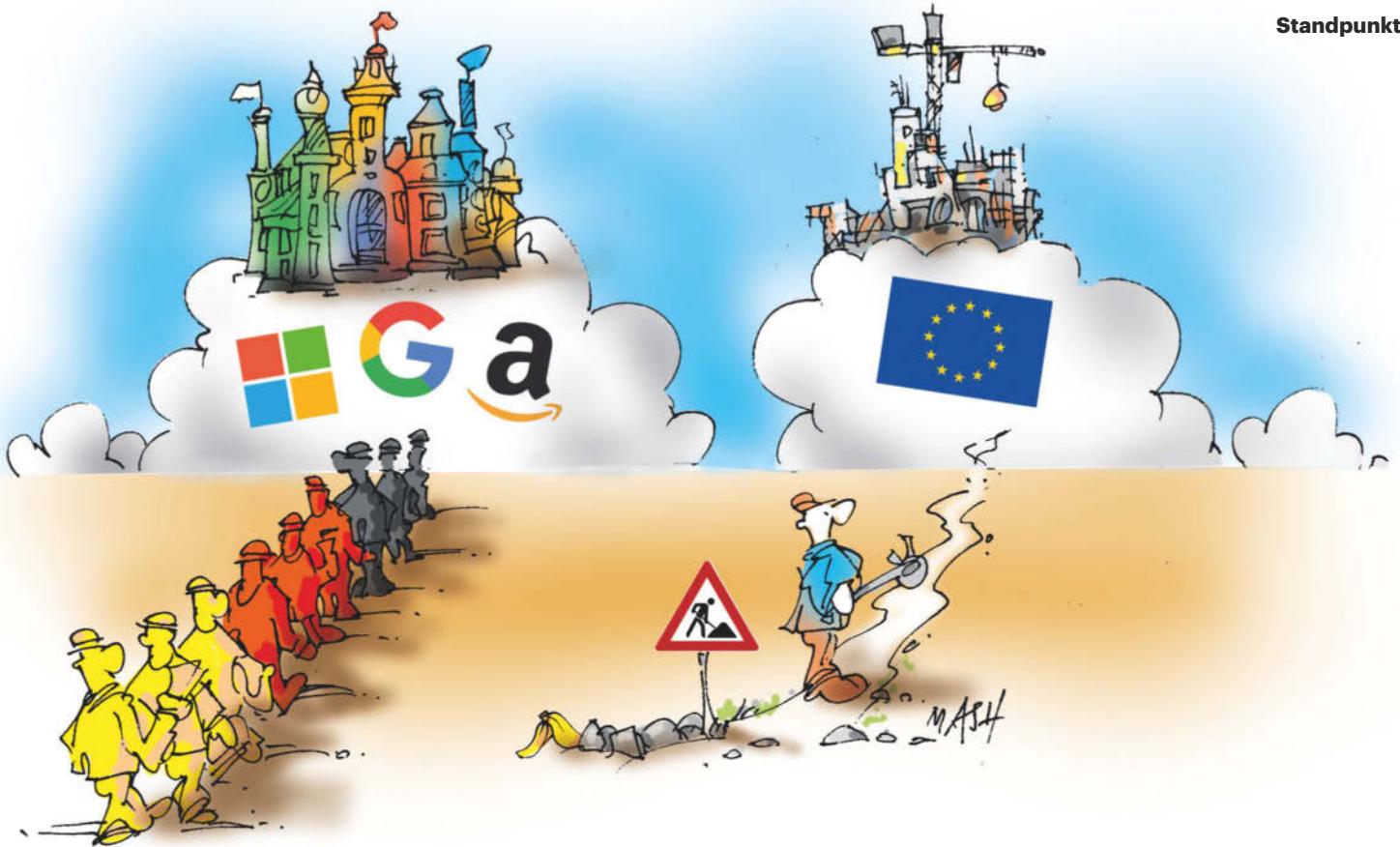




GLASFASER UND FRITZ!  
WIE EIN HERZ  
UND EINE SEELE

[avm.de/dreamteam](http://avm.de/dreamteam)





## Gaia-X: Ein Opfer des Ressortprinzips

Gaia-X, da dürften bei den meisten IT-Interessierten dunkle Erinnerungen an ein nebulöses Projekt der Bundesregierung aufploppen. Irgendwas mit Cloud, aber europäisch, also etwas teurer als bei den Amis, dafür ohne NSA.

Viel klarer lässt sich auch leider nicht sagen, was Gaia-X sein sollte. Denn als Wirtschaftsminister Peter Altmaier das Projekt 2019 vorstellte, blieben seine Ausführungen schwammig und widersprüchlich. Er versprach eine "souveräne europäische Dateninfrastruktur". Die heimischen Anbieter wollte er stärken, aber Microsoft & Co. bloß nicht ausschließen. Einen "Airbus der künstlichen Intelligenz" streute er auch noch ein.

Auch später, als europäische Konzerne wie die Telekom das Ruder bei Gaia-X übernahmen, blieb das Konzept wolkig. Interoperable Clouddienste, Datenräume, Datenschutzanforderungen und Label, ein System vernetzter Kataloge... Gaia musste für all das und noch mehr herhalten.

Die US-Hyperscaler wie Microsoft und Amazon nutzten das Durcheinander gekonnt aus. Sie meldeten sich bei Gaia-X an und filibuserten mit unzähligen Vorschlägen. Gleichzeitig kaperten sie den Slogan der "digitalen Souveränität" und werben nun selbst mit "souveränen Clouds". Marketing konnten sie schon immer.

Ein Problem ist aber auch das Ressortprinzip der Bundesregierung: Erfunden wurde Gaia-X vom Wirtschaftsministerium. Bei der IT-Strategie haben jedoch andere Ressorts das Sagen, allen voran Finanzen und Inneres. Und diese wollen von Gaia-X nichts wissen. Statt mit EU-Providern Open-Source-Clouddienste aufzubauen, setzen sie sich lieber bei den Hyperscalern in den goldenen Käfig. Zum Beispiel fädelte das Finanzministerium eine Microsoft-Cloud für Bund und Länder ein. Das Innenministerium schloss einen 3,9-Milliarden-Euro-Deal mit Oracle. Zum Vergleich: Für Projekte im Gaia-X-Umfeld gibt es rund 300 Millionen Euro Fördergelder.

An Gaia-X glaubt deshalb fast keiner mehr, obwohl Teilprojekte inzwischen durchaus Erfolge vorweisen (siehe S. 116). Bleibt zu hoffen, dass die Ministerien bei künftigen Digitalprojekten zur Abwechslung auch mal zusammenarbeiten. Und dass Trump nicht wieder gewählt wird und der Bundesregierung beim nächsten Handelsstreit einfach den Stecker zieht.



*Christian Wölbert*

Christian Wölbert

# Hacker müssen draußen bleiben!

## Windows Server 2022

### Kein Platz für Sicherheitslücken und Cyber-Angriffe

Nach dem Support-Ende für Windows Server 2012/R2 diesen Jahres am 10. Oktober entstehen täglich neue Sicherheitslücken – und Hacker nutzen das gnadenlos aus. Der Wechsel zu Windows Server 2022 schließt diese Einfallstore durch regelmäßige Updates und umfassende Security-Features. Riskieren Sie nicht die Integrität Ihrer IT und schützen Sie sich vor den gravierenden Konsequenzen eines erfolgreichen Cyber-Angriffs. Sichern Sie sich noch heute Ihre Lizenz für Windows Server 2022 – und genießen Sie den Schutz eines modernen Server-Betriebssystems.



#### ACHTUNG

Jetzt absichern:

**thomas-krenn.com/ws2022**

+49 (0) 8551.9150-300



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

# Inhalt c't 28/2023

## Titelthemen

### Der optimale PC 2024

- 18 **Hardwarekomponenten** für Ihre Anwendungen
- 26 **Allround-PC** mit supereffizienter CPU im Eigenbau
- 32 **Bauvorschlag** Kompakter Office-PC für 500 Euro

### Die c't-Geschenketipps

- 64 **Handverlesen** Tipps für den Gabentisch
- 66 **Smart Home** Heizen, wiegen, füttern
- 68 **Andere Welten** Von Mikroskop bis Sternenhimmel
- 70 **Für Nerds & Bastler** Werkzeug, Bausätze, Raspi
- 72 **Spiel & Spaß** Konsole, Drohne, Murmelbahn
- 74 **Outdoor & Reisen** Strom für unterwegs, E-Bike
- 76 **Smartphones** Handys von 100 bis 800 Euro

### Preiswert drucken

- 94 **Multifunktionsdrucker** mit Tintenabo im Test

## Test & Beratung

- 78 **Leises Power-Notebook mit RTX 4080**
- 80 **Powerbank** Edel-Akku liefert 27.650 mAh
- 80 **MicroSD-Speicherkarte** mit 1,5 TByte von SanDisk
- 82 **Tastatur & Maus** im Nintendo-Retro-Look
- 82 **In-Ear-Kopfhörer** Freebuds Pro 3 von Huawei
- 84 **Funkgeräte mit Meshing-Technik**
- 85 **Sternenprojektor** Lichtzauber an der Zimmerdecke
- 85 **Lichterkette** Philips Hue Festiva für draußen
- 86 **Digital Audio Workstation** Steinberg Cubase 13
- 88 **Synology Office: die Cloud im NAS**
- 90 **PDF-Werkzeugkasten** aus dem Docker-Container
- 90 **Hall-Plug-in** für die Musikproduktion
- 92 **Linux Fedora 39 mit Gnome 45**
- 93 **Portabler Minitresor** mit Alarm und Musik
- 100 **Notebook mit zwei Displays**
- 104 **Acht Programme zur Fotoverwaltung**
- 166 **Bücher** Richtig texten mit KI, Technikkritik

## Aktuell

- 16 **Neues Outlook überträgt Passwörter an Microsoft**
- 36 **Microsoft-KI** Copiloten an allen Ecken
- 37 **Internet** Klagen wegen DMA, Echtzeitzahlungen
- 38 **WhatsApp** Newsletter per Messenger
- 40 **Bit-Rauschen** Microsoft kündigt eigene Chips an
- 41 **Hardware** Ryzen-7000-Workstation mit 96 Kernen
- 42 **SanDisk-USB-SSDs** Ursache für Ausfälle gefunden?
- 43 **3D-Druck** mit mehreren Spulen
- 44 **Messenger-Standard RCS** Warum Apple mitmacht
- 45 **Server & Storage** 2,5 Petabyte im Rack-Einschub
- 46 **Netze** Kampf um Funkfrequenzen, Wi-Fi-7-Rekord
- 47 **Forschung** KI filtert Lärm, Ohrhörer messen EEG
- 48 **Web Summit** Schaulaufen für Start-ups
- 50 **Netflix und Spotify** Gericht kassiert AGB-Klauseln
- 51 **Leser helfen Lesern** Raspi-Gehäuse im 3D-Druck
- 52 **Hollywood-Streik** Einigung für Schauspieler
- 53 **Spielkonsole** Steam Deck mit OLED-Display
- 54 **Web-Tipps** Datenuhren, KI-Emojis, U-Bahn-Kunst

### 18 Der optimale PC 2024



Anhand der Ergebnisse unserer Leserumfrage haben wir zwei Bauvorschläge für Sie erstellt: einen leistungsstarken Gaming-PC, der auch für andere Aufgaben wie Foto- und Videobearbeitung taugt, sowie einen sparsamen Office-Mini mit Achtkerner.

# Wissen

- 58 Adventsrätsel** Energiesparserver zu gewinnen
- 112 Zahlen, Daten, Fakten** E-Books
- 114 Gaia-X: Wie die EU-Cloud ein Millionengrab wurde**
- 120 Digitaler Euro** EZB startet „Vorbereitungsphase“
- 126 Top500-Liste** Supercomputer legen erheblich zu
- 128 Gesetz für mehr Photovoltaik im Mehrfamilienhaus**
- 132 Loslegen mit Freifunk, gemeinsame WLANs bauen**
- 138 Autonomes Fahren** Autos lernen hören
- 142 Krypto-Historie** Kasiski-Test knackt Vigenère
- 148 ROM-Hacks** optimieren alte Videospiele
- 150 40 Jahre c't** Ausblick auf das Internet
- 160 DSGVO: Auskunftsanspruch vor Gericht**

# Praxis

- 152 Delta Chat** als Messenger und Mailsoftware nutzen
- 156 Windows Defender** Eigenmächtigkeit austreiben

# Immer in c't

- 3 Standpunkt** Gaia-X: Ein Opfer des Ressortprinzips
- 10 Leserforum**
- 15 Schlagseite**
- 56 Vorsicht, Kunde** Amazon ignoriert Betrugsopfer
- 162 Tipps & Tricks**
- 164 FAQ** Das neue Outlook
- 168 Story** Organika
- 175 Stellenmarkt**
- 176 Inserentenverzeichnis**
- 177 Impressum**
- 178 Vorschau c't 29/2023**

## 64 Die c't-Geschenketipps



Zum Wünschen und Schenken: Wir haben die 36 tollsten Dinger zusammengestellt, die uns im vergangenen Jahr beim Testen und Schreiben unter die Finger gekommen sind. Ob für Nerds oder Bastler, Outdoor-Fans oder Couch-Potatoes – für jeden ist etwas Passendes dabei.

Frisch aus  
**c't Nerdistan**

- 148 Retro-Gaming** ROM-Hacks pimpfen alte Videospiele
- 152 Chatten per E-Mail** mit Delta Chat

**c't Hardcore**

- 142 Kasiski-Test** Python knackt historische Chiffre

# 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.<sup>1</sup> Schützen Sie das Herzstück mit hardwarebasierter Sicherheit wie dem neuesten TPM 2.0, Sicherheit auf Chipebene sowie Schutzmaßnahmen für

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

## ERHÄLTLICH BEI IHREM TERRA FACHHÄNDLER

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



Magnesium-  
gehäuse

#### TERRA MOBILE 1470U

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

Artikel-Nr.: 1220801

**1.199,-\***

Preis UVP inkl. gesetzl. MwSt.

\* Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Preise in € inklusive gesetzlicher Mehrwertsteuer.  
Es gelten die AGB der Wortmann AG, zu finden unter [www.wortmann.de](http://www.wortmann.de). Solange der Vorrat reicht.  
Keine Mitnahmегарантия.

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.

<sup>†</sup> Windows 11 Survey Report, Techaisle, Februar 2022. Ergebnisse für Windows 11 basieren auf einem Vergleich mit Geräten mit Windows 10.

© Copyright by Heise Medien.

[www.wortmann.de](http://www.wortmann.de)

**WORTMANN AG**

IT. MADE IN GERMANY.

# Leserforum

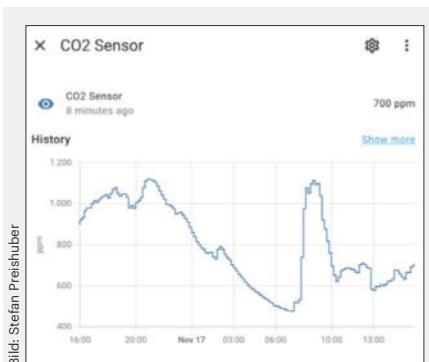
## Schlechte Erfahrungen?

Standpunkt „Kryptoschmu“, c't 27/2023, S. 3

Aufgrund der Tonalität liegt der Verdacht nahe, dass Sylvester auf einen sogenannten Shitcoin hereingefallen ist. Drum prüfe vorher, in welches Projekt man investieren möchte. Und ja: Das ist für den normalen CeFI-Kunden noch etwas schwierig, wenngleich möglich. Deswegen wollen wir doch aber bitte keine Technologie verteufen.

Ingo Harpel 

*Ich bin weder auf einen Shitcoin noch auf eine der Betrugsmaschen hereingefallen, die im „Krypto“-Ökosystem blühen. Ich stehe der Technologie Blockchain und dem Konstrukt DeFi nicht aus persönlichem Leid kritisch gegenüber. Nichts gegen Technologien, die noch reifen müssen, aber wenn währenddessen ein Skandal den nächsten jagt und (beleibe nicht nur) normale CeFI-Kunden Fehden lassen müssen, dann ist das eben eine sehr schlechte Entwicklung. (syt@ct.de)*



Mindestens ein Leser zieht ein selbstgebautes CO<sub>2</sub>-Messgerät mit Ausgabe über einen lokalen Server den getesteten Fertiglösungen vor.

danach können die Werte über MQTT zum Beispiel an eine Home-Assistant-Instanz geschickt werden. Dort können die Werte visualisiert oder auch für eine CO<sub>2</sub>-Ampel genutzt werden.

Stefan Preishuber 

## Frage nach der Lebenserwartung

Netzwerkspeicher geschickt aufrüsten und erweitern, c't 27/2023, S. 54

Wenn man aufrüstet, sollte man zuerst schauen, wie alt das Gerät ist beziehungsweise ob es noch Updates bekommt. Die Kirchengemeinde, zu der ich gehöre, hat sich vor über 10 Jahren ein NAS zugelegt. Nach Jahren wurden mal neue Festplatten eingebaut, finde ich auch gut. Aber ich stelle mir die Fragen, wie lange das Ding noch Updates bekommt, wann die Elektronik nicht mehr mitmacht und ob die nicht eventuell sogar noch die Festplatten mit in den Abgrund reißt, wenn es so weit ist.

Notting 

## Selbst bauen

Neun CO<sub>2</sub>-Messgeräte für den Hausgebrauch, c't 27/2023, S. 84

Die einfachste, billigste und datentechnisch sicherste Inhouse-Lösung ist die Nutzung des MH-Z19-Sensors, den es für wenige Euro zu kaufen gibt. An einem Raspberry Pi oder Arduino muss nur eine mh\_z19-Bibliothek eingebunden werden,

oder bei komplexeren Modifikationen direkt über eine .json-Datei.

Timmo Schulte 

## Smart ist nicht smart

Für wen sich dynamische Stromtarife lohnen, c't 26/2023, S. 22

Ich bin Besitzer eines Smart Meters und habe die Zugangsdaten zum Visualisierungsportal erhalten. Ich hatte mich bewusst gegen Tibber und für ein „richtiges“ Smart Meter entschieden. Die Freude über mein Smart Meter währte allerdings nur kurz, denn ich bekam die folgende Nachricht gleich dazu: „Die aktuelle Gesetzgebung sieht aufgrund Ihres Jahresverbrauchs von unter 10.000 kWh nur die Übermittlung von einem Zählerstand pro Monat vor. Aus diesem Grund wird im Portal aktuell auch nur der Zählerstand angezeigt.“

Und genau so ist es auch – ich sehe als einzige Information im Portal den Zählerstand vom 1. November. Mein Smart Meter ist insofern nicht smarter als mein bisheriger digitaler Stromzähler. Wenn ich wissen möchte, wie hoch die Leistung ist, die in meinem Haus gerade genutzt wird, muss ich nach wie vor in den Keller gehen. Und ein dynamischer Stromtarif ist damit natürlich auch in weiter Ferne. Ist Ihnen eine solche Regelung, wie sie mein Netzbetreiber beschreibt, bekannt?

Cornel Wolf 

## Zufällige Übereinstimmung

Im Artikel wird der Lüftungsbedarf zwecks Infektionsschutz implizit gleichgesetzt mit dem Lüftungsbedarf zur CO<sub>2</sub>-Abfuhr. Es gelten jedoch unterschiedliche Kriterien, die auch zu verschiedenen Ergebnissen führen. Es gibt lediglich eine zufällige Übereinstimmung bei typischen Unterrichtsräumen, wo ein Luftaustausch-Intervall von 20 Minuten unter beiden Aspekten angemessen ist.

Detlef Hennings 

## Nützliches Tool

Einknopf-Tastenkürzel für Microsoft Teams, c't 27/2023, S. 128

Ich nutze seit geraumer Zeit das Tool Karabiner Elements zum Erstellen von Tastenkürzeln unter macOS. Wichtigster Einsatzzweck ist für mich die Belegung der Daumentasten meiner Maus, damit ich einfacher durch die virtuellen Desktops scrollen kann.

Mit Karabiner-Elements sollte es möglich sein, für jede angeschlossene Tastatur individuelle Kürzel (und auch Tastenkombinationen) festzulegen. Die Konfiguration erfolgt entweder über ein GUI

*Sie brauchen für einen dynamischen Tarif ein Smart Meter, auf das der Stromanbieter Zugriff hat (und möglichst auch Sie). Das gilt leider nur für eine kleine Auswahl an Geräten. Eine deutschlandweite Lösung gibt es hierfür nicht; der jeweilige Verteilnetzbetreiber entscheidet, was möglich ist. Ihnen bleibt also wahrscheinlich keine andere Möglichkeit, als zu warten. Zwischenzeitlich können*

## Fragen zu Artikeln

 Mail-Adresse des Redakteurs am Ende des Artikels

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



1blu

# Explosives Angebot: Homepage XL

12  
.de-Domains  
inklusive!

## 12 .de-Domains inklusive

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

2,49  
€/Monat\*



Letzte Chance  
bis 20.12.2023!  
Preis gilt dauerhaft.

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

030 - 20 18 10 00 | nur unter [www.1blu.de/xl](http://www.1blu.de/xl)

*Sie Tibber nutzen, sofern Ihr neuer Zähler noch eine kompatible optische Schnittstelle hat.*

## Schlechte Idee

*Abkehr von klassischen Open-Source-Lizenzen,*

*c't 26/2023, S. 70*

Geschichtsschreibung ist immer die Geschichtsschreibung der Gewinner. Und so ist es kein Zufall, dass der Begriff Freie Software quasi als Allgemeingut in den Raum gestellt wird, als hätte es Freie Software schon gegeben, bevor diese Worte dafür existierten. Das ist falsch, denn definiert wurde dieser Begriff vor allem von Richard Stallmann und der FSF.

Und das war circa 13 Jahre (laut aktueller deutscher Wikipedia), bevor der Begriff Open Source existierte. Open Source war ja nur der (leider geglückte) Versuch, einen Marketingbegriff zu etablieren, weil „Freie Software“ zu radikal oder zu links klang. Funfact: Alle bis auf einen OSI-Gründer, aber einschließlich des zitierten Bruce Perens, haben hinterher zugegeben, dass das Etablieren dieses Begriffs eine schlechte Idee war.

Rhenze

## NFC hakt

*Login per Passkey: Gekommen, um zu bleiben,*

*c't 26/2023, S. 76*

Yubikey 5 NFC hakt ja leider noch sehr. Mit Google Chrome lässt sich auf Yubikey 5 NFC mal ein Passkey erstellen, mal nicht und er lässt sich gegebenenfalls erfolgreich „ausprobieren“, er funktioniert aber für die Anmeldung tatsächlich nicht. Yubikey-Passkeys bei Microsoft, Amazon und Yubikey Playground hingegen funktionieren. Amazon erzeugt Passkeys nur auf Handys und „Sicherheitsschlüsseln“ wie Yubikey, aber nicht auf Windows Hello, und der Android-Passkey lässt sich unter Windows nicht nutzen.

Norbert (2)

## Deutschland ist lästig

*Mit Girocard und Wero gegen Visa und Mastercard,*

*c't 26/2023, S. 94*

Das Lästige an Deutschland (Europa kenne ich zu wenig): Meine Schweizer Mastercard wird nicht akzeptiert – auch wenn Mastercard am Schaukasten steht. Beim Discounter kann ich mit Apple Pay

zahlen, aber nicht bei den Kleinen, die ich ja auch unterstützen will und deren Sortiment oft meinen Wünschen besser entspricht. Und schon klar, Bargeld geht (fast) immer.

Louis V.

## Zwangsreparatur

*Samsung verweigert Gewährleistung für Galaxy Z Fold 4, c't 25/2023, S. 58*

Im Frühjahr 2023 wollte ich das Akku-Reparaturangebot von Samsung (ca. 70 Euro) für mein Galaxy Note 8 in Anspruch nehmen. Nach dem Einschicken meines Gerätes bekam ich von Samsung die Mitteilung, dass mein Display „Einbrennspuren“ habe und deshalb getauscht werden müsse.

Mein Einwand, dass mir diese geringen Fehler bekannt, aber für mich belanglos seien, wurde von Samsung mit einem erneuten Schreiben gleichen Inhalts beantwortet: entweder Displaytausch oder keine Reparatur!

Nachdem ich in einem weiteren Schreiben mein Unverständnis gegenüber diesem merkwürdigen Serviceverständnis geäußert hatte, erhielt ich mein Handy wunschgemäß unrepaiert zurück. Ich habe dann den telefonischen Rat eines Samsung-Mitarbeiters befolgt und in einer freien Werkstatt vor Ort für circa 100 Euro den Akku auswechseln lassen.

Dr. Rudolf Heger

## Umsatz generieren

*Aus für das Gratisupgrade von Windows 7 auf 10 und 11, c't 25/2023, S. 16*

Auf meinem Rechner (Mainboard MSI Pro Z690-A DDR4) wurde Windows 11 Mitte 2022 neu installiert und mit einem Windows-7-Schlüssel erfolgreich aktiviert. Der Rechner lief klaglos bis Mitte Oktober 2023.

Nach einem BIOS-Update von Version 1C auf 1E gab es die Meldung: „Windows hat gemeldet, dass sich die Hardware Ihres Gerätes geändert hat. Fehlercode: 0xC004F211.“ Das System war fortan nicht mehr aktiviert und ließ sich mit dem Win-7-Schlüssel nicht mehr aktivieren. Ein Wechsel der BIOS-Version zurück auf 1C änderte daran nichts.

Der Microsoft-Support eröffnete mir dann den Wegfall der Möglichkeiten mit dem Windows-7-Schlüssel. Die einzige

sichere Möglichkeit, mein System zu aktivieren, sei die Eingabe eines Windows-11-Retail-Keys für 259 Euro. So kann man auch Umsatz generieren: erst auf ein neues System locken und nach dessen Installation zum Kauf zwingen.

H.-J. Weßelmann

## Budget-Gamer-Board

*„Mission Günstig-Gamer“, c't 19/2023, S. 134*

Ich bin gerade dabei, auf der Basis des Bauvorschlags einen PC zusammenzustellen. Dabei ist mir aufgefallen, dass es von dem Mainboard mittlerweile drei Versionen zu geben scheint: A520M DS3H (rev. 1.x), A520M DS3H V2 (rev. 1.0), A520M DS3H V2 (rev. 1.1).

Wenn ich mir das Layout der Mainboards anschau, dann scheint bei der V2-Variante ein PCIe-Slot durch einen NVMe-Anschluss für eine zweite Festplatte ersetzt worden zu sein. In der Dokumentation der V2-Boards kann ich dazu allerdings nichts finden. Welche Variante soll ich nehmen?

David Teusner

*V2 scheint in mehreren Details abgespeckt worden zu sein. So fehlen offenbar die Header für die RGB-Beleuchtung sowie der zweite PCIe-x1-Slot. Einen zweiten M.2-Slot kann ich nicht erkennen, sondern nur eine Vorbereitung dafür, die aber nur bei teureren Varianten des Boards ausgeführt wird. Ich würde dazu raten, die derzeit 5 Euro mehr in die ursprüngliche Variante zu investieren.*

## 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>

**flexibel, holistisch, vernetzt**

# Commerce Trends für 2024

Doppelte Daten und Dokumente, unzählige Kommunikationskanäle – online wie offline – und eine breite Fülle an Vertriebswegen erschweren handelstreibenden Unternehmen, den Überblick über ihre Datenlandschaft zu behalten und eine einheitliche Kundenkommunikation zu gewährleisten. Daher setzen mehr und mehr Unternehmen auf einen flexiblen, kanalübergreifenden Commerce-Ansatz. Drei klare Trends lassen sich in diesem Zusammenhang für 2024 erkennen.

Pascal Brunnert, Analyst

## Leistungsfähig und modular für mehr Flexibilität

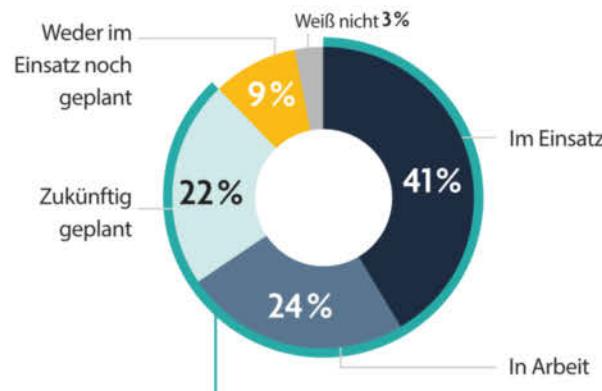
Der Trend geht klar in Richtung einer MACH-Architektur, basierend auf Microservices, APIs, Cloud Native sowie Headless-Strukturen, für eine leistungsstarke IT-Infrastruktur, die sich je nach externen Anforderungen – von Lastzeiten bis hin zur schnelleren Reaktion auf Kundenanforderungen – flexibel skalieren lässt. So berichten etwa 81 Prozent der Handelstreibenden, die auf Microservices vertrauen, von einer hohen Stabilität ihrer Website-Performance, auch zu Lastzeiten wie Black Friday oder Weihnachten. Ein ähnlich hoher Anteil (82 Prozent) betont eine schnelle Skalierbarkeit ihrer Systemkapazität aufgrund ihrer modular aufgebauten Infrastruktur.

## Personalisiert und vernetzt für eine verbesserte Kundenloyalität

41 Prozent der handelstreibenden Unternehmen verfolgen bereits eine Customer-Experience-Strategie, weitere 46 Prozent definieren oder planen eine solche.

### Kanalübergreifende Customer-Experience-Strategie

Basis: 201 Unternehmen | Durch Rundungsdifferenzen kann die Summe der Prozente unter Umständen von 100 abweichen



Quelle: techconsult GmbH 2023

Die Fokussierung auf eine einheitliche Customer Journey führt zwangsläufig zur Integration verschiedener Kommunikationskanäle, über die Kundendaten erhalten und verarbeitet werden. Eine weite Mehrheit sieht sich bereits jetzt in der Lage, Kundendaten umfassend zu erfassen. Diese Daten zu segmentieren ist für die meisten Unternehmen lediglich ein erster Schritt, denn die meisten Unternehmen erweitern auf eine tiefgreifende Analyse des Kundenverhaltens, um Kampagnen zielgruppenspezifisch planen sowie umsetzen zu können.

Interessanterweise sind es vor allem klassische Handelsunternehmen, die vorhandene Potenziale datengesteuerter Kundenbindungsprogramme nicht voll ausschöpfen. Gegenüber den Industrieunternehmen lässt sich im Handelssektor noch ein erheblicher Entwicklungsbedarf erkennen.

## Konsistente und vernetzte Daten für eine einheitliche Kommunikation

Mehr als jedes zweite Unternehmen (55 Prozent) leidet unter dem Mehraufwand doppelter Daten und Dokumente. Um diesem Problem entgegenzuwirken und die Außenkommunikation einheitlicher zu gestalten, sind Lösungen zur Datenverknüpfung unverzichtbar. Aktuell beschäftigen sich viele Unternehmen vornehmlich mit Content-Management-Systemen. Zukünftig planen jedoch immer mehr Unternehmen, diese um ein Digital-Asset-Management zu erweitern, um einen reibungslosen Datenaustausch zwischen Frontend- und CX-System zu gewährleisten.

Alle Informationen zur Studie und zum Download finden Sie unter dem folgenden Link bei KPS:

[bit.ly/cx-report-2024](https://bit.ly/cx-report-2024)



# Was ist der **Hype** wirklich wert?



**ct 3003** Newsletter



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

Jetzt **KOSTENLOS** abonnieren:  
[ct.de/hype](http://ct.de/hype)





Weitere Schlagseiten auf [ct.de/schlagseite](https://ct.de/schlagseite)

# Wolkig mit Aussicht auf Datenlecks

## Neues Outlook überträgt Passwörter an Microsoft

**Das neue Outlook macht einiges anders als das alte: Wer es ausprobiert, überträgt sensible Zugangsdaten und Mails in die Microsoft-Cloud. Datenschützer sind alarmiert.**

Von Ronald Eikenberg

Nutzt man die aktuelle Windows-11-Version, empfiehlt das Startmenü ein neues Mailprogramm namens „Outlook (new)“ (siehe auch FAQ auf Seite 164). Es soll die „Mail“-App von Windows langfristig ersetzen. Auch Office-Nutzer machen schnell Bekanntschaft mit der neuen App, schon weil Microsoft den Schiebeschalter „Testen Sie das neue Outlook“ prominent im alten Outlook platziert hat.

Doch der jüngste Outlook-Spross machte zuletzt mit einer Datenschutzfalle Schlagzeilen, in die Nutzer leicht tappen: Anders als von Outlook und anderen Mailclients gewohnt, baut die neue App keine direkte Verbindung zu den eingerichteten Mailservern auf, sondern überlässt das der Microsoft-Cloud. Trägt man die Zugangsdaten für ein IMAP-Mailkonto ein, schickt die App diese Daten an Microsoft. Die Microsoft-Cloud nutzt die Zugangsdaten, um selbst Kontakt zu den Mailservern aufzubauen und die Mails abzuholen sowie zu speichern.

### Mailpasswort in der Microsoft-Cloud

Dies belegt eine Analyse von c't mit einem sogenannten Man-in-the-Middle-Proxy, mit dem wir uns lokal in den TLS-verschlüsselten Datenverkehr der App eingeklinkt haben. Dabei zeigte sich, dass die App die Microsoft-URL <https://outlook.office.com/ows/beta/ShadowService/>

getShadowToken kontaktiert und Usernamen sowie Passwörter dorthin überträgt. Kurz darauf meldeten sich die IP-Adressen 52.98.204.101 und 52.98.207.109 mit unseren Zugangsdaten am Mailserver an, wie dessen Logdateien belegen. Der Eigentümer der IP-Adressen ist die Microsoft Corporation aus Redmond.

Informiert wurden wir über die Übertragung der Zugangsdaten und die daraus resultierenden Konsequenzen nicht. Die Outlook-App wies uns lediglich darauf hin, dass unser Mailkonto synchronisiert werden müsse: „Um Ihr IMAP Konto zu Outlook hinzuzufügen, müssen wir Ihre E-Mails mit der Microsoft Cloud synchronisieren.“ Kein Wort zur Preisgabe der Login-Informationen.

Besonders überrascht hat uns, dass wir die Übertragung auf einem System beobachten konnten, auf dem wir gar kein Cloudkonto von Microsoft eingerichtet hatten: Windows 11 hatten wir ohne Microsoft-Konto eingerichtet und auch die Outlook-App verlangte keines. Offenbar hat Microsoft ungefragt eine Art Schattenkon-

to in seiner Cloud für uns erstellt, um damit unsere Mails abzurufen und zu speichern.

Als wir das Unternehmen mit unseren Beobachtungen konfrontierten, verwies es auf den Hinweis zur Synchronisierung der Daten und den darin verlinkten Support-Artikel (siehe [ct.de/yqyu](https://ct.de/yqyu)). Der Artikel erklärt (Stand: 21.11.2023), dass Nutzer anderer Mailanbieter nun von Microsoft 365 und Exchange Online bekannte Komfortfunktionen wie „E-Mail-Suche“, „Posteingang mit Relevanz“ oder auch „E-Mails als gelesen/ungelesen markieren“ nutzen können.

Was er jedoch nicht erklärt, ist die Übertragung und Speicherung der Zugangsdaten. Diese räumte Microsoft in der Stellungnahme etwas verklausuliert ein: „Bei IMAP-Providern, bei denen Microsoft die Verbindung mit BasicAuth herstellt, speichern wir die Zugangsdaten als User-Token in verschlüsselter Form.“ Mit BasicAuth meint das Unternehmen die klassische Authentifizierung mit Benutzername und Passwort, wie das bei IMAP und SMTP der Fall ist.

**Die neue Outlook-App überträgt die sensiblen Zugangsdaten zum Mailkonto in lesbbarer Form an Microsoft.**

```
POST /ows/beta/ShadowService/getShadowToken?
Host: outlook.office.com
{
  "emailAddress": "rei@ct.de",
  "providerType": "GenericImap",
  "remoteImapServer": {
    "hostname": "imap.ct.de",
    "port": 993,
    "secure_connection_type": "ssl"
  },
  "remoteSmtpServer": {
    "hostname": "smtp.ct.de",
    "port": 587,
    "secure_connection_type": "ssl"
  },
  "remoteImapCredentials": {
    "UserId": "rei@ct.de",
    "Secret": "GeheimesPasswort!"
  },
  "remoteSmtpCredentials": {
    "UserId": "rei@ct.de",
    "Secret": "GeheimesPasswort!"
  }
}
```

## Kein Zugriff aufs Klartextpasswort?

Das Unternehmen will jedoch selbst keinen Zugriff auf die Zugangsdaten haben: „Nur die Benutzer selbst und die Microsoft-Dienste, die mit der Mailbox interagieren, um die Daten abzurufen, haben Zugriff auf dieses Token. Das bedeutet, dass Microsoft keinen Zugriff auf das Klartextkennwort hat.“ Diese Aussage ist mindestens irreführend, denn natürlich benötigt Microsoft das Kennwort im Klartext, um sich gegenüber den externen Mailservern zu authentifizieren und die Mails abrufen zu können.

Zur Speicherung der Daten äußert sich das Unternehmen wie folgt: „Diese Informationen werden gespeichert, solange der Benutzer den E-Mail-Client aktiv nutzt. Bei Inaktivität werden die Kontodaten gemäß dem Kontolebenszyklusprozess entfernt. Der Nutzer hat auch die Möglichkeit, die Löschung von Daten (einschließlich Zugangsdaten) bei Bedarf zu beantragen, indem er das Konto löscht und die Option ‚von allen Geräten entfernen‘ wählt.“ Das ist ein wichtiger Hinweis, der auch dem in Outlook verlinkten Support-Artikel gut zu Gesicht stünde.

Wer das neue Outlook im Startmenü oder in der Oberfläche des alten Outlook entdeckt und ausprobiert, dem dürfte nicht klar sein, dass er damit nicht länger einen lokalen Mailclient verwendet, sondern im Prinzip eine Art Webmaildienst wie Outlook.com oder Gmail. Grundsätzlich hat die neue App durchaus ihre Da-seinsberechtigung und einige Vorteile, denn das Cloudkonto bietet gegenüber IMAP diverse Komfortfunktionen und eine flotte, globale Suchfunktion. Die Nutzung muss jedoch stets eine bewusste Entscheidung sein, da sie mit der Herausgabe sensibler Zugangsdaten und Mails verbunden ist.

Für Microsoft ist es nicht der erste Vorfall dieser Art: Bereits im Jahr 2015 führten die damals veröffentlichten Outlook-Apps für iOS und Android zu Schlagzeilen, als herauskam, dass sie ebenfalls die Cloud für den Mailabruf und -versand nutzten. Die Apps wurden daraufhin vielerorts untersagt oder gesperrt, etwa an deutschen Universitäten. Als wir Ende 2022 Mail-Apps für iOS testeten (siehe ct.de/yqyu) zeigte sich, dass Microsoft dieses Verhalten abgestellt hatte und die Outlook-App direkt mit eingestellten Mailservern spricht. Auch die Android-App baut die Verbindungen inzwischen direkt



**Wer hier zustimmt, gewährt Microsoft umfassenden Zugriff auf das Mailkonto.**

auf. Bei den Outlook-Apps für Windows und auch macOS schlägt Microsoft jetzt wieder den entgegengesetzten Kurs ein.

### Datenschützer sind besorgt

Datenschützer zeigen sich besorgt über die aktuellen Entwicklungen: „Die Meldungen über ein vermutetes Datensammeln von MS über Outlook sind alarmierend“, schrieb der Bundesbeauftragte für den Datenschutz und die Informationsfreiheit (BfDI) Ulrich Kelber auf Mastodon. Kurz danach hat das BfDI die für Microsoft in der EU zuständige irische Datenschutzbeauftragte um einen Bericht gebeten.

Der Thüringer Landesbeauftragte für den Datenschutz und die Informationsfreiheit (TLfDI) warnte in einer Pressemitteilung vor der Datenübertragung: „Momentan rät der TlfDI [...] dringend dazu, sich die Genehmigung für diesen tiefgreifenden Eingriff in die Privatsphäre durch die App ‚Neues Outlook‘ bestens zu überlegen und die richtigen Schlüsse [...] zu ziehen. Nehmen Sie das von Microsoft selbst ins Spiel gebrachte Wahlrecht wahr und verzichten Sie auf die neue Outlook-Version!“

Auch der ehemalige Landesdatenschutzbeauftragte Baden-Württembergs Stefan Brink, der heute das Wissenschaftliche Institut für die Digitalisierung der Arbeitswelt leitet, hat Bedenken: „Das kann sogar ein Rechtsverstoß des Nutzers sein, etwa wenn er als Mitarbeiter des öffentlichen Dienstes oder Träger von Geschäftsgeheimnissen seines Unterneh-

mens bestimmten Geheimhaltungsvorschriften unterliegt. Zudem gibt der Nutzer damit Microsoft Zugriff auf die Inhalte der Mails – und das darf er in aller Regel nicht.“

Brink hält sogar einen DSGVO-Verstoß für möglich: „Dass personenbezogene Daten in einer für die betroffene Person nachvollziehbare Weise verarbeitet werden, gehört zu den Grundsätzen der DSGVO (Art. 5 Abs. 1 DSGVO). Dass die hier gezeigte Vorgehensweise von Microsoft dem gerecht wird, kann man mit Fug und Recht bezweifeln.“

### Was Sie jetzt tun können

Aktuell helfen nur individuelle Maßnahmen: Unternehmen, öffentliche Institutionen & Co. müssen sich bewusst entscheiden, ob sie der neuen Outlook-App und damit auch der Weitergabe sensibler Zugangsdaten und Mails an die Microsoft-Cloud zustimmen und ihre Mitarbeiter entsprechend informieren. Zudem sind technische Maßnahmen möglich, etwa das Entfernen des im alten Outlook angezeigten Schalters „Testen Sie das neue Outlook“ per Gruppenrichtlinie oder das Blockieren der Microsoft-Zugriffe auf den Mailserver (siehe ct.de/yqyu). Wer die neue App bereits ausprobiert hat, kann Microsoft über das Zahnradsymbol oben rechts und „Konten verwalten/Verwalten/Entfernen/Von allen Geräten entfernen“ bitten, die Daten aus der Cloud zu löschen.

(rei@ct.de) ct

**Hintergründe & Schutz:** ct.de/yqyu

# Der optimale PC 2024

**Kaufberatung: So finden Sie die passenden  
Hardwarekomponenten für ihre Anwendungen**



<b>Kaufberatung für aktuelle PC-Komponenten .....</b>	<b>Seite 18</b>
<b>Bauvorschlag für einen starken Gaming-PC .....</b>	<b>Seite 26</b>
<b>Bauvorschlag für einen kompakten Office-Rechner ....</b>	<b>Seite 32</b>

# Für PC-Selbstbauer steht derzeit eine riesige Auswahl an schnellen Prozessoren, SSDs und Grafikkarten bereit. Unsere Tipps helfen Ihnen die richtigen Teile für Ihre Anwendungen zu finden. Für unsere Bauvorschläge haben wir Sie in diesem Jahr nach Ihren Wünschen befragt.

Von Christian Hirsch

**D**ie Adventszeit besteht nicht nur aus Spekulatius, Schwibbögen und „Last Christmas“ im Radio, sondern lädt auch zum Basteln ein. Das kann zum Beispiel ein neuer PC sein, um sich oder andere damit zu beschenken. Doch welche Komponenten bieten ein gutes Preis-Leistungs-Verhältnis und passen zur eigenen Software?

Unser Ratgeber hilft Ihnen, im riesigen Angebot den Überblick zu behalten und für Ihr individuelles Anwendungsprofil die besten Bauteile wie Prozessor, Mainboard, SSD, Arbeitsspeicher und eventuell Grafikkarte auszuwählen. Selbstverständlich gelten die Tipps auch beim Kauf eines Komplettsystems oder für das Aufrüsten eines vorhandenen Computers. Auf den nachfolgenden Seiten finden Sie zudem Bauvorschläge für ein breites Aufgabenspektrum von Office bis High-End-Gaming.

## Vorabcheck

Ganz gleich, ob Sie einen Rechner selbst bauen wollen oder es einer von der Stange sein soll, zunächst gilt es sich Gedanken über den gewünschten Einsatzzweck zu machen. Dabei helfen ein Blick zurück und einer nach vorn. Zum einen können Sie bei Ihrem bisherigen System bei typischen Aufgaben im Task-Manager des Betriebssystems schauen, wie voll der Arbeitsspeicher ist, wie stark die einzelnen Prozessorkerne ausgelastet sind und ob die Grafikkarte beziehungsweise die integrierte GPU in Anspruch genommen wird.

Zudem sollten Sie auch in die Zukunft schauen, denn Desktoprechner halten inzwischen problemlos fünf bis sieben Jahre. Bei zu schwacher Hardware ärgern Sie sich dann in ein, zwei Jahren, wenn es anfängt,

zu ruckeln und haken. Vor allem 3D-Spiele, aber auch Rendering und KI-Berechnungen lasten Grafikkarten voll aus und gieren nach immer mehr Rechenpower. Weil Flash- und RAM-Preise immer (noch) in der Talsohle liegen, schadet es nicht, SSD und Arbeitsspeicher großzügig zu bemessen.

Als Startpunkt der Komponentenwahl dient der Prozessor und fast noch wichtiger die zugehörige Plattform von AMD oder Intel. Denn danach richtet sich nicht nur die Rechenleistung, sondern auch Art und Zahl der Schnittstellen für PCI Express, USB und SATA. Derzeit sind drei Desktopplattformen aktuell. Bei Intel geht LGA1700 für die Prozessoren der Serien Core i-12000, 13000 und 14000 ins dritte Jahr.

AMD befindet sich hingegen in einer Übergangsphase. Das mittlere und obere Preis- und Leistungssegment deckt die Ende 2022 eingeführte AM5-Plattform für Ryzen 7000 ab. Preiswerte Systeme bedient AMD weiterhin mit dem Vorgänger AM4 für Ryzen 4000 und 5000. Von älteren CPU-Serien sollten Sie bei einem neuen PC besser die Finger lassen. Sie rechnen nicht nur langsamer, sondern auch weniger effizient.

Das frühere High-End-Segment ist ausgestorben, weil die Mainstreamplattformen für die meisten Anwender inzwischen mehr als genug Leistung bieten. Wer dennoch mehr will, muss zu den Workstation-CPUs Xeon W-2400/3400 oder Ryzen Threadripper 7000 und tief ins Portemonnaie greifen. In vielen Mini-PC-Barebones wie Asus/Intel NUC, Gigabyte Brix oder Zotac ZBox steckt wiederum keine Desktop-, sondern Mobiltechnik mit eingelöteten Prozessoren von AMD und Intel. Hier können Sie meist nur RAM und SSD frei wählen.

Doch welche CPU ist nun die richtige? Für die meisten Anwendungsfälle lässt

sich das leicht beantworten: Ein aktueller Prozessor mit sechs oder acht (Performance-)Kernen bietet einen guten Kompromiss aus Preis und Leistung. Ryzen 7 7600, Core i5-13500 oder als günstige Option Ryzen 5 5600G respektive Ryzen 7 5700G. Sie kosten zwischen 130 und 260 Euro. Ihre Performance reicht außer für Standard-Office-Aufgaben auch für Bildbearbeitung, einfache Videoprojekte und zusammen mit einer passenden Grafikkarte für 3D-Spiele.

Prozessoren mit vier oder weniger Kernen lohnen nur noch für Billig-PCs, die als reine Schreibmaschinen dienen. Zudem haben die Hersteller ihr Angebot an attraktiven CPUs für unter 100 Euro merklich ausgedünnt. Mit Celeron G6900 und Pentium Gold G7400 spart man im Vergleich zum Core i3-12100 kaum Geld, bekommt aber nur halb so viele Kerne. Bei AMD fehlt den günstigen Ryzen-4000- und -5000-Chips ohne „G“ in der Bezeichnung die integrierte Grafikeinheit, wodurch der Preisvorteil durch die Kosten für eine zusätzliche Grafikkarte verpufft.

Für gut parallelisierbare Aufgaben kann sich ein teurer Prozessor mit vielen Kernen lohnen. Zu diesen Anwendungen zählen das Kompilieren großer Softwareprojekte und Rendering, sofern die Software dafür nicht die GPU nutzt. High-End-CPUs wie Ryzen 9 7950X und Core i9-14900K kosten allerdings mit über 600 Euro nicht nur eine Stange Geld, sondern verheizen auch über 200 Watt in der Spurze. Das macht es schwierig, sie leise zu kühlen, weshalb wir beispielsweise bei unserem High-End-Bauvorschlag von Ende 2022 den Eco-Modus mit abgesenkten Power-Limits empfohlen haben [1].

Für 3D-Spiele braucht es jedoch keinen teuren 16- oder 24-Kerner wie Ryzen 9 7950X oder Core i9-14900K. Stattdessen bietet AMD mit dem Achtkerner Ryzen 7 7800X3D einen maßgeschneiderten Chip dafür an. Als Besonderheit trägt er einen aufgestapelten Chip mit zusätzlichem Level-3-Cache. Der 96 MByte große Zwischenspeicher steigert die Bildrate beim Gaming um bis zu 35 Prozent [2]. Zudem profitieren auch einige Audioanwendungen vom Stapelcache [3].

## Speicher- und Plattformauswahl

Die beiden aktuellen Mainstreamplattformen von AMD und Intel unterscheiden sich nur in Nuancen. Grundsätzlich können AM5- und LGA1700-Prozessoren DDR5-RAM ansteuern und bieten PCIe

Express 5.0 am PEG-Slot für die Grafikkarte. Die tatsächlichen Fähigkeiten hängen aber immer vom Mainboard und dem darauf aufgelösten Chipsatz ab. Günstige Boards bieten oft nur PCI Express 4.0, was für aktuelle Grafikkarten ausreicht. Bei High-End-Mainboards für Ryzen 7000 mit X670E-Chipsatz gibt es jedoch auch Modelle, wo außer dem Grafikkarten-Steckplatz zwei M.2-Slots für schnelle SSDs im PCIe-5.0-Modus arbeiten.

Die Schnittstellenausstattung von Mainboards mit den „B“-Chipsätzen wie B650 und B760 für 100 bis 200 Euro decken alle geläufigen Einsatzzwecke ab.

Bunt blinkende LEDs, riesige Spannungswandlerschaltungen für Übertakter und Erweiterungskarten für noch mehr M.2-Slots treiben den Preis und den Energiebedarf des Boards nach oben. Stattdessen lautet unser Tipp auf nützliche Funktionen wie BIOS-Flashback für BIOS-Updates ohne CPU, Diagnose-LEDs für die Fehler suche und eine fest angebrachte I/O-Bleende für einfachen Einbau zu achten. Für flinke Netzwerktransfers sorgt 2,5-Gbit/s-Ethernet, vorausgesetzt, Ihre übrige Infrastruktur ist dafür gerüstet.

Intel-Prozessoren der Serien Core i-12000, 13000 und 14000 können so-

wohl mit DDR5- als auch DDR4-RAM umgehen. Bei der Auswahl des Mainboards treffen Sie dann gleichzeitig auch die Entscheidung für den Speichertyp. Inzwischen sind die Preise für DDR5-RAM so weit gefallen, dass die Vorteile des moderneren Speichers überwiegen [4]. Bei AMD fällt die Entscheidung leichter: AM5 mit Ryzen 7000 erfordert DDR5- und AM4 mit Ryzen 4000/5000 DDR4-RAM. 32 GByte kosteten bei Redaktionsschluss etwa 80 Euro (DDR4) beziehungsweise 120 Euro (DDR5).

Wir empfehlen Speichermodule ohne Übertakterprofile Expo beziehungsweise

## Umfrageergebnisse: Ihre Wünsche für den optimalen PC

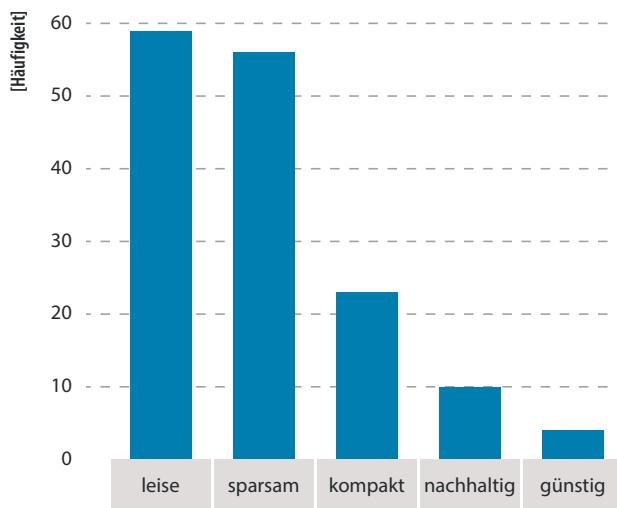
Zunächst bedanken wir uns herzlich bei Ihnen für das umfangreiche und konstruktive Feedback auf unsere Umfrage zu unseren Bauvorschlägen. Vor einigen Wochen hatten wir Sie über unseren Newsletter und eine Meldung bei heise online nach Ihren Wünschen und Anregungen gefragt, worauf wir über 200 E-Mails erhielten. Dabei gab es vieles, was unsere bisherigen Kriterien für die Bauvorschläge bestätigte, aber auch einige Überraschungen.

Bei den gewünschten PC-Eigenschaften gab es ein Kopf-an-Kopf-Rennen zwischen leise und sparsam. Beides steht bei

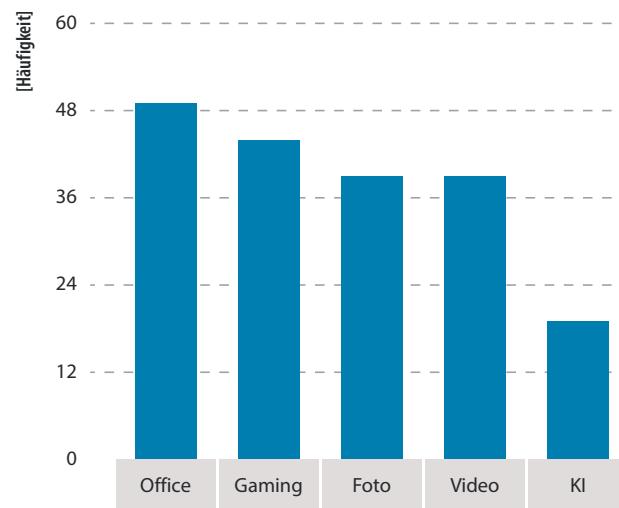
unseren Rechnern schon immer ganz oben auf der Liste. Beim Thema Lautstärke schneiden wir durch geschickte Komponentenauswahl, Erfahrung und Tests in unserer Schallmesskabine zumindest nach Leserrückmeldung sehr gut ab. Bei der Leistungsaufnahme sind wir stärker von der im Handel erhältlichen Hardware abhängig, wo der Trend in den vergangenen Jahren aus unserer Sicht leider in die falsche Richtung geht. Wenig gefragt war hingegen ein niedriger Preis, weshalb wir unsere Bauvorschläge dieses Jahr etwas großzügiger ausgestattet haben.

Bei den Anwendungsprofilen lag Office ganz vorne. Surfen, E-Mails und Texte schreiben, diese Anforderungen erfüllt heutzutage im Prinzip aber jeder PC. Auf Platz zwei folgte der Wunsch nach einem speletauglichen Rechner. Deshalb haben wir den Gaming-Allrounder dieses Mal mit dicker GeForce-Grafikkarte ausgerüstet. Das kommt auch Nutzern entgegen, die Fotos und Videos bearbeiten oder mit KI-Modellen herumexperimentieren wollen. Weil der Ryzen-Prozessor eine integrierte GPU hat, funktioniert der Rechner jedoch auch ohne Grafikkarte.

Eigenschaften



Anwendungsprofile



An unserer Umfrage beteiligten sich über 200 Leser. Aus den Mails haben wir die jeweiligen Wünsche für die Bauvorschläge kategorisiert und anschließend gezählt. Dadurch gab es oft Mehrfachnennungen in den Rubriken.

XMP zu kaufen und sich an die maximal von den CPU-Herstellern jeweils spezifizierten RAM-Taktfrequenzen zu halten. Das bedeutet bei einem DIMM pro Speicherkanal DDR4-3200 oder DDR5-5200 (Ryzen 7000) beziehungsweise DDR5-5600 (Core i). Schnellere Module erfordern höhere Spannungen, die im schlimmsten Fall den Prozessor grillen können wie im Frühjahr bei Ryzen 7000 [5]. Zudem gibt es keine Gewähr, dass die angegebenen Geschwindigkeiten bei Übertakt-DIMMs überhaupt stabil laufen.

### Grafikkarten, nicht nur für Spiele

Sofern Ihr PC keine 3D-Spiele mit anspruchsvoller Grafik darstellen soll, reicht die integrierte GPU aktueller Prozessoren in vielen Fällen aus. Für die meisten Casual Games oder die 3D-Ansicht von Google Maps bietet sie genug Leistung. Zudem entlastet die Grafikeinheit die CPU-Kerne bei der Wiedergabe moderner Videocodecs wie H.264, H.265, VP9 und mit Ausnahme der Ryzen 5000G auch bei AV1. Abhängig von der Zahl der Grafikausgänge auf dem Board können die GPUs in den Core-i- und Ryzen-Prozessoren bis zu vier Monitore zugleich ansteuern.

Für Gamer führt hingegen kein Weg an einer Grafikkarte vorbei. Die aktuelle Baureihe von Nvidia hört auf den Namen GeForce RTX 4000, bei AMD heißt sie Radeon RX 7000. Beide arbeiten deutlich schneller und auch effizienter als ihre Vorgänger. Die älteren Generationen RTX 3000 und RX 6000 sind jedoch weiter im Handel, kosten etwas weniger und bieten dadurch mehr Leistung pro Euro. Die aktuellen Karten beschleunigen Raytracing-Effekte. Wirklich Spaß bringt das jedoch erst bei Grafikkarten ab 300 Euro aufwärts, wie der GeForce RTX 4060 oder der etwas günstigeren Radeon RX 7600. Denn die Bildraten brechen bei Titeln mit Raytracing-Grafik wie etwa Shadow of the Tomb Raider oder dem Rennspiel F1 22 stark ein.

Grafikkarten sollten heutzutage mindestens 8 GByte Grafikspeicher haben, ansonsten müssen Sie auf detaillierte Texturen und hohe Sichtweiten in den 3D-Welten verzichten, und KI-Modellen geht der Speicher aus. Ein guter Einstieg ist deshalb AMDs Baureihe Radeon RX 6600, die es vereinzelt schon für weniger als 200 Euro gibt. Sie genügt für fast alle Spiele bis Full-HD-Auflösung (1920 × 1080) in hoher Detailstufe; kommt Raytracing hinzu, wird es aber schnell knapp.



## DER PARTNER FÜR SYSTEMHÄUSER!

### EXPERTEN-TEAMS



- technische- und kaufmännische Beratung
- Planung von IT-Großprojekten
- Projektuntersuchung vor Ort



### INDIVIDUALISIERUNG

- Co-Labeling / Branding von Gehäusen
- individuelles Bootlogo
- Masterimages RAID Konfiguration



### SERVICE & SUPPORT

- Vor-Ort-Service
- Leih- und Teststellungen
- Pre-Sales Consulting kostenlos

### JETZT PARTNER WERDEN!

Erfahren Sie mehr auf  
[extracomputer.de/darum-wir](http://extracomputer.de/darum-wir)



Unsere Eigenmarken:

**exone**

**calmo**

**Pokini**



Derzeit gibt es drei aktuelle CPU-Fassungen: AM4, LGA1700 und AM5 (von links). Die erste für Ryzen 4000/5000 erfordert DDR4-RAM (unten links), AM5 für Ryzen 7000 kann nur DDR5 ansprechen. Intels LGA1700 kommt mit beiden Typen klar.

SSDs gibt es in den Formaten 2,5 Zoll und M.2. Schnelle SSD-Kärtchen mit PCI Express 4.0 und 5.0 sind oft mit einem Kühlkörper ausgestattet, der bei manchen Boards mit anderen Komponenten in Konflikt geraten kann.

Auch Nvidias GeForce RTX 3060 hat ein gutes Preis-Leistungs-Verhältnis und ist bei KI-Anwendungen nicht nur wegen des größeren Speichers im Vorteil: Viele Bibliotheken, die von den KI-Modellen genutzt werden, sind eher für Nvidias CUDA-Schnittstelle als AMDs ROCM ausgelegt. Bei der RTX 3060 sollten Sie unbedingt die 12-GByte-Version wählen, weil die Varianten mit 8 GByte nur eine geringere Speichertransferrate haben, was sich auch auf die Leistungsentfaltung der Recheneinheiten auswirken kann.

Wer in 4K-Auflösung oder WQHD mit  $2560 \times 1440$  Pixeln spielen will, sollte mindestens zur GeForce RTX 4070 oder Radeon RX 7800 XT für rund 600 Euro greifen. Die AMD-Karte hat durch den großen Arbeitsspeicher von 16 GByte

mehr Reserven für die Zukunft. Nvidia bietet hingegen eine höhere Raytracing-Leistung und bessere Unterstützung für KI-Anwendungen durch CUDA, Nvidias Programmierschnittstelle für Berechnungen auf der Grafikkarte.

Aber nicht nur für 3D-Spiele, sondern auch für Foto- und Videoanwendungen kann eine zusätzliche GPU hilfreich sein. Bei der Raw-Foto-Software Adobe Lightroom haben wir das ausprobiert. Mit der im Ryzen 7 7800X3D integrierten Radeon-Grafikeinheit benötigt die KI-Entrauschfunktion für ein 20-Megapixel-Foto rund 5 Minuten. Mit einer 650 Euro teuren GeForce RTX 4070 dauerte die gleiche Funktion lediglich ein paar Sekunden. Eine 160 Euro teure GeForce GTX 1650 rechnete ungefähr eine Minute lang.

Doch nicht immer ist eine Grafikkarte schneller als die integrierte GPU moderner Prozessoren: Eine sechs Jahre alte GeForce GT 1030 quälte sich über 10 Minuten mit dem Entrauschen des Fotos ab. Bei vielen anderen Lightroom-Funktionen wie zum Beispiel dem Export der Fotos als JPG-Datei konnten wir hingegen keinen Performance-Unterschied feststellen. Es hängt also vom individuellen Workflow und von der jeweiligen Software ab, ob und wie viel eine Grafikkarte bringt.

### Schnelle Speicherstreifen

Bei den SSDs haben die schlanken Streifen im M.2-Format mit PCI-Express-Schnittstellen die 2,5-Zoll-Modelle mit SATA 6G weitgehend abgelöst. Preislich gibt es keinen Unterschied mehr und die moderne-

## Aktuelle Prozessoren im Vergleich

Prozessor	Fassung	Kerne / Threads	Takt / Turbo	Cinebench R23 1T [Punkte]	Cinebench R23 MT [Punkte]	Effizienz [Cinebench-Punkte pro Watt]	Preis/Leistung [Cinebench-Punkte pro Euro]	Leistungsaufnahme <sup>1</sup> Leerlauf / Spitzentlast [W]	Preis
				besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	◀ besser	
Ryzen 9 7950X	AM5	16 / 32	4,5 / 5,7 GHz	2053	38491	131	63	44/305	610 €
Core i9-14900K	LGA1700	8P+16E / 32	3,2 / 6,0 GHz	2299	37050	117	58	36/377	640 €
Ryzen 9 7900	AM5	12 / 24	3,7 / 5,4 GHz	1954	26516	187	60	38/142	440 €
Core i5-14600K	LGA1700	6P+8E / 20	3,5 / 5,3 GHz	2043	23424	108	68	37/260	345 €
Core i7-13700	LGA1700	8P+8E / 24	2,1 / 5,2 GHz	2019	21404	132	52	28/317	410 €
Core i5-13500	LGA1700	6P+8E / 20	2,5 / 4,8 GHz	1861	18486	113	71	28/227	260 €
Ryzen 7 7800X3D	AM5	8 / 16	4,2 / 5,0 GHz	1822	18368	152	46	44/121	400 €
Ryzen 7 5800X3D	AM4	8 / 16	3,4 / 4,5 GHz	1492	14708	94	46	36/175	320 €
Ryzen 5 7600	AM5	6 / 12	3,8 / 5,1 GHz	1851	14519	102	60	38/142	240 €
Ryzen 7 5700G	AM4	8 / 16	3,8 / 4,6 GHz	1501	14074	128	78	14/84	180 €
Core i5-12400	LGA1700	6 / 12	2,5 / 4,4 GHz	1722	11797	111	62	15/135	190 €
Ryzen 5 5600	AM4	6 / 12	3,5 / 4,4 GHz	1471	11208	109	80	32/105	140 €
Ryzen 5 4600G	AM4	6 / 12	3,7 / 4,2 GHz	1261	9341	104	93	15/116	100 €
Core i3-13100	LGA1700	4 / 8	3,4 / 4,5 GHz	1719	8828	82	59	31/123	150 €
Ryzen 3 4100	AM4	4 / 8	3,8 / 4,0 GHz	1190	6132	102	88	21/83	70 €
Pentium Gold G7400	LGA1700	2 / 4	3,7 GHz	1424	3757	67	38	20/62	100 €

<sup>1</sup> Gesamtsystem mit RAM, SSD, Mainboard, bei CPUs ohne GPU mit Grafikkarte

## Bewerbermanagement

# Mit der richtigen E-Recruiting Lösung den Zahn der Zeit treffen

**Digitale Tools tragen dazu bei, neue Mitarbeitende effektiver zu rekrutieren und offene Positionen schneller zu besetzen. Eine Software für das Bewerbermanagement automatisiert die Abläufe sowie die administrativen Routinetätigkeiten. Die Automatisierung von Personalprozessen hat in Unternehmen längst Fuß gefasst. Dabei umfasst E-Recruiting das komplette Spektrum der Personalbeschaffung. Doch eine optimale und erfolgreiche Umsetzung der Rekrutierungsprozesse hängt mit entscheidend von der Auswahl der passenden Software ab. Wie erfüllen die eingesetzten E-Recruiting-Lösungen und deren Anbieter die Anforderungen der Personalverantwortlichen? Das zeigt die aktuelle Studie PUR HR 2024.**

*Verena Bunk, Senior Analyst*

Die Personalgewinnung umfasst eine Vielzahl von zeitintensiven Aufgaben und Prozessen: Angefangen von der Stellenausschreibung über die Sichtung der Bewerbungsunterlagen, die strukturierte Bewerberauswahl bis hin zur Verwaltung aller Dokumente. Zahlreiche Vorteile von E-Recruiting erleichtern die Personalgewinnung und verdrängen immer stärker das klassische Recruiting. Schlantere Prozesse, wenn möglich mit KI-Komponenten angereichert, führen im Recruiting nicht nur zu zeitbedingten Einsparpotenzialen und damit verbundenen Kostenvorteilen, sondern entlasten insbesondere die Personalabteilungen nachhaltig. Darüber hinaus hat E-Recruiting auch für Jobsuchende einen großen Stellenwert. Die auf den Arbeitsmarkt strömende und stark umworbene Generation der Digital Natives möchte sich optimal sowie zeitgemäß präsentieren und ihre Bewerbung digital und mobil einreichen. Unternehmen, die Bewerbungen noch in der Print-Version anfordern, erhalten schnell das Image, konservativ und nicht zeitgemäß zu sein. Erfolgreicher im „War for Talent“ werden diejenigen sein, die sich auch in der Personalgewinnung innovativ und digital zeigen.

### Anwender küren Coveto und dessen Lösung zum E-Recruiting-Champion

Im Rahmen des PUR-HR 2024 bescheinigen die Nutzer von E-Recruiting Software dem Softwareunternehmen Coveto ATS, dass sie sehr gute Arbeit leisten und die Anforderungen ihrer Kunden erfüllen. Personalverantwortliche, die mit der Software arbeiten, vergeben Bestnoten für die Bewerbermanagement-Lösung von Coveto. Exzellente Bewertungen erzielt das Unternehmen vor allem beim Funktionsumfang der Software. Hierzu gehören unter anderem die Vorselektion der Bewerber, personalisierte Kommunikation, Such- und Matchingfunktionen des Bewerberpools, Job-Multiposting-Funktionen für mehr Reichweite sowie die automatische Erfassung der Bewerberdaten.

Hinzu kommt das Einbinden von Statistik- und Analysetools, welche weitere Pluspunkte seitens der Anwender bringen. Im Rahmen der Anbieterbewertung wird die Innovationsfähigkeit von Coveto hochgeschätzt. Den Lösungen des Anbieters mangelt es nicht an innovativen Ideen. Dies basiert auf dem Verständnis von Coveto, was Personalverantwortliche benötigen. Die befragten Anwendungsexperten loben darüber hinaus auch das Angebot an Service- und Supportleistungen. Das Servicepersonal überzeugt mit seiner Kompetenz und steht den Nutzern bei Problemen schnell mit Rat und Tat zur Seite. Die durchweg positiven Bewertungen spiegeln sich auch im generellen Lösungsnutzen wider. Anwenderinnen und Anwender sind überzeugt, dass die Nutzung der Software von Coveto das Bewerbermanagement transparenter und effektiver gestaltet, die Personalabteilung entlastet und so gleichzeitig zur gesteigerten Zufriedenheit sowohl der Beschäftigten als auch der Bewerber beiträgt.



Alle Informationen zum  
Professional User Rating  
Human Resources 2024  
[www.coveto.de](http://www.coveto.de) oder [www.techconsult.de/pur-hr-2024](http://www.techconsult.de/pur-hr-2024)

 coveto.de  
RECRUITING SOFTWARE

### Anwender haben abgestimmt - PUR HR 2024

Im Rahmen des Professional-User-Rating (PUR-HR) hat techconsult zum sechsten Mal über 3.000 Anwenderinnen und Anwender in Personalabteilungen zu verschiedenen HR- Lösungsbereichen befragt. Im PUR-HR 2024 haben sich 31 Software-Anbieter im Bereich Bewerbermanagement einen Platz im Diamanten gesichert. Unter anderem positioniert sich Coveto durch exzellente Bewertungen als Champion. Die Bewertung bezieht sich nicht nur auf die Software selbst, sondern auch auf den Anbieter. Um ein umfassendes Bild der Leistungsfähigkeit der Anbieter und ihrer Software zu erhalten, werden insgesamt 14 Bewertungskategorien berücksichtigt, innerhalb derer über 60 Einzelkriterien bewertet wurden.



### Gaming-Allrounder

Der Gaming-Allrounder macht mit leistungsfähiger Grafikkarte und Achtkernprozessor mit zusätzlichem Cache nicht nur bei 3D-Spielen eine gute Figur. Er taugt mit 32 GByte RAM und einer 2-TByte-SSD ebenso für Audio-, Video- und Fotoanwendungen und bleibt auch unter Vollast superleise.

- ⬆️ sehr leise (maximal 0,4 Sone)
- ⬆️ hohe Spieleleistung
- ➡️ Leerlaufleistungsaufnahme hoch



### Achtkern-Mini

Der kompakte Rechner beansprucht nur wenig Platz auf dem Schreibtisch, taugt mit acht CPU-Kernen aber auch für anspruchsvollere Aufgaben als Surfen, Mailen und Texte schreiben. Dabei arbeitet der Achtkern-Mini sparsam und leise und kann zwei 4K-Displays parallel ansteuern.

- ⬆️ 10 Watt im Leerlauf
- ⬆️ erweiterbar mit Wi-Fi 6E
- ➡️ USB maximal mit 5 Gbit/s



### Budget-Gamer

Für unter 600 Euro liefert der günstige Gaming-PC aus c't 19/2023 erstaunlich viel Spieleleistung. Damit macht er nicht nur im Kinderzimmer eine Menge Spaß. Als optisches Schmankerl hat er eine RGB-LED-Beleuchtung und eine Temperglasteilewand.

- ⬆️ flüssiges Spielen in Full HD
- ⬆️ bei 3D-Last leise (0,5 sone)
- ➡️ USB maximal mit 5 Gbit/s

ren NVMe-SSDs im M.2-Format arbeiten schneller. Typischerweise sind sie mit vier PCIe-Lanes am System angebunden, bei modernen Boards hängt mindestens ein M.2-Slot direkt an der CPU. 2 TByte Kapazität kosten inzwischen unter 100 Euro.

PCI Express gibt es heutzutage hauptsächlich in den Geschmacksrichtungen 3.0, 4.0 und 5.0 mit jeweils doppelter Geschwindigkeit. Eine NVMe-SSD mit PCIe 3.0 x4 erreicht maximal rund 3,6 GByte/s. Das reicht für die allermeisten Desktopanwendungen aus und ohne eine ebenso schnelle Gegenstelle verpufft das Tempo ohnehin. Außerdem ist es sehr selten, dass zig Gigabyte Daten an einem Stück gelesen oder geschrieben werden. Modelle mit 4.0 schaffen rund 7 GByte/s. Die brandneuen schnellsten 5.0er-SSDs kommen auf 10 GByte/s, reizen also ihre Schnittstelle noch nicht aus. Sie sind nicht nur teuer, sondern werden auch heiß und benötigen deshalb meist einen Kühlkörper.

Von SSDs mit QLC-Flash, der vier Bits pro Zelle speichert, raten wir eher ab. Sobald der Cache beim Schreiben voll ist, bricht die Geschwindigkeit von mehreren Gigabyte pro Sekunde auf Festplattentempo von unter 200 MByte/s ein.

Die Anschaffung von Festplatten lohnt heutzutage nur noch für sehr große Datenmengen. Es ist dabei meist schlauer, diese in ein NAS oder einen Heimserver statt in den PC zu stecken. Zum einen hat man den Plattenlärm nicht direkt vor der Nase und zum anderen kann man den Massenspeicher so auch vom Notebook, Smartphone oder Tablet aus ansprechen.

Optische Laufwerke erleiden langsam aber sicher das Schicksal von Disketten. USB-Sticks für einen Zehner nehmen Daten im dreistelligen Gigabyte-Bereich auf und arbeiten wesentlich schneller. Film und Musik per Stream kommen zudem einfach über die Internetleitung auf den heimischen PC. Vielen modernen

PC-Gehäusen fehlt der für optische Laufwerke passende 5,25-Zoll-Schacht. Als Workaround ist ein externer Brenner mit USB-Anschluss die praxistaugliche Variante. Bei Nichtgebrauch kann er in der Schreibtischschublade verschwinden und er lässt sich außerdem bei Bedarf am Notebook anschließen.

### Gut gekühlt

Damit die immer leistungsstärkeren PC-Komponenten nicht überhitzen, empfehlen wir ein Gehäuse mit möglichst großflächigen Öffnungen und mehreren großen Lüftern. Dabei muss es nicht unbedingt ein klobiger Tower für Boards im Full-Size-ATX-Format sein. Inzwischen bieten die Gehäusehersteller auch kompaktere Varianten für Micro-ATX-Boards an, weil abgesehen von der Grafikkarte kaum noch Erweiterungskarten in Rechnern gesteckt werden.

Gleiches gilt für von außen zugängliche 3,5- und 5,25-Zoll-Laufwerksschächte. Den gewonnenen Platz nutzen die Hersteller entweder für zusätzliche Öffnungen und Lüftereinbauplätze oder sparen ihn gleich ganz ein. Wer Wert auf einen Kartenleser legt, der mangels Schacht keinen Unterschlupf findet, kann entweder ein Gehäuse mit integriertem Lesegerät wählen oder zu einem externen mit USB-

## Aktuelle Desktopprozessorplattformen

Plattform / Fassung	Prozessoren	CPU-Kerne	Speicher: maximale Kapazität / Typ	Chipsätze
AMD AM5	Ryzen 7000	6 bis 16	192 GByte DDR5	X600, A620, B650(E), X670(E)
AMD AM4	Ryzen 4000(G), 5000(G)	4 bis 16	128 GByte DDR4	A520, B550, X570
Intel LGA1700	Celeron G6900, Pentium Gold G7400, Core i-12000, Core i-13000, Core i-14000	2 bis 24	192 GByte DDR5 oder 128 GByte DDR4 <sup>1</sup>	H610, B650, H670, Q670, W680, Z690, B760, H770, Z790

<sup>1</sup> hängt vom Mainboard ab

Anschluss greifen. Unser Tipp lautet, Mini-Tower mit vorinstallierten PWM-geregelten Lüftern mit vierpoligen Steckern zu kaufen, denn diese Ventilatoren lassen sich von den Mainboards besser regeln als solche mit 3-Pin-Anschluss.

Falls Sie mit einem Gehäuse im Mini-ITX-Format liebäugeln, sollten Sie sich der damit verbundenen Kompromisse bewusst sein. Viele Gaming-taugliche Mini-ITX-Gehäuse beanspruchen wegen des Raums für lange Grafikkarten genauso viel Platz wie kompakte Micro-ATX-Tower. In die wirklich kompakten Mini-ITX-Modelle passen hingegen nur Grafikkarten begrenzter Leistung, flache CPU-Kühler und Netzteile im SFX-Format. Zudem gibt es kaum Platz für Kabel und es entstehen leicht Hitzestaus, weshalb solche Rechner unter Last laut sind.

Auch bei CPU-Kühlern gilt: Auf die Größe kommt es an. Je größer der Ventilator, desto weniger Drehzahl braucht er für die gleiche Luftmenge. Die bei preiswerten CPUs mitgelieferten Kühlkörpern unter Last oft. Besser ist es, auch auf 65-Watt-CPUs einen Tower-Kühler mit 12-Zentimeter-Lüfter zu packen. Bei High-End-Prozessoren sparen sich AMD und Intel die Boxed-Kühler wohlweislich, denn um über 200 Watt Leistungsaufnahme leise im Zaum zu halten, braucht es Monstertürme mit einem oder zwei 14-Zentimeter-Ventilatoren.

Von Wasserkühlungen raten wir eher ab, weil sie teuer, aber nicht automatisch leise sind. Zudem treten immer wieder Fälle auf, bei denen fehlerhafte Kühlmittelzusätze Korrosion in den CPU-Kühlern und den Wärmetauschern verursachen und nach mehreren Jahren Betrieb die feinen Kanäle verstopfen.

PC-Netzteile haben sich in den letzten zwei Jahren deutlich verändert, weil High-End-Prozessoren und -Grafikkarten immer mehr Strom schlucken. Dadurch hat sich

nicht nur das Angebot hin zu stärkeren Leistungsklassen verschoben. ATX-Netzteile unter 400 Watt gibt es kaum noch zu kaufen. Für Grafikkarten kam 2021 im ATX-3.0-Standard der sogenannte 12VHPWR-Stecker mit 16 Polen hinzu, der die bis zu drei achtpoligen PEG-Stromstecker ersetzen soll und mit 600 Watt Dauerlast spezifiziert ist. Inzwischen gibt es eine überarbeitete, kompatible Version mit der einschlägigen Bezeichnung 12V-2x6, weil die Stecker bei abgeknickten Kabeln verschmoren können. Alle Radeon-Grafikkarten sowie GeForce-Modelle unterhalb der RTX 4070 verwenden aber weiterhin die klassischen PEG-Anschlüsse.

Bei der Auswahl der Spannungsversorgung sollten Sie darauf achten, dass sie mit etwas Spielraum zur erwarteten Leistungsaufnahme des Rechners dimensioniert ist. Unnötig leistungsstarke Kraftwerke kosten viel Geld und arbeiten bei schwacher Last weniger effizient. Für Systeme mit Onboard-Grafik reichen Netzteile unter 500 Watt locker aus. Für anspruchsvolle Gaming-Systeme sind Netzteile mit mindestens 600 Watt Pflicht, vor allem wenn außer der Grafikkarte noch ein energiehungriger Prozessor wie die K- und X-Varianten von Core i und Ryzen 7000 im Rechner sitzt.

Das 80Plus-Logo gibt Auskunft über die Netzeleffizienz. 80Plus Bronze hat sich inzwischen quasi als Mindeststandard durchgesetzt, viele bessere Modelle mit 80Plus Gold kosten aber nur einen geringen Aufpreis. Die Anschaffung teurer Titanium-Netzteile lohnt hingegen meist nicht, denn es handelt sich dabei um sehr leistungsstarke Wandler. Sie schneiden im Niedriglastbereich aber nicht besser ab, weil der 80Plus-Standard dafür gar keine Vorgaben macht.

Allgemein gilt: Je mehr Sonderwünsche Sie haben und je exotischer Hardware und Anschlüsse sind, desto höher ist das

## Projektseite mit Leserforum

Auf der Projektseite zu unseren Bauvorschlägen finden Sie die Listen mit den Komponenten in elektronischer Form. Zudem haben wir dort die nötigen Einstellungen für das BIOS-Setup hinterlegt, damit Sie unsere Bauvorschläge 1:1 nachbauen können. Im Diskussionsforum können Sie uns Fragen stellen und sich mit anderen Schraubern austauschen.

**Projektseite und Forum:** [ct.de/yeck](http://ct.de/yeck)

Risiko für Inkompatibilitäten. Wie bei allen Dingen in der IT gilt auch hier das Motto: Keep it simple! Denn was nicht vorhanden ist, kann auch nicht kaputtgehen oder Probleme verursachen [6]. Falls Sie sich die Konfiguration eines eigenen PCs nicht zutrauen oder brauchbare Anregungen für eine sinnvolle Ausgangskonfiguration suchen, können Sie mit unseren Bauvorschlägen in den nachfolgenden Artikeln sofort loslegen. (chh@ct.de) ct

## Literatur

- [1] Christian Hirsch, Leiser Riese, Bauvorschlag für einen starken Rechner mit Ryzen 7000, c't 26/2022, S. 30
- [2] Christian Hirsch, Spielchip, Gaming-Prozessor Ryzen 7 7800X3D im Test, c't 11/2023, S. 82
- [3] Hartmut Giesemann, Achtung, Aufnahme - Ruhe, bitte!, Bauvorschlag für eine optimale Audio-Workstation, c't 11/2023, S. 108
- [4] Christian Hirsch, Speicherduell, DDR4- und DDR5-RAM im Preis-Leistungs-Vergleich, c't 22/2023, S. 78
- [5] Christian Hirsch, Überreizt, Defekte Ryzen-7000-Prozessoren durch Übertakterspeicher, c't 13/2023, S. 29
- [6] Christian Hirsch, Keep it simple!, Hardwareprobleme einfach vermeiden, c't 12/2022, S. 118

**Projektseite und Forum:** [ct.de/yeck](http://ct.de/yeck)

## Leistungsvergleich Bauvorschläge unter Windows 11: Benchmarks und Messwerte

	Cinebench R24 1T [Punkte]	Cinebench R24 MT [Punkte]	Handbrake Fast 1080p30 [fps]	Sysmark 30 [Punkte]	3DMark Firestrike [Punkte]	Shadow of the Tomb Raider <sup>1</sup> [fps]	Leistungsaufnahme Leerlauf / Vollast [Watt]
besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	◀ besser
<b>Gaming-Allrounder mit Ryzen 7 7800X3D</b>							
mit GeForce RTX 4070	112	1081	87	2432	37897	245	43/319
mit integrierter GPU	112	1078	88	2032	2261	11	33/160
<b>Achtkern-Mini</b>							
mit Ryzen 7 5700G	91	716	45	1308	3375	17	10/122
<b>Budget-Gamer</b>							
mit Ryzen 5 5500	83	575	43	1463	122447	106	22/245

<sup>1</sup> Full-HD-Auflösung, Detailstufe: Ultra



# Gaming und noch viel mehr ...

## PC-Bauvorschlag für ein Allroundtalent mit supereffizientem Prozessor

**Unser Multitalent macht nicht nur beim Gaming mit einer GeForce RTX 4070 eine tolle Figur. Mit dem leistungsstarken Prozessor Ryzen 7 7800X3D arbeitet er auch in vielen Anwendungen beispiellos effizient und flüsterleise.**

Von Carsten Spille

**B**ei unserem diesjährigen PC-Bauvorschlag ist auf den ersten Blick vieles anders als gewohnt. Eine ausführliche Erklärung dazu gibt es im Einleitungsartikel auf Seite 18. An dieser Stelle dazu nur so viel: Den Wünschen vieler c't-Leser folgend robben wir uns nicht mehr von einer möglichst günstigen Hardwarebasis hin zu Gaming-Tauglichkeit und einer High-End-Option, sondern gehen bei Effizienz und Preis/Leistungsverhältnis direkt in die Vollen. Unter CPU-Volllast schluckt das System trotz hoher Performance lediglich 134 Watt.

Selbst bei kombinierter Volllast auf Prozessor und Grafikkarte bleibt die schwarze Kiste nur 0,4 sone leise – bei 319 Watt. Falls Sie partout auf die Grafikkarte verzichten und deren Beschleunigungsfunktionen auch für Bildverarbeitung etwa in Adobe Lightroom nicht mitnehmen wollen: Am Ende des Artikels gehen wir auf mögliche Abrüstoptionen ein, auch durch einen billigeren Prozessor. Umgekehrt können Sie den Rechner aber auch noch weiter hochrüsten.

Wir haben uns wie im High-End-Bauvorschlag vor einem Jahr für ein AM5-Sys-

tem entschieden, setzen aber mit dem AMD Ryzen 7 7800X3D auf einen der effizientesten x86-Desktopprozessoren. Durch den 96 MByte großen Last-Level-Cache spielt der Prozessor seine Stärken vor allem in Spielen aus, ist in Anwendungen aber ebenfalls ein wahres Effizienzbiest. Ihm zur Seite steht eine 3D-Grafikkarte vom Typ Nvidia GeForce RTX 4070. Auch hier griffen wir hauptsächlich wegen der hohen Leistung pro Watt zu. Weitere Gründe waren die größere Verbreitung der KI-Upscaling-Technik DLSS 3 gegenüber AMDs Pendant und die Tatsache, dass neue KI-Anwendungen in der Regel erst einmal in einer CUDA-Version vorliegen, bevor es Portierungen für AMDs RocM und Intels OneAPI gibt. Im Verlauf des Artikels reißen wir aber auch zwei Radeon-Alternativen zur RTX 4070 an.

Wie immer prüften wir die grundlegenden Funktionen unseres Bauvorschlags auch unter einer Linux-Distribution erfolgreich, in unserem Fall mit dem kürzlich erschienenen Ubuntu 23.10.

## Stabile Basis

Die Preise für die AM5-Plattform sind gesunken, vor allem DDR5-RAM gibt es erheblich günstiger als im Vorjahr. Das Mainboard MSI B650 Gaming Plus Wifi ist ein kleines Rundum-Sorglos-Paket inklusive zwei PCIe-4.0-x16-Steckplätzen, zwei M.2-Slots für die SSDs, Wi-Fi 6E und 10 GBit/s schnellem USB-C auch für die Front des Gehäuses. Es hat vier DDR5-Steckplätze, von denen wir bei unserem Vorschlag zwei mit insgesamt 32 GByte DDR5-5200 belegen, sodass noch die Option zum Aufrüsten besteht. Wer absehen kann, dass er mit 32 GByte nicht auskommt, sollte am besten gleich zu Modulen mit größerer Kapazität greifen, denn bei Vollbestückung verspricht AMD stabilen Betrieb nur bei der wesentlich lahmeren Geschwindigkeitsstufe DDR5-3600. Netzwerk- und WLAN-Chip liefen auch unter Ubuntu 23.10 problemlos ohne zusätzliche Treibersuche oder manuelle Installation.

Der USB-C-Anschluss an der Rückseite schaffte an unserer schnellen Test-SSD rund 2 GByte/s lesend und schreibend, der USB-C-Port an der Gehäusefront die erwartete Leistung von 1 GByte/s. Auch die anderen Ports inklusive WLAN und Ethernet lieferten die jeweils erwarteten Transferraten.

Das Board hat eine BIOS-Flashback-Funktion, die ein passendes BIOS auch ohne unterstützte CPU vom USB-Stick

einspielt, was bei dem von uns gekauften Exemplar aber nicht nötig war – der Ryzen 7 7800 X3D lief schon mit der vorhandenen Version 7E26v11. Für unsere Tests haben wir Version 7E26v13 von der MSI-Website über die MFlash-Funktion im UEFI-Setup eingespielt.

Zwischen dem Prozessorareal und dem obersten PCIe-Steckplatz liegt die mit einem Kühlkörper geschützte PCIe-4.0-SSD – eine Samsung 980 Pro mit 2 TByte. Sie überträgt Daten mit bis zu 6,8 GByte pro Sekunde lesend und rund 5 GByte/s schreibend, sodass sie in nahezu keiner Lebenslage ein Bremsklotz im PC ist. Wir haben sie unter den mitgelieferten Kühlern des Mainboards montiert. Auch wenn sie selbst ohne diesen im Betrieb keine thermischen Probleme hatte, ist sie so mechanisch vor unbeabsichtigter Außeneinwirkung gut geschützt.

Die 2 TByte Kapazität bieten genügend Platz nicht nur für ein Betriebssystem, sondern auch einen Haufen an Daten und einige moderne Spieleschwergewichte wie die Dutzende Gigabyte großen Baldur's Gate 3, Alan Wake 2 oder Cyberpunk 2077. Wer mag, kann zwar auch schadlos die billigere 1-TByte-Version einbauen, die kostet allerdings pro GByte etwas mehr – suboptimal.

## Effizienz dank Riesen-Cache

Beim Prozessor haben wir zu einem Acht-kernmodell aus AMDs Ryzen-7000-Reihe mit 3D-V-Cache gegriffen. Acht schnelle CPU-Kerne sind derzeit der Sweet-Spot nicht nur für Spiele, sondern auch für viele Anwendungen. Da die CPU nur ein Com-

pute-Chiplet (CCD) hat, ist man für optimale Performance auch nicht auf AMDs 3D-V-Cache-Treiber angewiesen. Letzterer ist bei Ryzen 9 7900X3D und 7950X3D nötig, damit nur Programme, die erwiesenmaßen gut vom Riesencache profitieren, auf dem Cache-CCD laufen und der Rest auf dem anderen CCD, dessen Kerne höher takten.

Da im Bauvorschlagsprozessor alle Kerne gleichberechtigt sind, gibt es auch nicht das Problem, dass schwächere Kerne den stärkeren in die Parade fahren und Programme bremsen können, wie es bei Intels Kombination aus P- und E-Kernen noch immer passiert.

Der größte Vorteil der CPU aber ist ihre Effizienz [1]. Selbst unter Volllast im Prime95-Stresstest schluckt sie trotz einer nominalen TDP von 105 Watt nur rund 80 Watt und lässt sich daher auch mit dem von uns ausgewählten Tower-Kühler Endorf Fortis 5 flüsterleise im Zaum halten. Wenn man auf die Grafikkarte verzichtet, also die in den Prozessor integrierte Grafikeinheit nutzt, haben wir bei kombinierter Volllast maximal 111 Watt gemessen – auch damit kommt der Kühler noch problemlos und leise zurecht. Die von uns optimierten Lüfterkurven, die Sie im BIOS-Setup einstellen müssen, haben wir auf der Projektseite hinterlegt – ohne diese drehen die Gebläse deutlich schneller und sind nicht besonders leise! Tipp: Sobald Sie die Kurven eingestellt haben, können Sie ein Profil im BIOS speichern und es auch auf einem USB-Stick hinterlegen, damit Sie nach einem BIOS-Update nicht alles neu eingeben müssen.



Auch das anfangs kaum für GeForce-Karten optimierte Sci-Fi-Rollenspiel Starfield läuft in WQHD mit höchster Detailstufe butterweich auf unserem Bauvorschlag.

## Gut verpackt

Der Rechner findet seinen Platz in einem Gehäuse von Fractal Design. Zunächst hatten wir das Meshify 2 Compact ins Auge gefasst, das uns aber zu viele Geräusche nach außen gelassen hat. Daher wagten wir als Nächstes den Versuch mit dem schallgedämmten Define 7 Compact Black Solid. Das schien sich zunächst nicht auszuzahlen, denn durch die Dämmung und die daraus resultierenden höheren Temperaturen mussten die Lüfter schneller drehen, was den Dämmeffekt konterkarierte.

Erst als wir den standardmäßig montierten Gehäusedeckel durch die ungeädämmte Version ersetzten und den Frontlüfter absaugend unter die ebenfalls mitgelieferte gelochte Haube setzten, stellte sich die ersehnte Stille ein. Die Dämmung an der Front und den Seitenpaneelen schluckt genug Lüfterschall und durch den Deckel entweicht die sowieso nach oben steigende und zusätzlich angesaugte Luft. Zur Optimierung des Luftstroms haben wir den vormontierten Hecklüfter und den in den Deckel verpflanzten Propeller in ihren jeweiligen Montageplätzen möglichst weit nach oben respektive nach hinten geschoben.

Mit gedämmtem Deckel kann sich im Inneren ein Wärmestau bilden, wenn Grafikkarte und CPU längere Zeit unter Vollast arbeiten. Es ist also wichtig, dass Sie hier ebenfalls den gelochten Deckel aufstecken. Apropos: Außer der Decke sind auch die Seitenwände und die Front nur eingesteckt und lassen sich ganz ohne Werkzeug demontieren.

Die Lüfter blasen immer in Richtung der Aufkleber auf den Lüfternaben, sehen Sie diese vom Gehäuseinneren also nicht (respektive nur die schwarzen Nabben), saugen beide Lüfter ab, wie von uns vorgesehen. Wir haben den Hecklüfter an

## Genau so, nur etwas anders ...

An dieser Stelle sei der obligatorische Hinweis eingeschoben, dass sämtliche Einstellungen und Messwerte nur für die von uns beschriebene Konfiguration(en) gelten. Tauschen Sie auch nur ein Bauteil, sei es die Grafikkarte oder den CPU-Lüfter, können andere Lüfterkurven erforderlich sein oder das thermische Konzept komplett den Bach runtergehen. Bei daraus entstehenden Problemen können wir dann über den Ratschlag „halten Sie sich bitte an unsere Bauanleitung“ hinaus selten weiterhelfen.

Sys\_Fan4 angeschlossen, das Kabel des Deckellüfters führen wir hinter dem Mainboard durch zum Sys\_Fan3-Anschluss nahe dem Gehäuseboden. Sys\_Fan1 und 2 wären ebenfalls möglich, dann müssen Sie die BIOS-Setup-Optionen passend ändern.

## Grafikkarte – echt jetzt?

Unser 2024er-Bauvorschlag sollte ab Werk auch Gaming-tauglich sein. Daher haben wir uns für eine gesteckte Grafikkarte entschieden. Unsere Wahl fiel auf die hocheffiziente GeForce RTX 4070, die mit ihren 12 GByte Grafikspeicher und der vollen x16-Anbindung über PCIe 4.0 die Pferdefüße der billigeren RTX-Modelle bei modernen Spielen und KI-Anwendungen deutlich entschärft.

Gegenüber der etwas günstigeren Radeon RX 7800 XT schluckt die RTX 4070 deutlich weniger Strom und ist mit hübschen Raytracing-Effekten flotter unterwegs. Außerdem führt sie DLSS 3 mit Frame Generation ins Feld. Diese Funk-

tion berechnet künstliche Zwischenbilder auf Basis von Bewegungsvektoren und kann selbst in CPU-limitierten Spielen wie dem Microsoft Flight Simulator einen flüssigeren Bildeindruck erzeugen.

Wir haben uns für die PNY GeForce RTX 4070 XLR8 Gaming Verto Epic-X RGB Triple Fan entschieden. Sie läuft mit Nvidia-Standardvorgaben, hat also kein erhöhtes Power-Limit, bewahrt damit den Effizienzgedanken und kommt mit einem Achtpol-Anschluss vom Netzteil aus. Unter den RTX 4070 ist die XLR8 eine der günstigsten Langversionen (30,5 Zentimeter) mit drei Lüftern und zwei Slots schmalem sowie leichtem Kühler. Die Karte wiegt nur 836 Gramm, sodass man sich um ein eventuelles Durchbiegen nur wenig Sorgen machen muss. Bei PC-Transporten empfehlen wir dennoch, sie vorher auszubauen.

Im Leerlauf hält die 4070 XLR8 ihre Lüfter an, sodass diese kein Geräusch produzieren. Auch unter kombinierter Vollast auf CPU und Grafikkarte bleibt unser Bauvorschlag mit 0,4 sone flüsterleise und verdient sich im c't-Notenschema damit ein „sehr gut“ bei der Lautheit. Die Karte hat eine dezente RGB-LED-Beleuchtung, die man im geschlossenen Gehäuse aber nicht sieht.

Wer will, kann das PNY-eigene Tool VelocityX installieren, muss aber auf die korrekte Version für Verto-Karten achten. Damit lassen sich die Effekte der RGB-LEDs im üblichen Rahmen steuern und auch abschalten. Letzteres bleibt im Firmware-Controller gespeichert und damit persistent auch bei anderen Betriebssystemen oder beim Umzug in einen anderen PC – das Tool können Sie daher nach Abschalten der LEDs auch wieder vom Rechner entfernen.

## Gaming-Performance

Die Karte genügt für flüssige Bildraten in WQHD-Auflösung mit 2560 × 1440 Bildpunkten. In vielen Spielen erreicht sie sogar dreistellige Bildraten, in aktuellen Optikkrachern mit Raytracing-Effekten sind häufig 60 Bilder pro Sekunde möglich. So stemmt der Bauvorschlag zum Beispiel das Rennspiel F1 22 in höchster Detailstufe mit rund 60 fps, im Shooter Metro Exodus sind es gar fast 80. Aber auch das Action-Adventure Hogwarts Legacy, das Sci-Fi-Rollenspiel Starfield oder der Flight Simulator 2020 laufen mit höchster Qualitätsstufe meist jenseits der 60-fps-Marke und weitestgehend ruckelfrei.

## Gaming-Allrounder: Teile

Komponente	Produkt (Teile-Nr.)	Preis (vom 17.11.23)
Prozessor	AMD Ryzen 7 7800X3D (100-100000910WOF)	390 €
Grafikkarte	PNY GeForce RTX 4070 XLR8 Gaming Verto Epic-X RGB Triple Fan (VCG407012TFXXPB1 )	640 €
CPU-Kühler	Endorf Fortis 5 (EY3A008)	45 €
Mainboard	MSI B650 Gaming Plus WiFi (7E26-001R)	175 €
Speicher	Crucial DIMM Kit 32GB, DDR5-5200 (CT2K16G52C4U5)	100 €
SSD	Samsung SSD 980 PRO 2TB M.2 (MZ-V8P2T0BW)	135 €
Gehäuse	Fractal Design Define 7 Compact Black Solid, schallgedämmt (FD-C-DEF7C-01)	110 €
Netzteil	Seasonic Focus GX 650W ATX 2.4 (FOCUS-GX-650)	100 €
	Summe (+Versandkostenpauschale)	1695 € (+20 €)
Optionen		
Grafikkarte II	Sapphire Nitro+ Radeon RX 7800 XT (11330-01-20G)	595 €

Das liegt zum Teil auch an den Voreinstellungen der Spiele, die bei GeForce-RTX-Karten häufig DLSS dazuschalten, einen KI-basierten Upscaler, der bei der eigentlichen Render-Auflösung zugunsten hoher Bildraten spart. Ausgeklügelte und über mehrere Generationen verfeinerte Funktionen sollen den damit einhergehenden Bildqualitätsverlust wettmachen. Dazu kommt in einigen ganz neuen Titeln das oben beschriebene DLSS 3 mit Frame Generation. Beides funktioniert in fast allen Fällen schon ziemlich gut.

Wer partout keine GeForce-Karte einbauen mag oder nicht so viel Geld ausgeben will, ohne komplett auf die Vorzüge einer Grafikkarte zu verzichten, der kann auch zur ebenfalls sehr leisen Sapphire Nitro+ Radeon RX 7800 XT greifen. Sie ist ohne Raytracing etwas flotter als die RTX 4070, mit Raytracing allerdings merklich langsamer. Im Bauvorschlag braucht sie ein zweites Achtpol-Kabel vom Netzteil und die Leistungsaufnahme im Leerlauf steigt um 7 auf 50 Watt. Unter Last sind es genau 100 Watt mehr (419 statt 319 Watt) und wir messen eine immer noch gute Lautheit von 0,6 sone unter kombinierter Volllast. Als größten Vorteil führt sie den mit 16 GByte noch einmal ein Drittel größeren Grafikspeicher ins Feld, der speziell bei einigen KI-Anwendungen Vorteile bringen kann. In Spielen genügen die 12 GByte der RTX 4070 für WQHD-Auflösung derzeit hingegen locker.

Sparfüchse können auch zur ebenfalls leisen und sparsamen Asrock Radeon RX 6600 Challenger D für rund 200 Euro greifen. Deren Leistung liegt allerdings zwei Klassen niedriger, wir beleuchteten sie im Budget-Gamer-Bauvorschlag genauer [2].

## Vorschläge für Abrüstwillige

Wenn Sie sicher sind, dass Sie keine Grafikkarte brauchen, haben wir günstige Alternativen für Sie. Sie können die integrierte Radeon-Grafik des Ryzen 7800X3D verwenden, also einfach die Grafikkarte weglassen. Damit rutscht der Bauvorschlag schon einmal nahe an die 1000-Euro-Marke, allerdings fehlen Beschleunigungsfunktionen auch in Anwendungen wie Adobe Lightroom mit seiner KI-gestützten Entrauschen-Funktion, die dadurch sehr viel langsamer läuft.

Wer noch mehr sparen will, kann mit demselben Kühlern und unveränderten Lüfterkurven auch problemlos den billigeren Ryzen 5 7600 (ohne X!) verwenden.

Das spart weitere 150 Euro, kostet aber in manchen Anwendungen und Spielen fast ein Drittel an Leistung.

## Zusammenbau

Nehmen Sie sich für den Zusammenbau ein paar ruhige Stunden Zeit, sorgen Sie für eine gut beleuchtete Arbeitsfläche und legen Sie gegebenenfalls ein Hand- oder Badetuch unter den Rechner, damit Schraubchen oder Kleinteile nicht vom Tisch kullern. Als Werkzeug benötigen Sie lediglich einen großen und einen kleineren Kreuzschlitzschraubendreher. Sorgen Sie dafür, dass Sie während der Arbeit am offenen Rechner geerdet sind, damit keine statische Elektrizität die Bauteile beschädigt. Die vorgeschlagenen Lüfterumbauten haben wir bereits weiter oben im Gehäuseabschnitt beschrieben.

Als Erstes schrauben Sie das Netzteil an den Halterrahmen des Gehäuses und bestücken es mit ATX-, ATX12V- und dem PCIe-Achtpol-Kabel. Ziehen Sie die Kabel von innen ins Gehäuse und schieben das Netzteil mit dem Lüfter nach unten an seine Position, bevor Sie dessen Rahmen am Gehäuse verschrauben. Die Kabel führen Sie nun durch die mit Gummilaschen versehenen Aussparungen seitlich und oben (ATX12V) im Gehäuse durch.

Beim Zusammenbau achten Sie darauf, dass die Positionen der Abstandshalter für das Mainboard zu dessen Bohrungen passen, ein kleiner Sechskantaufsatz

für Schraubendreher liegt im Zubehör des Gehäuses. Die ATX-Blende ist nicht am Mainboard vormontiert, Sie müssen sie zuerst vorsichtig in die Aussparung des Gehäuses drücken. Danach setzen Sie das Mainboard etwas schräg an wie im Handbuch beschrieben und achten darauf, dass keine der Blendenlaschen irrtümlich in die Ports des Mainboards gelangen. Senken Sie das Mainboard ab und schieben es mit sanftem, aber bestimmtem Druck in Richtung ATX-Blende, sodass die mittlere Bohrung auf dem fest vormontierten mittigen Abstandshalter aufsetzt und so die Position fixiert.

Anschließend ziehen Sie die restlichen acht Halteschrauben an und entfernen die vormontierten Halterungen für den Prozessorkühler. Danach setzen Sie die vier beim Fortis 5 mitgelieferten Abstandshalter auf und drehen sie fest.

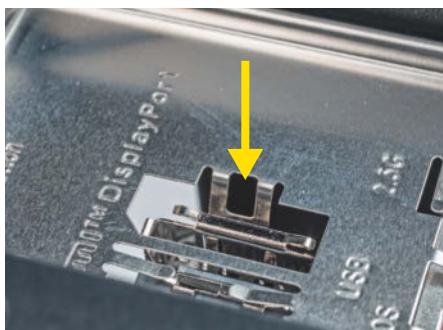
Nun ist der Prozessor an der Reihe: Achten Sie beim Einsetzen in die zuvor geöffnete Fassung darauf, dass er nicht in die empfindlichen Federchen der Fassung verkantet und die dreieckigen Markierungen in derselben Ecke sind. Schließen Sie danach den Haltemechanismus wieder. Anschließen schrauben Sie den Halterrahmen auf die Abstandshalter und tragen etwas von der mitgelieferten Wärmeleitungspaste auf. Ein kleines Karree mit einem Punkt in der Mitte wie bei der 5-Augen-Seite eines Würfels hat sich bewährt. Die äußeren vier Punkte sollten einen halben

## Gaming Allrounder: technische Daten und Tests

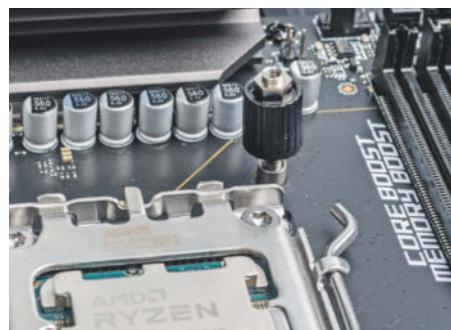
Hardware-Ausstattung	
Maße (B × H × T)	21 cm × 47,5 cm × 43 cm
Erweiterungs-Slots (nutzbar)	2 × PEG (2 × PCIe 4.0 x16 (1), 1 × PCIe 4.0 x1 (1))
M.2-Slots (frei)	2 × M.2-2280 (PCIe 4.0 x4) (1)
Einbauschächte (frei)	2 × 2,5"/3,5" (2), 2 × 2,5" (2)
Anschlüsse hinten	1 × HDMI 2.1, 1 × DisplayPort 2.0, 6 × analog Audio, 1 × USB-C 20 Gbit/s, 4 × USB-A 5 GBit/s, 3 × USB 3.1 Gen 1, 1 × LAN
Anschlüsse oben	1 × USB-C 10 Gbit/s, 2 × USB-A 5 Gbit/s, 2 × USB-A 2.0, 2 × analog Audio
Elektrische Leistungsaufnahme, Datentransfer-Messungen	
Soft-Off (mit ErP) / Energie Sparen / Leerlauf	1,5 (0,3) W / 2,5 W / 43 W
Volllast CPU / CPU+GPU	134 / 319 W
SSD: Lesen / Schreiben	6,9 / 5,0 GByte/s
USB 3.2 Gen 1 (5 Gbit/s) / USB 3.2 Gen 2 (10 Gbit/s) / USB 3.2 Gen2x2 (20 Gbit/s): Lesen (Schreiben)	470 (470) / 994 (1003) / 2138 (2057) MByte/s
LAN: Empfangen / Senden	298 / 297 MByte/s
WLAN 5 GHz / 6 GHz: nah (20 m)	108 (22) / 108 (15) MByte/s
Bootdauer	17 s
Lautheit Leerlauf / Vollast CPU / GPU / CPU+GPU (Bewertung)	< 0,1 sone (⊕⊕) / < 0,1 sone (⊕⊕) / 0,2 sone (⊕⊕) / 0,4 sone (⊕⊕)
Funktionstests Linux (Ubuntu 23.10)	
Leistungsaufnahme Leerlauf	60 W
LAN / W-LAN / Bluetooth / Audio	✓ (r8169) / ✓ (mt7921e) / ✓ / ✓
Preis	1695 €
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut
○ zufriedenstellend	⊖ schlecht
⊖⊖ sehr schlecht	✓ funktioniert
— nicht vorhanden	k. A. keine Angabe



Achten Sie beim Einsetzen des Prozessors darauf, dass die kleinen Dreiecksmarkierungen übereinstimmen und die CPU sich verkantungsfrei einsetzen lässt.



Die Metalllaschen der ATX-Blende dürfen nicht in die Anschlüsse wie hier den DisplayPort ragen, sondern müssen im Inneren auf den Buchsen aufliegen.



Vier Schraubgewinde nehmen später den Halterahmen des CPU-Kühlers Endorfry Fortis 5 auf. Ziehen Sie alle vier nur handfest an.



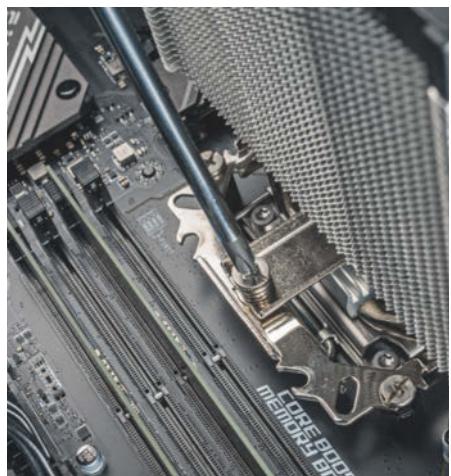
Der Halterahmen des Kühlers muss passend auf den Schraubgewinden aufliegen. Eventuell müssen Sie ihn zurechtrücken, um die Aussparungen genau über die Schraubgewinde zu bringen.



Die Montage der SSD gelingt beinahe ohne Werkzeug, nur den auf dem Mainboard vormontierten Kühlern müssen Sie zunächst ab- und später wieder fest-schrauben.



Bestücken Sie die zweite und die vierte Fassung mit den beiden DDR5-Riegeln und achten Sie darauf, dass die Kerbe im DIMM zum Steg in der Fassung auf dem Mainboard passt.



Anschließend schrauben Sie den Kühlkörper an seinem Halterahmen fest und haken den Lüfter ein.



Ein Vorschlag, wie die Kabelführung auf der Rückseite des Mainboard-Trays gelingt.



Den zuvor ausgebauten Frontlüfter montieren Sie ganz hinten an der abnehmbaren Gehäuseoberseite.

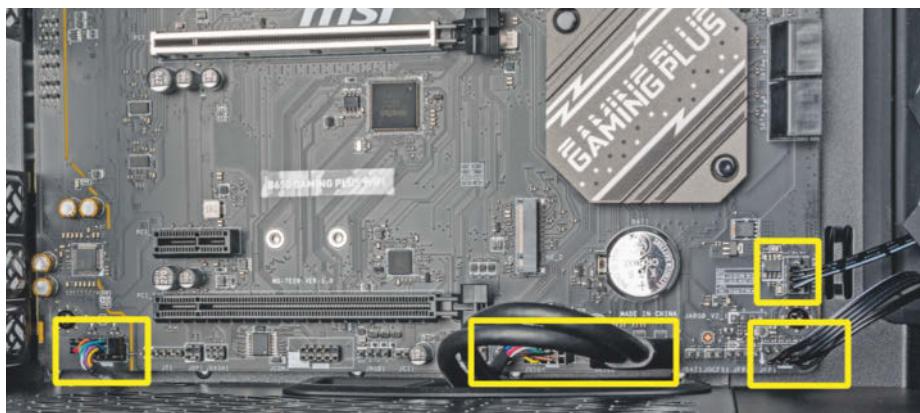
Zentimeter Abstand zum Rand des Heat-spreaders haben.

Anschließen setzen Sie mit vorsichtigem, aber bestimmtem Druck die beiden Speicherriegel in den von der Prozessorfassung aus gesehen zweiten und vierten DIMM-Slot ein. Achten Sie

darauf, dass die Kerben der Riegel passgenau auf den Stegen im Sockel zu liegen kommen.

Danach setzen Sie vorsichtig den CPU-Kühler auf, sodass die Schraublöcher auf den Gewindestangen liegen, und ziehen die beiden Befestigungs-

schrauben abwechselnd handfest an. Haken Sie den Lüfter an der glatten Seite des Kühlers ein. Verbinden Sie das Lüfterkabel mit CPU\_Fan1 und verstecken die restliche Kabellänge in der Durchführung hinter dem Mainboard-Tray. Schließen Sie nun die übrigen Kabel an: am oberen



Am unteren Rand des Mainboards müssen Sie die Kabel für HD-Frontaudio (links), Front-USB-A (Mitte) sowie Ein-/Ausschalter, Reset-Taster und HDD-LED (rechts) anstecken. Oberhalb des letztgenannten Felds haben wir den Lüfter im Deckel an den Sys\_Fan3-Anschluss angeschlossen.

Rand den 8-poligen CPU-Stromstecker, an der langen Seite den 24-poligen ATX-Stecker und Front-USB-C sowie unten den zweiten Gehäuselüfter, Ein-/Ausschalter sowie Resettaster und die HDD-LED, die die SSD-Aktivität anzeigt. Danach noch die USB-A-Front-Ports sowie Front-Audio an der linken unteren Seite. Mittig über den PCI-Steckplätzen kommt der Stromanschluss des Hecklüfters an Sys\_Fan4.

Die SSD wird zwischen den CPU-Bereich und den obersten PCIe-Slot gesteckt. Dazu müssen Sie erst den Kühler mit einem kleinen Kreuzschlitzschraubendreher entfernen, dann die SSD leicht schräg einsetzen und mit der drehbaren Arretierung befestigen. Anschließend remontieren Sie den Kühler wieder.

Zum Schluss kommt die Grafikkarte. Setzen Sie sie vorsichtig in den Slot ein und achten darauf, dass die Füße der Slotblende innerhalb des Gehäuses bleiben. Drücken Sie leicht auf die obere, schmale Seite, bis der Haltemechanismus einrastet, und verschrauben Sie die Karte an der Slotblende. Zu guter Letzt verbinden Sie den Achtpol-Stecker mit dem Stromanschluss der Karte. Der Inbetriebnahme des Rechners sollte jetzt nichts mehr im Wege stehen.

## Ersteinrichtung und Installation

Der erste Weg sollte ins BIOS-Setup führen. Aktualisieren Sie über die MFlash-Option zunächst die BIOS-Version – wir haben im Test Version 7E26v13 genutzt. Drücken Sie beim Start des Rechners dafür die Entf-Taste. Im BIOS-Setup schalteten wir unter Settings\Advanced\Super IO Configuration die Serial(COM) Port0 Configuration auf Disabled, was im

Leerlauf ein wenig Strom spart. Ebenfalls in den Advanced Settings stellen Sie bei den Integrated Graphics UMA auf Auto/Disabled und Hybrid Graphics auf Disabled, damit die integrierte Grafik nicht aus Versehen bei Spielen und dergleichen anstelle der gesteckten Grafikkarte verwendet wird und Sie sich über Bildruckeln wundern.

Das Bootmenü zur Installation eines aktuellen Windows 11 (wir haben die Pro-Variante ausprobiert) von einem USB-Stick erreichen Sie via F11 beim Start. WLAN- und Ethernet-Treiber bringen frische Windows-11-Installationssticks schon mit, sodass Sie nach erfolgreicher Installation direkt Windows Update zu Ende durchlaufen lassen können. Danach sollten Sie noch die AMD-Chipsatztreiber installieren, um die restlichen drei gelben Ausrufezeichen im Gerätemanager loszuwerden. Außerdem empfehlen wir, die neuesten Nvidia-Treiber (zum Testzeitpunkt war das die Version 546.01) zu installieren – die Links finden Sie auf unserer Projektseite unter [ct.de/optipc24](http://ct.de/optipc24).

Wie angedeutet funktionierte unser Bauvorschlag auch mit der Linux-Distribution Ubuntu 23.10 problemlos. Im Leerlauf lag die Leistungsaufnahme mit dem Nvidia-Treiber 535 sowie dem Open-Source-Treiber Nouveau allerdings um 17 Watt höher als unter Windows, da es immer wieder, auch mit anderen Nvidia-Grafikkarten, zu kurzen Leistungsspitzen kam. Zur Besserung hoffen wir auf einen überarbeiteten Treiber. Grundlegende Hardwarefunktionen wie der Datentransfer auf eine schnelle USB-SSD (lesend allerdings nur mit 1,6 statt 2 GByte/s) oder 2,5-Gbit/s-Ethernet und WLAN liefen direkt. (csp@ct.de) **ct**



Mit den schwarzen Nabens, also ohne sichtbare Aufkleber darauf, nach innen sind die beiden Lüfter im Heck und Deckel korrekt montiert.



Bevor Sie den Deckel wieder montieren, vergessen Sie nicht, den ATX12V-Stecker in der sonst schwer zugänglichen Ecke einzustecken.



Nach dem Einbau der Grafikkarte möchte diese noch unbedingt per Achtpol-Stecker vom Netzteil mit Strom versorgt werden. Seitenwand und gelochten Dachdeckel drauf und der PC ist betriebsbereit.

## Literatur

- [1] Christian Hirsch, Spielchip, Gaming-Prozessor Ryzen 7 7800X3D im Test, c't 11/2023, S. 82
- [2] Benjamin Kraft, Mission Günstig-Gamer, Bauvorschlag für einen preiswerten Spielerechner mit sechs CPU-Kernen, c't 19/2023, S. 134

Projektseite mit BIOS-Einstellungen:  
[ct.de/yha9](http://ct.de/yha9)



# Achtkern-Mini

**Bauvorschlag für einen kompakten Office-PC mit Achtkern-CPU**

**Unser Mini-PC-Bauvorschlag für unter 500 Euro liefert dank Achtkernprozessor auch bei Multithreading-Aufgaben viel Leistung und bleibt stets sehr leise. Aufrüstoptionen verleihen ihm bei Bedarf zusätzliche Fähigkeiten.**

**Von Benjamin Kraft**

**K**ompakt und leistungsstark, dabei aber maximal unauffällig – so sieht für viele der optimale Büroumputer für den Einsatz auf dem Schreibtisch aus. Was im Selbstbau mit Einzelteilen von der Stange schwierig wird, klappt mit einem Barebone vergleichsweise einfach. Gehäuse, Mainboard und Netzteil gehören schon zum Lieferumfang, sodass man nur noch Arbeitsspeicher, SSD und natürlich den Prozessor samt Kühler ergänzen muss.

Die Grundlage für diesen Bauvorschlag bildet der Asrock DeskMini X300, dessen Gehäuse wenig Platz auf dem Schreibtisch belegt. Wir haben mit ihm bereits gute Erfahrungen gemacht: Anfang 2023 hatte er einen Auftritt in einem Bau-

vorschlag, allerdings mit Sechskernprozessor und anderem Kühler [1]. Der Kompakt-Barebone trägt vorn zwischen zwei Audiobuchsen je einen USB-A- und USB-C-Port mit USB-3.0-Geschwindigkeit (5 Gbit/s). Hinten hat er zwei weitere USB-A-Anschlüsse, von denen einer ebenfalls mit 5 Gbit/s arbeitet, der andere nur mit USB-2.0-Speed (480 Mbit/s). Via HDMI 2.0 und DisplayPort 1.4 steuert der kleine Rechner zwei digitale Displays parallel mit bis zu 4K (3840 × 2160 Pixel) bei 60 Hertz an und versorgt auf Wunsch über den VGA-Anschluss sogar einen analogen Beamer. Die LAN-Buchse arbeitet mit Gigabit-Geschwindigkeit. Energie liefert ein externes 120-Watt-Netzteil.

Beim Prozessor griffen wir dieses Mal zum Ryzen 75700G, einem Zen-3-Prozessor aus AMDs Cezanne-Familie mit acht Kernen und 16 Threads, der im Turbo mit bis zu 4,6 GHz läuft. Er rechnet zwar nicht ganz so schnell wie die aktuellen Nachfolger aus der Ryzen-7000-Serie, kostet dafür aber deutlich weniger. Der Ryzen 75700G enthält eine Radeon Graphics genannte Grafikeinheit auf Basis der inzwischen etwas angestaubten Vega-Architektur, doch für den Büroeinsatz reichen ihre 512 Shader Cores problemlos aus. Zudem bringt sie Hardware-En- und -Decoder für die Video-Codecs VP9, H.264 (AVC) und H.265 (HEVC) mit, aber keinen für den anspruchsvoller AV1-Codec. Die nötige Kühlkapazität steuert der Noctua NH-L9a-AM4 bei, ein kompakter Top-Blow-Kühler für Mini-ITX-Systeme. Man darf sich von seinen technischen Daten nicht täuschen lassen, denn er kühlte weit besser und leiser, als man es von einem Exemplar mit nur zwei Heatpipes und einem 92-Millimeter-Lüfter erwarten würde.

16 GByte Arbeitsspeicher halten wir bei einem Office-Rechner nach wie vor für ausreichend und wählten ein DDR4-Kit aus zwei Modulen für den Dual-Channel-Betrieb. Als schnelle Datenablage kommt die PCIe-4.0-SSD Lexar NM790 mit 1 TByte zum Zuge, die im Flash-Rennen einen guten Eindruck hinterließ [2]. Selbst auf PCIe 3.0 eingebremst – der Ryzen 7 5700G beherrscht kein PCIe 4.0 – schreibt sie 3250 MByte/s und liest 3700 MByte/s. Es gibt sie in Kapazitäten von 512 GByte bis 4 TByte, sodass Sie bei Bedarf gleich im ersten Anlauf eine größere Portion Flash in den Mini schieben können. Wer später mehr Speicherplatz nachlegen möchte, schraubt eine weitere M.2-SSD in den zweiten Slot an der Board-Unterseite oder montiert bis zu zwei SATA-SSDs unter dem Mainboard-Schlitten und schließt sie per Adapterkabel an.

## Lautheit und Leistung

Das Gespann aus Ryzen 75700G und Noctua NH-L9a-AM4 harmoniert sehr gut: Im Leerlauf lag die Lautheit unter der Messgrenze von 0,1 sone, mit Prime95 geärgert erreichte der Ryzen-Mini nach zehn Minuten sehr gute 0,3 sone. Erst als wir zusätzlich seine integrierte GPU mit Furmark erhitzten, musste sich der Lüfter mehr ins Zeug legen und emittierte 1,1 sone, was nur noch für die Note zufriedenstellend genügt.

Wer partout einen auch bei Vollgas leisen Mini braucht, kann aber nachhel-

fen, und zwar mit dem separat erhältlichen Luftführungs-Set NA-FD1 von Noctua. Mit seinen Schaumstoffsegmenten, die zwischen Lüfter und Gehäusedeckel kommen und so einen Tunnel bilden, sank die Lautheit im Prime95-Stresstest auf 0,1 sone, der Worst-Case-Wert mit zusätzlicher Grafiklast auf 0,5 sone. Dennoch: Wer vorhat, regelmäßig alle acht Kerne plus GPU unter Dauervollast zu setzen, ist mit einem anderen Rechner besser bedient – etwa dem großen Bauvorschlag, den wir auf Seite 26 vorstellen.

Jedenfalls unterbietet der aktuelle Ryzen-Mini damit die mit Ryzen 5 5600G und dem Kühler Alpenföhn Silvretta bestückte Variante vom Jahresbeginn, und das ohne Tricksereien: Den Sechskeiner bekamen wir damals nur leise gekühlt, weil wir im BIOS-Setup seine Thermal Design Power (TDP) auf 45 Watt senkten. Der Achtkeiner läuft indes mit voller TDP von 65 Watt.

Das macht sich im direkten Performancevergleich bemerkbar: Im Multi-threading-Test des Cinebench R23 schafft der Achtkeiner 13.860 statt 9864 Punkte, satte 40 Prozent mehr. In der neuen Ausgabe Cinebench 2024 schrumpfte der Vorsprung auf gut 31 Prozent. Die Benchmarkszenen classrom renderte der Ryzen 7 5700G mit Blender in 415 statt 572 Sekunden, lag also um 27 Prozent in Führung. Den kleinsten Gewinn zeigte Handbrake beim Umrechnen des Testfilms Big Buck Bunny von 4K mit dem Profil 1080p30. Das schaffte der Achtkeiner mit durchschnittlich 44,5 Bildern pro Sekunde, der Sechskeiner schaffte 40,5. In der Single-

threading-Leistung tut sich hingegen so gut wie nichts, nur rund vier Prozent liegt der voll aufgedrehte, gut gekühlte Achtkeiner vorn.

An eine aktuelle Intel-CPU wie den Core i5-13500 kommen AMDs Zen-3-Prozessoren zumindest auf dem Papier nicht heran, doch zum einen reicht die Performance für Office-Aufgaben locker aus, zum anderen gelang es uns mit dem Intel-Chip nicht, einen Mini-Bauvorschlag zusammenzustellen, der nicht drosselte (siehe Kasten).

Die zusätzliche Performance des Ryzen 75700G gibt es nicht umsonst, auch die Leistungsaufnahme steigt. Mit allen Threads am Anschlag zeigte das Leistungsmessgerät 96 Watt, 30 Watt mehr als beim Sechskeiner. Lief auch die GPU auf Hochtouren, maßen wir beim Ryzen 7 5700G 122 Watt, beim Ryzen 5 5600G 88 Watt. Im Leerlauf gab es indes keine nennenswerten Unterschiede, beide pendelten sich beim ruhenden Windows-Desktop bei ziemlich exakt 10 Watt ein. Unter Linux maßen wir kaum ein halbes Watt mehr. Überhaupt lief der Mini unter Ubuntu Linux 23.10 erfreulich unauffällig, alles funktionierte auf Anhieb, Blender renderete die Classroom-Szene sogar eine Minute schneller.

## Schlafproblem

Laut Support-Seite unterstützt der Desk-Mini keinen S3-Schlaf, also Suspend to RAM. Mit der BIOS-Version 1.80E BETA klappte es hingegen, wie wir zwischenzeitlich herausgefunden hatten. Allerdings hat Asrock den Download-Link zu dieser Ver-



**Der kompakte Noctua NH-L9a-AM4 kühlte den Acht-kernprozessor Ryzen 7 5700G auch unter Voll-dampf sehr leise. Dennoch geht es im Inneren des DeskMini X300 recht eng zu.**

sion inzwischen von seiner Support-Seite entfernt und bietet als neueste Ausgabe die 1.80F BETA an, die den S3-Schlaf wieder verlernt hat. Unser Link von der Projektseite funktioniert aber noch, sodass Sie die 1.80E BETA nach wie vor herunterladen und installieren können (siehe ct.de/ypz6).

Sollte Ihnen der Einsatz eines als BETA gekennzeichneten BIOS zu heikel sein, können Sie einen Workaround nutzen: Unter Windows 11 aktivieren Sie den Schlafzustand „Hibernate (Suspend to Disk)“, um die Daten im Schlafzustand nicht im RAM, sondern auf der SSD zwischenzulagern. Die ist so schnell, dass der Mini in wenigen Sekunden wieder aufwacht.

## Schnell geschraubt

Den Ryzen-Mini zusammenzubauen, dauert nicht lange. Als Werkzeug benötigen Sie nur einen Kreuzschlitzschraubendreher, darüber hinaus ein Handtuch als Bastelunterlage, gegebenenfalls eine Schere und ein oder zwei Schüsselchen als Schraubendepot. Wir geben uns zwar stets Mühe, die Bauanleitung möglichst verständlich zu schreiben, doch wenn etwas unklar ist, schauen Sie am besten ins Barebone-Handbuch oder die Montageanleitung des Kühlers.

Als Erstes drehen Sie die vier schwarzen Schräubchen an der Gehäuserückseite heraus, ziehen den Mainboard-Schlitten

## PC-Bauvorschlag Ryzen-Mini-Achtkerner: Teileliste

Komponente	Produkt	Preis <sup>1</sup>
Prozessor	AMD Ryzen 7 5700G, 8C/16T, 3.80-4.60GHz, boxed (100-100000263BOX)	180 €
CPU-Kühler	Noctua NH-L9a-AM4	50 €
PC-Barebone	ASRock DeskMini X300 (90BXG3T01-A10GAOW)	155 €
Speicher	Crucial SO-DIMM Kit 16GB, DDR4-3200, CL22-22-22 (CT2K8G4SFRA32A)	40 €
SSD	Lexar NM790 1TB (LNM790X001T)	60 €
<b>Summe (+ Versandkostenpauschale)</b>		<b>485 € + 20 €</b>
Optionen		
Luftführungs-Set	Noctua NA-FD1	12 €
RGB-LED	ARGB Strip for DeskMini Series (90-BCA000-00XYZ)	26 €
USB-2.0-Zusatze	DeskMini USB 2.0 Kabel (SRB000010020)	10 €
USB-2.0-Hub	DeskMini USB Hub (90-BCA010-00UAYZ)	12 €
WLAN-Adapter	DeskMini Wi-Fi 6E Kit (AX210) (90-BXG3R0-A0XCR2W)	35 €
Audiobuchse	DeskMini Rear Audio Cable Kit (90-BXG3G0-A0XCR2W)	12 €
VESA-Halterung	DeskMini VESA Mount Kit (ASRock DeskMini VESA Mount Kit)	10 €

<sup>1</sup> gerundet auf den nächsten vollen Europreis

an der länglichen schwarzen Lasche aus dem Gehäuse, zupfen das Flachbandkabel ab, das Gehäuse und Board verbindet, und demontieren das Mainboard. Weil der Noctua-Kühler durch das Board geschraubt wird und dazu eigenes Befestigungsmaterial mitbringt, entfernen Sie anschließend die beiden schwarzen Plastikstege neben dem Prozessorsockel sowie die rückseitige Konterplatte.

Nun öffnen Sie die Sockelarretierung, indem Sie den kleinen Hebel nach oben ziehen, und setzen den Prozessor vorsichtig in den Sockel. Achten Sie dabei darauf, dass das kleine Dreieck in der unteren linken Ecke des Prozessorträgers auf sein

Gegenstück im Sockel zeigt. Nachdem Sie den Prozessor mit dem Hebel im Sockel arretiert haben, geben Sie einen etwa linsengroßen Klecks Wärmeleitpaste in die Mitte des Prozessordockels.

Jetzt wird es ein wenig diffizil: Setzen Sie den Kühler so auf den Prozessor, dass die Spitzen der Heatpipes zum SSD-Steckplatz zeigen, die Lamellen des CPU-Kühlers zum schwarzen Kühlkörper auf der Platine. Dann drehen Sie das Mainboard samt Kühler um und stellen das Konstrukt auf den Lüfter. Während Sie dieses Sandwich mit einer Hand stabilisieren, legen Sie die mitgelieferte Konterplatte aufs Mainboard und drehen mit der anderen nacheinander die Schrauben durch die Löcher in den Kühler, bis sie greifen. Erst wenn alle vier sitzen, ziehen Sie sie fest. Drehen Sie das Mainboard wieder mit dem Kühler nach oben und stecken Sie das Lüfterkabel an den Anschluss CPU\_FAN1 neben dem äußeren DIMM-Slot.

Als Nächstes stecken Sie den Arbeitsspeicher in die DIMM-Slots und die SSD in den M.2-Slot und fixieren letztere mit der kleinen Schraube aus dem Barebone-Zubehör. Wollen Sie den Mini auf ultraleise trimmen, kommt nun das Luftführungs-Set zum Einsatz: Ersetzen Sie die vier Schrauben, die den Lüfter am Kühler halten, durch die vier Bolzen aus dem Set. Darauf stecken Sie nun die Führungsröhrchen, kürzen sie mit einer Schere auf acht Millimeter über dem Lüfterrahmen und setzen den 10-Millimeter-Schaumstoffrahmen auf – das ist der dickste mit den zehn Einkerbungen an der Seite.

Das bestückte Mainboard schrauben Sie danach wieder auf seinen Träger und achten dabei darauf, dass keine der klei-

## Der schon wieder?

Ursprünglich wollten wir an dieser Stelle einen Bauvorschlag auf Intel-Basis vorstellen. Als Grundlage hätten der Asrock-Barebone DeskMini B760 und der 14-Kern-Prozessor Core i5-13500 dienen sollen.

Alles lief auf den ersten Blick gut und eine Woche vor Projektschluss konstatierten wir zufrieden, dass die CPU kühl und der Lüfter leise blieb. Doch die Package Power machte uns stutzig: Anstatt der erlaubten (und händisch in den BIOS-Einstellungen eingetragenen) 65 Watt lag sie nach einigen Minuten Dauerlast nur noch bei 45 Watt und sank schließlich auf 28 Watt; die CPU-Kerne liefen zeitweise nur noch mit 400 MHz. Dabei war es unerheblich, ob wir sie via Prime95 und Cinebench mit AVX-Code stressten oder mit dem weniger anspruchsvollen 7-Zip-Benchmark in Dauerschleife.

Des Rätsels Lösung: Die Spannungswandler wurden mit 105 °C zu heiß, weshalb das Board den Prozessor herunterregelte. Augenscheinlich ist das flache Kühlkörperchen der Wandler unterdimensioniert und der Luftzug des CPU-Kühlers reicht nicht, um das aufzufangen. Ein Gegencheck mit dem Vorgängermodell DeskMini B660 ergab dasselbe Problem.

Erst mit dem Vierkernprozessor Core i3-13100 lagen die VRM-Temperaturen im drosselfreien Bereich, doch schon verglichen mit dem bestehenden Ryzen-Mini-Bauvorschlag vom Jahresbeginn war diese Konstellation nicht nur preislich unattraktiv. So entschlossen wir uns, das kleine AMD-System mit schnellerer SSD, Achtkern-CPU und stärkerem Kühler aufzufrischen.

nen EMV-Laschen in einen der rückseitigen Anschlüsse gerutscht ist – das passiert besonders gern bei der LAN-Buchse. Zu guter Letzt stecken Sie das Flachbandkabel vom Gehäuse wieder an, schieben den Schlitten vorsichtig zurück ins Gehäuse, achten darauf, dass der Schaumstofffrahmen nicht am Deckel hängen bleibt und schrauben den Schlitten wieder fest.

Sind Maus, Tastatur, Monitor und Netzteil angeschlossen, folgen nach dem Einschalten erste Funktionstests: Dreht der Lüfter? Zeigt der Monitor ein Bild?

Dann gehen Sie mit der Entf-Taste ins BIOS-Setup und nehmen die Einstellungen vor, die wir auf der Projektseite beschrieben haben (siehe ct.de/ypz6). Dort finden Sie auch die Werte für unsere angepasste Lüfterkurve. Anschließend installieren Sie das Betriebssystem Ihrer Wahl.

### Ergänzendes

Asrock bietet diverses Zubehör an, um den DeskMini aufzupeppen oder ihn um zusätzliche Funktionen zu erweitern. Dazu zählen ein WLAN-Kit, das nach dem Stan-

dard Wi-Fi 6E funk und auch Bluetooth beherrscht. Für den Deckel gibt es zwei zusätzliche USB-2.0-Buchsen und die magnetisch haftende RGB-Lichtleiste bringt Farbe ins Gehäuse. Wer beide nutzen will, benötigt noch den DeskMini-USB-Hub. Einen Audio-Ausgang an der Rückseite rüstet das Rear Audio Cable Kit nach. Mit dem VESA Mount Kit verschwindet der kleine Rechner hinter dem Monitor.

### Fazit

Mit acht CPU-Kernen hat der Ryzen-Mini mächtig Dampf unterm Deckel, was man an der Performance, aber nicht an der Lautstärke merkt. Office-Kost verdaut er problemlos und hat auch für anspruchsvollere Aufgaben genug Power. Mit bis zu vier Datenträgern ausgestattet eignet er sich zudem als leiser, leistungsfähiger Server. Wer etwas weniger Leistung benötigt und etwas Geld sparen möchte, bekommt mit der ursprünglichen Version des Bauvorschlags immer noch einen schnuckeligen und leisen Office-Rechner.

(bkr@ct.de) 

### Literatur

- [1] Christian Hirsch, Mini-Sechser, Leiser, sparsamer Mini-PC-Bauvorschlag für 400 Euro, c't 6/2023, S. 150
- [2] Lutz Labs, Flash-Rennen, 24 SSDs mit PCIe 3.0, 4.0 und 5.0 im Test, c't 22/2023, S. 88

**Projektseite mit Teileliste und BIOS-Einstellungen:** [ct.de/ypz6](http://ct.de/ypz6)



## Streiche können teuer werden.

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

[www.cyber-akademie.de](http://www.cyber-akademie.de)



[Jetzt Kurse buchen!](#)



# Nadella copilotiert in die Zukunft

## KI-Ankündigungsreigen auf Microsofts Ignite

**Copiloten überall: Microsoft nutzte seine Hausmesse Ignite Mitte November, um die hohen KI-Ambitionen zu demonstrieren und um alle KI-Produkte mit einem einheitlichen Label zu versehen.**

Von Peter Siering

**B**ing Chat war gestern, heute heißt Microsofts KI-Helper Copilot, egal ob es um Windows, Office, SharePoint, Teams, Designer, Defender, die diversen Studios oder den Browser geht. Rund 100 neue Produkte hat Microsoft auf der Ignite angekündigt. Und fast ausschließlich drehte es sich um KI.

In Teams Premium etwa steht nun in allen Chateingaben – sei es in Direktnachrichten, Meetings oder Kanälen – ein Copilot als Schreibassistent bereit. In Teams-Meetings soll eine KI die Stimme des Sprechers zukünftig besser isolieren und Hintergrundstimmen unterdrücken.

Apropos Hintergründe: Arbeitet man aus dem unaufgeräumten Homeoffice, soll Teams zukünftig den Hintergrund künstlich aufräumen oder aufhübschen können, zum Beispiel mit künstlich hinzugefügten Pflanzen. Und um die Inhalte aus einer Videokonferenz weiterzuverwenden, soll ein KI-Assistent sie ab dem Frühjahr 2024 selbsttätig in ein Whiteboard überführen.

Zur „Stärkung der Cyberabwehr im Zeitalter der künstlichen Intelligenz“ stellt Microsoft auch Administratoren Copiloten zur Seite. Microsoft will sie in die Admin-Oberfläche für Microsoft 365 integrieren. Schon im Frühjahr angekündigt, startet jetzt ein Programm zur Registrierung für den Microsoft Security Copilot, der Sicherheitsfachleuten im Alltag helfen soll. Er soll unter anderem Hinweise für sinnvolle Maßnahmen bei Sicherheitsvorfällen liefern.

Mit Azure AI Studio sollen Entwickler eigene, firmeninterne Copiloten entwerfen können. Als Basis stehen GPT-3.5 und eine Vorabversion von GPT-4 bereit. Das Copilot Studio soll zudem Mitarbeitern ohne Programmierkenntnisse erlaub-

ben, eigene Copiloten zu bauen und mit Firmendaten zu verknüpfen. Das Grundprinzip von Copilot Studio ähnelt den GPTs von OpenAI und könnte in eine Art (App-)Store für KI-Modelle münden.

Microsoft will auch mit eigener Hardware im KI-Geschäft mitmischen und hat einen eigenen KI-Chip vorgestellt: Maia soll 2024 den in der Microsoft-Cloud angebotenen KI-Diensten Beine machen. Mieten können Kunden solche Chips in Azure vorerst aber nicht, hieß es. Auch sonst hielt sich Microsoft zu Maia sehr bedeckt, etwa zur Performance.

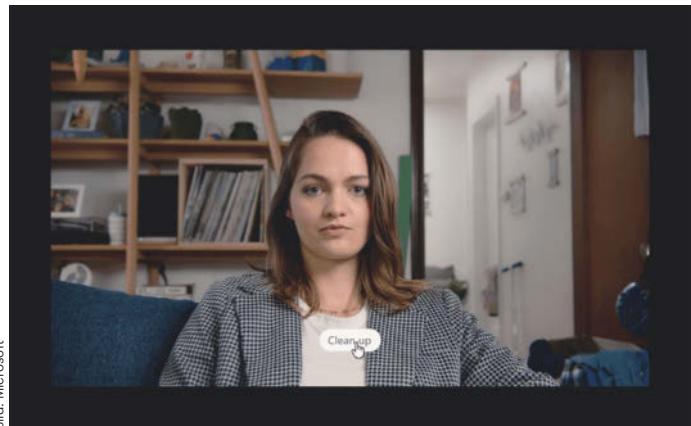
Mit seinem im September angekündigten „Copilot Copyright Commitment“ (CCC) bietet Microsoft Kunden an, sie vor eventuellen Rechtsstreitigkeiten zu schützen, etwa Verfahrenskosten und Bußgeldern, die durch den Einsatz von KI-Techniken des Unternehmens auftreten. Die Kunden müssen bestimmte Dokumentationspflichten erfüllen, wenn sie an dem Programm teilnehmen wollen.

Wann der Copilot auch in deutsche Installationen von Windows als regulär aktive Funktion einzieht, erklärte Microsoft auf der Ignite nicht. Windows 11 in Version 23H2 wird zwar munter verteilt, aber dort lässt sich der Copilot weiterhin nur mit einem Trick hervorlocken [1]. Microsoft nutzte die Veranstaltung zudem, um anzukündigen, dass man die Funktion auch noch in Windows 10 nachrüsten werde – verriet aber ebenso wenig, wann. In aktuellen Insider-Previews ist sie bereits enthalten.

(ps@ct.de) ct

### Literatur

[1] Jan Schüssler, Entspanntes Upgrade, Neue Funktionen für Windows 11, c't 25/2023, S. 126



Teams räumt auf: Die KI soll bald den Hintergrund defragmentieren können.

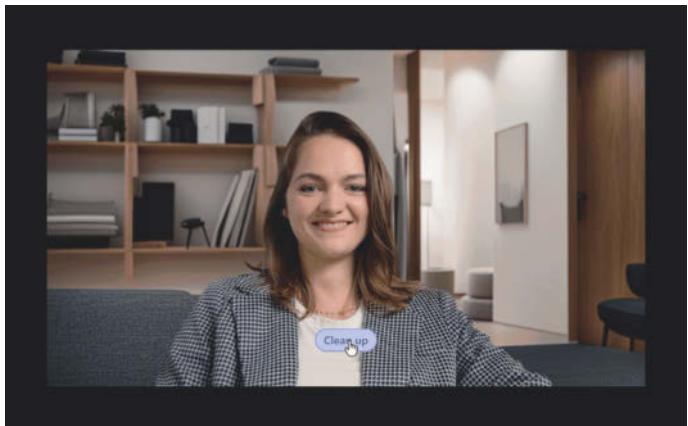


Bild: Microsoft

# DMA wirft Schatten voraus

**Einige Konzerne widersprechen ihrer Einstufung der EU als marktbeherrschende Plattformen. Unter dessen schrauben Unternehmen an ihren Produkten, um sie dem neuen EU-Wettbewerbsrecht anzupassen.**

Obwohl der Digital Markets Act (DMA) erst im März 2024 wirksam wird, löst er derzeit bei einigen Konzernen hektische Betriebsamkeit aus. Es geht um die von der EU-Kommission benannten „Torwächter“, also Plattformdienste, die aufgrund ihrer marktbeherrschenden Position bald besonders scharfen wettbewerbsrechtlichen Vorschriften unterliegen sollen.

Meta, der Tiktok-Mutterkonzern ByteDance und Apple haben im November Einspruch beim Europäischen Gericht (EuG) gegen die Kommissionsentscheidungen eingelegt. Meta sieht seinen Messenger und den Facebook Marketplace nicht als Torwächter. Letzterer sei „ein Dienst für Verbraucher zu Verbraucher“ und falle nicht unter die DMA-Definition

eines Onlinevermittlungsdiensts. Der Messenger sei lediglich eine Chatfunktion von Facebook.

Der chinesische ByteDance-Konzern behauptet, die Einstufung von TikTok als Torwächter sei fehlerhaft aufgrund der weltweiten Marktkapitalisierung der Muttergesellschaft erfolgt, die „nicht einmal in Europa tätig“ sei. TikTok erfülle die Voraussetzung von 7,5 Milliarden Euro Jahresumsatz im Europäischen Wirtschaftsraum nicht.

Zu Apples Begründung des Einspruchs gab es bis Redaktionsschluss dieser Ausgabe nur Mutmaßungen. Zuvor hatte Apple aber durchblicken lassen, dass man die fünf App Stores auf den Betriebssystemen als eigene Einheiten betrachte und nur der Store in iOS genug Nutzer habe, um als Torwächter gelten zu können. Die EU-Kommission hatte dies stets zurückgewiesen, sie unterscheidet nicht zwischen den Apple-Betriebssystemen.

Derweil bereitet sich Apple augenscheinlich darauf vor, ab März 2024 gemäß DMA fremde App Stores (Side-

loading) in iOS zuzulassen. In der Beta-Version von iOS 17.2 tauchte ein neues Framework namens „Managed App Distribution“ auf, womit Fremdanbieter in engen Grenzen die Möglichkeit erhalten könnten, eigene App Stores anzubieten. Außerdem hat Apple überraschend angekündigt, künftig das Messengerprotokoll „Rich Communication Standard“ (RCS) in seiner Nachrichten-App zu unterstützen, parallel zu iMessage und SMS. Hier könnte der DMA motivierend gewirkt haben (siehe S. 44).

Auch Microsoft reagierte bereits auf die Einstufung von Windows als Torwächter. Nutzer von Windows 10 und 11 sollen in Europa bald den Browser Edge und die Internetsuche Bing komplett deinstallieren können. Diese Änderungen sind in Previews für die Versionen 22H2 (Windows 10) und 23H2 (Windows 11) bereits zu sehen. Die finalen Updates sollen bis zum 6. März 2024 auf alle Computer mit einem der beiden Betriebssysteme kommen, kündigte der US-Konzern an. Genau dieses Datum verlangt auch der DMA. (hob@ct.de)

## Echtzeitzahlungen kommen

Der Europäische Rat und das EU-Parlament haben sich in Trilogverhandlungen mit der EU-Kommission über die sogenannte **Instant-Payments-Verordnung** geeinigt. Zukünftig müssen in der EU sämtliche Banken und Sparkassen SEPA-Überweisungen in Echtzeit empfangen und versenden können. Diese sollen zu jeder Tages- und Nachtzeit innerhalb von maximal zehn Sekunden beim Empfänger eingehen.

Außerdem dürfen die Kreditinstitute solche Echtzeitüberweisungen nicht höher bepreisen als SEPA-Standardüberweisungen. Um die Sicherheit zu erhöhen, müssen die Banken zudem IBAN und Namen des Empfängers abgleichen und den Sender auf Abweichungen hinweisen. Das gilt anders als ursprünglich geplant nun sogar für sämtliche SEPA-Überweisungen. Die Geldhäuser der Eurozone erhalten eine Umsetzungsfrist von 24 Monaten für die Verordnung, die Banken in der übrigen EU 36 Monate. (mon@ct.de)

## Sonderheft c't KI-Praxis

Der erste Hype um ChatGPT ist vorbei, jetzt geht es **um den konkreten Einsatz** von Sprachmodellen in der Praxis. Dazu erklären wir im Special, wie Sie mit offenen Sprachmodellen auf Hugging Face selbst experimentieren und dabei die volle Kontrolle über das Modell, die Daten und Kosten behalten. Dabei ist es wichtig, die Grenzen und Trainingsmaterialien von Sprach-KIs zu kennen, damit Ihnen im Arbeitsalltag keine Fehler durchrutschen.

Auf 164 Seiten vergleichen wir darüber hinaus Schreibassistenten, KI-Stimmen und Bildgeneratoren. Sie erfahren zum Beispiel, wie Sie mit KI Ihre englischen Texte aufpolieren oder auf welche Details Sie achten sollten, um gefälschte Bilder zu entlarven. Wir gehen der Frage nach, was von KI-Benchmarks zu halten ist und was Schulen, Universitäten und Unternehmen beim Einsatz von KI-Systemen in Lehre und Produktion beachten sollten.



Das gedruckte Heft ist im Zeitschriftenhandel und online unter shop.heise.de für 14,90 Euro erhältlich. Alternativ können Sie dort auch die PDF-Version für 12,99 Euro erwerben. (hag@ct.de)

# Sendungsbewusst

## WhatsApp-Kanäle: die besseren Newsletter?

**Instagram und WhatsApp werden zu universellen Marketing-, Sende- und Analyseplattformen für Firmen, Prominente, Vereine und andere Organisationen. Die neuen Broadcast- und Info-kanäle kommen gut an und erschließen Meta neue Geld-beziehungsweise Datenquellen.**

Von Andrea Trinkwalder

Totgesagte leben länger. Trotz Social Media nicht totzukriegen sind Newsletter. Diese gibt es jetzt in zielgruppengerechter Form auch bei Instagram unter dem Namen Broadcast-Channels und bei WhatsApp als „Kanäle“. Darüber können sendungsbewusste Organisationen und Promis recht unkompliziert ihre (Werbe-)Botschaften unters Volk bringen.

Die erst in diesem Jahr eingeführten Funktionen erfreuen sich wachsender Beliebtheit, vor allem in Südamerika, Indien und Indonesien. Zu den europäischen und US-amerikanischen Kanälen der ersten Stunde gehören große Fußballvereine wie

Real Madrid, Bayern München und Borussia Dortmund sowie News- und Streamingkonzerne wie die New York Times oder Netflix. In einer Ende Oktober durchgeführten Untersuchung des Marketing-Branchendienstes OMR erzielte die größte Reichweite mit knapp 48 Millionen Followern WhatsApp selbst, gefolgt von Netflix mit 24 Millionen. Noch vor Real Madrid (20 Millionen) rangierten die aus Hindi-Filmen bekannte Schauspielerin Katrina Kaif sowie der indonesische TV-Sender Indosiar, die 23 beziehungsweise 22 Millionen Abonnenten hatten.

Das ist nur auf den ersten Blick überraschend. Denn in Indien ist WhatsApp zur unverzichtbaren Kommunikations- und Handelsplattform herangewachsen, über die viele Firmen ihre Geschäfte und Finanztransaktionen abwickeln. Auf diesem Markt mit seinen 500 Millionen Nutzern – also etwa einem Viertel der zwei Milliarden weltweit – testet Meta gerne neue Funktionen.

Mitte November von Meta-CEO Mark Zuckerberg veröffentlichten Zahlen zu folge bringt es Real Madrid mittlerweile auf über 25 Millionen Abonnenten. Insgesamt sollen bereits 500 Millionen Nutzer Informationen über die WhatsApp-Kanäle beziehen. In Deutschland liegt Borussia Dortmund (3,2 Millionen) knapp vor Bayern München (2,8 Millionen). Die News des Tagesschau-Kanals konsumieren knapp 600.000 User.

### Öffentliches Broadcasting

Instagram-Broadcast-Channels gibt es seit Februar 2023. WhatsApp-Kanäle starteten im Juni mit ausgewählten Organisationen aus Singapur und Kolumbien, weitere Kanäle und Länder folgten sukzessive. In Deutschland sind sie seit Anfang Oktober freigeschaltet. Nutzer finden die verfügbaren Kanäle unter „Aktuelles“ unterhalb der Statusmeldungen ihrer Kontakte. Somit gibt es in WhatsApp nun grundsätzlich zwei voneinander getrennte Kommunikations-

wege: über die klassischen Chats inklusive der übergeordneten Gruppen und Communities sowie über die Channels.

Chats sind Ende-zu-Ende-verschlüsselt und privat, jeder kann sich einbringen. Channels hingegen sind öffentlich und die Kommunikation fließt hauptsächlich in eine Richtung: vom Kanalbetreiber hin zu den Abonnenten. Ähnlich wie in einem Blog oder Newsletter kann etwa ein Verein hier unkompliziert über anstehende Termine und die Ergebnisse der laufenden Spielsaison informieren, Eintrittskarten verlosen oder per Umfrage den Spieler des Monats küren. Abonnenten können ihre Meinung zu den Beiträgen nur mit Likes und Emojis kundtun oder wenn sie der Kanalbetreiber (Admin) zu einer Umfrage mit vorgefertigten Antworten einlädt.

### Daten exklusiv und frei Haus

Gemessen an den Informationen, die WhatsApp selbst sammelt und auswertet, sind die Mittel der Admins recht eingeschränkt, wenn sie die Gewohnheiten und Vorlieben ihrer Gefolgschaft analysieren wollen. Der Kanalbetreiber bekommt weder Profilbilder noch Kontaktdata zu sehen; er erfährt lediglich, welche seiner eigenen Kontakte den Kanal abonniert haben. Außerdem gewährt WhatsApp ihm statistisch aufbereitete Einblicke über den Abruf von Kanal-Statusmeldungen sowie die Reaktionen darauf. Anders als bei einem klassischen Newsletter müssen Kanalabonnenten also gegenüber dem Versteller keine persönlichen Informationen wie Namen oder E-Mail-Adresse preisgeben. Details zur Datenverarbeitung erfahren Nutzer in der ergänzenden Datenschutzerklärung für WhatsApp-Kanäle (Link via ct.de/yux9).

Im Abschnitt „Berechtigte Interessen“ genehmigt sich WhatsApp dafür sehr weitreichende Möglichkeiten, die Vorlieben und das Verhalten von Kanalabonnenten zu analysieren. Dort heißt es: „Um die Nutzung von Kanälen zu verstehen, analysieren wir, wie Benutzer\*innen interagieren und nach Kanälen suchen.“ Dazu werden beispielsweise Informationen über die Abonnenten und „andere Verbindungen“ gesammelt: welchen Kanälen sie folgen, wie sie auf Beiträge reagieren und wie sie sich sprachlich ausdrücken. Darüber hinaus untersucht WhatsApp, für welche Inhalte sich die jeweiligen Nutzer interessieren und wie aktiv sie in ihren jeweiligen Kanälen sind.

Mit den öffentlichen Kanälen erschließt sich WhatsApp also einen elegan-

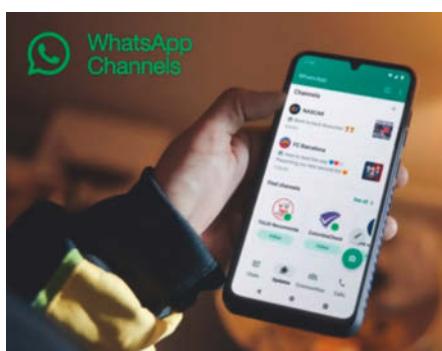


Bild: WhatsApp

Über öffentliche WhatsApp-Kanäle können Firmen, Vereine und Prominente unkompliziert ihre Fangemeinde auf dem Laufenden halten.

Warum und wie wir deine Informationen verarbeiten	Berechtigte Interessen, auf die wir uns stützen	Verwendete Kategorien von Informationen
<b>Business Intelligence und Analytics:</b> • Um die Nutzung von Kanälen zu verstehen, analysieren wir, wie Benutzer*innen interagieren und nach Kanälen suchen.	• Es liegt in unserem Interesse, die Nutzung von Kanälen zu messen, um Geschäftsentscheidungen in Bezug auf Kanäle und den allgemeinen WhatsApp-Dienst zu treffen und zu verbessern.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Informationen zur Erstellung eines Kanals</li> <li>▪ Kanal-Statusmeldungen</li> <li>▪ Nutzungsinformationen</li> <li>▪ Protokoll- und Problemlösungsinformationen</li> <li>▪ Deine Konto-Informationen</li> <li>▪ Deine Community- und Gruppeninformationen</li> </ul>

**Wer die öffentlichen WhatsApp-Kanäle abonnieren möchte, muss einer erweiterten Datenschutzerklärung zustimmen.**  
In dieser lässt sich WhatsApp auch genehmigen, das Nutzungsverhalten einschließlich der betrachteten Inhalte zu analysieren.

ten Weg, um feinere Nutzerprofile zu bilden. Das war bisher nur über Umwege möglich: Da die klassischen Chats Ende-zu-Ende-verschlüsselt sind, hat der Dienstanbieter keinen Zugriff auf die Gesprächsinhalte. Er kann also lediglich die Metadaten auswerten und versuchen, daraus Rückschlüsse auf die Interessen, das Verhalten und den Freundeskreis der jeweiligen Chat-Teilnehmer zu schließen. Oder er zapft weitere Datenquellen an und führt sie mit den eigenen zusammen.

Eine naheliegende Quelle wären die Datensilos der Schwestunternehmen Facebook und Instagram gewesen, doch das Bundeskartellamt hatte dem Mutterkonzern Meta bereits 2019 untersagt, diese miteinander zu verknüpfen. Dagegen klagte Meta vor dem Oberlandesgericht Düsseldorf mit der Begründung, die Behörde habe ihre Kompetenzen überschritten. Die Richter gaben den Fall an den Europäischen Gerichtshof weiter, der im Juli dieses Jahres entschied, dass die nationale Aufsichtsbehörde sehr wohl den Missbrauch einer marktbeherrschenden Stellung prüfen und entscheiden könne, ob ein Verstoß gegen die Datenschutzgrundverordnung vorliegt. Sprich: Meta bleibt bis auf Weiteres zur getrennten Datenhaltung verpflichtet, sofern die Nutzer das Zusammenführen nicht ausdrücklich genehmigen.

## Kanäle loswerden, Daten sparen

Natürgemäß ist nicht jeder Nutzer begeistert von der neuen Funktion, viele wollen sie aus ihrem Statusbereich verbannen. Das geht aber nur, indem man wieder zur alten WhatsApp-Version aus dem August zurückkehrt, die in alternativen App-Stores wie APKMirror zum Download steht. Dauerhaft deaktivieren lässt sich die Kanalübersicht unterhalb der privaten Statusberichte nicht.

Wer Kanäle abonnieren möchte, sollte sich im Klaren darüber sein, dass das Privatsphäreversprechen nur für die Weitergabe von Daten an Dritte gilt. Sprich: Die jeweiligen Firmen und Organisationen, die Kanäle betreiben, bekommen offenbar keine mit dem Nutzer verknüpften Daten, um feingranulare Abonnementprofile bilden zu können. Ausgiebig gesammelt und ausgewertet werden solche Informationen sehr wohl, aber eben nur an einem Ort: bei WhatsApp selbst.

Für die Kanalbetreiber ist es ein zweischneidiges Schwert: Einerseits können sie mit wenig Aufwand eine hohe Reichweite erzielen, andererseits bleibt ihnen der direkte Kontakt zur Anhängerschaft verwehrt. In puncto Marktforschung hängen sie am Tropf von WhatsApp.

(atr@ct.de) **ct**

**Datenschutzerklärung, Reichweitenmessung: [ct.de/yux9](http://ct.de/yux9)**

**Microsoft Azure Security**  
Howard Gatenbeck, Gault  
Bewährte Methoden, Prozesse und Grundprinzipien für das Entwickeln und Betreiben sicherer Anwendungen in der Cloud  
570 Seiten · 59,90 €  
ISBN 978-3-86490-985-6

**TOOLKIT FÜR AGILE COACHES UND SCRUM MASTER**  
Charlotte Behnemann, Gerd Kampischer, Wim van Duinen  
348 Seiten · 36,90 €  
ISBN 978-3-86490-967-2

**PYTHON CRASHKURS**  
Eric Matthes  
5. Auflage  
824 Seiten · 44,90 €  
ISBN 978-3-86490-980-1

**Das Mac-Buch für Senioren**  
Philip Kiefer  
4.  
392 Seiten · 26,90 €  
ISBN 978-3-86490-998-6

**Wie mache ich das in Lightroom Classic und CC?**  
Scott Kelby  
4.  
336 Seiten · 34,90 €  
ISBN 978-3-86490-957-3

**ARDUINO DEIN EINSTIEG**  
Massimo Banzi, Michael Shiloh  
Die Open-Source-Plattform für Elektronik-Prototypen  
Übersetzung der 4. US-Auflage  
Make:  
282 Seiten · 29,90 €  
ISBN 978-3-86490-913-9

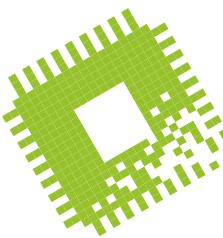
**LEGO-INGENIEURSKUNST**  
Jeff Kriesel  
208 Seiten · 26,90 €  
ISBN 978-3-86490-970-2

**dpunkt.verlag**

Bundle up! Print & E-Book nur auf [www.dpunkt.de](http://www.dpunkt.de)

# Bit-Rauschen

## Microsoft kündigt eigene Server- und KI-Chips an



**Microsofts Cloudsparte Azure setzt auf selbst entwickelte KI-Beschleuniger. AMD gewinnt CPU-Marktanteile hinzu. Der chinesische Loongson rechnet schneller und Chipsubventionen wackeln.**

Von Christof Windeck

Jahrelang wurde darüber spekuliert, dass Microsoft eigene Halbleiter entwickelt. Nun ließ Microsoft die Katze aus dem Sack: 2024 starten der ARM-Serverprozessor Azure Cobalt 100 und der KI-Beschleuniger Azure Maia 100. Man wird aber nicht so bald Azure-Instanzen auf dieser Hardware buchen können. Vielmehr sollen darauf zunächst Dienste wie das Sprachmodell Copilot laufen. Damit verschafft sich Microsoft Zeit, die Hardware und die zur Nutzung nötige Software zu optimieren. Für den 128-Kerner Cobalt 100 nutzte Microsoft den ARM-Baukasten „Neoverse Compute Subsystems“ und packte in weniger als zwei Jahren Entwicklungszeit zwei Module mit je 64 Neoverse-N2-Kernen auf einen Chip. Der Maia 100 entstammt der 5-Nanometer-Fertigung und hat 105 Milliarden Transistoren.

Ganz allgemein geht der Trend bei Cloudservern zu Prozessoren mit immer mehr Kernen. Auch andere Cloud-„Hyperscaler“ wie Amazon und Google kaufen immer fetttere Maschinen. Laut den US-Marktforschern von Mercury Research schrumpfte die Anzahl der verkauften Server im dritten Quartal 2023, aber der durchschnittliche Verkaufspreis und damit auch der Umsatz wuchsen. Mercury Research wertet das als fundamentale Umwälzung im Servermarkt.

Epyc-Prozessoren eroberten satte 23 Prozent Marktanteil, weil AMD derzeit schlichtweg viel mehr Kerne pro Prozessor bietet als Intel. Auch im gesamten x86-Markt schlägt sich AMD gut mit jetzt 30 Prozent Anteil. AMD konnte vor allem viele Notebookprozessoren verkaufen. Hier hofft Intel darauf, 2024 mit Meteor Lake eine besonders attraktive Chipfamilie ins Rennen zu schicken. Spannend wird, ob die KI-Karte sticht: Sowohl Meteor Lake – am 14. Dezember werden die ersten Notebooks damit erwartet – als auch AMDs Ryzen 7040 „Phoenix“ haben zusätzliche KI-Rechenwerke. Wie unser Notebooktest in c't 25/2023 jedoch zeigte, schalten aber die meisten Notebookhersteller die „Ryzen AI“-Funktion bisher nicht frei. Mal sehen, ob das bei Intel besser klappt.

### Chinesische Prozessoren

Mercury Research schätzt den Anteil von ARM-Prozessoren am PC-Markt auf



Bild: Microsoft

Den KI-Beschleuniger Maia 100 mit 105 Milliarden Transistoren entwickelte die Microsoft-Abteilung Azure Hardware Systems and Infrastructure (AHSI) selbst.

11 Prozent, im Wesentlichen wegen Apples MacBooks und iMacs mit M-Prozessoren. Windows-Notebooks mit ARM-Chips spielen weiterhin keine Rolle, eher noch Chromebooks mit Prozessoren von Rockchip oder MediaTek. Mercury Research vermutet auch, dass in China größere Stückzahlen von x86-Prozessoren gefertigt werden, etwa von Zhaoxin. Man habe aber keine belastbaren Zahlen zum dortigen Markt.

Eine Alternative zu x86-Prozessoren für Linux-Rechner entwickelt in China auch die Firma Loongson Technology. Die Mikroarchitektur LoongArch wurde von der altehrwürdigen MIPS-Architektur abgeleitet und verarbeitet etwa auch Vektoren. Der Quadcore Loongson 3A6000 kommt laut Angaben des Herstellers sowie nach Messungen der Website MyDrivers.com in einigen Benchmarks recht dicht an die Leistung mancher x86-CPUs heran. Dabei hatte man die Vergleichsprozessoren mit AMD Ryzen 5 3100 und Intel Core i3-10100F aus dem Jahr 2020 aber sehr geschickt gewählt. Denn ähnliche Ergebnisse lieferten auch schon viel ältere Intel-Prozessoren, etwa der Core i7-2700K (Sandy Bridge) aus dem Jahr 2011. Ab 2024 will Loongson angeblich auf 7-Nanometer-Technik des chinesischen Auftragsfertiigers SMIC setzen.

### Subventionszittern

Mitte November bescherte das Bundesverfassungsgericht der Bundesregierung schlaflose Nächte: Die Tricks zur Finanzierung des 60 Milliarden Euro schweren Klima- und Transformationsfonds (KTF) sind nicht zulässig. Geklagt hatten Mitglieder der Unionsfraktion des Bundestags, um die Einhaltung der Schuldensumme zu erzwingen. Den CDU-Länderechefs von Sachsen (Kretschmer) und Sachsen-Anhalt (Haseloff) erwies man damit aber einen Bärenhund, denn aus dem KTF sollten zumindest teilweise auch die Milliardensubventionen für die geplanten Chipfabriken von Intel (Magdeburg), TSMC/ESMC (Dresden), Infineon (Dresden) und auch Wolfspeed (Ensdorf im Saarland) sprudeln. Bundeswirtschaftsminister Habeck sprach in einer Videobotschaft von einem „Rückschlag für all die Pläne, die gemacht wurden“. Wie es mit den Projekten weitergeht, war bis zum Redaktionsschluss dieser c't-Ausgabe noch offen.

(ciw@ct.de)

# Leistungsstarke Workstation mit 96 CPU-Kernen

**Lenovo baut in die ThinkStation P8 einen Ryzen-Threadripper-7000-Prozessor und bis zu 1 TByte Arbeitsspeicher ein. Mit drei High-End-Grafikkarten taugt sie auch für KI-Berechnungen.**

In der ThinkStation P8 rechnet ein Exemplar der wenige Wochen jungen High-End-Prozessorfamilie Ryzen Threadripper 7000, darunter auch der Threadripper Pro 7995WX mit 96 Zen-4-Kernen und 192 Threads. Auch bei der weiteren Ausstattung setzt der Hersteller Lenovo auf maximale Performance und bietet Konfigurationen mit drei Profigrafikkarten vom Typ Nvidia RTX 6000 Ada an. Damit eignet sich die Workstation nicht nur für Rendering und Simulationen, sondern auch zum Trainieren von KI-Modellen, denn jeder Grafikkarte stehen 48 GByte lokaler Speicher zur Verfügung. Alternativ bietet Lenovo auch Varianten mit vier RTX A4000, einer Radeon Pro W7900 oder vier Radeon Pro W7600 an.

Der Prozessor greift auf bis zu acht DDR5-RDIMMs mit 1 TByte Gesamtkapazität und der Fehlerkorrekturtechnik ECC zu. Das robuste Gehäuse der ThinkStation P8 hat Lenovo in Zusammenarbeit mit Aston Martin entwickelt. Dort hinein passen bis zu acht M.2-SSDs mit 32 TByte Gesamtkapazität, die sich in einem RAID-Verbund zusammenfassen lassen sowie sieben Erweiterungskarten, davon vier mit PCIe 5.0 x16. Das Gehäuse lässt sich wahlweise als Tower betreiben oder in ein Server-Rack einbauen. Die Energieversorgung übernimmt abhängig von der Konfiguration ein Netzteil mit 1000 beziehungsweise 1400 Watt Leistung, das bei der Effizienz die Vorgaben des 80Plus-Platinum-Logos erfüllt. Zur weiteren Ausstattung der ThinkStation P8 gehören USB-C 20 Gbit/s (USB 3.2 Gen 2x2), Wi-Fi 6E und 2× Ethernet, davon ein Port mit 10 Gbit/s.

Lenovo unterstützt Windows 11 sowie Ubuntu Linux und hat die Workstation für zahlreiche Profi-Softwarepakete von Anbietern wie Avid, Autodesk, Dassault und Siemens aus den Bereichen



Bild: Lenovo

**Das Herz der ThinkStation P8 ist ein Workstation-Prozessor der Serie Ryzen Threadripper 7000, um den Lenovo die übrige Hardware herumgruppiert.**

3D-Grafik, Animation und Architektur zertifizieren lassen. Zudem bietet der Hersteller optional bis zu fünf Jahre Garantie inklusive Vor-Ort-Service. Der Verkauf der ThinkStation P8 soll im ersten Quartal 2024 starten, Preise hat der Hersteller noch nicht parat. (chh@ct.de)

## AMD X600: Chiploser Chipsatz für Ryzen 7000

Bereits bei der Vorgängerplattform AM4 gab es von AMD die zwei virtuellen Chipsätze A300 und X300, bei denen allein der Ryzen-Prozessor die I/O-Schnittstellen liefert. Nun hat AMD auch für AM5 und Ryzen 7000 eine solche Variante namens X600 vorgestellt. Ganz neu ist diese für c't-Leser aber nicht, Asrock zeigte bereits Ende Mai zwei damit ausgestattete PC-Barebones auf der Computex (siehe c't 15/2023, S. 34). Zum damaligen Zeitpunkt war der X600 aber noch unveröffentlicht, weshalb Asrock den chiplosen Chipsatz bei der Präsentation des DeskMeet (AM5) und DeskSlim (AM5) zu verschleiern versuchte.

Bei einem AM5-Mainboard mit **X600 fehlt der klassische Chipsatz** aus einem (A620, B650(E)) oder zwei Promontory21-Chips (X670(E)). Dieser stellt üblicherweise zusätzliche PCI-Express-Lanes sowie die USB- und SATA-Ports bereit. Beim X600 hängt lediglich per

I<sup>2</sup>C-Bus ein sogenannter Knoll3-Aktivator an der CPU und signalisiert dieser den chipsatzlosen Betrieb. Dann stellt allein der Ryzen-7000-Prozessor 28 PCIe-5.0-Lanes, vier USB-3.2-Gen-2-Ports mit 10 Gbit/s sowie einen USB-2.0-Anschluss bereit. Für SATA, Netzwerk und weitere USB-Ports sind zusätzliche Controllerchips mit PCIe-Anbindung auf dem Board notwendig. (chh@ct.de)

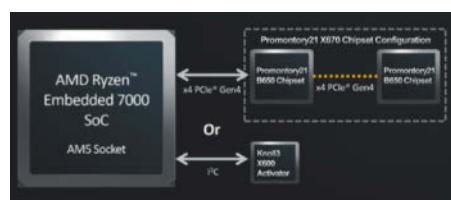


Bild: AMD

**Beim X600 stellt ausschließlich die Ryzen-CPU I/O-Anschlüsse bereit. Auf dem Board sitzt lediglich ein kleiner Knoll3-Aktivierungschip.**

## Kurz & knapp

Beim **Midi-Tower Lian Li O11 Vision** bestehen die linke Seite, die Front und das Dach aus Temperedglass und gewähren somit einen tiefen Einblick in den PC. Zudem lässt sich der ATX-Mainboard-Träger in zwei verschiedenen Höhenpositionen anbringen. Das O11 Vision gibt es in Schwarz und Weiß für rund 140 Euro zu kaufen.

Der **Stromadapter G-Nexus P24** von Akasa erlaubt es, Grafikkarten mit dem 12+4-poligen 12VHPWR-Anschluss an Netzteilern mit klassischen achtpoligen PEG-Steckern zu betreiben. Der 30 Euro teure Adapter ist nicht von der Spezifikation gedeckt, soll für bis zu 600 Watt Leistung taugen und erfordert drei Stromanschlüsse vom Netzteil. Damit die Leitungen nicht mit der Gehäusewand kollidieren, ist er um 90 Grad abgewinkelt.

# Backup-SSDs in Gefahr

## Datenretter findet mögliche Ursache für Ausfälle von SanDisk-USB-SSDs

**Seit einigen Monaten melden Nutzer einiger USB-SSDs von SanDisk und Western Digital vermehrt Ausfälle ihrer Laufwerke. Ausfälle bei anderen SanDisk-SSDs führt ein Datenrettungsunternehmen auf ein Hardwareproblem zurück.**

Von Lutz Labs

Eine USB-SSD dient häufig zur Sicherung wichtiger Daten. Dumm, wenn diese dann nicht mehr lesbar sind. Genau das aber passierte einer Reihe von Besitzern von SanDisk-SSDs: Viele seit Ende 2022 produzierte externe SSDs von Sandisk laufen nicht zuverlässig, auch eine SSD der SanDisk-Mutter Western Digital ist betroffen.

Das Unternehmen hatte bereits im Mai Firmware-Updates für die 1-, 2- und 4-TByte-Modelle der Extreme Pro Portable (Modellbezeichnungen SDSSDE81-1T00, SDSSDE81-2T00 und SDSSDE81-4T00) sowie für 4-TByte-Versionen der Extreme Portable (SDSSDE61-4T00) sowie der Western Digital My Passport (WDBAGF0040BGY) bereitgestellt. Laut Hersteller werden die SSDs ohne Update lediglich vom PC getrennt. Berichten zufolge aber erkennen PCs die USB-SSDs gar nicht mehr oder nur mit einem zerstörten Dateisystem, die Updates scheinen keine zuverlässige Abhilfe zu schaffen.

Auf einer Supportseite von Western Digital können Nutzer nachschauen, ob ihre SSD betroffen ist (siehe [ct.de/ypps](http://ct.de/ypps)). Dazu benötigen sie die Seriennummer der

SSD, die meistens auf der Unterseite steht. Firmware-Updates sind ebenfalls dort erhältlich.

USB-SSDs einer anderen SanDisk-Serie scheinen ebenfalls von einem Serienfehler betroffen zu sein. Das österreichische Datenrettungsunternehmen Attingo bekommt nach eigenen Angaben seit einiger Zeit immer wieder defekte SSDs der Modelle Extreme Portable (ohne Pro) mit 500 GByte sowie 1 und 2 TByte Speicher (SDSSDE61-500G, SDSSDE61-1T00 und SDSSDE61-2T00). Attingo-Geschäftsführer Markus Häfele führt die Ausfälle auf ein Hardwareproblem zurück: „Es handelt sich um eine Design- und Konstruktionschwäche. Der komplette Lötprozess der SSD stellt ein Problem dar“, sagte Häfele dem österreichischen Onlinemagazin Futurezone. „Das verwendete Lötmaterial, also das Lötzinn, wirft Blasen und bricht deshalb leichter.“

„Außerdem sind die verwendeten Komponenten viel zu groß für das Layout, das auf der Platine vorgesehen ist“, so Häfele weiter über die mögliche Ausfallursache, die Bauteile haben zu wenig Kontaktfläche. Es reicht eine Kleinigkeit aus,



**Datenverlust bei SanDisk-SSDs:**  
Auf dieser Platine hat sich ein SMD-Bauelement gelöst, die SSD landete beim Datenretter.



damit Lötstellen plötzlich brechen.“ Die verwendeten Bauteile können laut Häfele nicht sicher halten. Auch wenn die SSD nur manchmal nicht funktioniert, deutet das auf einen solchen Fehler hin.

Western Digital widerspricht mit einer schwer verständlichen Formulierung: „Die jüngsten Äußerungen legen nahe, dass unsere Hardwarekomponenten für das Firmware-Problem verantwortlich sein könnten, das Anfang des Jahres bei bestimmten Modellen der SanDisk Extreme Pro 1TB, 2TB und 4TB, SanDisk Extreme 4TB und WD My Passport SSD 4TB aufgetreten ist. Dieses haben wir mit einem Firmware-Update erfolgreich behoben. Wir sammeln derzeit weitere Informationen, gehen aber nicht davon aus, dass die Hardwareprobleme eine Rolle bei den behobenen Firmware-Problemen spielen.“

Das Unternehmen verlautbart, die Qualität der eigenen Produkte sehr ernst zu nehmen. Zum Qualitätssicherungsprozess gehöre unter anderem ein fertigungsgerechtes Design, Lötpaste eines branchenführenden Lieferanten sowie branchenübliche Richtlinien für die Platinenbestückung. Derzeit von Western Digital ausgelieferte SSDs sind nach Herstellerangaben von dem Problem nicht mehr betroffen. Noch im Handel befindliche Produkte aber könnten den Fehler noch enthalten.

Aktuell können wir vom Kauf der genannten SanDisk-SSDs nur abraten. Wer bereits eine gekauft hat, sollte sie keinesfalls als alleinigen Speicher für wichtige Daten verwenden, sondern mindestens eine weitere Kopie auf einem anderen Datenträger lagern. [ll@ct.de](mailto:ll@ct.de)

**SanDisk-Forum, Firmware-Updates:**  
[ct.de/ypps](http://ct.de/ypps)

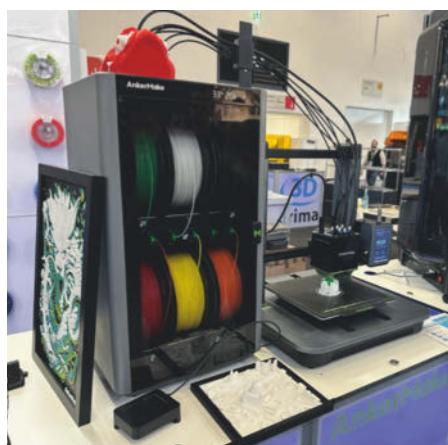
Bild: Attingo Datenrettung

## 3D-Druck mit mehreren Spulen im Trend

**Mehrspulige Systeme für 3D-Drucker bringen nicht nur bunte Figürchen hervor. Sie ermöglichen Nutzern auch, unterschiedliche Materialien zu kombinieren. Dadurch kann man Stützstrukturen in der Nachbearbeitung leichter entfernen, und die Oberflächen der Drucke bleiben besonders ansehnlich.**

Immer mehr Hersteller von 3D-Druckern bieten Systeme an, mit denen ihre Drucker auf mehrere Materialspulen zugreifen können. Vor allem die Marken Prusa und Bambu Lab waren für Prosumer Vorreiter auf dem Gebiet. AnkerMake hat nun sein erstes Mehrspulussystem, die V6 Color Engine, über eine Kickstarter-Kampagne finanziert. Auf der Fachmesse Formnext konnten wir es begutachten. Einem Händler zufolge soll es für ungefähr 800 Euro erhältlich sein, zuzüglich Drucker.

Das Multimaterialsystem soll zu allen AnkerMake-Druckern kompatibel sein; Nutzer können den neuen Druckkopf an alten Geräten montieren. AnkerMake bringt in einem Druckkopf sechs Extruder unter, einen für jeden Rollenplatz in der Box. Diese soll bis 55 °C heizen und so Material trocknen, das Feuchtigkeit aus der Luft gezogen hat, wofür man sonst ein separates Gerät oder einen Ofen bräuchte. Manche Materialien nehmen nämlich durch Luftfeuchtigkeit Schaden. Sobald



AnkerMakes V6 Engine druckt auf der Messe Formnext mit zwei Farben. Insgesamt kann das Multimaterialsystem auf sechs angeschlossene Spulen zugreifen.

eine Rolle leer läuft, soll das System selbstständig auf ein Material mit denselben Druckparametern umschwenken, ohne dass man den Vorgang bestätigen muss.

Mit Multimaterialsystemen kann man nicht nur Farben miteinander kombinieren, sondern auch unterschiedliche Materialien. Dabei kann man sich zunutze machen, dass verschiedene 3D-Druck-Kunststoffe meist nicht gut miteinander binden, und etwa Stützstrukturen für Überhänge drucken. Nachdem man die Stützstrukturen entfernt hat, bleiben die aufliegenden Teile mit einer glatten, unauffälligen Oberfläche zurück.

Diese komplexen Systeme waren bisher relativ teuer: Bei Prusa zahlt man für ein gut ausgestattetes, großes Komplett-System 3700 Euro. Mit Bambu Labs A1 mini erschien vor Kurzem ein besonders günstiges Modell für rund 490 Euro. Nun mischt AnkerMake als weitere Marke auf dem Markt mit.

Jeder der drei Hersteller setzt auf eine andere Technik, um das schnurformige Material, Filament genannt, in die schmelzende Zone zu bringen. Prusa und AnkerMake bringen die Rohmaterial-Kunststofffäden in eigenen Extrudern unter, so kommen die verschiedene Farben nicht miteinander in Kontakt. AnkerMake verbaut alle sechs Extruder in einem Druckkopf, während Prusas XL-Drucker mit bis zu fünf unabhängigen Werkzeugköpfen arbeitet.

Bei den Druckern von Bambu Lab fließen sämtliche Materialien durch denselben Kopf und werden nach einem Materialwechsel vermischt. Weil verschiedene Filamente unterschiedliche Temperaturen benötigen und Farbübergänge nicht am Druck sichtbar sein sollen, muss das Material durch die Spitze herausgelassen werden. Dafür schneidet ein Messer im Druckkopf das Filament ab, sodass die Materialschnur von der Box zurückgezogen und ausgetauscht werden kann. Dann scheidet das Gerät kleine regenwurmartige Häufchen an der Rückseite aus. Auf dem Druckbett entsteht zusätzlich ein Turm, um noch mehr Material loszuwerden. Beim Spulenwechsel mit Bambu Labs Druckern entsteht also besonders viel Abfall. In der zugehörigen Box haben vier Spulen Platz. (Stella Risch/cwo@ct.de)

## Eine weis(s)e Entscheidung

nuConnect ampX  
+ nuLine 24



**Musikgenuss in Reinform** für alle, die kompakt den Luxus eines DSP-Vollverstärkers mit beeindruckendem Raumklang und Tiefgang verbinden möchten.

### nuConnect ampX

- Echte 110 Watt pro Kanal
- Volle Konnektivität mit Bluetooth aptX HD, für klassische HiFi-Komponenten und nuSub-Woofers (auch wireless)
- Umfassende Klangeinstellungen
- App-Steuerung und Raumeinmessung

### nuLine 24

- Bassreflexbox mit 55 Hz Tiefgang
- Dipol – mehr Räumlichkeit durch Extra-Hochtöner auf der Rückseite

nuConnect ampX, Vollverstärker mit digitalem Signalprozessor,

2 x 110 W (4 Ohm), Weiß oder Schwarz, 725 €.

nuLine 24, Passivlautsprecher (55 Hz/-3 dB), 170 W, Weiß, Schwarz od. Nussbaumfurnier, 590 €/Paar. Preise inkl. MwSt. ggf. zzgl. Versand.

**Direkt + günstig  
vom Hersteller nubert.de**

Nubert electronic GmbH, Nubertstr. 1, D-73529 Schwäbisch Gmünd  
Webshop [www.nubert.de](http://www.nubert.de) · Vorführstudios in Schwäbisch Gmünd und Duisburg · Expertenberatung +49 (0) 7171 8712-0

**nubert**®  
MEHR KLANGFASZINATION

# Ausweichmanöver

## Warum Apple jetzt den Messenger-Standard RCS implementiert

**Die Hölle ist schon wieder zugefroren: Nachdem Apple erst kürzlich einwilligte, iPhones mit USB-C-Buchsen auszustatten, will der Konzern nun seine Messengerplattform für den Mobilfunkstandard RCS öffnen.**

Von Dušan Živadinović

Die EU-Mühlen mahnen langsam, aber unaufhaltsam: Erst im September gab Apple bei iPhones nach jahrelangem Widerstand seinen Lightning-Anschluss zugunsten der Standardbuchse USB-C auf und nun kündigt der Konzern an, das iPhone für die Messenger-Norm Rich Communication Standard (RCS) „später im kommenden Jahr“ zu öffnen. Die Nachrichten-App wird dann automatisch auf RCS umschalten, wenn sie einen Empfänger per iMessage nicht erreichen kann. Den RCS-Dienst bieten weltweit rund 100 Netzbetreiber an, wenngleich unter verschiedenen Namen (z. B. Advanced Messaging, Joyn, Message+ oder SMS+).

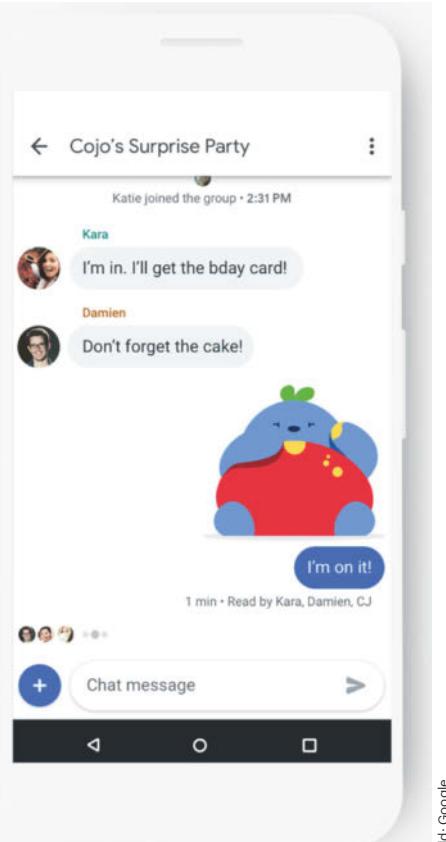
Vor allem Google hatte Apple aufgefordert, RCS einzusetzen, aber lange vergeblich. Die Spezifikation wird seit 2008 als verbesserte Version der SMS (Short Message Service) unter dem Dach der GSMA entwickelt (Global System for Mobile Communications Association). Apple will die verbreitete Variante RCS Universal Profile implementieren.

Das kommt unverhofft, aber man kann den Schritt als Ausweichbewegung gegen den Digital Markets Act (DMA) der EU sehen. Mit dem DMA will die EU Betreiber der großen Messengerplattformen zur Öffnung zwingen, denn heutige Messenger sind Insellösungen, Nutzer anderer Messenger kann man nicht erreichen. Wer diese Kluft überwinden will, opfert Le-

benszeit und installiert immer mehr Messenger-Apps, meldet sich an immer mehr Plattformen an und lernt immer mehr Bedienkonzepte. Wer den Aufwand scheut, bleibt ausgeschlossen.

Im DMA hat die EU festgelegt, dass marktbeherrschende Unternehmen wie Apple (im EU-Sprech Gatekeeper genannt) ihre Messengerdienste öffnen müssen, wenn das ein Wettbewerber verlangt. Wenn also der kleine Messenger Wire Kompatibilität mit iMessage will, muss Apple Wege dafür schaffen.

Wie das technisch funktionieren soll, lässt die EU offen, legt aber Funktionen und Fristen fest: Zunächst müssten Gate-



Apple setzt plötzlich wie Google auf die Messenger-Technik RCS. Doch die EU fordert einen anderen Weg, um Messenger-Interoperabilität herzustellen.

keeper „bilaterale Text-, Sprach- und Videoübertragungen zwischen den Nutzern zweier Dienste“ aufbauen und dann im Laufe von zwei Jahren Gruppen-Chats mitsamt Video-, Sprach- und Bildübertragung umsetzen. Für gruppenübergreifende Voice- und Video-Calls sollen die Messenger-Entwickler vier Jahre Zeit erhalten (siehe ct.de/yqq5).

Um das umzusetzen, müsste ein Gatekeeper für jede anfragende Messengerplattform separate Server entwickeln, jeweils bilateral entwänzen und pflegen.

Es liegt auf der Hand, dass Apple diesen Aufwand scheut und deshalb auf das kleinere Übel RCS ausweicht. Mit RCS werden iPhones und Android-Smartphones auf einen Schlag interoperabel und Apple spekuliert vermutlich darauf, iMessage nicht mehr öffnen zu müssen.

Wie bei SMS und MMS, so ist auch bei RCS die Nutzeridentität an die Rufnummer der SIM-Karte gebunden. Per RCS lassen sich Texte, Fotos und Videos übertragen und anders als bei SMS und MMS sind Gruppen-Chats, Lesebestätigungen und Tipp-Indikatoren inklusive.

Apple plant aber, alle Nachrichten, die nicht per iMessage-Dienst eingehen, grün zu markieren; iMessages bleiben blau. So lassen sich SMS- und RCS-Nachrichten nicht unterscheiden. Das wäre aber wichtig, falls Apple RCS mitsamt einer Ende-zu-Ende-Verschlüsselung implementiert; diese hat Google für Android selbst entwickelt, im RCS-Standard fehlt sie.

### Schwarzer Peter weitergereicht

Den schwarzen Peter hat jetzt die EU: Apple geht gegen die EU-Vorstellung der Interoperabilität vor, siehe dazu auch Seite 37. Anstatt iMessage für andere Messenger zu öffnen (und diese so zu stärken) hat der Konzern mit RCS womöglich den Joker gezogen: Plötzlich können alle Smartphones einander über einen Messenger erreichen.

Andererseits fordert die EU im DMA nicht das, was Apple liefert: Anwender kleinerer Messenger sollen ohne Wechsel ihrer App die großen Messenger wie WhatsApp und iMessage erreichen können. Um aber iPhone-User über RCS zu erreichen, müssten Android-User Googles Messenger-App nutzen. Es wird spannend zu beobachten, ob die EU diesen Aufwand als zumutbar wertet und Apples Angebot abnickt.

(dz@ct.de) ct

RCS-Infos: [ct.de/yqq5](http://ct.de/yqq5)

# Seagates Speichersystem Corvault mit HAMR-Festplatten

**Seagate hat die Massenproduktion von HAMR-Festplatten gestartet. Deren erste Generation wird aber nicht im Handel erhältlich sein, sondern ausschließlich in den Corvault-Speichersystemen des Herstellers. Zudem gibt Seagate bei diesem System ab sofort Netto-kapazitäten an.**

Seagate hat neue Speichersysteme aus der Corvault-Serie vorgestellt, die mithilfe einer vom Hersteller Autonomous Drive Regeneration (ADR) genannten Technik jahrelang unterbrechungsfrei und ohne den Austausch einer einzigen Festplatte durchlaufen sollen (siehe c't 19/2023, S. 110). Die vier Höheneinheiten (4 HE) hohen Racksysteme Exos Corvault 4U106 fassen jeweils 106 Festplatten aus der Exos-Serie – und in der Corvault-Version 1.2 stecken nun erstmals die von Seagate lange angekündigten Festplatten mit Heat Assisted Magnetic Recording (HAMR).

Diese Laufwerke haben eine Kapazität von bis zu 29 TByte; sie sollen im nor-

malen Handel nicht auftauchen. Es handelt sich um die erste in großen Stückzahlen produzierte HAMR-Generation, aber es gibt noch eine weitere Besonderheit: Die Kapazität der Laufwerke wird nicht künstlich beschnitten. Bei üblichen Festplatten wird die Kapazität nach dem ersten Test festgelegt, aus einer 19,8 TByte fassenden Platte etwa wird ein 18-TByte-Modell. Bei HAMR-Festplatten bleiben die krummen Werte erhalten.

Die Firmware von Festplatten und SAS-Adapter sorgen dafür, dass das Corvault-System immer die gleiche Menge Speicherplatz zur Verfügung stellt, unabhängig von den wirklich vorhandenen Festplattengrößen. Bei den Corvault-Systemen sind das exakt 2,0 oder 2,5 Petabyte, und zwar netto, der übliche Beschnitt durch die 1024-1000-Bit-Trickserei entfällt.

Von diesen 106 Platten werden wahrscheinlich im Laufe der fünfjährigen Garantie einige ausfallen. Vielfach aber ist nach Angaben von Seagate nur ein Kopf oder die Oberfläche eines Platters defekt. Bei einer 29-TByte-Festplatte mit 10

Scheiben und 20 Köpfen wären dann nur fünf Prozent kaputt.

Bei einem Defekt nimmt der Storage-Controller des Corvault eine solche Platte vorübergehend aus dem Pool. Sie testet ihre Komponenten durch und meldet ihre Restkapazität. Die Storage-Software nimmt die Platte dann mit verminderter Kapazität in den Pool wieder auf, bindet den fehlenden Speicher aus der Reserve und stellt die Daten aus der Redundanz wieder her.

Ein Datenverlust ist dabei recht unwahrscheinlich, da die Daten per Erasure Coding mit drei Parity Bits über die vorhandenen Laufwerke verteilt sind. Dafür und für die Reservespeicher benötigt das Corvault eine Zusatzkapazität von rund 22 Prozent, ein 2,0-Petabyte-System enthält also insgesamt mindestens 2,44 Petabyte Speicher. Durch größere Festplatten vorhandener zusätzlicher Speicher wird dem Spare zugeschlagen, erhöht damit also noch einmal die Resilienz des Systems gegen Ausfälle.

Anfang kommenden Jahres will Seagate mit der Massenproduktion der zweiten HAMR-Festplattengeneration starten. Diese Laufwerke sollen eine Kapazität von 30 TByte oder mehr haben. Seagate-CFO Gianluca Romano hatte zwar vor einigen Monaten von Laufwerken mit 32 TByte gesprochen, doch soll es nach aktuellen Informationen auch bei der zweiten HAMR-Generation keine festen Laufwerksgrößen mehr geben. (ll@ct.de)

Bild: Seagate



**Seagates HAMR-Technik steigert die Kapazität einer einzelnen Festplatte auf rund 29 TByte, das Corvault-System speichert damit auf vier Rack-Höheneinheiten bis zu 2,5 PByte.**

# Western Digital: Konventionelle Festplatten mit 24 TByte

Nach Seagate kündigt nun auch Western Digital eine Serverfestplatte mit 24 TByte und konventioneller Aufzeichnung an. Die Ultrastar DC HC580 nutzt 20 Köpfe und 10 Scheiben, die mit 7200 Umdrehungen pro Minute rotieren. Die SATA-Platte soll bis zu 298 MByte/s lesen und schreiben, die jährliche Arbeitslast darf maximal 550 TByte betragen.

Eine noch höhere Kapazität hat die Ultrastar DC HC680: Sie nutzt das überlappende Aufzeichnungsverfahren Ultra-SMR (Shingled Magnetic Recording) und erreicht damit 28 TByte. Da die DC HC680 mit Host-Managed SMR arbeitet,

muss der Storage-Controller sich um die Ansteuerung kümmern; die Festplatte kann nicht einfach ein Laufwerk mit konventioneller Aufzeichnungstechnik (CMR, Conventional Magnetic Recording) ersetzen.

Im Handel sollen diese beiden Laufwerke nicht erscheinen, allerdings tauchen zumindest die CMR-Laufwerke dennoch dort fast immer auf. Die DC HC580 wird dort zusätzlich wie üblich unter dem Namen WD Gold erhältlich sein, meistens sind diese Laufwerke jedoch deutlich teurer als die mit Ultrastar bezeichneten. (ll@ct.de)



Bild: Western Digital

**Western Digital Ultrastar DC HC580: 24 TByte Speicherplatz mit konventioneller Aufzeichnungs-technik.**

# Schlacht ums 6-GHz-Band

**Auf der gerade laufenden Weltfunkkonferenz in Dubai ringen Vertreter der Mobilfunkprovider und der WLAN-Hersteller um 700 MHz Bandbreite im 6-GHz-Spektrum. Insbesondere die WLAN-Faktion mahnt die Wichtigkeit an.**

Alle drei bis vier Jahre treffen sich die Vertreter der 193 Länder innerhalb der Internationalen Telekommunikationsunion ITU zur Weltfunkkonferenz (World Radio Conference, WRC), um über Standards, Frequenznutzung und andere Belange der weltweiten Kommunikation zu sprechen. Die diesjährige WRC 23 läuft vom 20. November bis zum 15. Dezember.

Ein Schwerpunkt liegt auf der weiteren Öffnung des Spektrums für drahtloses

Internet speziell bei 6 GHz. Netzwerkhersteller drängten bereits vorher darauf, das gesamte 6-GHz-Band in der EU exklusiv für die lizenfreie WLAN-Nutzung zuzuweisen. Das Spektrum sei essenziell, um den steigenden Nutzerzahlen sowie bandbreitenhungigen Anwendungen wie Augmented und Virtual Reality genug Datenrate zu bieten. Zudem brauche man schnelle WLANs, um ein Ziel der EU – Gigabit-Internet für jeden Europäer bis 2030 – überhaupt erfüllen zu können.

Ein Teil des 6-GHz-Bandes war 2021 von der EU geöffnet worden, sodass in Europa WLAN-Betrieb zwischen 5,945 und 6,425 GHz erlaubt ist. In Ländern wie den USA, Kanada und Südkorea darf aber sogar bis 7,125 GHz gefunkt werden – das sind 700 MHz mehr als in der EU.

Doch auch die Mobilfunker haben es auf das Spektrum abgesehen, denn die Frequenzen im einstelligen GHz-Bereich lassen gute Kompromisse zwischen Bandbreite und Reichweite zu – ein Kostenfaktor beim Mobilfunkausbau. Der Mobilfunk-Branchenverband GSMA argumentiert, dass sich die ambitionierten Konnektivitätsziele der EU am besten mit 5G erreichen ließen und plädiert sogar dafür, das gesamte 6-GHz-Band dem Mobilfunk zur alleinigen Nutzung zuzuschlagen.

Die auf der Weltfunkkonferenz getroffenen Entscheidungen sind nicht rechtlich bindend, aber wegweisend für Regierungen und Hersteller. Die EU könnte sich also trotz allem gegen die ITU-Entscheidung stellen. (amo@ct.de)

## WLAN-Spektrum in Europa seit 2021

Nachdem das untere 6-GHz-Band bereits 2021 in der EU für WLAN freigegeben wurde, geht es bei der Weltfunkkonferenz 2023 um den oberen, 700 MHz großen Happen.



## Wi-Fi-7-Rasanz bei Huawei und c't

Das unabhängige Testhaus Tolly soll bei einem **Wi-Fi-7-Access-Point von Huawei eine Summendatenrate von 13,25 Gbit/s** gemessen haben, meldet der chinesische Netzwerkausrüster. Dabei seien Daten über mehrere Funkbänder gleichzeitig geflossen, also sei die Wi-Fi-7-Funktion Multi-Link Operation (MLO) genutzt worden. Für seinen Access-Point AirEngine 8771-X1T nennt Huawei eine Summenrate von 18,7 Gbit/s bei jeweils vier MIMO-Streams pro Band (2,4, 5 und 6 GHz, also maximal 1,4, 5,8 und 11,5 Gbit/s brutto). Daraus ergibt sich das Netto/Brutto-Verhältnis zu 71 Prozent. Einen vergleichbaren Wert hat die c't-Redaktion schon bei den älteren Standards Wi-Fi 6 und 6E beobachtet.

In ersten Tests mit zwei 2-Stream-Wi-Fi-7-Modulen für Notebooks und PC-

Mainboards konnte die c't-Redaktion im November in der Spalte 3 Gbit/s TCP-Durchsatz im 6-GHz-Band erreichen. Mit etwas Feintuning in den Windows-Treibern und Router-Firmwares sollten rund 4 Gbit/s möglich sein (70 Prozent von 5,8 Gbit/s brutto). Eine per MLO dazu gekoppelte 5-GHz-Verbindung würde die Hälfte mehr bringen, jedoch funktionierte das im c't-Labor noch nicht. (ea@ct.de)

**Intels Wi-Fi-7-Modul BE200** funktioniert auch in älteren Notebooks, aber eventuell mit gebremstem Downstream.



## Kurz & knapp

Metz Connect hat **Ethernet-Platinenklemmen für ein, zwei oder vier Adernpaare** ins Programm genommen. Die farbkodierbaren, löt- und steckbaren Schneid- und Federkraftklemmen sollen fest angeschlossene Embedded-Systeme ins LAN binden.

Die **SD-WAN-Software FlexiWAN** (c't 23/2021, S. 132) ist in Version 6.3.28 erschienen. Zu den Neuerungen gehören unter anderem Hochverfügbarkeit mit VRRP, verbesserte Benachrichtigungen und Alarme, rollenbasierte Zugangsschlüssel und wie üblich Bugfixes. IPv6 unterstützt FlexiWAN anscheinend aber immer noch nicht.

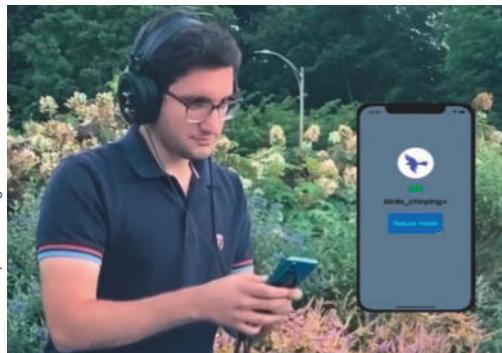
## Kopfhörer-KI fokussiert und filtert

**Ein neuronales Netz analysiert Klangereignisse und filtert Störgeräusche heraus. Der Träger eines Kopfhörers hört nur noch das, was er per Smartphone-App freigeschaltet hat.**

Endlich in Ruhe den Vögeln lauschen und den Verkehrslärm ausblenden – und falls das Baby schreit, soll das auch durchdringen. Ein Forscherteam um Shyam Gollakota an der University of Washington hat die Technik des Noise Cancelling intelligent zu Semantic Hearing erweitert: Eine KI identifiziert in binauralen Tonaufnahmen am Kopfhörer verschiedene Klangereignisse und ermöglicht, jedes von ihnen in Echtzeit auszublenden. Der Benutzer hat über eine Smartphone-App die Kontrolle, welche Zielgeräusche er durchlassen will und welche Störgeräusche nicht.

Für ihren Proof of Concept haben die Forscher 20 Klangklassen definiert und ein neuronales Netz darauf trainiert. Zudem achteten sie darauf, dass ein Smartphone ihre KI in Echtzeit ausführen kann. Würden die Daten von einer Anwendung in der Cloud verarbeitet, dann wäre der Zeitverzug für den Anwender nicht abzuschätzen und in der Regel störend groß. Auf einem marktüblichen Smartphone maßen die Forscher eine Laufzeit von 6,56 Millisekunden,

Bild: University of Washington



**Proof of Concept: Eine Smartphone-App filtert die binauralen Tonaufnahmen des Kopfhörers und lässt auf Wunsch nur Vogelgezwitscher an die Ohren.**

in der das Modell die unterschiedlichen Ereignisse in einer Aufnahme analysierte.

Der Anwender kann in der App auswählen, welche Klangereignisse er herausfiltern oder durchleiten lassen will. Der räumliche Klangindruck bleibt dabei erhalten. Wenn ein Auto hupt oder ein Baby schreit, weiß der Hörer auch gleich, wohin er schauen muss. (agr@ct.de)

**Smart-Hearing-Homepage und Paper:** [ct.de/ymvn](http://ct.de/ymvn)

just  
**DOCK IT.**  
Free your hands



**DREHBARER STÄNDER FÜR TABLET/PHONE MIT 8-in-1 DOCKINGSTATION**

✓ **KLEIN, STABIL, ROBUST**  
Für Smartphone/Tablet bis 11", faltbare Aluminiumkonstruktion

✓ **VOLLE FLEXIBILITÄT**  
360° Rotation und zwei Neigungswinkel für Ablagefläche und Auslegearm

✓ **USB-C DOCKINGSTATION**  
HDMI® 2.0, SD/microSD 3.0, USB 3.2 Gen 1 Type-C® / Type-A Ports, Headset-Buchse und USB-C Power Delivery



**cyberport** **reichelt elektronik**  
**NBB** **computeruniverse**  
**CONRAD**

JETZT MEHR ERFAHREN:



[www.icybox.de](http://www.icybox.de)

## Earbuds messen nebenbei EEG und Laktat

Ein Wearable, das viele Menschen oft und lange tragen, könnte künftig kontinuierlich medizinische Werte messen: Ein Team um Gert Cauwenberghs an der University of California in San Diego hat Earbuds **mit gedruckter Sensorelektronik beklebt**. Damit können diese Ohrhörer Gehirnströme aufzeichnen (Elektroenzephalo-

grafie, EEG) und bei körperlicher Anstrengung den Laktatspiegel im Schweiß bestimmen. Der Gehörgang liegt nicht nur nah am Gehirn, er besitzt auch eigene Schweißdrüsen.

Als Träger für die Sensorik nutzen die Forscher eine dehnbare Folie, die sich elastisch an den Gehörkanal drückt, aber auch problemlos mit den Earbuds wieder entfernt werden kann. Der Schweißsensor ist mit einem Hydrogel überzogen, das die Flüssigkeit wie ein Schwamm aufsaugt und weiterleitet. Obwohl beide Sensoren nur zwei Millimeter auseinander liegen, konnten die Entwickler durch geeignete Materialien verhindern, dass die unterschiedlichen Signale übersprechen.

Die Messdaten übergeben die Earbuds über ihre Bluetooth-Verbindung. Für die Zukunft planen die Forscher, mehr Elektronik für die Datenverarbeitung in ihren Earbud zu integrieren. Außerdem könnten sie sich weitere Sensorik für ihr Gerät vorstellen, etwa um die Sauerstoffsättigung und den Blutzuckerspiegel kontinuierlich im Gehörgang zu messen. (agr@ct.de)



Bild: UC San Diego/Erik Jepsen

**Die gedruckte Elektronik auf den Earbuds zeichnet das EEG auf und misst zudem den Laktatspiegel im Schweiß.**



# Start-up-Show

## Kommerz und Kritik auf Europas größter Internetkonferenz Web Summit

**Trotz der Absage von Big Tech und einem kurzfristigen Wechsel an der Spitze lockte der Web Summit in diesem Jahr über 2600 Start-ups nach Lissabon. Kritische Stimmen äußerten sich vor allem zum KI-Hype, der die Branche erfasst hat.**

Von Greta Friedrich und Hartmut Gieselmann

Portugal lockt Start-ups mit sommerlichen Temperaturen, leckerem Essen und paradiesisch niedrigen Steuersätzen. Allein in Lissabon haben sich zwölf sogenannte Unicorns niedergelassen: Start-ups, die schon vor dem Börsengang mit mehr als einer Milliarde Dollar bewertet werden. Ihre Hausmesse ist der jährlich stattfindende Web Summit. Mehr als 2600 Start-ups aus aller Welt präsentierten Mitte November den über 70.000 Besuchern ihre neuesten Geschäftsideen und Apps, um neue Investoren zu locken.

Doch obwohl der Web Summit seine Zahlen halten konnte und die Hallen gut gefüllt waren, steht er vor einem Umbruch. Web-Summit-Initiator Paddy Cosgrave hatte in einem Tweet westliche Regierungen aufgefordert, von der israelischen Armee während des Angriffs auf den Gazastreifen begangene Kriegsverbrechen auch als solche zu bezeichnen. Erst zwei Tage später verurteilte er auch den Terroranschlag der Hamas. Cosgraves Tweets lösten eine Welle der Empörung aus: Zahlreiche Großkonzerne wie Google, Meta, Amazon, Siemens und zuletzt auch der deutsche Wirtschaftsminister Robert Habeck sagten ihre Teilnahme ab – da half auch der vorhergehende Rücktritt Cosgraves von seinem Chefposten nichts.

An seine Stelle trat Katherine Maher. Die 40-jährige US-Amerikanerin hatte zuvor die Geschäfte der Wikimedia Foundation geführt. Maher warb in Lissabon für Meinungsfreiheit und respektvolle, kritische Debatten, ohne die es keinen Fortschritt geben könne. Im Vergleich zu den Vorjahren waren auf den Bühnen allerdings weniger kritische Töne zu hören. Denn außer den Internetgiganten und Regierungsvertretern, an denen man sich

hätte reiben können, fehlte auch manch prominenter Kritiker der vergangenen Jahre wie etwa Noam Chomsky oder Edward Snowden.

### Konkurrenzkampf der Start-ups

So gab es viele PR-Auftritte kleinerer Start-ups, aber auch von Shell oder PepsiCo, die sich als besonders divers und umweltfreundlich darstellten, obwohl sie immer wieder in der Kritik von Umweltorganisationen stehen. Symptomatisch war ein britischer Sky-Moderator, der gestreifte Fußballtrikots anprries, die mit ihrer Farbgebung auf die Klimaerwärmung aufmerksam machen sollten – ein allzu plumper Versuch des Greenwashings.

Den Pitch-Wettbewerb des Web Summit gewann in diesem Jahr das brasilianische Start-up Inspira, das KI-Copiloten entwickelt, mit denen Juristen bis zu zehnmal so viele Fälle bearbeiten können sollen. Inspira setzte sich im Finale gegen Kinderpedia aus den Vereinigten Arabischen Emiraten durch, die es Lehrern ermöglichen, Schüler per App zu unterrichten. Als dritter Finalist entwickelt Cognimate aus den USA Reha-Apps für Schlaganfallpatienten.

Michiel Scheffer, Präsident des European Innovation Council (EIC), stellte das Förderprogramm der EU vor. Mehr als tausend Start-ups hätten sich um Fördergelder in Höhe von einer Milliarde Euro beworben. Nur sechs bis sieben Prozent würden am Ende bewilligt. Größtes Start-up-Land in Europa sei derzeit Frankreich, dahinter kämpften Deutschland und die Niederlande um den zweiten Platz. Deutschland sei zwar deutlich größer, aber durch seine föderale Länderstruktur auch zersplittert, was Start-ups durch die vielen unterschiedlichen Regelungen hemme, erklärte Scheffer gegenüber c't.

### Kritik an KI

Wenn es Kritik gab, dann oft am Einsatz von KI. Die Präsidentin der Signal Foundation, Meredith Whittaker, betonte, dass die Big-Tech-Unternehmen zu viel Einfluss auf die Regulierung ihrer eigenen Dienste hätten. Gerade im KI- und Social-Media-Bereich konzentrierte sich viel Macht bei wenigen Unternehmen und Personen. Signal beteiligte sich mit seinem Messenger nicht am KI-Hype, weil die Technik „nicht vertrauenswürdig“ sei.

In ein ähnliches Horn stieß Chelsea Manning. Die Sicherheitsberaterin von Nym Technologies sah zwar eine Bedrohung

durch KI-generierte Fake-Bilder. Für eine sichere Verschlüsselung stelle KI laut Manning hingegen keine grundsätzliche Bedrohung dar: Auch mit KI sei es nicht möglich, die zur Entschlüsselung benötigte Energie zu reduzieren und den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik zu umgehen.

Oyidiya Oji vom European Network Against Racism erinnerte daran, dass es immer noch strukturellen Rassismus auch

durch KI-gestützte Prozesse gibt. Sie forderte, dass Unternehmen die Zivilgesellschaft und insbesondere die betroffenen Gruppen mitgestalten lassen, um diese Probleme zu lösen.

Stella Assange teilte schließlich gegen britische und US-amerikanische Leitmedien aus, als sie über die aktuelle Situation ihres inhaftierten Mannes berichtete. Diese hätten ihren Mann Julian durch

Falschdarstellungen diskreditiert und so seine Verhaftung in Großbritannien erleichtert.

Man darf gespannt sein, ob dem Web Summit der Spagat zwischen Kommerz und Kritik künftig auch unter der neuen Führung von Katherine Maher gelingt. An kontroversen Gesprächsthemen dürfte es dem Kongress auch in Zukunft nicht mangeln.  
(hag@ct.de) ct



## ES-8700JCL ZFS Cluster

### EUROstor ZFS Cluster + Ransomware-Schutz



Storage Cluster mit **Open-E JovianDSS** sichern die Verfügbarkeit der Daten sowohl durch die Active/ Active Redundanz der Clusterknoten als auch durch die Fehlertoleranz des **ZFS** Filesystems.



ZFS Cluster: 2 Heads  
+ Shared Storage JBOD



On- & Off-Site Data Protection  
(Single Node)

zwei Cluster Knoten,  
act./act., je 4 x 10 GbE      inkl. MwSt.      exkl. MwSt.  
Hostanbindung + 24-Slot Shared Storage SAS JBOD, 12 x  
3,84 TB SAS SSD (2 vdevs RAID-Z2, 25,2 TiB), inkl. Open-E  
JovianDSS Lizenzen, Preis zzgl. Installation

€ 32.011,-

€ 26.900,-

16-Slot Server,  
On- & Off-Site      inkl. MwSt.      exkl. MwSt.  
Data Protection System für den Cluster,  
9 x 12 TB Nearline SAS Disks inkl. Lizenzen

€ 13.673,-

€ 11.490,-

#### Open-E JovianDSS iSCSI/NAS/FC Software:

- ZFS 2.0 Filesystem für maximale Datenintegrität
- Schutz vor „Stealth Errors“ durch Check-Summen-Prüfung und Disk-Scrubbing
- Plattenredundanz durch Mirror, RAID-Z, -Z2, -Z3 (entspricht RAID 1, 5, 6 und dreifacher Parity)
- SSDs zur I/O-Beschleunigung (Read/Write-Cache)
- konfigurierbar als shared Storage active/active Cluster
- praktisch unbegrenzte Snapshots und mountbare Snapshot-Volume-Clones ohne Performanceverlust
- iSCSI, NFS und CIFS/SMB Volumes, opt. Fibre Channel
- Thin- und Thick-Provisioning
- LZ4 Datenkompression und inline Deduplikation
- On- & Off-Site Data Protection zur Datensicherung auf weiteres System, Reaktivierung in wenigen Minuten
- intuitive Web-GUI für einfaches Management
- 3 Jahre Open-E Standard Support (E-Mail und Telefon), optional erweiterte Open-E Services
- Installation und Konfiguration vor Ort / remote durch EUROstor (berechnet nach Aufwand)



#### Für den Newsletter registrieren:

Die Storage News erscheinen drei mal pro Jahr per E-Mail/pdf oder Post.

Sie erhalten Informationen über aktuelle Produkte und Technologien, viele Hilfen für die Auswahl und Konfiguration von RAID-Speichersystemen sowie aktuelle Preise. Registrieren Sie sich ganz einfach unter [www.EUROstor.com/Newsletter](http://www.EUROstor.com/Newsletter).



# Festsitzende Preisschraube

## Netflix und Spotify: Gericht erklärt Preisanpassungsklauseln abermals für unwirksam

**Das Kammergericht Berlin hat bestätigt, dass sich Netflix und Spotify in ihren allgemeinen Geschäftsbedingungen nicht einfach einseitig das Recht einräumen dürfen, ihre Abopreise zu erhöhen.**

Von Nico Jurran

Firmen können über allgemeine Geschäftsbedingungen (von Streamingdiensten meist „Nutzungsbedingungen“ genannt) zwar das Rechtsverhältnis zu ihren Kunden ausgestalten, da diese AGB jedoch vorformuliert und sehr abstrakt angelegt sind, unterliegt deren Ausgestaltung strengen gesetzlichen Vorschriften. Der Verbraucherzentrale Bundesverband (vzbv) ist nun auch in zweiter Instanz erfolgreich gegen Klauseln von Netflix und Spotify vorgegangen. Darin hatten sich die Streamingdienste vorbehalten, ihre Abopreise einseitig nach eigenem Ermessen zu ändern, um gestiegenen Gesamtkosten Rechnung zu tragen.

Nach einer Klage des vzbv hatte zunächst das Landgericht Berlin mit Urteilen vom 16. Dezember 2021 (Az. 52 O 157/21) und vom 28. Juni 2022 (52 O 296/21) festgestellt, dass Netflix und Spotify damit den Rahmen überschritten haben. Den Diensten wäre damit die weitere Nutzung der Klauseln im Geschäftsverkehr mit Verbrauchern untersagt. Gegen diese Entscheidungen legten beide Berufung beim Kammergericht (KG) Berlin ein, das diese jedoch am 15. November zurückwies und damit die erstinstanzlichen Urteile bestätigte (Az. 23 U 15/22 und 23 U 112/22).

Das KG führte in seinen Entscheidungen im Wesentlichen aus, dass es bereits an einem berechtigten Interesse der Streaminganbieter fehle, sich das einseitige Recht zur Preisanpassung vorzubehalten.

Schließlich könnten die Dienste ihre Kunden ohne erheblichen Aufwand um Zustimmung zu einem höheren Abopreis ersuchen. Würde ihnen diese verweigert, stünde es ihnen frei, den Vertrag zu kündigen.

### Ungleichgewicht

Weiterhin verstießen die angegriffenen Preisanpassungsklauseln gegen das allgemein für solche Regelungen gültige Gebot der Reziprozität. Demnach müssten sich Netflix und Spotify spiegelbildlich auch verpflichten, nach denselben Maßstäben bei sinkenden Kosten die Abopreise zu senken. Andernfalls seien die Chancen und Risiken von Kostenänderungen zwischen Unternehmen und Kunden ungleich verteilt.

Spotify hatte vor dem Landgericht seinerzeit argumentiert, für Streamingdienste würden die Kosten stets nur steigen. Dem folgte das Gericht nicht. Dass auch die Kosten des Dienstes teilweise von Kostenelementen abhängen, die sinken können, zeigte die vorübergehende Sen-

kung der Umsatzsteuer im zweiten Halbjahr 2020. Spotify hatte diese seinerzeit zwar an die Kunden weitergegeben, wäre dazu nach dem Wortlaut seiner Klausel aber nicht verpflichtet gewesen.

Das KG Berlin hat die Revision zwar nicht zugelassen, dennoch sind die Urteile noch nicht rechtskräftig. So können die Dienste gegen die unterbliebene Zulassung der Revision noch innerhalb eines Monats ab förmlicher Zustellung der Urteile Beschwerde beim Bundesgerichtshof (BGH) einlegen. Für Netflix ist es bereits der zweite Versuch, mit einer Preisanpassungsklausel durchzukommen: Die erste enthielt überhaupt keine Kriterien für Preisänderungen und war im Dezember 2019 vom KG Berlin für unzulässig erklärt worden.

### Ausblick

Ob die Dienste den Weg zum BGH beschreiten, ist unklar. Auch dann scheinen die Aussichten auf einen Erfolg nach den bisherigen Urteilen eher gering. Eventuell startet Netflix mit einer neu formulierten Preisanpassungsklausel einen weiteren Versuch.

Das jetzige Urteil kommt für den Videostreamingdienst jedenfalls zu einem ungünstigen Zeitpunkt: Zwar haben nach den Drehbuchautoren nun auch die Schauspieler Hollywoods ihren Streik beendet (siehe dazu den Bericht auf Seite 52 dieser Ausgabe), die durch die Ausstände entstandene Lücke bei den Produktionen wird nach Schätzungen von Experten aber nicht bis zum Jahre 2025 zu schließen sein – auch, weil nun alle Studios gleichzeitig Schauspieler, Regisseure, Studioausstattung und Mitarbeiter in der Postproduktion benötigen.

Der erwartete langfristige Mangel dürfte zudem die Preise für frei verfügbare Inhalte in die Höhe treiben. Produktionen, die sich zu Beginn der Streiks bereits in der Vorproduktionsphase befanden oder sogar unterbrochen werden mussten, werden zudem teilweise ebenfalls erheblich teurer. (nij@ct.de) 

**NETFLIX**

kann Netflix Ihr Konto durch schriftliche Mitteilung mit dreißigtagiger Frist kündigen. Die Kündigung wird am Ende Ihres laufenden Abrechnungszeitraums wirksam.

**3.5. Änderungen am Preis und Abo-Angebot.** Wir sind berechtigt, den Preis unserer Abo-Angebote von Zeit zu Zeit in unserem billigen Ermessen zu ändern, um die Auswirkungen von Änderungen der mit unserem Dienst verbundenen Gesamtkosten widerzuspiegeln. Beispiele für Kostenelemente, die den Preis unserer Abo-Angebote beeinflussen, sind Produktions-

**In den Nutzungsbedingungen von Netflix steht, dass der Dienst einseitig die Abopreise erhöhen darf, wenn seine Gesamtkosten steigen. Doch nach Ansicht zweier Gerichtsinstanzen ist diese Klausel unwirksam.**



# 3D-Druck-Gehäuse mit Update für Raspi 5

Zu einem LHL-Projekt von 2022 gibt es ein Update: Das neue 3D-gedruckte Gehäuse hält den Raspi 5 selbst mit 20 Prozent Overclocking bequem auf Temperatur und verhindert die Zwangsdrosselung.

In c't 18/22 stellten wir das Raspi-4-Gehäuse unseres Lesers Helmut Schütt vor, dessen 3D-Druckbeschreibung er zum Download anbietet. Dieses Gehäuse hat er inzwischen mit Platz für ein oder mehrere 2,5-Zoll-Laufwerke und den offiziellen Kühler für den neuen Raspi 5 angepasst und auch gleich ein paar Messungen gemacht. Muss der Raspi 5 ohne Kühler unter Last noch seine Taktrate absenken, um nicht zu überhitzen, hält er im Gehäuse mit Kühler seine 2,4 GHz stabil durch und hat sogar noch Reserven für Taktanhebungen bis 3 GHz.

Wie bei Schütt's 3D-Gehäuse für den Raspi 4 handelt es sich auch hier um einen sogenannten Remix diverser anderer Gehäuseideen. Er hat sich verschiedene Kombinationen ausgedacht, darunter auch mit offenen GPIOs, ein geschlossenes Gehäuse oder eines mit zusätzlichen Öffnungen. Die 3D-Druckdateien für alle Varianten finden Sie auf Schütt's printables.com-Seite unter dem Usernamen „helmar“ und unter ct.de/y4q1. (csp@ct.de)

**Raspi-5-Gehäuse und Skript für Lüfterdrehzahl:** [ct.de/y4q1](http://ct.de/y4q1)

Bild: H. Schütt  
Das 3D-gedruckte Raspi-5-Gehäuse von Helmut Schütt hat Platz für 2,5-Zoll-SSD oder -HDD und den offiziellen Kühler mit Lüfter.



## Leser helfen Lesern: Ihre Ideen und Projekte

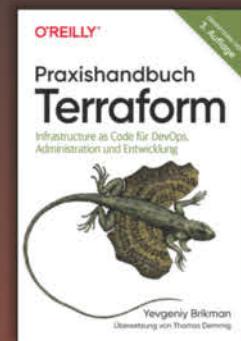
In der Rubrik „Leser helfen Lesern“ veröffentlichen wir **Projekte und Ideen, die unsere Leser umgesetzt haben**. Dabei spielt es keine Rolle, ob es sich um eine Hardwarebastelei, einen Lifehack, ein Skript oder einfach nur eine clevere Konstruktion handelt. Das Onlineforum zu bisherigen Vorschlägen finden Sie unter [ct.de/lhl](http://ct.de/lhl).

Zögern Sie nicht, uns auch Probleme zu schildern, für die Sie auf eine Lösung aus der Community hoffen. Selbstverständlich können Sie selbst entscheiden, ob wir Ihren Namen nennen sollen oder ihn vertraulich behandeln. Schicken Sie uns Ihre Vorschläge bitte per E-Mail an folgende Adresse: [Ihl@ct.de](mailto:Ihl@ct.de).

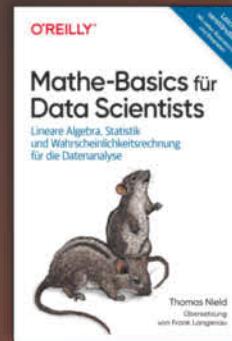
Im Forum sind derweil noch einige offene Fragen zu finden. Vielleicht wissen Sie ja zu einer davon die Antwort oder können zur Lösung etwas beitragen.



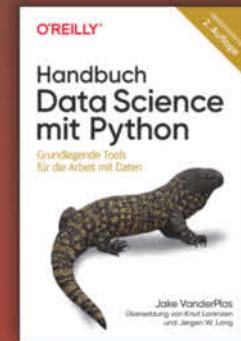
ISBN 978-3-96009-229-2  
39,90 € • E-Book | Print



ISBN 978-3-96009-219-3  
44,90 € • E-Book | Print



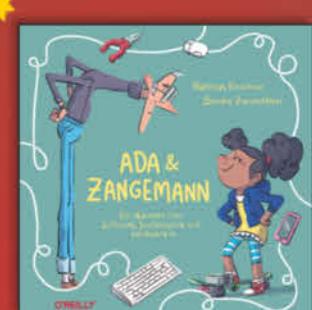
ISBN 978-3-96009-215-5  
39,90 € • E-Book | Print



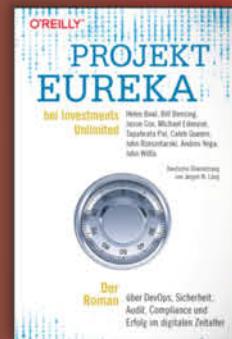
ISBN 978-3-96009-225-4  
49,90 € • E-Book | Print



ISBN 978-3-96009-210-0  
16,90 € • E-Book | Print



ISBN 978-3-96009-190-5  
16,90 € • E-Book | Print



ISBN 978-3-96009-220-9  
24,90 € • E-Book | Print



ISBN 978-3-96009-231-5  
34,90 € • E-Book | Print

O'Reilly-Bücher gibt es im Buchhandel sowie auf [dpunkt.de!](http://dpunkt.de)

**O'REILLY®**  
[www.dpunkt.de](http://www.dpunkt.de)

Bundle up!

Print- & E-Book  
als Bundle erhältlich.

# Real statt digital

## Schauspieler und Studios regulieren KI-Einsatz

**Die US-Schauspielergewerkschaft SAG-AFTRA hat sich nach rund vier Monaten im Streik mit Streaminganbietern und Filmstudios geeinigt. Neben höheren Gehältern sollen Schauspieler die Kontrolle über ihre KI-Klone behalten und für deren Einsatz bezahlt werden.**

Von André Kramer

Hollywood-Schauspieler und -Studios haben sich über den Einsatz von künstlicher Intelligenz geeinigt: Künftig muss für künstliche Doubles genauso viel wie für reale Schauspielerarbeit gezahlt werden. Die Schauspielergewerkschaft SAG-AFTRA (Screen Actors Guild – American Federation of Television and Radio Artists) erreichte eine Grundsatzvereinbarung mit dem Handelsverband der Fernseh- und Filmproduktionsunternehmen AMPTP (Alliance of Motion Picture and Television Producers), der außerdem höhere Gehälter und eine Aufstockung der Mittel für Altersvorsorge und Krankenversicherung in einem Gesamtvolume von über einer Milliarde US-Dollar vorsieht. SAG-AFTRA-Präsidentin und Nanny-Schauspielerin Fran Drescher nannte die erzielte Einigung einen „rekordverdächtigen Vertrag“.

### Regeln für KI-Einsatz

Schauspieler, Stuntleute oder Tänzer müssen künftig zustimmen, bevor ein digitales Replikat von ihnen erzeugt oder genutzt wird. Die Benutzung digitaler Replikate in Real- und Animationsfilmen sowie Videospiele soll außerdem wie reguläre schauspielerische Arbeit bezahlt werden. Die Regelung soll verhindern, dass Studios KI nutzen, statt Schauspieler

zu beschäftigen. Dieser Grundsatz könnte für viele Betroffene aber auch Nachteile haben, beispielsweise wenn sich populäre Schauspieler dank KI künftig doppelt und dreifach buchen lassen, andere aber leer ausgehen.

Die im Oktober erzielte Einigung der Autorengewerkschaft WGA (Writers Guild of America) mit den Film- und Streamingstudios untersagte bereits KI als Ersatz für menschliche Autoren: Generative KI soll literarischen Stoff weder schreiben noch umschreiben dürfen. Von KI geschriebener Stoff darf zudem nicht als Quellmaterial für Drehbücher dienen. Autoren dürfen Tools wie ChatGPT dem Vertrag zufolge selbst einsetzen, wenn die Richtlinien des Auftraggebers es zulassen, jedoch nicht dazu gezwungen werden.

In Deutschland verhandeln der Bundesverband Schauspiel e. V. (BFFS) und die Dienstleistungsgewerkschaft ver.di aktuell in zweiter Runde mit der Produzentenallianz über einen neuen Tarifvertrag für auf Produktionsdauer beschäftigte Film- und Fernsehschaffende. Die Regeln für die Nutzung künstlicher In-



Bild: Chris Pizzello/AP/dpa

„Wir halten einen rekordverdächtigen Vertrag in unseren Händen“, sagte die Schauspielerin und Präsidentin der Gewerkschaft SAG-AFTRA, Fran Drescher (vorn rechts), zur Vereinbarung mit den Filmstudios.

telligenz sollen jedoch in einer gesonderten Runde besprochen werden. „Das Thema ist zu wichtig, um es als Neben-Aspekt zu behandeln“, kommentierte BFFS-Vorstand Hans-Werner Meyer gegenüber c't. Es soll ausgelagert und parallel verhandelt werden. „Wir begrüßen die Entscheidung in den USA, weil sie ein Signal setzt, dass schauspielerische Leistung nicht zugunsten von künstlicher Intelligenz eingespart werden darf.“ In Deutschland sei die Gefahr durch digitale Avatare für Realfilm und Animation ersetzt zu werden, derzeit allerdings noch geringer als durch KI-Software im Synchronbereich.

### Tantiemen aus dem Streaminggeschäft

In den USA müssen Streamingdienste künftig außerdem über die Abrufzahlen ihrer Produktionen informieren, um Autoren und Schauspieler angemessen zu beteiligen. Bei Wiederholungen im US-Fernsehen ist es Usus, Tantiemen zu zahlen. Die Regelung für Streamingunternehmen knüpft daran an. Diese haben zugesagt, die absolute Zahl gestreamter Stunden von Eigenproduktionen mit der Gewerkschaft zu teilen.

Der SAG-AFTRA-Vorstand stimmte der Vereinbarung am 10. November mit einer Mehrheit von 86 Prozent zu. Jetzt geht sie in eine Urabstimmung aller Gewerkschaftsmitglieder, die wie ihr Vorstand ebenfalls zustimmen dürften.

### Ausblick auf Serien und Filme

Nun kann die Arbeit an Film- und Serienproduktionen wieder beginnen. Die Auswirkungen des Streiks sind bereits verheerend: Im Kino erscheinen aktuell und auf absehbare Zeit keine neuen Filme aus den USA. Über 50 Produktionen liegen auf Eis, darunter die Fortsetzungen „Mission: Impossible – Dead Reckoning“, „Deadpool 3“ und „Gladiator 2“. Hinzu kommen 150 Serienstaffeln wie Amazons „The Boys“, Disneys „The Mandalorian“, Netflix' „Stranger Things“ und HBOs „The Last Of Us“. Die Produktion der für Apple TV+ vorgesehenen Serie „Metropolis“ wurde gänzlich gestrichen.

Im Jahr 2024 dürfte das Angebot im Kino und auf Videostreamingplattformen dünn ausfallen. Nach dem Streik entstehen neue Engpässe unter anderem bei Effektstudios, weil nun alle Produzenten gleichzeitig loslegen. Aber der Anfang ist gemacht. (akr@ct.de) **c't**

## Steam Deck OLED: bunter, leiser & läuft länger

**Valve hat das Steam Deck neu aufgelegt. Die zweite Version des Gaming-Handhelds verfügt über ein HDR-fähiges, minimal größeres OLED-Display mit höherer Bildwiederholfrequenz.**

Seit dem 16. November verkauft Valve das Steam Deck in zwei neuen Varianten über seinen Online-Store. Die neue Ausgabe des Gaming-Handhelds löst die beiden teureren Varianten ab, auch die Preise ändern sich: Das günstigste Steam Deck mit LCD-Display kostet noch immer 419 Euro, bietet mit 256 GByte NVMe-Speicher aber deutlich mehr Platz. Das Modell mit 512 GByte NVMe-Speicher und OLED-Display gibt es für 569 Euro. Für 679 Euro sind ein mattes OLED-Display sowie 1 TByte NVMe-

Speicher verbaut.

Das neue Steam-Deck-Modell unterscheidet sich von seinem Vorgänger vorrangig durch sein HDR-Touchdisplay, das statt 7 nun 7,4 Zoll groß ist. Die Gesamtmaße des Steam Decks bleiben unverändert, dafür fällt der schwarze Rand um das Display beim neuen Modell schmäler aus. Die Bildwiederholfrequenz ist von 60 auf 90 Hertz gestiegen, die Auflösung bleibt bei 1280 × 800 Pixeln. Das neue Modell soll eine deutlich längere Akkulaufzeit erlauben. Zu den verbesserten Details zählen die Thumbsticks, Wi-Fi 6E sowie Bluetooth 5.3 sowie etwas größere Lüfter, die leiser arbeiten sollen. Mit insgesamt 639 Gramm soll das Steam Deck OLED außerdem etwas leichter sein. (lmd@ct.de)

**Technische Daten:** [ct.de/y17d](http://ct.de/y17d)

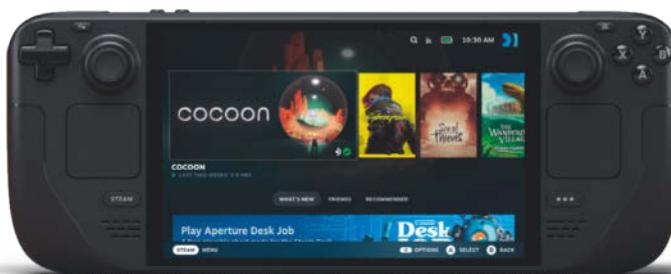


Bild: Valve

Dank des schlankeren OLED-Displays passte auch ein fetterer Akku in das neue Steam Deck.

### Kurz & knapp

Neu bei c't zockt: In unserem Indie-Gaming-Kanal auf YouTube haben wir **The Invincible** angespielt (Video siehe [ct.de/y17d](http://ct.de/y17d)). Das retrofuturistische Science-Fiction-Abenteuer begleitet die Astrobiologin Yasna auf einen fremden Planeten, wo sie herauszufinden muss, was aus

dem wissenschaftlichen Team geworden ist. Die Geschichte basiert auf einem Roman von Stanislaw Lem.

Neuer Fördertopf für Games: Die Bereinigungssitzung zum Bundeshaushalt 2024 hat **100 Millionen Euro zusätzliche Games-Förderung verteilt auf drei Jahre** bewilligt. 2024, 2025 und 2026 stehen je 33,3 Millionen Euro im Etat von Kulturstatsministerin Claudia Roth bereit. Die Mittel der bisherigen Games-Förderung des BMWK sind hingegen bereits bis Ende 2024 ausgeschöpft, daher gilt dafür weiterhin ein Antragsstopp.



# Jedes Abenteuer beginnt mit dem ersten Schritt

## Entry-Level Server zum kleinen Preis

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



Jetzt sichern: Einsteiger-Systeme  
[thomas-krenn.com/einstieg23](http://thomas-krenn.com/einstieg23)

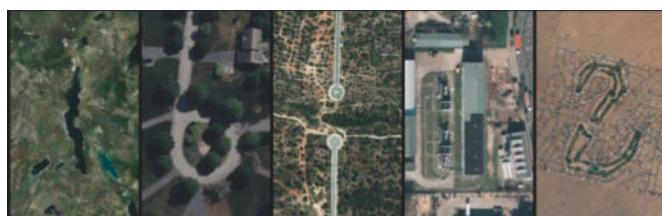
# THOMAS KRENN®

IT's people business

## Datenuhren

[literature-clock.jenevoldsen.com](http://literature-clock.jenevoldsen.com)  
[pudding.cool/projects/clocks/](http://pudding.cool/projects/clocks/)  
[earthclock.cwandt.com](http://earthclock.cwandt.com)  
[thecolourclock.com](http://thecolourclock.com)  
[en.wikipedia.org/wiki/The\\_Clock\\_\(2010\\_film\)](http://en.wikipedia.org/wiki/The_Clock_(2010_film))

Wir haben in den Web-Tipps von Ausgabe 5/23 die **Literature Clock** vorgestellt, die zu jeder Minute des Tages ein Romanzitat präsentiert, in dem diese Uhrzeit vorkommt. Die **Data Clocks** bei The Pudding verfolgen ein ähnliches Prinzip. Dort haben Sie die Wahl zwischen vier Uhren, in denen die Uhrzeit in einem Songtitel vorkommt, in YouTube-Videos erwähnt wird, aus Inhalten von News-Headlines konstruiert ist oder der Bevölkerungszahl eines Ortes in den USA entspricht.



Die Macher von The Pudding haben sich von ähnlichen Projekten inspirieren lassen, zum Beispiel von **Earth Clock** und **The Colour Clock**. Erstere präsentiert die Ziffern einer Uhr in Form von Landschaftsansichten aus Google Earth, die Zahlen ähneln. The Colour Clock von Jack Hughes übersetzt die Uhrzeit in einen hexadezimalen Farbc ode. Diesem Code entsprechend ändert sich die Hintergrundfarbe der Uhr kontinuierlich.

Ein weiteres Vorbild der Datenuhren ist **The Clock**, eine Kunstinstallation von Christian Marclay. Der Videokünstler hat darin Film- und Fernsehszenen mit Uhren oder Zeitmessern in einer 24-stündigen Schleife zusammengeschnitten. The Clock lässt sich nicht vollständig online ansehen, es finden sich leider nur ein Wikipedia-Eintrag und Schnipsel bei YouTube. (jo@ct.de)

## „Emojis“ ganz individuell

[emojigen.com](http://emojigen.com)  
[replicate.com/fofr/sdxl-emoji](http://replicate.com/fofr/sdxl-emoji)  
[emojis.sh](http://emojis.sh)

Ein Bild sagt mehr als tausend Worte: Das ist der Grund, warum Emojis in Textnachrichten so beliebt sind. Der Fundus solcher Miniaturbilder ist allerdings ziemlich beschränkt. So fehlen zum Beispiel Emojis für Gin Tonic oder Taylor Swift. Es wäre doch schön, wenn man sich solche kleinen Bilder selber machen könnte.

Man kann, KI sei Dank. **Emoji Generator** und **AI Emojis** sind KI-Dienste, die darauf spezialisiert sind, Emoji-artige Bilder zu generieren. Auf einen Textprompt hin spucken sie Grafiken in einer entsprechenden Optik aus. Der Begriff „Emoji“ ist bei beiden Diensten aber dennoch irreführend. Tatsächlich handelt es sich ja eben nicht um die im System verankerten Miniaturen, die man

schnell und einfach in eine Textnachricht einbettet. Stattdessen liefern die Dienste um 768×768 Pixel große Dateien, die man erst einmal verkleinern und dann in die Chat- oder Tastatur-App importieren muss, falls das überhaupt möglich ist.

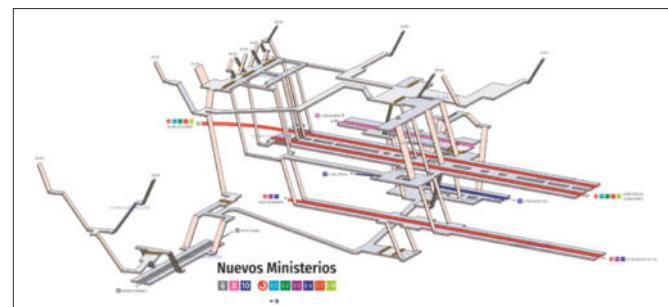
Aber auch, wenn der Messenger der Wahl die „Emojis“ nur als normale Bilder einbettet: Mit ihrer Hilfe kann man viel besser zwischen den Zeilen kommunizieren als nur mit Text. Und es macht Spaß, mit den Generatoren herumzuspielen. Beim Emoji Generator lohnt sich ein Besuch der **Projektseite beim KI-Hoster Replicate**. Dort justiert man mit vielen Parametern den Output des Bildgenerators. AI Emojis liefert einem zu seinem eigenen Output noch Dutzende weitere thematisch verwandte Emojis. (jo@ct.de)



## U-Bahn-Stationen in 3D

[stations.albertguillaumes.cat](http://stations.albertguillaumes.cat)

Albert Guillaumes Marcer arbeitet als Techniker bei der katalanischen Generaldirektion Verkehr und Mobilität – und auch in seiner Freizeit lässt ihn das Thema Mobilität nicht so richtig los. So hat er in den letzten zehn Jahren den Aufbau von knapp 900 fast ausschließlich europäischen U-Bahn-Stationen skizziert. Er wollte verstehen, schreibt er, wie es Ingenieuren gelungen ist, unter dem Place de la République in Paris oder der Puerta del Sol in Madrid unterirdische Bahnhöfe mit vier oder fünf Linien unterzubringen. Seine Skizzen hat er im Corona-Lockdown digitalisiert und auf seiner Website **Stations and transfers** veröffentlicht.



Mit den detaillierten Zeichnungen kann man Urlaubserinnerungen noch einmal aufleben lassen und endlich einmal nachvollziehen, wo man sich in der Pariser Station Saint-Lazare verlaufen hat – oder man nutzt sie für den kommenden Urlaub, damit so etwas nicht passiert. Man kann sich auch einfach durch europäische Metropolen klicken und lernt dabei viel über den Aufbau der U-Bahn-Systeme. (jo@ct.de)

Diese Seite mit klickbaren Links: [ct.de/ydqt](http://ct.de/ydqt)

**secIT**  
by heise

HANNOVER 2024

meet.  
learn.  
protect.

05. - 07. MÄRZ 2024, HANNOVER

Die Kongress-  
messe für  
Security-Profis



**secit-heise.de**

Offizieller Eventpartner



© Copyright by Heise Medien.

Bis 31.12.2023  
kostenloses Sponsored-Ticket  
sichern oder von unseren  
Frühbucherrabatten profitieren.



# Ausgetrickst

## Wie Amazon-Kunden zu Betrugsopfern werden

**Eigentlich haften gewerbliche Versender für das Transportrisiko. Das gilt auch dann, wenn gerissene Betrüger am Werk sind und hochwertige Ware gegen billiges Zeug austauschen. Amazon verweigert seinen Kunden jedoch die fällige Schadensregulierung.**

Von Tim Gerber

**A**m 11. Oktober bestellte Martina K. über Amazon ein Smartphone vom Typ Samsung Galaxy S23 für 750 Euro. Als Verkäufer war eine Firma in Estland angegeben, der Versand sollte durch Amazon erfolgen. Bereits zwei Tage später, in den Morgenstunden des 13. Oktober, kündigte Amazon per E-Mail die Zustellung an und übermittelte ein Einmalpasswort, das dem Paketboten zu nennen sei, um die Sendung ausgeliefert zu bekommen.

In den Nachmittagsstunden wurde das Amazon-Paket geliefert. Doch als Martina K. es öffnete, befand sich nicht etwa das teure Smartphone darinnen, sondern eine Powerbank von ähnlicher Größe und Gewicht wie ein Smartphone, aber von einem sehr viel geringeren Wert. Noch am Abend desselben Tages kontaktierte die Kundin den Kundenservice von Amazon und reklamierte die Fehllieferung. Sie

erhielt darauf eine E-Mail mit dem Ausdruck des Bedauerns über die Falschlieferung und einem Versandlabel für die Rücksendung des falsch gelieferten Artikels. Nach dessen Eingang werde man ihr die 750 Euro für das Smartphone erstatten.

Doch statt des Geldes erhielt Martina K. am 24. Oktober eine E-Mail, sie hätte den falschen Artikel zurückgesendet und werde das Geld erst erhalten, wenn sie den richtigen Artikel, nämlich das Smartphone zurückgesendet hätte. Man könne bestätigen, schrieb der „Kontospezialist“ von Amazon der Kundin, dass sich das Galaxy im Karton befunden habe, als man ihn dem Transportunternehmen übergeben habe.

Freilich protestierte Martina K. umgehend, wies den Versender auf das von ihm zu tragende Transportrisiko hin und erklärte ihren Rücktritt vom Kaufvertrag.

Doch da biss sich die Kundin bei Amazon die Zähne aus. Denn bereits in der ersten E-Mail wurde ihr mitgeteilt, dass sie zwar gegen die Entscheidung Widerspruch einlegen könne, indem sie auf die Mail antworte. „Unsere Kundenservice-Mitarbeiter können lediglich bestätigen, dass wir Ihnen diese Nachricht gesendet haben, und Sie bei technischen Problemen unterstützen. Die Mitarbeiter können diese Entscheidung nicht rückgängig machen und Ihnen auch keine weiteren Auskünfte zu dieser Angelegenheit erteilen.“

Dementsprechend erhielt Martina K. auf Ihre Beschwerden weitere E-Mails mit dem stereotypen Satz: „Wir können die Erstattung für diese Bestellung erst veranlassen, nachdem wir den richtigen Artikel erhalten haben.“ Nach der dritten solchen Antwort am 3. November wandte sich Martina K. an c't.

## Grüße vom Murmeltier

Bereits wenige Tage später, am 9. November, meldete sich auch noch Matthias H. in der Redaktion. Er hatte schon Mitte August ein Microsoft Surface Pro 9 für etwa 1450 Euro sowie ein passendes Keyboard nebst Stift bestellt und insgesamt knapp 1650 Euro dafür bezahlt. Am 17. August wurde ihm ebenfalls per E-Mail ein Einmalpasswort übermittelt und die Lieferung angekündigt. Gegen Abend erhielt er jedoch die Nachricht, dass die Sendung nicht habe zugestellt werden können, er solle die Lieferanweisungen aktualisieren.

Das ging ein paar Tage hin und her, bis das Paket letztlich am Nachmittag des 26. August von seinem Sohn entgegengenommen wurde. Doch in der Verpackung waren statt des edlen Tablets nur drei Bücher. Umgehend reklamierte Matthias H. telefonisch die Fehllieferung. Der Mitarbeiter brachte eine Ersatzlieferung auf den Weg, die aber nur das Keyboard und den Stift enthielt. Um auch für das teure Tablet eine Nachlieferung in Auftrag zu geben, genügten offenbar die Befugnisse des Hotline-Mitarbeiters nicht. So erhielt Matthias H. lediglich die Zusage, den Preis erstattet zu bekommen, nachdem die falsche Ware zurückgesendet sei.

Doch statt der ausstehenden 1450 Euro erhielt der Kunde am 4. September eine E-Mail von einem Amazon-Kontospezialisten: Man habe festgestellt, dass er Erstattungen für zurückgesendete Ar-

tikel beantragt habe, die nicht den gelieferten Artikeln entsprachen. Die Anzahl der Probleme bei seinen Bestellungen gehe deutlich über das Normalmaß hinaus und verstöße gegen Amazons Nutzungsbedingungen. Wenn die Rücksendungen nicht in Amazons Logistikzentrum eingingen, werde man ihm den Artikel erneut in Rechnung stellen.

Die Aufzählung der angeblich über das Normalmaß hinausgehenden Probleme enthielt lediglich die

Bestellung des Bundles aus Keyboard und Stift für das Surface-Tablet. „Der Transporteur hat die Lieferung bestätigt, aber der falsche Artikel wurde zurückgeschickt“, hieß es weiter. Von dem teuren Tablet war nun schon gar keine Rede und Matthias H. erhielt dessen Kaufpreis auch nicht erstattet.

Auf seine Reklamation vom 6. September erhielt Matthias H. dieselben nichtssagenden Textbausteine, die auch Martina K. erhalten hatte: Er könne Widerspruch einlegen, aber die Entscheidung sei unabänderlich. In den folgenden Wochen fragte der Kunde mehrfach nach der allfälligen Erstattung, ohne eine Antwort zu erhalten. Auf seine letzte Nachfrage vom 7. November erhielt er einen Tag später wieder den Textbaustein, man könne den gezahlten Kaufpreis erst erstatten, wenn der richtige Artikel, also nach Lesart Amazons das Tablet, zurückgeschickt worden sei.

## Erhöhtes Risiko

Beide Schilderungen sind keine Einzelfälle. Wir hatten bereits vor genau zwei Jahren (c't 24/2021, S. 60) über den Fall von Thomas D. berichtet, bei dem gleich dreimal hintereinander teure Smart-



Foto: Martina K.

**Statt des bestellten Smartphones war nur eine billige Powerbank im Päckchen. Amazon verweigerte der Kundin dennoch eine Erstattung des Kaufpreises.**

phones gegen minderwertige Kosmetikartikel vertauscht worden waren. Auch ihn wollte Amazon mit denselben Textbausteinen abwimmeln, wie sie diesmal nun Martina K. und Matthias H. zu lesen bekamen. Durch unsere Berichterstattung ermutigt meldeten sich in der Folge mehrere Betroffene, über die wir nicht immer berichtet haben, weil sich die Fälle zu sehr glichen.

Da sich die Fälle aber wieder häuften, haben wir am 15. November bei Amazon angefragt, welche Maßnahmen der Konzern inzwischen getroffen hat, um seine Kunden vor dieser Betrugsmasche zu schützen. Mit Hinweis auf die beiden geschilderten Fälle von Martina K. und Matthias H. wollten wir wissen, warum den Kunden die bestellten Sachen nicht nachgeliefert werden?

Außerdem wiesen wir den Konzern über seine deutsche Pressestelle darauf hin, dass er nach unserer Erfahrung der einzige große Onlinehändler ist, über den uns derartige Probleme berichtet werden. Tatsächlich ist uns über viele Jahre kein einziger vergleichbarer Fall zu anderen Händlern geschildert worden. Das legt den Schluss nahe, dass entweder nur Amazons Lieferungen von solchem Betrug betroffen sind oder andere Händler solche Fälle einfach korrekt regulieren. Freilich müssen am Ende die Kunden die Zeche zahlen, da Händler auch die Kosten für Verluste durch Betrug oder Fehler irgendwie erwirtschaften müssen. Aber nur von Amazon sind uns solche Fälle bekannt, wo statt der Masse der Kunden am Ende der einzelne Betroffene die Zeche allein zahlen soll.

Da helfen auch alle Beteuerungen nichts, wie sie in der Antwort des Konzerns vom 20. November enthalten waren: Man bedauere zutiefst und tue alles, um Kunden derartiges zu ersparen. Die Fakten sprechen jedoch eine andere Sprache: Zwei Tage nach unserer Anfrage an die Amazon-Pressestelle meldete sich fast zeitgleich derselbe Mitarbeiter der Executive Customer Relations sowohl bei Martina K. als auch bei Matthias H. Er versprach jeweils unter allerhand Entschuldigungsformeln, bereits die Rückzahlung des Kaufpreises an die Kunden veranlasst zu haben. Es werde aber etwa fünf bis sieben Tage in Anspruch nehmen, bis das Geld bei den Betroffenen ankomme. Ob die Zahlungen angekommen sind, stand zu Redaktionsschluss deshalb noch nicht fest.

(tig@ct.de) ct

# Adventsrätsel

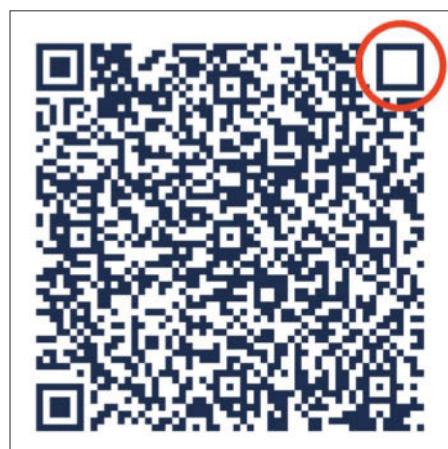
**40 Jahre c't:  
Gewinnen Sie einen Energiesparserver**



**Drei Rätsel zur Weihnachtszeit warten auf Sie. Für jede richtige Lösung erhalten Sie ein Los und erhöhen damit die Chance, einen energiesparenden Server für zu Hause zu gewinnen.**

Von Oliver Lau

**S**pekulatius, Vanillekipferl und Stollen liegen schon seit Monaten in den Supermarktregalen. Auch die c't ist früh dran mit Adventsdingen, wie Sie beim Lösen der Rätsel unserer digitalen Schnitzeljagd aus Heft 25/2023 gemerkt haben. Nachgerade weihnachtlich wird es mit den drei Rätseln, die wir in diesem Artikel vorstellen. Doch erst einmal zeigen wir, wie die Aufgaben an den Schnitzeljagdstationen zu lösen waren. Für jede richtige Lösung konnten Sie eine Flagge einsammeln, die wir gegen ein Los fürs Gewinnspiel eingetauscht haben.



An der ersten Station der Schnitzeljagd prangte ein QR-Code. Allerdings fehlt ihm eine Kleinigkeit, nämlich der 3x3 Pixel große schwarze Block im Kästchen rechts oben.

## Start mit QR-Code

Los ging es mit dem QR-Code am Ende des Artikels. Doch der ließ sich nicht einfach so scannen, weil ihm ein Merkmal fehlt. Gemeint ist das 7x7 Pixel große Quadrat in der rechten oberen Ecke, das einen 3x3 Pixel großen schwarzen Block enthalten muss. Ohne diese Markierung ist ein QR-Code nicht lesbar. Es genügt, ihn grob nachzuzeichnen, entweder mit einem Stift auf Papier oder in einer Bildbearbeitungssoftware.

Nach dem Dekodieren etwa mit dem Universal(de)kodierer CyberChef erhält man als Ergebnis Folgendes:

```
Es weihnachtet sehr
mit Rätsel bei c't.
Verdien dir dein Los!
```

```
Die erste Flagge
verborgen war sie im Code
sie gehört nun dir.
```

```
ct(Merry Xmas)f
```

```
[INFO] Alle Flaggen haben das Format
ct(...)
```

```
[MEMO] CTMAGAZIN
```

Nächste Stationen:

- <https://pulsar.heise.de/s/2fHNP4AFcCY4jYsw4>
- <https://pastebin.com/4bX57rHT>

Voilà, die erste Flagge: ct(Merry Xmas)f. Dazu zwei Infos, die man, wie in der Vorstellung der Schnitzeljagd angekündigt, gut aufbewahren sollte, sowie Links auf die nächsten Stationen.

## 40.png

Der erste führt zu einer PNG-Datei mit dem 40-Jahre-Logo wie eingangs dieses Artikels. Öffnet man die Datei 40.png im Browser, in einem Bildbetrachter oder einer Bild-

bearbeitungssoftware, sieht man nur das Bild, nichts weiter. Da vordergründig nichts darauf schließen lässt, dass das nur Eigenwerbung für c't ist, wird das Bild vermutlich anderweitig Informationen verbergen.

Tools aus dem Unix-Umfeld wie der Dateitypbestimmer file, der Zeichenfolgenextrahierer strings sowie exiftool zum Lesen und Schreiben von allerlei Metadaten helfen bei der ersten Analyse weiter. Linux-Nutzer können diese Tools über ihre Paketverwaltung installieren (Tipp: Kali Linux benutzen), Mac-User kommen zum Beispiel über den Paketmanager Homebrew daran. Windows-Nutzer müssen nicht verzweifeln, sondern bemühen einfach das Windows-Subsystem für Linux (WSL). Zu unserer frei verfügbaren FAQ über WSL gelangen Sie via <https://heise.de/-/7435154>.

Die Eingabe von file 40.png meldet lapidar, dass es sich um eine PNG-Datei mit 1400x769 Pixeln im RGB-Format handelt, aber nichts Ungewöhnliches. Hingegen liefert strings 40.png bereits in den ersten Zeilen seiner Ausgabe etwas Brauchbares:

```
IHDR
...
ct(Feierlaune)f
...
https://pulsar.heise.de/s/2f
ScfxsBQcsyPdy8C
...
```

Wieder eine Flagge (ct(Feierlaune)f) und noch ein Link. Dass diese Informationen in den Feldern „Comment“ und „User Comment“ in den Metadaten der PNG-Datei stehen, fördert exiftool 40.png zu Tage. Tipp: All das erledigt die Website aperisolve.com in einem Aufwasch.

## Matrjoschka

Erst einmal weiter mit dem Link: Der führt zu einer Datei mit dem Namen envelope.bin. Die Endung lässt auf eine wie auch immer

geartete Binärdatei schließen. Aufschluss gibt abermals der Aufruf von `file`, der meldet, dass es sich um „Zip archive data“ handelt, also um Zip-komprimierte Daten. Auf `unzip envelope.bin` entsteht eine Datei mit dem Namen `envelope`. Wie `file` verrät, sind das wiederum Zip-Daten. Ein weiteres `unzip envelope` produziert erneut eine Zip-komprimierte Datei namens `envelope`. So geht das weiter und weiter und weiter ...

Wie lange, kann man zum Beispiel mit folgendem Bash-Skript herausfinden, das so lange versucht, die Datei zu dekomprimieren, bis es nicht mehr geht, und dann deren Inhalt als Text auf der Konsole ausgibt:

```
cp envelope.bin envelope
while unzip -o envelope &>/dev/null
do :
done
cat envelope
```

Das Resultat nach 1000 Schleifendurchläufen: `ct(Матрёшка)f`. Yippie, die nächste Flagge! `Матрёшка` ist das mit kyrillischen Buchstaben geschriebene russische Wort für die ineinander steckbaren Matroschka-Puppen. Als korrekt haben wir auch die Flaggen `ct(Matroschka)f`, `ct(Matryoshka)f` und `ct(Matroschka)f` anerkannt, und damit das Muffensausen etlicher Einsender, dass kyrillische Zeichen im Betreff nicht sauber ankommen.

Erstaunlich viele Teilnehmer haben die Matroschka übrigens per Hand ausgepackt. Die daraus resultierende „Sehnsuchtsendenentzündung“ (zitiert aus einigen Einsendungen) haben Sie glücklicherweise mit Humor genommen.

## Daten-URL

Hier endet der Weg, also zurück zur vorangegangenen Station, die den bislang unerforschten Link <https://pastebin.com/4bX57rHT> hervorbrachte. Der führte zu einem Pastebin mit einer Daten-URL [1]. Aus unbekanntem Anlass wurde dieser Pastebin am Abend des 8. November wegen vermeintlich schädlichen Inhalts gesperrt. Wir konnten schnell eine Ersatzstation einrichten; den Link dorthin bekamen Sie von uns per Mail oder aus dem Forum zum Artikel.

Verfrachtet man die Daten-URL per Copy & Paste in die Adresszeile eines Browsers, zeigt der ein schwarzes Bild an. Vermöglich schwarze Bilder oder Bildbereiche sind ein beliebtes Vehikel, um darin Informationen zu verstecken, die

sich erst dann offenbaren, wenn man die Werte für die dunkelste und hellste Farbe (Schwarz- und Weißpunkt) im Bild auf einen extrem kleinen Bereich einschränkt (siehe Screenshot unten). In diesem Fall erhält man nur den Hinweis, dass das eine gute Idee war, aber leider nicht die richtige.

Okay, dann eben wieder eine Dateianalyse mit `file` & Co. Wichtig: Sie müssen das Bild mit Rechtsklick darauf als Grafikdatei zum Beispiel unter dem Namen `black.png` speichern, um die darin gegebenenfalls enthaltenen Metadaten mitzunehmen; Sie verlieren sie, wenn Sie die Grafik in die Zwischenablage kopieren und von dort etwa in eine Bildbearbeitungssoftware einfügen.

`file` liefert leider keinen Hinweis, aber `exiftool` listet zwei ungewöhnliche Metadaten-Einträge auf:

```
Comment: Zip-Password: jubilaeum
Warning: [minor] Trailer data after
          PNG IEND chunk
```

Wenn `jubilaeum` das Passwort zum Entschlüsseln eines Zip-Archivs ist, wo ist dann das Zip-Archiv? Die Warnung liefert einen ersten Hinweis. Sie besagt, dass sich weitere Daten hinter der Zeichenfolge `IEND` befinden, die das Ende der Bilddaten in einer PNG-Datei markiert.

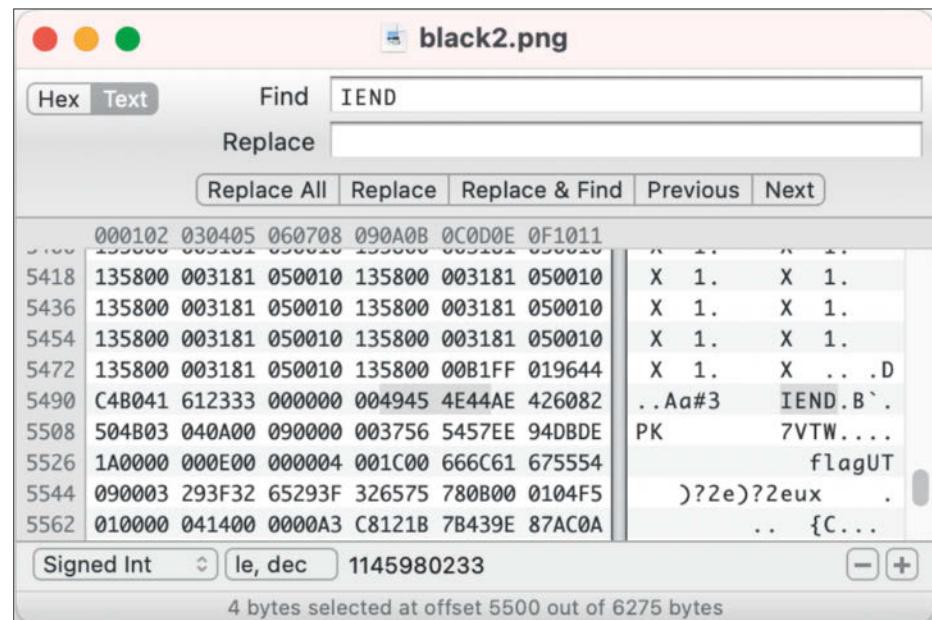
Ein Blick in die Datei mit einem Hex-Editor nährt den Verdacht, dass es sich um Zip-Daten handeln könnte (siehe Bild

unten), weil Zip-Archive mit dem Header `PK` beginnen. Ein weiteres Indiz für die Richtigkeit der Vermutung bekommt man mit dem Tool `binwalk`, das die Struktur von Dateien aufdröselst: Ein `binwalk black.png` fördert zutage, dass genau an der ausgewählten Stelle ein Zip-Archiv anfängt.

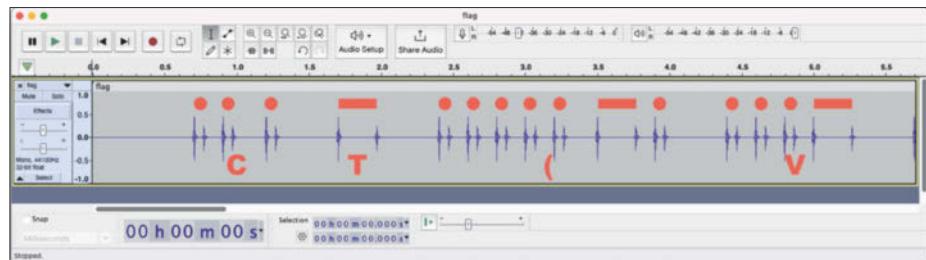
Man muss das Zip-Archiv nicht auf irgendwelchen Umwegen aus dem PNG klauben, um es entpacken zu können, sondern bedient sich eines Tricks: Das Kommandozeilenprogramm `unzip` interessiert sich nämlich nicht für etwaige Datenblindäume wie in diesem Fall das PNG-Bild, sondern arbeitet sich stoisch zu den Zip-Daten vor und entpackt die darin enthaltenen Dateien. Also `unzip black.png` eintippen, und siehe da, ein Passwort ist zum Entpacken erforderlich: `jubilaeum` führt zum Erfolg und es landen drei Dateien auf der Platte: `flag`, `link` und `cipher.txt`.

Tipp: Der Dateitrancheur für die Kommandozeile `foremost` kann allerlei Typen von Dateien auseinandernehmen und ihre Bestandteile auf Platte speichern, falls `binwalk` mal mehr als nur eine angehängte Zip-Datei finden sollte.

In `flag` könnte eine Flagge stecken. Gibt man den Inhalt etwa mit `cat flag` aus, erscheint `pg(Ovajnyxre)s`. Das sieht nach einer Flagge aus, aber kodiert. Aus vergangenen Rätselauflösungen haben Sie sicher mitgenommen, dass jetzt ein guter Zeitpunkt ist, den CyberChef herbeizu-



In einem Hex-Editor wie Hex Fiend für den Mac sieht man, dass auf den IEND-Header der PNG-Datei weitere Daten folgen. Die vier Bytes danach sind die Prüfsumme für den Header, dann folgen die Zeichen P und K, ein starker Hinweis, dass es sich um Zip-Daten handelt.



**Man kann das MP4-Video mit dem Audioeditor Audacity öffnen und darin die Längen der Klicks und Pausen bestimmen. (Dits und Dahs sowie die korrespondierenden Buchstaben wurden nachträglich in Rot hinzufügt.)**

holen und ihn das Rezept ROT13 kochen zu lassen. Tut man das, ist das Resultat: ct(Binwalker)f, tadaa!, die nächste Flagge.

Geht man nach diesem Schema bei der Datei link vor, erhält man <https://pulsar.heise.de/s/HGEMRYqZBeRRFQB>. Das dürfte die nächste Station der Schnitzeljagd sein.

## Vigenère

Aber erst einmal gilt es, die Datei cipher.txt zu inspizieren. Die ersten Zeilen lauten:

Hier kommt Frisch aus Nerdistan:

ct(NXOHOFEZRKGPEIHHNSTTNLK)f

Das Obige ist **\*nicht\*** die Flagge.

Darunter steht des Weiteren, dass man ein Schüsselwort zum Entschlüsseln braucht. An der ersten Station gab es [MEMO] CTMAGAZIN zu lesen. CTMAGAZIN könnte das Schüsselwort sein. Aber mit welchem Verfahren wurde der Text verschlüsselt? Das absichtlich falsch großgeschriebene Frisch zieht den Blick erst an und lenkt ihn dann auf unsere Sonderrubrik „Frisch aus Nerdistan“ (siehe das Inhaltsverzeichnis auf Seite 6 in c't 25/2023). Unter der Rubrik findet sich ein einziger Artikel, und zwar über die historische Vigenère-Chiffre. Also zurück zum CyberChef, NXOHOFERZKGPEIHNSTTNLK ins Eingabefeld kopiert, das Rezept „Vigenère Decode“ ausgewählt und als Schüssel CTMAGAZIN eingetippt. Im Ausgabefeld erscheint LECHIFFREINDECHIFFRABLE. Le chiffre indéchiffrable, die unknackbare Verschlüsselung, wie sie lange genannt wurde [2]. ct(LECHIFFREINDECHIFFRABLE)f ist somit Flagge Nummer 5.

Sternenbanner

Die sechste und letzte Flagge müsste über den verbleibenden Link zu erobern sein. Dahinter wartet eine Zip-Datei mit dem

Namen stars-and-stripes.zip auf den Download. Darin befinden sind zwei Dateien: eine README mit einem Warnhinweis und ein Video mit einem mehr oder weniger rhythmischen Geflacker und einem dazu synchronen Geklacker.

Könnte Morse sein. Kurze und lange Signale lassen sich raushören und einige anhand des internationalen Morsealphabets in Buchstaben übersetzen, aber kuriöserweise hört und sieht man auch sehr lange und sehr, sehr lange Signale, so als ob der Morser beim Geben unter Sekundenschlaf gelitten hat.

Der entscheidende Hinweis steckt im Namen der Zip-Datei sowie im Titel des Videos: Stars & Stripes. So wird die Flagge der Vereinigten Staaten von Amerika genannt. Handelt es sich womöglich um einen Morsedialekt? Genau, es gibt nämlich einen American Morse Code aus den 1840ern, der sich aber nicht durchgesetzt hat. Kein Wunder, selbst die Morseprofis in der c't-Redaktion hatten ihre liebe Müh' beim Hinhören.

Als Rätselfreund kann man zum Glück mit diversen Tools daran arbeiten, um die Längen der An- und Aus-Phasen zu ermitteln und daraus die Morsezeichen abzuleiten.

Das geht zum Beispiel, indem man das Video direkt in den frei erhältlichen Audioeditor Audacity lädt. Zoomt man in den Wellenverlauf, sieht man die einzelnen Klicklaute, einen mit etwas stärkerer Amplitude beim Drücken der Taste, einen mit schwächerer beim Loslassen. Verstreicht wenig Zeit dazwischen, ist es ein „Dit“ (Punkt), verstreicht dreimal so viel Zeit, ist es ein „Dah“ (Strich). Es gibt auch fünf- und sechsmal so lange Impulse, im folgenden Transkript dargestellt durch die Unicode-Zeichen Two-Em Dash (U+2E3A) und Three-Em Dash (U+2E3B), die für den Buchstaben L und die Ziffer 0 stehen. Kurze Pausen in der Länge eines Dit gehören zu einem Morsesymbol, etwas län-

gere trennen die Symbole voneinander und noch längere dienen als Worttrenner (markiert mit einem Schrägstrich):

... - .. - . - . - . - . - . - . / - . - . - . - . /  
- . - . - . - . / ... - - - / - . - . - . - . - . / - .  
- . - . - . - . - .

Schlägt man die Codes zum Beispiel im englischsprachigen Wikipedia-Eintrag zu American Morse Code nach, erhält man CT(VIELEN DANK FUER 40 JAHRE TREUE!) F (in Kleinbuchstaben war auch okay für uns). Wir haben auch Flaggen ohne Leer- und Ausrufezeichen gelten lassen, weil sie das Ergebnis mühevoller Interpretation waren, wenn Sie versucht haben, die Signale als internationalen Morsecode zu dekodieren.

Auch die Videodaten kann man zum Dekodieren heranziehen. Wenn man aus dem Video beispielsweise mit dem Befehl

```
ffmpeg -i flag.mp4 flag.gif
```

ein animiertes GIF produziert und das in GIMP öffnet, zeigt der Reiter „Ebenen“ die Dauer eines jedes Einzelbilds an. Ein Dit dauert 100 Millisekunden, ein Dah 300. Damit erhält man dieselben Informationen wie zuvor aus der Wellenform.

## Gewinner

Unsere Losfee hat zufällig eine Einsendung (Nr. 1136 von 1359) mit der korrekten Flagge für genau diese Station gezogen: Der Hauptpreis, ein iPad Pro, geht damit an Doris H. aus Karlsruhe, die alle sechs Flaggen erobern konnte. Viel Freude mit dem Tablet!

Auch diesmal vergeben wir wieder Sonderpreise der Redaktion. Ein Exemplar der Sci-Fi-Kurzgeschichtenbände „Ausblendung. Wege in die virtuelle Welt“ und „Massaker in RobCity“ geht an René L. aus Leipzig dafür, dass er die erste richtige Flagge eingesendet hat und

## Spaß mit Flaggen: Schnitzeljagd-Statistik

Station	Flagge	richtige Einsendungen
QR-Code	ct(Merry Xmas)f	296
40.png	ct(Feierlaune)f	267
Daten-URL	ct(Binwalker)f	239
Matrjoschka	ct(Матрёшка)f	238
Vigenère	ct(LECHIFFREINDECHIFFRABLE)f	189
Stars & Stripes	CT(WIENEN DANK FUER 40 JAHRE TREUHE!)E	130

# Maschinelles Lernen leicht gemacht!

Webinar-Serie „Einführung in  
Machine Learning mit Python“

KI und Machine Learning sind aus der heutigen IT-Welt nicht mehr wegzudenken. Wer den Einsatz von maschinellem Lernen für eigene Projekte prüfen und umsetzen möchte, erhält in dieser Webinar-Serie einen Überblick sowohl über die Grundlagen als auch über die Grenzen der künstlichen Intelligenz.

Eigene Programmierübungen in Python werden mit Theorie, Demonstrationen, und Hands-on-Experimenten abwechslungsreich unterstützt.



**11. Januar**

Python-Grundlagen und  
Datenaufbereitung mit  
NumPy und pandas

**18. Januar**

Datenaufbereitung und  
-visualisierung mit pandas  
und Matplotlib

**25. Januar**

Grundlagen und überwachtes  
Lernen mit scikit-learn

**8. Februar**

Entscheidungsbäume,  
unüberwachtes und  
bestärkendes Lernen

**15. Februar**

Deep Learning: Künstliche  
neuronale Netze mit Keras  
und TensorFlow

**Jetzt Kombi-Rabatt sichern:**  
[heise-academy.de/webinare/mlpython124](http://heise-academy.de/webinare/mlpython124)





Für besondere Einsendungen loben wir Sonderpreise aus: je ein Exemplar der Sci-Fi-Kurzgeschichtenbände „Ausblendung. Wege in die virtuelle Welt“ und „Massaker in RobCity“.

als Erster alle sechs Flaggen eingesammelt hat. Nach ihm hatten Oliver W. aus Achstetten und Johannes K. aus Hannover alle Sechse richtig und verdienen damit ebenfalls den Sonderpreis. Einer geht an Michael S. aus Euskirchen für das erste eingesandte Python-Skript, das mit Hilfe der Bildverarbeitungsbibliothek OpenCV die Videodatei einliest, die aufeinanderfolgenden weißen und schwarzen Frames auszählt und daraus ein Transkript aus Dits und Da[aaa|aaaaa]s erzeugt, das man zum Beispiel dem American Morse Code Translator (siehe [ct.de/y3jx](http://ct.de/y3jx)) vorsetzen kann.

### Adventsrätsel

Nun zu den drei neuen Rätseln. Beim ersten sollen Sie herausfinden, welcher Weihnachtsbaum nicht zu den anderen

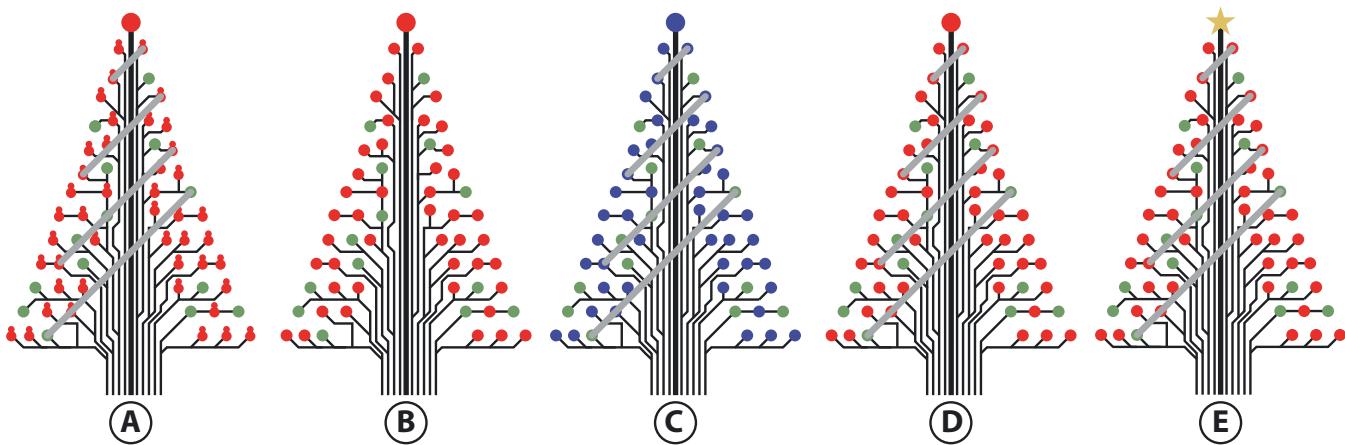
passt. Als Lösung geben Sie bitte A, B, C, D oder E an. Wie Sie Lösungen einsenden, steht im Kasten „Gewinnen Sie einen Energiesparserver“ am Ende dieses Artikels.

Nummer 2 ist ein Georätsel. Das Lösungswort hat zehn Buchstaben.

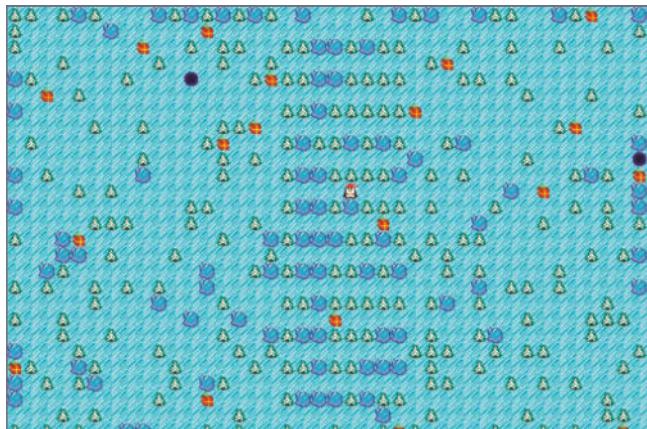
Beim dritten Rätsel begegnen Sie wieder Chilly, dem übers Eis rutschenden Pinguin aus dem Rätsel in c't 19/2023, S. 64. Chilly hat einen Saisonjob bei Santa Claus angenommen: Er soll für ihn Geschenkpakete einsammeln. Da nicht mehr viel Zeit bis Weihnachten ist, muss er sich sputen. Helfen Sie Chilly, indem Sie die kürzestmögliche Route über sämtliche Pakete bis zum Ziel finden. Wie im vergangenen Rätsel ist damit diejenige mit den wenigsten Zügen gemeint. Notieren Sie als Lösungswort wieder die Route mit

## Adventsrätsel 2023

**Rätsel 1:** Welcher Baum passt nicht dazu?



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



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

D für runter, U für rau, L für links und R für rechts, also etwa DLULURULDRD.... Das Spiel zeigt sie unterhalb des Spielfelds an.

Die besten zehn Prozent der eingesendeten Routen bekommen zwei Lose, die besten fünf Prozent drei, alle anderen mit einer korrekten Lösung nur eines. Sie können uns ein Weihnachtsgeschenk machen, wenn Sie in die Mail mit der Einsendung schreiben, wie Sie auf die Zugfolge gekommen sind. Besonders gerne würden wir Programme mit cleveren Solvern von Ihnen bekommen.

Anders als beim ersten Chilly-Rätsel gibt es nicht nur zwei Löcher, die miteinander verbunden sind, sondern derer drei. Durch Spielen oder Reverse Engineering müssen Sie herausfinden, wo Chilly auftaucht, wenn er in ein Loch fällt. Und noch etwas ist neu: Chillys eisige Welt ist ein Torus. Das heißt, wenn er an einem Rand rausrutscht, erscheint er am gegenüberliegenden Rand und rutscht in derselben Richtung weiter bis zu einem Hindernis. Sie müssen das Spiel nicht herunterladen, sondern können es online spielen (siehe

[ct.de/y3jx](http://ct.de/y3jx), getestet mit Chrome und Firefox). Viel Spaß und Erfolg bei allen Rätseln!

(ola@ct.de) ct

## Literatur

- [1] Oliver Lau, Gut gebettet, Mit Daten-URLs Bilder und andere Daten in Textdokumente integrieren, c't 10/2023, S. 152
- [2] Wilhelm Drehling, Cäsar im Quadrat, Historische Kryptografie: Vigenère-Chiffre in Python programmiert, c't 25/2023, S. 154

**Santa-Chilly-Spiel, Links auf weiterführende Informationen:** [ct.de/y3jx](http://ct.de/y3jx)

## Anzeige

### Gewinnen Sie einen Energiesparserver

Als Gewinnerin unserer letzten Schnitzeljagd darf sich Doris H. aus Karlsruhe auf ein von Gravis zur Verfügung gestelltes Apple iPad Pro (2022) mit einer Bildschirmdiagonale von 11 Zoll (27,96 cm) im Wert von über 1000 Euro freuen. Das iPad Pro in Spacegrau nutzt Apples aktuellen M2-Prozessor mit 8-Core-CPU und 10-Core-GPU. Es bietet 128 GByte Speicherplatz. Für gestochener scharfe Fotos ist die integrierte Weitwinkelkamera mit 12 Megapixel (MP) zuständig. Hinzu kommt eine 10-MP-Ultraweitwinkel-Rückkamera und LiDAR-Scanner für faszinierendes AR. Die 12-MP-Ultraweitwinkel-Frontkamera mit Folgemodus komplettiert den Kamerareigen.

Wer in der aktuellen Rätselrunde erfolgreich Lose sammelt, hat die Chance auf einen kompakten Server aus dem Hause Thomas Krenn. Das speziell für diese Verlosung zusammengestellte Sondermodell mit passiver Kühlung und Intel Core



Bild: Thomas Krenn

**Dieses Mal winkt als Preis für fleißige Rätsellöser mit etwas Glück ein Energiesparserver von Thomas Krenn.**

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

Wenn Sie an der Verlosung teilnehmen wollen, schicken Sie uns eine Mail an [40.Geburtstag@ct.de](mailto:40.Geburtstag@ct.de) mit dem Betreff c't-Rätsel 28/2023 – LÖSUNG, wobei LÖSUNG

durch eine Lösung zu den drei Rätseln zu ersetzen ist. Für jede Lösung senden Sie uns bitte eine separate Mail zu.

Wenn Sie in den Mails Ihre postalische Anschrift angeben, erleichtern Sie uns damit das Versenden des Preises. Rechtzeitig bis 23:59:59 am Stichtag 10.12.2023 eingegangene Einsendungen mit der jeweils richtigen Lösung nehmen an der Verlosung teil. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Mitarbeiter von Heise dürfen nicht am Gewinnspiel teilnehmen. Pro Person darf genau eine Mail pro Rätsel eingesendet werden, Mehrfacheinsendungen für ein und dasselbe Rätsel führen zur Disqualifikation. Wenn Sie eine Einsendung korrigieren oder etwas nachtragen wollen, vermerken Sie das bitte mit dem Wort KORREKTUR oder NACHTRAG am Ende des Betreffs.

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



**Der Lohn der Mühe bei unserer vergangenen Schnitzeljagd: ein Apple iPad Pro (2022).**

Bild: Gravis

# Endlich WAlnachten

## 36 Geschenktipps der c't-Redaktion

**Die KI stellt alles auf den Kopf! Wirklich alles? Nein. Eine Schar unbeugsamer Schreiberlinge ließ es sich auch dieses Jahr nicht nehmen, 36 handverlesene Tipps für den Gabentisch zusammenzustellen.**

**A**ls Linux-Pinguin hatte man es noch nie leicht. Ständig von Aufmacher-Casting zu Aufmacher-Casting, dann das Gebiege im Drahtgittermodell der 3D-Software und das ständige Herumfuchteln mit gerendernden Schraubendrehern und anderem Werkzeug. Aber das Thema Artificial Intelligence, das es immerhin als deutschsprachiges Akronym KI in die Alltagssprache geschafft hat, setzt eindeutig einen drauf. Mich als Tannenbaum in die Landschaft zu stellen – das hätte sich der Art Director nie getraut.

Aber keine Angst: Zwar durfte die KI in den Titelbildern zu unseren Rubriken so einiges mit mir als Pinguin anstellen, doch die 36 Geschenktipps der Redaktion sind auch in diesem Jahr in

liebevoller Handarbeit entstanden, unterfüttert mit viel „Human Intelligence“ aus Europas größter IT-Redaktion. Jede Empfehlung wurde auf Herz und Nieren geprüft, hinter jeder steht ein Artikel von c't oder den Schwesterzeitschriften Make und Mac & i. Tipps fürs smarte Heim, für Nerds und Bastler sowie Reisen und Outdoor-Aktivitäten sind wie jedes Jahr dabei. In der Rubrik „Spiel & Spaß“ finden Sie Anregungen für kleine und große Kinder, zum gemeinsamen Spielen oder Zocken, fürs Sofa oder unterwegs.

Besonders vielen Menschen stand dieses Jahr der Sinn nach Ablenkung von der Realität: Barbie könnte es 2023 knapp zum meistbesuchten Kinofilm schaffen, wenn Mario sie nicht im De-

zember noch überholt. In der Kategorie „andere Welten“ finden sich Geschenke, die diesem Trend folgen. Abgerundet wird das Paket von einer Doppelseite zum Thema Smartphones. Sie finden sich auf manchem Wunschzettel, doch welches Smartphone zu welchem Typ passt, ist manchmal gar nicht so einfach zu entscheiden.

Viel Spaß beim Stöbern und friedliche Feiertage,

*der Pinguin*

der Pinguin

Eine Liste mit Onlineverweisen zu den Produktvorstellungen, Tests und Praxisartikeln zu den Geschenkideen können Sie über den folgenden Link abrufen. Für c't-Abonnenten ist der Zugriff auf alle Hintergrundartikel kostenlos.

Liste verlinkter Artikel: [ct.de/y6cd](https://ct.de/y6cd)

<b>Smart Home .....</b>	<b>Seite 66</b>
<b>Auf in andere Welten .....</b>	<b>Seite 68</b>
<b>Für Nerds &amp; Bastler .....</b>	<b>Seite 70</b>
<b>Spiel &amp; Spaß .....</b>	<b>Seite 72</b>
<b>Outdoor &amp; Reisen .....</b>	<b>Seite 74</b>
<b>Jedem ein Smartphone .....</b>	<b>Seite 76</b>





Bild: Kl Midjourney | Collage c't

# Home, Smart Home



## App zum Napf! Futternapf

Preis: 110 €, c't 13/2023, S. 72

Kann Ihr Vierbeiner sich noch immer nicht selbst mit Trockenfutter versorgen? Kein Problem. Das und mehr erledigt der **Smart Pet Feeder C1** von Aqara, der per App, Sprache, Zeitplan oder Sensor seinen Napf mit Futter befüllt. Die Futterausgabe lässt sich vom Herrchen am Gerät auslösen, in der Aqara-App kann man einen Speiseplan mit bis zu acht Uhrzeiten anlegen. Auf Wunsch kredenzt der

Automat pro Durchgang bis zu zehn Portionen, genug auch für mittelgroße Hunde.

Für den vollen Funktionsumfang gehört noch ein ZigBee-Gateway von Aqara unter den Tannenbaum, denn erst dieses erlaubt den Fernzugriff per App. Aqara hat unterschiedliche Modelle ab 50 Euro im Angebot. Mehr Smart-Home-Spielereien sind in Kombination mit weiteren Aqara-Komponenten möglich. So kann man den Automaten mit einem Bewegungsmelder koppeln, um eine Fütterung nur bei Tiersichtung auszulösen. (sha@ct.de)

## Schalten und walten Tablet und Smart Display

Preis: 680 €, c't 16/2023, S. 42

In der dunklen Jahreszeit übt das Sofa große Anziehungs-kraft aus. Ob Lesen, Surfen, Spielen oder Videoschauen: Auf einem großen Tablet-Display macht Unterhaltung mehr Spaß als auf einem kleinen Handy-Screen. Das **Pixel Tablet** von Google bietet genau das und kann sogar noch mehr: Wenn man es nicht braucht, liegt es nicht einfach nur dumm rum und entlädt seinen Akku, sondern es schafft den Spagat zwischen Tablet und Smart Display.

Hat man das Tablet nicht in der Hand, pappit man es via Magnet ans mitgelieferte Dock, das den Akku auflädt und es in ein schlaues Display mit Audiowiedergabe und Smart-Home-Steuerung verwandelt. Der Clou daran: Im Dock steckt ein Lautsprecher, so dass man das Ge-spann auch als Streaminglautsprecher verwenden kann.

(spo@ct.de)





## Herzlicher Protokollant Waage mit Herz-Kreislauf-Messung

Preis: 200 €, c't 6/2023, S. 82

Schlemmen gehört genauso zur Weihnachtszeit wie ein Tannenbaum. Wer im neuen Jahr etwas abnehmen und mehr Sport treiben will, bekommt Unterstützung von der smarten Waage **BodyComp** von Withings. Sie präsentiert auf ihrem LC-Display das Gewicht auf zwei Nachkommastellen genau. Zudem ermittelt sie mithilfe der elektrischen Leitfähigkeit des Unterkörpers die Körperzusammensetzung und zeigt die prozentualen Anteile von Knochen- und Muskelmasse und den Fettanteil an.

Besonders ist, dass die Waage die sogenannte Pulswellengeschwindigkeit (PWG) ermittelt. Sie ist ein Maß für die Geschwindigkeit, mit der sich die vom Herzschlag erzeugten Wellen entlang der Arterien bewegen. Aus diesen Daten errechnet die zugehörige App das Gefäßalter und die Herzgesundheit. (spo@ct.de)

## Smarte Heizung

### Vertikalheizer

Preis: 65 €, c't 7/2023, S. 78

Die Winter werden zwar wärmer, aber irgendwann muss man dann doch die Heizung anwerfen. Mit einer kleinen, smarten Miniheizung lässt sich der Großheizungsreflex vielleicht ein paar Tage länger unterdrücken. Der 57 Zentimeter hohe Vertikallüfter **Sichler LV-860** ist mit einem Keramikheizelement ausgestattet und bietet zwei Heizstufen mit 1200 Watt oder 2000 Watt.

Per WLAN lässt sich der Lüfter mit dem Internet verbinden und per App steuern. Über den Dienst IFTTT kann man ihn mit beliebigen Triggern verbinden und etwa dann heizen lassen, wenn der Strom eines Balkonkraftwerkes ansonsten verpuffen würde oder die Kilowattstunde bei einem Börsenstromtarif besonders günstig ist. Wegen der Schwenkmechanik taugt der Lüfter auch für den Sommer, um unter dem Schreibtisch für eine leichte Brise zu sorgen. (sha@ct.de)



## Abgedreht Smartes Heizkörperthermostat

Preis: 85 €, c't 22/2023, S. 22



Auch der schönste heilige Abend neigt sich einmal dem Ende entgegen. Sobald alle im Bett liegen, muss die gute Stube nicht mehr auf Wohlfühltemperatur beheizt werden. Schön wäre es aber, wenn es zum Frühstück wieder gemütlich warm ist. Dafür sorgen smarte Thermostate.

Besonders viele Funktionen ohne Zwang zur Cloud liefert der **Homematic IP Evo** von EQ3. Das batteriebetriebene Gerät ersetzt mit wenigen Handgriffen alle gängigen, manuellen Heizungsregler.

Es funkts im 868-MHz-Band und benötigt eine Homematic IPs Smart-Home-Zentrale (50 Euro), die auch weitere Smart-Home-Geräte des Herstellers einbinden kann. So lassen sich Temperaturen zeitgesteuert, aus der Ferne oder per Sprachassistent einstellen. (spo@ct.de)

## „Kaffee, heiß!“

### Smarter Kaffeevollautomat

Preis: ab 500 €, c't 11/2023, S. 85

Kaffee aus dem Replikator? Ganz so weit sind wir dann doch noch nicht. Die Vollautomaten der **2300er und 3300er Serie** von Philips schaffen es mit dem neuesten Firmwareupdate aber immerhin, eines der ältesten Versprechen der Smart-Home-Technik einzulösen: Kaffee auf Zuruf. Hierzu musste man die Maschine nur per WLAN ins Netz hieven und in der Coffee+-App die „Fernbrühung“ aktivieren.

Ob Espresso, Americano, Latte macchiato oder Cappuccino: Nachdem man den entsprechenden Alexa-Skill aktiviert hat, gehorcht Amazons Sprachassistent aufs Wort und bereitet das Getränk der Wahl zu. Zwar geht das „Alexa, sag Coffee Plus, brühe mir einen Kaffee“ am frühen Morgen nicht ganz so flüssig über die Lippen, besser als Aufstehen ist es aber allemal. (sha@ct.de)





Bild: Kl MidJourney | Collage c't

# Andere Welten

## Adlerauge

### Digitalmikroskop für Löter und Entdecker Preis: 180 €, c't 9/2023, S. 74

Wer löten will, braucht eine ruhige Hand und eine feine Lötspitze. Das Digitalmikroskop **Tomlov DM201** zeigt die winzigen Lötstellen auf seinem hellen und kontrastreichen 7-Zoll-Display so stark vergrößert an, dass man mit der Lötspitze besser zielen kann. Sein Kamerasensor nimmt 5376 × 3024 Pixel (16,2 Megapixel) auf.

Bilder des Mikroskops sind auf SD-Karte speicherbar und man kann sie via HDMI auf externen Displays anzeigen. Sechs LEDs beleuchten das zu betrachtende Objekt. Das muss übrigens nicht immer ein elektronisches Bauteil sein: Das Tomlov DM201 eignet sich auch, um Fundstücke aus der Natur zu begutachten und in Miniaturwelten einzutauchen. (spo@ct.de)



## (Un-)endliche Weiten

### Sternenprojektor Preis: 200 €, c't 28/2023, S. 83

Wenn der Blick auf die Milchstraße am schönsten ist, sind es draußen meist nur noch 15 Grad und es ist 3 Uhr in der Nacht. Wie praktisch, dass man sich ein wenig „Oh“ und „Ah“ auch mit dem **Galaxy Light Projector Pro** von Govee ins Haus holen kann. Lichter aus, Projektor an die Decke richten und staunen.

Das kompakte Gerät kombiniert drei Projektionseinheiten: Blaues Laserlicht sorgt für den Sternenhimmel, eine RGB-Projektion für umgebende Farbnebel und ein Projektor mit acht drehbaren Motivscheiben für hereinschwebende Tierkreiszeichen oder Planeten. Mithilfe der Bluetooth-Kopplung zur Begleit-App und eingebauten Lautsprechern kann der Projektor die Sternenbilder mit Hörspielen oder Einschlafliedern akustisch untermalen. Die Zeit bis zur Sichtung der echten Milchstraße im nächsten Italienurlaub vergeht so wie im Flug. (sha@ct.de)



## Bildwerfer

### Portabler LED-Projektor Preis: 120 €, c't 3/2023, S. 98

Helle Heimkinoprojektoren sind groß, schwer und teuer. Wer spontan im Kinderzimmer, auf der Terrasse oder im Urlaub Filme, Fotos oder Spiele auf großer Fläche genießen will, greift zu portablen LED-Beamern. Die sind zwar nicht ganz so hell, dafür aber viel günstiger und lassen sich fast überallhin mitnehmen.

Der Karton für den **Aopen Z10** enthält ein Netzteil, einen WLAN-Dongle und eine Fernbedienung. Für den Filmabend spielt er Inhalte vom Notebook, USB- oder Streaming-Stick und von einer Speicherkarte. Er war zwar der Laufende in unserem Test, bietet aber ein kontraststarkes Bild mit ausgewogenen Farben und projiziert sogar hochkant sowie beim Spielen mit einer variablen Bildwiederholrate bis 60 Hertz. (spo@ct.de)

## Privatkonzert

### In-Ear-Kopfhörer mit ANC

Preis: 300 €, c't 21/2023, S. 76

Mit den angenehm sitzenden In-Ear-Kopfhörern von Sony sind alle Nächte des Jahres stille Nächte. Die **WF-1000XM5** filtern gleichmäßige Nebengeräusche und Straßenlärm nahezu perfekt heraus. Praktisch: Sobald man spricht, können die Kopfhörer die Wiedergabe automatisch pausieren und auf akustischen Durchzug schalten. Der Transparenzmodus sorgt dann dafür, dass man die Umgebung deutlich hört.

Mit einer Akkuladung halten sie acht Stunden durch, ohne die aktive Geräuschunterdrückung sind es sogar zwölf Stunden. Die Aufbewahrungsbox lädt die Kopfhörer zweimal auf, bevor sie selbst ans USB-Kabel oder den Qi-Lader muss. In der Grundabstimmung klingen die Kopfhörer unaufdringlich, differenziert und mit klarer Stimmwiedergabe, ohne dabei aber Bass und Höhen vermissen zu lassen. (spo@ct.de)



## Beam me up!

### Kombinierte VR/AR-Brille

Preis: ab 550 €, c't 24/2023, S. 50

Apples Vision-Pro-Brille steht wohl auf manch einem Wunschzettel ganz oben. Aber die kostet ein bis zwei Monatseinkommen und – viel wichtiger – ist noch gar nicht verfügbar. Da kommt die **Meta Quest 3** gerade recht, um die Wartezeit bis zum „next big thing“ zu verkürzen. Die jüngste VR-Brille aus dem Facebook-Konzern liefert mit verbesserter Optik und höher auflösenden LCDs ein deutlich natürlicher wirkendes VR-Erlebnis als ihr Vorgänger – und das bei besserem Tragekomfort. (sha@ct.de)



## Taschenbücherei

### E-Book-Reader mit Lautsprecher Preis: 290 €, c't 17/2023, S. 94

Leseratten können mit dem **PocketBook InkPad 4** ihre ganze Sammlung mitnehmen: Mit seinen 32 GByte Speicher fasst der Reader einige Tausend Bücher und bietet genug Platz für etliche Hörbücher. Das E-Ink-Carta-1200-Display mit 19,8 Zentimetern (7,8 Zoll) passt seine Beleuchtung an die Tageszeit an und ist so groß, dass man nicht ständig umblättern muss, aber kompakt genug, um den Reader in der Tasche verschwinden zu lassen.

Der Reader unterstützt alle gängigen E-Book-Formate wie EPUB, PDF, MOBI und weitere. Sogar Bücher im Kindle-Format (ohne Kopierschutz) verdaut er, genauso Leihbücher aus öffentlichen Büchereien. Den Lesestoff befördert man über die USB-C-Buchse oder WLAN auf den Reader. Unterwegs klappt das auch via Dropbox, über die PocketBook-Cloud oder per E-Mail. Wenn die Augen müde werden, liest der InkPad 4 die Bücher über Bluetooth-Kopfhörer oder den eingebauten Lautsprecher auch vor. (spo@ct.de)





Bild: KI Midjourney | Collage ct

# Für Nerds und Bastler



## Maker-Auge

### WLAN-Kamera

Preis: 15 €, c't 6/2023, S. 30

Mit einem überschau-baren Bastelprojekt lässt sich die Zeit zwischen den Jahren trefflich überbrü-cken. Das günstige **AI-Thinker**

**ESP32-CAM-Modul** ist ein solches Projekt. Mit der im Set enthaltenen 2-Megapixel-Kamera kann man etwa den Füllstand der Kaffeekanne beobachten, auf eine hungrige Katze achten oder einen analogen Wasserzähler auslesen.

Für die Firmware gibt es verschiedene Möglichkei-ten: Tasmota ist eine besonders einfache, um das Modul zum Leben zu erwecken. Dafür muss man die Firmware flashen, was mit der in c't 6/2023, Seite 30 erschienenen Anleitung leicht gelingt. Über die Tasmota-Konsole auf dem Browser wählt man danach das richtige Modul und kann anschließend Optionen wie Auflösung, Videostreaming und Helligkeit steuern. (Stella Risch/sha@ct.de)



## Kling Brettchen, klingelingeling!

### Soundbausatz

Preis: rund 40 €, Make 4/2023, S. 119

Wie führt man seine Kinder spielerisch an Technik heran? Kosmos hat mit seiner Maker-Serie drei Einsteigerprojekte im Repertoire. Zur Auswahl stehen eine farbwechselnde LED-Lampe, ein analoger Linienverfolgungsroboter und ein digitaler Synthesizer. Letzterer, die **Sound Machine**, gefiel den Kollegen von der Make am besten.

Die Projekte richten sich an Kinder zwischen 10 und 14 Jahren und sind schnell zusammengebaut: Schrauben eindrehen, Kabel, Widerstände oder LEDs stecken und mit einer Batterie bestücken. Die Klänge lassen sich über Widerstände anpassen: Der linke Drehknopf verändert die Tonhöhe oder man erzeugt mit Jumfern andre Klänge, die an einen Roboter oder ein Theremin erinnern. Wer sich am Weihnachtsabend den gefürchteten Blockflöteneffekt ersparen möchte, legt Kopfhörer bei. (Stella Risch/sha@ct.de)



## Wissenschaftsbrett

### Programmierlernplattform für Kids

Preis: 100 €, Make 3/2023, S. 113

Ein Gehäuse? Darauf kann man verzichten. Die Platine **Oxo-card Science** ist eine Lernplattform für Programmieranfänger ab 14 Jahren. Sie baut auf dem bei Makers beliebten ESP32 auf und ist mit Display, Lautsprecher, Eingabe-Pad und Bewegungs- wie Umweltsensoren ausgestattet. Die mit künstlerischen Motiven bedruckte Leiterplatte macht unterm oder auch am Tannenbaum eine gute Figur.

Für den schnellen Start sind einige Onlinespiele und Demos installiert. Zum Leben erwacht das System, sobald man es über den Browser am Rechner mit dem Oxoscript-Editor verbindet. Dort lassen sich die in der vereinfachten Python-Variante NanoPy vorliegenden Skripte verändern oder neue programmieren. Wie schrieb der Kollege von der Make: „Wäre ich 14, wäre ich Feuer und Flamme.“ (sha@ct.de)



## Sanfter Schrauber

### Mini-Akkuschrauber

Preis: 65 €, c't 12/2023, S. 134

Schraube locker? Da hilft ein Griff zu Boschs Mini-Akkuschrauber **GO** aus der Professional-Serie. Kollege Michael Link hat ihn im Rahmen eines Artikels zu den Lieblings-Tools der Redaktion vorgestellt. Im verlinkten Artikel sind auch noch andere Schätze zu finden.

Der GO kommt in einem kleinen Werkzeugkoffer mit einem 25-teiligen Bit-Set. Er wird über Micro-USB geladen und ist mit einer fünfstufig einstellbaren Drehmomentsperre von 0,2 bis 5 Nm ausgestattet. Besonders praktisch: Der Kopf läuft bereits an, wenn man ihn auf eine Schraube aufsetzt und kurz drückt.

(sha@ct.de)

## Hackbrett

### Tastatur mit integriertem Raspi

Preis: 110 €, c't 27/2023, S. 30

Der **Raspberry Pi 400** kann den Grundstein für eine Karriere als Hacker oder Security-Spezialist legen. Mit wenigen Klicks ist darauf Kali Linux installiert, das etliche Hacking-Tools mitbringt, die man ansonsten mühsam installieren müsste. Danach schließt man Monitor und Strom an und kann direkt loshacking, denn die Tastatur ist bereits integriert.

Wer Kali durchgespielt hat oder keine Freude daran findet, kann auch das neutrale Raspberry Pi OS installieren und den Raspi 400 als einfachen Surfcomputer oder für etliche Raspi-Projekte nutzen. Der Tastatur-PC ist so flott wie ein Raspi 4 und weitgehend zu seinen kleineren, tastaturlosen Geschwistern kompatibel. Für rund 110 Euro gibts den Raspi 400 im Bundle mit Netzteil, Maus, Speicherplatte, Monitorkabel und 248 Seiten starkem Einsteigerbuch. Fehlt nur noch das Geschenkpapier. (rei@ct.de)



## Funkanzeiger

### RFID-Alarm

Preis: 20 €, c't 5/2023, S. 16

Ist die NFC-Schnittstelle des Smartphones wirklich ausgeschaltet? Und handelt es sich bei dem verdächtigen Kästchen vielleicht um einen versteckten RFID-Reader? Solche Fragen beantwortet der **RF Field Detector** von ProxGrind. Das kleine Gerät leuchtet auf, falls ein Gerät in der Nähe kommunizieren möchte. Zudem ist es klein, schick und macht sich gut als Schlüsselanhänger.

Das Hacking-Gadget enttarnt RFID-Reader, indem es eine rote oder weiße LED zum Leuchten bringt. Die Farbe signalisiert die gängigen Frequenzen 125 kHz (Low Frequency) oder 13,56 MHz (High Frequency, etwa NFC). Eine Batterie ist nicht notwendig, weil das Gadget den Strom drahtlos vom RFID-Gerät abzwickt. (Stella Risch/sha@ct.de)





Bild: Kl Midjourney | Collage c't

# Spiel & Spaß

## Alles im Griff

### Alternativer Controller für die Nintendo Switch

Preis: 55 €, c't 1/2023 S. 80



Auch in diesem Jahr dürfte unter so manchem Weihnachtsbaum eine Nintendo Switch liegen. Doch die Steuerung mit den mitgelieferten Joy-Con-Controllern ermüdet wegen ihrer geringen Größe die Hände relativ schnell.

Die alternativen Joy-Cons namens **Hori Split Pad Compact** sind kompatibel zur Switch und zur Switch OLED und fallen größer aus, sodass die Konsole besonders bei Erwachsenen bequemer in den Händen liegt. Als weiteres Plus gegenüber der Serienausstattung befinden sich an der Rückseite zwei Knöpfe, denen man Befehle zuweisen kann. Kleiner Wermutstropfen: Die Controller haben keine Vibrationsmotoren, keine Bewegungssensoren und keine NFC-Schnittstelle, was bei den meisten Spielen aber kaum stört.

(spo@ct.de)

## Abgedreht

### Portable Spielkonsole mit Kurbelsteuerung Preis: 200 €, c't 10/2023, S. 94

Portable Spielkonsolen sind zwar tolle Weihnachtsgeschenke, aber für Nerds nichts Besonderes. Anders die **Playdate** von Panic: Sie ist charmant und einzigartig. Die erste Besonderheit ist das monochrome LCD mit 400 × 240 Pixel, das schon andeutet, dass gute Spiele vom Konzept und nicht von High-End-Grafik leben. Der absolute Hingucker ist die knuffige Kurbel an der rechten Seite. Sie lädt nicht etwa den Akku auf, sondern ist zusätzlich zu Steuerkreuz und Knöpfen in die Spielkonzepte eingebunden.

Zur Konsole gehört der Zugriff auf 24 Spiele, etwa „Executive Golf DX“, bei dem man mit der Kurbel die Flugbahn eines Golfballs feinfühlig einstellt und dann abschlägt. Auch andere Titel setzen mit der Kurbel kreative Spielkonzepte um. Weitere Spiele findet man im Onlineshop des Herstellers, viele davon gratis oder ab einem Euro. Und wem das nicht reicht, der programmiert mit dem kostenlosen SDK unter Linux, macOS oder Windows eigene Spiele für die Playdate-Konsole.

(spo@ct.de)



## Fliegendes Auge

### Videodrohne ohne Führerscheinpflicht

Preis: 450 €, c't 6/2023, S. 88

Ob man den Weihnachtsmann auf dem Schlitten begleiten oder die Natur aus der Höhe filmen will, beides geht theoretisch mit einem Quadrocopter. Viele Modelle sind aber sehr teuer, brauchen einen Führerschein und richten sich an Profis. DJI hat mit der **Mini 3** eine abgespeckte Version der deutlich teureren Pro-Ausführung im Angebot. Sie lässt sich agil fliegen, präzise steuern und bietet eine hervorragende Stabilität, was sie für Einsteiger interessant macht. Der Akku reicht für beachtliche 38 Minuten in der Luft.

Mit ihrem geringen Maximalgewicht von unter 250 Gramm darf die Drohne ohne Führerschein geflogen werden. Wie üblich muss man sich aber auch für die Mini 3 als Pilot beim Luftfahrtbundesamt registrieren und eine Versicherung abschließen. Danach steht spannenden Flugmanövern und beeindruckenden Luftaufnahmen aber nichts mehr im Weg.

(spo@ct.de)



## Programmierbare Murmelbahn

### Gravitrax mit Programmierschnittstelle

Preis: ab 100 €, c't 23/2023, S. 178

In einer Murmelbahn gibt es eigentlich nur eine Richtung: bergab. Nicht so beim Gravitrax-System von Ravensburger, bei dem es mit den batteriebetriebenen Power-Elementen auch Aktoren gibt, die die Kugel zwar nicht levitieren, aber zumindest nach oben bewegen. Ergänzt man ein **Gravitrax-Starter-Kit** mit einem **Connect-Element**, kommt auch der Computer ins Spiel.



Der Baustein schlägt eine Brücke zwischen dem proprietären Funkprotokoll der Power-Elemente und Bluetooth LE, sodass sich die Installation über jedes Smartphone steuern lässt. Ravensburger liefert eine kostenlose App für erste Gehversuche, eine Open-Source-Bibliothek in Python ermöglicht den vollen Zugriff über den Rechner. Wichtig: Man braucht ein Starter-Set und die Power-Elemente (ab 70 Euro), um den Programmierspaß mit Connect (23 Euro) ins Rollen zu bringen.

(sha@ct.de)



## Retrozocker

### Arcade Stick

Preis: 95 €, c't 23/2023, S. 87

Egal ob am PC oder an einer Konsole: Richtiges Spielhallen-Feeling kommt kaum auf, wenn man ein Gamepad benutzt. Der **Arcade Stick** von 8BitDo hat einen klassischen Joystick mit Mikroschaltern und acht Buttons, auf denen man bei (Weltraum-)Shootern wild herumhämmern kann.

Neben dem herrlichen Retrogefühl springt und fliegt man mit Joystick präziser und bei klassischen Prügelgames wie Street Fighter liegt der Gegner schneller auf der Matte als mit einem Gamepad. Mit Bluetooth und USB-C funktioniert er unter Windows, Linux und der Nintendo Switch. (spo@ct.de)

## Nobelknüppel

### Fernbedienung für Fire TVs

Preis: 40 €, c't 6/2023, S. 90

Den günstigsten Fire-TV-Stick von Amazon gibt es mit Fernbedienung im Angebot für 25 Euro – wer braucht das schon? Amazons **Alexa-Pro-Fernbedienung** für 40 Euro? Eigentlich nur Leute, die das Teil im Dunkeln nicht blind bedienen können oder Menschen, die ab und zu ihre Fernbedienung verlegen. Also quasi jeder, der ein Fire-TV-Gerät besitzt.

Die Pro ist nicht nur besser verarbeitet und bietet eine separate Taste zur Kopplung von Bluetooth-Kopfhörern. Sie hinterleuchtet auch das Tastenfeld, sobald man sie in die Hand nimmt. Hat man sie verlegt, meldet sie sich nach einem Sprachbefehl an Alexa piepend aus der Sofaritze. Als Schmankerl bietet sie zwei Funktionstasten, die Apps oder Smart-Home-Routinen abrufen kann. (sha@ct.de)





Bild: KI Midjourney | Collage c't

# Outdoor & Reisen

## Flotter Stromer

### Schnittiges City-E-Bike

Preis: 2400 €, c't 11/2023, S. 62

Das Rose **Sneak Plus** ist schlank und auch auf den zweiten Blick kaum als E-Bike zu erkennen. Der Akku ist nahezu unsichtbar ins Unterrohr integriert.

Der Hinterradantrieb schiebt bis zur erlaubten Höchstgeschwindigkeit 25 km/h sanft und trotzdem kräftig an. Durch sein sehr niedriges Gesamtgewicht von 15 Kilogramm beschleunigt man aber auch schnell auf 30 km/h und mehr. Und obwohl das Rad keine Gangschaltung hat, muss man dabei nicht wie verrückt strampeln. (spo@ct.de)



## Simsala-SIM

### Nachrüst-eSIM

Preis: ab 33 €, c't 3/2023, S. 70



Wer oft in aller Herren Länder unterwegs ist, kennt das Problem: Nicht überall erlaubt der heimische Handyvertrag den Gebrauch mobiler Datentarife zu vertretbaren Preisen – Roaming kann teuer werden. Smartphones mit eSIM-Funktion sind die Lösung, denn Verträge lassen sich bequem online abschließen und per QR-Code aktivieren. Aber nur für die eSIM-Funktion ein neues Telefon kaufen? Das muss man nicht.

Der Anbieter **eSIM.me** rüstet die Funktion bei älteren Telefonen nach. Man kauft einmalig eine SIM-Karte, die sich danach über eine nur für Android erhältliche App mit einem Profil bespielen lässt. Vor der Bestellung steht der Handy-Check auf der Website des Herstellers: Das Gros aller Android-Telefone ist kompatibel. Bei uns arbeitete sie im Test problemlos auch im iPhone und im mobilen Router. (sha@ct.de)

## Stromspender

### Schnelllade-Powerbank

Preis: 190 €, c't 28/2023, S. 80

Diese Powerbank von Anker lädt nicht nur Smartphones und Tablets, sondern auch so manches Notebook. Die beiden USB-C-Ausgänge liefern jeweils bis zu 140 Watt, insgesamt sind bis zu 250 Watt verteilt auf drei angeschlossene Geräte möglich. Ganz schön viel für eine Powerbank, deren Kapazität gerade noch unter dem bleibt, was man im Flugzeug transportieren darf.

Außer schnellem Laden hat die **Anker Prime 27.650** noch ein paar Tricks auf Lager: Sie verbindet sich per Bluetooth mit dem Smartphone und kann piepsen, wenn sie verloren gegangen ist. Das integrierte Display informiert darüber, wie viel Strom gerade fließt und wie lange der Akku noch durchhält, bevor er selbst nachladen muss.

(sht@ct.de)



## Himmelsfunker

### Satellitenfunk zum Nachrüsten

Preis: 180 €, c't 25/2023, S. 91

Auf Wanderungen in einsamer Natur oder auf hoher See steckt man meistens in einem Funkloch. Wer in solchen Gegenden zumindest per SMS erreichbar sein möchte und in Notfällen eine Textnachricht mit Standortinformationen absetzen will, braucht ein Telefon mit Satellitenverbindung oder den Motorola **Defy Satellite Link**. Dieser rüstet bei Android-Telefonen und iPhones Satellitenfunk nach.

In dem handtellergroßen Kästchen steckt ein Satellitenmodem fürs L- und S-Band. Das nach IP68 und MIL-STD 810H gegen Wasser, Staub und Erschütterungen geschützte Gerät wird via Bluetooth mit dem Smartphone gekoppelt. 30 Nachrichten sind für 5 Euro im Monat zu haben. Telefrieren kann man über Satellit zwar nicht, für den Notfall sind Textnachrichten aber viel besser als nichts.

(spo@ct.de)



## Trainingsgehilfe

### Günstige Fitnessuhr

Preis: 70 €, c't 1/2023, S. 80

Nach den besinnlichen Tagen mit viel Schlemmerei ist im neuen Jahr die Zeit reif, den Winterspeck loszuwerden. Dabei helfen Sportuhren und Fitnesstracker. Die **Huawei Watch Fit Special Edition** ist ein Mittelding aus beidem. Ihr farbiges Touchscreen-OLED misst diagonal üppige 4,2 Zentimeter und löst mit 326 dpi sehr fein auf. So lässt sie sich gut ablesen, sieht aber auch an schmalen Handgelenken nicht klobig aus.

Die Watch Fit misst den Puls und die Blutsauerstoffsättigung und wertet Schlaf und Stress aus. Sportler zeichnen Trainings auf und im Alltag protokolliert sie Schritte und Entfernungen. Erfasst man damit nur gelegentlich Sportaktivitäten, hält ihr Akku etwa eine Woche durch. Weit länger als bei „echten“ Smartwatches, die gerne auch das Vierfache kosten.

(spo@ct.de)



## Sonnensaft

### Solargenerator

Preis: 950 €, c't 1/2023, S. 81

Der **Jackery 500** ist mit sechs Kilo zwar kein Leichtgewicht, aber mit seinem Henkel mobil genug, um im Urlaub auf dem Campingplatz, in der Gartenlaube oder bei Stromausfall Geräte mit Strom zu versorgen. Dafür hat er eine Schuko-Steckdose mit 240 Volt, eine Kfz-Steckdose mit 12 Volt sowie je eine USB-A- und -C-Buchse (5 Volt, 18 Watt).

Die Speicherkapazität von 500 Wattstunden kann sich sehen lassen. Am Netzteil ist der Jackery in 8,5 Stunden aufgeladen. Der Clou ist aber das Solarpanel. Es liefert nur 80 Watt und braucht für eine vollständige Ladung rund zwei Tage. Das ist draußen oder in der Gartenlaube aber allemal besser als ein leerles Handy, Notebook oder Tablet.

(spo@ct.de)





Bild: KI Midjourney | Collage c't

# Mobile Helper

## Sparphone

### Günstige 5G-Modelle mit Updateversprechen Preis: ab 200 €, c't 10/2023, S. 80

Es muss nicht immer Samsung & Co. sein: Vielen Menschen reicht auch ein günstiges Smartphone – insbesondere, wenn es viel Ausstattung für wenig Geld bietet. Das **T Phone** und das **T Phone Pro** haben einen MediaTek-Prozessor mit acht CPU-Kernen, der mehr als genug Leistung für Messenger, E-Mail und Browser entfaltet und lediglich bei grafisch aufwendigen 3D-Spielen an seine Grenzen kommt.

Das kleine Modell hat ein 6,5-Zoll-Display (1600 × 720 Pixel), das 50 Euro teurere Pro-Modell 6,8 Zoll (1640 × 720 Pixel). Der Speicher umfasst bei beiden Smartphones 128 GByte. Davon ist ab Werk erfreulich viel nutzbar, denn das fast aktuelle Android 13 kommt ohne Fremdanbieterprogramme. Die Telekom verspricht Sicherheitsupdates bis Januar 2026 monatlich und anschließend zumindest für ein Jahr quartalsweise. (spo@ct.de)



## Kamerahandy für Foto-Freunde

### Smartphone mit guter Kamera Preis: 800 €, c't 25/2023, S. 108

Googles Pixel-Telefone haben sich mit hoher Fotoqualität einen Namen gemacht. Das **Pixel 8** bietet eine 12-Megapixel-Kamera mit einem 50-MP-Sensor und zusätzlich eine Ultraweitwinkelkamera. Beide schießen brillante Fotos mit hohem Kontrast und satten Farben.

Zum wahren Fotokünstler wird das Pixel 8 aber durch seine Kamera-App, die mithilfe von KI die Bilder teils beeindruckend verbessert: Es gibt Funktionen, die ungewollte Bildelemente löschen, verwackelte Gesichter schärfen und bei Gruppenfotos aus einer Bilderserie ein Foto erzeugen, bei dem alle Personen lächeln und in die Kamera schauen. Wer etwas mehr ausgibt, bekommt beim Pixel 8 Pro zusätzlich ein Teleobjektiv für Makroaufnahmen. Wer sparen will, erhält beim rund 250 Euro billigeren Pixel 7/7 Pro fast die gleiche Fotoqualität. (spo@ct.de)





## Harter Knochen

### Featurephone Preis: ab 100 €, c't 7/2023, S. 67

Kein Smartphone, aber doch mehr als ein einfaches Handy: Featurephones an Handys aus den Neunzigern, können aber manche Dinge, die eigentlich Smartphones vorbehalten sind. Die größte Auswahl an Modellen kommt vom Handy-Urgestein Nokia.

Das robuste **Nokia 800 Tough**, das 2720 Flip zum Klappen und das 6300 beherrschten WhatsApp, Facebook, YouTube und einige Google-Dienste, wenn auch allesamt in abgespeckter Form. Im App-Store von KaiOS findet man außerdem einige hundert weitere Apps und Spiele, aber natürlich längst nicht die Auswahl und Qualität wie bei Android und iOS. Dafür sind die Geräte günstig, ihre Akkus halten tagelang und die Handys sind klein genug für jede Tasche.



## Fair gewinnt

### Nachhaltiges Smartphone Preis: 660 €, c't 22/2023, S. 82

Zwickt das Gewissen beim vorweihnachtlichen Konsumrausch? Dann muss die Alternative nicht gleich Flohmarkt heißen. Das **Fairphone 5** ist eine Ausnahmeerscheinung auf dem Smartphonemarkt. Der Hersteller setzt weitgehend auf recycelte oder fair gewonnene Rohstoffe und bezahlt Mitarbeitern in der Produktion mehr als den Branchenschnitt.

Ach ja, das Smartphone selbst ist mit alltagstauglicher Hardware und einem schicken OLED-Bildschirm bestückt. Updates will der Hersteller bis mindestens 2031 liefern. Und damit das Smartphone auch so lange durchhält, selbst wenn es für den depperten Nachwuchs unterm Baum liegt, lässt sich fast jedes Bauteil mit einem simplen Phillips-Schraubendreher austauschen. (rbr@ct.de)



## Bling-Bling TRON-Telefon

Preis: ab 600 €, c't 18/2023, S. 88

Das **Nothing Phone (2)** legt man am besten nicht unter, sondern hängt es direkt in den Baum. Zwischen Licherketten und Gedöns bleibt das fröhlich blinkende Smartphone garantiert unentdeckt bis zum Fest. In der zweiten Generation kann man die LEDs auf dem ungewöhnlichen Rücken des Smartphones in eigenen Blinkmustern leuchten lassen.

Dazu kann man Klingeltöne komponieren und mit anderen teilen. Das Smartphone selbst verbindet die extravagante Optik mit Smartphonetechnik der Oberklasse. Verarbeitung und Leistung stimmen, Display und Ausdauer lagen in unserem Test auf höchstem Niveau. (rbr@ct.de)



## Handschmeichler Kompaktes Smartphone

Preis: 800 €, c't 18/2023, S. 82

Moderne High-End-Smartphones punkten mit allerlei Vorzügen, doch Handlichkeit gehört in der Regel nicht dazu. Ausladende Displaygrößen machen viele Geräte zu Mini-tablets und Feinden aller Hosen-taschen. Doch der taiwanische Hersteller Asus versucht sich alle Jahre wieder daran, die Annehmlichkeiten der Oberklasse – tolle Kamera, fetter Speicher, rasante Performance – in ein kleines Gehäuse zu quetschen.

Besonders gelungen ist dies beim **Zen Phone 10**. Seinen kleinen Abmessungen von 5,9 Zoll zum Trotz läuft das Asus-Smartphönchen sogar richtig lange. (rbr@ct.de)





# Flach & stark

## Asus ZenBook Pro 16X (2023) mit Core i9-13905H und GeForce RTX 4080

**Asus packt eine leistungsstarke CPU und eine High-End-GPU in ein 16-Zoll-Notebook, das so schlank und leise ist wie andere mit viel schwächerem Innenleben. Zudem gibt es ein zusätzliches Eingabegerät für kreative Nutzer.**

Von Florian Müssig

Nutzer, die ein rechenstarkes Notebook wünschen, können aus drei Geräteklassen wählen. Gaming-Notebooks haben viel Leistung sind aber laut und mit umlaufenden RGB-LED-Lichtleisten auffällig. Workstation-Notebooks liefern ihre Leistung dezent ab, sind aber auf den Einsatz in Unternehmen ausgelegt, was man mit-

bezahlen muss. Und dann gibt es noch eine Klasse dazwischen, die der GPU-Hersteller Nvidia als Creator- oder Studio-Notebooks bezeichnet: viel Leistung in einem unauffälligen Gehäuse ohne Admin-Glück.

Asus' derzeit stärkste Interpretation dieser Klasse heißt ZenBook Pro 16X und ist ein 16-Zöller mit farbstarkem OLED-Touchscreen. Er zeigt eine hohe Auflösung (3200 × 2000 Punkte), läuft mit flüssigen 120 Hertz und hat 16:10-Format; seine Oberfläche spiegelt allerdings. Wer das Display mit dem mitgelieferten Stift bedienen möchte, muss dies in normaler Notebookposition tun. Wegen einer besonderen Mechanik lässt sich der Deckel nicht einmal flach nach hinten umklappen: Beim Anheben des Deckels wird die beweglich gelagerte Tastatur am hinteren Ende angehoben, sodass sie sich dem Nutzer entgegen neigt.

Asus betont in diesem Zusammenhang eine verbesserte Ergonomie, doch die Mechanik dient auch einem anderen

Zweck: Unter der Tastatur befinden sich Lüftungsschlitzte. Denn im weniger als zwei Zentimeter dünnen Rumpf des ZenBook Pro 16X steckt Hochleistungshardware, nämlich der 14-Kerner Core i9-13905H und der High-End-Grafikchip GeForce RTX 4080. Beide dürfen zusammen bis zu 185 Watt verheizen; das beigelegte Netzteil liefert sogar 280 Watt.

Im Alltag reizt das Notebook dieses Energiebudget aber nicht aus: Bei CPU-Last im Cinebench haben wir kurzzeitig bis zu 160 Watt Leistungsaufnahme für das Gesamtsystem gemessen, im 3DMark aber reproduzierbar nur 70 bis 80 Watt – unabhängig davon, welches Lüfterprofil wir im MyAsus-Hilfsprogramm eingestellt hatten. Die in der Tabelle aufgeführten Messergebnisse haben wir im Standardprofil ermittelt.

Dass Asus den GeForce RTX 4080 bei der Leistungsaufnahme einbremst, ist ebenso zulässig wie Absicht. Nvidia gestattet Notebookherstellern für dieses GPU-Modell TDPs zwischen 60 und 150 Watt, und das ZenBook rangiert eben am unteren Ende. Dadurch arbeitet der Grafikchip effizient und die absolute 3D-Leistung kann sich immer noch sehen lassen.

Die Effizienz kann man wiederum hören beziehungsweise eben nicht: Während Gaming-Notebooks gut und gerne 6 Sone erreichen und mitunter noch lauter werden, bleibt das ZenBook viel leiser. Wir haben im 3DMark als Alltagsbeispiel nur rund 1 sone gemessen; bei reiner CPU-Last im Cinebench werden die Lüfter doppelt so laut. Der Lärmpegel bewegt sich also in Regionen, die sonst nur Notebooks mit schwächerem Innenleben schaffen.

Bei der Wärmeabfuhr schöpft Asus übrigens aus dem Vollen, um die geringe Lautheit zu erreichen. Die anfallende Hitze wird nicht per herkömmlicher Wärmeleitungspaste, sondern mittels Flüssigmetall von CPU und GPU abgeführt, und das auch nicht direkt an Heatpipes und Kühl-lamellen, sondern über eine zwischengeschaltete Vaporchamber. Das leistungsstarke Innenleben samt elaboriertem Kühlsystem schlägt aufs Gewicht durch: Das ZenBook Pro 16X wiegt 2,4 Kilogramm; manche gleich großen (aber weniger leistungsfähigen) Konkurrenten bleiben unter 1,5 Kilogramm [1].

### Sonder-CPU

Asus verwendet im ZenBook Pro 16X (2023) ein exklusives Sondermodell von Intels Core-i-Prozessoren: Der Core i9-13905H entspricht hinsichtlich seiner Fähigkeiten,

Taktraten und Cache-Größen dem Standardmodell Core i9-13900H, hat aber ein kompakteres Packaging, welches nur 1000 statt 1250 Quadratmillimeter benötigt. Der Arbeitsspeicher wurde als LPDDR5-Chips direkt daneben aufgelötet. Solche findet man wegen ihrer höheren Effizienz üblicherweise eher in kompakten Notebooks, doch sie sind wegen ihrer gegenüber DDR5 höheren Datentransferraten auch in leistungsstarken Maschinen willkommen.

Die Kombination von kleiner CPU und eng rangekuscheltem RAM hat Asus auf den Marketingnamen SuperNova SoM getauft. Das SoM (System on Module) lässt auf der Hauptplatine Platz für den Grafikchip und seine Stromversorgung: Im 2023er-Modell des ZenBook Pro 16X arbeitet ein GeForce RTX 4080; beim 2022er-Modell war mit maximal GeForce RTX 3060 zwei GPU-Leistungsstufen tiefer Schluss.

Die Tastatur sowie den darunterliegenden Lufteinlass erleuchten RGB-LEDs, doch statt bunter Farborgien kann man sie auch schlicht in Weiß nutzen. Asus führt die Entertaste nur ein- statt zweizeilig aus. Der Cursorblock wurde ebenfalls in eine Zeile gequetscht, lässt sich jedoch halbwegs ordentlich nutzen, weil die Tasten überproportional breit ausfallen. Für Pos1/Ende/Bild-auf/-ab steht eine zusätzliche Tastenspalte rechts bereit.

Das große Touchpad lässt sich nicht mechanisch herunterdrücken, sondern simuliert Klicks per Vibration, was sich täuschen kann. Drückt man lange auf ein Symbol oben rechts auf der Sensorfläche, so wechselt es den Betriebsmodus: Es agiert dann als Ziffernblock; die zu Ziffern und Rechenoperationen gehörigen Felder werden von unten beleuchtet.

## Drehregler

Links neben dem Touchpad hat Asus eine weitere kreisrunde Sensorfläche eingebaut, die als Drehregler agiert. Technisch nutzt das Eingabegerät dieselbe Schnittstelle (Microsoft Wheel Device) wie das Surface Dial und lässt sich dementsprechend in allen dafür vorbereiteten Anwendungen wie denen der Adobe Creative Cloud nutzen.

Zu den Schnittstellen zählen zwei Thunderbolt-fähige USB-C-Buchsen, eine USB-Buchse im eckigen Typ-A-Format, ein HDMI-Ausgang, eine Audiobuchse und ein Kartenleser. Dieser nimmt anders als sonst verbreitet normalgroße SD-Karten und nicht nur MicroSDs auf; unser eigentlich über 200 MByte/s schnelles

Exemplar wurde allerdings nur mit rund 70 MByte/s ausgelesen. Bei geringer Systemlast haben wir gut 12 Stunden Akkulaufzeit gemessen.

Im Fachhandel findet man das ZenBook Pro 16X (2023) nur wie hier getestet mit Core i9-13905H, GeForce RTX 4080, 2-TByte-SSD und 32 GByte Arbeitsspeicher für 4300 Euro. Im von Digital River betriebenen Webshop der Asus-Homepage gibt es zusätzlich auch ein 3800-Euro-Modell mit dem etwas schwächeren GeForce RTX 4070, aber dafür auf 64 GByte verdoppeltem Arbeitsspeicher. Letzteres ist als LPDDR-Typ nicht nachträglich aufrüstbar – das klappt erst zukünftig mit dem SO-DIMM-Nachfolger CAMM [2].

## Fazit

Asus packt beim ZenBook Pro 16X (2023) viel Performance in ein bemerkenswert flaches Gehäuse. Um die 4000 Euro Gerätelpreis sind kein Pappenstiel, bei Hochleistungsnotebooks mit dicken CPUs und GPUs aber auch nicht unüblich. Der in die Handballenablage integrierte Drehregler ist ein Alleinstellungsmerkmal.

(mue@ct.de) ct

## Literatur

- [1] Florian Müsing, Edle Arbeitstiere, Hochwertige Notebooks mit großen Bildschirmen und USB4, c't 17/2023, S. 100
- [2] Florian Müsing, Next Gen RAM: Schrauben statt stecken, Der SO-DIMM-Nachfolger CAMM in Dells mobiler Workstation Precision 7680, c't 24/2023, S. 96

## Asus ZenBook Pro 16X (2023): Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration		UX7602BZ-MY005W
Lieferumfang		Windows 11 Home, Netzteil, Stift, USB-LAN-Adapter
<b>Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)</b>		
HDMI / DisplayPort / Kamera (Hello)	R / - / ✓ (✓)	
USB / LAN / Klinke	3 × L (2 × Typ C) / - / R	
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	R (SD) / L / -	
USB-C: 40 Gbit/s / 10 Gbit/s / DisplayPort / Laden	✓ / ✓ / ✓ / ✓	
<b>Ausstattung</b>		
Display	16 Zoll (40,7 cm), 3200 × 2000, 16:10, 236 dpi, 120 Hz, 1 ... 336 cd/m <sup>2</sup> , spiegelnd, OLED, Touch	
Prozessor	Intel Core i9-13905H (6 P-Kerne + 8 E-Kerne)	
Hauptspeicher	32 GByte LPDDR5	
Grafikchip (Speicher)	Nvidia GeForce RTX 4080 (12 GByte GDDR6)	
Sound	Realtek ALC285	
LAN / WLAN	- / Intel AX211 (Wi-Fi 6E, 2 Streams)	
Mobilfunk / Bluetooth	- / Intel	
Touchpad (Gesten) / Fingerabdruckleser	HID (max. 4 Finger) / EgisTec	
SSD	Samsung PM9A1 (2048 GByte)	
<b>Gewicht, Maße, Stromversorgung</b>		
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	2,42 kg / 35,6 cm × 25,3 cm × 2 ... 2,5 cm	
Tastaturhöhe / Tastenraster / Beleuchtung	1,5 cm / 19 mm × 18,5 mm / ✓	
Akku (Ladestopp < 100% einstellbar)	96 Wh Lithium-Ionen (✓)	
Netzteil (Notebookzuleitung abnehmbar)	280 W, 816 g (-)	
bei USB-PD: 5 / 9 / 12 / 15 / 20 Volt mit ...	-	
<b>Leistungsaufnahme</b>		
Suspend / ausgeschaltet	0,9 W / 0,1 W	
ohne Last: Display aus / 100 cd/m <sup>2</sup> / max.	3,6 W / 8,8 W / 10,3 W	
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	160 W / 19 W / 77 W	
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	267 W / 0,94	
<b>Laufzeit, Geräusch, Benchmarks</b>		
Laufzeit Idle (100 cd/m <sup>2</sup> ) / Video (200 cd/m <sup>2</sup> ) / 3D (max.)	12,2 h / 7,2 h / 2,1 h	
Ladestand nach 1h Laden	86 %	
Geräusch ohne / mit Rechenlast	<0,1 sone / 1,9 sone	
Massenspeicher lesen / schreiben	4682 / 4468 MByte/s	
Leserate SD-Karte	70 MByte/s	
WLAN 6 GHz / 5 GHz / 2,4 GHz (20m)	663-1082 / 668-1013 / 177-290 Mbit/s	
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕ / 96,3 dB	
CineBench R23 Rendering (1T / nT)	1710 / 18.686 Punkte	
Geekbench 5 (Single / Multi)	1709 / 13.189 Punkte	
3DMark: Night Raid / Fire Strike / Time Spy / Port Royal	46.032 / 27.344 / 12.972 / 8122 Punkte	
<b>Preis und Garantie</b>		
Straßenpreis Testkonfiguration	4300 €	
Garantie	2 Jahre	
⊕⊕ sehr gut    ⊕ gut    ○ zufriedenstellend    ⊖ schlecht    ⊖⊖ sehr schlecht    ✓ vorhanden    - nicht vorhanden    k. A. keine Angabe		

# XL-Powerbank

## Die Anker Prime Powerbank

**27.650 lädt nicht nur Smartphones, Tablets und kleine Geräte, sondern hat auch genug Saft für Notebooks. Display, Bluetooth und App-Verbindung treiben jedoch den Preis nach oben.**

16 Zentimeter hoch und satte 660 Gramm schwer – für eine Powerbank ist die Anker Prime 27.650 ein Riesenbaby. Die schwarz glänzende Vorderseite beherbergt ein kleines Display, der Rest des Gehäuses besteht aus silbergrauem Kunststoff. Besonders robust ist der Kraftklotz nicht, ein Sturz aus Sitzhöhe auf Holzboden hat gereicht, unserem Testmuster eine tiefe Kerbe zu verpassen. An der Oberseite der Powerbank, die USB PD 3.1 unterstützt, haben zwei USB-C-Ports und ein großer USB-A-Anschluss ihren Platz.

Die Kapazität der Lithium-Ionen-Akkus nutzt die Grenze dessen aus, was die meisten Airlines zum Transport in der Kabine gestatten. Die Ausgangsleistung beträgt bis zu 250 Watt für alle drei Anschlüsse zusammen. Die beiden USB-C-Anschlüsse pumpen Strom mit maximal 140 Watt in kompatible Gerätschaften und sind damit auch für die meisten Notebooks geeignet. Über den USB-A-Port fließen bis zu 65 Watt. Welche Leistung an welchem Anschluss gerade anliegt, verrät das Display auf der Powerbank, das darüber hinaus Auskunft über den Ladestand sowie die voraussichtliche restliche Entladzeit liefert. Ein Druck auf den Knopf weckt den Bildschirm auf, nach vorgegebener Zeit schaltet er sich wieder ab.

Wer noch mehr Infos benötigt, kann die Prime Powerbank via Bluetooth mit dem Smartphone koppeln und in der Anker-App verwalten. Die App hält Einstellungsmöglichkeiten für die Displayhelligkeit in zwei Stufen sowie die Art der Anzeige bereit. Wer seine Geräte samt Akkukapazität eingibt, erhält Informationen darüber, wie oft man diese mit der restlichen Kapazität der Powerbank noch laden kann. Sollte die Powerbank verloren gehen, kann man sie über die App piepsen lassen, so lange sie sich in Bluetooth-Reichweite befindet. Optimiertes – und damit langsameres – Laden der Powerbank selbst sowie von angeschlossenen Geräten lässt sich nach Zeitplan ein- und ausschalten.

Die Powerbank kann auf zwei Arten geladen werden: über ihre eigenen USB-



# Anderthalbpfünder

**Die Hersteller von Flash-Speicherkarten quetschen die Bits immer dichter: 1,5 TByte Speicherplatz hat die SanDisk microSDXC UHS-I Card.**

Die Karte benötigt für schnelles Lesen einen speziellen Kartenleser, der das DDR208-Protokoll unterstützt (siehe c't 5/2022, S. 100). Damit erreicht sie etwas mehr als 150 MByte/s, in üblichen Kartenlesern ist spätestens bei 104 MByte/s Schluss. Beim Schreiben ist der schnelle Kartenleser überflüssig: 22 MByte/s ist der höchste Wert, den wir der Karte entlocken konnten. Als wir Western Digital, Inhaberin der Marke SanDisk, damit konfrontierten, hieß es nur, dass das Unternehmen keine Schreibgeschwindigkeiten kommuniziere.

Für den Start von (Smartphone-)Apps ist die Geschwindigkeit beim Zugriff auf zufällige Adressen wichtiger. Die SanDisk-Karte erreichte am PC 1500 beziehungsweise 350 Input/Output Operations per Second (IOPS), ein üblicher Wert für solche Karten.

Noch ist die Karte mit 170 Euro recht teuer; MicroSD-Karten mit einem TeraByte sind schon für deutlich unter 100 Euro erhältlich. Negativ ist vor allem die geringe Schreibgeschwindigkeit: Wer die Karte komplett füllen möchte, muss mit einer Wartezeit von rund 19 Stunden rechnen.

(ll@ct.de)

Anschlüsse und mithilfe der passenden Dockingstation. Die hält die Powerbank magnetisch in Position, ihre fünf Pogopins docken an der Unterseite an und liefern 100 Watt Ladestrom. Das flache Dock mit quadratischer Grundfläche lädt selbst noch weitere Geräte über einen USB-A (22,5 Watt) und zwei USB-C-Ports (30 bzw. 100 Watt), liegt also auch dann nicht unnütz herum, wenn die Powerbank unterwegs ist.

Mit einem Preis von 190 Euro ist die Anker Prime 27.650 alles andere als ein Schnäppchen, dafür bringt sie neben der hohen Kapazität eine ganze Menge Features mit, die andere Powerbanks nicht haben. Eine kleine Stofftasche sowie ein USB-C-Kabel gehören zum Lieferumfang. Für das durchaus praktische Dock verlangt Anker noch einmal 60 Euro obendrauf. (sht@ct.de)

## Anker Prime 27.650

Powerbank	
Hersteller, URL	Anker, anker.com
Maße (H × B × T) / Gewicht	16,2 cm × 5,6 cm × 4,8 cm / 660 g
Kapazität / Anschlüsse	27.650 mAh / 2 × USB-C, 1 × USB-A
Lade- / Ausgangsleistung	100 W / 140 W (einzel), 250 W (gesamt)
Systemanf.	Android ab 5.0, iOS ab 11.0
Preis	190 €, Dockingstation 60 €

## SanDisk microSDXC UHS-I Card

MicroSD-Speicherkarte mit 1,5 TByte	
Hersteller, URL	SanDisk, sandisk.de
Bezeichnung	SDSQUAC-1T50-GN6MA
Systemanf.	MicroSD-Slot (SD-Adapter wird mitgeliefert)
Schreibfestigkeit / Garantie	k.A. / 10 Jahre
Preis	170 €

# Schalten Sie Ihre TV-Werbung ein

Wenn Sie an TV-Werbung denken, haben Sie aufwändig produzierte und kostenintensive Werbespots vor Augen?

Das geht auch anders – mit **heise TV-Bannern**.

Wir bieten bezahlbare TV-Werbung auf mehr als 30 Sendern der ProSiebenSat.1-Gruppe und der RTL-Mediengruppe:

- › zielgruppengenau aussteuerbar über internetfähige Smart-TVs
- › aufmerksamkeitsstark platziert im Programmumfeld
- › kostengünstig umsetzbar als L-förmiger Banner
- › transparent ausgewertet nach Sichtkontakte





## Retro-Arbeitsplatz

**Die mechanische Tastatur und die kabellose Maus des Gamepad-Herstellers 8BitDo begeistern mit ihrer Retrooptik vor allem Fans alter Videospiele. Doch wie schlägt sich die Peripherie im Arbeitsalltag?**

8BitDos Retro Mechanical Keyboard gibt es in zwei Varianten, die sich farblich an Nintendos NES-Konsole und der US-Variante Famicon orientieren. Der klassische Look wirkt authentisch, aber keinesfalls altbacken. Die Verarbeitung ist sehr gut und die Tastatur fühlt sich insgesamt wertig an. Sie nimmt via Bluetooth Low Energy, Funk (USB-2,4-GHz-Empfänger beiliegend) oder via USB-C-Kabel Kontakt zu Linux-, macOS und Windows-PCs auf. Die mechanischen Tasten sind austauschbar. Leider gibt es die Tastatur nur mit einem US-Layout. Für unsere Tests im Büroalltag haben wir daher die Y- und Z-Tasten getauscht und unter Windows das deutsche Tastaturlayout aktiviert. Dank unseres Fingergedächtnisses und nach etwas Ein gewöhnungszeit kamen wir mit diesem Kompromiss gut zurecht und konnten auch auf der Tastatur nicht abgebildete Umlaute eingeben.

Der Hersteller setzt Kailh Box White Switches V2 als Tastenmechaniken ein. Diese erzeugen beim Tastendruck einen hörbaren und fühlbaren Klick. Wer das nicht mag, kann die Schalter tauschen („hot-swappable“). Die Tasten-Switches produzieren ein sehr lautes Tippgeräusch, das Kollegen im Büro stören kann. Allerdings sorgen sie auch für ein ungemein befriedigendes Tippgefühl.

Die PBT-Tasten (Polybutylente phthalat) sind mit dem Sublimationsver-



fahren bedruckt. Dabei wird der Farbstoff mittels eines Lasers unter großer Hitze in die Taste gebrannt. Die Beschriftung der so bedruckten Tasten soll auch bei reger Benutzung lange lesbar bleiben.

Die Tastatur arbeitet nach dem bei Gamingtastaturen gewohnten N-Key-Rollover-Prinzip. Das bedeutet, dass man theoretisch alle Tasten gleichzeitig drücken kann und die Eingaben erkannt werden. Davon profitieren etwa Gamer, die in einem komplexen Simulationsspiel viele Tasten synchron drücken müssen. Unserer Einschätzung nach ist das für die Praxis aber völlig überdimensioniert.

Außer der Tastatur finden sich in der Verpackung noch zwei rote Knöpfe, die ungefähr so groß wie die Handfläche eines Erwachsenen sind. Diese riesigen Knöpfe belegt man nach dem Drück einer speziellen Taste auf der Tastatur mit Tastenkombinationen. Unter Windows haben wir das für Kopieren und Einfügen genutzt. Maximal kann man acht externe nachkaufbare Knöpfe anschließen. Zusätzlich gibt es noch zwei konfigurierbare Tasten auf der Tastatur.

Die kabellose Maus N30 sieht auf den ersten Blick nach einem ergonomischen Albtraum aus, lässt sich im Arbeitsalltag aber überraschend bequem nutzen. Die Oberfläche ist berührungsempfindlich und so scrollt man mit einem Fingerwisch durch Websites. An der linken Seite bedient man mit dem Daumen ein Steuerkreuz und schaltet etwa beim Surfen eine Seite zurück. Verbunden wird die Maus mit dem beiliegenden Funkadapter. Für die Stromversorgung sind zwei AA-Batterien nötig. (des@ct.de)

## 8BitDo Retro Mechanical Keyboard, N30 Wireless Mouse

Eingabegeräte	
Hersteller, URL	8BitDo, <a href="http://8bitdo.com">8bitdo.com</a>
Kompatibilität	Linux, macOS, Windows
Anschluss	Bluetooth LE, Funk (2,4 GHz), USB-C
Stromversorgung, Laufzeit	Tastatur: 2000-mAh-Akku, rund 200 Stunden, Maus: Zwei AA-Batterien, rund 100 Stunden
Maße, Gewicht	Tastatur: 37,7 × 17 × 4,7 cm, rund 1 kg, Maus: 11 × 5,6 × 3,5 mm, rund 70 g
Preis	Tastatur: 100 €, Maus: 40 €



## Bassgefärbt

**Huawei verpasst den In-Ears Freebuds Pro ein Update: Die dritte Generation ist bassverliebter als ihre Vorgänger.**

Optisch sind die Freebuds Pro 3 kaum vom Vorgängermodell zu unterscheiden. Halt im Ohr finden sie mithilfe von Silikonmanschetten, die in vier Größen beiliegen. Durch Antippen der Ohrteile steuert man die Medienwiedergabe und nimmt Anrufe an oder beendet diese. Das funktioniert nach kurzer Eingewöhnung gut.

Klanglich überzeugen die Freebuds, wenn man eine warme Abstimmung einer neutralen Wiedergabe vorzieht. Im Vergleich zum Vorgängermodell legen die Freebuds Pro 3 eine stärkere Betonung auf den (Sub-)Bassbereich. Der Präsenzbereich ist leicht zurückgenommen, die Höhen geben die In-Ears bis etwa 13 kHz neutral wieder, danach fallen sie stark ab. Die Bühne, also die Räumlichkeit, ist In-Ear-typisch schmal.

Die Geräuschunterdrückung (ANC) arbeitet auf einem sehr guten Niveau, einzige Stimmen dringen gut hörbar ans Ohr. Der Wechsel zwischen zwei verbundenen Geräten funktionierte im Test tadellos. Schwachpunkt der Freebuds ist die Telefonie. Störgeräusche operieren die Huawei-Ohrhörer zwar gekonnt heraus, schneiden dabei aber mitunter auch die eigene Stimme ab. Zudem hatten wir immer wieder mit Verbindungsaußensetzern während Telefonaten zu kämpfen. (rbr@ct.de)

## Huawei Freebuds Pro 3

In-Ear-Kopfhörer mit ANC	
Hersteller, URL	Huawei, <a href="http://huawei.com/de">huawei.com/de</a>
Anbindung / Codecs	Bluetooth 5.2 / AAC, SBC, LDAC
Ausstattung	Schutz nach IP54, Case mit Qi-Ladefunktion, Multilink-Bluetooth
Preis	200 €



# Agile Softwareentwicklung im Unternehmen

Grenzen überwinden:  
Von der Software- zur Produktentwicklung



25. Januar 2024 – Online Deep Dive

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

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

[asu.inside-agile.de](http://asu.inside-agile.de)

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

Veranstalter



Jetzt  
**Frühbucher-**  
**ticket**  
sichern!



# Sprachmodelle im Unternehmen

LLMs sicher und effizient einsetzen



6. Februar 2024 – Online Deep Dive

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

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

[m3-konferenz.de/llm.php](http://m3-konferenz.de/llm.php)

Veranstalter



Jetzt  
**Frühbucher-**  
**ticket**  
sichern!

# Laufmaschenfunker

## Funkgeräte mit Meshing-Technik für mehr Reichweite

**Milo-Funkgeräte vernetzen sich miteinander. Das Ziel: eine höhere Reichweite und besserer Empfang, besonders, wenn man in einer Gruppe unterwegs ist. Dabei sehen die Milos so gar nicht nach Funkgerät aus.**

Von Michael Link

Den Funker-Witz „Kannst du mich hören?“ mit der Antwort „Nein, aber sehen!“ kennt wohl jeder, der mal Funkgeräte benutzt hat. Die Reichweite üblicher UKW-Funkgeräte für den Privatgebrauch ist in der Regel auf wenige hundert Meter begrenzt, trotz anderslautender Werbung, etwa für PMR-Geräte (Private Mobile Radio, siehe Test in [1]). Wie gut das Maschenhängeln als Mittel der Reichweitenerhöhung klappt, hat c't mit drei Geräten vom Typ Milo Action Communicator ausprobiert.

Der Milo Action Communicator hat einen stolzen Preis von 229 Euro und sieht eher aus wie eine größere Stoppuhr. Man kann als Nutzer wenig falsch machen. Man schnürt das Gerät an den Rucksack, die Kleidung oder mit einem mitgelieferten Halter ans Fahrrad und quatscht los. Das aktiviert den Sender, was der VOX-Funktion (Voice operated Xmitting) einiger klassischer Funkgeräte entspricht. Mit einem großen Taster in der Mitte deaktiviert man die Sprachsteuerung, wenn man das will. Antworten hört man über einen Lautsprecher. Ein Display gibt es nicht und man braucht es auch nicht. Das Milo-Funkgerät ist mit einem ARM Cortex-A53 Mehrkernprozessor plus einzelnen Cortex-M7-Kernen motorisiert und arbeitet mit einem Linux-Betriebssystem.

Nach dem ersten Einschalten durchläuft man ein akustisches Tutorial. Danach kann man im Prinzip loslegen. Doch so einfach das Funken ist, so holprig ging das Verknüpfen unserer drei Funkgeräte zu einem abhörsicheren Netzwerk vonstatten. Laut Kurzanleitung muss man die Milos nahe beieinander halten und die Verbindungstaste drücken. Das funktionierte nicht. Auf Ursachenforschung installierten wir die Milo-App auf einem Smartphone. Sie mahnte nach dem Anmelden der drei Funkgeräte zum Firmware-Update. Aha. Das dauerte einige Minuten und lief nicht bei allen Geräten beim ersten Mal bis zum Ende durch. Mit gleichem Firmware-Stand hatten wir dann ruckzuck unser Netz.

### Reichweite

Die 72 Gramm schweren Milo-Funkgeräte erwiesen sich trotz viel Plastik als robust. Provozierte Stürze vom Rad haben ihnen nichts ausgemacht. Das Gehäuse ist mit IPX67 klassifiziert und wasserbeständiger als vermutlich die meisten Benutzer.

Milo-Funkgeräte nutzen Frequenzen um 2,4 Gigahertz, wie es auch WLAN-Router tun. Die Reichweiten lagen im Test unterhalb derer, die man mit PMR-Geräten erzielt, also bei sehr viel weniger als 400 Meter. Wo wir im Wald mit PMR-Geräten noch Verbindung hatten, hörten wir mit den Milos nichts mehr. Das hatten wir geahnt, denn Signale mit höheren Frequenzen werden von Bäumen, Mauern und Hügeln weitaus stärker gedämpft als niederfrequenter wie etwa von PMR-Geräten, die auf 446 Megahertz funkten.

Bei freier Sicht klappte die Verbindung mit den Milos einwandfrei und wir probierten bei einer Radtour auch, eine Radlerin zu erreichen, die wir beim Ampelstopp abgehängt hatten. Das klappte, weil ein Tester mit seinem Funkgerät sich gerade auf einem Hügel befand und die



Signale als Zwischenstation an die Radlerin weiterreichte. In einer ähnlichen Situation auf ebener Fläche war das nicht der Fall. Wir kamen bei einem solchen Setting auf rund 200 bis 300 Meter Reichweite. Immerhin weiter, als man rufen kann, aber weniger weit als mit PMR-Funkgeräten.

Die Sprachqualität ist gut, wohl auch wegen der sechs Mikrofone, die Windgeräusche wegfiltern. Gut: Der Lautsprecher wird leiser, wenn man sich einem anderen Milo-Funkgerät auf wenige Meter nähert, sodass es nicht zu pfeifenden Rückkopplungen kommt.

Wir ermittelten bei häufiger Funkerei Akkulaufzeiten von rund zwölf Stunden. Der Akku im Milo ist eingebaut und nicht austauschbar. Nach einigen Jahren ist das nicht ganz billige Gerät also Elektroschrott.

### Fazit

Größere Reichweite durch Maschenbildung mehrerer Funkgeräte? Das hat bei uns bei günstiger Topografie funktioniert, allerdings waren die Reichweiten ganz grundsätzlich weitaus geringer als bei herkömmlichen, auch digitalen PMR-Funkgeräten. Was bleibt: Der Milo Action Communicator ist sehr einfach zu bedienen und damit fast ohne lange Erklärungen nutzbar. Man hat unterwegs die Hände frei und kann weiter funkeln, als man rufen kann. ([mil@ct.de](mailto:mil@ct.de)) **ct**

### Literatur

[1] Michael Link, Urs Mansmann, Quasselstripen, Lizenzfreie Funkgeräte für jedermann, c't 3/2023, S. 110

### Milo Action Commander

Kurzstreckenfunkgerät	
Hersteller, URL	Milo, <a href="http://okmilo.com">okmilo.com</a>
Frequenz / max. Gruppengröße	2,4 GHz (ISM) / 8 (vorerst)
Systemanforderungen (App)	ab Android 7 / iOS 13
Preis pro Gerät	229 €



## Firmamentchen

**Wer Glück hatte, konnte dieses Jahr auch hierzulande Polarlichter am Sternenhimmel bewundern. Wer nicht, kann sich zumindest ein wenig Lichtzauber an die Zimmerdecke holen.**

Der Galaxy Light Projector Pro von Govee ist ein kompakter Sternenprojektor für den Innenbereich. Im Projektionsabstand zwischen 1 und 3 Meter liefert er animierte Lichteffekte, die man etwa als Hintergrundlicht beim Fernsehen oder als Einschlafhilfe über dem Bett nutzen kann. Es geht dabei nicht um ein korrektes Abbild des Firmamentes, es soll nur schön aussehen.

Das knubbelige Gehäuse misst 16,5 × 10 × 22,5 Zentimeter, der Projektor lässt sich in seiner Halterung um 90 Grad drehen, sodass man ihn zur Decke ausrichten kann. Im Innern stecken gleich drei Projektionseinheiten. Für den Sternenhimmel-Effekt sorgen drei hinter einer Lochscheibe montierte Laserdioden (450 nm), die mit leicht gegenläufigen Bewegungen für einen Tiefeneffekt sorgen. Eine lichtstarke RGB-LED-Bead mit vorgelagerter Optik liefert vollflächige Farbeffekte. Hinzu kommt eine 2-Watt Kaltweiß-LED, die als Lichtquelle für einen kleinen Bildprojektor dient. Für ihn liegen acht rotierende Motivscheiben bei, über die das Gerät etwa die Planeten, Tierkreiszeichen oder andere Himmelsphänomene über die Zimmerdecke wandern lässt.

Der Projektor wird über das mitgelieferte USB-C-Netzteil mit Strom versorgt. Ein Batteriebetrieb ist nicht vorgesehen. Mit den fünf Tasten auf der Oberseite lassen sich diverse Einstellungen vornehmen, den kompletten Zugriff erhält man nur über Govees Home App. Sie erkennt den Projektor wie andere smarte Lichtkompo-

nenten des Herstellers per Bluetooth LE automatisch und bindet ihn anschließend ins heimische WLAN ein.

Die App bietet voreingestellte Szenen für unterschiedliche Lichtstimmungen, der DIY-Modus erlaubt darüber hinaus eigene Kreationen. Dabei lassen sich die Geschwindigkeit von Lichteffekten, der Sternenlaser oder die Projektionsscheibe einstellen und man kann die Intensität der überlagerten Effekte zueinander festlegen. Trotz der beweglichen Teile verrichtet der Projektor sein Werk vollkommen lautlos.

Über den eingebauten 3-Watt-Lautsprecher lassen sich verschiedene im Gerät hinterlegte Audio-Loops abspielen, die meditativen Charakter haben. Für Tinnitus-Patienten ist zudem ein weißes Rauschen abrufbar. Wer mag, kann den Projektor auch per Bluetooth A2DP koppeln und Musik direkt vom Smartphone abspielen. Die Klangqualität ist allerdings mäßig und die Lichter reagieren nicht auf die Musik.

Einschlaf-Timer oder Aufweckzeiten setzt man in der App. Aktiviert man in Govee Home das LAN-API, lässt sich der Sternenprojektor aber auch über JSON-Befehle direkt aus dem lokalen Netz steuern. Über die App arbeitet Govee ausschließlich mit Cloud-Zwang.

Govees Galaxy Light Projector Pro liefert einen ansehnlichen Sternenzauber zu einem astronomischen Preis. Durch die Projektionsscheiben bietet er viel Abwechslung und eignet sich für junge Hobbyastronauten ebenso wie für große Spielkinder. (sha@ct.de)

## Galaxy Projector Pro

### Sternenprojektor

Hersteller, URL	Govee, govee.com
Ausstattung	Laserdioden, Motiv-Projektor, RGB-Projektor
Kommunikation	Bluetooth, Wi-Fi 4 (2,4 GHz)
Preis	200 €

## Ganzjahresleuchten

**Lichterketten schmücken den Weihnachtsbaum. Die Festiva von Hue soll auch im Sommer eine gute Figur machen.**

Smarte Lichterketten, die sich ins Hue-System einbinden lassen, hat Philips schon länger im Programm. Die neuen Festiva Modelle unterscheiden sich in einem wichtigen Detail: Wegen der Schutzart IP54 sind sie für den Außeneinsatz geeignet. Es gibt sie mit 100, 250 oder 500 RGB-LEDs.

Mit der Hue-App richtet man sie ein und steuert sie. Für die Festivas stehen neben festen Farbeinstellungen auch dynamische Animationen mit dezenten Farbverläufen bereit. Mit drei Farbwählern in der App kann man auch Verläufe erstellen oder fünf Wunschfarben diffus über die gesamte Länge der Kette verteilen. Festiva lässt sich wie die anderen Komponenten des Hue-Systems auch in komplexe Lichtszenen einbinden.

Die animierten Lichteffekte können sich sehen lassen: Die Lichterkette kann nicht nur bunt blinken, sondern lässt sich mit dezent animierten Farbverläufen im Hintergrund betreiben. Damit macht Festiva nicht nur am Weihnachtsbaum eine gute Figur, sondern kann ebenso gut für die passende Lichtstimmung auf der sommerlichen Gartenparty sorgen. (sha@ct.de)

## Philips Hue Festiva

### Smarte Lichterkette

Hersteller, URL	Philips, philips-hue.com
Kommunikation	ZigBee, Bluetooth
Leistungsaufnahme Betrieb / Standby	15,2 Watt / 0,4 Watt (250 LEDs)
Preis	120 € / 220 € / 360 € (100 / 250 / 500 LEDs)

# Vokalakrobat

## Cubase 13 verbessert Workflow und Gesangsaufnahmen



**In der dreizehnten Ausgabe der Musiksoftware Cubase hat Steinberg die Mixeransicht aufgeräumt und neue Werkzeuge für Gesangsaufnahmen integriert. Unser Test zeigt, für wen sich das Update lohnt.**

Von Kai Schwirzke

**C**ubase ist eine der ältesten und größten Digital Audio Workstations (DAW) auf dem Markt. Seit der ersten Version von 1989 ist der Funktionsumfang mächtig gewachsen, worunter zwischenzeitlich die Übersicht litt. Daher ist es besonders zu begrüßen, dass der Hersteller Steinberg mit der neuen Version die Bedienoberfläche vereinfacht.

Die auffälligste Neuerung im Projektfenster von Cubase ist der zuschaltbare „Channel-Tab“ auf der linken Seite. Er zeigt den kompletten Kanalzug der aktiven Spur; die Darstellung entspricht exakt dem Pendant im Mixer-Fenster. So lobenswert diese Ergänzung ist: Auf kleineren Notebookdisplays kann es schnell eng werden, wenn man sich für die neue Ansicht entscheidet.

Das Mischpult hat Steinberg generalüberholt. Es wirkt übersichtlicher und lässt sich umfangreicher konfigurieren als bisher. Einzelne Sektionen wie EQ oder Inserts lassen sich endlich an beliebiger Stelle im Kanalzug platzieren. Unterfunktionen des Channel Strips wie EQ, Kompressor oder Bandsättigung (Magneto) schließen sich nun automatisch, sobald man außerhalb ihrer GUI klickt.

Deutlich erweitert wurde auch die Sampler-Spur. Mit ihr lassen sich einzelne Audio-Samples sehr einfach in ein per MIDI steuerbares Instrument verwandeln. Hinzugekommen sind unter anderem ver-

schiedene Spectral-Warp-Modi sowie sehr komplexe Hüllkurven.

Im Key- und Drum-Editor können nun, ähnlich wie im Projektfenster, Zeitabschnitte mit Noten und Controllerdaten über mehrere Spuren hinweg einfach markiert, verschoben und auf einen Rutsch editiert werden. Dies erleichtert das MIDI-Editing insbesondere beim Duplizieren von Abschnitten erheblich.

### Stimmbildung

Der Gesang ist das wichtigste Element in vielen Musikproduktionen. Die Bearbeitung der Stimmen ist jedoch eine der schwierigsten Aufgaben: Der Sänger muss sich kraftvoll gegen eine ganze Armada von Instrumenten durchsetzen, stets textverständlich bleiben und dennoch seinen Charakter bewahren.

Um den Prozess zu vereinfachen, gibt es jetzt in der Artist- und Pro-Version mit VocalChain ein mächtiges Meta-Plug-in, das auf seiner aufgeräumten Oberfläche gesangsspezifische Funktionen vereint. Diese reichen vom Multiband-EQ über Dynamikprozessoren bis hin zum Enhancer, der die Obertöne anreichert. Damit sich auch Einsteiger schnell zurechtfinden, hat das Plug-in viele stiltypische Presets.

Hinzu kommt ein auf Stimmen spezialisierter Kompressor namens VoxComp. Bei ihm muss man nur den Schwellwert (Threshold) einstellen, um überzeugende Ergebnisse zu erzielen. Mit dem Vocoder, der ein Comeback feiert, kann man etwa Synthesizer mit der Stimme modulieren, sodass sie wie mit einer Roboternstimme zu sprechen scheinen.

Ebenfalls neu im Repertoire der Pro-Version sind die beiden Equalizer EQ-P1 und EQ-M5. Sie emulieren klassische Röhrenschaltungen mit einem eher warmen, vintage-orientierten Klang.

Bei den virtuellen Instrumenten ist die 5 GByte große Orchestersammlung Iconica Sketch neu dabei. Sie ersetzt das ältere HA-Lion Sonic Orchestra, ist einfach bedienbar

und steuert intuitiv verschiedene Artikulationen wie Staccato oder Legato.

Etwas verbessert hat Steinberg auch die Videoovertonung. Endlich kann man die Tonspur eines Videos austauschen, ohne es komplett neu rendern zu müssen. Verschiedene Video-Edits kann man anhand von Track-Versionen miteinander vergleichen.

Zu guter Letzt haben die Hamburger auch den Chord Pads eine Frischzellenkur verpasst. Die Harmonisierungshilfe wirkt eleganter und lässt sich durch das angepasste Design wesentlich intuitiver bedienen.

### Fazit

Steinberg hat mit Cubase 13 ein gutes Händchen bewiesen: Neben lang ersehnten Verbesserungen der Arbeitsabläufe wie dem Range-Tool in den Editoren und dem überarbeiteten Mixer ergänzen die Hamburger das Plug-in-Arsenal um ebenso sinnvolle wie innovative Module wie die VocalChain, die man in dieser Form in anderen DAWs vergeblich sucht. Damit behauptet Cubase seinen Status als eines der am besten ausgestatteten Musikproduktionsprogramme und verbessert einen der größten Kritikpunkte, nämlich die teilweise unübersichtliche Bedienung.

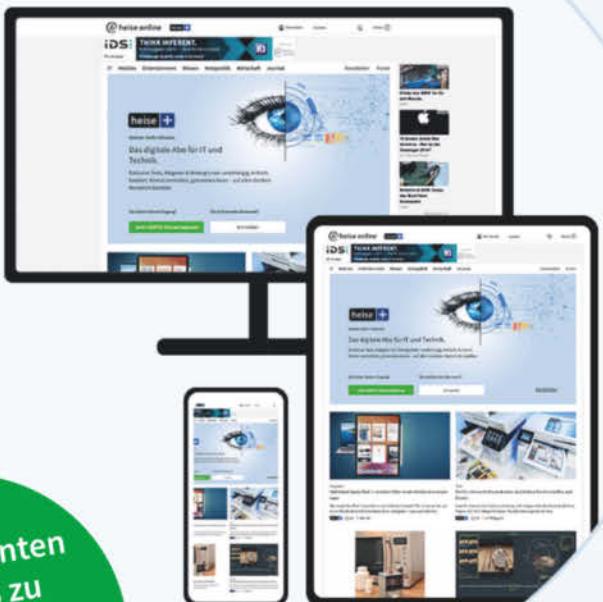
Was den Funktionsumfang betrifft, sollte man die Ausstattungslisten auf der Website von Steinberg studieren. Einsteiger können mit der günstigen Elements-Version für 100 Euro beginnen (ohne VocalChain) und später auf die Artist- oder Pro-Version upgraden. Letztere bietet neben Dolby-Atmos-Unterstützung unter anderem einen größeren Effektvorrat sowie VCA-Tracks zur einfacheren Mixer-Automation.

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

### Steinberg Cubase 13

Digital Audio Workstation	
Hersteller, URL	Steinberg, <a href="http://www.steinberg.de">www.steinberg.de</a>
Systemanf.	Windows ab 11, macOS ab 12
Preise	Elements: 100 € (Update ab 30 €), Artist: 329 € (Update ab 80 €), Pro: 579 € (Update ab 100 €), 60 Tage Demo

c't-AboAbonnenten  
lesen bis zu  
**75%**  
günstiger



## Das digitale Abo für IT und Technik.

**Exklusives Angebot für c't-AboAbonnenten:**  
Sonderrabatt für Magazinabonnenten

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

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

[heise.de/plus-testen](http://heise.de/plus-testen)

✉ [leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de) ☎ 0541 80009 120

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

# Cloud-Office ohne Cloud

## Synology Office im Test

**Haben Sie ein NAS von Synology? Dann steht Ihnen ein im Browser laufendes Office-Paket nach dem Vorbild von Google Docs und Tabellen zur Verfügung. Damit kann man gemeinsam an Texten, Tabellen und Präsentationen arbeiten, ohne dass die Daten das lokale Netz verlassen. Taugt das was?**

Von Stefan Wischner

Viele Kleinunternehmen, Freiberufler und Privatanwender nutzen für den Dateiaustausch und Datensicherungen im lokalen Netz gerne einen Netzwerkspeicher (NAS, Network Attached Storage) anstelle eines ausgewachsenen Servers. Einrichtung und Betrieb sind auch für Laien sehr einfach. Die Systeme bieten eine Reihe sehr leicht zu installierender Netzwerkanwendungen, etwa Medien- und Webserver. Weniger bekannt ist, dass zu den Speichern von Synology auch ein

„Cloud“-Office mit Text-, Kalkulations- und Präsentationsprogramm gehört. Synology Office orientiert sich ziemlich offensichtlich am beliebten Web-Office von Google, ohne dessen Hauptproblem zu übernehmen: Die „Cloud“ und somit die dort gespeicherten Office-Dokumente liegen nicht auf Rechnern einer US-Firma, sondern auf dem NAS.

Ein vergleichbares Paket auch für andere NAS-Systeme und Server ist die Kombination von OnlyOffice und Nextcloud. Deren Einrichtung und Administration erfordern jedoch gewisse Grundkenntnisse, die bei Synology Office nicht nötig sind. Der NAS-Administrator installiert über das „Paket-Zentrum“ der Administrationsoberfläche DSM (DiskStation Manager) nur die beiden Module „Synology Drive Server“ und „Synology Office“ und bestimmt die Nutzerverzeichnisse. Mit wenigen Mausklicks ist das Office eingerichtet und lässt sich über die Drive-Oberfläche im Browser starten.

Wer zuvor mit Googles Web-Office gearbeitet hat, muss sich nicht großartig umstellen. Bedienoberfläche und Funktionsumfang ähneln dem Vorbild sehr, wobei letzterer etwas magerer ist als bei Google

Docs und Tabellen. Für grundlegende Schreib-, Kalkulations- und Präsentationsaufgaben reicht das Gebotene aber aus.

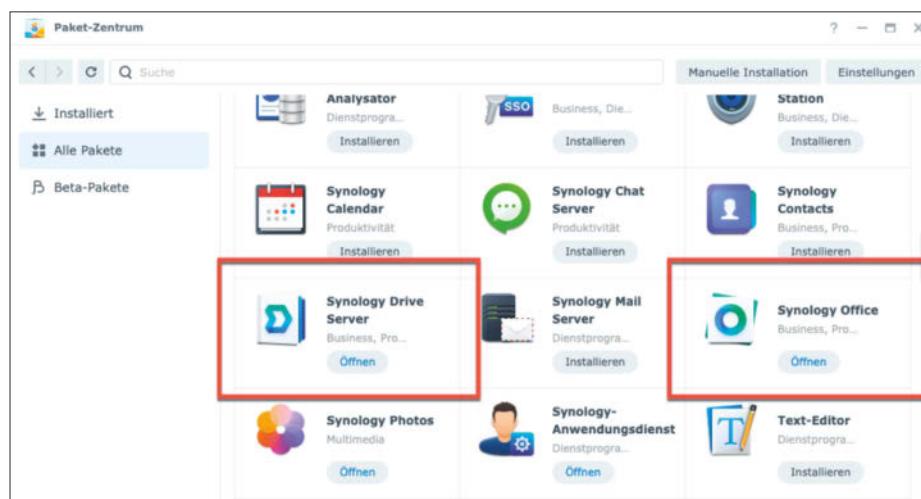
Die Textverarbeitung von Synology Office bietet die meisten Grundfunktionen für die Bearbeitung und Gestaltung von Dokumenten. Wie das offensichtliche Cloudvorbild bietet sie kaum anpassbare Inhalts-, aber keine Stichwortverzeichnisse, Fuß-, aber keine Endnoten, Rechtschreib-, aber keine Trennhilfe. Die wenigen vordefinierten Absatzformatvorlagen, die meisten für Überschriften, nur eine für Fließtext, lassen sich zwar ändern, aber nicht mit weiteren ergänzen.

Auch die Tabellenkalkulation beherrscht die Basics. Die Liste verfügbarer Funktionen ist aber um rund ein Viertel kürzer als bei Excel oder Google Docs. Es fehlen gut 100 Funktionen. Verzichten muss man auch auf Makros; eine Entsprechung zu Excels VBA oder Googles App Script gibt es nicht. Immerhin sind in der neuesten 3.6er-Version von Synology Office auch Pivot-Tabellen hinzugekommen. Diese Version setzt jedoch mindestens DSM 7.2 voraus. Das Präsentationsprogramm ist pragmatisch und verzichtet vor allem auf spektakuläre Designs und Animationen.

Lästig, fallweise aber vielleicht auch erwünscht: Entsprechend der Einstellung des Logout-Timers in der DSM-Oberfläche (Standard: 30 Minuten) muss man sich bei Untätigkeit nach der vorgegebenen Zeit erneut anmelden, in jedem zuvor geöffneten Tab. Zwar kann der NAS-Administrator diese Zeitspanne verlängern, jedoch nicht separat für die Office-Anwendungen. Die Umstellung gilt vielmehr für alle Bereiche, auch die Administrationsoberfläche. Blöderweise verlieren zudem nach der automatischen Abmeldung alle betroffenen Browser-Tabs den Titel mit dem Namen des Office-Dokuments.

### Umständliches Datei-Handling

Der Umgang mit vorhandenen Office-Dateien, vor allem solchen, die aus einem anderen Programm wie MS-Office stam-



Über das Paketzentrum von DSM lassen sich Synology Office und die ebenfalls benötigte App Synology Drive Server mit wenigen Mausklicks auf dem NAS installieren.

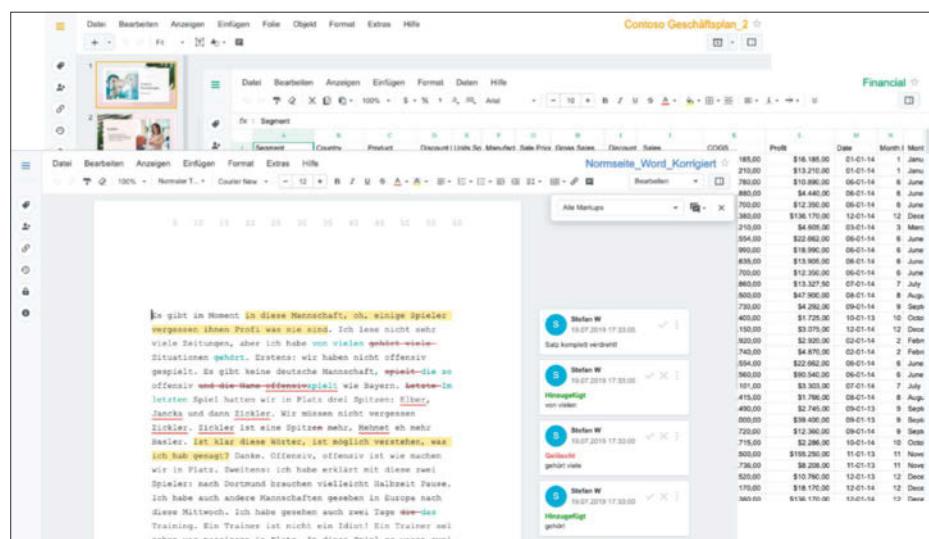
men, ist ziemlich umständlich, wenn auch nicht viel anders als bei Googles Web-Office. Hat man den lokalen Client für Synology Drive installiert und somit ein Verzeichnis eingerichtet, das sich mit dem Netzwerkspeicher synchronisiert, kann man Dateien dort hineinkopieren. Sie tauchen dann auch in der Weboberfläche von Synology Drive auf. Alternativ lädt man sie direkt im Browser hoch. Synology Office kann mit einigen gängigen Formaten wie DOCX, ODT oder XLSX umgehen, wandelt diese aber zunächst in das eigene, proprietäre Dateiformat um.

Klickt man in der Synology-Drive-Datelisten eine MS-Office-Datei doppelt an, wird sie zunächst in einem Vorschau-Tab geladen. Ein Klick auf „In Synology Office öffnen“ lädt sie in das passende Webprogramm, jedoch nur im Lesemodus. Erst nach einem weiteren Klick auf „In Synology Office importieren“ wird die Datei in eine bearbeitbare umgewandelt. Beim Import entstehen gleichnamige Kopien mit eigenen Endungen: .odoc, .osheet und .oslides. Um wieder Microsoft-Office-kompatible Dateien zu erhalten, muss man sie aus der jeweiligen Webanwendung oder der Synology-Drive-Liste exportieren. Das Ziel ist nicht wählbar; die Dateien landen immer im vorgegebenen Download-Ordner, der in den Browsereinstellungen festgelegt wurde. Bleibt man von vorneherein im Synology-Format, entfallen die Umstände.

## Kompatibilität zu Microsoft Office

Ein Thema bei allen Office-Programmen ist deren Kompatibilität zu DOCX-, XLSX- und PPTX-Formaten. Dass es die von manchem Büroprogrammabreiter beworbene hundertprozentige MS-Office-Kompatibilität nicht gibt, hat sich längst herumgesprochen [1]. Unsere Tests mit mehreren, auch komplexerem Office-Dokumenten bescheinigen dem Synology-Paket eine mäßige bis akzeptable Kompatibilität, in etwa auf dem Niveau der Google-Apps.

Nicht zu komplexe Formatierungen in Textdokumenten bleiben erhalten, mit abweichenden Zeilen- und Seitenumbrüchen oder anders positionierten eingebetteten Bildern muss man jedoch rechnen. Die Tabellenkalkulation kann über fehlende Excel-Funktionen stolpern, zum Beispiel XVERWEIS (XLOOKUP). Im besten Fall führt das zu Fehlermeldungen in den betroffenen Zellen, im schlimmsten zu



Die Weboberflchen von Textprogramm, Tabellenkalkulation und Präsentations-App ähneln Googles Office-Anwendungen und lassen sich auch wegen des übersichtlichen Funktionsumfangs leicht bedienen.

Rechenfehlern, die man nicht sieht. Immerhin bleiben die originalen Formeln in den Zellen erhalten und werden beim Import durch ein vorangestelltes „\_xln.“ ergänzt, das beim Export wieder verschwindet und die originale Formel erhält. Es gibt aber auch Verluste: Fehlende Diagrammtypen, etwa Kartendiagramme, verschwinden unwiederbringlich und fehlen auch beim Excel-Export. Dasselbe gilt beispielsweise auch für nur von PowerPoint unterstützte Ein- und Überblendeffekte im Präsentationsprogramm.

Wie die meisten Office-Programme eignet sich Synology Office besser für die exklusive Arbeit im eigenen Format als für den ständigen Austausch von Dateien mit MS-Office-Nutzern.

## Teamwork

Einer der wichtigsten Gründe, warum Anwender zu Google Docs oder zu MS-Office mit OneDrive greifen, ist die Möglichkeit, mit mehreren Nutzern gemeinsam an einem Dokument oder einer Tabelle zu arbeiten. Bei Synology Office fühlt sich das kaum anders an als bei Google oder Microsoft. Änderungen erscheinen nahezu in Echtzeit; die Position, an der Mitbenutzer gerade arbeiten, wird durch farbige Cursor- beziehungsweise Zellmarkierungen angezeigt. Es gibt eine Kommentarfunktion, eine Versionsverwaltung und in der Textverarbeitung eine automatische Änderungsverfolgung.

Entweder speichert man Dateien gleich in einem Teamordner, für den der Admin die passenden Berechtigungen ver-

gibt, oder man teilt Dokumente und Tabellen einzeln mit bestimmten Nutzern oder per Freigabelink mit unterschiedlichen Berechtigungsstufen, etwa „Betrachter“, „Kommentator“ oder „Bearbeiter“. Optional erzeugt man einen öffentlichen Link für Benutzer ohne Konto auf dem NAS. Ist ein dynamischer DNS-Dienst eingerichtet, am einfachsten über Synologys eigenes „QuickConnect“ realisiert, klappt die Teamarbeit auch außerhalb des LANs über das Internet.

Fazit

Synology Office ist keine Konkurrenz für ausgewachsene Büropakete wie Microsoft Office oder LibreOffice. Dazu ist der Funktionsumfang zu gering und das Datei-Handling viel zu umständlich. Anspruchslosere Nutzer eines halbwegs aktuellen Synology-NAS finden in Synology Office aber eine einfach zu installierende und vor allem datenschutztechnisch unbedenkliche Alternative zu Googles Browser-Office mit ähnlich unkomplizierten Teamfunktionen.

## Literatur

- [1] Stefan Wischner, Word-brüchig, Wie gut Microsoft-fremde Textprogramme mit Word-Dateien umgehen, c't 18/2019, S. 114

Synology Office

Browser-Office-Paket	
Hersteller, URL	Synology, <a href="http://synology.com">synology.com</a>
Systemanf.	Synology NAS mit DSM ab 6.2.2, Webbrowser
Preis	<b>kostenlos</b>

## Stirling PDF

Ihr lokal gehosteter One-Stop-Shop für alle Ihre PDF-Anforderungen.

Search for features...

<b>View PDF</b> View, annotate, add text or images	<b>PDF-Multitool</b> Seiten zusammenführen, drehen, neu anordnen und entfernen	<b>Zusammenführen</b> Mehrere PDF-Dateien zu einer einzigen zusammenführen.	<b>Aufteilen</b> PDFs in mehrere Dokumente aufteilen.
<b>Drehen</b> Drehen Sie Ihre PDFs ganz einfach.	<b>PDF zuschneiden</b> PDF zuschneiden um die Größe zu verändern (Text bleibt erhalten)	<b>123 Seitenzahlen hinzufügen</b> Hinzufügen von Seitenzahlen an einer bestimmten Stelle	<b>Farben/Kontrast anpassen</b> Kontrast, Sättigung und Helligkeit einer PDF anpassen
<b>Bild zu PDF</b> Konvertieren Sie ein Bild (PNG, JPEG, GIF) in ein PDF.	<b>PDF zu Bild</b> Konvertieren Sie ein PDF in ein Bild (PNG, JPEG, GIF).	<b>Organisieren</b> Seiten entfernen und Seitenreihenfolge ändern.	<b>Bild einfügen</b> Fügt ein Bild an eine bestimmte Stelle im PDF ein (in Arbeit).
<b>Wasserzeichen hinzufügen</b> Fügen Sie ein eigenes Wasserzeichen zu Ihrem PDF hinzu.	<b>Datei in PDF konvertieren</b> Konvertieren Sie nahezu jede Datei in PDF (DOCX, PNG, XLS, PPT, TXT und mehr)	<b>Entfernen</b> Ungewöhnliche Seiten aus dem PDF entfernen.	<b>Passwort hinzufügen</b> Das PDF mit einem Passwort verschlüsseln.
<b>Passwort entfernen</b> Den Passwortschutz eines PDFs entfernen.	<b>Komprimieren</b> PDF komprimieren um die Dateigröße zu reduzieren.	<b>Metadaten ändern</b> Ändern/Entfernen/Hinzufügen von Metadaten aus einem PDF-Dokument	<b>Berechtigungen ändern</b> Die Berechtigungen für Ihr PDF-Dokument verändern.



## 3D-Hall nach Maß

**Fabfilter erweitert sein Hall-Plug-in Pro-R 2 für die Musikproduktion um praktische Mixing-Tools und rekonstruiert Impulsantworten parametrisch.**

Das Plug-in Pro-R 2 eignet sich besonders gut, um Musikinstrumente im Mix mit angepassten Hallfahnen anzureichern und zu verschmelzen. Wie der Vorgänger kann der Pro-R 2 die Nachhallzeiten frequenzabhängig ändern: So klingt beispielsweise der hohe Anschlag einer Snaredrum länger aus als der tiefe Grundton. Außer dem modernen Digitalhall sind nun auch ein Vintage-Modus und ein Plattenhall verfügbar.

Mit der praktischen Stichwortsuche im Browser findet man Presets für Stimmen, Drums, Gitarren oder Pianos schneller. Die Auswahl ist zwar nicht ganz so groß wie bei Exponential Audio, aber dennoch hilfreich. Auch das eingebaute Gate und der Ducker sind im täglichen Gebrauch nützlich. Außer Stereo unterstützt das Plug-in nun auch Mehrkanalmischungen bis 9.1.6 für Dolby Atmos, und kann etwa die hinteren Kanäle länger ausklingen lassen als die vorderen.

Wenn es darum geht, ein Ensemble auf verschiedenen Positionen einer Bühne zu platzieren, klingt das IQ-Reverb von Hosa glaubwürdiger. Das Pro-R 2 eignet sich besser als Insert-Effekt für einzelne Instrumente oder Gruppen, denn es kann Impulsantworten laden und parametrisch nachbilden, um die Hallfahnen anschließend besser anzupassen. Besitzer von Pro-R erhalten einen Rabatt. (hag@ct.de)

## PDF-Universalist

**PDFs öffnen, Seiten drehen, sortieren, beschneiden, nummerieren, komprimieren, Dateien zusammenführen oder konvertieren: Diese und viele weitere Aufgaben rund um PDF-Dateien erledigt Stirling-PDF über eine Weboberfläche. Die können Sie dank Docker-Container mit wenigen Handgriffen bereitstellen.**

Wer PDFs nicht nur anzeigen, sondern auch bearbeiten muss, stößt schnell an die Grenzen der PDF-Werkzeuge, die mit Betriebssystemen mitgeliefert werden. Anstatt für solche Aufgaben eine (kostenpflichtige) Software zu installieren, lädt so mancher seine PDF-Dateien mal schnell bei einem über Google aufgespürten Onlinedienst hoch – kein guter Plan, wenn es um nicht-öffentliche Dokumente geht.

Stirling-PDF dagegen ist Open-Source-Software, beherrscht viele typische PDF-Aufgaben und wird über eine selbst gehostete Weboberfläche bedient. Die können Sie für sich, Ihre Familie oder ein Unternehmen bereitstellen – dafür steht ein Docker-Image bereit, das Sie mit wenigen, gut dokumentierten Zeilen hochfahren. Im Browser wählen Sie dann

auf der Übersichtsseite eine Funktion wie Drehen oder Zusammenführen oder direkt das PDF-Multitool, das viele Funktionen vereint. Dann laden Sie eine oder mehrere Dateien hoch, nehmen die Änderungen vor und laden das Ergebnis herunter. Auf dem Server verbleibt kein Rest – zwischendurch erzeugte Dateien werden sofort gelöscht. Externe Dienste kontaktiert die Software nicht, sodass man auch vertrauliche Daten verarbeiten kann. Wer die Software in eigene Infrastruktur einbauen will, kann Stirling-PDF auch per API ansprechen.

Der Funktionsumfang von Stirling-PDF ist beeindruckend, vor allem wenn man berücksichtigt, dass das Projekt erst Anfang 2023 entstanden ist. Das liegt nicht nur am Fleiß der Entwickler, sondern auch am digitalen Mitarbeiter des Jahres: Stirling-PDF entstand zu großen Teilen durch die tatkräftige Hilfe von ChatGPT. Im Hintergrund werkeln bereits zuvor erfundene Komponenten wie die Java-Bibliothek PDFBox, LibreOffice und für Texterkennung das Projekt OCRmyPDF. (jam@ct.de)

## Stirling-PDF

### PDF-Werkzeugkasten

URL	<a href="https://github.com/Froodle/Stirling-PDF">github.com/Froodle/Stirling-PDF</a>
Docker-Image	froodle/s-pdf
Preis	<b>kostenlos</b> , GPL-3.0

## Fabfilter Pro-R 2

### Hall-Plug-in zur Musikproduktion

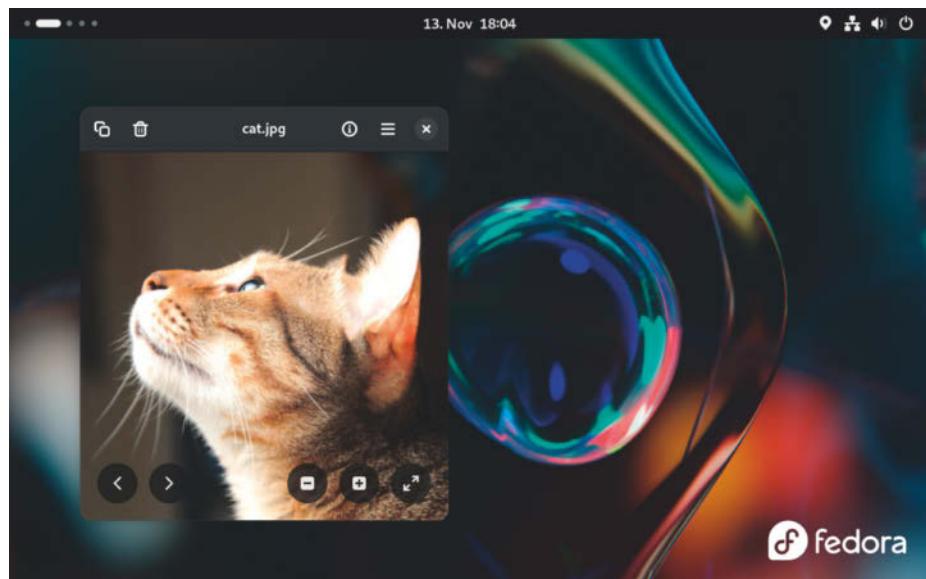
Hersteller, URL	<a href="https://fabfilter.com">Fabfilter, fabfilter.com</a>
Formate	VST2/3, AU, AAX
Systemanf.	Windows ab Vista, macOS ab 10.13
Preis	169 € (kostenlose Demo)

# Wir schreiben Zukunft.



**2 Ausgaben MIT Technology Review  
als Heft oder digital  
inklusive Prämie nach Wahl**

[mit-tr.de/testen](http://mit-tr.de/testen)



# Trippelschritte

## Fedora Linux 39: Abseits Gnome 45 wenig Neues

**Sonst innovativ, hält sich Fedora Linux 39 mit weitreichenden Änderungen zurück. Neu ist eine robuste Immutable-Variante mit dem Budgie-Desktop.**

Von David Wolski

**M**it drei Wochen Verspätung ist Fedora Linux 39 Anfang November erschienen. Zuletzt hielten Bugs im Bootloader Grub 2.06 und im Shim-Loader für Secure Boot die Veröffentlichung auf. Eine Rolle spielte wohl auch, dass die Zuständigkeiten in der Fedora-Entwicklung neu verteilt wurden. Das war erforderlich, da Red Hat die Stelle des Fedora Programmamagers im Mai 2023 weggespart hatte.

Eine ähnlich lange Verzögerung traf zuletzt Fedora Linux 36, das damals allerdings spannende Neuerungen lieferte. Diese fallen bei Fedora 39 überschaubar aus: Die Hauptausgabe Fedora Workstation präsentiert sich mit dem Desktop Gnome 45 (siehe c't 23/2023, S. 84), wo vor allem eine schnellere Suche, der neue

Arbeitsflächen-Indikator, welche den Aktivitäten-Button ersetzt, und die neuen Standardanwendungen Loupe (Bildbeobachter) und Snapshot (Webcam) hervorstechen. Fedora 39 liefert Gnome 45 weitgehend unverändert aus, verwendet von den neuen Apps aber nur Loupe. Im Unterschied zu Gnome sind in Fedora die Webcam-Anwendung Cheese und das Gnome-Terminal (anstelle von Console) weiterhin vorinstalliert.

Ansonsten haben die Fedora-Maintainer die Softwarepakete auf neue Versionen aktualisiert. So ist das erst Anfang Oktober erschienene Python 3.12 bereits enthalten. Als Linux-Kernel kommt derzeit noch Version 6.5, aber Fedora aktualisiert den voraussichtlich in diesem Jahr auf Version 6.6. LibreOffice ist in Version 7.6 enthalten, obwohl Fedora-Sponsor Red Hat angekündigt hat, die RPM-Pakete nicht weiterzupflegen und stattdessen die Flatpak-Variante empfiehlt.

Ausgeblieben sind ursprünglich geplante, größere Änderungen, wie die Einbindung des Bootloaders Grub 2.12 und der Wechsel auf den Paketmanager DNF5. Diesen visiert das Fedora-Projekt jetzt für Version 41 an. Auch die Integration des

neuen Web-UI-Installers haben die Entwickler noch mal aufgeschoben.

Eingestellt hat das Fedora-Team das Modular-Repository, da es nicht genutzt wurde. Ziel des Modularity-Konzepts war es, mehrere Versionen der gleichen Software als Module bereitzustellen.

### Vorarbeit für Grub-Alternativen

Um Platz für Firmware-Updates und Unified Kernel Images (UKIs) zukünftiger Fedora-Versionen zu schaffen, wird die EFI System Partition (ESP) bei Neuinstallation nun mit 500 MByte angelegt. UKIs vereinen Kernel, die initiale Ramdisk (initrd) und weitere Komponenten als eine einzige ausführbare EFI-Datei, die sich als ganzes signieren lässt. So soll unterbunden werden, die Boot-Kette etwa durch manipulierte Initrd-Dateien zu kompromittieren und erlauben, verschlüsselte Datenträger mittels des Hardware-Sicherheitsmoduls TPM abzusichern.

Auf UEFI-Systemen kann man den Installer anweisen, als Bootloader Systemd-Boot statt Grub einzurichten. Dies ist noch experimentell und verlangt die Übergabe der Option `inst.sdboot` an den Kernel im Bootmenü der Installationsmedien. Auf unseren Testsystemen brach damit die Installation aber mittendrin ab.

Neben der Hauptausgabe Fedora Workstation gibt es mit den „Spins“ von der Community gepflegte Desktopvarianten, etwa mit KDE Plasma.

Hinzu kommen Varianten wie Fedora Silverblue mit unveränderlichem („immutable“) Basissystem, bei denen man Anwendungen fast ausschließlich über Flatpaks installiert. Neu ist die Immutable-Ausgabe Fedora Onyx mit schlichten Budgie als Desktop.

Die meisten Nutzer profitieren von Gnome 45, wofür allein sich das Update auf Fedora Workstation 39 lohnt. Abseits davon bringt die neue Fedora-Version keine wesentlichen Neuerungen. Dafür gehen die Arbeiten im Hintergrund voran, um das System fit für weitere größere Änderungen in der Zukunft zu machen. (ktn@ct.de) ct

**Downloads und Changelog:** [ct.de/ykpn](http://ct.de/ykpn)

### Fedora Workstation 39

Linux-Distribution	
Hersteller, URL	Fedora-Projekt, <a href="http://fedoraproject.org">fedoraproject.org</a>
Systemanf.	x86-64-Prozessor (2 GHz, Dual-Core), 15 GByte Datenspeicher, 2 GByte RAM
Supportzeitraum	circa bis November 2024
Preis	<b>Kostenlos</b> (Open Source)



# Strandwächter

## Guardmine Music: Portabler Minitresor mit Alarm und Musik

**Dass jemand Geld, Handy und Papiere klaut, während man im Urlaub eine Runde im Meer dreht, ist für viele eine Horrorvorstellung. Der Guardmine Safe der österreichischen Firma GerdBox ist ein mobiler Mini-tresor mit elektronischem Schloss und Alarm. Überzeugen konnte er uns aber nicht.**

Von Nico Jurran

Keine Strandtresore, die sich verschließen und anketten lassen, bekommt man im Handel ab 25 Euro. Doch der „Guardmine Safe“ bietet laut Hersteller erheblich mehr: Die Kunststoffbox soll durch zwei ineinander liegende Tresore nicht nur besonders gut gegen Aufbruchversuche gesichert sein, sondern gibt auf Wunsch auch einen 100 Dezibel lauten Alarmton von sich, sobald sie bewegt wird. Strom dafür kommt von einem Akku, der sich auch als Powerbank (mit USB-C-Anschluss im Tresorfach) nutzen lässt.

Das hat seinen Preis: Der Guardmine Safe kostet 249 Euro. Der getestete „Guardmine Music“ ist noch einmal 50 Euro teurer, enthält dafür einen größeren Akku (laut Hersteller 10.400 statt 4400 mAh) und lässt sich als Soundbox nutzen. Dabei nimmt er die Musik über Bluetooth entgegen und gibt sie über einen Lautsprecher an der Seite aus. Der Klang reicht bis zur mittleren Lautstärke für eine Beschallung in befriedigender Qualität, darüber gibt es hörbare Verzerrungen.

Der Guardmine ist mit einer Breite von 24,5 Zentimetern und einem Gewicht von 700 Gramm (Safe) beziehungsweise 850 Gramm (Music) weder besonders klein noch leicht. Dafür passt recht wenig hinein: Handy, Autoschlüssel, Papiere finden Platz, mit einer dickeren Geldbörse geht er schon nicht mehr zu. Die Box empfiehlt sich somit nicht gerade als Familientresor. Der Guardmine ist gemäß IP54 gegen Spritzwasser geschützt, mit ins Wasser nehmen kann man ihn aber nicht.

**Akku leer, Schloss bleibt zu**  
Der Hersteller setzt praktisch darauf, dass ein Möchtegerndieb beim Ertönen des Alarms das Gerät vor Schreck fallen lässt

und die Flucht ergreift. Im Test heulte der Guardmine zuverlässig auf, wenn er hochgehoben wurde. Ein Langfinger mit guten Nerven und schnellem Antritt ist mit dem kreischenden Tresor aber bald über alle Berge; eine Trackingfunktion bietet der Tresor nicht. Wer will, kann ihn noch mit einem Drahtseil (nicht im Lieferumfang) etwa an einer Liege festbinden. Das ist bei den meisten Billigmodellen eh das Mittel der Wahl.

Während einfache Strandtresore meist ein simples Zahenschloss haben, ist der Guardmine mit einem elektronischen Schloss ausgestattet. Den frei wählbaren vierstelligen Code gibt man über das Touchdisplay im Deckel ein – und auch nur dort. Ein Bild auf der offiziellen Website, nach dem sich der Tresor auch über das Smartphone öffnen lässt, bezieht sich laut Hersteller auf eine kommende „Pro“-Variante mit integriertem WLAN.

Die Powerbank-Funktion ist zwar nur bei einem Ladestand über 50 Prozent nutzbar, um einen ausreichenden Akkustand für das Schloss sicherzustellen, ein genauso nötiger Schutz bei der Musikwiedergabe fehlt aber. Die stark schwankende Anzeige erschwert zusätzlich abzuschätzen, wie lange der Akku noch reicht.

### Fazit

GerdBox bewirbt den Guardmine mit dem Spruch „mobil, smart, schlüsselloos“. Ersteres lässt sich nicht bestreiten, wobei der Tresor für sein Gewicht wenig Platz im Inneren bietet. Das elektronische Schloss macht wiederum nur so lange Freude, wie genug Akkuladung zur Verfügung steht. Sonst muss man erst einmal eine USB-C-Stromquelle besorgen, um den Guardmine wieder öffnen zu können.

Gar nicht erkennen können wir, wieso der Mini-Tresor das Prädikat „smart“ verdient hätte. Der Hersteller täte gut daran, nur mit Features zu werben, die auch bei den aktuellen Modellen verfügbar sind.

(nij@ct.de) ct

### Guardmine Safe / Music

Portabler Minitresor mit Alarm (und Musikwiedergabe)	
Hersteller, URL	GerdBox, guardmine.com
Display	4,3 Zoll-Touch-LCD, 480 × 272 Pixel
Akkukapazität	4400 / 10.400 mAh
Maße / Gewicht	außen: 245 mm × 180 mm × 50 mm, innen: 170 mm × 150 mm × 30 mm / Safe: 700 g, Music: 850 g
Preis	249 € (Safe) / 299 € (Music)



# Drucken für wenig Geld

**Preisgünstige Multifunktionsdrucker mit optionalem Tintenabo**

**Billiger Drucker, teure Tinte?**  
**Nach Druckseiten abgerechnete Tintenabos bieten einen Ausweg mit viel Sparpotenzial. Wir prüfen, was günstige Multifunktionsdrucker fürs Heimbüro leisten und wo die Hersteller sparen – auf Kosten der Kunden.**

Von Rudolf Opitz

vieren der Post oder den sauberen Druck von Einladungen inklusive Adressieren der Briefumschläge, überall springt das Gerät hilfreich ein. Wenn er hin und wieder auch mal ein Bild in guter Qualität zu Fotopapier bringt, umso besser. Da die Druckmenge stetig abnimmt, will man für den Drucker nicht viel Geld ausgeben und preisgünstige Angebote machen die Elektromärkte zuhauf.

Ärgerlich wird es erst beim Nachkauf von Tinte, wenn ein Satz Farbpatronen drei Viertel des Gerätepreises kostet. Da dieses Missverhältnis beim Kunden nicht gut ankommt, bieten die Hersteller Abo-Dienste an, bei denen man für ein monatliches Kontoingent an Druckseiten einen Pauschalbetrag zahlt und frische Patronen frei Haus zugeschickt bekommt [1]. Wir haben vier Geräte aus dem unteren Preisbereich der

Tintendruckerhersteller mit Tintenabo-Option ins Labor geholt und getestet, wie sie sich bei den verschiedenen Aufgaben schlagen: Brother MFC-J4340DWE, Canon Pixma TS7450i, Epson WorkForce WF-2960DWF und HP Envy Inspire 7220e.

Drei unserer Testgeräte sind im Handel für rund 100 Euro oder knapp darunter zu haben, nur der Brother-Drucker ist mit 185 Euro deutlich teurer; Brother hat jedoch im unteren Preisniveau abgesehen vom kärglich ausgestatteten DCP-1200W keine vergleichbaren Modelle. Der Brother MFC-4340 und der Epson WF-2960 bieten mit einer 150-Blatt-Kassette plus Einzelblatteinzug, einem Vorlageneinzug für Scanner und Fax die beste Ausstattung. Der Canon Pixma scannt und kopiert dank Vorlageneinzug ebenfalls mehrere Seiten in einem Arbeitsgang, nur Fax fehlt. Am

**D**er Multifunktionsdrucker leistet im Haushalt überall gute Dienste, wo es schnell gehen muss und doch ordentlich sein soll. Egal ob es um die Kopie der Handwerkerrechnung geht, um das Archi-

magersten ist der HP Envy Inspire bestückt: Er hat nur einen Flachbettscanner, lässt sich aber über den Touchscreen bequem bedienen, ohne PC oder Smartphone bemühen zu müssen.

Die opulente Ausstattung teurerer Multifunktionsdrucker kann man nicht erwarten: So fehlen allen Testkandidaten USB-Host-Ports zum direkten Drucken vom Speicherstick und Duplexscanner.

## In der Tinte

Allen Testgeräten lagen sogenannte Set-up- oder Starterpatronen bei, die bestenfalls die gleiche Tintenmenge enthalten wie die schon mäßig gefüllten Normalpatronen (Canon, Epson) oder sogar noch deutlich weniger. Im Fall des Brother-Druckers dient ein Teil der Tinte zum Befüllen eines Zwischentanks und des Schlauchsystems. Beim Epson WorkForce sitzen die Patronen direkt auf dem Kopfschlitten, und Canon sowie HP setzen sogar Patronen mit integriertem Druckkopf ein. Das macht die Kombipatronen zwar teurer, die Kunden bekommen mit jedem Patronenwechsel aber einen frischen Druckkopf. Hartnäckige Düsenverstopfung behebt ein Patronenwechsel. Für Drucker von Brother und Epson bedeutet dauerhafte Verstopfung meist einen Totalschaden.

Es lohnt sich, beim Anschaffen eines Druckers einen Satz XL-Patronen mitzukaufen oder ein Tintenabo abzuschließen. XL-Patronen sind zwar teurer, enthalten aber mindestens doppelt so viel Tinte wie Standardpatronen und sind damit bezogen auf die Kosten pro Druckseite günstiger. Für die Berechnung der Seitenreichweite gibt es die Norm ISO/IEC 24711 und die ISO-Druckvorlage 24712. Die Tintenkosten pro ISO-Farbseite beziehen sich also stets auf das Normdokument mit etwa 20 Prozent Farbdeckung.

Beim Tintenabo wird aber die bedruckte Seite unabhängig vom Tintenverbrauch berechnet: Ein knapper Brief mit 5 Prozent Deckung kostet genauso viel wie ein randloses Foto mit 100 Prozent Deckung. Die bei Reinigungsvorgängen verbrauchte Tinte geht auf Kosten des Abonnierten. In der Tabelle auf Seite 99 haben wir zum Vergleich den Abotarif für 100 Seiten pro Monat angegeben, den alle Hersteller anbieten und der nicht überraschend bei allen gleich viel kostet. Nutzt man das Kontingent voll aus, kommt eine Druckseite auf etwa 6 Cent.

Beim Drucken mit gekauften XL-Patronen kostet eine ISO-Farbseite (nur 20

Prozent Farbdeckung<sup>1</sup>) mit den 100-Euro-Druckern zwischen 20,9 Cent (Epson) und 17,2 Cent (Canon), bei allen drei Geräten lohnt sich ein Tintenabo in jedem Fall. Eine Ausnahme ist der Brother MFC-J4340, dessen XL-Großraumpatronen Tinte für 5000 ISO-Farbseiten enthalten und damit fast an die Reichweiten von Tintentankdruckern heranreichen. Damit kostet eine ISO-Seite nur 4,9 Cent. Je nach Art der Drucksachen kann sich das Eco-Pro-Tintenabo trotzdem lohnen, etwa bei Fotos oder bei Prospekten mit großen Farbflächen. Wer nur Briefe und ein paar Liniengrafiken druckt, fährt mit dem Selbstkauf von XL-Patronen günstiger.

Wir haben nicht nur den Preis für die Druckertinte kalkuliert, sondern auch deren Stabilität in der Praxis getestet: Da wäre zum Beispiel die Lichtbeständigkeit, die wir in unserem Tageslichtsimulator prüfen, siehe ct.de/ymmf. Nach 100 Stunden, was etwa einem Jahr Sonnenlicht entspricht, blichen die Rot- und Gelbtöne der Tinten von Canon und Epson auf Normalpapier sehr stark aus. Bei der HP-Probe beobachteten wir nur leichtes Nachlassen der Farbe und bei der Brother-Tinte sahen wir keinen Unterschied. Augenscheinlich setzt Brother auch für die Grundfarben lichtstabile pigmentierte Tinte ein. Zumindest die Drucker von Canon und Epson nutzen für die Farben Flüssigfarbstoffe (Dye-Tinten), die sich für den Fotodruck besser mischen lassen, aber sehr UV-empfindlich sind. Druckt man auf gutem Fotopapier, schützt dessen Gelschicht die empfindlichen Farben, daher blicken die Canon- und Epson-Tinten auf ihrem jeweils empfohlenen Fotopapier im Test kaum aus.

## Verbrauchskosten Tinte

[Cent / ISO-Seite]	Normalpatronen		XL-Patronen		100-Seiten-Tintenabo <sup>1</sup>
	Farbe	Schwarzanteil	Farbe	Schwarzanteil	
Brother MFC-J4340DWE	6,06	1,08	4,89	0,99	5,99
Canon Pixma TS7450i	26,7	12,2	17,2	7,5	5,99
Epson WF-2960DWF	29,1	10	20,9	6,18	5,99
HP Envy Inspire 7220e	25,1	10	19,4	7,33	5,99

<sup>1</sup> Cent pro Seite bei voller Ausnutzung des Kontingents



Beim HP Envy Inspire 7220e ist der USB-Port mit dem Hinweis überklebt, man solle WLAN statt USB zur PC-Verbindung nehmen. Via USB kann der Drucker keine Daten nach Hause zu HP senden.

Bei Schriftstücken will man manchmal Textpassagen hervorheben. Wir testeten die Wischfestigkeit – meist ein Argument für Laserdrucker – 30 Sekunden nach Druck mit einem Textmarker. Die Drucke aller Testgeräte ließen sich ohne Verschmieren der Tinte markieren. Bei den Drucken von Canon und HP zeigten sich erst bei nochmaligem Überstreichen leichte Schlieren, am stabilsten erwiesen sich die Tinten von Brother und Epson. Der Text blieb in jedem Fall lesbar.

## In der Praxis

Anders als bei Laserdruckern gilt bei Tintendruckern in der Regel: je langsamer der Druck, desto besser die Qualität. Bei aktuellen Modellen ist das eher eine Faustformel. Alle unsere Testkandidaten lieferten schon im Normal- oder Standardmodus eine gute Textqualität, die auch für

## Kopierzeiten

[Minuten:Sekunden]	SW 10 Kopien	Farbe 10 Kopien	10 ADF-Kopien	A4-Foto beste Qualität
Brother MFC-J4340DWE	0:52	0:54	1:28	2:06
Canon Pixma TS7450i	0:58	1:27	2:38	4:12
Epson WF-2960DWF	0:54	1:24	2:42	3:39
HP Envy Inspire 7220e	1:50	1:57	–	3:24



## Brother MFC-J4340DWE

Das robuste Multifunktionsgerät ist schon wegen des voluminösen Patronenfachs an der rechten Seite sehr breit. Außer dem frontalen Papierfach gibt es hinten einen Einzelblatteinzug. Die Scannerklappe mit dem flachen Vorlageneinzug hat in den Scharnieren 2,5 Zentimeter Spiel – praktisch beim Scannen dicker Bücher. Das breite Bedienpanel mit dem hellen, aber winkelabhängigen Farbdisplay, Funktions- und Cursor-tasten sowie einem Zifferntastenfeld lässt sich ankippen.

Die Gerätemenüs sind per Steuerkreuz gut bedienbar, für Grundfunktionen gibt es Funktionstasten. Im Netz kann man den MFC-J4340 auch über das umfangreiche Web-Frontend konfigurieren. Unser Testgerät kalkulierte die Tintenstände fehlerhaft: Nach nur 60 Briefseiten meldete es eine fast leere Schwarzpatrone, die dann aber doch mehrere hundert Druckseiten durchhielt. Vor dem Drucken vom Smartphone belästigte die Brother-App „Mobile Connect“ mit Werbung, nervenschonender druckt man mit den Android-Plug-ins von Brother oder der Mopria und unter iOS mit AirPrint, das aber Fotopapier im Einzelblatteinzug nicht erkannte.

In Schnell- und Normalqualität druckt der MFC-J4340 sehr flott und schon mit guter Textqualität, die Stufe „Hoch“ zwischen „Normal“ und „Beste“ lohnt nicht. Gut gefiel im Test der schnelle Duplexdruck. Grafiken brachte das Gerät sauber und mit guten Farben zu Papier, nur Grauflächen wirkten bräunlich. Beim Beschriften von Umschlägen sollte man das Papierfach nutzen, vom Einzelblatteinzug verschmierten sie. Fotos druckte es mit Rotstich, der besonders beim Drucken vom Smartphone unangenehm auffiel.

Der MFC-J4340 kopierte in Farbe fast ebenso flott wie Schwarzweiß. Beim Benutzen des Einzugs sollte man den Rückhalter rechts ausklappen, sonst schieben sich gescannte Vorlagen ineinander. Mit geknickten Blättern kam der Einzug gut zurecht. Kopien von Text und Grafik sahen gut aus, Fotos duplizierte das Brother-Gerät nur mit Rand, überzogenen Konturen, Grünstich und ohne dunkle Details.

Auf Scans von Fotos fiel nur ein leichter Blaustich auf, auf den detailreichen Grafikscans ein zu helles Blau. Die nützliche, in der App „iPrint&Scan“ integrierte OCR machte sogar bei kleinen Tabellenschriften nur wenige Fehler.



## Canon Pixma TS7450i

Der kompakte Pixma ist nicht sehr breit, braucht aber für die Papierablage und den hinteren Einzug Platz. Zusammen mit der vorderen Kassette fasst er 200 Blatt Normalpapier. Die Scannerklappe mit dem Vorlageneinzug lässt sich in den Scharnieren für Buchscans um 2,2 Zentimeter anheben. Menüs zeigt der TS7450i auf einem kleinen monochromen OLED-Display, zum Auswählen gibt es Up/Down-Tasten, hinzu kommen sechs Funktionstasten. Der Canon-Drucker verwendet Kombipatronen mit integriertem Druckkopf, die sich leicht einsetzen lassen. Der Druckkopfabgleich erfolgt vollautomatisch.

An die Bedienung muss man sich gewöhnen, doch hilft dabei die QR-Taste: Wenn deren LED leuchtet, bringt ein Tastendruck einen QR-Code aufs Display, der die passende Stelle der Onlineanleitung aufruft. Im Netzwerk kann man für Geräte- und Netzwerkeinstellungen auch das Web-Frontend benutzen.

Der Druck-App „Canon Print“ fehlt die Auswahl der Druckqualität, gleiches gilt für Canons Android-Plug-In. Hier bietet das generische Mopria-Plug-in mehr. AirPrint funktioniert gut.

Als Drucker ist der TS7450i kein Renner, druckt aber schon in Entwurfsqualität gut lesbar; in der sehr langsamen Qualität „Hoch“ fanden wir nichts zu meckern. Gleiches gilt für Grafik: Wow! Das Beschriften von Umschlägen aus dem hinteren Einzug gelang sauber. Fotos druckt das Canon-Gerät auch auf Normalpapier randlos, doch rät schon der Treiber zurecht davon ab: blass und streifig. Auf Fotopapier produzierte es aber für ein 100-Euro-Modell beeindruckende, randlose Bilder.

Der kleine Pixma braucht für Farbkopien etwa 50 Prozent länger als für Schwarzweißkopien. Die Qualität bei Text und Grafik ist abgesehen von etwas zu hellem Blau gut. Der Vorlageneinzug erzeugt beim Scannen ein nerviges Schnarren und zog geknickte Vorlagen leicht schräg ein. Knickstellen filterte der TS7450i aber vorbildlich. Fotos kopierte er nur mit Rand, mit kräftigen, stimmigen Farben, aber wenig dunklen Details, 10 x 15-Fotos beschneidet er deutlich.

Der Mangel an dunklen Details liegt offensichtlich am Scanner, der abgesehen davon aber gute Fotoscans erstellte. Auch Grafiken gab der Pixma in guter Qualität wieder. Canons Scan Utility enthält eine Texterkennung, die im Test aber viele Fehler machte.

- ⬆️ Patronen mit sehr hoher Reichweite
- ⬆️ gute Texterkennung
- ⬇️ Tintenstandsanzeige unzuverlässig
- ⬇️ teuer

- ⬆️ guter Fotodruck
- ⬆️ zwei Papierzuführungen
- ⬇️ scharrender ADF
- ⬇️ Tinte auf Normalpapier nicht lichtbeständig



## Epson WorkForce WF-2960DWF

Epsons kleiner WorkForce-Drucker braucht wenig Stellfläche, hat aber keine zweite Papierzufuhr. Die Scannerklappe mit dem 30-Blatt-Einzug lässt für Buchscans 1,5 Zentimeter Spiel in den Scharnieren. Das ankippbare Bedienpanel trägt einen kleinen Touchscreen und zwei Funktionstasten plus Powertaste. Hinten gibt es außer dem USB-Anschluss auch einen Ethernet-Port. Der WF-2960 druckt mit vier Einzeltinten, eine leicht wechselbare Wartungskassette nimmt Reinigungstinte auf. Ersatztinte ist sehr teuer, ein ReadyPrint-Flex-Tintenabo lohnt sich.

Der Touchscreen lässt sich für kleine Schaltflächen auch per Stift bedienen. Manchmal muss man zwischen Touchscreen und Web-Frontend wechseln: So lassen sich Faxeinstellungen nur am Gerät vornehmen, die Kontaktliste aber bequem per Browser bearbeiten. Vom Mobilgerät drucken klappt via Android-Plug-ins (Mopria, Epson Print Enabler) und AirPrint gut, die Mobil-App Smart Panel nervt mit Werbung.

Der Epson WorkForce druckt flott, besonders in der sehr blassen, noch lesbaren Entwurfsqualität: Hier sieht man, dass Tinte gespart wird. Im Standarddruck ist die Textqualität schon gut, für optimale Qualität reicht die Einstellung „Standard Vivid“, „Stark“ ist nicht sichtbar besser, nur viel langsamer. Den Leisedruck kann man auch im Treiber aktivieren, der Vorrang vor den Geräteeinstellungen hat. Bei feinen Grafiken füllen unsaubere Linien und ein Blaustich auf.

Beim Beschriften von DL-Umschlägen mussten wir im Treiber „Ränder minimieren“ aktivieren, sonst wurde der Absender beschnitten. Praktisch: Bei mehrseitigen Druckaufträgen zählt der Drucker auf dem Display mit. Beim Fotodruck patzte das Epson-Gerät: Dunkle Details sofften im milchigen Schwarz ab, Graustufenbilder hatten einen Blaustich.

Auch der WF-2960 kopiert Schwarzweiß deutlich schneller als in Farbe. Bei Text ist die Qualität gut, Grauflächen auf unserer Testgrafik gerieten zu bläulich. Kopien von Fotos missfielen wegen Blaustich und milchigem Schwarz. Der Vorlagen-einzug zog auch geknickte Vorlagen gerade ein.

Der Scanner des WF-2960 lässt sich Zeit: Für ein 600-dpi-Foto brauchte er fast zwei Minuten. Das Ergebnis sah bis auf einen leichten Grünstich gut aus, auch Grafikscans zeigten eine gute Qualität. Eine Texterkennung fehlt allerdings.

- ⬆ WLAN und Ethernet
- ⬆ schneller Druck
- ⬇ Tinte auf Normalpapier nicht lichtbeständig
- ⬇ nur eine Papierzuführung



## HP Envy Inspire 7220e

Der breite Drucker hat über dem Papiervorrat einen verschiebbaren Schlitten, der 15 Fotopapiere bis 13 x 18 aufnimmt. Ein Vorlageneinzug fehlt. Man bedient den Inspire über ein Touchdisplay, das nur auf Finger oder Spezialstifte reagiert. Die USB-Schnittstelle ist überklebt – man soll WLAN benutzen –, nach Entfernen des Aufklebers aber funktionsfähig.

Die Installation der Kombipatronen fällt leicht, danach zeigt der Touchscreen einen QR-Code zum Installieren der HP-Smart-App. Erst nach langem Druck (etwa 10 Sekunden) auf den Touchscreen wechselte das Gerät zur Menüansicht und ließ sich per WPS mit dem Funknetz verbinden. Geräteeinstellungen nimmt man bequem über das übersichtliche Web-Frontend vor.

Zum Drucken per Smartphone soll der Kunde ebenfalls die Smart-App nutzen, die alle Druckdaten und Scans auf US-Servern verarbeitet. Möchte man das nicht, klappt der Druck auch über das Android-Plug-in der Mopria und per AirPrint (iOS). Scans vom Inspire empfängt auch die App Mopria Scan.

Schon im schnellen Entwurfsdruck liefert der Inspire 7220e eine hohe Textqualität ab. Wir empfehlen Normalqualität, bei „Optimal“ dauert der Druck extrem lange und sieht schlechter aus. Grafiken bringt der HP-Drucker sauber, aber mit Grünstich zu Papier. Auf Fotopapier druckte unser Testgerät nur streifig, bei Papier vom Fotopapierschlitten kam es zu Fehldrucken oder es wurde nicht erkannt – möglicherweise ein Defekt.

Für Farbkopien braucht der Inspire 7220e doppelt so lange wie für Schwarzweißkopien. Text kopierte er in guter Qualität, Grafiken mit viel zu dunklen Farben und hässlichen Streifen in Grauflächen. Auf randlosen Kopien von Fotos fehlten dunkle Details, die Farbwiedergabe war gut. Bei Schwarzweißkopien von Text mit Farbhintergrund (Helligkeit auf Maximum) lieferete das HP-Gerät bei Rot einen dunkelgrauen Hintergrund, bei anderen Farben einwandfreien Schwarz-auf-Weiß-Text.

Zum Scannen über das im Offline-Paket vorhandene Programm HP Scan muss der Drucker per USB verbunden sein. Fotoscans sind HP-typisch extrem stark nachgeschärft, was an Kanten zu hellen Doppellinien führt: Personen sehen aus wie ausgeschnitten und aufgeklebt. Text in Grau- und Farbflächen sind weiß umrandet. Eine Texterkennung gibt es nur in der HP-Cloud über HP Smart.

- ⬆ Touchscreen-Bedienung
- ⬆ Randloskopien
- ⬇ Cloudzwang
- ⬇ schlechte Verarbeitung

einen repräsentativen Brief reicht. Höhere Qualitätsmodi verlängern die Druckzeit enorm, ohne sichtbar die Qualität zu erhöhen. Für alltägliche Drucksachen reicht der Entwurfs- oder Schnelldruck, in dem mit einer Ausnahme alle Testdrucker gut lesbare Ergebnisse liefern. Die Ausnahme ist der Epson WorkForce, der im Entwurfsmodus sehr blass, aber noch lesbar druckt. Auf der anderen Seite spart man damit aber auch besonders viel Tinte.

Am flottesten druckte im Test mit dem Brother MFC-J4340 das teuerste Gerät, das auch im Duplexdruck – alle Testgeräte drucken automatisch beidseitig – zehn Seiten (fünf Blatt) in weniger als einer Minute beschriftete. Der kompakte Canon Pixma arbeitete eher gemächlich, lieferte in vielen Disziplinen aber die beste Qualität ab. Das gilt besonders für seinen überraschend guten Fotodruck. Alle Drucker im Test produzieren randlose Bilder, der HP Envy nur auf Fotopapier.

Als Kopierer machten alle Testgeräte einen guten Job, Einstellungen ließen sich bequem per Touchscreen oder Funktions-tasten vornehmen. Nur beim Canon Pixma muss man die Kopienzahl durch mehrfaches Drücken der Hoch-Runter-Tasten einmorsen. Bis auf den Brother MFC-J4340 brauchten unsere Testkandidaten für Farbkopien deutlich länger als

für Schwarzweißkopien. Auch bei Schwarzweißkopien von Text auf Farbpapier schnitt das Brother-Gerät dank gutem Hintergrundfilter am besten ab. Für Kopien von Fotos taugt er dagegen wenig. Der Canon Pixma und der HP Envy konnten das im Test viel besser, der HP Envy und der Epson WorkForce kopierten sogar randlos.

Wer eines der Multifunktionsgeräte im Test zum direkten Archivieren von Akten und Rechnungen etwa auf einem NAS nutzen möchte, sollte besser in ein hochwertiges Büromodell investieren. Bis auf den HP Envy haben zwar alle einen Vorlageneinzug, scannen aber nur auf den PC oder über einen Herstellerdienst in die Cloud. Beim Brother MFC-J4340 reicht es, das Gerät dazu über einen individuellen Code mit dem Brother-Clouddienst zu verbinden. Bei Epson und HP ist hierfür ein Anwenderkonto nötig. Das Einrichten eines Kontos beim Canon IJ Cloud Center kann man sich sparen: Der Pixma lässt sich zwar registrieren, doch fehlen dem Gerätemenü Funktionen, um die Dienste auch zu nutzen.

HP versucht auch beim Envy Inspire, den Kunden mit allen Mitteln zum Cloud-dienst HP+ zu zwingen: Als offizielle PC-Software gibt es nur HP Smart, die ohne HP+-Account nicht funktioniert. Auch

normale Scans aus dem PC landen auf US-Servern des Herstellers zum „Verbessern“. Bei Störungen des Internets oder der Server funktioniert Scannen mit HP Smart gar nicht. Zwar gibt es auch ein Offline-Soft-warepaket mit dem Programm HP Scan, doch erkannte dies unser Testgerät nur via USB, und den USB-Port des Druckers hat HP mit einem Klebchen versiegelt. Windows liefert mit eigenen Treibern für den Drucker und Scanner (WIA-Treiber) glücklicherweise einen Ausweg.

Der Brother MFC-J4340 und der Epson WF-2960 enthalten außerdem noch ein Faxmodem. Faxen funktionierte mit ihnen gut über VoIP, außerdem drucken sie auf Wunsch Sendeberichte mit Bild der ersten Faxseite als Sendebeweis. Sonderfunktionen wie Faxweiterleitung per E-Mail gibt es nicht. Windows-Tools beider Geräte speichern empfangene Faxe aber als PDF in einem Ordner.

## Fazit

Wer einen günstigen und kompakten All-rounddrucker sucht und über einige Merkwürdigkeiten hinwegsehen kann, bekommt mit dem Canon Pixma TS7450i ein zuverlässiges Multifunktionsgerät mit zwei Papierzuführungen und guter Druckqualität. Geht es um einen Helfer für das Homeoffice, der auch etwas höhere Arbeitslasten schultert, empfiehlt sich der Brother MFC-J4340DWE, der fast alles kann außer Fotos gut zu kopieren. Der Epson WorkForce WF-2960DWF braucht wenig Stellfläche und ist in der Anschaffung preisgünstig, der HP Envy Inspire 7220i konnte uns wegen Qualitätsmängeln und Cloudzwang nicht überzeugen.

Soll das Brother-Modell hauptsächlich bürotypische Drucksachen erstellen, lohnen XL-Patronen mit Reichweiten von 5000 bis 6000 Seiten eher als das Eco-Pro-Abo. Für die Geräte von HP, Canon und besonders Epson, dessen Originalpatronen geradezu absurd teuer sind, ist ein Tintenabo fast immer wesentlich günstiger und eine unbedingte Empfehlung. Abgesehen vom Geldsparen druckt es sich entspannter ohne den ständigen Blick auf die Tintenstände. (rop@ct.de) 

## Leistungsaufnahme

	Aus [W]	Sleep [W]	Bereitschaft [W]	Kopieren [W]
	◀ besser	◀ besser	◀ besser	◀ besser
Brother MFC-J4340DWE	< 0,1	0,8	3,1	24,3
Canon Pixma TS7450i	0,26	1,3	3,7	23,7
Epson WF-2960DWF	0,2	0,9	3,7	14
HP Envy Inspire 7220e	0,15	2,1	5,4	17,2

## Geräuschentwicklung

Kopie	Drucken [sone]	Drucken Leise-Modus [sone]	ADF-Scannen [sone]	Scannen Leise-Modus [sone]
	◀ besser	◀ besser	◀ besser	◀ besser
Brother MFC-J4340DWE	8,2	4	4,5	4,4
Canon Pixma TS7450i	6,6	3,3	4,6	4,3
Epson WF-2960DWF	8,1	4,7	4	4
HP Envy Inspire 7220e	9,8	5,1	4,1 <sup>1</sup>	4 <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Nur Flachbettscanner

## Druckleistung (ISO-Seite Farbe)

[Seiten / Minute]	Entwurf/schnell	normal	normal Leise	beste Qualität
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶
Brother MFC-J4340DWE	17,7	18,2	6,9	2,2
Canon Pixma TS7450i	10,5	9,7	3,7	1
Epson WF-2960DWF	17,1	12,2	4,8	1,6
HP Envy Inspire 7220e	14	12	5,7	0,55

## Literatur

- [1] Rudolf Opitz, Tinte frei Haus, Abodienste mit monatlichen Seitenkontingenten für Drucker, c't 20/2023, S. 90

**Drucksachen im Tageslichtsimulator:**  
[ct.de/ymmf](http://ct.de/ymmf)

## Tinten-Multifunktionsdrucker mit optionalem Tintenabo

Gerät	MFC-J4340DWE	Pixma TS7450i	WorkForce WF-2960DWF	HP Envy Inspire 7220e
Hersteller, URL	Brother, brother.de	Canon, canon.de	Epson, epson.de	HP, hp.com/de
Druckverfahren / Tinten	Piezo / 4 Patronen	Bubblejet / 2 Kombipatronen	Piezo / 4 Patronen	Bubblejet / 2 Kombipatronen
Tintenabo	EcoPro	Pixma Print Plan	ReadyPrint Flex	Instant Ink
Inklusivmonate <sup>1</sup>	4	—	—	3 mit HP+
Max. Auflösung (Fotodruck) <sup>1</sup>	4800 dpi × 1200 dpi	4800 dpi × 1200 dpi	4800 dpi × 1200 dpi	4800 dpi × 1200 dpi
Papiergewicht <sup>1</sup>	64 g/m <sup>2</sup> ... 260 g/m <sup>2</sup>	64 g/m <sup>2</sup> ... 300 g/m <sup>2</sup>	64 g/m <sup>2</sup> ... 300 g/m <sup>2</sup>	75 g/m <sup>2</sup> ... 300 g/m <sup>2</sup>
Papierzufuhr	150-Blatt-Kassette, Einzelblatteinzug	100-Blatt-Kassette, 100-Blatt-Einzug hinten	150-Blatt-Kassette	125-Blatt-Kassette, 15 Blatt Fotopapier bis 13 × 18
Papierablage <sup>1</sup>	100 Blatt	50 Blatt	80 Blatt	60 Blatt
automatischer Duplexdruck	✓	✓	✓	✓
randloser Fotodruck	✓	✓	✓	✓
max. Druckvolumen	2000 Seiten / Monat	k.A.	3000 Seiten / Monat	1000 Seiten / Monat
Scannen, Kopieren und Faxen				
Scantyp / Farbtiefe Farbe, Graustufen <sup>1</sup>	CIS / 24 Bit, 8 Bit	CIS / 24 Bit, 8 Bit	CIS / 24 Bit, 8 Bit	CIS / 24 Bit, 8 Bit
Auflösung physikalisch <sup>1</sup>	2400 dpi × 1200 dpi (ADF 1200 dpi × 600 dpi)	2400 dpi × 1200 dpi	2400 dpi × 1200 dpi	1200 dpi × 1200 dpi
Vorlageneinzug / Duplex	20 Blatt / —	35 Blatt / —	30 Blatt / —	— / —
Twain / WIA-Modul	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ (nur USB) / ✓
Fax / Sendebericht mit Bild	✓ / ✓	—	✓ / ✓	—
Netzwerk- / Cloudfunktionen				
Scan to E-Mail / FTP / SMB-Freigabe	✓ (Cloud) / — / —	— / — / —	✓ (Cloud) / — / —	— / — / —
Druck-App	Brother Mobile Connect (Android, iOS)	Canon Print (Android, iOS)	Epson Smart Panel (Android, iOS)	HP Smart (Android, iOS, Windows) nur mit HP+ Account
AirPrint / Android Print / Mopria	✓ / Brother Print Service / ✓	✓ / Canon Print Service / ✓	✓ / Epson Print Enabler / ✓	✓ / HP Print Service / ✓
Clouddienst des Herstellers	Brother Online	IJ Cloud Printing Center	Epson Connect	HP Smart (HP Connected)
Sonstiges				
Schnittstellen	USB 2.0, WLAN (IEEE802.11n 2,4 GHz), WiFi Direct, 2xRJ-11 (Fax/Tel.)	USB 2.0, WLAN (IEEE802.11n 2,4 GHz), WiFi Direct	USB 2.0, Ethernet, WLAN (IEEE802.11n 2,4 GHz, WPA3), WiFi Direct, 2xRJ-11 (Fax/Tel.)	USB 2.0, WLAN (IEEE802.11ac 2,4 und 5 GHz), WiFi Direct, BLE
Betriebsabmessungen (B×T×H)	43,5 cm × 59 cm × 20 cm	40 cm × 65 cm × 23 cm	38 cm × 50,5 cm × 25 cm	46 cm × 51 cm × 20 cm
Gewicht	8,8 kg	8,2 kg	6,4 kg	6,9 kg
Display	4,5-cm-Farbdisplay	3,7-cm-OLED-Display monochrom	6,1-cm-Touchscreen resistiv	6,9-cm-Touchscreen kapazitiv
Treiber für Windows	ab Windows 7, ab Server 2008	ab Windows 7 SP1	ab Windows XP SP3, ab Server 2003	ab Windows 7
Treiber für Mac / Sonstige	macOS ab 10.14.6 / Linux	macOS ab 10.12.6 / Linux (generische Treiber), Chrome OS	macOS ab 10.9 / Linux	macOS ab 10.14 / Linux (HPLIP)
Software (Windows)	iPrint&Scan, Brother Utilities, PC-Fax, Nuance PaperPort 14SE	Canon IJ Scan Utility, Printer Assistant Tool, Easy Photo Print, Easy Layout, Poster Artist	Epson Scan 2, Scan Utility, ScanSmart, Fax-Utility, Software Updater	HP Smart, HP Scan (nur USB)
Speicherkarten / USB-Host	— / —	— / —	— / —	— / —
Besonderheiten	Großraum-Patronen	zwei Papierzuführungen	Touchscreen	Touchscreen
Tintenpatronen				
Schwarz (Reichweite <sup>1</sup> )	LC426BK (3000 S.), XL: LC426XLBK (6000 S.)	PG-560 (180 S.), PG-560XL (400 S.)	503 BK (210 S.), 503XL BK (550 S.)	HP 303 BK (200 S.), HP 303XL BK (600 S.)
Farbe (Reichweite <sup>1</sup> )	LC426C,M,Y (je 1500 S.), XL: LC426XLC,M,Y (je 5000 S.)	CL-561 (180 S.), CL-561XL (300 S.)	503 C,M,Y (je 165 S.), 503XL C,M,Y (je 470 S.)	HP 303 Color (165 S.), HP 303 XL Color (415 S.)
mitgelieferte Tinte	LC426 Starter mit je 350 S.	PG-560 (180 S.), CL-561 (180 S.)	503 Starter (210 / 165 S.)	HP 303 Setup (125 / 120 S.)
Tintenkosten pro ISO-Farbseite (XL-Patrone)	4,89 ct, Schwarzanteil 0,99 ct	17,17 ct, Schwarzanteil 7,5 ct	20,86 ct, Schwarzanteil 6,18 ct	19,38 ct, Schwarzanteil 7,33 ct
Tintenabo (100 S. / Mon.)	5,99 €	5,99 €	5,99 €	5,99 €
Messergebnisse und Bewertungen				
Druckzeiten	10 Seiten Duplex (Normal): 0:56, 50 Seiten gemischt: 5:23, Foto A4 (beste): 4:10	10 Seiten Duplex (Normal): 2:38, 50 Seiten gemischt: 16:11, Foto A4 (beste): 5:37	10 Seiten Duplex (Normal): 1:26, 50 Seiten gemischt: 8:35, Foto A4 (beste): 5:09	10 Seiten Duplex (Normal): 1:42, 50 Seiten gemischt: 9:22, Foto A4 (beste): 3:56
Scanzeiten	Vorschau: 8 s, Foto 600 dpi: 39 s, Text 300 dpi: 13 s	Vorschau: 8 s, Foto 600 dpi: 62 s, Text 300 dpi: 21 s	Vorschau: 11 s, Foto 600 dpi: 113 s, Text 300 dpi: 27 s	Vorschau: 6 s, Foto 600 dpi: 82 s, Text 300 dpi: 15 s
Scheinleistungsaufnahme Drucken	60,5 VA	67 VA	35 VA	43 VA
Bedienung / Netzwerkfunktionen	⊕ / ⊕	○ / ⊕	⊕ / ⊕ ⊕	⊕ / ⊕
Text- / Grafikdruck	⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊖	⊕ / ○
Fotodruck (Foto- / Normalpapier / SW)	○ / ⊖ / ⊕	⊕ / ○ / ⊕	○ / ○ / ⊖	⊖ / ○ / ○
Kopierqualität Text / Grafik / Foto	⊕ / ⊕ / ⊖	⊕ / ⊕ / ○	⊕ / ○ / ⊖	⊕ / ⊖ / ○
Scanqualität Foto / Grafik / OCR	⊕ / ⊕ / ⊕	⊕ / ⊕ / ⊖	⊕ / ⊕ / —	⊖ / ⊖ / —
Lichtbeständigkeit Normal- / Fotopapier	⊕⊕ / ⊕⊕	⊖ / ⊕	⊖⊖ / ⊕	⊕ / ⊕⊕
Herstellergarantie	3 Jahre	2 Jahre	1 Jahr	1 Jahr (2 Jahre nach HP+-Anmeldung)
Gerätepreis (UVP / Straße)	253 € / 185 €	109 € / 95 €	135 € / 98 €	150 € / 100 €

<sup>1</sup> Herstellerangabe   ⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht   ✓ vorhanden   — nicht vorhanden   k. A. keine Angabe



# OLED-Schmetterling

## Lenovos Dual-Screen-Notebook Yoga Book 9i im Test

**Windows-Geräte mit zwei gleich großen Bildschirmen waren in den vergangenen Jahren immer mal wieder als Messekonzepte zu sehen, doch das Yoga Book 9i kann man inzwischen tatsächlich kaufen. Lenovo gibt ihm viel Hard- und Software mit, um es im Alltag flexibel nutzen zu können.**

Von Florian Müssig

**N**otebooks mit mehreren Bildschirmen schaffen es immer mal wieder vom Konzept zum kaufbaren Produkt: Asus verkauft mehrere Duo-Modelle der Baureihen ZenBook Pro und ROG Zephyrus mit eineinhalb Bildschirmen, das Lenovo ThinkPad Plus Gen3 hat einen noch kleineren Zweitbildschirm in der Handballenablage [1, 2]. Geräte mit zwei gleich großen Bildschirmen sollte es auch mal geben, doch der letzte Hype von 2020 verflachte rasant: Microsoft beerdigte das angekündigte Surface Neo noch vor der Markteinführung und Dell entwickelte sein Concept Duet nie zur Serienreife.

Rund drei Jahre später findet man dennoch ein Dual-Screen-Notebook in den Läden, nämlich das hier getestete Yoga Book 9i von Lenovo. Es hat zwei 13,3-Zoll-OLEDs im 16:10-Format, die beide stiftbedienbare Touchscreens sind. Zum Lieferumfang gehört nicht nur ebener Stift, sondern auch eine Bluetooth-Tastatur und ein Ständer.

Der Sinn der Funktastatur erklärt sich fast von selbst: Da „unten“ im Yoga Book anders als bei herkömmlichen Notebooks eben ein zweiter Bildschirm sitzt, gibt es keine integrierte Tastatur. Für längere Texte lässt sich durch Aufle-

gen von acht Fingern eine virtuelle Tastatur einblenden. Beim Tippen wird jeder „Anschlag“ mit einer Vibration quittiert, doch das haptische Feedback hilft nicht darüber hinweg, dass es keine spürbaren Tastengrenzen gibt. Daher verrutscht man bei blindem Tippen leicht, sodass man im Schreibfluss dann häufig gen Nachbartaste abdriftet.

Ein weiterer Nachteil der Bildschirmtastatur: Sie ist eine Software neben vielen. Beim Installieren neuer Anwendungen kann man deshalb die UAC-Abfrage von Windows nicht flugs mit Alt+J bestätigen, denn Windows blendet die Bildschirmtastatur in diesem Moment wie alle anderen Apps hart aus. Für das Abnicken muss ein Finger den Dialog am oberen Bildschirm per Touch antippen.

## Eingabevariationen

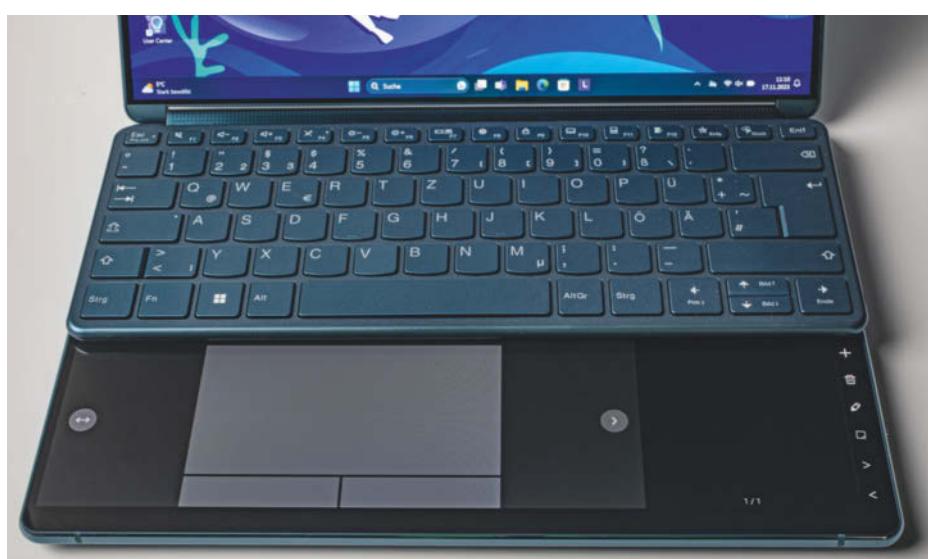
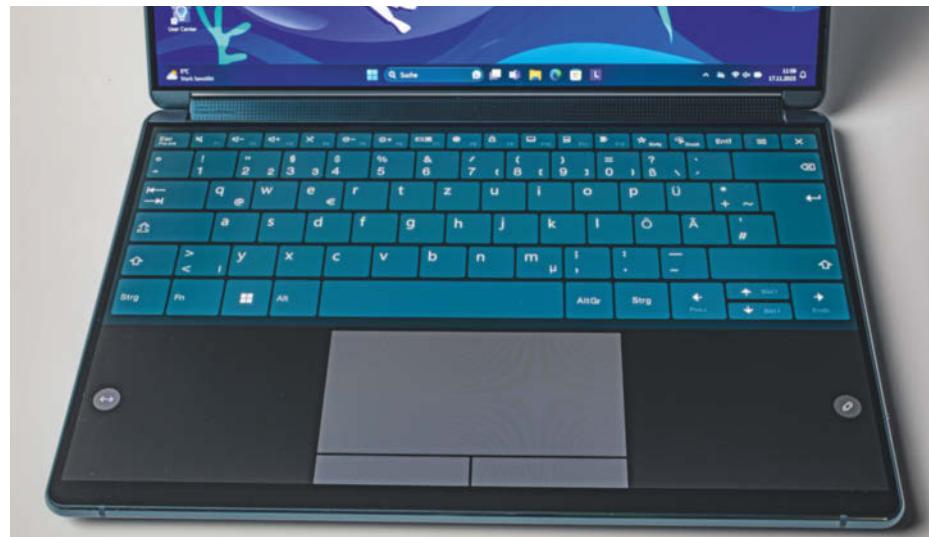
Mit der Funktastatur gibt es die eben genannten Einschränkungen nicht. Sie lässt sich in zwei Positionen magnetisch am Rumpf arretieren. Legt man sie auf den hinteren Teil, bleibt vorne ein Streifen übrig, auf dem fortan ein Touchpad samt Maustasten eingeblendet wird. So kann man das Yoga Book 9i wie ein herkömmliches Notebook verwenden.

Wenn man ohne Touchpad auskommt, kann man die Tastatur auch am vorderen Rand anlegen. Zwischen dem hinteren Ende und den Deckelscharniere werden dann zwei kleine Bereiche eingeblendet, die sich mit den Windows-Widgets für Wetter und News füllen.

Schließlich kann man die Tastatur auch noch vor dem Gerät ablegen und beide Bildschirme vollflächig mit Anwendungsfenstern füllen. Windows spricht die Bildschirme als getrennte vollwertige Monitore an, sodass zwei maximierte Fenster getrennter Apps genauso funktionieren wie Bildbearbeitungs- oder Videoschnittprogramme, die ihre Paletten, Ebenen, Vorschauansichten und anderes auf beide Bildschirme verteilen.

## Nutzungsvariationen

Obwohl die OLED-Bildschirme ihre Inhalte recht blickwinkelunabhängig darstellen, mag einem der flache Blickwinkel auf das untere Display nicht immer passen oder zusagen. Hier kommt der mitgelieferte Ständer ins Spiel: Auf ihm kann man das Yoga Book 9i auch so platzieren, dass man senkrecht auf beide Bildschirme blickt. Das fühlt sich dann ein bisschen wie ein Notebook an, über dessen Bildschirm ein zweiter schwebt.



**Unabhängig davon, ob man das Yoga Book 9i mit eingeblendetem Bildschirmtastatur (oben) oder aufgelegter Funktastatur (Mitte) nutzt, kann man das virtuelle Touchpad mittig haben oder nach links versetzen, sodass rechts ein Eingabefeld für den Stift Platz findet. Liegt die Tastatur am vorderen Ende auf (unten), werden im hinteren Bereich Widgets eingeblendet.**

Rotiert man das Gerät auf dem Ständer um 90 Grad, dann drehen sich die Bildschirminhalte entsprechend mit, sodass man je ein Hochkantdisplay links und rechts vor sich hat. Das ist zur nahezu echtgroßen Anzeige von beschriebenen DIN-A4-Seiten ebenso praktisch wie beim Surfen im Internet, da viele Webseiten hochformatig ausgelegt sind.

So oder so: Man hat immer zwei getrennte Bildschirme vor sich, die ein sichtbarer, breiter Scharnierstreifen voneinander trennt. Anders als bei Geräten mit faltbaren Displays wie dem Asus ZenBook Fold [3] kann man beide Hälften nicht zu einem großen Ganzen zusammenschalten, um darauf dann Bilder oder Videos vollflächig zu betrachten. Im Gegenzug sind beide Hälften mit Gorillaglas vor mechanischer Beschädigung geschützt und es ist keine Zusatzsoftware notwendig, um Windows statt einen großen Bildschirm zwei virtuelle kleine vorzugaukeln.

Ganz ohne gerätespezifisches Hilfsprogramm kommt aber auch das Yoga Book 9i nicht aus. Die Bildschirmtastatur beziehungsweise das virtuelle Touchpad realisiert ein vorinstalliertes Hilfsprogramm namens User Center. Im Auslieferungszustand hat die Tastatur immer US-Layout, erst nach einem Update zeigt sie eine deutsche Tastenbelegung an. Dafür ist allerdings, dass dieses Update weder per Windows Update noch per App Store oder Lenovos Updater Vantage reinkommt: Man muss das User Center starten und

darauf warten, dass es sich selbst auf die Suche nach einer Aktualisierung begibt – und nein, es gibt keinen Schalter, um die Suche manuell anzustupsen.

Es bleibt zu hoffen, dass Lenovo dem User Center künftig mehr Produktpflege angedeihen lässt, und zwar sowohl hinsichtlich Fehlerbehebung als auch Funktionserweiterung. Es wäre etwa toll, die oben erwähnten Widgets über der Tastatur individuell wählen zu können, aber das ist bislang nicht vorgesehen. Legt man die Tastatur auf den Bildschirm, so wurde bei unseren Tests der darunterliegende Bereich nur dann schwarz, wenn man es bei eingeschaltetem System tut. Liegt die Tastatur hingegen schon vor dem Windowsstart auf dem Bildschirm, leuchtet der Bildschirm munter weiter, obwohl das System die Tastatur an sich erkannt hat und passend dazu das virtuelle Touchpad einblendet. Alle in der Tabelle angegebenen Messwerte wurden mit eingeblender Bildschirmtastatur, also beiden vollflächig aktiven Displays ermittelt.

## Schnittstellen

Das Yoga Book 9i stützt sich voll auf USB-C: Über die Universalschnittstelle kommen nicht nur Thunderbolt und USB, sondern auch DisplayPort-Signale für Monitore. Zudem findet das beigelegte Netzteil dort Anschluss. Lenovo sieht weder einen Kartenleser noch einen analogen Audioausgang vor; vorhandene kabelgebundene Headsets lassen sich also nur über einen

(separat zu kaufenden) Adapter anschließen. Im Alltag arbeitet das Yoga Book 9i lautlos; selbst unter Volllast säuselt der Lüfter mit weniger als 0,2 sone.

Der mitgelieferte Stift verschwindet zum Transport nicht im Notebookgehäuse, kann aber in einer Schlaufe am Ständer fixiert werden, sodass er nicht einzeln im Rucksack herumfliegt. Wer die Funktastatur auf dem unteren Bildschirm verwendet, muss sie abnehmen, um das Gerät zusammenklappen zu können.

Das Yoga Book 9i ist nur bei den drei Handelsriesen Amazon, Cyberport und MediaMarktSaturn erhältlich und das wiederum ausschließlich in der hier getesteten 2500-Euro-Variante mit Core i7-1355U, 16 GByte Arbeitsspeicher, 1-TByte-SSD und Windows 11 Home. Der Shop auf Lenovos Webseite, den Digital River betreibt, ruft denselben Betrag mit 512er-SSD auf, was diesen Vertriebsweg abseits von Rabattaktionen unattraktiv macht. Das Notebook kann man dort allerdings gegen Aufpreis nicht nur mit 1-TByte-SSD, sondern auch mit Windows 11 Pro (jeweils plus 100 Euro) bestellen.

## Fazit

Wer am Schreibtisch das Arbeiten mit mehreren Bildschirmen schätzen gelernt hat, tut sich mitunter schwer, seinen Workflow unterwegs mit nur einem Bildschirm zu erledigen. Das Yoga Book 9i nimmt sich dieser Klientel an und erlaubt, seine beiden gleichgroßen 16:10-Displays je nach Bedarf im



Der mitgelieferte Ständer ermöglicht es, das Yoga Book 9i wahlweise mit beiden Bildschirmen über- oder nebeneinander zu nutzen.



Quer- oder Hochformat zu betreiben. Letzteres klappt selbst dann nicht mit herkömmlichen Notebooks, wenn man ein USB-C-Zusatztischdisplay dranhängt. Und solche gibt es auch nicht mit farbstarken OLED-Panels.

Lenovo ergänzt den Funktionsumfang von Windows mit eigener Software, weil sonst kein alltagstauglicher Betrieb möglich wäre. Eine vom Notebook imitierende bildschirmfüllende Tastatur samt virtuellem Touchpad auf dem unteren Bildschirm kennt Microsofts Betriebssystem nicht und erst recht keine Integration mit einem Vibrationsmotor, der Anschläge simuliert. Erst dadurch kann man das Yoga Book 9i auch ohne Zubehör wie ein herkömmliches Notebook nutzen. Für volles

Dual-Screen-Vergnügen muss man hingegen auch Ständer und Funktastatur mitschleppen. Die Gewichte von Notebook und Funktastatur addieren sich auf fast 1,6 Kilogramm, was am oberen Ende dessen liegt, was kompakte Notebooks mit einem Bildschirm wiegen. (mue@ct.de) **ct**

#### Literatur

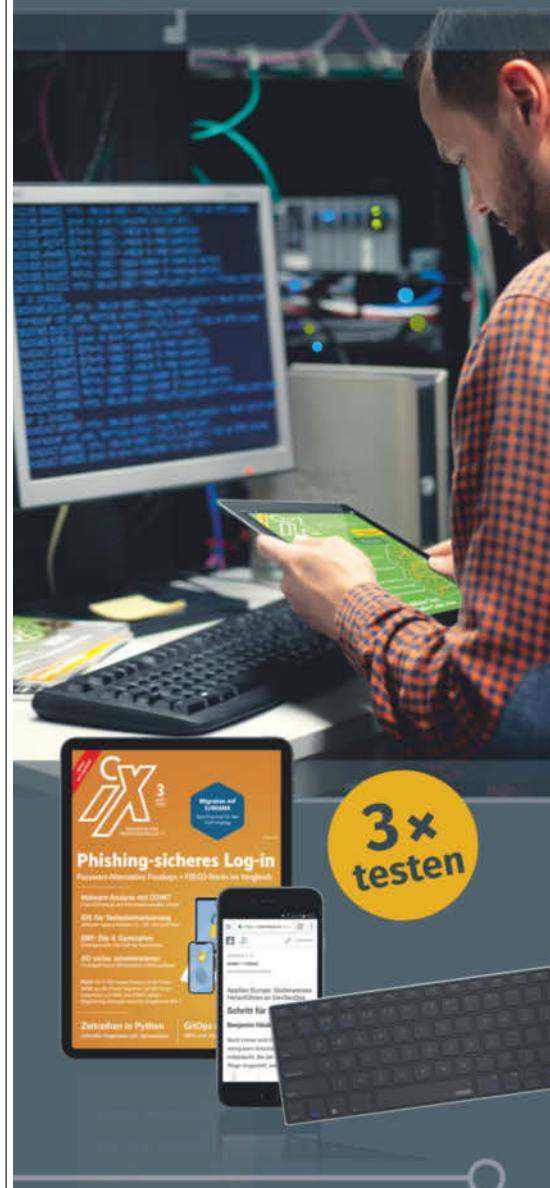
- [1] Florian Müssig, Dualdisplay to go, Kreativ-Notebook Asus ZenBook Pro Duo 14 mit zwei Bildschirmen, c't 16/2022, S. 74
- [2] Florian Müssig, Breit mit Zusatz, Kreativnotebook Lenovo ThinkBook Plus Gen 3 mit stiftbedienbarem Zusatzdisplay, c't 26/2022, S. 74
- [3] Florian Müssig, Riesenfalter, Asus ZenBook 17 Fold mit faltbarem OLED-Touchscreen, c't 7/2023, S. 86

## Lenovo Yoga Book 9i: Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration		82YQ002AGE
Lieferumfang		Windows 11 Home, Netzteil, Stift, Tastatur, Ständer
<b>Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)</b>		
HDMI / DisplayPort / Kamera (Hello)		– / – / ✓ (✓)
USB / LAN / Klinke		1 × L (Typ C), 2 × R (2 × Typ C) / – / –
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss		– / – / –
USB-C: 40 Gbit/s / 10 Gbit/s / DisplayPort / Laden		✓ / ✓ / ✓ / ✓
<b>Ausstattung</b>		
Display	2 × 13,3 Zoll (33,7 cm), je 2880 × 1800, 16:10, 256 dpi, 60 Hz, 1 ... 340 cd/m², spiegelnd, OLED, Touch	
Prozessor	Intel Core i7-1355U (2 P-Kerne + 8 E-Kerne)	
Hauptspeicher	16 GByte LPDDR5	
Grafikchip (Speicher)	Intel Iris Xe (vom Hauptspeicher)	
Sound	Realtek ALC287	
LAN / WLAN	– / Intel AX211 (Wi-Fi 6E, 2 Streams)	
Mobilfunk / Bluetooth	– / Intel	
Touchpad (Gesten) / Fingerabdruckleser	Softwarelösung auf unterem Touchscreen (max. 4 Finger) / –	
SSD	WDC SN740 (1024 GByte)	
<b>Gewicht, Maße, Stromversorgung</b>		
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,58 kg / 29,7 cm × 20,3 cm / 1,7 cm	
Tastaturhöhe / Tastenraster / Beleuchtung	1,9 cm / 19 mm × 18 mm / –	
Akku (Ladestopp < 100% einstellbar)	80 Wh Lithium-Ionen (✓)	
Netzteil (Notebookzuleitung abnehmbar)	65 W, 183 g (–)	
bei USB-PD: 5 / 9 / 12 / 15 / 20 Volt mit ...	3 / 3 / – / 3 / 3,25 Ampere	
<b>Leistungsaufnahme</b>		
Suspend / ausgeschaltet	1,1 W / 0,4 W	
ohne Last: Display aus / 100 cd/m² / max.	1,9 W / 8,6 W / 10,8 W	
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	43 W / 15 W / 37 W	
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	67 W / 0,59	
<b>Laufzeit, Geräusch, Benchmarks</b>		
Laufzeit Idle (100 cd/m²) / Video (200 cd/m²) / 3D (max.)	13,5 h / 8 h / 2,9 h	
Ladestand nach 1h Laden	56 %	
Geräusch ohne / mit Rechenlast	<0,1 sone / <0,2 sone	
Massenspeicher lesen / schreiben	1407 / 1827 MByte/s	
WLAN 6 GHz / 5 GHz / 2,4 GHz (20m)	630-1094 / 727-932 / 331-358 Mbit/s	
CineBench R23 Rendering (1T / nT)	1747 / 7074 Punkte	
Geekbench 5 (Single / Multi)	1802 / 7043 Punkte	
3DMark: Night Raid / Fire Strike / Time Spy / Port Royal	15869 / 4556 / 1638 / – Punkte	
<b>Preis und Garantie</b>		
Straßenpreis Testkonfiguration	2500 €	
Garantie	3 Jahre	
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ⊖ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe		

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](http://www.iX.de/digital-testen)



[www.iX.de/digital-testen](http://www.iX.de/digital-testen)

[leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de)

**49 (0)541 800 09 120**

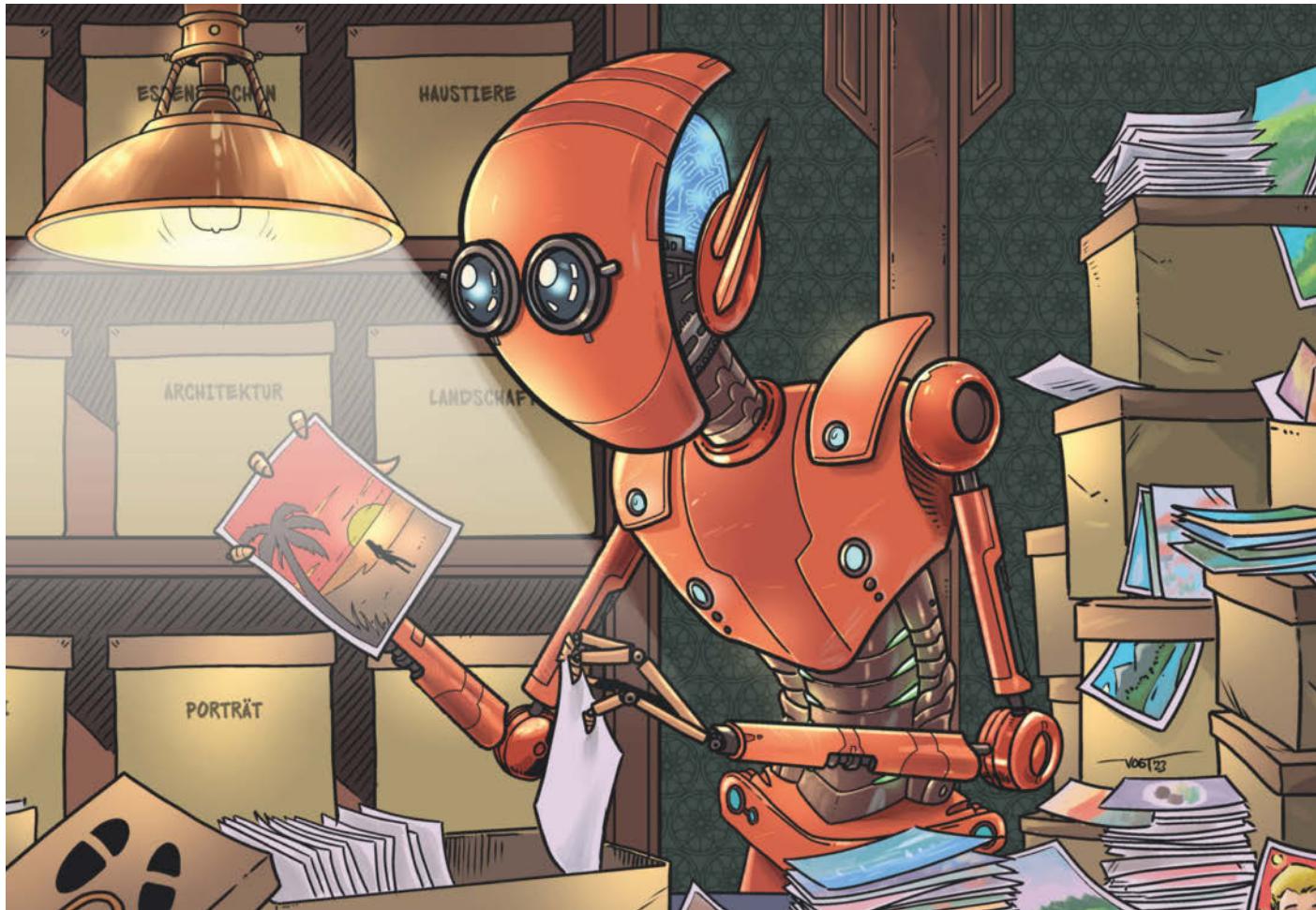


Bild: Michael Vogt

# Der Ordnung halber

## Bildverwaltungsprogramme für Windows und macOS

**Jahrelang halfen nur Kamera-daten und aufwendig ein-getragene Schlagwörter beim Verwalten von Fotos. Mittler-weile analysieren viele Bild-datenbanken den Inhalt mittels künstlicher Intelligenz, ver geben über eingebundene Karten Geotags und erkennen Gesichter. So bekommen Sie auch Ihr Archiv mit Tausenden Fotos in den Griff.**

Von André Kramer

**L**aut der Plattform für Markt- und Meinungsforschung Statista wurden im Jahr 2020 weltweit etwa 1,4 Billionen digitale Fotos aufgenommen. Das waren damals zehn Prozent aller jemals aufgenommenen Bilder; und alle zwei Minuten so viele wie im gesamten 19. Jahrhundert. Nach Angaben des E-Commerce-Entwicklers Omnicore werden pro Sekunde 1074 Bilder auf Instagram veröffentlicht. Wo früher auf einer Hochzeit oder einer Reise ein Analogfilm mit 36 Fotos reichte, kommen nun Hunderte Schnappschüsse zusammen.

Selbst wer Fotografie nicht mal als Hobby ankreuzen würde, sammelt Tausende Aufnahmen auf PC, Smartphone und in der Cloud. All diese Fotos und Videos wollen verwaltet werden. Simple Betrachter und Bordmittel wie Windows Explorer sowie Fotoanzeige respektive macOS Fin-

der nebst Vorschau reichen für die schiere Masse nicht aus. Auf der anderen Seite alle Fotos in der Cloud zu verwalten, ist weder sinnvoll noch preisgünstig: Die Foto-Apps von Apple und Google verlangen ein Abo, wenn die Gratisvolumina ausgeschöpft sind. Das passiert unweigerlich, wenn man sie über Jahre befüllt. Außerdem verwalten sie Fotos ausschließlich in Cloudspeichern US-amerikanischen Ursprungs, was aus verschiedenen Gründen nicht ratsam ist. Ein Backup daheim auf externen Festplatten oder NAS hingegen sorgt für Datensicherheit, ohne Probleme mit dem Datenschutz zu erzeugen.

Desktopprogramme für Windows und macOS versprechen, die Datenberge des lokalen oder im Netzwerk gespeicherten Archivs zu organisieren und durchsuchbar zu machen. Sie stehen entweder als reine

Bilddatenbanksoftware zur Verfügung oder als Bibliotheksmodul im Raw-Entwickler, der den gesamten Foto-Workflow abbildet, vom Sichten übers Bearbeiten bis hin zum Export. Im Test nehmen beide Varianten teil. Die günstigste kostet gut 3 Euro im Monatsabo, die teuerste knapp 200 Euro einmalig.

Zum Typ Bilddatenbank gehören die Kandidaten IMatch und Photo Supreme. Das erste gibts nur für Windows, das zweite auch für macOS. ACDSee Photo Studio Ultimate, Adobe Lightroom Classic, ON1 Photo Raw, Cyberlink PhotoDirector und Zoner Photo Studio X enthalten neben einem Datenbankmodul auch eines zum Entwickeln von Raw-Fotos. Excire Foto geht einen Sonderweg: Das Programm ging aus einem Projekt der Universität Lübeck hervor und organisiert Fotos mit Hilfe künstlicher Intelligenz.

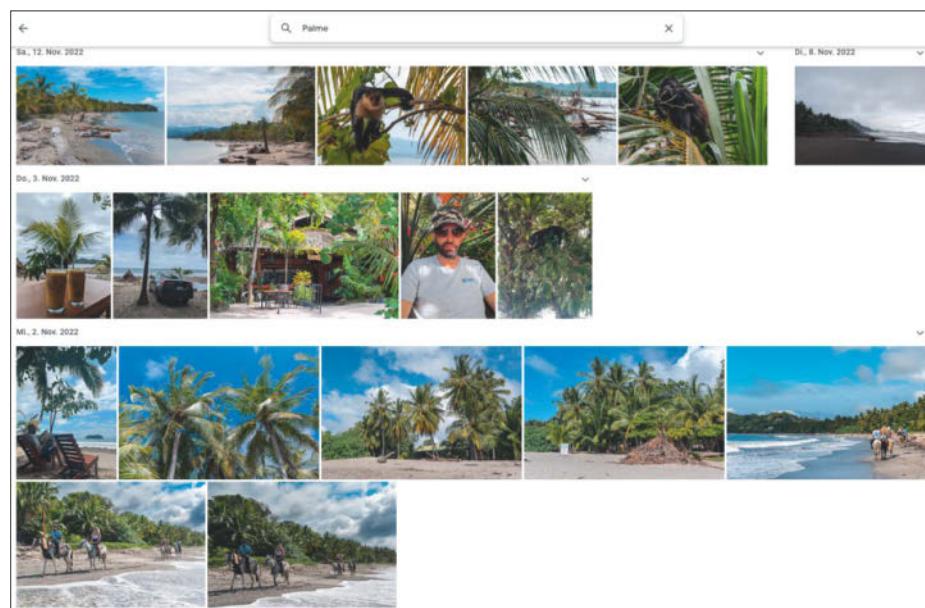
Lightroom Classic hat seit jeher gleichermaßen Verwaltungs- wie Bearbeitungs- und Ausgabefunktionen. ACDSee und Zoner Photo Studio, beide fast 30 Jahre alt, kommen eher von der Datenbankseite und haben die Entwicklungsmodule erst später hinzubekommen; bei ON1 und PhotoDirector war es umgekehrt. Die Funktionen zur Entwicklung und Ausgabe stehen nicht im Fokus dieses Tests. Ihre Bewertung stützt sich auf die Ergebnisse des Vergleichs von Raw-Entwicklern aus c't 4/2022 [1].

Umgebungen aus Server und Client wie von Canto oder Daminion nehmen nicht am Test teil. Einerseits eignen sie sich nicht für den Privatgebrauch, andererseits sind sie ungleich teurer. Auch einige Raw-Entwickler sind nicht im Testfeld, nämlich solche wie Capture One, Darktable und DxO PhotoLab, die keine Bilddatenbank enthalten, sondern nur Beobachter samt Metadatenansicht. Gleichtes gilt für die recht betagte Bridge, das Verwaltungstool der Adobe Creative Cloud. Die Affinity-Programme von Serif und Open-Source-Tools wie Gimp bringen nicht einmal solche Viewer mit.

## Metadaten: EXIF und IPTC

Je nach Architektur der Testkandidaten muss man Ordner importieren oder kann sie einfach öffnen. Für ordnerübergreifende Suche muss man Medien aber bei allen Kandidaten in den Katalog importieren.

Die Kamera, das Smartphone oder die Software, mit der ein Bild entsteht, leistet einen großen Beitrag zur späteren Bildverwaltung, indem sie technische Details als



**Google Fotos macht es vor: Dank KI-Bildanalyse reichen simple Suchbegriffe, um relevante Bilder zu finden. ACDSee, Excire, IMatch und ON1 nutzen vergleichbare Methoden.**

EXIF-Daten festhält, einem von zwei wichtigen Metadatenstandards für Bilder. Kameras halten dort unter anderem Aufnahmedatum und -uhrzeit fest – die wichtigste Instanz der Bildverwaltung überhaupt. Daher ist es wichtig, bei Fotokameras auf Reisen die Zeitzone anzupassen, wenn im geteilten Onlinealbum später nicht alles durcheinanderpurzeln soll. Hat man das vergessen, können alle getesteten Programme diesen Wert verschieben oder neu setzen (siehe Tabelle).

Die EXIF-Daten halten außerdem Informationen zu Kamera, Objektiv, Brennweite, Empfindlichkeit, Belichtungszeit und Blitz fest. Auch ein Ortsstempel ist vorgesehen. Wenn die Kamera kein GNSSS-Modul enthält – viele Hersteller lassen es zugunsten längerer Akkulaufzeit weg – oder man im Smartphone das Loggen der Position abschaltet, kann man in vielen Programmen über eingebundene Karten ein Geotag per Drag & Drop ergänzen.

ACDSee, Lightroom Classic, IMatch und Zoner Photo Studio zeigen Fotos mit Geotag übersichtlich auf einer via Google oder OpenStreetMap eingebundenen Karte. Zoner gruppiert hier etwas zu großzügig. In einigen Programmen findet man verortete Fotos anhand der Karte über die Suche nach Ort und Radius wieder, in anderen über Schwenk und Zoom. ACDSee, ON1, IMatch und Lightroom ermitteln aus den Koordinaten den Ortsnamen (reverse Geocoding) und hinterlegen diesen für die textuelle Suche.

Der zweite wichtige Standard hat seinen Namen von dem Gremium, das ihn formuliert hat. Er heißt IPTC (International Press and Telecommunications Council) und beschreibt die nichttechnischen Angaben von Fotos. Dazu gehören Informationen zum Ersteller samt Adresse und Kontaktinformationen, Angaben zu Urheber- und Nutzungsrecht sowie Stichwörter, Bildbeschreibung, Überschrift und Bildunterschrift, üblicherweise im Programm auf diese oder ähnliche Weise gruppiert. Auch Bewertungen mit bis zu fünf Sternen und Farbetiketten werden hier gespeichert.

Verwaltungsprogramme schreiben solche Daten sowohl in ihre Datenbank als

## c't kompakt

- Die Zahl digitaler Fotos wächst kontinuierlich, auch im privaten Archiv. Die schiere Menge ist schwer in den Griff zu bekommen.
- Strukturierte Metadaten bleiben eine wichtige Quelle. Bilddatenbanken zapfen sie mit Suchfunktion und Filter an.
- Immer wichtiger wird Bildanalyse mit künstlicher Intelligenz, sei es zur Gesichtserkennung oder für automatisch vergebene inhaltliche Stichwörter.

auch in die Bilddatei selbst (JPEG, PNG und TIF) beziehungsweise als XMP-Begleitdatei (bei Raw-Fotos). IPTC-Datenmasken können unübersichtlich werden, weshalb sich viele Nutzer eigene Profile anlegen. Das geht bei ACDSee, iMatch, Lightroom, ON1 und Zoner, die bereits eine gut strukturierte Datenmasken mitbringen, nicht aber beim ohnehin unübersichtlichen PhotoDirector.

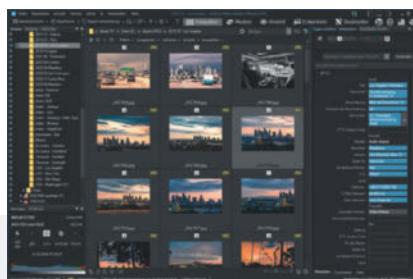
## Künstliche Intelligenz

Künstliche Intelligenz ergänzt die Verwaltung mit Metadaten um Instrumente wie Gesichtserkennung. Google Fotos macht vor, wie gut das funktionieren kann: Bilder werden automatisch gruppiert und man muss sie nur benennen. Auch Sonnenbrille, Bart und Unschärfe bringen sie nicht aus dem Konzept. Nur bei anderen Lebensphasen, beispielsweise Fotos derselben Person unter 16 und über 40 Jahren, geht die Verbindung flöten.

Viele Testkandidaten verstehen sich ebenfalls auf Gesichtserkennung. Bei Lightroom Classic arbeitet sie etwas schwerfällig; die neue Programmvariante Lightroom CC geht erfolgreicher zu Werk, aber nur bei den mit der Adobe-Cloud geteilten Fotos. Excire Foto markiert auf Bildern Gesichter, die man dann in der Datenbank auf weiteren Fotos suchen kann, was intuitiv und gut funktioniert. PhotoDirector gruppiert Personen hingegen nicht korrekt. ON1 Photo Raw sucht nach Einzel- und Gruppenaufnahmen, männlichen und weiblichen sowie jungen und alten Gesichtern separat.

Künstliche Intelligenz kann nach Bildanalyse auch Stichwörter vergeben. Apple und Google Fotos machen das im Hintergrund; anschließend kann man nach nahezu allem vom Sonnenuntergang über Motorräder bis hin zu Komplementärfarben suchen. Lightroom CC analysiert wie diese seinen Cloudkatalog und macht ihn so durchsuchbar, nicht jedoch lokal geöffnete Fotos. Bei ACDSee, Excire Foto, iMatch und ON1 muss man die Analyse auf dem lokalen Rechner anstoßen.

Excire Foto vergibt sinnvolle und zahlreiche Stichwörter. ACDSee und ON1 importieren mittels KI weniger, aber brauchbare Begriffe in den Katalog. Der integrierte Autotagger von iMatch liegt oft daneben; man kann aber externe Cloud-dienstleister unter anderem von Google und Microsoft konfigurieren. Immerhin ist eine Onboardvariante integriert. Bei Photo Supreme muss man hierfür sowie



## ACDSee Photo Studio Ultimate 2024

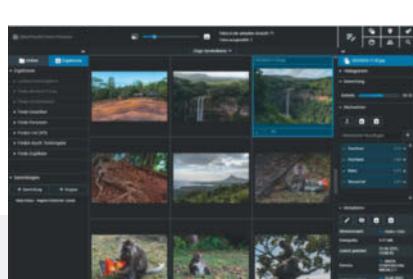
Seit den Anfängen als Bildbetrachter im Jahr 1994 ist ACDSee zu einer soliden Bilddatenbank gereift; Teil der Produktfamilie ist immer noch ein kostenloser Viewer. Der auch in der Professional-Version für rund 120 Euro enthaltene Bildverwalter zeigt eine Übersicht der EXIF-Daten und den IPTC-Editor nebst Herstellerinfos sowie ACDSee-spezifischen Datenfeldern in einer übersichtlichen Liste. Ein Klick auf „Anwenden“ schreibt Änderungen in sauberem XML als XMP-Begleiter. Fürs Geotagging zieht man Fotos auf eine eingebundene Google-Karte. Der Menüpunkt KI enthält eine halbautomatische Gesichtserkennung und eine Stichwortanalyse, die allerdings nur wenige relevante Stichwörter findet.

Die Arbeitsbereiche „Medien“ und „Ansicht“ zeigen Fotos ohne Metadaten und Werkzeuge zum Sichten und Präsentieren an. „Entwickeln“ und „Bearbeiten“ beherbergen einen vollwertigen Raw-Entwickler mit Farb- und Licht-Equalizer, Farbrädern für Tiefen, Mitten und Höhen sowie (nur in der Ultimate-Fassung) KI-Himmelersatz und -Objektauswahl. Er hält jedoch nicht mit Capture One, Lightroom und DxO PhotoLab mit [1]. Eine mittlerweile kleine Schaltfläche führt zum Cloudangebot ACDSee 365, das zwischen PC und Smartphone synchronisieren soll, sich aber als schwerfällig und unzuverlässig erweist.

ACDSee bietet insgesamt professionelle, zuverlässige und verständliche Bildverwaltung in einer übersichtlichen Oberfläche, jedoch weniger gute Entwickeln- und Cloud-Workflows.



Preis: 179,99 Euro

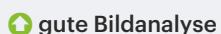


## Excire Foto 2024

Die Technik hinter Excire Foto ging aus einem Forschungsprojekt der Uni Lübeck hervor und stopfte zunächst als Plug-in eine Lücke in der Bibliothek von Lightroom Classic, die mit KI wenig am Hut hat. Nach Bildanalyse lässt sich die Fotobibliothek darin über Stichwörter durchsuchen. Das getestete Standalone-Programm kümmert sich außerdem um Gesichtserkennung, ortsbezogene Suche, Bewertungen und Farbetiketten sowie die Anzeige und Bearbeitung von Metadaten.

Excire Foto gründet sich auf KI-Verwaltung: Oben rechts finden sich sechs Bereiche für Suche nach Duplikaten, ähnlichen Fotos, Orten, Stichwörtern, Gesichtern im Allgemeinen und Personen im Speziellen. Die Geosuche arbeitet intuitiv über eine Karte mit Ort und Radius. Gesichter kann man nach Alter (Baby, Kind, Teenager, Erwachsener, Senior), Geschlecht und Lächeln sowie offenen Augen filtern.

Kernstück ist die KI-Analyse, die jedem Bild eine ganze Reihe Stichwörter zuordnet, beispielsweise „Freiheitsstatue“, „Zebra“ oder „Hollywood-Symbol“ sowie weitere, darunter „Augen offen“, „Gesicht“, „Porträt“, „Gruppe“, „Frontalansicht“, „Architektur“ oder „Reisen“. Spezifische Orte katalogisiert Excire wenig zuverlässig, aber alle möglichen Details in Reise-, Natur-, Architektur- und Porträtfotos sowie in Grafiken. Auch spezifische Tiere sowie technische Angaben, beispielsweise „Silhouette“, „Komplementärfarben“ oder „Sepiatöne“ sind dabei. Die Promptsuche findet auch Synonyme und grobe Beschreibungen.



Preis: 189 Euro

# M365 sicher und effektiv administrieren

Webinar-Serie „Microsoft 365 für Admins“

6. Dezember 2023 – 24. Januar 2024

Microsoft 365 bildet in vielen Unternehmen das Rückgrat der alltäglichen Büroarbeit: von Office-Anwendungen über Mail-Server bis zu Cloud-Speichern und Security-Tools.

Lernen Sie in unserer Webinar-Serie, dieses vielseitige Anwendungspaket zu administrieren und optimal für Ihr Unternehmen auszurichten.



**Jetzt Kombi-Rabatt sichern:**  
[heise-academy.de/webinare/m365admins1223](http://heise-academy.de/webinare/m365admins1223)



# Effektiv zusammenarbeiten in Microsoft Teams

Webinar-Serie „Kollaboratives Arbeiten mit Microsoft Teams“

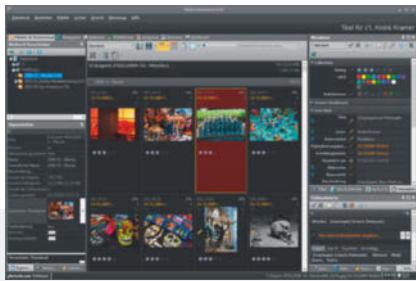
7. Dezember 2023 – 1. Februar 2024

Microsoft Teams ist aus den meisten Unternehmen nicht mehr wegzudenken. Hybride Arbeitsmodelle in verteilten Teams sind nur durch gut strukturierte Kommunikationstools umsetzbar. In dieser Webinar-Serie lernen Sie, wie Ihnen Microsoft Teams diese Zusammenarbeit erleichtert.



**Jetzt Kombi-Rabatt sichern:**  
[heise-academy.de/webinare/msteamskollab1223](http://heise-academy.de/webinare/msteamskollab1223)





## IMatch 2023.3

Mario M. Westphals Bilddatenbank IMatch stellt nach Import eine Vielzahl Werkzeuge bereit, um Fotos mit Metadaten zu verwalten, beispielsweise umfangreiche IPTC-Funktionen für automatisch und manuell zugewiesene Formulare, hierarchische Schlüsselwörter, Bewertungen, Etiketten und mehrere Systeme für Kollektionen. IMatch gibt auch einzeln angeklickte Sammlungen von IPTC-Feldern an ein oder mehrere Fotos weiter und synchronisiert Synonyme über manuell ergänzte Wortlisten oder einen englischsprachigen Thesaurus.

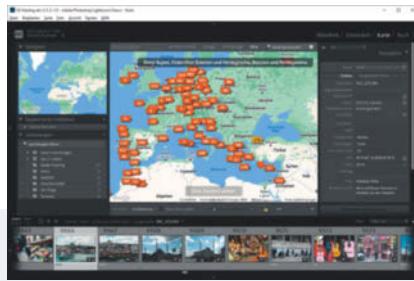
Der AutoTagger arbeitet lokal und vergibt Stichwörter über KI. Er liegt oft, jedoch längst nicht immer richtig, so dass manuelle Kontrolle nötig ist. Alternativ bindet IMatch kostenpflichtige KI-Dienste der Fremdanbieter Google, Microsoft, Clarifai und imagga ein.

Eine Gesichtserkennung identifiziert Personen auf Fotos, denen man anschließend nur noch Namen geben muss. Sie lassen sich beispielsweise als Familie, Verein oder Freunde kategorisieren. Geotags vergibt man über Onlinenkarten wahlweise von Google, Bing, Here oder OpenStreetMap.

Die Technik hinter IMatch arbeitet zuverlässig und effizient; das Programm hat alle wichtigen Werkzeuge für die klassische Bildverwaltung an Bord und ist umfangreich dokumentiert. Leider findet man sich in den ausladenden Menülisten nur schwer zurecht. Es gibt aber Abhilfe: Die Befehlspalette findet über Strg+Q Werkzeug oder Einstellung per inkrementeller Suche und erleichtert die Arbeit immens. Die Taste S ruft im Vollbild verfügbare Werkzeuge auf.

- ➔ schnell, zuverlässig, umfangreich
- ➡ unzuverlässiger AutoTagger

Preis: 129,99 US-Dollar



## Lightroom Classic und CC

Lightroom ist vor allem beliebt und bekannt wegen seines guten Raw-Entwicklers. Lightroom Classic hat auch eine mächtige Bildverwaltung an Bord; das cloudestützte Lightroom CC verwaltet vornehmlich mit Hilfe von KI. Kunden des Fotoabos bekommen beide Varianten, die jeweils dieselben Entwicklungswerzeuge enthalten, wobei sich das neuere Lightroom CC schwuppssiger anfühlt. Seit kurzem öffnet Lightroom CC auch lokal gespeicherte Dateien statt wie zuvor Cloudupload zu erzwingen.

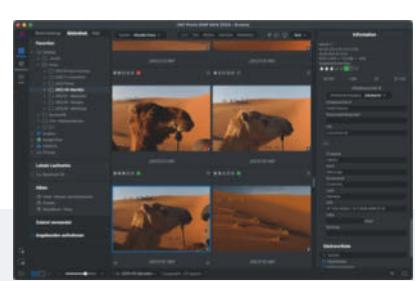
Lightroom Classic bietet eine schwerfällige Gesichtserkennung, ein Kartenmodul fürs Geotagging über eine Google-Karte sowie umfangreiche Module für Fotobücher, Webgalerien, Diashows und zur Kamerasteuerung. Der einfach konfigurierbare IPTC-Editor und ein zugängliches Stichwortmodul erleichtern die Arbeit mit Metadaten. Der Befehl Strg+S speichert Daten als saubere XMP-Begleiter.

Lightroom CC bringt eine reduzierte IPTC-Maske und kein Kartenmodul. Dafür enthält es eine gute Gesichtserkennung, analysiert alle Bilder im Cloudspeicher für KI-generierte Stichwörter und synchronisiert sich perfekt mit Smartphone und Tablet. Über die Suchzeile kann man über die KI-Stichwörter intuitiv suchen. Ortsbezogen suchen kann wiederum nur Classic: Bilder aus „San Francisco“ findet Lightroom CC ohne Geotagging nur, wenn auch das Album so heißt.

Leider kann man nicht ohne Verrenkungen einen einzigen Katalog in beiden Programmen verwenden. So verteilt Adobe die Bildverwaltung auf zwei Programme und verlangt den Nutzern einen unmöglichen Spagat ab.

- ➔ sehr guter Raw-Entwickler
- ➡ Spagat zwischen Classic und CC

Preis: 11,89 Euro monatlich



## ON1 Photo Raw 2024

Der Fotoallrounder ON1 Photo Raw begann als lose Plug-in-Sammlung. Dementsprechend stark fokussiert er immer noch auf Extras wie Filmsimulation, Fotoeffekte und Porträtreteusche. Neu sind KI-Filter zur intelligenten Farbkorrektur, Reduktion von Bildrauschen und zum Austausch des Himmels; ein Textwerkzeug schiebt jetzt Schriftzüge auf Wunsch hinter das Motiv. In der Variante Max lässt sich die Software in Photoshop, Lightroom Classic, Apple Fotos und Affinity Photo als Plug-in nutzen. Klassische Raw-Entwicklung überlässt man besser Lightroom & Co [1]. Es bleiben Übersetzungsfehler wie „Ehrenpräferenz“, vermutlich für bevorzugte Einstellungen.

Das Programm enthält eine umfangreiche Bibliothek zur Fotoverwaltung inklusive einem vollständigen IPTC-Editor und Suchanfragen, die man als intelligente Alben ablegen kann. Version 2024 bringt eine KI-gestützte Bildanalyse, die Stichwörter wie Himmel, Säugetier, Hund, Architektur, Stadt oder Landschaft erzeugt und in XMP-Begleitern ablegt. Die Suchfunktion visualisiert komplexe Suchterme auf anschauliche Weise. Über eine Landkarte kann man nicht suchen. Das Programm ergänzt stattdessen die IPTC-Daten aufgrund der Geotags um englischsprachige Ortsnamen.

Der Dienst Cloud Sync synchronisiert den Katalog mit der Smartphone-App ON1 Photo Raw for Mobile, ON1-Abo vorausgesetzt. Anzeigegröße sowie Status überwachter oder synchronisierter Ordner zeigt das Desktopprogramm übersichtlich an. Es bindet außerdem Dropbox, Google Drive sowie OneDrive ein und unterstützt kabelgebundene Fotografie mit allen aktuellen und populären Kameras.

- ➔ KI-Stichwörter, IPTC-Management
- ➡ schwacher Raw-Entwickler

Preis: 114,81 Euro



## PhotoDirector 2024

PhotoDirector gehört zu einer Software-Suite, die CyberLink vor allem um sein Videoschnittprogramm PowerDirector herum aufbaut. Dort liegt auch die Kernkompetenz des Unternehmens.

Das Fotoprogramm bietet ein Gesamtpaket aus Bibliothek, Entwickler sowie Druck- und Diashowmodul für Einsteiger. Die Bildverwaltung zeigt Metadaten in einem äußerst luftigen Layout an – in reduzierter Form auch im Vollbild – und hat einen IPTC-Editor, den man über Vorlagen füttern kann. Vorhandene Stichwörter importiert PhotoDirector als Tags. Die Metadatenansicht sieht bei Fotos ohne Einträgen gut sortiert aus, aber sobald in den Feldern etwas steht, zerfällt sie ohne führende Linien und mit ungleichen Abständen.

Fotos lassen sich manuell in Alben zusammenfassen. Die Ergebnisse komplexer Suchterme kann das Programm als „Smarte Sammlung“ anlegen. Die Schnellsuche berücksichtigt nicht alle Datenbankfelder: Informationen zu Ersteller und Kontakt entgehen ihr. Der Gesichtserkennung gelingt es nicht, Fotos von Personen richtig zu gruppieren. Geotagging funktioniert nur über numerische Eingabe; nach Mausklick auf Ortsstempel öffnet sich ein Browserfenster mit Google Map. Eine Karte, die alle getaggten Fotos zeigt, gibt es nicht.

Unfertig wirkt auch der Raw-Entwickler; Lightroom & Co. kann er nicht das Wasser reichen. Einige Regler reagieren zu drastisch, andere kaum. Integriert sind seit Neuestem ein passabler KI-Bildgenerator und ein KI-Skalierer.

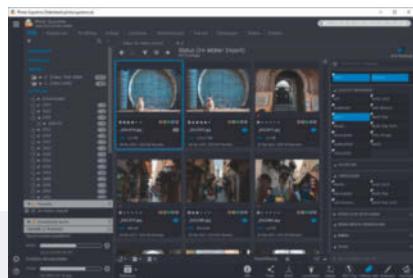


dürftige Bildverwaltung



mittelmäßiger Entwickler

Preis: 99,99 Euro



## Photo Supreme 2023

Die Kopfzeile von Photo Supreme zeigt statt Arbeitsbereiche ausschließlich Werkzeuge, um die Fotosammlung im Griff zu behalten: Sie heißen Kategorien, Portfolios, Ordner, Zeitachse, Bewertungen, Farben, Dateitypen, Status und Details. „Status“ umfasst beispielsweise ähnliche und doppelte Bilder, etikettierte und bewertete. „Details“ filtert über spezifische Metadaten, ebenso wie die dynamische Suche. Das ist nah an den Metadaten und nah an Bedürfnissen von Fotografen und Agenturen. Dasselbe gilt auch für den Leuchttisch, der vier Bilder nebeneinander zeigen kann und die Lupe für Details sowie Schwenk und Zoom synchronisiert.

Kategoriensystem und IPTC-Editor sind effizient organisiert, aber platzraubend angelegt. Insgesamt kommt Photo Supreme mit einer verständlichen und übersichtlichen Oberfläche. Zugewiesene Kategorien markiert das Programm farbig. Praktisch: Die Schaltfläche „Teilen“ erzeugt E-Mails oder Ordner mit JPEG-Kopien. Über Schaltflächen gibt das Programm Fotos an verlinkte Raw-Entwickler weiter.

Seine Schwächen offenbart das Programm bei Gesichtserkennung, Geotagging und KI-Analyse, die IDimager nicht selbst entwickelt. Alle drei Funktionen stehen lediglich optional über den Dienst „Google Vision“ zur Verfügung. Anwender, die darauf nicht verzichten wollen, müssen einen kostenpflichtigen Google-API-Schlüssel erzeugen und manuell einbinden. Wenigstens Karten wie OpenStreetMap ließen sich herstellerseitig ohne Akrobatik und Kosten für die Nutzer einbinden.

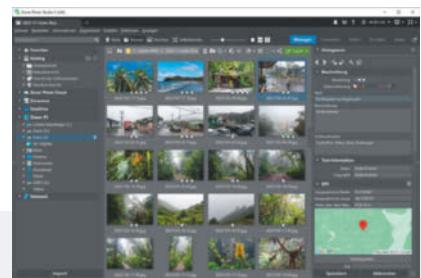


Verwaltung für Fotografen



Orte und KI nur mit API-Key

Preis: 149 US-\$



## Zoner Photo Studio X (19)

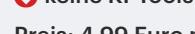
Für Suche und Kalenderübersicht muss man Fotos in die Datenbank importieren. Sonst reicht es, sie über den Dateibrowser zu öffnen. Der Arbeitsbereich „Manager“ zeigt wahlweise Miniaturen, eine größere Ansicht samt Filmstreifen oder das ganze Bild im Vollbildmodus. Über die Kartenansicht vergibt man Geotags auf einer Google-Karte. Die Übersicht zeigt unter jedem Bild Sternbewertungen und Farbetiketten in einem klaren Layout; die rechte Leiste eine übersichtliche Metadatenansicht mit IPTC-Editor.

Die übrigen Arbeitsbereiche „Entwickeln“, „Editor“, „Drucken“ und „Video“ umfassen unter anderem einen brauchbaren Raw-Entwickler und eine einfache ebenengestützte Bildbearbeitung unter anderem mit Werkzeugen für Text, Rote-Augen-Korrektur, Retusche und umfangreichen Tools zur Porträtbearbeitung. Das Druckmodul erstellt beispielsweise Indexabzüge als PDF. Mit dem einfachen Videoschnittmodul entstehen etwa Diashows. Zoner Photo Studio generiert HDR- und Panoramabilder, Kalender und Collagen. Man kann außerdem Facebook-Alben erstellen und virtuelle Laufwerke von Dropbox, Google Drive, Microsoft OneDrive sowie Zoner Photo Cloud nutzen. Registrierte Anwender erhalten dort 20 GByte Cloudspeicher.

Zoner Photo Studio bietet keine Gesichtserkennung und keine KI-Bildanalyse. Das Programm ist dafür günstig, einfach zu bedienen und bietet Gelegenheitsnutzern die wichtigsten Werkzeuge, um die Fotosammlung im Griff zu behalten, zu bearbeiten und zu exportieren.



leicht verständliche Oberfläche



keine KI-Tools

Preis: 4,99 Euro monatlich

# Bildverwaltung für Windows und macOS

Produkt	ACDSee Photo Studio Ultimate 2024 (17.0)	Excire Foto 2024 (3.0)	iMatch 2023.3	Lightroom Classic CC 13.0	ON1 Photo Raw 2024 (18.0)
Hersteller, URL	ACD Systems, acdsee.com/de	Pattern Recognition Company, excire.com	PhotoTools.com, photools.com	Adobe, adobe.com/de	ON1, on1.com
Systemanforderungen	Windows ab 10 (64 Bit)	Windows ab 10 (64 Bit), macOS ab 10.14	Windows ab 10 (64 Bit)	Windows ab 10 (64 Bit), macOS ab 12.0	Windows ab 10 (64 Bit), macOS ab 11.0
Sprache	Deutsch	Deutsch	Deutsch	Deutsch	Deutsch
Registrierung / Aktivierung	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
<strong>Import</strong>					
Arbeitsweise	Ordner öffnen / katalogisieren	Import in Datenbank	Import in Datenbank	Import in Datenbank	Ordner öffnen / katalogisieren
BMP / JPEG / PNG / TIF	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	- / ✓ / ✓ / ✓	- / ✓ / ✓ / ✓
JPG2000 / HEIF / WebP	- / ✓ / ✓	- / - / -	✓ / - / ✓ (manuell ergänzbar)	- / ✓ / -	- / ✓ / -
AVI / MOV / MP4 / WMV	✓ / ✓ / ✓ / ✓	- / - / - / -	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / -	✓ / ✓ / ✓ / -
Raw-Formate / PSD	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Import im Hintergrund / aus Unterordnern	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
ICC-Farverwaltung	✓	-	✓ (Miniaturen optional)	✓	✓
Metadaten: dateiintern / XMP-Begleiter	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
im Explorer anzeigen	✓	✓	✓	✓	✓
<strong>Darstellung</strong>					
Bildschirmfüllend / pixelgenau (100 %)	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Details in Vollbild / mit Dateneingabe	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	- / -
Schnellkollektion	✓ (Auswahlkorb)	✓ (Flagge)	✓ (z. B. Flagge)	✓ (Flagge)	✓ (Like)
Ordner / Kalender / Alben	✓ / ✓ / ✓ (Katalog)	✓ / - / ✓ (Sammlung)	✓ / ✓ / ✓ (Kollektionen)	✓ / - / ✓ (Sammlung)	✓ / ✓ / ✓
Anzeigen: zuletzt verwendet	-	✓ (letzter Import)	✓ (kürzlich aktualisiert)	✓ (letzter Import)	✓ (letzter Import)
<strong>Verwaltung</strong>					
Kataloge: Speicherort wählen / mehrere öffnen	✓ / -	✓ / -	✓ / -	✓ / -	✓ / -
Gesichtserkennung	✓ (halbautomatisch)	✓	✓ (Familie, Gruppen)	✓	-
Geotagging	✓ (Fenster/Karte)	✓ (Koordinateneingabe)	✓ (auf Karte platzieren)	✓ (nur Lightroom Classic)	✓ (auf Karte platzieren)
KI-Schlagworte	✓	✓	✓	✓ (nur Lightroom CC)	✓
Bewertung / Farbetikett	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Kategorien / hierarchisch / einbetten	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
XMP-Begleiter exportieren	✓ (automatisch)	✓ (manuell)	✓ (automatisch oder manuell)	✓ (manuell)	✓ (automatisch oder manuell)
EXIF-Datum neu setzen / verschieben	✓ / ✓ (numerisch)	- / -	✓ / ✓ (numerisch)	✓ / ✓ (stundenweise)	✓ / ✓ (stundenweise)
IPTC-Eingabemaske / konfigurierbar	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Tastenkürzel für 5 Sterne	Strg+5	5	5	5	5
Aktionensets / Scripting	✓ / -	- / -	✓ (Stapelverarbeitg.) / ✓	✓ (Raw-Presets) / -	✓ (Raw-Presets) / -
<strong>Suche</strong>					
komplexe Suchterme / Schnellsuche	✓ / ✓	- / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Suche: nach Metadaten / in allen Feldern	✓ / ✓	✓ / -	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Filter: nach Bewertung / Farbetikett	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Filter: Gesichter / Ort	✓ / ✓ (Schwenk, Zoom)	✓ / ✓ (Ort, Radius)	✓ / ✓ (Ort, Radius)	✓ / ✓ (Schwenk, Zoom)	✓ / ✓ (über IPTC-Ort)
Duplikate / Ähnlichkeit	✓ / -	✓ / ✓	✓ / ✓ (nach Form, Farbe)	- / -	- / -
<strong>Ausgabe und Bearbeitung</strong>					
Bildbearbeitung	umfangreicher Raw-Entwickler	-	-	umfangreicher Raw-Entwickler	Raw-Entwickler, Effekte, Porträt, KI-Filter
Bildexport: umbenennen / skalieren / Metadaten entfernen / Wasserzeichen	✓ / ✓ / ✓ / ✓ (Aktionen)	✓ / ✓ / ✓ / -	✓ / ✓ / ✓ / ✓ (Stapelv.)	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓
Metadatenvorlagen speichern	✓	✓	✓	✓	✓
Cloud-Anbindung	✓ (ACDSee 365/Mobile Sync, OneDrive)	✓ (Ggl. Drive, Dropbox)	-	✓ (Adobe Creative Cloud)	✓ (ON1 Cloud Sync)
Begleit-App	ACDSee Mobile Sync	-	-	Lightroom CC	ON1 Photo RAW for Mobile
Diashow	Übergangseffekte, Schwenk und Zoom, Musik, Texttitel, nur Ansicht	Anzeigedauer, Übergangsduer, -effekte, Hintergrundfarbe, Schleife	Anzeigedauer, Übergangsduer, -effekte, Hintergrundfarbe, Schleife, Text einblenden	Diashowmodul mit Effekten, Erkennungstafel, Startbildschirm, Anzeige-, Übergangsduer	manueller Wechsel im Vollbildmodus
Druck: Kontaktabzug / Standardformate	✓ / ✓	- / -	✓ / ✓	✓ / ✓ (Druckmodul)	- / -
Sonstiges	HDR, Panorama, HTML-Album	-	Druckmodul für Fotobuch, Lightroom-Import	Fotobuch-Editor	Plug-ins für Ps, Lr, Apple Fotos und Affinity Photo (Max-Abo für 206,67 €)
<strong>Bewertung</strong>					
Verwaltung: Metadaten / KI	⊕⊕ / ○	⊖ / ⊕⊕	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕	○ / ⊕
Bedienung	○	⊕	⊖	○	○
Anzeige und Sichten	⊕	○	○	⊕	⊕
Bearbeiten und entwickeln	○	⊖⊖	⊖⊖	⊕⊕	⊕
Preis	179,99 €	189 €	129,99 US-\$	11,89 € pro Monat (inkl. Photoshop und Cloudspeicher)	114,81 € (214,35 € im Jahr incl. Cloud Sync)

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

PhotoDirector 2024 (15.0)	Photo Supreme 2023	Zoner Photo Studio X (19)
CyberLink, de.cyberlink.com	IDimager, idimager.com	Zoner, zoner.com
Windows ab 10, macOS ab 10.15	Windows ab 7, macOS ab 10.12	Windows ab 10 (64 Bit)
Deutsch	Deutsch	Deutsch
✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Import in Datenbank	Import in Datenbank	Ordner öffnen / katalogisieren
✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓
- / ✓ / -	- / - / - (manuell ergänzbar)	- / - / - (manuell ergänzbar)
- / - / - / -	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / -
✓ / -	✓ / ✓	✓ / ✓
- / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
✓	✓	✓
✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
✓	✓	✓
✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
✓ / ✓ (Bewertg., Etikett)	✓ / -	✓ / ✓
✓ (Flagge)	✓ (Bilderkorb)	-
✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ (Portfolio)	✓ / ✓ (als Ordner) / -
✓ (letzter Import)	✓ (letzter Import)	-
✓ / -	✓ / ✓	✓ / -
✓	✓ (über Google Vision)	-
✓ (Koordinateneingabe)	✓ (über Google Vision)	✓ (auf Karte platzieren)
-	✓ (über Google Vision)	-
✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
-	✓ (automatisch oder manuell)	✓ (manuell)
- / -	✓ / ✓ (Stunden, Minuten)	✓ / ✓ (numerisch)
✓ / -	✓ / ✓	✓ / ✓
5	5	5
✓ (Raw-Presets) / -	✓ (Stapelverarbeitg.) / ✓	✓ (Stapelverarbeitg.) / -
✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓ (Katalog)
✓ / -	✓ / ✓	✓ / ✓
✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
✓ / -	✓ / ✓	✓ / ✓ (Schwenk, Zoom)
- / -	✓ / ✓ (unter Status)	✓ / -
umfangreicher Raw-Entwickler	einfacher Raw-Entwickler	umfangreicher Raw-Entwickler
✓ / ✓ / ✓ / -	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓
✓	✓	-
✓ (Cyberlink Cloud)	-	✓ (Dropbox, G. Drive, OneDrive, Zoner Photo Cloud)
Cyberlink PhotoDirector	-	Zoner Photo Studio - Edit & Go
Anzeigedauer, Übergangsduer, Text einblenden, Hintergrundmusik	Anzeigedauer, Übergangsduer, Text einblenden	Informationen anzeigen, manueller Wechsel, Publizieren auf Facebook, X
✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓ (Druckmodul)
-	Import aus Lightroom, MediaPro, Imatch	Fotobuch, Kalender, Collage, HDR, 3D-Bild, PDF-Diashow
⊖ / ⊖	⊖ / ⊖	⊕ / ⊖
⊕	⊖	⊕⊕
⊖	⊖	⊕⊕
⊖	⊖⊖	⊕
99,99 € einmalig oder 3,33 € pro Monat	149 US-\$	4,99 € pro Monat oder 49 € pro Jahr

für Geotagging und die Gesichtserkennung einen kostenpflichtigen Google-AI-Key erstellen und selbst implementieren. Diese Arbeit nehmen andere Hersteller ihren Kunden ab.

Fazit

Fotoentwickler und Bildbearbeitungsprogramme sind nur bedingt darauf ausgelegt, große Bildarchive zu verwalten. Lightroom bietet zwar Gesichtserkennung, Geotagging und KI-Bildanalyse, verteilt die Funktionen aber auf zwei unterschiedliche Programme, ein jedes mit seinem eigenen Nutzungsprofil. Nutzer von Lightroom Classic können über Excire ein mächtiges Werkzeug für intelligente Stichwörter nach inhaltlicher Analyse als Plug-in einbinden oder auch als Stand-alone-Programm nutzen und damit eine Lücke füllen, anstatt ständig hin- und herzuwechseln. Lightroom CC vergibt auch Stichwörter aufgrund des Inhalts, aber nur nach Clouddownload.

Bilddatenbankprogramme wie ACDSee, iMatch und Photo Supreme bieten sich als Basis an, um Bilder an andere Programme weiterzugeben sowie Sammlungen für Onlinealben, Fotobücher oder dergleichen vorzubereiten. ACDSee integriert außerdem einen Entwickler, dessen Leistung aber hinter Capture One, DxO PhotoLab und Lightroom zurückfällt. In Sachen Bildverwaltung ist ACDSee über jeden Zweifel erhaben. Auch iMatch bietet stabile, zuverlässige und umfangreiche Bildverwaltung, verlangt aber Einarbeitung. Photo Supreme sieht hübsch aus, der Funktionsumfang ist aber für den Preis vergleichsweise dünn. Cyberlink PhotoDirector leistet sich zu viele Schwächen.

ON1 Photo und Raw und Zoner Photo Studio verfolgen ein ähnliches Ziel für unterschiedliche Zielgruppen: einen Foto-allrounder für alle Aufgaben zu bieten. ON1 hat professionelle Fotografen im Blick, hat eine Bildverwaltung mit mächtiger Bildanalysefunktion und praktische Zusatzfunktionen wie Porträtretsche und Fotoeffekte an Bord. Leider schwächtelt es bei einem zentralen Punkt, dem Raw-Entwickler. Zoner bietet ein verständliches Programm für Hobbynutzer mit brauchbarem Raw-Entwickler samt klassischer Bildbearbeitung und einer praxisnahen Bildverwaltung.

Literatur

- [1] André Kramer, Zügig gute Fotos, Nichtdestruktive  
Fotobearbeitung für Windows,macOS und Linux,  
c't 4/2022, S. 98

# Zahlen, Daten, Fakten

## E-Books

**H**eißt das Buch der Zukunft E-Book? Die Antwort darauf ist ein klares „Kommt drauf an“. So sank die Zahl der E-Book-Käufer laut dem Börsenverein des Deutschen Buchhandels im ersten Halbjahr 2023 im Vergleich zum Vorjahr um 7,0 Prozent. Gleichzeitig stieg die Zahl der Bücher pro Käufer um 14,1 Prozent auf durchschnittlich 9,6 Exemplare.

Noch bevorzugen Buchliebhaber weltweit die gedruckte Variante – dieser Unterschied ist in Deutschland besonders deutlich. Doch viele generell an Büchern interessierte Personen nutzen beide Varianten, wie eine aktuelle Umfrage des Bitkom ergab.

Die öffentlichen Bibliotheken in Deutschland verliehen 2022 über 290 Millionen sogenannte E-Medien, wozu auch

Hörbücher und E-Learning-Angebote zählen. Der Bestand an E-Medien in allen öffentlichen Bibliotheken zusammen lässt sich nicht sinnvoll ermitteln. Die Deutsche Bibliotheksstatistik erhebt dazu zwar Zahlen, doch viele Bibliotheken sind Mitglieder von Verbünden mit einem gemeinsamen Bestand an E-Medien, der in der Statistik nicht genau erfasst wird. (dwi@ct.de) **ct**

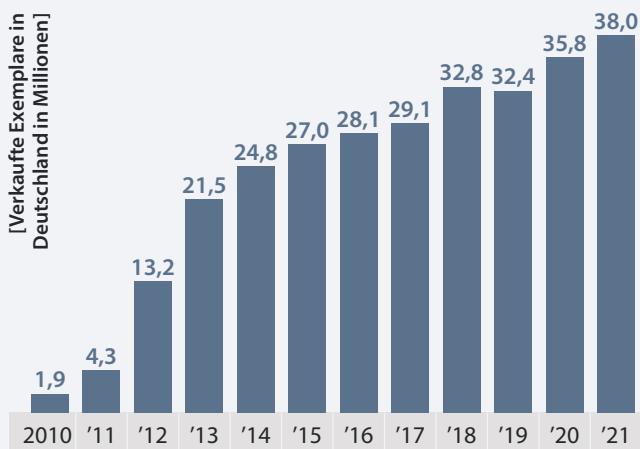
## ► Nutzer weltweit

Die Zahl der E-Book-Nutzer weltweit steigt. Marktforscher sagen bis zum Jahr 2027 einen Anstieg auf 1,1 Milliarden Nutzer voraus.<sup>1</sup>



## ► Corona-Effekt?

Die Verkaufszahlen bei E-Books stiegen in den Pandemiejahren, als Buchläden und Bibliotheken geschlossen waren, deutlich an.<sup>2</sup>

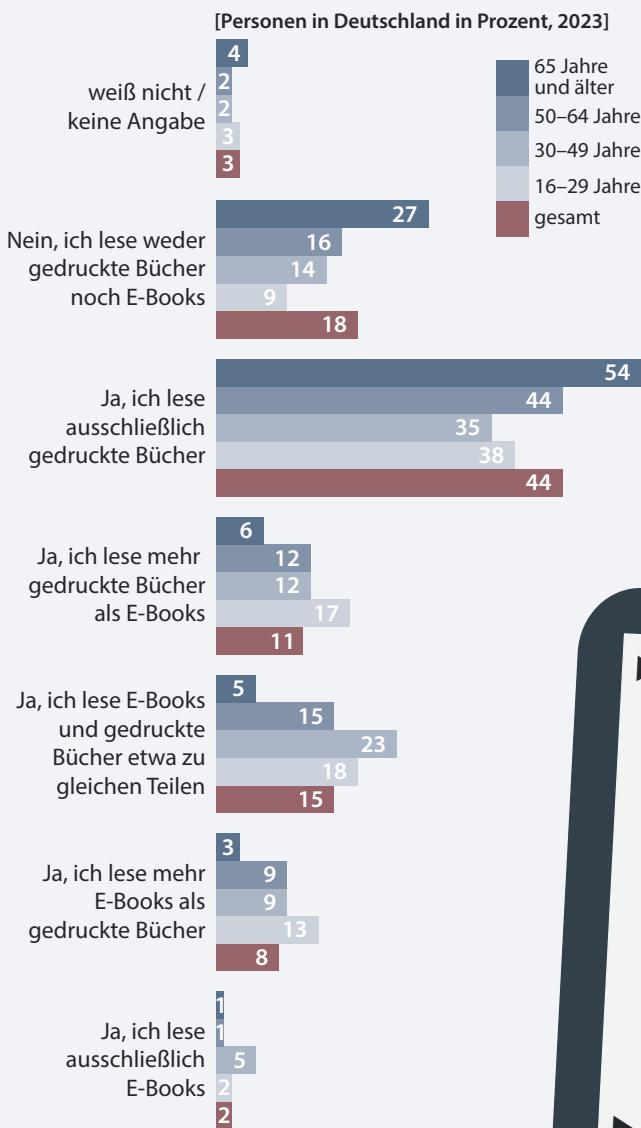


## ► Bildschirm versus Papier



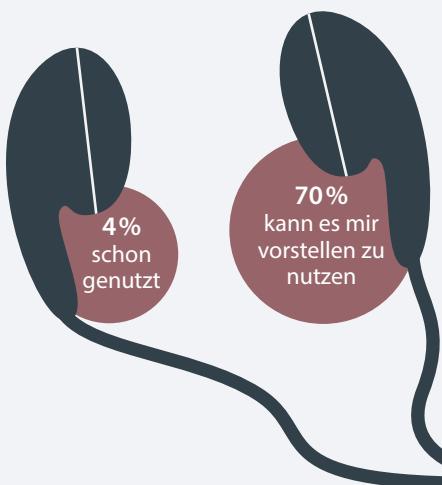
## ► Sowohl als auch

Eine aktuelle Umfrage des Bitkom ergab, dass gerade jüngere Leser sowohl gedruckte als auch digitale Bücher nutzen.<sup>3</sup>



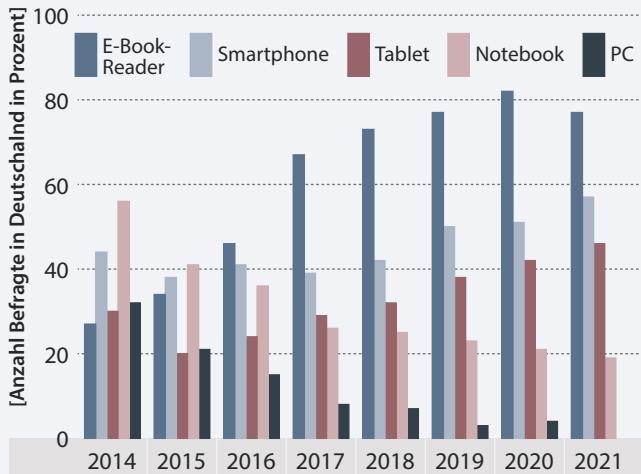
## ► Lesen lassen

Lesen oder Lesen lassen? Die Vorlesefunktion nutzen aktuell erst wenige E-Book-Leser in Deutschland, 70 Prozent können sich dies aber vorstellen.<sup>3</sup>



## ► Lesegeräte

Anfangs diente häufig das Notebook oder auch der PC als Lesegerät. Inzwischen werden die meisten E-Books auf einem Reader gelesen.<sup>4</sup>



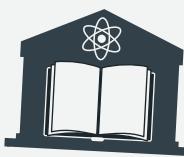
## ► Leihen oder Kaufen?

E-Books werden in Deutschland 2023 häufiger gekauft als ausgeliehen.<sup>3</sup>



## ► E-Books in Bibliotheken

Auch für öffentliche und wissenschaftliche Bibliotheken in Deutschland werden E-Books wichtiger.<sup>5</sup>



### Wissenschaftliche Bibliotheken 2022

- Erwerbungsausgaben von insgesamt 363 Mio. Euro
- davon rund 223 Mio. Euro für die Anschaffung von E-Medien
- Bestand ist auf rund 77 Mio. E-Medien angewachsen



### Öffentliche Bibliotheken 2022

- rund 292 Mio. Medien ausgeliehen
- davon rund 44 Mio. E-Medien
- analoge Medien werden weiterhin stark nachgefragt





Bild: KI Midjourney | Bearbeitung c't

# Wolkiges Unterfangen

**Was wurde eigentlich aus dem Cloudprojekt Gaia-X?**

**Mit dem Projekt Gaia-X wollte die Bundesregierung die digitale Souveränität Europas stärken und die heimische Wirtschaft fördern. Um die Vision in die Tat umzusetzen, bewilligte sie Fördergelder in Höhe von über 300 Millionen Euro. Doch das versprochene Ökosystem aus zertifizierten Clouddiensten lässt weiter auf sich warten.**

Von Christian Wölbert

**A**ls Bundeswirtschaftsminister Peter Altmaier das Projekt Gaia-X im Herbst 2019 auf dem Digitalgipfel der Bundesregierung vorstellte, weckte er große Erwartungen: Europa müsse im Bereich der Digitalwirtschaft „aufholen und nachlegen“. Die Bundesregierung werde deshalb zusammen mit zahlreichen Unternehmen eine „souveräne europäische Dateninfrastruktur“ aufbauen, „und zwar nicht irgendwann, sondern schon sehr bald“.

Einige Wochen später konkretisierte die Bundesregierung die Gaia-X-Vision in einem 50-seitigen Konzeptpapier. Es beschreibt ein Ökosystem aus Cloudanbietern, die sich zur Einhaltung gemeinsamer

Regeln verpflichten und ihre Dienste in „Selbstbeschreibungen“ charakterisieren, zum Beispiel mit Aussagen zur Einhaltung von Datensicherheitsstandards und zum Ort der Datenspeicherung.

Dank standardisierter Schnittstellen könnten Unternehmen einfach Daten miteinander teilen und auch leicht zwischen Cloudanbietern wechseln, schrieben Altmaiers Beamte. Ein Verzeichnisdienst helfe, passende Dienste zu finden. „Das daraus entstehende verteilte Ökosystem stärkt sowohl die digitale Souveränität der Nachfrager von Clouddienstleistungen als auch die Skalierungsfähigkeit und Wettbewerbsposition europäischer Cloudanbieter.“

## Über 300 Millionen Euro Fördergelder

Die Bundesregierung beließ es aber nicht bei Konzepten, sondern schob Gaia-X auch mit viel Geld an: Das Bundeswirtschaftsministerium (BMWK) bewilligte seit dem Jahr 2021 für Projekte im Gaia-X-Umfeld Fördergelder von insgesamt über 300 Millionen Euro. Zum Beispiel fördert das BMWK die Entwicklung der „Federation Services“, die die Gaia-X-Regeln in Code übersetzen, mit 15 Millionen Euro. Die französische Regierung, die früh bei Gaia-X einstieg, subventioniert die Entwicklung weiterer Federation Services.

Hinzu kommen Förderprojekte, die das Potenzial der Gaia-X-Standards und -Software demonstrieren und das Interesse von Unternehmen an Gaia-X-konformen Clouddiensten wecken sollen. Allein für das vorrangig von deutschen Autoherstellern vorangetriebene Datenraumprojekt Catena-X gibt es 109 Millionen Euro, für „Gaia-X4futureMobility“ 77 Millionen Euro.

Mittlerweile hat sich herumgesprochen, dass bei Gaia-X nicht alles rund läuft: Erstens hinken zentrale Vorhaben den ursprünglichen Zeitplänen weit hinterher. Zweitens zoffen Beteiligte sich immer wieder über die Rolle der Hyper-scaler, also der dominanten US-Cloud-anbieter Amazon, Microsoft und Google. Diese dürfen beim Verfassen der Gaia-X-Regeln mithelfen und könnten auch die Anforderungen an zertifizierte Dienste leicht erfüllen, obwohl das Ökosystem laut Altmaiers Konzept explizit die europäischen Anbieter stärken sollte.

Doch es wäre falsch, Gaia-X bereits als gescheitert zu bezeichnen: Das Projekt lebt und es hat einige Meilensteine erreicht. Um ein Zwischenfazit zu ziehen, muss man genau hinschauen und erst einmal klären, was man eigentlich unter „Gaia-X“ versteht. Mittlerweile ist aus der politischen Vision ein Wust aus Dutzenden Projekten entstanden, von denen viele nur lose miteinander zu tun haben.

### Eine Frage der Definition

Zunächst zum Kern: Die deutsche und die französische Regierung haben die Hoheit über Gaia-X in die Hände des Vereins „Gaia-X AISBL“ gelegt („AISBL“ ist eine belgische Rechtsform für Non-Profit-Organisationen). Dieser hat rund 380 Mitglieder, darunter neben vielen europäischen Unternehmen auch die US-Hyper-scaler und chinesische Konzerne wie

Huawei. Sie alle dürfen in den Arbeitsgruppen der AISBL mitmachen, das letzte Wort hat im Streitfall aber das „Board of Directors“, in dem nur Vertreter europäischer Firmen und Organisationen sitzen. Aktuell zählen dazu zum Beispiel Airbus, Atos, BMW, OVH und die Telekom.

Die Gaia-X AISBL legt die Regeln für das geplante Gaia-X-Ökosystem fest, etwa die Mindestanforderungen an Anbieter von Diensten, Kriterien für darüber hinaus gehende Label sowie Regeln für Selbstbeschreibungen, Kataloge und Datenräume. Die Politik hat dabei nichts mehr zu melden.

Laut dem Plan der AISBL sollen Unternehmen aus allen möglichen Branchen sogenannte „Föderationen“ mit eigenen Dienstekatalogen und Datenräumen gründen. Teil des offiziellen Gaia-X-Ökosystems sind alle Anbieter und Dienste, die die Gaia-X-Mindestanforderungen einhalten und die Architektur nutzen – so formuliert es die AISBL in ihrem Architecture Document. Sogenannte Clearing Houses bestätigen, dass Anbieter und Dienste sich an die Kriterien halten (siehe Infografik auf S. 116).

### Um Jahre verspätet

Bleibt man bei dieser engen Definition, findet Gaia-X in der Praxis bislang nicht statt: Es gibt noch keine offiziellen Gaia-X-Föderationen, keine Gaia-X-konformen Kataloge und keine zertifizierten Dienste. Dabei hatte Minister Altmaier den Start erster Dienste für die Allgemeinheit bis Anfang 2021 in Aussicht gestellt. Im Sommer 2021 schrieb die Telekom in einer Pressemitteilung: „Die ersten Gaia-X-Dienste sind bis Ende dieses Jahres geplant.“ Gaia-X hat gegenüber den ursprünglichen Zeitplänen also schon eine jahrelange Verspätung.

Das heißt aber nicht, dass nichts passiert ist. Die Gaia-X AISBL hat Dokumente zur Architektur, Mindestanforderungen, Labelkriterien und weitere Regelwerke verabschiedet und entwickelt diese stetig weiter. Für das Gaia-X-Label sind aktuell drei Stufen vorgesehen, die höchste Stufe soll europäischen Anbietern vorbehalten bleiben.

Gemäß dieser Regeln entsteht zurzeit die technische Basis für das Gaia-X-Ökosystem: die sogenannten Federation Services, quelloffene Referenzimplementierungen der nötigen Dienste für Gaia-X-Föderationen. Der Code für die erste von zwei Spezifikationsphasen ist fertig. Zur

## ct kompakt

- Das deutsch-französische Projekt Gaia-X sollte ursprünglich schon 2021 mit ersten zertifizierten Clouddiensten starten, bislang ist das jedoch nicht passiert.
- Open-Source-Firmen werfen den US-Tech-Konzernen vor, Gaia-X gezielt auszubremsen.
- Projekte wie SCS und Catena-X melden erste Erfolge, sie gehören jedoch nicht zum Kern von Gaia-X.
- Die aktuelle Bundesregierung lässt wenig Interesse an Gaia-X erkennen, was die Zukunftsaussichten des Projekts verdüstert.

ersten Phase gehören ein Dutzend Komponenten, darunter ein Authentifizierungsdienst, Wallets für digitale Nachweise und ein Katalogdienst (siehe ct.de/ynb3). Die Arbeit am Code für die zweite Spezifikationsphase mit einigen Erweiterungen soll laut dem Internetverband Eco, der die Entwicklung koordiniert, im ersten Quartal 2024 abgeschlossen werden.

### Bedingt praxisreif

Als Hauptgrund für die Verspätungen bei Gaia-X nennen Beteiligte immer wieder die Langsamkeit des Regelsetzers Gaia-X AISBL. So benötigte der Verein bis zum Frühjahr 2021, um die Spezifikationen für die erste Phase der Federation Services fertigzustellen. Da erst im Anschluss die Ausschreibung für die Entwicklung standen konnte, standen die erfolgreichen Bietter nicht vor Dezember 2021 fest.

Diese Verspätung brachte die vom Staat geförderten Anwendungsprojekte in die Bredouille, denn diese sollen innerhalb ihrer begrenzten Förderzeiträume konkrete Prototypen entwickeln. Ein Beispiel ist das Projekt EuroDaT, das als „Datentreuhänder“ unabhängige Analysen auf Daten teilnehmender Unternehmen ermöglichen will. Wegen des geplanten Marktstarts sei man gezwungen gewesen, „mit Fokus auf unsere Business-Funktionalität pragmatische Lösungen zu finden“, sagte EuroDaT-Geschäftsführer Alexander Alldridge gegenüber c't. Aktuell nutze man deshalb keine der Gaia-X-Dienste produktiv, bereite aber die Einführung zweier Komponenten vor.

Hinzu kommt, dass die Federation Services aus Sicht mancher Projektverantwortlicher noch lange nicht ausgereift sind. Die Entwicklung der Software sei ein wichtiger Schritt, sagte Alldridge. „Nichtsdestotrotz hätten wir uns aus Sicht von EuroDaT insgesamt bei Gaia-X statt des maximalistischen Ansatzes mehr Fokus auf Produktreife und weniger auf umfassende Funktionalität gewünscht.“ An Verbesserungen werde aber gearbeitet.

Ähnlich äußerten sich Vertreter des Projekts Marispace-X: Man sehe großen Mehrwert in Gaia-X, würde sich aber freuen, „wenn der Reifegrad der Referenzimplementierungen schneller wachsen würde“. Vor allem der wichtige Katalogdienst sei von Praxistauglichkeit noch ein ganzes Stück entfernt, heißt es bei mehreren Projekten.

Eine weitere zentrale Komponente für Gaia-X-Föderationen ist ein sogenanntes Clearing House, das die Identität von Dienstanbietern prüft und bestätigt. Auch darauf musste die Community lange warten. Im November 2022 hatte die Telekom angekündigt, einen solchen Dienst im ersten Quartal 2023 zu starten. Dann begann eine Betaphase, seit Oktober ist der Dienst nun laut Telekom „live“.

### Ausgebremst von Big Tech?

Doch warum brauchte die Gaia-X AISBL so lang, um die Regeln zu definieren? Nach Darstellung einiger europäischer AISBL-Mitglieder streuten die US-Hyperscaler in den Arbeitsgruppen Sand ins Getriebe. „Die haben ausreichend Berater und abgestellte Vollzeitmitarbeiter, die alles in-

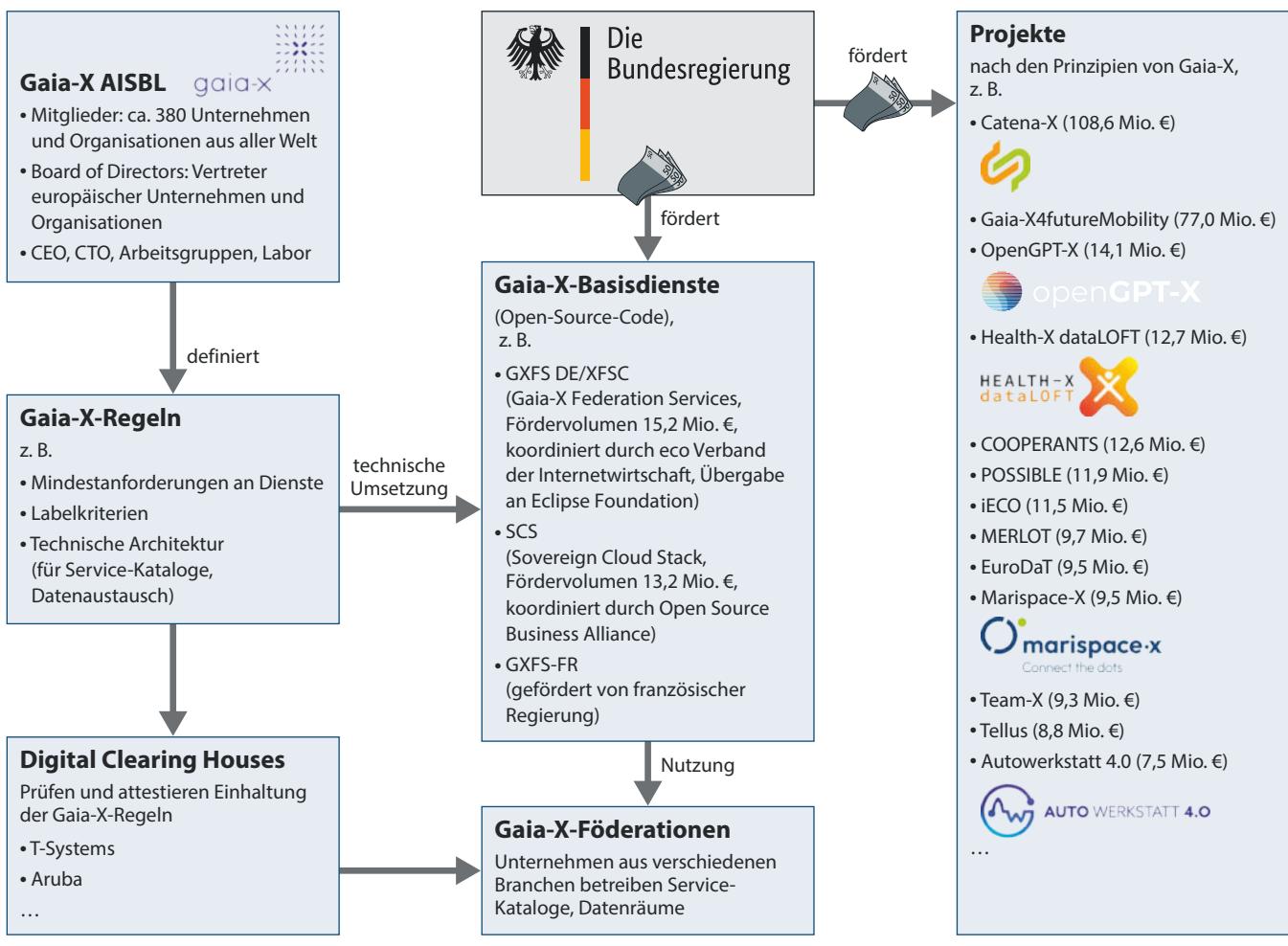
frage stellen können. Oder überall Bedingungen einbauen können“, schimpfte Yann Lechelle, Chef des französischen Hosters Scaleway, Ende 2021 im c't-Interview. Gleichzeitig warf er den großen europäischen Cloudanbietern wie OVH vor, die ursprünglichen Ziele von Gaia-X zu verraten. Scaleway, eines der 22 Gründungsmitglieder, trat damals aus Frust sogar aus der AISBL aus [1].

Lechelle steht mit seinen Vorwürfen nicht allein. Die Gaia-X-Idee eines „virtuellen Hyperscalers“ habe man sehr gut gefunden, sagt Frank Karlitschek, Chef des Stuttgarter Open-Source-Unternehmens Nextcloud, gegenüber c't. Doch dann sei die Mission verwässert worden. Die Hyperscaler hätten das Projekt „strategisch torpediert und in Richtung eines

## Gaia-X: Wer macht was?

Unsere Grafik gibt einen groben Überblick über die Struktur von Gaia-X: Im Verein Gaia-X AISBL sind Unternehmen aus aller Welt aktiv, das letzte Wort bei der Definition der Anforderungen an Gaia-X-konforme Dienste haben jedoch die Vertreter europäischer

Firmen und Organisationen. Das Bundeswirtschaftsministerium schiebt aktuell das Gaia-X-Ökosystem mit Fördermitteln von über 300 Millionen Euro an. Mittelfristig sollen die beteiligten Unternehmen als Community das Projekt allein tragen.



Papiermonsters gepusht“. Und die Politik habe sich zu schnell zurückgezogen. Next-cloud hat sein Engagement inzwischen nach eigener Aussage heruntergefahren. „Wir haben auch nicht die Kapazitäten, Tausende Seiten lange Gaia-X-Dokumente zu wälzen“, sagt Karlitschek.

Ein anderer Teilnehmer an einer Gaia-X-Arbeitsgruppe, der namentlich nicht genannt werden möchte, berichtet gegenüber c't: „Ein Mitarbeiter eines Hyperscalers hat dort immer wieder viele Detailfragen gestellt. Er hatte sehr viel Sachkenntnis, aber der Effekt war, dass man langsam wurde.“

Andere AISBL-Mitglieder verteidigen die Zusammenarbeit mit den Hyperscalern. Speziell die deutsche Wirtschaft mit ihren exportstarken Konzernen brauche weltweit aktive Clouddienstleister, lautet ein Argument. Und mit Gaia-X habe man die Chance, weltweit Mindeststandards für Datenschutz zu etablieren.

Aber auch aus Sicht von Vertretern deutscher Industrieunternehmen muss

die Gaia-X AISBL schneller werden. Die Abstimmungsprozesse sollten verschlankt werden, fordert etwa der Digitalexperte des Maschinenbauer-Verbands VDMA, Kai Kalusa, im Gespräch mit c't. Inhaltlich müsse man die „Hauptziele“ priorisieren: „Das bedeutet aus Sicht des VDMA das Schaffen von interoperablen Services und Angeboten, die insbesondere für KMU (kleine und mittlere Unternehmen – Anm. d. Redaktion) nutzbar sind.“ Die Gaia-X AISBL leiste aber bereits jetzt wichtige Grundlagenarbeit für den Aufbau und die Standardisierung von Datenräumen, betonte er.

### Projekte mit Praxisnutzen

Wenn man Gaia-X lockerer definiert und schaut, was abseits der Gaia-X AISBL und der Federation Services passiert, findet man auch Projekte, die schneller unterwegs sind und deren Ergebnisse schon kommerziell eingesetzt werden.

Da ist etwa das Projekt „Sovereign Cloud Stack“ (SCS), das mit BMWK-För-

dergeldern von 13 Millionen Euro einen umfassenden Open-Source-Stack für Cloudinfrastruktur rund um etablierte Komponenten wie Kubernetes entwickelt. Dank präzise definierter Standards sollen Kunden ihre Clouddienste leichter als bisher über mehrere Betreiber verteilen und migrieren können.

Die SCS-Standards und die Software werden schon von einigen Cloudanbietern in der Praxis eingesetzt, zum Beispiel vom Kölner Unternehmen Plusserver. „Weitere Private und Public Clouds mit SCS befinden sich im Aufbau“, sagt SCS-Kopf Kurt Garloff im Gespräch mit c't.

Doch was genau hat SCS mit Gaia-X zu tun? Der Cloud-Stack ist nicht Teil der Mindestanforderungen an Gaia-X-zertifizierte Dienste. Und das SCS-Team agiert unabhängig von der Gaia-X AISBL. „Wir müssen unsere technischen Entscheidungen nicht mit der AISBL abstimmen“, sagt Garloff. Aber man arbeite an Gaia-X mit und achte darauf, die Anforderungen zu erfüllen.

## Die Konferenz zu IoT und IIoT

21. UND 22. FEBRUAR 2024 • MÜNCHEN

### Software entwickeln für das (I)IoT

#### Aus dem Programm:

- Unified Namespace in der Praxis
- Wie vertraut man IIoT?
- Ultraniedriger Stromverbrauch von Embedded-Geräten
- KI auf MCUs – Wie geht das richtig?
- Cyber Resilience in Aktion

[www.buildingiot.de](http://www.buildingiot.de)

Workshop am 20. Februar: Building a Unified Namespace for IIoT with MQTT

Veranstalter



dpunkt.verlag  
Copyright by Heise Medien.

Gold-Sponsoren





**„Die Hyperscaler haben Gaia-X strategisch torpediert und in Richtung eines Papiermonsters gepusht“, sagt Next-cloud-Chef Frank Karlitschek.**

Einerseits setzt das Projekt also einen Teil der politischen Vision in die Praxis um und wird von der Bundesregierung im Rahmen von Gaia-X gefördert, andererseits ist es im engeren Sinne kein notwendiger Bestandteil des geplanten Ökosystems aus Gaia-X-zertifizierten Diensten und es kommt auch ohne die Arbeit der AISBL bestens zurecht. Je nach Geschmack kann man SCS folglich als Teil von Gaia-X betrachten oder auch nicht.

## Gaia-X für Autos

Ähnlich ist die Lage bei Catena-X. Hierbei handelt es sich um einen Verein, zu dem rund 170 Unternehmen gehören, vorrangig aus der Autoindustrie. Mit dabei sind auch große Hersteller wie VW, Mercedes, BMW und Stellantis. Der Verein legt die Regeln für Datenräume mit einem gemeinsamen Datenaustauschstandard fest.

So sollen Autohersteller und Zulieferer zum Beispiel einfacher als bisher über die gesamte Lieferkette CO<sub>2</sub>-Daten sammeln können.

Am 16. Oktober schaltete die Betreibergesellschaft Cofinity-X (ein Joint Venture von BMW, VW, T-Systems und weiteren Konzernen) den ersten Catena-X-Datenraum live. Auch das könnte man als Erfolg von Gaia-X verbuchen, weil das Projekt eine ähnliche Vision verfolgt. Obendrein nutzt Catena-X den Clearing-House-Dienst der Telekom für die Identifizierung der Teilnehmer sowie ein von der Gaia-X AISBL entwickeltes Regelwerk, das eine grundlegende Interoperabilität zu Gaia-X sicherstellen soll. Andererseits stellt Catena-X auch seine eigenen Regeln auf, unabhängig von der Gaia-X AISBL. Letztere bezeichnet Catena-X in ihrem „Architecture Document“ sogar explizit als Beispiel für ein von Gaia-X unabhängiges Ökosystem.

## Ausblick

Zusammenfassen lässt sich der Status quo also vielleicht so: Definiert man Gaia-X eng, hat das Projekt sein Versprechen noch nicht eingelöst. Zählt man aber auch die Projekte hinzu, die von der Politik im Zusammenhang mit Gaia-X gefördert werden, aber faktisch nur lose an Gaia-X gekoppelt sind, so sind erste Erfolge sichtbar.

Wann die ersten „echten“ Gaia-X-Föderationen in Betrieb gehen, ist nicht absehbar. Eine Anfrage von c't dazu ließ die Gaia-X AISBL unbeantwortet.

Spannend wird es 2024 und 2025: Dann laufen die meisten Förderprojekte aus. Das heißt, für die Weiterentwicklung der Federation Services oder auch des SCS gibt es dann kein Staatsgeld mehr. Pflegen Unternehmen die Software danach nicht aus Eigeninteresse, wird die Codebasis veralten. Und dieses Interesse setzt voraus, dass sich mit Gaia-X auch Geld verdienen lässt.

Manche aus der Gaia-X-Community hoffen nun, dass der Staat nach Auslaufen der Förderprojekte das Ökosystem weiter anschließt, indem er Gaia-X-konforme Dienste einkauft, etwa für Behörden oder den Gesundheitssektor. Die Politik müsse mit „30, 40, 50 Millionen Euro“ ein „Grundrauschen“ erzeugen, forderte der Telekom-Manager Hagen Rickmann schon 2021.

## Milliarden für die Hyperscaler

Die aktuelle Bundesregierung scheint sich aber kaum noch für Gaia-X zu interessieren, das noch von der Vorgängerregierung ins Leben gerufen wurde. Im Koalitionsvertrag der drei Ampelparteien taucht der Begriff Gaia-X nur ein Mal auf: im Zusammenhang mit Agrardaten.

Gleichzeitig setzt die Ampel voll auf die US-Hyperscaler. So schloss das Innenministerium im Mai mit Oracle einen Rahmenvertrag mit einem abrufbaren Volumen von knapp 3,9 Milliarden Euro über die nächsten sieben Jahre. Im Herbst folgte ein „Memorandum of Understanding“ mit dem Unternehmen Delos, das als deutsche Betreibergesellschaft eine spezielle Microsoft-Cloud für Behörden aufbaut. Auch dabei geht es mittelfristig um Milliardensummen.

Gut denkbar ist, dass Konzerne wie Oracle oder Microsoft ihre proprietären Clouddienste in Zukunft mit einem Gaia-X-Stempel versehen. Die Mindestanforderungen sind dafür lax genug. Dicke Staatsaufträge für US-Anbieter mit Gaia-X-Feigenblatt: Spätestens dann wäre die ursprüngliche Vision, die europäischen Player zu stärken, ad absurdum geführt.

(cwo@ct.de) ct



**Das Kernteam hinter dem Sovereign Cloud Stack (SCS): Das mit Fördergeldern entwickelte Open-Source-Paket wird bereits in der Praxis eingesetzt. Der SCS gehört allerdings nicht zu den Mindestanforderungen an Gaia-X-zertifizierte Dienste.**

Bild: SPRIND

## Literatur

- [1] Jan Mahn, Christian Wölbert, „Ich erwarte nicht, dass Gaia-X liefert, was wir brauchen“, Yann Lechelle, CEO des Cloud-Anbieters Scaleway, im c't-Interview über Gaia-X, c't 1/2022, S. 14

**Gaia-X-Architektur und Regeln:**  
[ct.de/ynb3](http://ct.de/ynb3)



# MIT Mac & i IMMER AM BALL

2x Mac & i mit 35% Rabatt testen!

#### Mac & i – Das Magazin rund um Apple

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

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



#### + Geschenk nach Wahl

z. B. Kabelbox mit Adapters oder Buch Apple Junkies



Jetzt bestellen:

[www.mac-and-i.de/minabo](http://www.mac-and-i.de/minabo)

✉ leserservice@heise.de

📞 0541 80009 120

© Copyright by Heise Medien.

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



# Bits statt Münzen

## Auf dem Weg zum digitalen Euro

**Sie können zwar heute schon mit PayPal und Apple Pay im Supermarkt und online bezahlen, doch das ist weder vollständig anonym noch kostenlos. Der digitale Euro könnte das ändern – wir erklären die Pläne der EU.**

Von Tobias Weidemann

**B**arzahlungen sind fast überall möglich, hängen grundsätzlich nicht von Internetverbindungen ab, laufen anonym ab und jeder Mensch in Europa beherrscht sie. Elektronische Zahlungen funktionieren bequem, schnell, sicher und man ist nicht auf Bargeldquellen angewiesen. Diese Prä-

missen galten lange Zeit als unauflöslicher Gegensatz. Digitale Zentralbankwährungen könnten das ändern: Mit dem richtigen Design koppeln sie die Vorteile von Bar- und elektronischen Zahlungen. Obendrein senken sie sogar die Kosten, die Händlern und über deren Preiskalkulation auch Verbrauchern entstehen. Überall auf der Welt beschäftigen sich Regierungen und Zentralbanken aktuell mit der Frage, ob sie solch eine digitale Form ihrer staatlichen Währungen einführen wollen.

Auch im Euroraum ist diese Zukunftsvision in den vergangenen Monaten konkreter geworden. Nachdem die Europäische Kommission Ende Juni 2023 im Rahmen des „Single Currency Package“ ihren Richtlinienentwurf für einen digitalen Euro vorgelegt hatte [1], folgte Mitte Oktober die Europäische Zentralbank (EZB) mit den Ergebnissen der Untersuchungsphase

einer digitalen Zentralbankwährung. Seit Anfang November läuft nun die sogenannte „Vorbereitungsphase“. Wir haben uns angesehen, was die EZB und die Kommission vorhaben, welchen Mehrwert ein digitaler Euro bringen könnte und nicht zuletzt, ob die digitale Währung mit der Anonymität von Bargeld mithalten kann.

### Ciao Untersuchung, hallo Vorbereitung

Gute zwei Jahre Zeit hatten sich die Europäische Zentralbank, die nationalen Zentralbanken der Länder sowie zahlreiche Fachgremien und beratende Instanzen für eine sogenannte „Untersuchungsphase“ zu einem möglichen digitalen Euro genommen. Bis Sommer 2023 erörterten sie gemeinsam, wie eine digitale Zentralbankwährung (Central Bank Digital Currency, kurz CBDC) für den Euroraum aus-

gestaltet werden kann und welche Rahmenbedingungen sie benötigt. In den Gesprächen ging es außerdem um mögliche Folgen für die Gesellschaft, die Wirtschaft und den Finanzsektor.

Dabei schälten die Beteiligten Eckpunkte heraus, die eine Grundlage für die Anfang November offiziell von der EZB eingeläutete „Vorbereitungsphase“ bilden. So entschieden sie beispielsweise, dass der digitale Euro als „Retail“-CBDC allen Bürgern offenstehen und kein „Wholesale“-CBDC werden soll, der nur dem Interbankenverkehr dient [2]. In der Vorbereitungsphase will die EZB nun ein konkretes Regelwerk („Scheme Rulebook“) schaffen. Ihre Arbeit soll auch den rechtlichen Rahmen mitgestalten, für den die EU-Kommission im Juni ihren Richtlinievorschlag eingebracht hatte. Darin würde die EU unter anderem die Zahlungsabläufe des digitalen Euro und die Zulassungskriterien für seine Nutzer regeln. Außerdem soll die EZB die technischen Anforderungen an die IT-Infrastruktur und das Risikomanagement konkretisieren, technische Standards definieren und Programmierschnittstellen für externe Dienste und Dienstleister schaffen. Die Infrastruktur und die damit verbundene Plattform sollen privatwirtschaftliche Anbieter entwickeln, die die EZB auswählt.

Mit ihrer Hilfe sollen und müssen bereits vor einer Einführung Zahlungsanbindungen und -anwendungen für Händler und Verbraucher entstehen, damit überhaupt jemand mit dem digitalen Euro bezahlen kann. Über die rechtlichen Rahmenbedingungen will der EZB-Rat, dem das EZB-Direktorium sowie die Zentral-



Bild: EU-Kommission / audiovisueller Dienst

**Im Juni 2023 stellten die EU-Kommissionsmitglieder Valdis Dombrovskis, Paolo Gentiloni und Mairead McGuiness den Richtlinienentwurf zum digitalen Euro vor, nun folgte die EZB mit ihrem Bericht.**

bankpräsidenten der Euroländer angehören, hingegen erst in zwei Jahren abstimmen. Zwar erscheint es nach all dieser Vorarbeit wenig wahrscheinlich, dass das Projekt komplett im Abseits landet. Es geht aber sinnvollerweise auch darum, bis dahin auftretende zusätzliche Fragen und Features in einem Zug abzuräumen respektive zu integrieren.

Die EZB hat überdies deutlich gemacht, dass die Regulierungsbehörden der Mitgliedsländer in allen sicherheitsrelevanten Fragen mitreden müssen. Experten gehen davon aus, dass der digitale Euro in Deutschland unter die „Kritischen Infrastrukturen“ im Sinne der KRITIS-Verordnung des Bundesinnenministeriums fallen wird. Damit wäre neben dem Bundesamt für Finanzdienstleistungsaufsicht (BaFin) auch das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) beteiligt.

### Ziele der EU

Offiziell wollen die Euro-Mitgliedsländer mit dem digitalen Euro sicherstellen, dass Bürger und Unternehmen auch im digitalen Zeitalter Zugang „zur sichersten Form des Geldes, dem Zentralbankgeld, haben“, wie es EZB-Präsidentin Christine Lagarde formuliert. Bisher haben Bürger dies ausschließlich über Bargeld. Das Geld, das Menschen auf Konten einzahlen, das Banken als Kredit auszahlen und das bei elektronischen Zahlungen fließt, ist hingegen sogenanntes „Buchgeld“.

Doch die Bemühungen um den digitalen Euro sind auch ein Stück weit der Sorge geschuldet, einen Trend zu verpassen, der vor allem vom Privatsektor ausging. So könnten die EU-Bürger auf digitale Kryptowährungen wie Bitcoin setzen, die sich einer staatlichen Regulierung größtenteils entziehen. Zwar taugen Bitcoin oder Ethereum aufgrund ihrer heftigen Kursschwankungen derzeit nur als Spekulationsobjekt, nicht aber als Zahlungsmittel mit der nötigen Wertbeständigkeit für Händler und Kunden. Dafür könnten Privatunternehmen wertstabile digitale Bezahlmittel ausgeben, die ebenfalls schwer zu kontrollieren wären – so wie der „Diem“, den ein Konsortium unter Führung des Meta-Konzerns zwischen 2019 und 2022 plante. Anders als der Bitcoin wäre er nach dem Stablecoin-Prinzip durch Vermögenswerte in Zentralbankwährungen gedeckt gewesen.

Nun haben die Beteiligten den Diem-Plan aufgrund des Drucks der Regulierungsbehörden aufgegeben. In Zukunft könnten andere Digitalkonzerne jedoch ähnliche Pläne entwickeln. So bietet PayPal in den USA in bisher kleinem Stil einen Stablecoin an [3]. Auch Elon Musk, Inhaber der Kommunikationsplattform X (ehemals Twitter), soll gegenüber Investoren solche Gedankenspiele geäußert haben. Dazu passt, dass er X mit Zahlungsfunktionen aufwerten will, um nach dem Vorbild des chinesischen WeChat Pay aus der

## c't kompakt

- Die Europäische Zentralbank und die EU-Kommission arbeiten die Details für einen möglichen digitalen Euro aus.
- Die digitale Zentralbankwährung könnte mehr Menschen erreichen als Karten oder PayPal, sogar weitgehend anonyme Zahlungen wären möglich.
- Gleichzeitig würde ein digitaler Euro die Zahlungsentgelte für den Handel verringern und könnte damit Verbraucherpreise dämpfen.



**EZB-Präsidentin  
Christine Lagarde sieht den digitalen Euro als Möglichkeit, Zentralbankgeld fit für den elektronischen Zahlungsverkehr zu machen.**

Kommunikations- eine „Super“-App zu machen.

Im Kalkül der Eurostaaten und der Europäischen Union ist ein digitales Äquivalent unter der Ägide der Zentralbanken daher notwendig. Nur so kann sie die hoheitliche Kontrolle über das Währungssystem sicher behalten und (man denke an Fälle wie Wirecard) für Finanzstabilität sorgen. Dabei hat der digitale Euro – quasi wie ein idealtypischer Stablecoin – stets denselben Wert wie der physische Euro. So soll er zuverlässige Zahlungsflüsse ermöglichen, sowohl für Verbraucher als auch für Unternehmen untereinander, ebenso für Banken und Finanzdienstleister.

### Zentralbank- versus Buchgeld

Die Banken sollen den digitalen Euro ähnlich wie Bargeld über die Zentralbanken beziehen und die Bürger ihn wie heute das Bargeld bei den Geschäftsbanken erhalten. Denn das digitale soll ja genau wie das physische Zentralbankgeld durch die Zentralbanken gedeckt sein. Während Verbraucher bei klassischen Konten mit Karten oder Überweisungen bezahlen und diese ein Guthaben oder ein Schuldverhältnis gegenüber der jeweiligen Bank darstellen (das besagte Buch- oder Girogeld), ist der digitale Euro ein Wert an sich.

Die schuldnerische Forderung des Verbrauchers besteht also direkt gegenüber der jeweiligen Zentralbank – genau wie beim klassischen Bargeld. Sie verspricht, für den hinterlegten Wert zu haften. Zwar ist dieser Unterschied zum Buchgeld in den meisten Euroländern und vor allem in Deutschland und Österreich eher theoretischer Natur. Selbst wenn eine Geschäftsbank in Zahlungsschwierigkeiten käme, würden zunächst die Sicherheitsinstanzen der Branche greifen und ansonsten der Staat alle ihm möglichen

Garantien für die Einlagen der Kunden leisten. Für das Verständnis ist die Abgrenzung aber wichtig.

Vom Tisch ist vorerst der Plan, Varianten der Digitalwährung auszugeben, die nur bestimmte Features oder Zielgruppen unterstützen. Solche programmierbaren, potenziell zweckgebundenen Euros waren zu Beginn der Untersuchungsphase 2021 im Gespräch; sie wären beispielsweise nur für den Interbankenhandel, nur für bestimmte Warengruppen oder nur für den Handel zwischen Privatpersonen geeignet gewesen. In der Abwägung der Vorteile gegen das von verschiedenen Seiten befürchtete Missbrauchspotenzial entschied sich die EZB gegen eine Programmierbarkeit.

### Mit und ohne Smartphone

Zur Aufbewahrung des digitalen Euros und für den Zahlungsverkehr sind sogenannte Wallets vorgesehen. Nach den EZB-Plänen würde man dafür zumindest über einen gewissen Zeitraum keine Internetverbindung benötigen. Das hätte nicht nur in manchen ländlichen Regionen, tief in Gebäuden oder in Zügen Bedeutung: Bei Offlinezahlungen in elektronischem Euro wären die Zahlungsinformationen nur dem Zahler und dem Begünstigten bekannt (zum Thema Privatsphäre später mehr). Technisch ist dies aber auch bei Onlinezahlungen möglich.

Neben Wallets auf Smartphones soll es spezielle „Stand-alone“-Wallets im Scheckkartenformat geben. Damit will die EZB dem finanziellen Inklusionsgedanken Rechnung tragen: Auch Personen ohne Bankkonto oder digitales Gerät sollen mit dem digitalen Euro bezahlen können.

Diese besonderen Karten sollen öffentlich zugängliche Intermediäre wie Postfilialen in den jeweiligen Ländern ausgeben. Zwar werden die Maximalbeträge

schon im Interesse der Geldwäscheprävention begrenzt sein. Dennoch würde der digitale Euro damit eine wichtige Forderung von Verbraucherschützern erfüllen und auch jenen Menschen das digitale Bezahlen ermöglichen, die bislang beispielsweise mangels festen Wohnsitzes kein Girokonto eröffnen können.

Ähnlich wie beim Bargeld sollen Verbrauchern keine Kosten entstehen, wenn sie die grundlegenden Funktionen des digitalen Euros nutzen. Damit unterscheidet sich der digitale Euro von ziemlich allen anderen bargeldlosen Bezahlverfahren, ob Bezahlkarten der Systeme von Girocard, Visa oder Mastercard, digitalen Diensten wie Apple und Google Pay, Konto-zu-Konto-Zahlungen wie Giropay oder Onlinediensten wie PayPal und Klarna.

### Handel, Banken, Zahlungsdienste

Davon würde auch der Handel profitieren, dem sowohl durch elektronische Zahlungen als auch durch Bargeldumsatz Kosten und Risiken entstehen. Von den Ersparnissen könnten auch Verbraucher profitieren, da Händler diese Kosten auf ihre Preise umlegen.

Die tatsächliche Ersparnis hängt davon ab, wie viel die zwischengeschalteten Zahlungsdienstleister für ihren Service verlangen werden. Die erklären erwartungsgemäß, dass es für konkrete Aussagen noch zu früh sei. Das macht die endgültige Ausgestaltung nicht einfacher, denn ebenso wollen die Banken mit zusätzlichen Services Erträge erwirtschaften und sich nicht zum reinen Dienstleister des digitalen Euro degradieren lassen.

Diese Interessen gilt es mit denen von Geschäftsinhabern und Unternehmen abzuwegen, die den digitalen Euro annehmen müssen. Ob der erforderliche Kompromiss alle zufriedenstellt oder eine Seite den digitalen Euro als zusätzliche Belastung auffasst, muss sich noch zeigen – von den Institutionen und Unternehmen, deren Geschäfts- oder Erlösmodell durch den digitalen Euro bedroht ist oder darunter leiden könnte, ganz zu schweigen – also insbesondere die eben genannten Dienste, aber auch Zahlungsabwickler wie Computop oder Payone.

### Zahlungen mit digitalen Euros

Die größte Unbekannte ist, ob Verbraucher, Händler, Unternehmen und die Euro-Mitgliedsstaaten selbst den digitalen Euro akzeptieren werden. Der Richtlinienentwurf

der EU-Kommission vom Juni 2023 sieht daher unter anderem vor, dass der digitale Euro neben Bargeld ein weiteres verpflichtendes Zahlungsmittel werden soll, sprich: dass sämtliche Unternehmen und offiziellen Stellen ihn grundsätzlich als Zahlungsmittel sowohl online als auch im Präsenzhandel annehmen müssen. Allerdings könnte es Ausnahmen und Einschränkungen geben, etwa indem der Verkäufer durch einen Aushang seine Bedingungen vorgibt und der Kunde dies akzeptieren muss, wenn der Kaufvertrag zustande kommen soll – ähnlich wie dies heute schon bei Barzahl oder Kartenzahlung der Fall ist.

Hinzu kommen bargeldlose Echtzeitzahlungen zwischen Privatleuten (Person-to-Person, P2P). Insbesondere in Deutschland werden solche Zahlungen heute oftmals noch mit Bargeld abgewickelt, anders als zum Beispiel in der Schweiz mit Twint oder in Schweden mit Swish. Zwar gibt es mit PayPal und auch Giropay-Kwitt Dienste für P2P-Zahlungen in Echtzeit, doch selbst das stark verbreitete PayPal nutzen längst nicht alle Deutschen. Der digitale Euro würde hingegen sofort fast allen Menschen zur Verfügung stehen. Er wäre auf dem Flohmarkt oder bei Kleinanzeigengeschäften ebenso praktisch wie unter Freunden, wenn sie eine gemeinsame Unternehmung abrechnen.

Einfacher umzusetzen wären auch Zahlungsvorgänge zwischen Maschinen, zum Beispiel das Auto, das die Gebühr für ein Parkticket oder die Maut quasi im Vorbeifahren begleicht – auch und gerade im EU-Ausland. Begünstigt würde dies durch die aktuellen Vorstellungen der EZB, Grundfunktionen des Zahlungsverkehrs kostenlos anzubieten. So müssten Unternehmer und Geschäftsinhaber endlich auch bei Kleinstbeträgen – sogenannten „Micropayments“ – keine Entgelte mehr zahlen, die den Gewinn auffressen. Damit würde nicht nur in Deutschland eine große Hürde beim bargeldlosen Bezahlen verschwinden. Die Parkgebühr im Parkhaus, das belegte Brötchen in der Bäckerei oder der einzelne Internet-Nachrichtenartikel für wenige Cent ließen sich ohne jenen Sockelbetrag an einen Zahlungsabwickler abrechnen, der Micropayments bisher oft unrentabel macht.

In der Industrie wären in ähnlicher Weise auch für große Beträge alternative, stark digitalisierte Geschäftsmodelle denkbar, zum Beispiel beim Leasing von Maschinen oder in der Auftragsproduktion. Diese könnten Unternehmen in Zu-

kunft mit dem digitalen Euro nach Stückzahlen oder Leistung in Echtzeit zu geringen Transaktionsentgelten abrechnen. Mittelfristig könnte der digitale Euro auch die Grundlage für sogenannte „Smart Contracts“ sein, die sich vor allem die Industrie wünscht. Dazu müsste er aber nachträglich doch noch Programmierfunktionen erhalten.

## Bargeld und Finanzstabilität

Diskussionen gibt es bereits jetzt darum, ob der digitale Euro auf Dauer das physische Bargeld verdrängt. Sie finden vor allem in EU-Staaten statt, in denen das Bargeld noch eine große Rolle im Alltag spielt, darunter auch Deutschland. Während die Öffentlichkeit in den Niederlanden oder in den baltischen Staaten vergleichsweise entspannt mit dem Thema umgeht, hat das Parlament der Slowakei Mitte Juni 2023 ein Recht auf Bargeldzahlung in der Verfassung verankert. Dort befürchtete eine Mehrheit, dass der digitale Euro und andere Verfahren das Bargeld verdrängen könnten.

Dabei schützt der Vertrag über die Arbeitsweise der EU, den die Mitgliedsstaaten nur einstimmig ändern können, das Bargeld ohnehin. Der Europäische Gerichtshof hat 2021 darüber hinaus klargestellt, dass Händler Euro-Bargeld grundsätzlich annehmen müssen. Das hat auch die EU-Kommission in ihrem Ende Juni 2023 vorgestellten Richtlinienpaket zum digitalen Euro berücksichtigt und ihm einen Legislativvorschlag beigelegt, der

Banknoten und Münzen eindeutig zum gesetzlichen Zahlungsmittel erklärt.

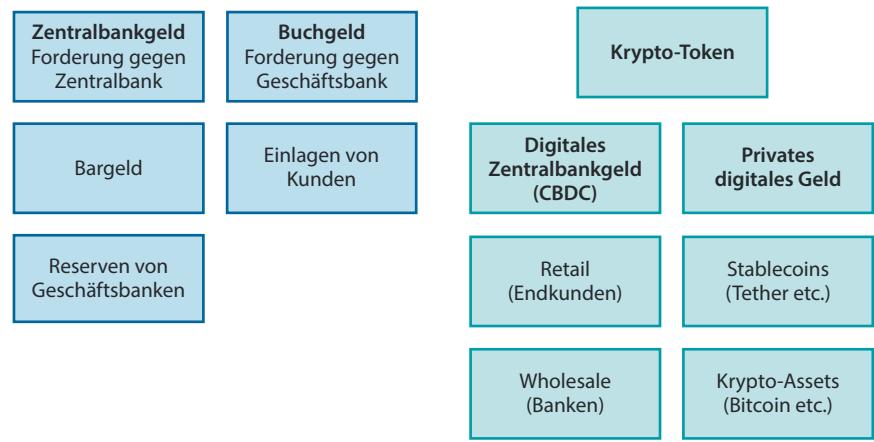
EU-Wirtschaftskommissar Paolo Gentiloni erklärte zudem, die Mitgliedsstaaten sollten den Grad der Barzahlungsazeptanz künftig verfolgen und notfalls Vorehrungen treffen, um eine flächendeckende Akzeptanz zu gewährleisten. Der digitale Euro soll die bestehenden Bezahlverfahren in den Augen der Kommission ergänzen, keinesfalls aber ersetzen. Auch die nationalen bargeldlosen Bezahlverfahren in den Mitgliedsstaaten (zum Beispiel Giropay) stehen dadurch nicht zur Disposition.

Neben der Bargeldakzeptanz mit ihren Implikationen für Inklusion, Anonymität und Ausfallsicherheit geht es in den Grundsatzdiskussionen auch um die Finanzstabilität. Diese könnte in Gefahr geraten, wenn die Verbraucher ihre Ersparnisse in großem Umfang in den direkt von der EZB besicherten digitalen Euro abziehen – als „digitales Kopfkissen“, verkapptes Sparkonto oder aufgrund von Angst um eine drohende Bankenpleite. Das würde vor allem einzelne kleinere Geschäftsbanken und regionale Genossenschaftsbanken in wirtschaftliche Schieflage bringen.

Daher sollen Einzelpersonen nur begrenzt viele digitale Euros auf einmal halten können. Im Gespräch sind maximal 3000 Euro, möglicherweise auch weniger. Solch ein Beitrag wäre ausreichend hoch für alltägliche Zahlungen, aber niedrig genug, damit die Geschäftsbanken nicht um ihre Einlagen fürchten müssen. Zwar

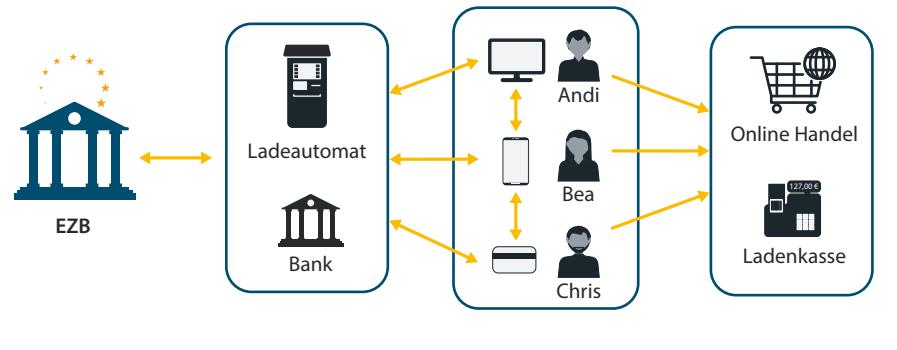
## Verschiedene Formen von Geld

In der klassischen Geldtheorie unterscheidet man zwischen Zentralbankgeld und Buch- respektive Girogeld (links). Digitales Zentralbankgeld entspricht bis auf das Medium dem physischen Pendant, während Privatwährungen keine staatliche Deckung besitzen.



## Mögliche Nutzung des digitalen Euros

Verbraucher sollen mit einem digitalen Euro über ein Wallet auf dem Smartphone, PC oder einer speziellen Karte zahlen können. Dieses würden sie über eine spezielle Ladeinfrastruktur füllen und ähnlich wie Bares für P2P-Geldtransfers und im Handel nutzen.



haben die Bankenverbände im Vorfeld Hochrechnungen und Analysen dazu erstellt. Tatsächlich wird man aber erst in der Praxisphase sehen, wie viele Bürger einen vierstelligen Betrag ihrer Ersparnisse digitalisieren. Allerdings ergaben die meisten Untersuchungen, dass die Bürger unter normalen Umständen ihre Kontobestände nicht in übermäßigem Umfang in (unverzinste) digitale Euros überführen würden. Damit wäre der Bestand der Banken nicht gefährdet.

### Sicher und privat ist möglich

Zu klären ist außerdem, wie der digitale Euro die Privatsphäre der Verbraucher wahren kann. Diese haben ein berechtigtes Interesse an einer Diskretion, die mit der von Bargeld identisch ist. Die Debatte ist auch dadurch geprägt, dass die EU-Staaten Privatsphäre kulturell bedingt unterschiedlich definieren und priorisieren. Die EZB favorisiert derzeit Token, sprich: Jede Rechnungseinheit erhält einen kryptografisch abgesicherten digitalen Platzhalter. So könnten Händler und Kunde über einen Intermediär arbeiten, der jeweils nur die Zahlung validiert, den Zahlungsauslösner aber nicht preisgibt.

Ein solches Token könnte zum Beispiel das digitale Abbild einer 10-Euro-Banknote sein. Diese Idee entspräche aber zugleich einer Abkehr vom klassischen Kontidenken und würde nicht nur technische, sondern auch rechtliche Fragen aufwerfen. Insbesondere sind Normen und Instanzen erforderlich, die sicherstellen, dass kein digitales Falschgeld erzeugt wird.

Datenschutzexperten machen im Gespräch schnell deutlich, dass das Kon-

strukt des digitalen Euros vertrauenswürdiger sei als jede andere digitale Zahlungsform. Unter Gesichtspunkten der Privatsphäre wäre lediglich ein (utopisches) reines Bargeld-Szenario noch diskreter. Nach den Vorstellungen der EZB sollen Zahlungsdaten im Interesse der Datensparsamkeit nur in dem Umfang gespeichert werden, den die Zahlungsabwicklung erfordert.

Kommt die angedachte Tokenisierung, könnten Intermediäre oder die EZB selbst Zahlungen auch in komplett anonymer Form speichern – theoretisch sogar so, dass weder Zahler noch Zahlungsempfänger etwas über die Gegenseite wissen. Diese Anonymität findet ihre Grenze allerdings bei Offline-Zahlungen ohne Internetanbindung, bei der die Handelnden einander sehen müssen. Die Zahlungsdaten kennen aber auch dann nur Zahler und Zahlungsempfänger; dritte (kommerzielle oder staatliche) Instanzen blieben außen vor. Teilbeträge oder gar der Kassenbon würden wie heute schon nur mit Einverständnis des Zahlers übertragen.

### Fazit und Ausblick

Profitieren könnten viele von einem digitalen Euro: Die Verbraucher würden schnell, einfach, kostenfrei und fast so privat wie mit Bargeld zahlen. Die Banken können mit einer stärkeren, näher an ihren Kunden befindlichen Position gegenüber den US-Kreditkartenunternehmen sowie Digitalkonzernen wie Apple oder PayPal Boden gutmachen. Der Handel bekäme Zahlungen in Echtzeit zu geringen Kosten und könnte mit Preisdeckeln gegen teure Entgelte von Banken und Zahlungsab-

wicklern geschützt werden. Die Kosten für elektronische Zahlungen würden im Idealfall sinken. Da Händler diese auf ihre Preise umlegen, könnten Verbraucher doppelt profitieren.

Gegen den digitalen Euro spricht, dass die bestehenden Zahlungssysteme zuverlässig funktionieren und nahezu alle Alltagsprobleme lösen. Ein Stopp des Projekts ist aus dieser Erwägung heraus zwar theoretisch immer noch möglich. Angeichts der bereits geleisteten Arbeit und strategischer Erwägungen wird der digitale Euro aber wohl kommen.

Doch der Weg bis dahin ist noch weit. An die auf zwei Jahre ausgelegte Vorbereitungsphase würde sich eine Beta- respektive Pilotphase anschließen. Darin kämen nach und nach Nutzungsmöglichkeiten und entsprechende APIs für Banken sowie Präsenz- und Onlinehandel hinzu. Selbst wenn alles wie am Schnürchen klappt, können Bürger der Euroländer flächendeckend kaum vor 2027 mit dem digitalen Euro bezahlen.

Zudem hat Bundesbankvorstand Burkhard Balz kürzlich erklärt, dass man entgegen ursprünglicher Planungen nicht sämtliche Funktionen gleichzeitig ausrollen wolle. In einer stufenweisen Einführung würden zunächst Zahlungen zwischen Einzelpersonen (P2P) sowie im Onlinehandel möglich sein. Die technisch komplexer anzubindende Ladenkasse folgt erst danach. Dieses Vorgehen biete laut Balz mehr Flexibilität und minimiere Risiken.

Beispiele aus China, Nigeria und Jamaika verdeutlichen zugleich, dass generelles Misstrauen gegenüber digitalen Zentralbankwährungen berechtigt ist, weil Regierungen potenziell mehr Macht gegenüber den Bürgern bekommen als in einer rein auf Bargeld ausgerichteten Finanzwelt. Eine intensive gesellschaftliche Debatte ist daher dringend erforderlich, auch wenn sich EU-Kommission und Politiker quer durch die Parteienlandschaft glaubwürdig zum Erhalt des Bargeldes und zu maximaler Privatsphäre für den digitalen Euro bekennen. (mon@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Tobias Weidemann, Haste mal 'n Token?, EU konkretisiert Pläne zum digitalen Euro, c't 17/2023, S. 44
- [2] Tobias Weidemann, Ganz neues Geld, Der lange Weg zum digitalen Euro, c't 4/2022, S. 108
- [3] Markus Montz, PayPal wagt den Stablecoin-Start, c't 20/2023, S. 43

## CBDC weltweit: Nur mit Druck erfolgreich

Mehr als 110 Regierungen weltweit arbeiten an insgesamt über 160 Projekten in unterschiedlichen Stadien. Dazu zählen neben den Industrieländern auch viele Entwicklungs- und Schwellenländer. Sie könnten mit einer CBDC ihr lückenhaftes Netz an Finanzinfrastruktur überwinden und ihre Wirtschaft besser in den weltweiten Handel einbinden. Flächendeckend eingeführt haben allerdings erst drei Länder Digitalwährungen: Jamaika, die Bahamas sowie Nigeria. 14 weitere Länder befinden sich in einer Pilotphase.

**Nigeria** hat 2021 als erstes Land eine CBDC in den Dauerbetrieb übernommen. Die Infrastruktur stellen die Banken. Doch die Bevölkerung, die durch die Währung mehr finanzielle Inklusion erfahren soll, verweigert sich weitgehend: Zahlungen erfolgen nicht anonym, hinzu kommen weit reichende Möglichkeiten für staatliche Sanktionen in dem politisch fragilen Land. Die nigerianische Regierung versucht nun, ihre Bürger mit Abhebungs-limits und zusätzlichen Gebühren an den (Bar-)Geldautomaten in den E-Naira zu drängen. Dennoch nutzen Nigerianer sogar eher den Bitcoin, trotz dessen starker Wertschwankungen. Unter dem Strich zahlen gerade einmal 0,5 Prozent

der Bevölkerung mit der digitalen Landeswährung.

Kaum besser fällt die Bilanz in **Jamaika** aus. Die Zentralbank des karibischen Inselstaates ging Mitte 2022 mit ihrer CBDC, dem digitalen Jamaika-Dollar „Jam-Dex“, in den Regelbetrieb. Über den teilweisen Verzicht auf physisches Geld hofft sie, sieben Millionen US-Dollar Kosten jährlich zu sparen. Doch erst drei Prozent der Jamaikaner haben überhaupt die App heruntergeladen, die Zahl der regelmäßigen und dauerhaften Nutzer des Jam-Dex ist noch geringer. Die Regierung steuert gegen: Mit Anreizen für kleinere Händler und private Nutzer will sie die Akzeptanz des Wallets erhöhen. Technische Probleme in der Anfangszeit haben das Vertrauen jedoch erschüttert – obwohl (oder gerade weil) viele Jamaikaner kein Bankkonto haben.

Das größte Interesse weltweit ruft die Entwicklung des elektronischen Renminbi (E-Yuan) in der **Volksrepublik China** hervor. Das Land testet ihn mit einer Reihe von Pilotprojekten unter Praxisbedingungen. Den weltweit größten Probelauf eines CBDC unternimmt seit Frühjahr 2023 die 1,5-Millionen-Einwohner-Stadt Changshu nahe Shanghai. Dort erhalten sämtliche Beamte sowie Angestellte der

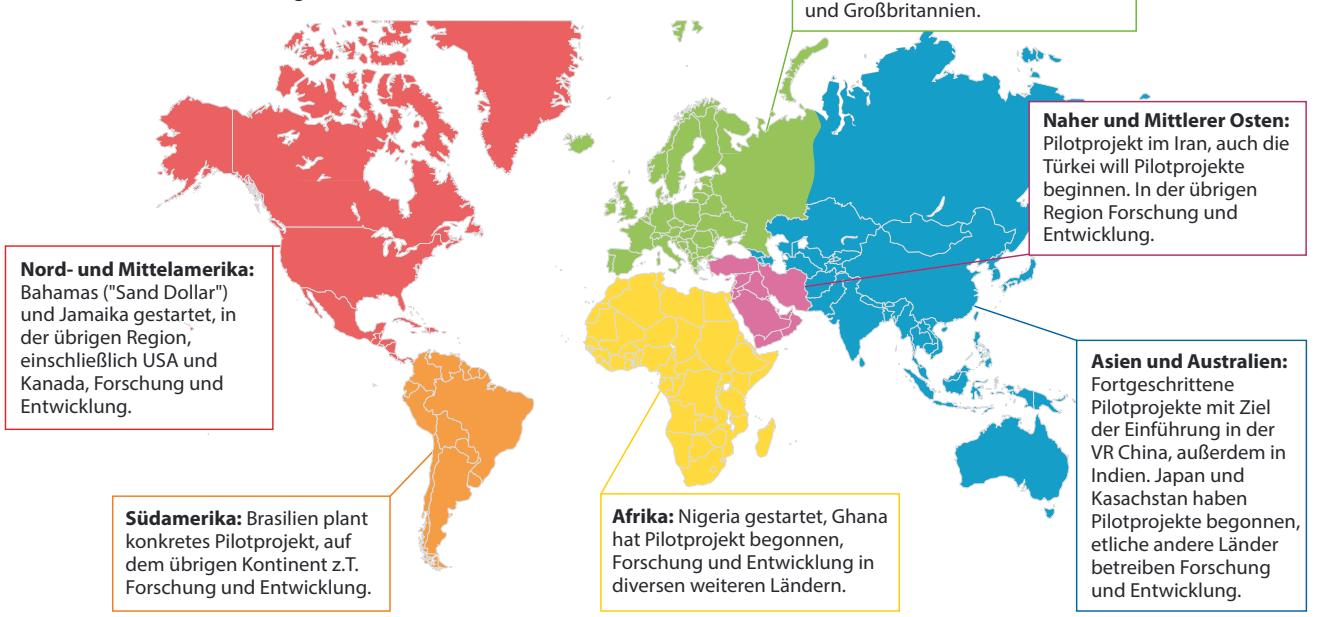
staatseigenen Betriebe ihre Löhne in E-Yuan. Außerdem nehmen Geschäfte, der öffentliche Nahverkehr sowie Vermieter und Elektrizitäts- und Wasserversorger den E-Yuan an. Dennoch soll die Akzeptanz mäßig ausfallen. Die Regierung hat daher mit einer Art Begrüßungsgeld zum chinesischen Neujahrsfest sowie mit Rabatten und Subventionen in Millionenhöhe nachgeholfen.

Zur bisherigen Zurückhaltung mag auch beitragen, dass China zu den Ländern mit der besten Infrastruktur für bargeldlose Bezahlverfahren gehört. Viele Chinesen sehen daher im E-Yuan kaum Vorteile gegenüber anderen Wallets. Tencents „WeChat Pay“ und „Alipay“ des E-Commerce-Riesen Alibaba nutzt die Bevölkerung deutlich häufiger als Bargeld oder Bezahlkarten.

Mehr als 90 Prozent der Chinesen bezahlen so bereits online und in Geschäften und schicken sich gegenseitig Geld. Tencent und Alibaba haben der Regierung in Peking damit auch den langwierigen Aufbau einer digitalen Zahlungsinfrastruktur abgenommen. Für die autoritäre Regierung dürfte es ein Leichtes sein, diese im Hintergrund auf den digitalen Yuan umstellen zu lassen – samt neuer Kontrollmöglichkeiten.

## Digitales Zentralbankgeld weltweit

Im weltweiten Vergleich der "Retail"-CBDC zählen vor allem autoritäre und instabile Regimes zu den Vorreitern. Demokratische Staaten wägen Vor- und Nachteile meist länger ab.



# Mehr HPC-Wumms

## Die Rechenleistung der Top500-Supercomputer wächst erheblich

**Auf der 62. Ausgabe der Top500-Liste stehen so viele neue Superrechner, dass die aggregierte Leistung um 34 Prozent anstieg. Dazu tragen Nvidia-Beschleuniger erheblich bei. Intel kämpft weiter mit „Aurora“.**

Von Andreas Stiller und Christof Windeck

Am 13. November erschien die 62. Top500-Liste der weltweit schnellsten Supercomputer. In die Top Ten zogen gleich vier neue Systeme ein und auch in den unteren Rängen kamen viele neue Rechner hinzu. Dadurch stieg die gesamte Rechenleistung aller Systeme auf der neuen Top500-Liste um 34 Prozent an; bei der vorangegangenen, 61. Ausgabe waren es nicht einmal 8 Prozent. Es wird also kräftig in Supercomputer investiert, aber nicht alles klappt wie geplant.

Intel tut sich weiter schwer mit dem Leuchtturmprojekt Aurora, das eigentlich

längst der erste 2-Exaflops-Rechner der Welt sein sollte. Doch obwohl Intel noch im Juni verkündet hatte, dass sämtliche 10.624 Aurora-Knoten bestückt seien, rechnete im Linpack-Benchmark für die Top500-Platzierung nur ein Teil davon mit. Die 585 Petaflops (PFlops) Rechenleistung genügen immerhin für Platz 2 hinter dem seit Mitte 2022 führenden Frontier mit AMD-Technik. Doch die Effizienz ist in zwei Dimensionen schlecht: Erstens reizt der Linpack die theoretische Rechenleistung der Hardware unterdurchschnittlich aus, zweitens fließt dafür viel mehr Strom durch die Chips als bei anderen Superrechnern. An beiden Aspekten muss Intel weiter feilen.

Sowohl Aurora als auch Frontier baut jeweils die Sparte Cray von Hewlett Packard Enterprise (HPE) auf. Im Aurora steckt die Spezialversion Xeon CPU Max 9470 des aktuellen Xeon-SP Gen 4 (Sapphire Rapids) mit 64 GByte direkt angeflanschtem High Bandwidth Memory (HBM2e). In jedem Knoten stecken zwei dieser Xeons, die über den kohärenten Compute Express Link (CXL) insgesamt sechs Rechenbeschleuniger „Ponte Vec-

chio“ alias Data Center GPU Max 1550 anbinden. Jeder davon hat eigene 128 GByte HBM2e – eine wahre Materialschlacht.

Intel steht weiterhin unter enormem Druck, Aurora auf Touren zu bringen. Denn bis im kommenden Juni die 63. Top500-Liste erscheint, könnten andere Supercomputer aufgebaut sein, die Aurora in den Schatten stellen. Immerhin haben es noch zwei weitere Systeme mit der Kombination Sapphire Rapids/Ponte Vecchio auf die aktuelle Top500-Liste geschafft, nämlich der britische Dawn auf Platz 41 und der SuperMUC-NG Phase 2 in Garching (Platz 52).

### Nvidia H100 gut im Rennen

Zwar sind weiterhin längst nicht alle Top500-Computer auch mit Rechenbeschleunigern bestückt, sondern etwas mehr als jeder Dritte davon (188), aber dabei dominieren weiterhin Nvidia-Chips. Sieben der 47 neuen Top500-Systeme bringen die Nvidia H100 „Hopper“ auf Trab und gleich drei davon schafften es in die Top Ten: Eagle auf Platz 3, MareNostrum 5 ACC auf Platz 8 und der Nvidia-eigene Eos auf Platz 9.

Eagle ist eine Besonderheit, denn das ist ein System in der Microsoft-Cloud Azure, zusammengesetzt aus mehr als tausend Rechenknoten vom Typ ND H100 v5 mit je acht H100-Beschleunigern. Auch im Eos stecken über 10.000 H100-Module.

Die Konferenz Supercomputing SC23 in Denver, auf der die 62. Top500-Liste vorgestellt wurde, nutzte Nvidia auch zur Ankündigung mehr oder weniger neuer Hopper-Varianten. Die H200 und der Kombiprozessor Grace Hopper GH200 bekommen mehr und schnelleren Speicher vom Typ HBM3e; die aktuellen Versionen H100/GH100 nutzen HBM2e. Vom GH200 kommt auch eine Vierfachversion im Rack-Einschub namens Quad GH200, die im kommenden Jahr den ersten deutschen Exaflops-Supercomputer Jupiter Booster im FZ Jülich antreiben soll.

Das FZ Jülich wird den GH200 allerdings nicht mit maximaler Speicherbestückung kaufen, sondern mit „nur“ 96 statt 141 GByte HBM3e für den Hopper-Teil und 120 GByte LPDDR5X für den Grace. Bei Vollbestückung des Grace mit 480 GByte LPDDR5X muss das RAM langsamer takten.

Jupiter hat noch ein weites Modul namens Jupiter Cluster, das aus „nur“ 1300 Knoten mit insgesamt 5 Petaflops (PFlops) besteht – nur 5 Promille der Rechenleistung



Bild: Argonne National Lab

Am Argonne National Lab hat die HPE-Sparte Cray den Supercomputer „Aurora“ mit Intel-Technik installiert.

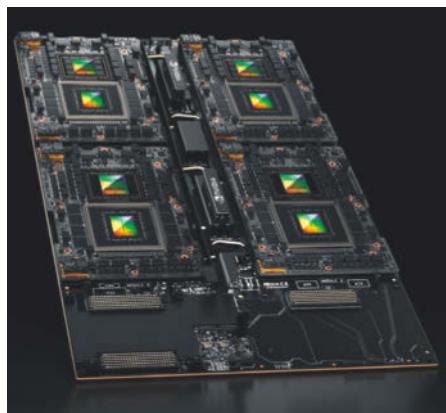


Bild: Nvidia

**Das Nvidia-Subsystem Quad GH200 kombiniert vier „Grace Hopper“-(GH-)Module, von denen jedes bis zu 141 GByte HBM3e-Speicher sowie 480 GByte LPDDR5X-RAM ansteuert.**

des „Booster“. Doch im Cluster rechnet der „Europaprozessor“ SiPearl Rhea1 mit ARM-Kernen und HBM2e-Arbeitsspeicher. Er kommt also ohne Beschleuniger aus und die Kombination aus Allzweck-Rechenkernen mit SVE2-Vektoreinheiten und superschnellem RAM verspricht für bestimmte Algorithmen Vorteile.

### USA vorne, China raus

China hat sich schon länger aus dem Top500-Kräftemessen verabschiedet und meldet überhaupt keine neuen Systeme mehr. Wie schon seit Jahren berichtet, laufen dort vermutlich mindestens drei Exaflops-Supercomputer und man arbeitet auch an Verbesserungen der eigenen Chips. Doch es ist schwierig, an konkrete Daten zu kommen.

Von den 47 neuen Top500-Systemen stehen jedenfalls 19 in den USA und 14 in der EU. Dazu kommen noch zwei Installationen in den Nicht-EU-Ländern Großbritannien und Norwegen. Neun weitere Neulinge rechnen in Asien (Taiwan, Korea, Japan), die restlichen drei stehen in Saudi-Arabien, Argentinien und Australien.

Die schnellsten acht Superrechner haben mit zusammengenommen 3,5 EFlops mehr Rechenleistung als die 492 anderen auf der Liste und vier der acht schnellsten stehen in den USA. Das zeigt die strategische Bedeutung des High Performance Computing (HPC) für die USA.

Weiterhin dominieren auf der Top500-Liste x86-Prozessoren von AMD und Intel. Epyc-Prozessoren von AMD stecken in 28 Prozent der Superrechner, Intels Xeons halten 68 Prozent. Unter den neuen Systemen sind diesmal aber wieder

etwas mehr mit Xeons als mit Epcys. Vor allem die Xeons mit zusätzlichem HBM kamen dabei zum Einsatz.

Abseits vom x86-Mainstream gibt es zwei neue ARM-Systeme, allerdings mit dem nun schon drei Jahre alten Fujitsu A64FX, der im ehemaligen Top500-Spitzenreiter Fugaku rechnet. Beide Rechner nutzt der taiwanische Wetterdienst. Und in Japan konnte NEC ein weiteres System mit dem Vektorprozessor SX-Aurora Tsubasa verkaufen, das es mit knapp 20 PFlops auf Rang 50 der Top500-Liste schaffte.

Fujitsu kündigte für 2027 einen Nachfolger des A64FX an, den „Monaka“. Er soll Chiplets aus der 2- und 5-Nanometer-Fertigung kombinieren; letztere sind billiger in der Herstellung, erstere energetisch effizienter.

Mittlerweile sind etwas mehr als 2 PFlops nötig, um überhaupt auf die Liste zu kommen. 3 PFlops genügen für einen Platz unter den ersten 300, mit 20 PFlops kommt man unter die schnellsten 50.

### HPC-Spezialisten

Im kommenden Jahr sind mehr Superrechner ohne x86-Technik zu erwarten beziehungsweise ohne separate Allzweckprozessoren. Denn außer dem erwähnten Jupiter Booster werden auch andere Installationen mit Nvidias GH200 erwartet, in denen der ARM-Prozessor Grace den CPU-Teil übernimmt.

Zudem plant AMD vom kommenden Rechenbeschleuniger Instinct MI300X eine Variante namens MI300A, die auch x86-Kerne vom Typ Zen 4 enthält. Es handelt sich dabei also um eine Accelerated Processing Unit (APU), die wie ein typischer Mobilprozessor CPU- und GPU-beziehungsweise KI-Kerne vereint. Der Instinct MI300A kommt im Zwei-Exaflops-System El Capitan zum Einsatz, der am Lawrence Livermore National Lab seit

dem Sommer bestückt wird. El Capitan könnte also Intels Aurora überholen.

Auch Intel plant HPC-APUs, nämlich den einst für 2024 geplanten Ponte-Vechio-Nach-Nachfolger Falcon Shores; er startet aber wohl erst 2025.

Die HPC-APUs versprechen höhere Effizienz, weil sich die Systeme noch enger packen lassen und weniger Datentransporte nötig sind. Eine neue Generation von Beschleunigern könnte 2024 auch wieder einen größeren Sprung bei der Energieeffizienz bringen; die fünf besten Maschinen auf der Green500-Liste schöpfen derzeit aus jedem Watt Leistungsaufnahme über 55 GFlops, also mehr als 55 Milliarden FP64-Gleitkommaoperationen.

### KI statt HPC

Im Umfeld der SC23 zeigte Google wieder einmal, dass KI-Algorithmen wesentlich effizienter zum Ziel führen können als aufwendige numerische Simulationen: Das System GraphCast sagte das Wetter genauer voraus als viele Superrechner und lief auf viel schwächerer Hardware. Schon vor einigen Jahren zeigte das KI-System AlphaFold, dass es unter bestimmten Umständen viel effizienter sein kann als andere Simulationen zur Proteinfaltung.

Daher werden viele neue Supercomputer so ausgelegt, dass sie auch bei KI sehr schnell sind. Der kommende Jupiter Booster soll bei 8-Bit-Gleitkommazahlen rund 93 EFlops Leistung erreichen und stellt einen riesigen Arbeitsspeicher mit über 2 Petabyte bereit.

Allerdings werden zurzeit gewaltige KI-Systeme von privaten Firmen aufgebaut, die die größten Top500-Systeme noch übertreffen. Inflection AI beispielsweise hat 1,3 Milliarden US-Dollar eingesammelt, um ein System mit 22.000 Nvidia-Karten zu bestücken – fast ebenso viele wie im Jupiter Booster. (ciw@ct.de) ct

## 62. Top500-Liste der Supercomputer: Top-10

Rang	Name	Land	CPU-Typ	Beschleuniger	RMax <sup>1</sup>	Effizienz
1	Frontier	USA	Epyc	Instinct MI 250X	1194 PFlops	52,6 GFlops/W
2	Aurora	USA	Xeon	Xeon GPU Max	585 PFlops	23,7 GFlops/W
3	Eagle (MS Azure)	USA	Xeon	Nvidia H100	561 PFlops	k. A.
4	Fugaku	Japan	A64FX	–	442 PFlops	15,4 GFlops/W
5	LUMI	Finnland	Epyc	Instinct MI 250X	380 PFlops	53,4 GFlops/W
6	Leonardo	Italien	Xeon	A100	239 PFlops	32,2 GFlops/W
7	Summit	USA	Power9	Tesla V100	149 PFlops	14,7 GFlops/W
8	MareNostrum 5 ACC	Spanien	Xeon	Nvidia H100	138 PFlops	53,9 GFlops/W
9	Eos (Nvidia)	USA	Xeon	Nvidia H100	121 PFlops	k. A.
10	Sierra	USA	Power9	Tesla V100	95 PFlops	12,7 GFlops/W

<sup>1</sup> RMax ist die per Linpack gemessene Gleitkomma-Rechenleistung (FP64)



Bild: KI Midjourney, Bearbeitung c't

# Stromteiler

## Neues Gesetz für mehr Photovoltaik im Mehrfamilienhaus

**Während der Ausbau von Photovoltaik auf Einfamilienhäusern schnell vorangeht, sind viele Dächer von Mehrfamilienhäusern ungenutzt. Das soll sich nach einer geplanten Reform der Bundesregierung ab 2024 ändern: Die gemeinschaftliche Gebäudeversorgung verspricht günstigen Strom für Mieter und hohe Renditen für Vermieter bei wenig Bürokratie, weil der Strom im Haus verrechnet wird.**

Von Jan Mahn

Deutschland hat seine Begeisterung für Photovoltaik wiederentdeckt und im Jahr 2023 über 10 Megawatt Erzeugungsleistung zugebaut, auf Freiflächen und Dächern von Landwirtschaft, Industrie und Gewerbe, auf Supermärkten und Einfamilienhäusern [1]. Nur ein Dach wird bis dato kaum genutzt: das auf dem Mehrfamilienhaus. Und das muss absolut nicht sein, wenn man betrachtet, wann eine PV-Anlage besonders wirtschaftlich ist, nämlich dann, wenn der Eigenverbrauch besonders hoch ist. Während Stromkunden mit allen Abgaben beim Energieversorger oft mehr als 30 Cent pro Kilowattstunde bezahlen müssen, bekommen Anlagenbetreiber fürs Einspeisen nach EEG nur 7,1 Cent (ab 10 kW Spitzenleistung der Anlage).

Weil das so ist, optimieren vor allem Einfamilienhausbesitzer ihren Eigenverbrauch mit Akkus, steuerbaren Wallboxen

und durchs Verlagern des Verbrauchs auf die Sonnenstunden. Denn im Einfamilienhaus leben wenig Menschen pro Quadratmeter Dachfläche. Im Mehrfamilienhaus sieht das ganz anders aus, dort leben mehrere Parteien unter einem Dach, haben also auch ohne Speicher und Optimierungen schon einen vergleichsweise hohen Eigenverbrauch.

Dass diese Dächer dennoch kaum genutzt werden, hat rein bürokratische Gründe, denn im Mehrfamilienhaus hat jede Wohnung einen eigenen Zähler und eine Solaranlage kann man nicht hinter allen Zählern gleichzeitig anschließen. Strom vom Dach muss also irgendwie rechnerisch verteilt werden. Bisher gab es dafür nur ein vom Gesetzgeber vorgesehenes Modell: sogenannten Mieterstrom, der 2017 erfunden wurde. Von 2017 bis Ende 2023 haben sich aber erst mickrige

7900 solcher Anlagen im Marktstamm-datenregister der Bundesnetzagentur angesammelt, die zusammen nur 135 Megawatt Spitzenleistung liefern. Ein Vermieter, der Mieterstrom nach diesem Modell anbieten will, muss einige Hürden überspringen: Los geht es mit einem technischen Umbau, für die ein Elektriker anrücken und hinter dem Hausanschlusskasten die Verkabelung ändern muss.

In allen Messkonzepten, die für Mieterstrom infrage kommen, wird ein großer Zähler direkt dort installiert, wo das Kabel des Netzbetreibers ins Haus kommt. Damit ändern sich plötzlich auch die Eigentumsverhältnisse im Hausnetz. In einem Mehrfamilienhaus ohne Mieterstrom gehören die Zähler den Messstellenbetreibern, die jeder Mieter selbst wählen kann. Beim Mieterstrom übernimmt der Vermieter diese Aufgabe. Er lässt alle Zähler abbauen und ersetzt sie durch eigene, die er selbst beschafft und die hinter dem großen Summenzähler hängen. Damit ist er Mini-Netzbetreiber und Messstellenbetreiber in seinem Hausnetz, schließt dort auch seine Dachanlage an und versieht sie mit eigenem Zähler.

Weil keine PV-Anlage 100 Prozent des Bedarfs deckt, muss der Mieterstromanbieter den Strom, der im Haus zusätzlich gebraucht wird, bei einem Stromlieferanten kaufen, denn er ist jetzt auch verantwortlich, seine Mieter mit Strom zu versorgen. Vermieter hatten ohne spezialisierte Dienstleister, Steuerberater und Energierechtsanwälte fast keine Chance. Hinzu kommen die nötigen Umbauten an der Verteilung, die in manchem Altbau ohne eine Kernsanierung der Elektroverteilung überhaupt nicht zu realisieren sind. Übrig blieben vor allem Mieterstrommodelle in Neubauten, die von großen Immobilienfirmen geplant wurden. Auch für Mieter ist dieses Modell nicht ideal. Die haben nämlich keine Wahlmöglichkeit und können sich nicht mehr für einen anderen Stromanbieter entscheiden.

## Alles neu im Solarpaket

Dass Mieterstrom nicht ideal funktioniert, hat auch die Bundesregierung erkannt und sich im Rahmen des sogenannten „Solarpaket 1“ eine Alternative überlegt – oder vielmehr mit Verspätung Artikel 22 der europäischen Erneuerbare-Energien-Richtlinie in deutsche Gesetzgebung überführt. Das dort angelegte „Energy Sharing“ hätte schon bis 2021 in nationales Recht umgesetzt werden müssen, die Vorgängerregierung hatte die Frist untätig verstreichen

lassen. Aktuell befindet sich der Entwurf im Gesetzgebungsverfahren beim Deutschen Bundestag, wurde dort zuletzt am 19. Oktober in erster Beratung diskutiert (Drucksachen zu finden über ct.de/yhny). Gegenüber c't erklärte das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, dass ein Inkrafttreten zum 1. Januar 2024 geplant ist.

Die neue Alternative zum Mieterstrommodell (das nicht abgeschafft wird), trägt den sperrigen Namen „Gemeinschaftliche Gebäudeversorgung“, die Idee ist aber weit weniger sperrig: Los geht es mit einem Vermieter, der eine PV-Anlage auf dem Mehrfamilienhaus bauen und natürlich möglichst viel Geld für jede Kilowattstunde erlösen möchte. An der Verkabelung im Haus muss er nichts ändern, neu angeschlossen wird nur die PV-Anlage. Die braucht wie eine Wohnung einen eigenen Zählerplatz und bekommt einen Zweirichtungszähler von einem ganz gewöhnlichen Messstellenbetreiber. Hinter diesem Zähler hängt der Wechselrichter.

Dann macht der Vermieter seinen Mieter ein Angebot, das preislich so attraktiv ist, dass sie es nicht ablehnen können. Beide Parteien schließen einen Gebädestromnutzungsvertrag, der regelt, zu welchem Preis eine Kilowattstunde vom Dach den Besitzer wechselt. Den Preis kann der Anlagenbetreiber selbst festlegen. Sinnvolle Untergrenze sind die 7,1 Cent, die er gemäß Erneuerbare-Energien-Gesetz für eine Einspeisung in jedem Fall bekommt. Solange er weniger verlangt als seine Mieter beim Stromanbieter bezahlen müssen, lohnt es sich für die. Der Spielraum ist so groß, weil beim Verrechnen der Energie innerhalb eines Hauses künftig keine Netzdurchleitungsgebühren

und Abgaben fällig werden. Knapp 30 Cent sind eine sinnvolle Obergrenze, so viel kostet etwa der Strom aus dem Netz. Bei einem Preis von zum Beispiel 15 oder 20 Cent machen beide Seiten ein gutes Geschäft. Die einzige Steuer, die anfällt, ist die Umsatzsteuer: Die 19 Prozent muss man bei der Kalkulation also einbeziehen.

Das Besondere am Modell: Die Stromverträge der Mieter bleiben, wie sie sind und es steht jedem Mieter frei, den zusätzlichen Energy-Sharing-Vertrag mit dem Vermieter zu schließen – es darf keine Kopplung an den Mietvertrag geben. Am Ende des Jahres zahlt jeder Teilnehmer an den Vermieter für die Kilowattstunden, die vom Dach in die Wohnung geflossen sind. Strom, der nicht vom Dach kam, bezahlt man als Mieter an den gewöhnlichen Stromanbieter. Weil Elektronen jedoch keine Markierung tragen und die Zähler nicht erkennen können, ob sie vom Dach kommen, erfolgt die Zuordnung nur auf dem Papier bei der Jahresabrechnung. Der Gesetzgeber hat sich dazu entschieden, den Tag in ein 15-Minuten-Raster einzuteilen, beginnend um 00:00.

Voraussetzung für die gemeinschaftliche Gebäudeversorgung sind daher (digitale) Stromzähler, die in diesem Raster zählen können, also für jeden 15-Minuten-Block notieren, wie viele Kilowattstunden konsumiert wurden. Solche Zähler müssen zum Glück nicht extra für diese Anwendung erfunden werden – dafür braucht man ein „intelligentes Messsystem“, also eine Kombination aus einem digitalen Stromzähler (moderne Messeinrichtung) und einem Kommunikationsmodul, dem Smart-Meter-Gateway. Dass diese Gerätekombination die Messwerte zum Beispiel per Mobilfunk, Internetanschluss oder über ein Funkprotokoll versenden kann, ist für die Abrechnung entscheidend, denn am Jahresende braucht der Anlagenbetreiber von allen Zählern (von Mietern und PV-Anlage) je eine Datei, die 35.040 Einträge für die 15-Minuten-Abschnitte enthält (35.136 im Schaltjahr).

## Die Logik

Um Erzeugung und Verbräuche gegeneinander zu verrechnen, braucht man einen Algorithmus, der schrittweise jeden 15-Minuten-Abschnitt verarbeitet. Der arbeitet mit einem Aufteilungsschlüssel, der laut Gesetzentwurf dynamisch oder statisch sein kann. Statische Zuteilung ist einfach zu berechnen, aber wenig attraktiv, wie man an einem einfachen Beispiel erkennen

## ct kompakt

- Die gemeinschaftliche Gebäudeversorgung ist ein neues Modell für Mehrfamilienhäuser und Teil des Solarpakets der Bundesregierung.
- Strom vom eigenen Dach wird ohne Abgaben und Kosten für Netzdurchleitung hausintern verrechnet.
- Abgerechnet wird in 15-Minuten-Abschnitten, Voraussetzung sind digitale Zähler und ein Algorithmus, der Verbrauch und Erzeugung verrechnet.

kann: Angenommen, eine Anlage kann 10 Kilowatt (kW) leisten, erzeugt in 15 Minuten also maximal 2,5 Kilowattstunden (kWh). Im Haus wohnen fünf Parteien, die jeweils 20 Prozent mit statischem Schlüssel bekommen. Das bedeutet: Jeder darf maximal 20 Prozent der Erzeugung zugeteilt bekommen, hat also einen virtuellen Anteil an der Anlage. An einem schönen Sommertag kommen jetzt von 12:00 bis 12:15 die maximal möglichen 2,5 Kilowattstunden vom Dach. Vier Mieter sind bei der Arbeit, haben nichts verbraucht und nur einer kocht und wäscht. Auf seinem Zähler sammeln sich in den 15 Minuten satte 4 Kilowattstunden an. Der statische Schlüssel würde ihm nur ein Fünftel, also 0,5 Kilowattstunden zuteilen, die anderen 2 Kilowattstunden fließen für die niedrige EEG-Vergütung ins Netz. Ein schlechtes Geschäft für beide Parteien.

Ein dynamischer Verteilungsschlüssel ist sinnvoller. Der sagt: Solange mehr erzeugt wird als die Mieter zusammen verbraucht haben, bekommen alle ihren Verbrauch zugeteilt. Was dann noch übrig ist, geht ins Netz. Sobald die Mieter zusammen mehr Strom gebraucht haben als vom Dach kam, wird das knappe Gut abhängig davon aufgeteilt, wie viel jeder im Zeitabschnitt gebraucht hat.

Um das zu verstehen, ist ein Beispiel nötig: Das Beispielhaus hat wieder eine Anlage mit 10 kW Spitzenleistung und fünf Mieter. 2,5 kWh kommen von 12:00 bis 12:15 vom Dach. Mieter 1 hat 1 kWh konsumiert, Mieter 2 gleich 2,5 kWh. Die anderen drei kommen auf jeweils nur 0,5 kWh. Zusammen kommen alle fünf auf 5 kWh. Der Algorithmus muss also verteilen: Mieter 1 hat 20 Prozent am Gesamtverbrauch gehabt, Mieter 2 kommt auf 50 Prozent, die anderen drei auf jeweils 10 Prozent. Nach diesen Anteilen teilt die Abrechnungssoftware jetzt die zur Verfügung stehenden 2,5 Kilowattstunden auf. Der erste bekommt 0,5 kWh, der zweite 1,25 kWh und die anderen je 0,25 kWh. In den Erläuterungen zu den einzelnen Paragrafen findet sich im Gesetzentwurf bezogen auf den Aufteilungsschlüssel aber auch der Satz: „Grundsätzlich steht den Parteien im Rahmen der dynamischen Aufteilungsschlüssel aber die Vereinbarung von beliebigen Zuteilungslogiken offen.“ In der Praxis wäre es also auch denkbar, die dynamische Verteilung zum Beispiel von der Wohnungsgröße abhängig zu machen.

## Wie umsetzen?

Auf Nachfrage erklärt das zuständige Bundesministerium, dass das Modell grund-

## Das Ende des Balkonkraftwerks?

Bisher gab es für Mieter und Bewohner von Eigentumswohnungen nur einen praktikablen Weg, um Photovoltaik zu nutzen: Zwei Module am Balkongitter und ein Mikrowechselrichter dazu, der die Energie in einen Stromkreis der eigenen Wohnung einspeist. Das Balkonkraftwerk wurde ab 2022 zum Verkaufsschlager und aktuell sind bereits über 200 Megawatt Balkonkraftwerkserzeugungsleistung in Deutschland angemeldet. Als die Idee der gemeinschaftlichen Gebäudeversorgung aufkam, witterte manch Kommentator in einschlägigen Foren in der Reform einen Angriff auf das Balkonkraftwerk: Der Gesetzgeber wolle jetzt erreichen, dass die Kleinkraftwerke verschwinden und wieder die Vermieter mit einer Anlage auf dem Dach ihren Profit machen können. Doch Balkonkraftwerk und gemeinschaftliche Gebäudeversorgung schließen sich nicht aus – im Gegenteil.

Ein Verbot von Balkonkraftwerken in Kombination mit der neuen Abrechnung findet sich im Gesetzentwurf nicht und die Regierung ändert auch nicht die Gesetze der Physik. Strom nimmt weiterhin den Weg des geringsten Widerstands. Solange ein Mikrowechselrichter innerhalb einer Wohnung Energie liefert, wird die von Verbrauchern in der Wohnung direkt abgenommen. Weil auch die Stromzähler weiter wie gewohnt funktionieren, ist es dabei unerheblich, auf welcher Phase Balkonkraftwerk und Verbraucher angeschlossen sind. Der Zähler saldiert über die drei Phasen und zählt nur, wenn in Summe in der Wohnung mehr Energie benötigt wird. Für einen Mieter mit Balkonkraftwerk gibt es am Ende drei unterschiedlich teure Arten von Verbrauch: Strom vom eigenen Balkon, Strom vom Dach und Strom aus dem Netz.

sätzlich ohne Abrechnungsdienstleister umsetzbar sein soll. Viele Details sind aber noch unklar – zum Beispiel, wie die Daten von potenziell verschiedenen Messstellenbetreibern beim Vermieter landen und wie die Stromanbieter der Mieter erfahren, wie viel sie geliefert haben. Sobald das Gesetz in finaler Fassung verabschiedet wurde und klar ist, in welchem Format die 15-Minuten-Messwertdaten von Messstellenbetreibern angeliefert werden, stellen wir ein Programm mit Zuteilungsalgorithmus als Programmierprojekt in einer Ausgabe der c't vor.

Wer die Daten nicht selbst auswerten will, braucht einen Abrechnungsdienstleister. Bei der Recherche für diesen Artikel sprachen wir mit dem Unternehmen Techem, das solche Leistungen für Vermieter anbietet. Dort laufen bereits Vorbereitungen, um nach Inkrafttreten der Reform ein Energy-Sharing-Abrechnungsprodukt anzubieten. Der Plan von Techem: Zunächst wendet man sich an Bestandskunden, die bereits Gas, Fernwärme oder Heizwärme abrechnen lassen. Dann kann sich der Vermieter Paragraf 6 des Messstellenbetriebsgesetzes zunutze machen, in Fachkreisen Liegenschaftsmodell genannt. Das Gesetz regelt, dass der Vermieter den Messstellenbetreiber für Strom bestimmen kann, wenn über das Smart-Meter-Gateway noch

eine andere Sparte wie Gas oder Wärme abgelesen wird. Soll heißen: Die Stromzähler werden dann allesamt von Techem geliefert, die Daten werden an deren Server geschickt und dort ausgewertet. Erste Gespräche mit Vermietern habe es bereits gegeben, von einer Nachfragewelle könne man jedoch noch nicht sprechen.

## Fazit

Mit der gemeinschaftlichen Gebäudeversorgung bringt die Bundesregierung ein nahezu bürokratiefreies Abrechnungsmodell auf den Weg. Wer als Vermieter das Dach mit Modulen eindeckt und den Bewohnern Strom für beispielsweise 15 Cent anbietet, amortisiert die Anlage in Rekordzeit, tut gleichzeitig den Mietern etwas Gutes und steigert die Attraktivität der Immobilie. Abrechnen am Ende des Jahres gehört ohnehin zu den Aufgaben eines Vermieters. Der Erfolg des Modells wird davon abhängen, wie schnell sich Messstellenbetreiber etablieren, die im 15-Minuten-Takt abrechnen und wie reibungslos die Datenübertragung gelingt. (jam@ct.de) **ct**

## Literatur

[1] Jan Mahn, Große Ziele, große Baustellen, So schreitet der deutsche Ausbau erneuerbarer Energien voran, c't 26/2023, S. 10

Gesetzentwurf: [ct.de/yhny](http://ct.de/yhny)

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](http://www.iX.de/testen)



3 x als  
Heft



[www.iX.de/testen](http://www.iX.de/testen)



49 (0)541 800 09 120



[leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de)



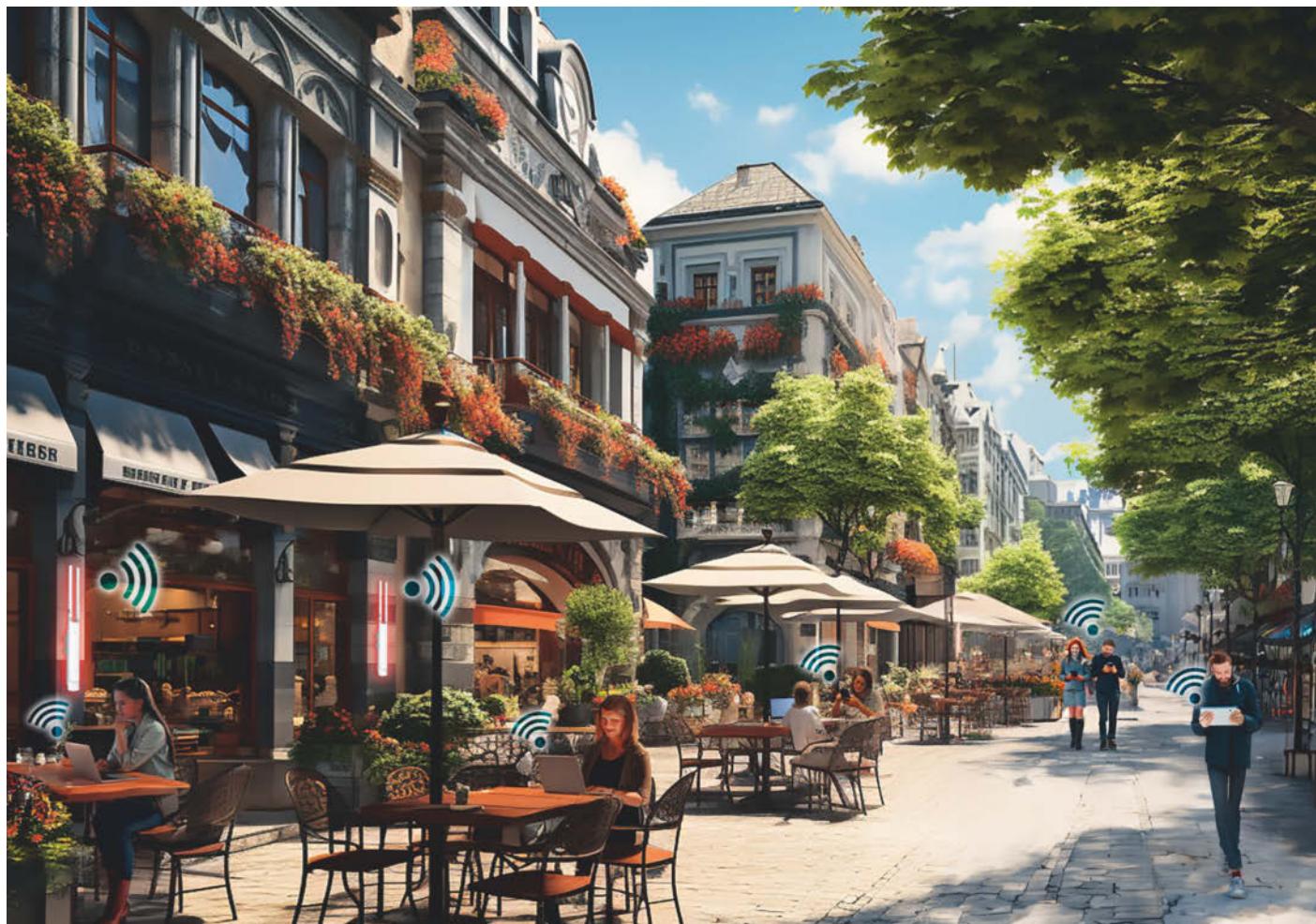


Bild: Kl MidJourney | Bearbeitung c't

# Loslegen mit Freifunk

## Gemeinsame WLANs aufbauen: Communities, Router, Mesh-Netze

**Wer sein WLAN unkompliziert und rechtssicher mit Gästen teilen und gleichzeitig einen sozialen Dienst leisten möchte, kann das mit Freifunk tun.**

**Ob daheim oder für Kunden von Bars, Cafés und anderen Gewerben: Wir zeigen, wie Sie loslegen und was Sie beim Einrichten beachten müssen.**

Von Andrijan Möcker

**F**reier Internetzugang über WLAN gehört heute sowohl im Gewerbe als auch für heimische Gäste zum guten Ton. Unkompliziert, kostengünstig und gleichzeitig rechtssicher kann man sein Gäste-Netz mit Freifunk aufbauen. Doch um damit loszulegen, sollten Sie zunächst den Hintergrund von Freifunk kennen: Freifunk ist nicht irgendein weiterer Hotspot-Dienst, wie ihn etwa die Telekom, Vodafone oder Hotsplots bietet: Freifunk entsprang der Idee, bürgerliche und von kommerziellen Providern unabhängige Computernetzwerke mit unter anderem

lokalen Diensten aufzubauen. Anfang der Nullerjahre begannen ehrenamtliche Initiativen in London und Berlin, mittels für Richtfunk angepasster WLAN-Hardware innerstädtische Funkstrecken aufzubauen – ein paralleles Internet sozusagen, das aber auch Zugang zum großen Internet vermittelt.

Ungefähr im selben Zeitraum entstanden eine Freifunk-Firmware und Routing-Protokolle, um ein sich selbst organisierendes Mesh-Netz zu schaffen. Freifunk-Router strahlen nicht nur ein Client-WLAN aus, sondern verbinden sich

untereinander und leiten Datenverkehr anderer Geräte bis zum Ziel weiter – ob das im Internet liegt oder innerhalb des Meshs spielt keine Rolle. Diese Firmware lief – und läuft auch noch heute – auf handelsüblichen WLAN-Routern, bei denen die Freifunker einen Weg gefunden haben, das Betriebssystem auszutauschen.

Das 2003 verfasste Pico Peering Agreement ist bis heute das Regelwerk für Freifunk-Netze. Mit ihm verpflichten sich die Teilnehmer gegenseitig, den Datenverkehr der anderen uneingeschränkt durch die eigene Infrastruktur zu leiten. Das schließt auch Hotspot-typische Vorschaltseiten und eine Login-Pflicht aus: Wer sich mit Freifunk verbindet, ist direkt im Freifunk-Netz und auch im Internet.

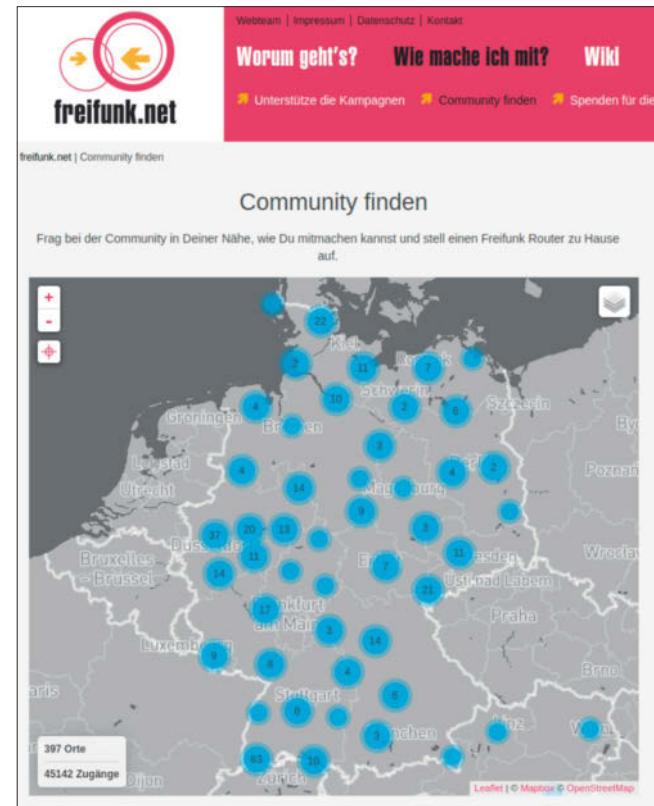
## Störerhaftung

Richtigen Aufschwung bekam Freifunk mit den Abmahnwellen in den 2010ern, weil viele Freifunk-Gruppen das Problem mithilfe von VPN-Verbindungen umgehen konnten: An privaten Internetanschlüssen aufgestellte Freifunk-Router verbanden sich mit den Freifunk-Servern, welche Datenverkehr ins Internet über einen VPN-Tunnel ins Ausland leiteten. Freifunk entwickelte sich so vom selbst errichteten „Richtfunk-Parallelinternet“ zum hauptsächlich virtuellen Netz mit rechtssicheren Internetzugang, das über heimische Anschlüsse läuft und als günstigen Nebeneffekt Haftungsrisiken umgeht.

Das ist auch heute noch die Realität der meisten Freifunk-Gruppen, auch „Communities“ genannt: Die meisten Freifunker schließen ihren Freifunk-Router zu Hause an den Internetanschluss an. Die größtenteils ehrenamtlichen Administratoren kümmern sich um die Serverinfrastruktur, die den „Kundenverkehr“ der Freifunk-Router per VPN entgegennimmt und ins Internet ausleitet. Letzteres läuft heute nicht mehr im Ausland, sondern direkt bei den Hostern der Server. Durch die Novelle des Telemediengesetzes sind die rechtlichen Risiken für die Gruppen vertretbar. Gleiches gilt zwar auch für jeden, der an seinem privaten Router ein Gastnetz für alle öffnet, doch das Risiko einer Abmahnung oder Hausdurchsuchung besteht für den Anschlussinhaber nach wie vor, wenn der Nachbar den offenen Zugang für Schindluder ausnutzt.

Der Gedanke, eigene unabhängige Netze zu bauen, ist trotz dieser neuen Realität erhalten geblieben; Freifunk nutzt nach wie vor Mesh-Technik, sodass Router

**Auf der Freifunk-Hauptseite gibt es eine Übersichtskarte mit Communities. In den Gruppen bekommt man technische Hilfe und trifft auf Gleichgesinnte.**



in Reichweite sich untereinander verbinden und auch die Internetverbindung weiterreichen. Einige Communities betreiben nach wie vor allerhand Richtfunkstrecken. Etwa, um Orte zu versorgen, für die sich Provider aus wirtschaftlichen Gründen weniger interessieren. Ausschließlich im Freifunk verfügbare Dienste spielen nur noch in wenigen Communities eine Rolle.

Ein typisches Missverständnis in Bezug auf Freifunk ist, dass die Bewegung eine besondere Funktechnik nutzt oder technische Überschneidungen mit beispielsweise CB-Sprechfunk hat. Tatsächlich nutzen die Gruppen schon immer mehrheitlich typische WLAN-Hardware in den lizenzenfreien Funkbändern bei 2,4, 5, 6, 24 und 60 GHz. Die Reichweite eines Freifunk-WLANs unterscheidet sich also nicht von anderen und das Meshen funktioniert auch nur dann, wenn die Router sich gegenseitig erreichen können.

## Communities finden

Um Freifunker zu werden, benötigen Sie als Grundausstattung einen Internetanschluss sowie einen Computer mit aktuellem Betriebssystem und RJ45-Netzwerkschnittstelle, um den Freifunk-Router einzurichten. Letzteren müssen Sie selber beschaffen; wie das geht, erfahren Sie später im Artikel.

Ist die Grundausstattung vorhanden, beginnen Sie mit der Suche nach der Community, die Ihnen am nächsten liegt. Wie zuvor angedeutet, gibt es nicht die eine Freifunk-Initiative; es sind voneinander unabhängige, regionale Gruppen, die den Betrieb der Infrastruktur zum Teil unterschiedlich handhaben.

Grundsätzlich können Sie sich zwar beliebigen Initiativen anschließen, doch die regionale Gruppe bietet mehrere Vorteile: Freifunk-Router gleicher Initiativen meshen miteinander, was für bessere Abdeckung und erhöhte Redundanz sorgt. Außerdem veranstalten viele Communities regelmäßig Treffen, bei denen Sie Hilfe bei der Router-Installation und -Einstellung bekommen können.

Auf freifunk.net gibt es eine Karte mit den Standorten der einzelnen Gruppen.

## c't kompakt

- Kernidee von Freifunk ist die gemeinsame Vernetzung.
- Freifunker kann jeder werden.
- Freifunk ist in jeweils regional aktiven Communities organisiert.

Den Link zur Unterseite finden Sie über ct.de/yswh. Sind Sie sich nicht sicher, welche Community in Ihrer Nähe die mit der größten Verbreitung ist, finden Sie auf freifunk-karte.de eine Knoten-Karte, an der sich viele Gruppen beteiligen. Klicks auf die WLAN-Symbole auf der Karte verraten die Namen der Router und die Community.

Auf der Website der jeweiligen Freifunk-Initiative können Sie erste Informationen einholen: Meist gibt es Einsteigeranleitungen, ein Wiki mit weiteren Tipps und eine Terminübersicht für Treffen. Gerade wenn Sie wenig IT-Erfahrung haben, lohnt sich der Besuch.

## Firmwares

Wie eingangs erwähnt, nutzt Freifunk eigene VPN-, Routing- und Mesh-Protokolle. Etwas IT-Basteln, nämlich einen Router mit einer eigener Firmware (Betriebssystem) zu bespielen, damit er Freifunk-tauglich wird, lässt sich somit nicht vermeiden.

Die Freifunk-Firmwares basieren auf dem quelloffenen Routerbetriebssystem OpenWrt, das modular ist und somit gut von den Communities angepasst werden kann. So entstanden mehrere Freifunk-Firmware-Baukästen, etwa Gluon oder Falter. Die Krux: Community-spezifische Einstellungen wie WLAN-Namen (SSIDs) und VPN-Serveradressen müssen in die Pakete gebacken werden. Wie häufig und engagiert sich eine Community um ihre Firmwares kümmert, beeinflusst maßgeblich, welche Router Sie einsetzen können – also für welche Modelle es eine Firmware gibt. Unterstützt eine neue Version des gewählten Baukastens neue Routermodelle, muss die Community wieder die Compiler anwerfen. Anders als bei Desktopbetriebssystemen wie Windows oder Linux sind die Firmwarepakete gerätespezifisch; Router haben in der Regel viel kleinere

**Die Fritzbox 4040 von AVM lässt sich nicht nur mit FritzOS nutzen, sondern auch mit der Freifunk-Firmware. Die schnelle ARM-CPU des Routers macht das Gerät beliebt bei Freifunkern.**



Speicher als etwa Desktopcomputer und somit keinen Platz für riesige Betriebssystempakete mit etlichen Treibern.

Sich das Firmware-Angebot einer Community anzusehen, ist somit essenziell für den Routerkauf. Die Firmwareübersicht finden Sie in der Regel auf den Unterseiten der Community-Webseite, etwa unter „Mitmachen“. Zusätzlich listen viele Gruppen empfehlenswerte Routermodelle in ihrem Wiki, im Idealfall ergänzt um eine Installationsanleitung.

Wie kompliziert die Firmware-Installation ist, variiert von Routermodell zu Routermodell. Bei manchen Geräten – und das sind die einsteigertauglichsten – müssen Sie die Freifunk-Firmware lediglich im Webinterface hochladen. Andere haben ein Bootloader-Webinterface mit Updatefunktion, dessen Start man durch Halten des Resetknopfes beim Einsticken der Spannungsversorgung auslöst. Etwas komplizierter wird es, wenn der Router das Update nur über die Datentransferprotokolle FTP und TFTP oder gar die serielle Schnittstelle annimmt.

## Routerauswahl

Liefert die Community keine Empfehlungen, schauen Sie in deren Firmware-Übersicht nach den typischen Verdächtigen: TP-Link und GL.iNet etwa erlauben bei

den meisten Modellen einen besonders einfachen Firmwaretausch.

TP-Links Archer-C7-Serie ist bei Freifunkern besonders beliebt, denn diese Router sind günstig gebraucht erhältlich und akzeptieren die Firmwares per Browser-Upload. Auf den Kleinanzeigenportalen ist so ein Gerät für 20 bis 40 Euro erhältlich. Tückisch ist lediglich, dass TP-Link gelegentlich eine neue Hardware-revision in den Handel bringt, die nicht zwangsläufig kompatibel zum Vorgänger ist und eine andere Firmware benötigt. Achten Sie in der Firmware-Übersicht deshalb penibel auf die unterstützten Revisionen, also etwa v1, v2 und so weiter.

GL.iNet bietet hauptsächlich Minirouter für den Reisegebrauch. Das eingesetzte Betriebssystem ist eine abgewandelte Version des quelloffenen Routerbetriebssystems OpenWrt, das auch von Freifunk eingesetzt wird, und der Hersteller steht dem Austausch der Software positiv gegenüber. Die Router akzeptieren die Freifunk-Firmware-Dateien entweder direkt oder über ein Bootloader-Webinterface. Wie die Installation funktioniert, steht wahlweise im OpenWrt-Wiki-Eintrag des Geräts oder auch in GL.iNets Dokumentation des jeweiligen Modells. Beispiele haben wir für Sie unter ct.de/yswh verlinkt.

Ein ebenso allseits beliebter Klassiker ist die Fritzbox 4040 von AVM. Sie bringt nicht nur Wi-Fi 5 auf 2,4 und 5 GHz mit je zwei MIMO-Streams mit, sondern auch einen vierkernigen ARM-Prozessor sowie hinreichend Flash-Speicher und RAM. Häufig setzen die Routerhersteller auf CPUs mit MIPS-Architekturen, die zwar flott routen können, aber in puncto Verschlüsselung weniger potent sind, was sich im Freifunkbetrieb bei der VPN-Datenrate bemerkbar macht – denen zieht diese Fritzbox davon.

Neu kostet die 4040 etwa 90 Euro, gebraucht rund 50. Das Installieren der

## Hardware Highlights

Model	Version	SoC	CPU MHz	Flash MB	RAM MB	WLAN Hardware	WLAN2.4		WLAN5.0		100M ports	1Gbit ports	Modem	USB
							b/g/n	a/n/ac	b/g/n	a/n/ac				
Archer C7	v1, v2.1	Qualcomm Atheros QCA9558	720	8	128	Qualcomm Atheros QCA9558, Qualcomm Atheros QCA9880-AR1A	b/g/n	a/n/ac	-	-	5	-	2x	2.0
Archer C7	v2, v2.1	Qualcomm Atheros QCA9558	720	16	128	Qualcomm Atheros QCA9558, Qualcomm Atheros QCA9880-BR4A	b/g/n	a/n/ac	-	-	5	-	2x	2.0
Archer C7	v3	Qualcomm Atheros QCA9558	720	16	128	Qualcomm Atheros QCA9558, Qualcomm Atheros QCA9880-BR4A	b/g/n	a/n/ac	-	-	5	-	2x	2.0
Archer C7	v4	Qualcomm Atheros QCA9563	775	16	128	Qualcomm Atheros QCA9563, Qualcomm Atheros QCA9880	b/g/n	a/n/ac	-	-	5	-	2x	2.0
Archer C7	v5	Qualcomm Atheros QCA9563	750	16	128	Qualcomm Atheros QCA9563, Qualcomm Atheros QCA9880	b/g/n	a/n/ac	-	-	5	-	1x	2.0

Genau auf die Hardwareausstattung eines Geräts zu gucken ist wichtig, damit man ein Routermodell erwischt, das noch einige Jahre durchhält. Der Freifunk-Unterbau, das Betriebssystem OpenWrt, braucht aufgrund des gewachsenen Funktionsumfangs immer mehr Speicher.

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



40%  
Rabatt!

## c't MINIABO DIGITAL AUF EINEN BLICK:

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



Jetzt bestellen:

[ct.de/angebotdigital](http://ct.de/angebotdigital)



Freifunk-Firmware ist allerdings nicht so einfach wie bei den zwei zuvor genannten Herstellern: Man muss die Box über per FTP geschickte Befehle im Bootloader-Modus bespielen.

Von alten Routern wie etwa dem TP-Link WR841N oder gar dem Dinosaurier Linksys WRT54G sollten Sie die Finger lassen. Beide waren eine Zeit lang das Aus-hängeschild der Freifunk-Bewegung, weil sie günstig und leicht umzufunktionieren waren; noch heute taucht der WR841N häufig in Einrichtungsanleitungen auf. Mittlerweile sind sie aufgrund winziger Speicherausstattung und historischer WLAN-Standards überholt.

## Innere Werte

Unabhängig davon, ob eine Community einen Router als unterstützt listet, sollten Sie vor dem Kauf dessen Speicherhausstattung in Erfahrung bringen, damit er lange durchhält. Auch beim Freifunk-Unterbau OpenWrt läuft die Entwicklung weiter und durch den wachsenden Speicherbedarf werden Geräte wie der WR841N – er hat 4 MByte Flash-Speicher und 32 MByte Arbeitsspeicher – nicht mehr aktualisiert. Aktuell warnen die OpenWrt-Entwickler davor, Geräte mit 8 MByte Flash und 64 MByte RAM noch zu kaufen. Sie empfehlen, Router mit mindestens 16 MByte Flash und 128 MByte RAM einzusetzen.

Wie viel Speicher ein Router hat, erfahren Sie in dessen OpenWrt-Wiki-Eintrag, der neben der Installationsanleitung auch die technischen Daten bereithält. Auf der OpenWrt-Website ([openwrt.org](http://openwrt.org)) können Sie die Modellbezeichnung suchen; haben Sie keinen Erfolg, geben Sie nur den Hersteller ein. Die Herstellerübersicht listet alle von OpenWrt unterstützten Router einer Firma.

Auch in puncto WLAN sollte das Gerät Ihrer Wahl nicht zu alt sein. Ältere unterstützte Fritzboxen wie die 7362 SL oder die 7412 für 5 bis 10 Euro zu kaufen, ist zwar verlockend, bringt einem aber langsames WLAN und VPN ein. In Nachbarschaften mit vielen Funknetzen macht das Surfen wenig Spaß, wenn moderne Funkbeschleuniger und 5-GHz-Unterstützung fehlen. Dual-Band-fähige Wi-Fi-5-Router sind auf dem Gebrauchtmarkt nur wenig teurer.

Trotzdem dürfen Sie auch Ausnahmen machen: Viele Communities haben einen kleinen Bestand an Routern, die gerade nicht im Einsatz sind und derer Sie günstig habhaft werden können. Wohnen Sie auf

dem Land, wo Ihr WLAN mit vielleicht ein oder zwei anderen Netzen konkurriert, hat der gebrauchte Single-Band-Router eine Chance.

Geräte mit Wi-Fi 6, das in funkmäßig dichten Umgebungen effizienter arbeitet als seine Vorgänger, sind im Freifunk-Kosmos noch selten, weil sich die Router- und noch mehr die WLAN-Chip-Hersteller ungern in die Karten schauen lassen. Für OpenWrt essenzielle Beschreibungen über Pinbelegungen und den Quelltext für WLAN-Treiber geben die Firmen oft nicht heraus, sodass die Entwickler neue Geräte nur mithilfe von Reverse-Engineering und anderen Tricks zum Laufen bekommen.

Dramatisch ist das nicht, denn nur wenn beide Seiten – Router und Client –

den neuen Standard sprechen, wird die Datenübertragung auch schneller. Bis eine neue WLAN-Variante Verbreitung gefunden hat, vergeht einige Zeit.

## Grundeinrichtung

Haben Sie einen Router besorgt und mit der Firmware der lokalen Community bespielt, geht die Grundeinrichtung los. Weil sich manche Einstellungsdetails bei den Communities unterscheiden, können wir Ihnen nicht an allen Stellen die Hand führen, sondern nur den allgemeinen Ablauf schildern. Kein Drama, denn die meisten Punkte sind selbsterklärend und häufig zusätzlich im Wiki der Communities beschrieben. Wir richten uns nach dem weit verbreiteten Firmware-Baukasten Gluon: Nach dem Installieren einer Gluon-Firmware spannt der frisch geborene Freifunk-Router noch kein WLAN auf; er befindet sich im sogenannten „Config-Modus“.

Um ihn zu konfigurieren, verbinden Sie Ihren Computer über ein Netzwerkkabel mit einem seiner LAN-Ports. Dann stellen Sie in den Netzwerkeinstellungen des PC-Betriebssystems sicher, dass automatische IP-Adressvergabe mittels DHCP aktiv ist. Sobald der Rechner eine IP-Adresse erhalten hat, rufen Sie die Adresse <http://192.168.1.1> im Browser auf.

Der von Ihnen zu vergebende „Knotenname“ ist die Bezeichnung des Routers im Freifunk-Netz; er wird sowohl auf der Karte der Community als auch auf der Statusseite des Routers angezeigt. Den WLAN-Namen (SSID) beeinflusst er jedoch nicht. Der ist in der Regel über die Community hinweg gleich.

Das „Mesh-VPN“ ist der eingangs erwähnte Tunnel zu den Freifunk-Servern über Ihre Internetverbindung. In der Regel können Sie dafür ein Bandbreitenlimit einstellen, damit Ihnen auch bei vielen Gästen noch etwas Bandbreite überbleibt. Alternativ haben manche Heimrouter – Fritzboxen etwa – Priorisierungsfunktionen, mit denen Sie Freifunk bei höherem Bandbreitenbedarf im Heimnetz hinten anstehen lassen können. Liefert Ihr Anschluss über 200 Mbit/s, müssen Sie indes nicht mit Einschränkungen rechnen, da viele Router selbst bei Communities mit WireGuard-Firmware nicht mehr als 100 Mbit/s per VPN schaffen.

Gerne gesehen ist auch, den „Knoten auf der Karte anzeigen“ zu lassen. Dadurch erfahren Menschen einerseits, wo sie mög-



**Die Konfiguration eines Freifunk-Routers ist größtenteils selbsterklärend und nicht sonderlich kompliziert. Das Webinterface ist nach dem Einrichten abgeschaltet und kann durch Drücken des Reset-Knopfes reaktiviert werden.**

licherweise freien Internetzugang erhalten können, und andererseits weitere Freifunk-Interessierte, wo potenziell Mesh-Verbindungen möglich sind.

Da Gluon-Netze auf dem Netzwerk-Layer 2 arbeiten, ist ab einer bestimmten Netzgröße Segmentierung nötig, da sonst zu viel Datenverkehr durch das Grundrauschen der Netzwerkprotokolle entsteht. Bei größeren Communities muss man somit das richtige Segment auswählen, meist „Domain“ genannt und nach Stadtteilen sortiert, oder eine Postleitzahl eingeben.

Als Kontakt können Sie etwa eine E-Mail-Adresse oder eine Rufnummer hinterlegen. Die Daten dienen der Community und interessierten Vernetzern zur Kontaktaufnahme.

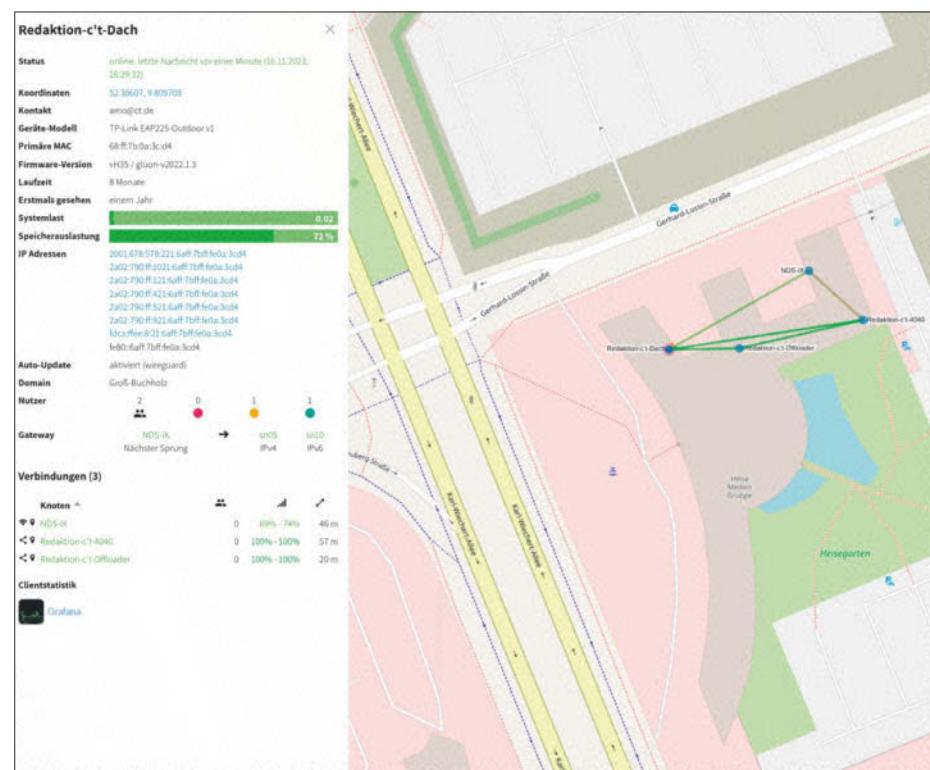
Der Klick auf „Speichern & Neustart“ bestätigt alle Einstellungen. In vielen Communities werden Sie auf der folgenden Browserseite zum Einsenden des VPN-Schlüssels per E-Mail aufgefordert, was essenziell für den Betrieb im VPN-Modus ist. Keine Sorge: Es handelt sich um den öffentlichen Schlüssel eines asymmetrischen Verschlüsselungsverfahrens; sein Versand per E-Mail offenbart kein Geheimnis.

Im Anschluss verbinden Sie den WAN-Port Ihres Freifunk-Routers mit einem Port an Ihrem Heimrouter. Diese Verbindung nutzt der Freifunk-Router lediglich für die Internetverbindung; aus dem Freifunknetz kommt man nicht in Ihr Heimnetz. Ist Ihnen das dennoch nicht geheuer, schauen Sie in die Anleitung Ihres Routers, ob sich ein LAN-Port als Gastzugang abstellen lässt, und verbinden Sie den Router damit.

Je nachdem, ob die Community den Prozess der Schlüsseleintragung automatisiert hat oder lieber noch einmal drüberschaut, ist Ihr Freifunk-Router unterschiedlich schnell online. Meist bekommen Sie eine Bestätigung per E-Mail.

## Nachbarschaftliche Mesh-Hilfe

Tut Ihr neuer Freifunk-Router, wie er soll, sollten Sie versuchen, den Freifunk-Gedanken aktiv zu leben: Wenn Sie den Freifunk-Router nicht in den Schrank unter dem Fernseher stellen, sondern auf die Fensterbank, dann decken Sie einen Teil des Außenbereichs ab. So profitiert Ihre Freifunk-Nachbarschaft nicht nur von guter WLAN-Abdeckung, sondern auch von Redundanz, wenn eine Internetverbindung ausfällt und die Daten über die



**Die Karten der Communities verraten, welche Router untereinander meshen, und die Qualität dieser Verbindungen: Hier meshen eine Fritzbox 4040 im c't-Netze-Ressort, ein VPN-Offloader im heise-Rechenzentrum und ein Access-Point auf dem Dach per Kabel miteinander. Ein Archer C7 unserer Schwesterzeitschrift iX beteiligt sich per Funk.**

Mesh-Partner gehen, die noch online sind.

Gleichzeitig können Sie mittels Mesh auch Ihr heimisches oder betriebliches Freifunk-Netz erweitern. Stellen Sie weitere Freifunk-Router auf, meshen diese automatisch miteinander; die Verbindung zum Freifunk-Kernnetz wird durchgereicht. Mittels „Mesh on LAN“, also über Kabelverbindungen zwischen den Routern, können Sie das Funkspektrum entlasten, was höheren Durchsatz verspricht. Damit das klappt, müssen Sie auf den per Kabel verbundenen Routern lediglich erneut in den Konfigurationsmodus gehen (Reset-Button für drei Sekunden drücken) und rechts oben über „Erweiterte Einstellungen/Netzwerk“ die Funktion „Mesh auf dem LAN-Port“ aktivieren.

Um das Verhalten der Mesh-Verbindungen zu beobachten, gehen Sie auf die Karte der Community und suchen Ihren Router. Klicken Sie ihn an, gibt es meist links eine IPv6-Adresse, mit der Sie die Statusseite erreichen.

Die technische Welt rund um Freifunk ist umfangreicher, als dieser Artikel abdecken könnte. Wir haben deshalb weite-

re Links mit nützlichen Infos zum Thema unter ct.de/yssh für Sie zusammengestellt.

## Finanzielles

Freifunk ist zwar für den Nutzer kostenlos, der Betrieb der Serverinfrastruktur und die Miete für die Treffpunkte der Administratoren aber nicht. Im Gegenteil: Das Hosting eines Servers mit guten Internet-Peers zu den großen Providern kann leicht dreistellige Beträge im Monat verschlingen. Nutzen Sie Freifunk gewerblich, etwa für Ihre Kneipe, sollten Sie Ihrer Community regelmäßig etwas spenden. Das garantiert nicht nur, dass Sie Ihren Gästen weiterhin unkompliziertes WLAN anbieten können, sondern häufig auch schnelle technische Hilfe. Einige der Menschen hinter Freifunk haben wir in c't 17/2019 ab Seite 76 vorgestellt [1]. (amo@ct.de) ct

## Literatur

[1] Keywan Tonekaboni, Gemeinsam funkeln, Zu Besuch bei Freifunk-Communities in Stadt und Land, c't 17/2019, S. 76

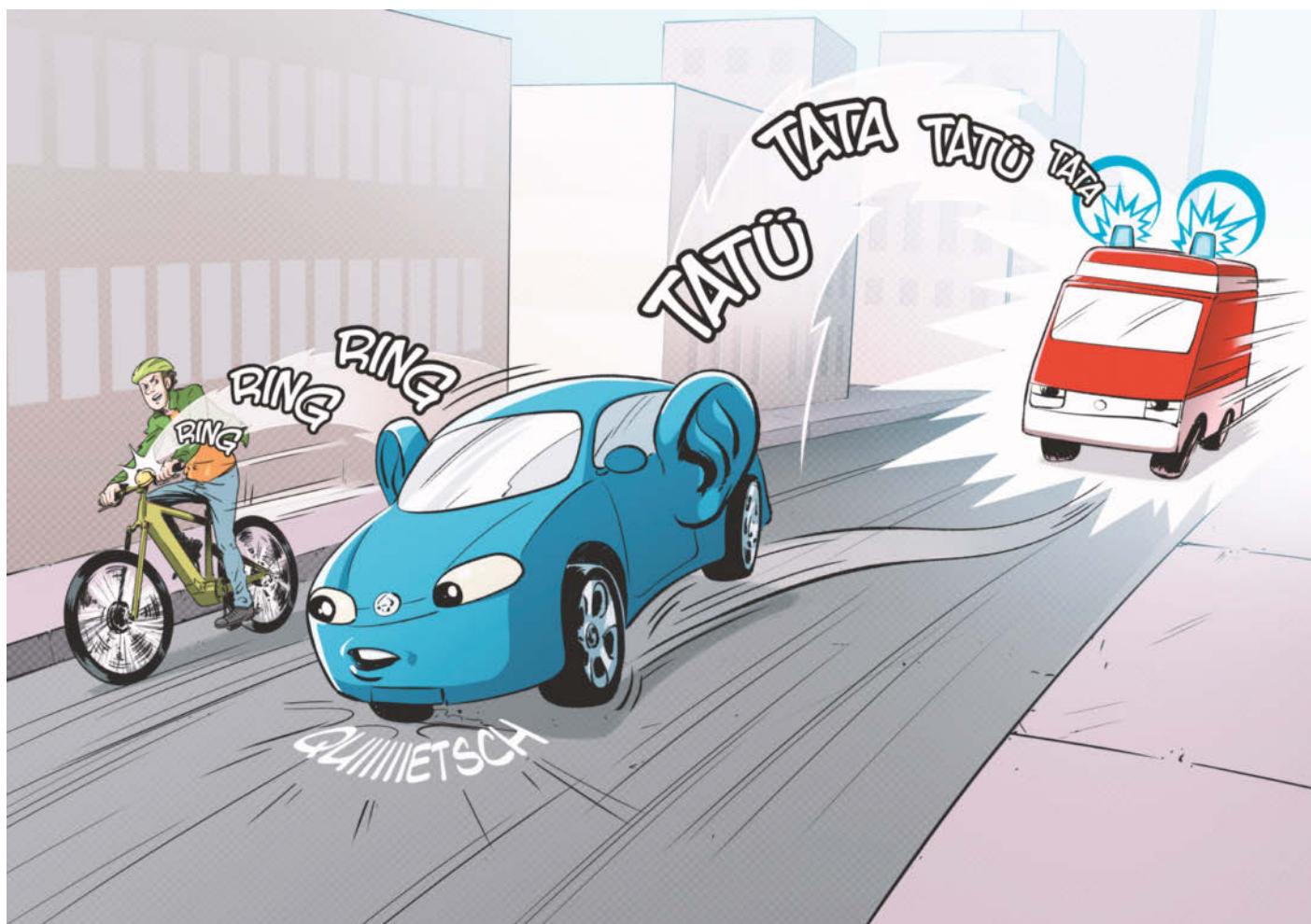


Bild: Albert Hulm

# Autos lernen hören

## Signalquellen orten, Klingeln und Rufe erkennen

**Moderne Autos nutzen längst Kameras, aber noch keine Audiosensoren. Forscher testen Mikrofone und Audio-KI am Fahrzeug. Die orten Einsatzfahrzeuge, die sich mit Martinshorn nähern, nehmen abgenutzte Bremsbeläge wahr und erkennen Sprachbefehle, etwa zum Öffnen des Kofferraums.**

Von Arne Grävemeyer

**D**ie Zahl der Fahrassistenzsysteme in Pkw ist in den vergangenen Jahren schnell gestiegen. Kameras und Lidar helfen heute beim Einparken; sie registrieren, wenn der Wagen die Spur verlässt oder der Abstand zum Vordermann zu knapp wird. Mit der fortschreitenden Entwicklung autonomer Fahrzeuge wird voraussichtlich die Zahl der Außensensoren weiter steigen, damit die Systeme Verkehrssituationen möglichst vollständig erfassen können.

Anders als menschliche Fahrer, die in vielen Situationen nicht nur ihren Augen vertrauen, sondern auch auf Geräusche

achten, haben heutige Serienfahrzeuge keinen Sinn für akustische Hinweise. Die einzige Ausnahme bildet vielleicht ein Mikrofon für Sprachbefehle im Innenraum. Das wollen Forscher um Moritz Brandes am Fraunhofer-Institut für digitale Medientechnologie (IDMT) in Oldenburg mit ihrem Projekt „The Hearing Car“ ändern.

### Martinshorn schnell erfasst

Ein wichtiges Beispiel ist die Alltagssituation, in der sich ein Rettungswagen mit hoher Geschwindigkeit von hinten nähert und mit Martinshorn und Blaulicht auf sich aufmerksam macht. Autofahrer sind ver-

## c't kompakt

- Audiotechnik kann die Sensorik am Automobil ergänzen, die schon heute Kameras, Lidar und mehr umfasst.
- Autonome Fahrzeuge werden zuverlässig auf Einsatzwagen und deren Sirenen reagieren müssen.
- Außenmikrofone ermöglichen viele weitere Funktionen bis hin zum virtuellen Cabriofahren.

pflichtet, solchen Einsatzfahrzeugen ohne zu zögern Vorrang einzuräumen. Oft hören Autofahrer die Sirene deutlich früher, als dass ihnen das Blaulicht auffällt. Was aber, wenn das Radio spielt und sich zusätzlich die Reisenden im Innenraum unterhalten? Dann wäre es hilfreich, wenn das Auto mit eigenen Sensoren das herannahende Martinshorn erkennen und den Fahrer über das Infotainment-System darauf hinweisen könnte. Überdies verlangt das Gesetz zum autonomen Fahren von 2021, dass auch autonome Fahrzeuge im Notfall einem Einsatzfahrzeug ebenso unverzüglich wie ein menschlicher Fahrer Platz machen müssen.

„Die Sirenenerkennung ist der wichtigste Türöffner für Außenmikrofone am

Auto. Zu dieser Funktion erhalten wir die meisten Anfragen aus der Industrie“, berichtet Brandes. Tatsächlich haben die Ingenieure aus Oldenburg zuerst Versuche unternommen, mit dem Mikrofon im Fahrzeuginnenraum auch die typische Sirene eines herannahenden Martinshorns zu erfassen und mittels einer darauf trainierten künstlichen Intelligenz in der Audiospur zu erkennen. Aber übliche Fahrgeräusche im Innenraum beziehungsweise dessen Schalldämmung, dazu Radiomusik und Gespräche machten die Erkennung mit der vorhandenen Audiotechnik viel zu unsicher.

Ein Mikrofon am Fahrzeugheck dagegen liefert wesentlich klarere Informationen über akustische Signale von hinten. Für die Erkennung unterschiedlicher Ereignisse haben die Forscher eine KI trainiert. Dazu unterteilen sie den aufgenommenen Stream in Blöcke von wenigen Millisekunden Dauer. Zu jedem dieser Blöcke liefert die KI eine Einzelentscheidung. Diese Einschätzungen summieren sich dann über die Zeit zu Tendenzen auf, bestärken sich gegenseitig oder widersprechen einander. Nach etwa einer halben Sekunde kann der KI-Erkennner bereits mit ziemlicher Sicherheit entscheiden, ob er ein Martinshorn gehört hat oder nicht.

Derselbe Erkennner des Fraunhofer IDMT kann inzwischen auch andere Geräuschquellen unterscheiden. Dazu zählen Autohupen, Fahrradklingeln, Rufe und



Bild: IDMT

**Das Mikrofon-Array am Heck verbirgt sich im grün abgedeckten Emblem des Transporters. Für weitere Tests haben die Ingenieure unter den Rückleuchten ein zusätzliches Mikrofon eingebaut, dessen unscheinbarer Mikrofonkanal zu sehen ist.**

sogar Kinderstimmen. Je nach Verkehrssituation oder Umfeld kann ein Informationssystem diese Klassifikationsentscheidungen unterschiedlich nutzen. Bei hohen Geschwindigkeiten auf der Autobahn sind eine Autohupe oder ein Martinshorn von großer Bedeutung, im verkehrsberuhigten Bereich des Wohnviertels hingegen lohnt es sich, zusätzlich verstärkt auf Radfahrer und die Stimmen von Passanten zu achten. Mit Blick auf den Datenschutz speichert das System des IDMT die Audiodaten und insbesondere Gesprochenes nicht, sondern puffert die Aufnahmen lediglich bis der KI-Erkennner sie klassifiziert hat.

Nicht zuletzt machen Landesgrenzen einen großen Unterschied, vor allem wegen der unterschiedlichen Sirenen von Einsatzfahrzeugen. Beispielsweise unterscheiden sich deren Signale schon in den Nachbarländern Frankreich und Österreich von ihren deutschen Pendants. Entsprechend müssen die Entwickler ihre KI-Erkennner anpassen.

### Mehr Mikros in alle Richtungen

Um nicht nur Geräusche identifizieren, sondern auch orten zu können, haben die Oldenburger Forscher inzwischen ein kompaktes Array mit drei Einzelmikrofonen entwickelt. Obwohl die Mikrofone darin lediglich wenige Zentimeter Ab-

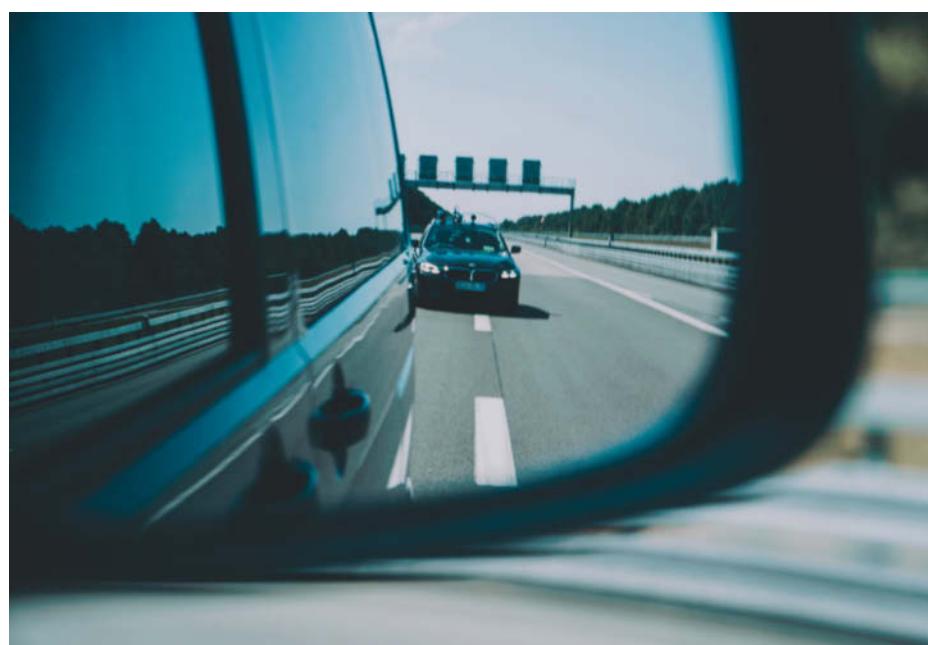


Bild: IDMT/Anika Bödecker

**Ab welcher Entfernung ist das Martinshorn erkennbar und wie gut gelingt die Ortung? Im Test nähert sich ein Einsatzwagen einem Versuchsfahrzeug.**



Bild: Fraunhofer IDMT/Hannes Kalter

**Wenn im Fahrgastraum Musik dudelt oder der Fahrer ein Gespräch führt, soll zukünftig ein Hinweis der Bord-KI helfen, die durch Außenmikrofone ein herannahendes Einsatzfahrzeug erkannt hat.**

stand voneinander haben, gelingt es der Software dahinter, die Einfallzeiten akustischer Signale zu unterscheiden und die Richtung zu berechnen, aus der sie kommen. Allerdings sinkt die Genauigkeit der akustischen Ortung mit steigender gefahrener Geschwindigkeit, weshalb die Ingenieure darüber nachdenken, zusätzlich Bilder der Rückfahrkamera zu nutzen. Diese Aufnahmen könnten zudem in manchen Fahrsituationen helfen, Blaulicht zu erkennen, und damit die Warnung vor einem Einsatzfahrzeug absichern.

Mit drei Mikrofonen am Heck sind die Möglichkeiten der akustischen Außenwahrnehmung aber noch längst nicht ausgeschöpft. Die Forscher haben einen Volkswagen-Transporter als Versuchsträger mittlerweile mit einem zusätzlichen Mikrofonarray an der Front ausgestattet, um auch Geräuschereignisse von vorn wahrzunehmen, identifizieren und ihren Ursprung orten zu können. Wenn zum Beispiel an einer Kreuzung die Ampel endlich auf Grün schaltet, aber von der Seite oder von vorn ein Einsatzfahrzeug heranfährt, dann sollte der Fahrer ebenfalls gewarnt werden und warten, auch wenn die Heckmikrofone in diesem Fall kaum helfen.

Zwei weitere Einzelmikrofone haben die Forscher in die Außenspiegel ihres Fahrzeugs integriert. Ihre Idee: Das Ohr am Außenspiegel kann helfen, Abbiegeunfälle zu vermeiden, und dabei kamera-gestützte Assistenzsysteme ergänzen.

Leider genügt das Rollgeräusch von Fahrtradreifen nicht, um diese akustisch zu erkennen. Ein beim Abbiegen in die Enge getriebener Radler müsste schon durch Rufen oder Klingeln auf sich aufmerksam machen. Wenn die Innenlautsprecher in den Autotüren solche Mikrofonaufnahmen wiedergeben, weist dies den Fahrer schnell auf die Gefahr hin. „Wir kurbeln damit virtuell die Fensterscheibe herunter, in dem Moment, in dem der Blinker gesetzt wird, und machen den Fahrer so vielleicht die entscheidende halbe Sekunde früher auf eine Gefahr aufmerksam“, erläutert Brandes.

### Lauschen trotz Motor und Fahrtwind

Übrigens ist die Mikrofontechnik am Fahrzeug nicht nur für Wagen mit leisen Elektromotoren interessant. Die Mikrofonarrays können Geräusche auch noch gut auflösen, wenn das Auto mit einem gut gedämmten Verbrennungsmotor ausgestattet ist. Erst ein sportlich röhrender Auspuff würde die Erkennungsleistung deutlich stören. Generell gilt: Spätestens ab einer Geschwindigkeit von etwa 80 Kilometer pro Stunde überwiegen die Fahrgeräusche gegenüber dem Motordröhnen. Damit muss und kann die eingesetzte Audiotechnik in jedem Fall klarkommen, sind sich die Ingenieure sicher.

Ereignisse mit Mikrofonen zu erkennen trotz des Motorenlärm, der Reifen-

Fahrbahn-Geräusche und des Fahrtwindes, das ist die große Kunst. Das Know-how steckt zum einen in den KI-Algorithmen, die auch entscheidend für die Hörreichweite sind. Zum anderen basteln die Forscher an Mikrofonkanälen, die widerstandsfähig bei Wind und Wetter funktionieren. Ein puseliger Mikrofonwindschutz, wie Fernsehreporter ihn gern im Außeneinsatz bei Sturmfluten nutzen, ist Autodesignern für das Fahrzeugheck sicherlich nur schwer zu vermitteln.

Die Ingenieure suchen daher nach besseren Hardwarelösungen und experimentieren mit unterschiedlichen Materialien, die sie in die Akustikkanäle der Mikrofone einbringen. Die müssen das Geräusch des Windes abfangen, das Wetter und sogar feste Wasserstrahlen in der Waschstraße oder bei der Hochdruckreinigung vor der Autowäsche. Alles muss wasserdicht sein und trotzdem gut Schall aufnehmen. Zusätzlich soll das Gesamtsystem eine Diagnose liefern, ob alle Mikrofone so arbeiten, wie sie sollen.

### Technische Fahrzeugdiagnose

Es gibt noch eine Reihe ganz anderer Situationen, in denen Mikrofontechnik am Fahrzeug bei der Analyse helfen kann. Beispiele sind der Nagel im Reifen, die Regenässse auf der Straße, Bremsverschleiß oder ein sich änderndes Motorgeräusch. Um damit zusammenhängende Probleme frühzeitig zu erkennen, testen die Ingenieure in Oldenburg Mikrofone im Radkasten. Hier fangen zwar keine Luftschallmikrofone Geräusche auf, dafür aber Körperschallmikrofone, eine Art Vibrationssensoren.

Die könnten einen eingefahrenen Nagel durch sein wiederkehrendes Klopfen in Abhängigkeit zur Reifendrehzahl erkennen. Einmal überhitzte Bremsbeläge verraten ihre Verformung ebenso durch typische akustische Muster wie ein beschädigtes, jaulendes Zahnrad im Antriebsstrang. Und eine regennasse Fahrbahn verrät ihre Aquaplaning-Gefahr nirgends so deutlich wie direkt am Autoreifen. Mit einem Sensor in jedem Radkasten ließe sich all das ständig überprüfen. Im Sinne von Predictive Maintenance könnte das Fahrzeug schon früh Hinweise für die nächste Wartung abspeichern. Bei heftigem Regen spielt das System sofort eine Aquaplaning-Warnung ins Informationssystem ein.

Auch an Lkw könnte die Technik, wenn sie einmal etabliert ist, Gefahrensituationen vorbeugen. Mikrofonsensoren könnten etwa helfen, Druckluftleckagen

zu detektieren, bevor die Bremsen nicht mehr gut funktionieren. Zusätzlich könnten diese Sensoren an einem Lastzug und am Trailer auch geplatzte Reifen automatisiert erkennen.

Selbst an landwirtschaftlichen Maschinen, die in Zukunft vielleicht sogar von autonomen Schleppern übers Feld gezogen werden, könnten Audiosensoren mechanische Schäden frühzeitiger zu erkennen helfen.

### „Öffne den Kofferraum!“

Wenn Autohersteller in Zukunft tatsächlich auf Außenmikrofone an ihren Fahrzeugen setzen, dann wird das wahrscheinlich nicht nur der Verkehrssicherheit dienen. Die neue Technik dürfte zahlreiche neue Möglichkeiten eröffnen. Beispielsweise können die Mikrofone zusätzlich Sprachbefehle erkennen. „Öffne den Kofferraum“, kann der Fahrer dann rufen, wenn er mit vollen Händen aus dem Einkaufszentrum zurück zum Parkplatz gelaufen kommt.

Zusätzlich ist eine Stimmverifikation denkbar, die mithilfe der Mikrofonaufnahmen funktioniert und als Schlüssel dient. Allerdings schätzt Brandes die Verlässlichkeit der Stimmerkennung als relativ gering ein. Für sich allein genügt diese technische Möglichkeit wohl nicht. Immerhin kann über den Zeitabstand der Mikrofonsignale die genaue Position des Sprechers ermittelt werden. In Verbindung mit einem

Keyless-System, das ebenfalls die Position des Fahrers anhand seines Autoschlüsselchips mit RFID-Transponder zentimetergenau erfasst, kann ein Fahrzeug den Sprecher legitimieren und ihm auf Zuruf den Kofferraum, die Motorhaube, den Tankdeckel oder eine Tür öffnen.

Eine Sprachaktivitätserkennung könnte dazu dienen, Stimmen in unmittelbarer Nähe zum Fahrzeug zu bemerken und daraufhin im Rahmen eines Sicherheitskonzepts den Halter zu warnen oder direkt eine Polizeistreife zu rufen. Gerade, wenn der Wagen auf einem einsamen, unbeobachteten Platz abgestellt ist.

Im Falle eines Unfalls ist es auch denkbar, dass die Außenmikrofone sich mit der Kommunikationseinheit im Wageninnenraum verbinden. Das Auto ermöglicht dann eine Art Freisprechtelefonat, ganz gleich, ob der Fahrer einfach beim Reifenwechseln telefonieren möchte oder den Beistand eines Rettungssanitäters braucht, während er eine verletzte Person versorgt.

### Virtuelles Cabrio

Eine Mischung aus Komfort und Unfallverhütung stellt die Funktion „virtuelles Cabrio“ dar. Die Geräuschwelt, die sich den Außenmikrofonen bietet, könnte das Infotainment-System so auf Lautsprecher in den Kopfstützen übertragen, dass damit virtuell das Dach verschwindet. Der Fahrer bekommt auf diese Weise nicht nur mehr von seiner Umgebung mit.

Er kann auch beispielsweise beim Zurücksetzen besser hören, ob jemand „Vorsicht, ein Poller!“ ruft oder ob ein johlendes Kind in Richtung des Autos läuft. Der Fahrer bekommt also mit, was draußen ist, ohne dass er dazu ein Fenster öffnen muss. Diese Hinweise könnten die bestehenden visuellen Sicherheitssysteme beim Einlegen des Rückwärtsgangs ergänzen. Schon heute stellen einige Fahrzeugsysteme in diesem Fall die Musik leiser, damit der Fahrer im Zweifelsfall besser hören kann.

Eine vergleichbare Technik könnte auch für Baumaschinen wie Bagger interessant sein. Dort sitzt der Fahrer in einer abgeschotteten Kanzel und bemerkt nicht so leicht, wenn ihm jemand eine Warnung zuruft.

### Ziel Serienreife

Derzeit arbeitet ein Automobilhersteller gemeinsam mit dem Fraunhofer IDMT konkret an einer serienreifen Lösung für Außenmikrofone, die ein herannahendes Martinshorn erkennen. Die Forscher vermuten, dass damit ausgestattete Fahrzeuge innerhalb der nächsten drei Jahre auf den Markt kommen.

Zudem beschäftigt die Forscher seit Dezember 2022 das Gemeinschaftsprojekt KI4Boardnet mit dem Ziel, ein verteiltes, kontinuierlich lernendes Bordnetzmanagement für Fahrzeuge zu entwickeln. Hier bringen die Oldenburger ihre Mikrofontechnik und die dazugehörige Erkenner-KI ein. Wie sich in einigen Anwendungen gezeigt hat, werden die Autos der Zukunft wahrscheinlich dadurch intelligenter, dass man die Beobachtungen der verschiedenen Sensoren am Fahrzeug miteinander in Beziehung setzt. Beispielsweise könnte ein zentrales Bordsystem die Richtung, aus der ein Martinshorn zu hören ist, zum Anlass nehmen, um Bilder der Rückfahrkamera anzufordern, auf denen ein zweiter Algorithmus nach einem Blaulicht sucht.

Mit diesem Projekt soll bis Ende 2025 ein Versuchsfahrzeug mit mehreren Demonstratoren entstehen. In Zusammenarbeit mit beteiligten großen Automobilzulieferern wie EDAG und Infineon will man bis dahin auch bereits Vorserienprodukte vorweisen können. Die Tür für Außenmikrofone am Fahrzeug der Zukunft steht offen.

(agr@ct.de) ct

**Projekt-Homepage The Hearing Car:**  
[ct.de/yx4c](http://ct.de/yx4c)



Speziell für den Einsatz am Auto entwickelten Forscher Mikrofone, die trotz Fahrtwind und Wetter ein gutes Signal-Rausch-Verhältnis aufweisen.



Bild: KI Midjourney, Andrey Kuzmin, stock.adobe.com | Collage c't

# Ausgezählt

## Historische Kryptografie: Vigenère-Chiffre mit dem Kasiski-Test knacken

Die Vigenère-Chiffre stand einst im Ruf, unknackbar zu sein, und 300 Jahre lang konnte niemand an dieser Reputation rütteln. Das änderte sich 1863 mit dem Kasiski-Test, der das Verwundbarste in einem Kryptosystem angreift – den Schlüssel. Wir erklären, wie der Test funktioniert, und programmieren ihn in Python nach.

Von Wilhelm Drehling

Die Spionin hält den Brief näher an die Kerze. Im spärlichen Licht versucht sie den Text zu entziffern, aber der Inhalt ergibt keinen Sinn. Es sieht so aus, als hätte der Absender die Buchstaben willkürlich aneinanderge-reiht – lediglich oben am Rand steht klar lesbar das Datum: 16. August 1870. Mit einer Stahlfeder umringelt sie Buchstabenfolgen, die wiederholt im Text auftreten. Nicht mehr lang und sie weiß, wo

die Franzosen die Frontlinie durchbrechen wollen.

In unserem ausgedachten Szenario knackt die Spionin einen Brief der französischen Armee, der mit der Vigenère-Chiffre kodiert wurde. Damals galt die Chiffre als unknackbar, kein Wunder also, dass sich der Absender dazu entschied, sie zu verwenden. Das war aber ein folgen-schwerer Fehler, denn ihm war nicht das

**ct Hardcore**

Buch „Die Geheimschriften und die Dechiffir-Kunst“ des preußischen Offiziers Friedrich Wilhelm Kasiski bekannt. In dem 1863 erschienenen Buch veröffentlichte Kasiski eine Methode, mit der man die Schlüssellänge eines Vigenère-kodierten Textes herausfindet.

Wie die Vigenère-Chiffre funktioniert, haben wir bereits ausführlich in [1] erläutert, den Artikel lesen Sie kostenfrei unter ct.de/yzr6. In aller Kürze: Die Chiffre kodiert einen Text, indem sie jedes Zeichen durch ein anderes ersetzt; durch welches, bestimmt ein Schlüssel, der dem Sender und dem Empfänger bekannt sein muss und der seinerseits aus Buchstaben besteht. Im zweiten Teil dieser Reihe erklären wir im Detail, wie der Kasiski-Test funktioniert und wie Sie mit einer Häufigkeitsanalyse auf den Schlüssel kommen. Damit Sie nicht alles umständlich per Hand erledigen müssen, hilft Ihnen unser Python-Programm, welches Sie im GitHub-Repository unter ct.de/yzr6 finden.

## Sinn und Zweck

Kasiski war keineswegs der Erste, dem eine Dekodierung einer Vigenère-kodierten Nachricht gelang. Wie man heute weiß, dechiffrierte ein Jahrzehnt zuvor der Vater des Computers, Charles Babbage, eine Nachricht mit der gleichen Methode, publizierte diese aber nie. Eher nicht, weil er diesen monumentalen Erfolg für nicht erwähnenswert genug hielt. Wahrscheinlicher ist, dass die damalige britische Militärriege das Wissen für sich behalten wollte, um im gerade ausgebrochenen Krim-Krieg ein Ass im Ärmel zu haben. Ein gewagtes Unterfangen, das sich wohl auszahlte, denn es dauerte noch ein paar Jahre, bis der Rest der Welt durch Kasiski erfuhr, dass die Vigenère-Chiffre nicht länger sicher ist [3]. So viel zum geschichtlichen Aspekt, doch wie genau funktioniert nun der Kasiski-Test?

Der Test knackt die Chiffre nicht direkt, sondern dient vielmehr als ein Hilfsmittel, um die Schlüssellänge zu ermitteln. Diese wichtige Information vereinfacht die Entschlüsselung des Textes drastisch. Das hängt mit der Struktur der Chiffre zusammen: Wie wir in [1] bereits erklärt haben, besteht die Vigenère-Chiffre aus mehrfach verschobenen Rotationschiffren. Um wie viel Positionen jeder Buchstabe des Klartextes verschoben wird, regelt ein Schlüsselwort. Kennt

man nun die Länge des Schlüssels, kann man mithilfe einer Häufigkeitsanalyse die einzelnen Verschiebungen bestimmen und sogar rückgängig machen. Dazu später mehr.

Den ersten Schritt des Kasiski-Tests hat unsere Spionin in der eingangs beschriebenen Szene bereits vorgeführt: Man sucht nach identischen Buchstabenfolgen. Da das Schlüsselwort beim Kodieren fortlaufend hintereinander geschrieben wird, stehen die Chancen gut, dass in einem ausreichend langen Text kleine Abschnitte doppelt vorkommen. Damit kürzere zufällige Wiederholungen nicht die Ergebnisse verfälschen, sucht die Spionin nur nach Folgen, die mindestens drei Buchstaben lang sind.

Um das Prozedere zu verdeutlichen, haben wir einen Satz mit der Vigenère-Chiffre kodiert:

```
GNVSYEIYLRLBNZQQXRUGYAQDYAUFNJMIWUMJGN  
VFGTMEYVUBHPWOLRAMIALFYEMKQVTIZHMODRLB  
HOCZFBXVRVBCAMYYFWKXRZBWUQCZEMRHQAZBE  
MFVGLXHAUFNQQBMRVZBVNCLRVFHQMOARELYUVI  
CPPBHNZQ
```

Nehmen Sie ruhig einen Stift und markieren Sie alle Buchstabenfolgen, die mehrfach auftreten. Wenn Sie alle Fragmente gefunden haben, sollte Ihr Text in etwa wie folgt aussehen:

```
GNVSYEIYLRLBNZQQXRUGYAQDYAUFNJMIWUMJGN  
VFGTMEYVUBHPWOLRAMIALFYEMKQVTIZHMODRLB  
HOCZFBXVRVBCAMYYFWKXRZBWUQCZEMRHQAZBE  
MFVGLXHAUFNQQBMRVZBVNCLRVFHQMOARELYUVI  
CPPBHNZQ
```

## c't kompakt

- Die Vigenère-Chiffre konnte so lange keiner brechen, dass man munkelte, sie sei unknackbar – le chiffre indéchiffrable.
- 1863 veröffentlichte Friedrich Wilhelm Kasiski ein Buch, in dem er eine Methode beschrieb, mit der man mögliche Schlüssellängen eines Vigenère-kodierten Textes herausbekommt.
- Unser Python-Programm führt den Kasiski-Test durch und analysiert auf Wunsch Schlüssellängenkandidaten tiefergehend.



Friedrich Wilhelm Kasiski veröffentlichte 1863 das Buch „Die Geheimschriften und die Dechiffir-Kunst“. Mit dem im Buch beschriebenen Verfahren beendete er die 300-jährige Unantastbarkeit der Vigenère-Chiffre.

Direkt die ersten drei Buchstaben (GNV) treten zweimal auf, ebenso RLB, NZQ, AUF und UFN. Mit der Kombination aus den letzten beiden gibt es sogar eine Wiederholung von AUFN.

Im zweiten Schritt des Kasiski-Tests zählt die Spionin die Abstände zwischen den einzelnen Funden und zerlegt diese in ihre Primfaktoren. Je nachdem, wie lang der Schlüssel ist, tauchen bestimmte Faktoren besonders häufig auf. Der Grund: Kommt eine Sequenz doppelt vor, heißt das mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit, dass dieselben Buchstaben des Klartextes mit denselben Buchstaben des Schlüssels zweimal kodiert wurden. Das kann nur an Stellen passieren, die von einander so viel Stellen entfernt sind, wie der Schlüssel lang ist.

Angenommen, der Schlüssel wäre fünf oder sieben Buchstaben lang, dann treffen Sie die Faktoren 5 und 7 besonders häufig in der Liste der gesammelten Faktoren an. Liegt ein Schlüssel beispielsweise mit einer Länge von sechs Buchstaben vor, dann findet man häufig 2 und 3 in der Faktorenliste, da das Produkt der beiden 6 ergibt. Es können also auch Vielfache oder Produkte der Faktoren die

Schlüssellänge ergeben. Das klingt nach einer Menge Interpretationsspielraum, ist aber gar nicht so schwer zu beurteilen, wie Sie später anhand ein paar weiterer Beispiele sehen werden.

Für die Abstände zählt man vom ersten Buchstaben der Folge bis zum ersten des nächsten identischen Fund, so beträgt der Abstand für die Sequenz GNV in obigem Beispiel 36 Buchstaben. Bei RLB sind es 64 Buchstaben, bei NZQ 145 Buchstaben und für AUF, UFN und AUFN jeweils 96 Buchstaben. Teilt man diese in ihre Primfaktoren auf, so kommt für  $36 = 2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 3$  heraus, für  $64 = 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2$ , für  $145 = 5 \cdot 29$  und für  $96 = 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 3$ . Da 96 dreimal vorkommt und der Rest jeweils nur einmal, ergeben sich folgende Häufigkeiten für die Faktoren:

2	->	23
3	->	5
5	->	1
29	->	1

Diese Daten sind das Ergebnis des Kasiski-Tests: Der Faktor 2 ist am häufigsten vertreten, mit Abstand folgen 3, 5 und 29. Nun muss die Spionin die Ergebnisse interpretieren.

## Interpretationen und Schwächen

Der Schlüssel könnte zwei Buchstaben lang sein, ein Vielfaches davon wie  $2 \cdot 2 = 4$  oder ein Produkt der ersten beiden Faktoren wie  $2 \cdot 3 = 6$ . Kombinationen mit der 5 oder der 29 sind eher unwahrscheinlich, da diese abgeschlagen auf dem letzten Platz stehen und vermutlich durch Zufall entstanden sind.

In diesem Fall geben die Ergebnisse eine klare Richtung vor, aber das ist nicht immer der Fall. Damit der Kasiski-Test verwertbare Aussagen ausspuckt, darf der Text nicht zu kurz und das Schlüsselwort im Verhältnis nicht zu lang sein. Es kann passieren, dass die vorliegende Stichprobe des Geheimtextes so kurz ist, dass der Test gar keine Sequenz findet. Für solche Fälle oder um eine zweite Meinung zu bekommen, könnten Sie auf den Friedman-Test zurückgreifen, der nicht Wiederholungen von Buchstaben sucht, sondern mit Wahrscheinlichkeiten herumhantiert (einen Überblick des Friedman-Tests finden Sie unter ct.de/yzr6 verlinkt). Dieser Test erschien 1920, nicht zu verwechseln mit dem Friedman-Test von 1937, der einen völlig anderen Zweck hat.

Kein umständliches Analysieren per Hand: Kennt man eine mögliche Schlüssellänge, kommt man mit dem Online-Decoder auf dcode.fr schnell zur richtigen Lösung.

Damit Sie ein Gefühl für die Ergebnisse des Kasiski-Tests bekommen, haben wir den ersten Satz des Vorwortes von Kasiskis Buch („Schon als junger Offizier beschäftigte ich mich mit der Dechiffirkunst und uebte mich darin, indem ich mir von Kameraden mit der chiffre quarre Geschriebenes ausbat und zu diesen Zuschriften den mir nicht bekannten Schluessel suchte“) mit unterschiedlichen Schlüsselwörtern kodiert und folgende Werte aus dem Kasiski-Test erhalten:

5	->	26
2	->	20
3	->	6
17	->	1
37	->	1

Schlüsselwort: GOGOL, 5 Buchstaben

3	->	19
2	->	9
7	->	6
11	->	3
5	->	1

Schlüsselwort: CTMAGAZIN, 9 Buchstaben

2	->	10
5	->	8
37	->	1
3	->	1

Schlüsselwort: PROGRAMMIERPARADIGMA, 20 Buchstaben

Je länger das Schlüsselwort bei gleichbleibender Textlänge ausfällt, desto weniger Faktoren findet der Kasiski-Test. Trotz des langen Schlüsselwortes PROGRAMMIERPARADIGMA spuckt der Test die korrekten Faktoren  $2 \cdot 2$

$\cdot 5 = 20$  aus. Außerdem lassen sich im gleichen Atemzug Ausreißer wie 17 und 37 beim ersten Beispiel oder 11 und 5 bei CTMAGAZIN erkennen.

Die vermutliche Länge des Schlüsselwortes zu kennen, ist aber nur die halbe Miete, die andere Hälfte besteht darin, den Klartext herauszubekommen.

## Häufigkeitsanalyse

Kurze Rekapitulation des Vigenère-Verfahrens: Man nimmt sich den Klartext Buchstabe für Buchstabe vor und rotiert diesen um so viele Stellen durchs Alphabet, wie das Schlüsselwort vorgibt. Für den ersten Buchstaben im Klartext betrachtet man den ersten Buchstaben im Schlüsselwort. Steht dort zum Beispiel ein C, muss man den Buchstaben des Klartextes um zwei Stellen nach rechts rotieren, womit zum Beispiel aus einem T ein V wird. Den zweiten Buchstaben im Klartext rotiert man so weit, wie es der zweite Buchstabe im Schlüsselwort angibt. Ist das Ende des Schlüsselworts erreicht, beginnt man wieder bei dessen erstem Buchstaben, bis der gesamte Klartext verschlüsselt ist.

Diese Verschiebungen muss man beim Dekodieren rückgängig machen. Wenn man das Schlüsselwort nicht kennt, hilft einem dabei allein die Länge des Schlüsselworts, die der Kasiski-Test ermittelt hat. Da für unser Beispiel 2 allzu kurz wirkt, wählt die Spionin zum Testen die Schlüssellänge vier. Bei einer solchen Schlüssellänge wurde jeder vierte Buchstabe um das gleiche Maß rotiert: Der erste Buchstabe des Schlüssels kodiert somit die Gruppe von Buchstaben an den Positionen



# 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

Im academy Campus nehmen Ihre IT-Fachkräfte ihre Weiterbildung selbst in die Hand und entscheiden individuell und im eigenen Tempo, wie, was und wo sie lernen möchten.

## Stetig wachsendes Kursangebot

100 digitale Webinare, über 100 Videokurse und viele Features wie Notizen, Transkript und Übungsaufgaben ermöglichen ein interaktives und nachhaltiges Lernen.

## Themen von heute und morgen

Stetig wachsende Kursbibliothek mit berufsrelevanten und praxisnahen Lernangeboten aus den Bereichen Softwareentwicklung, Webtechnologie, IT-Security und vielem mehr.

## Weitere Vorteile:

- Einfache Angebotsabwicklung
- Volle Kostenkontrolle durch individuelle Gruppenlizenzen
- Teilnahmebescheinigungen

Jetzt 30-Tage-Test für Ihr Team anfragen:  
**heise-academy.de/academy-pass**

© copyright by Heise Medien

1, 5, 9, 13 des Klartextes, der zweite Buchstabe 2, 6, 10, 14 und so weiter. Wendet die Spionin das auf unser Beispiel an, kommen die folgenden vier Klassen von Buchstaben heraus:

1. GYLNXYNNWGGYHLIYZDHBVCYXWZHBVHNMBL  
HAYCH
2. NERZRAAJUNTPRAEVHROFRAFRUEQEGAQRVR  
QRUPN
3. VILQUQUMMVUWALMTMLCBVMWZQMAMLUQNV  
MEVPZ
4. SYBQGDFIJFEBOMFKIOBZXBYKBCRZFXFBZCF  
OLIBQ

Nun kommt ein bisschen Statistik ins Spiel: Wenn die Spionin weiß, dass der Klartext auf Deutsch verfasst wurde, dann wird darin der Buchstabe E weitaus am häufigsten vorkommen. Ergo muss der Buchstabe, der in einer Gruppe am häufigsten vorkommt, das E kodieren. In der ersten Gruppe steht das Y mit 7 Erscheinungen oben auf dem Treppchen. Gruppe 2 wird vom R (9) dominiert, Gruppe 3 gewinnt M (9) und in einem Kopf-an-Kopf-Rennen setzt sich in der vierten Gruppe B (7) vor F (6) durch.

Um also die Verschiebemaße herauszubekommen, muss sie nur noch den Abstand von den Buchstaben Y, R, M und B zu E bestimmen. Dazu schreibt sie das Alphabet mit 26 Buchstaben im Kreis nieder, in dem sich A und Z oben wieder be rühren. Ausgehend von E schaut die Spionin nun im Uhrzeigersinn, wie viele Buchstaben zwischen E und einschließlich Y liegen, das wären 20. Zwischen R und E sind es 13, zwischen M und E 8 und zwischen E und B sogar 23. Wenn A = 0 ist, dann ergeben die Abstände 20 = U, 13 = N, 8 = I und 23 = X. Das Schlüsselwort muss somit UNIX sein.

Ein Test mit der Dekodier-Funktion des Vigenère-Programms (siehe ct.de/yzr6) bestätigt den Verdacht. Setzt man noch Leerzeichen ein und berücksichtigt Groß- sowie Kleinschreibung, kommt folgender Klartext heraus:

Man verabredet mit demjenigen, mit welchem man im Geheimen korrespondieren will, fuer jeden Buchstaben eine besondere Chiffre und schreibt dann mit diesen Chiffren in der gewöhnlichen Art.

Es handelt sich um den ersten Satz in Paragraf 33 auf Seite 12 aus dem Buch von Kasiski. Sollte Kauderwelsch herausgekommen sein, nimmt die Spionin statt E probe-

halber den zweithäufigsten Buchstaben N oder den dritthäufigsten I (siehe Häufigkeitstabellen unter ct.de/yzr6). Sollte das Verfahren zu keinem sinnvollen Ergebnis führen, muss die Spionin es mit anderen plausiblen Schlüssellängen aus dem Kasiski-Test wiederholen.

Aber so umständlich müssen Sie es sich nicht machen, wir schreiben nicht mehr das Jahr 1870 und besitzen Computer, für die die diese Aufgabe ein Klacks ist.

Es gibt mittlerweile hilfreiche Online-Tools wie dcode.fr: Die Seite verfügt über Decoder für Hunderte von Chiffren. Suchen Sie in der Suchleiste nach Vigenère und fügen Sie Ihren kodierten Text in das Fenster „Ciphertext“ ein. Anschließend teilen Sie der Seite mit, in welcher Sprache der Text wahrscheinlich vorliegt (vermutlich Deutsch), und wählen Sie unter „Decryption Method“ die zweite Option aus (Knowing the key-length/size, number of letters). Dort tragen Sie einen Schlüssellängenkandidaten ein und drücken „Decrypt“. Die Ergebnisse reiht der Decoder auf der linken Seite (siehe Bild auf S. 144) auf.

## Nutzung des Programms

Nach der Theorie die Praxis. Dazu können Sie mit unserem Python-Skript herumspielen, das den Kasiski-Test mit einer einfachen Häufigkeitsanalyse umsetzt. Das Python-Programm finden Sie zusammen mit dem Kasiski-Test im GitHub-Repository unter ct.de/yzr6. Für die Programme benötigen Sie Python. Sollten Sie die Sprache noch nicht auf Ihrem Rechner haben, zeigt Ihnen der kostenfreie Artikel [2] unter ct.de/yzr6, wie Sie Python auf den gängigen Betriebssystemen installieren.

Ähnlich wie schon das Vigenère-Programm können Sie den Kasiski-Test bequem über die Kommandozeile bedienen:

```
python3 kasiski.py [-a] [-f FILE] ↵
                   ↵[cipher]
```

Der Kasiski-Test spuckt standardmäßig nur die Primfaktoren aus, die es schon nach Häufigkeit sortiert. Sie können den Text direkt auf der Kommandozeile einfügen (cipher) oder aus einer Datei lesen (-f FILE). Wenn Sie zusätzlich eine erste Einschätzung durch eine simple Häufigkeitsanalyse bekommen wollen, können Sie die mit -a aus dem Programm herauskitzeln. Das Programm fragt Sie dann nach der Ausgabe der Primfaktoren, welche Schlüssellängenkandidaten Sie testen wollen.

Zu der Beispielchiffre kommt das Programm zu folgendem Resultat:

```
Factor 2 appeared 23 times
Factor 3 appeared 5 times
Factor 5 appeared 1 times
Factor 29 appeared 1 times
The key length is most likely 2, 3 or
a product of that.
Which key length do you want to test?
(Format: 3 5 15)2 4 6 8
Possible Key: IN
Possible Key: UNIX
Possible Key: INRBHN
Possible Key: CNIBUMMX
```

## Skript im Detail

Das Skript umfasst insgesamt über 140 Zeilen, aber viele davon kümmern sich um die Ausgabe oder formatieren die Eingaben. Eine Hälfte des Codes entfällt dabei auf den Kasiski-Test und die andere auf eine einfache Häufigkeitsanalyse (siehe Code-Kasten auf Seite 147).

Das Skript durchsucht zuerst den gesamten Geheimtext (self.text) und erstellt relativ unspektakulär alle möglichen Buchstabensequenzen, die drei Buchstaben lang oder länger sind:

```
sequences = {}
for i in range(len(self.text)):
    for j in range(3, len(self.text) ↵
                  ↵ - i + 1):
        seq = self.text[i:i + j]
        if seq in sequences:
            sequences[seq].append(i)
        else:
            sequences[seq] = [i]
```

Anschließend verwirft das Skript die Folgen, die nur einmal vorkommen, und speichert die übrig gebliebenen in einer separaten Liste namens sequences\_cleaned:

```
sequences_cleaned = {}
for seq, value in sequences.items():
    if len(value) > 1:
        sequences_cleaned[seq] = value
```

Als Nächstes berechnet das Skript die Abstände zwischen den Funden:

```
distances = []
for seq, positions in ↵
                   ↵sequences_cleaned.items():
    for i in range(len(positions)-1):
        distances.append( ↵
                           ↵(positions[i+1] - positions[i]))
```

```

def find_most_used_char(self, row, keylength):
    # Text in Gruppen aufteilen
    frequency = {}
    for num in range(row, len(self.text), keylength):
        fragment = self.text[num]
        frequency[fragment] = frequency.get(fragment, 0) + 1

    # sortiere Zeichen nach Häufigkeit absteigend
    sorted_frequency = sorted(frequency.items(), key=lambda item: item[1], ↴
        reverse=True)
    return sorted_frequency[0][0]

def find_key(self, keylength):
    # konstruiere den Schlüssel
    key = ""
    for element in range(keylength):
        letter = self.find_most_used_char(element, keylength)
        shift = (self.abc.index(letter) - self.abc.index("E")) % len(self.abc)
        key += self.abc[shift]

    return key

```

Die „Häufigkeitsanalyse“ funktioniert wie folgt: Zuerst zählt das Programm, wie oft welche Buchstaben in jeder der Gruppen auftauchen. Danach sortiert es diese nach der Häufigkeit und ersetzt den Sieger mit E im Klartext. Bei einer ausreichend großen Stichprobe in deutscher Sprache und nicht allzu langen Schlüsseln findet diese Basic-Analyse zuverlässig den Schlüssel.

Damit ist der erste Schritt des Kasiski-Tests erledigt. Im zweiten Schritt teilt das Skript die Abstände in ihre Primfaktoren auf. Dazu bedient es sich der Hilfsmethode `get_primefactors()`:

```

i = 2
while i * i <= number:
    while number % i == 0:
        number //= i
        yield i
    i += 1
if number > 1:
    yield number

```

Die gesammelten Primfaktoren landen in einer großen Liste namens `prime_factors`. Um herauszubekommen, welche Primfaktoren am häufigsten erscheinen, geht das Programm die Liste durch:

```

frequency = {}
for num in range(len(prime_factors)):
    prime_factor = prime_factors[num]
    frequency[prime_factor] = ↴
        frequency.get(prime_factor, 0) + 1

```

und sortiert sie nach Häufigkeit:

```

sorted_frequency = sorted( ↴
    frequency.items(), ↴
    key=lambda item: item[1], ↴
    reverse=True)

```

Je öfter ein Faktor vorkommt, desto weiter vorne steht er nun in `sorted_frequency`. Der Test gibt diese Liste danach aus, fertig ist der Kasiski-Test.

### Letzte Worte

Das war es also: Der preußische Offizier Kasiski beendete 1863 die 300 Jahre alte Regentschaft der Vigenère-Chiffre. Mit einer cleveren Methode, die ähnlich wie die Chiffre keine komplexen Formeln benötigt.

Wie vorhin kurz im Text angeschnitten existiert außer dem Kasiski-Test noch der Friedman-Test, der einen völlig anderen Ansatz wählt und es leider nicht mehr in diesen Artikel geschafft hat. Wenn Sie auch zu diesem Test einen Artikel sehen wollen, schreiben Sie mir ruhig eine Mail. (wid@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Wilhelm Drehling, Cäsar im Quadrat, Historische Kryptografie: Vigenère-Chiffre in Python programmiert, c't 25/2023, S. 154
- [2] Ronald Eikenberg, Jan Mahn, Draufgebeamt, So richten Sie Python schnell und einfach ein, c't 5/2022, S. 20
- [3] Simon Singh, Geheime Botschaften: Die Kunst der Verschlüsselung von der Antike bis in die Zeiten des Internets, Hanser, München 2000, ISBN 978-3446198739

**Kasiski-Test und weitere Materialien:**  
[ct.de/yzr6](http://ct.de/yzr6)

# Online-Shopping ohne Probleme: c't hilft.



**Heft + PDF mit 29 % Rabatt**

Ohne Reue günstig digital einkaufen und zahlen – aber sicher muss es sein. Das c't-Sonderheft gibt Rat, welches Zahlungsmittel Sie wählen sollten, um Ihr Geld zurückzubekommen und Cyberkriminellen nicht auf den Leim zu gehen.

- Die wichtigsten Regeln für den Onlinekauf
- Schützen Sie sich vor Betrug
- Kaufprobleme lösen
- Käuferschutz richtig einsetzen
- Digital bezahlen
- Auch als Heft + digitale Ausgabe mit 29 % Rabatt

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

[shop.heise.de/  
ct-sicher-einkaufen23](http://shop.heise.de/ct-sicher-einkaufen23)

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.

# Optimierter Retro-Spielspaß

**ROM-Hacks von alten Videospielen vorgestellt und ausprobiert**

**Ambitionierte Retrofans verändern klassische Videospiele, um sie besser zu machen. Wir zeigen, welche Arten von ROM-Hacks es gibt und stellen einige besonders hilfreiche und hübsche Modifikationen vor.**

Von Dennis Schirrmacher

**R**OM-Hacks sind überarbeitete Retro-Konsolenspiele für unter anderem Nintendos Game Boy und Segas Mega Drive. Darin tauschen Hobbyentwickler etwa Grafiken aus, übersetzen Texte oder passen bestimmte Parameter für eine bessere Spielbarkeit an. Die editierten Titel laufen mit Software-Emulatoren auf PCs und in vielen Fällen per Flashcart auch auf den Original-Konsolen. Die Community ist sehr aktiv: Allein auf der Website Romhacking.net gibt es derzeit über 7500 Einträge an ROM-Hacks.

## ROM-Hack-Typen

Besonders verbreitet sind Fanübersetzungen von Titeln, die ausschließlich in japanischer Sprache erschienen sind. Etwa das der Rollenspielserie „Final Fantasy“ ähn-

liche textlastige „Shinsetsu Samurai Spirits Bushidō Retsuden“ (Samurai Showdown RPG) für das Neo Geo CD ist in der Originalfassung hierzulande aufgrund von Verständigungsproblemen unspielbar. Der Hobbyüber-

setzer mit dem Pseudonym MoriyaMug gibt an, seit 16 Jahren in seiner Freizeit an dem Projekt zu arbeiten. Zwischenzeitlich sind Teile davon einem Festplattencrash zum Opfer gefallen. Nun befindet er sich eigenen Angaben zufolge in der Endphase.

Bei den Modernen ist auch das Kolorieren von Game-Boy-Spielen (GB) beliebt, die auf dem Handheld technisch bedingt in Schwarz-Weiß dargestellt werden. Sie färben Titel ein und machen daraus Game-Boy-Color-Spiele (GBC). Ein Vorzeigispiel ist „Kirby's Dream Land 2 DX“. Der Entwickler gibt an, unter anderem alle Hintergründe und Sprites koloriert zu haben. Doch er hat das Spiel nicht nur hübscher gemacht, sondern auch die Spielbarkeit verbessert: Damit der Titel flüssiger läuft, nutzt er den Double-Speed-Modus des GBC. Außerdem hat er einige Animationen angepasst und sanftere Überblendeffekte realisiert. Das Bild unten auf dieser Seite zeigt, dass sich das Ergebnis wirklich sehen lassen kann.

Auch für Nintendos Super Entertainment System (SNES) gibt es ROM-Hacks, die die Performance von Titeln wie dem Shoot 'em up „Gradius III“ steigern und Ruckler nahezu komplett ausbügeln. Diese Hacks laufen sogar auf der Originalhardware. Das liegt daran,

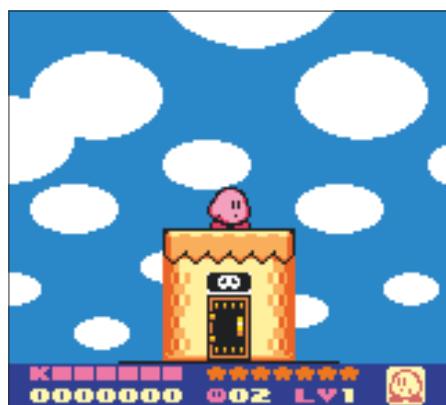
dass die Modder auf Nintendos offizielle SA-1-Ressource zurückgreifen. Dabei handelt es sich um einen Coprozessor in bestimmten Spielmodulen, der mit über 10 MHz rund viermal schneller als die SNES-CPU taktet. In den SA-Patches für die entsprechenden Titel (siehe ct.de/ybay) bilden die Entwickler den Coprozessor in Software nach. Da die beiden Prozessoren Hand in Hand arbeiten, laufen Berechnungen maximal fünfmal schneller ab als ohne Coprozessor. So kann der SA-1-Chip etwa mehr Sprites auf einmal berechnen und Ladezeiten verkürzen.

Darüber hinaus gibt es für das SNES noch Soundhacks, die mittels des MSU-1-Coprozessors realisiert werden. Dabei tauschen Retrofans die Musik von Modulspielen gegen beispielsweise CD-Soundtracks oder Remixes aus. So erklingt etwa „The Legend of Zelda – A Link To The Past“ orchestraler. In der Modifikation „BS Zelda Map 2“ wurde der Titel mit englischer Sprachausgabe versehen.

## Spiele hacken

Um Spiele zu verändern und mit Emulatoren und Originalhardware kompatibel zu machen, setzen die Retrofans diverse Open-Source-Tools ein. Etwa mithilfe der Python-Entwicklungsumgebung IDLE extrahieren sie Daten von Spielen. Mit dem Editor YYCHR bearbeiten sie Sprite-Grafiken. Zum Debugging nutzen sie unter anderem den Game-Boy-Emulator BGB. Das Verändern von Spielen ist komplex; vor allem, wenn sie auf der Originalhardware laufen sollen.

Im Forum von romhacking.net plaudert der Entwickler der englischen Über-



In diesem ROM-Hack für den Game Boy Color hat ein Nintendo-Fan das Game-Boy-Spiel „Kirby's Dream Land 2“ koloriert.

setzung des bereits erwähnten Samurai Shodown RPG aus dem Nähkästchen. Das Übersetzen geht in vielen Fällen nicht so einfach von der Hand, wie man sich das vorstellt: In diesem Fall musste er nicht einfach nur das übersetzte geschriebene Wort in Textfenstern austauschen, sondern diese zusätzlich aufwendig mit gesprochenen Sprachsamples synchronisieren. Auch die Overlayfenster in den Kampfbildschirmen seien eine Herausforderung gewesen; er musste dazu tief in Hex-Editoren abtauchen.

Wer gerne selbst an seinem Lieblingspiel rumbasteln will, findet auf romhacking.net (siehe ct.de/ybay) über 1600 Tools. Dort gibt es zum Beispiel Level- oder Grafikeditoren für Titel wie „Wario Land: Super Mario Land 3“ und „Streets of Rage 2“. Diese Tools bieten eine meist verständliche grafische Oberfläche. Praktischerweise kann man die Suche nach Entwicklungstools nach Schwierigkeit filtern, sodass auch Einsteiger passende Werkzeuge finden sollten.

## ROMs patchen

Um ein Spiel mit Modifikationen zu patchen, benötigt man eine Sicherungskopie des Titels in Form einer ROM-Datei. Die Patches gibt es unter anderem auf romhacking.net. Sie kommen in der Regel im .ips- oder .bps-Format daher. Um die Modifikation anzuwenden, ist noch ein Patching-Tool nötig. Unter Windows geht das etwa mit „Rom Patcher JS“ (siehe ct.de/ybay). Im Tool lädt man lediglich die ROM-Datei nebst Patch und klickt auf „Apply patch“. Praktisch: Das Tool zeigt die Prüfsumme der ROM-Datei an. Das ist wichtig, da Patches meist auf die US-Version von Spielen zugeschnitten sind. Die korrekte Prüfsumme findet man zum Abgleich in der Regel in einer Liesmich-Datei, die mit dem Patch kommt. Alternativ kann man das Patching-Tool auch online nutzen (siehe ct.de).

Im Anschluss erhält man eine neue ROM-Datei. Wir haben verschiedene ROM-Hacks erfolgreich auf den FPGA-Konsolen Analogue Pocket [1] und MiSTer [2] und via Softwareemulation ausprobiert. Den Color-Hack Kirby's Dream Land 2 DX haben wir sogar mit einer Flashcart auf einem originalen Game Boy Color gespielt.

## Fazit

ROM-Hacks laden zum Stöbern ein und hier findet bestimmt jeder eine sinnvol-

le Modifikation von seinem Lieblings-Retro-Titel. Einige Spiele werden durch Fanübersetzungen hierzulande überhaupt erst zugänglich. Andere Titel erstrahlen dank Modifikationen in neuem Glanz und sind durch Performanceoptimierungen noch besser spielbar.

(des@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Kjell Norton, Game Boy aus der Zukunft, Mobile Spielkonsole Analogue Pocket getestet, c't 07/2022, S. 124
- [2] Dennis Schirrmacher, Konsolen-Kloner, FPGA-Projekt MiSTer mit Retro-Videospielen ausprobiert und optimiert, c't 19/2023, S. 150

**ROM-Patches und Tools:** [ct.de/ybay](http://ct.de/ybay)

## Die besten ROM-Hacks – eine Auswahl



Die Pokémon-Ultra-Violet-Version für den Game Boy Advance wurde unter anderem mit einer komplett neuen spielbaren Insel mit allen Gen-3-Pokémon ausgestattet.



„Ultimate Mortal Kombat Trilogy“ für Segas Mega Drive kommt mit neuen Level-Hintergründen und verbesserter Gegner-KI.



Bei „Super Mario Land 2 DX“ für den Game Boy Color handelt es sich um eine kolorierte Version des Jump 'n' Run-Klassikers vom Game Boy.



Beim „Super Mario Bros. - Two Player Hack“ für das NES ist der Name Programm und man kann das Spiel gleichzeitig mit zwei Spielern spielen.



„Super Mario Star Road“ ist eine erweiterte Version des N64-Titels „Super Mario 64“ mit unter anderem 30 neuen Bereichen und knapp 50 neuen Songs.



Der Hack von „Final Fantasy V“ für den Game Boy Advance enthält die Originalmusik vom SNES und zusätzlich wurden Einbrüche der Framerate ausgemerzt.

# Zurück in die Zukunft

**Die c't wagte 2001 einen Ausblick auf das Internet der kommenden Jahre**



**Manche IT-Analysten bewerten Techniktrends weit in die Zukunft und üblicherweise einträglich. Die c't prognostiziert in der Regel vorsichtiger und schaut eher auf die nächsten Monate. In der c't 6/2001 verlockten CeBIT und ein Überall-Internet, doch mal tiefer in die Kristallkugel zu schauen.**

Von Rudolf Opitz

**A**nfang des Jahrtausends war der Kampf um die fettesten Goldminen im Internet in vollem Gange: Funktechniken wie UMTS, WLAN und Bluetooth standen in den Startlöchern, Mobiltelefone wurden smarter und im Silicon Valley bastelte man am überall und immer verfügbaren „Evernet“. Doch welche Geräte sollten sich – natürlich per Funk – mit dem weltweiten Datennetz verbinden? Welche Dienste sollten als „Killer-Applikationen“ auf ihnen laufen und viel Geld in die Kassen der Provider spülen?

Jürgen Kuri, Peter Siering und Jürgen Rink schauten in ihrem Ausblick „Kletterhilfen“ auch kritisch auf kommende „Hightech-Toys“ für den „Mount Evernet“. Als Beispiel für einen boomenden Datendienst brachten sie einen, der heute wohl unter diesem Kürzel nur noch Mobilveteranen bekannt ist:

**„12 bis 14 Milliarden SMS-Nachrichten wurden 2000 in Deutschland verschickt. Die kurzen Textbotschaften sehen viele inzwischen als wichtigste Nutzungsmöglichkeit ihres Handys an. [...] Der SMS-Boom lässt die Augen der Anbieter glänzen – und nun hoffen sie auf das nächste große Ding.“**

Damals kosteten die maximal 160 Zeichen langen Kurznachrichten oft mehr als ein kurzes Handytelefonat und waren

für die Netzbetreiber eine riesige Goldgrube. Mit den ersten Handys mit angesteckter und später eingebauter Kamera wurde aus dem Short Message Service später der Multimedia Message Service, der aber den SMS-Erfolg nicht wiederholen konnte. Auch die für die Winzdisplays der damaligen Handys angepasste WWW-Variante WAP zündete nicht. Hier zeigt sich, dass auch c't-Prognosen mal daneben liegen können:

**„Spätestens wenn der japanische Telecom-Riese NTT DoCoMo im Verein mit der E-Plus-Muttergesellschaft KPN das Handy-Internet i-mode nach Europa bringt, werden die Anwender beispielsweise die schlechten Erfahrungen mit WAP schnell vergessen.“**

Erinnern Sie sich noch an i-mode? Nein? Macht nichts, Sie haben nichts verpasst. Immerhin beförderten die neuen



**Das in den 2000er-Jahren sehr populäre Handy-Internet „i-mode“ stammt vom japanischen Mobilfunkanbieter NTT DoCoMo. E-Plus bot Dienst und passende Handys zwischen 2002 uns 2008 in Deutschland an; der Erfolg war mäßig.**

Dienste die Entwicklung kleiner, aber leistungsfähiger Mobilgeräte wie den ersten Smartphones, den PDAs und einem Spezialisten, der es zunächst nicht leicht hatte: **„Anbieter wie Gerätethersteller sind gewarnt. Denn wie schnell die Blütenträume über die fantastischen neuen Möglichkeiten der immer schnelleren, immer kleineren Rechner mit immer besserem Internet-Zugang platzen können, zeigen die E-Books.“**

E-Book-Reader scheiterten damals an den hohen Gerätelpreisen, der geringen Auswahl und dem rigiden Digital Rights Management. E-Books waren kodiert und ließen sich aus Kopierschutzgründen nur auf dem Reader lesen, für den sie gekauft wurden. Taschenbücher konnte man verleihen, E-Books nicht.

Die Idee für ein anderes, heute sehr erfolgreiches Mobilgerät kursierte ebenfalls schon:

**„Ein Hersteller nach dem anderen kündigt Webpads an, damit auch ‚PC-scheue‘ Menschen in den Genuss des Internet kommen. Aber bislang stoßen sie zumindest in Europa auf keine allzu große Begeisterung: zu teuer, zu umständlich in der Verbindung zum Internet.“**

Aus den Organizern gingen die ersten PDAs mit Browser, E-Mail, WLAN oder sogar Mobilfunk, zum Teil über Ansteckmodule hervor. Beliebt, aber teuer waren die Pocket-PCs mit Windows-Mobile-Betriebssystem. Noch näher an ein WebPad kam Nokia mit dem 2005 vorgestellten 770 mit WLAN, GPS, modernem Webbrowser und Linux-System. Den Durchbruch schaffte aber erst Apple mit dem iPad: Internet für Leute die den PC scheuen. Den Artikel aus 2001 zu kommenden Internetgeräten jenseits des PCs finden Sie wie immer zum Herunterladen [[ct.de/y129](http://ct.de/y129)].

(rop@ct.de) **c't**

**„Kletterhilfen“, c't 6/2001, S. 170, als PDF zum Nachlesen: [ct.de/y129](http://ct.de/y129)**



Jürgen Kuri, Peter Siering, Jürgen Rink

# Kletterhilfen

## Hightech-Toys und Trampelpfade

Vom allgegenwärtigen Internet träumen Telecom-Carrier und Gerätehersteller: Sie wollen Geld damit verdienen – und basteln eifrig an neuen Rechnern und Zugangsmöglichkeiten. Die einen preisen PCs als die Ultima Ratio des digitalen Universums, die anderen offerieren ihre neuen Netze gleich mit Geräten jenseits des PC. Der Kletterhilfen für den Mount Evernet sind viele, allein, wer soll sie kaufen – und warum?

Allgegenwärtig, überall, immer verfügbar: Das Evernet hört sich für viele PC-Nutzer und Surfer hierzulande noch wie eine ferne Vision an, so sie überhaupt glauben, dieses ubiquitäre Netz sei erstrebenswert. Was sich den Vorstellungen noch entziehen mag, wird aber bald unseren Alltag verändern – möglicherweise, ohne dass wir es anfangs bemerken.

Wie so etwas geschehen kann, wie sehr eine Technik, verbunden mit einem interessanten Angebot, den Alltag durchdringt, hat SMS vorgemacht. Die Kurzbotschaften sind nicht nur Kult, sondern Hilfsmittel

und Alltagswerkzeug. Was als Dienstleistung der Mobilfunkanbieter entstand und anfangs sogar kostenlos war, entwickelte sich zum Milliardengeschäft. Nebenbei produzierte die SMS einen Kult ums Handy – Logos, Klingeltöne und Handy-Modelle sind Ausweise für In-Groups unter den Kids.

### Kewl ...

12 bis 14 Milliarden SMS-Nachrichten wurden 2000 in Deutschland verschickt. Die kurzen Textbotschaften sehen viele inzwischen als wichtigste Nutzungsmöglichkeit ihres Handys an. Rund 70 Prozent der Befragten bezeichneten in einer Untersuchung SMS als liebste Beschäftigung. Wo vor einiger Zeit Handy-Besitzer vor allem durch lautes Brüllen ins Mobiltelefon auffielen, findet man heute verklärt auf das Winz-Display starrende Mitbürger, die ihre Finger über die Mini-Tastatur huschen lassen. Der SMS-Boom lässt die Augen der Anbieter glänzen – und nun hoffen sie auf das nächste große Ding. Die Konzerne suchen verzweifelt eine ähnliche 'Killeranwendung' für die neuen Mobilfunknetze und das kommerzielle, allgegenwärtige Internet. Die ist aber bislang nicht in Sicht – und SMS ist auch in anderer Hinsicht wiederum ein schlechtes Beispiel für eine Anwendung im Internet.

Keine garantierten Laufzeiten, ja nicht einmal garantierte Ankunft der Kurzbotschaft beim Empfänger machen SMS nicht gerade zur geeigneten Methode, das Internet auf dem Mini-Terminal zu nutzen. Vorstellungen, per Handy-SMS am Cola-Automaten eine Dose zu ziehen, scheitern an der Ungeduld der Nutzer. Bis die SMS beim Dosen-Diener angekommen ist, hat der Durstige aus Frust schon die nächsten drei bestellt – oder sich ganz abgewendet. Die Dosen fallen ins Leere, und der Kunde soll trotzdem zahlen? Da wird er sich aber freuen.

Andere Techniken müssen her – viele Anbieter hoffen auf den endlich bevorstehenden Bluetooth-Boom. Kombinierte Mobiltelefone mit GSM- oder UMTS- und zusätzlicher Bluetooth-Schnittstelle machen die Kultgeräte zur universellen Marketing- und Verkaufsmaschine unter den Kids. Wer heute nicht



Bild: Kl Midjourney / Collage c't

# Dual-Use-Briefkasten

## Delta Chat als Messenger und Mailsoftware nutzen

**Der quelloffene Messenger  
Delta Chat nutzt klassische  
E-Mails zur Kommunikation.  
Er ist Chat-App und Mailclient in  
einem. Wir zeigen, welche Vor-  
teile das bietet, wie Sie mit der  
Software umgehen und welche  
Grenzen der Mailchatclient hat.**

Von Anna Simon

**V**ielzahl und die Wahl zu haben ist schön. Kommunikation fällt allerdings schnell lästig, wenn die einen Freunde auf Signal schwören, die anderen nur Threema oder Telegram nutzen und die neue Bekanntschaft nichts außer WhatsApp kennt.

Im Unterschied zu anderen Messengern vergrößert die Open-Source-Software Delta Chat dieses Problem nicht um einen weiteren Dienst, sondern löst es auf einfache, geradezu souveräne Art: Delta Chat verwendet E-Mails zum Chatten, und eine E-Mail-Adresse hat praktisch jeder. Die App beherrscht Ende-zu-Ende-Verschlüsselung und ist wie jeder Mailtransport de-

zentral und nicht von einzelnen Servern abhängig. Einer ihrer größten Vorteile ist jedoch, dass Delta Chat Messenger und Mailclient in sich vereint.

### Installation und Einrichtung

Von Windows bis Linux und Android bis iOS: Delta Chat gibt es für alle gängigen Betriebssysteme. Einzige Voraussetzung, um das Programm zu nutzen, ist ein IMAP-fähiger Mail-Account. Den stellen praktisch alle E-Mail-Provider zur Verfügung, was das Programm mit deren Servern kompatibel macht. Einen eigenen E-Mail-Account braucht Delta Chat übrigens nicht. Sie können also eine

Frisch aus  
**ct** Nerdistan

bestehende Mail-Adresse nutzen, egal ob Sie die Software nur zum Chatten verwenden möchten oder damit auch herkömmliche Mails bearbeiten wollen.

Wir empfehlen, Delta Chat zuerst auf dem Gerät zu installieren, auf dem Sie am häufigsten E-Mails lesen, zum Beispiel auf Ihrem Smartphone. Verwenden Sie das Programm ein oder zwei Wochen nur auf diesem Gerät. Während dieser Zeit sortieren Sie allmählich Nachrichten in Chat-Threads und normale Mails. Weitere Geräte können Sie dann über einen in die App eingebauten Mechanismus hinzufügen, der auch diese Einstellungen überträgt.

Das Programm einzurichten fällt leicht: Beim ersten Start sehen Sie das Dialogfenster „E-Mail-Konto hinzufügen“. Klicken Sie auf die blau hervorgehobene Schaltfläche „Bei Ihrem E-Mail-Konto anmelden“. Die anderen Optionen können Sie nur dann nutzen, wenn Sie Delta Chat bereits auf einem anderen Gerät eingerichtet haben. Im nächsten Dialog tragen Sie Ihre Mailadresse und Ihr Passwort in die jeweiligen Eingabefelder ein und klicken anschließend rechts unten auf „Login“.

Bei manchen Mailprovidern, beispielsweise Gmail, müssen Sie zuvor ein sogenanntes App-Passwort erstellen und dieses in das Passwortfeld eingeben, zumindest wenn Zwei-Faktor-Authentifizierung (von Google „Bestätigung in zwei Schritten“ genannt) aktiviert ist. Solche Kontoeinstellungen, die man eventuell vor der Programmeinrichtung anpassen muss, beschreibt Delta Chat für viele Mailanbieter auf der Seite [providers.delta.chat](http://providers.delta.chat). Falls die automatische Einrichtung fehlschlägt, klicken Sie weiter unten auf „Erweitert“ und geben die IMAP-Zugangsdaten zu Ihrem E-Mail-Konto manuell ein.

## Erste Schritte

Die aktuelle Version von Delta Chat ist so voreingestellt, dass sie nicht nur Chats anzeigt, sondern auch normale E-Mails, also Nachrichten, die das Programm nicht als Chatnachricht einstuft. Allerdings sehen Sie nur Mails, die Sie nach dem Zeitpunkt der Einrichtung empfangen.

Wenn neue Nachrichten ankommen, erscheinen diese als Liste mit Absendern und Betreffs, wie man sie von den meisten Mail-Apps kennt. Bei Nachrichten von Kontakten, mit denen Sie in Delta Chat noch nicht kommuniziert haben, erscheint rechts das Wort „Anfrage“. Wenn Sie auf eine so gekennzeichnete Nachricht klicken, sehen Sie im nächsten Dialog den

## c't kompakt

- Chatten per Mail klingt seltsam, funktioniert in der Praxis aber gut, ganz ohne zentralen Serveranbieter.
- Weil Delta Chat klassische E-Mails verschickt, erreicht man praktisch jeden über den Messenger.
- Sogar den eigenen Mailclient kann man mit Delta-Chat oft weitgehend ersetzen.

Text der Nachricht. Am unteren Rand befinden sich zwei Schaltflächen: Nach einem Klick auf „Annehmen“, erscheint unten ein Eingabefeld. Dort tippen Sie Ihre Antwort ein und versenden sie über die kleine Schaltfläche mit dem Papierflieger-Symbol. Oberhalb des Eingabefeldes sehen Sie dann den Verlauf Ihrer Korrespondenz, wie Sie es von anderen Chatprogrammen wie WhatsApp kennen.

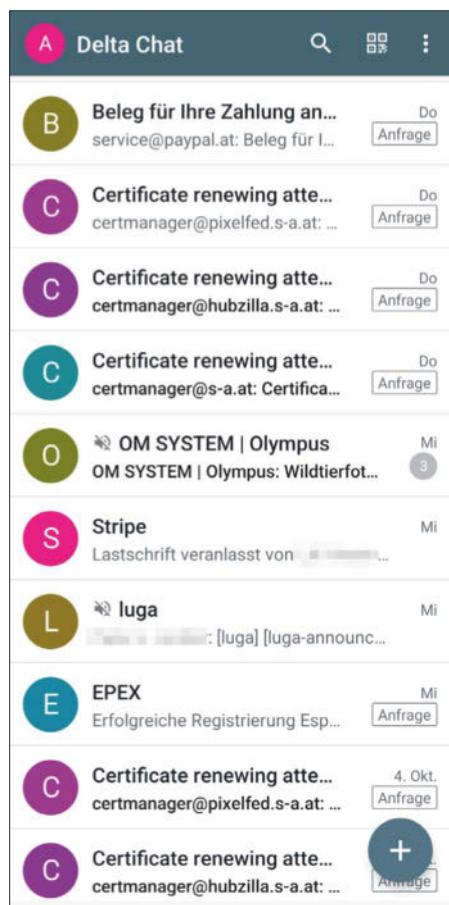
Die andere Schaltfläche ist mit „Blockieren“ oder „Löschen“ beschriftet. Letzteres, wenn es sich um eine Nachricht mit mehreren Empfängern handelt, also um einen Gruppenchat aus Messenger-Sicht. Nach einem Klick auf den Button zeigt Delta Chat Nachrichten von diesem Absender beziehungsweise aus dieser Gruppe nicht mehr an. Auch wenn die Beschriftung es nahelegt: Die Nachrichten werden *nicht* vom Server gelöscht und stehen in anderen Mailprogrammen weiter zur Verfügung.

## Kommunikation initiieren

Um jemandem eine neue Nachricht zu schreiben, klicken Sie im Posteingang rechts unten auf die Plus-Schaltfläche. Im nächsten Dialog geben Sie oben einen Namen oder eine Mail-Adresse ein. Unterhalb davon zeigt Delta Chat Ihre Kontaktliste an (ein Eintrag pro Mailadresse), gefiltert nach dem, was Sie oben eingeben. Falls Sie eine unbekannte Adresse eingeben, bietet Delta Chat die Schaltfläche „Neuer Kontakt“ an. Per Klick darauf oder auf einen bestehenden Kontakt gelangen Sie zum potenziell leeren Gesprächsverlauf mit dem Kontakt. Ganz unten geben Sie Ihre Nachricht ein und schicken sie ab. Die E-Mails von so initiierten Chats und von angenommenen „Anfragen“ verschiebt Delta Chat in den IMAP-Ordner „Delta-Chat“, den es dafür anlegt. So vermüllen die Chatnachrichten nicht Ihren normalen Posteingang.

Sie können so auch mit Leuten chatten, die selbst nicht Delta Chat, sondern ein normales Mailprogramm verwenden. Wenn sie jedoch auch Delta Chat benutzen, dann verschlüsselt das Programm den Chat automatisch per OpenPGP und kennzeichnet Nachrichten durch ein kleines Schlosssymbol unterhalb des Nachrichtentextes. Die Schlüssel generiert Delta Chat und kommuniziert sie über den Autocrypt-Standard. Dadurch klappt die automatische Verschlüsselung grundsätzlich auch, wenn Ihre Gesprächspartner ein anderes Mailprogramm mit Autocrypt-Support nutzen – allerdings ist der Standard nicht sehr weit verbreitet.

Um mit mehreren Teilnehmern zu kommunizieren, erstellen Sie einen Gruppenchat. Dazu klicken Sie im Posteingang wieder auf die Plus-Schaltfläche rechts unten und wählen im nächsten Dialog die Option „Neue Gruppe“. Anschließend geben Sie den Namen der Gruppe ein und fügen Teilnehmer hinzu, indem Sie unten auf „Mitglied hinzufügen“ klicken. Schließen Sie die Aktion mit einem Klick auf die Schaltfläche rechts oben ab.



**Delta Chats Posteingang sieht dem normaler Mailclients sehr ähnlich.**



## Nachrichten zeigt das Programm dagegen wie ein Messenger an.

Gruppenchats sind auch ein Trick, um normale Mails mit einem bestimmten Betreff zu schreiben (denn in 1:1-Chats setzt die App einfach „Nachricht von ...“ als Betreff): Gruppen dürfen auch nur aus zwei Personen bestehen, und Empfänger, die Delta Chat nicht nutzen, sehen den Namen der Gruppe als Betreff der Nachricht.

## Stummschalten und Blockieren

Allgemeine Filterregeln zum Sortieren von Nachrichten in bestimmte Ordner beherrscht Delta Chat nicht. Stattdessen können Sie Chats stummschalten oder löschen sowie Absender blockieren. Wie bereits erwähnt, bleiben Mails beim Blockieren und Löschen auf dem Server erhalten, sie werden also nur in Delta Chat ausgeblendet.

Zum Stummschalten eines Chats öffnen Sie ihn und drücken anschließend auf die Schaltfläche mit den drei Punkten in der rechten oberen Ecke. Im ausklappenden Menü wählen Sie „Stummschalten“ und entscheiden, wie lange Sie den Chat stummschalten möchten. Um einen bestimmten Kontakt (nachträglich) zu blockieren, öffnen Sie einen Einzelchat mit

der Person und klicken Sie oben auf den Kontaktnamen. Alternativ können Sie auch einen Gruppenchat öffnen, an dem die Person teilnimmt, oben auf den Namen der Gruppe klicken und anschließend auf den Kontakt in der Teilnehmerliste klicken. In beiden Fällen sehen Sie nun eine Übersichtsseite zu dem Kontakt. Dort drücken Sie wieder rechts oben die Schaltfläche mit den drei Punkten und wählen den Menüeintrag „Kontakt blockieren“ aus.

Wenn Sie jemanden irrtümlich blockiert haben, öffnen Sie die Einstellungen von Delta Chat. Die finden Sie im Posteingang wieder über die Schaltfläche mit den drei Punkten rechts oben. Navigieren Sie dann zu „Chats und Medien“ und „Blockierte Kontakte“. Nunheben Sie per Klick auf einen Eintrag die Blockade auf.

## Wichtige Einstellungen

In den Einstellungen finden Sie auch die Option, weitere Geräte über einen QR-Code hinzuzufügen. Delta Chat überträgt dann seine kompletten Einstellungen und lokalen Daten per WLAN, die Geräte müssen sich also im selben Netz befinden. Das Feature gilt noch als experimentell, alternativ können Sie in den Einstellungen unter „Chats und Medien“ ein Backup erstellen und es auf dem Zweitgerät wiederherstellen.

Die meisten anderen Einstellungen von Delta können Sie auf der Standardeinstellung belassen. Aber wenn Sie Delta Chat ausschließlich zum Chatten und nicht für Mails allgemein verwenden wollen, setzen Sie unter „Chats und Medien“ den Punkt „Normale E-Mails anzeigen“ auf „Nein, nur Chats“. Dann zeigt das Programm nur Nachrichten an, die es selbst verschickt hat sowie Antworten darauf. Alle anderen Mails können Sie mit einem normalen Mailclient bearbeiten. Interessant sind auch die IMAP-Ordnereinstellungen im Menüpunkt „Erweitert“: Wenn Sie gelegentlich mit einem konventionellen Mail- oder Webmailclient auf Delta-Chat-Nachrichten antworten wollen, dann sollten Sie „Gesendet-Ordner beobachten“ einschalten. So bekommt Delta Chat diese Antworten mit.

Die Option „Automatisches Verschieben in den DeltaChat-Ordner“ sollten Sie aktiv lassen, es sei denn, Sie verwenden ein eigenes Mailkonto nur für Delta Chat. Denn dann landen alle Ihre Chats inklusive der vielen Empfangsbestätigungen, die Delta Chat voreingestellt versendet, im normalen Posteingang und machen diesen sehr unübersichtlich.

## Nachteile

Die alleinige Nutzung von Delta Chat als Chat- und einzige Mail-App empfehlen wir nicht. Zum Verfassen von längeren Texten eignet sich die Bedienoberfläche des Programms nicht, das machen Sie besser mit einem Mailprogramm oder per Webmail. In der Regel muss man aber selten auf ein anderes Programm ausweichen: Während des etwa eineinhalbjährigen Testzeitraums griff die Autorin dieses Artikels ungefähr einmal pro Woche auf eine traditionelle Mailsoftware zurück. Aufpassen müssen Sie, wenn Sie parallel zu Delta Chat einen herkömmlichen Mailclient nutzen und in diesem Filterregeln zum Verschieben von Nachrichten in bestimmte Ordner definiert haben. Dann kann es vorkommen, dass Sie Mails in Delta Chat nicht sehen, weil der andere Mailclient sie aus dem Posteingang entfernt hat. Die einzelnen Ordner eines Mailkontos kann man in Delta Chat nämlich nicht einsehen.

Spamfilter können zu ähnlichen Problemen führen, weil Delta Chat Nachrichten im Spam-Ordner nicht sieht. Umgekehrt kann es auch vorkommen, dass Delta Chat als Spam markierte Mails nicht ausblendet und zusammen mit wichtigen Mails im Posteingang anzeigt. Lästig fällt auch, dass man neue Mails immer auf allen Geräten akzeptieren muss (damit die Anfragekennzeichnung verschwindet), wenn man Delta Chat auf zwei oder mehr Geräten einsetzt.

## Fazit

Delta Chat stellt eine interessante Alternative oder Ergänzung zu traditioneller Chat- und Mailsoftware dar. Gegenüber anderen Messengern sind die wichtigsten Vorteile der App ihre Dezentralität und dass man per E-Mail praktisch jeden erreicht. Ob Delta Chat Ihre Mail-App ganz oder teilweise ersetzen kann, hängt vor allem davon ab, wie Sie E-Mails nutzen.

Einen längeren Blick ist Delta Chat jedenfalls wert. Die App verheiratet die Kommunikationsform Chat und das bewährte Medium E-Mail harmonisch und bietet sogar einige Features, die man bei anderen Messengern vergeblich sucht, etwa kleine „webxdc“-Apps, die man direkt in Chats einbetten und mit Gesprächspartnern nutzen kann. Schade, dass Delta Chat nicht schon vor WhatsApp & Co. existierte.

(syt@ct.de)

**Downloads und Dokumentation:**  
[ct.de/y4np](http://ct.de/y4np)



# DIGITAL DESIGN & UX NEXT

Produktentwicklung, Technologiepotenziale und Gestaltung zusammendenken



Konferenz • München • 16. – 18. April 2024

Ganzheitliches Design und nahtlose User Experience sind die Bausteine für erfolgreiche Produkte.

In Vorträgen und Workshops erfahren Sie, wie Sie **UX Design**, **Produktmanagement** und **Technologiekompetenz** in multidisziplinären Teams integrieren können. Unsere Konferenz bietet Ihnen Einblicke in die **aktuellen Trends** und zeigt praktische Ansätze und **Best Practices**, die Sie in Ihrem eigenen Unternehmen anwenden können.

**Digital Design & UX Next** – das Event-Ereignis für Usability- & UX-Profis, Digital Designer, Requirement Engineers und Product Owner.

[www.dd-ux.de](http://www.dd-ux.de) | Jetzt Frühbucherticket sichern!

Veranstalter



# Schrödingers Wächter

## Windows Defender Credential Guard mit Windows 11 Pro nutzen – oder abschalten

**Eigentlich ist der Sicherheitsmechanismus „Credential Guard“ ein Enterprise-Feature, doch man kann ihn auch auf der Pro-Edition von Windows 11 nutzen – zumindest manchmal, und dann ist er ohne Nachfrage aktiv. Hier erklären wir, wann das der Fall ist, und wie Sie ihn abschalten, wenn es Kompatibilitätsprobleme gibt.**

Von Jan Schüßler

Hin und wieder hat Microsoft eine spezielle Art, ein Feature zu erklären: Man gebe es einfach einer Reihe von Usern, bauke keinen komfortablen Weg ein, um es bei Bedarf abzuschalten, und verstecke am besten auch noch die Dokumentation dazu. So in etwa verhält es sich beim „Windows Defender Credential Guard“, der seit einiger Zeit auch auf Windows 11 in der Pro-Edition laufen kann.

Beim Credential Guard handelt es sich um eine praktische Anwendung dessen, was Microsoft meist als „virtualisierungsbasierte Sicherheit“ (Virtualization Based Security, VBS) oder auch als „hypervisorsgeschützte Codeintegrität“ bezeichnet (Hypervisor-Protected Code Integrity, HVCI). Er hat die Aufgabe, Windows-Anmeldedaten vor unberechtigtem Zugriff zu schützen, die im RAM des lokalen Authentifizierungsdienst-Prozesses lsass.exe liegen (LSASS steht für Local Security Authority Subsystem Service). Kurz gesagt: Ist der Credential Guard aktiv, läuft in einer abgeschotteten virtuellen Maschine (VM) ein zusätzlicher Prozess lsaiso.exe, in dessen RAM Kerberos-, NTLM- und Single-Sign-on-Anmeldedaten liegen. Dieser Prozess kommuniziert nur mit dem regulären lsass.exe des Hosts und bleibt für den Rest des Systems unerreichbar.

Mittels dieser Abschottung blockiert der Credential Guard gängige und bei Kriminellen beliebte Lateral-Movement-Techniken zum Unterwandern von Firmennetzwerken: Dabei würde ein Angreifer zunächst einen oder mehrere Mitarbeiter-PCs kapern, darauf ein Angriffs-Toolkit à la Mimikatz platzieren und sich so lange auf die Lauer legen, bis sich ein Admin, etwa zu Wartungszwecken, leichtsinnigerweise mit den Anmeldedaten eines Domänen-Administratorkontos darauf einloggt. Ist es so weit, landet der Kennwort-Hash im RAM des lsass.exe-Prozesses und kann dort ausgelesen werden – ein sogenannter Pass-the-Hash-Angriff.

Eigentlich ist der Credential Guard eine Funktion, die Microsoft ausschließlich den Enterprise-Editionen von Windows vorbehält. Diese möchte Microsoft gerne allen Unternehmenskunden verkaufen, die eine Windows-Domäne betreiben. Genau dort ist der Credential Guard auch eine sinnvolle Funktion. Und: Microsoft weist selber darauf hin, dass es sich um keinen heiligen Security-Gral handelt, sondern um einen kleinen Baustein, der explizit vor dem eben beschriebenen Angriffsszenario schützt. Vor etlichen ande-

ren schützt er aber nicht, etwa vor Angriffen auf Microsoft- und lokale Benutzerkonten, andere Passwortmanager, Keylogger, sonstige Trojaner und so weiter (siehe auch ct.de/ywpu).

### Pro? Nein. Oder doch?

Mitunter steht der Credential Guard aber auch auf Rechnern mit der Pro-Edition zur Verfügung, sofern es sich mindestens um Windows 11 Version 22H2 handelt. Dummerweise sagt Microsoft gar nicht so genau, wann er dort verfügbar ist und wann nicht, sondern nur vage: zum Beispiel dann, wenn ein Gerät, auf dem mal Windows 11 Enterprise lief, zwischenzeitlich wieder auf Windows 11 Pro uminstalliert wurde.

Ob der Credential Guard nun läuft oder nicht, finden Sie durch Nachschauen heraus. In der App „Windows-Sicherheit“ befindet sich dann im Menü Gerätesicherheit/Kernisolierung ein Unterpunkt namens „Credential Guard“, der allerdings keine Optionen bietet, sondern nur anzeigt, dass die Funktion aktiv ist. Zusätzlich ist die Funktion im bordeigenen Tool „Systeminformationen“ (auch bekannt als msinfo32.exe) in der Zeile „Virtualisierungsbasierte Sicherheit – ausgeführte Dienste“ aufgelistet.

Microsofts Beschreibung konnten wir im Test nachvollziehen. Auf einem Gerät,

Systeminformationen		
Datei	Bearbeiten	Ansicht
Systemübersicht	Element	Wert
Hardwareressourcen	Verfügbarer physischer Speicher	3,97 GB
Komponenten	Gesamter virtueller Speicher	9,05 GB
Softwareumgebung	Verfügbarer virtueller Speicher	5,09 GB
	Größe der Auslagerungsdatei	1,81 GB
	Auslagerungsdatei	C:\pagefile.sys
	Kernel-DMA-Schutz	Ein
	Virtualisierungsbasierte Sicherheit	Wird ausgeführt...
	Virtualisierungsbasierte Sicherheit – erforderliche Sicherheit	Allgemeine Virtualisierungsunterstützung, Sicherer Start, DMA...
	Virtualisierungsbasierte Sicherheit – verfügbare Sicherheit	Durch Hypervisor erzwungene Codeintegrität
	Virtualisierungsbasierte Sicherheit – konfigurierte Dienste	Durch Hypervisor erzwungene Codeintegrität
	Virtualisierungsbasierte Sicherheit – ausgeführte Dienste	Credential Guard, Durch Hypervisor erzwungene Codeintegrität
	Windows Defender-Anwendungssteuerungsrichtlinie	Erzwungen
	Windows Defender-Anwendungssteuerungs-Richtlinie für...	Überwachung
	Unterstützung der Geräteverschlüsselung	Erweiterung zum Anzeigen erforderlich

Das Windows-Bordmittel msinfo32.exe verrät, ob der Credential Guard läuft.

auf dem zuvor nur Windows 11 Pro installiert war, und auf dem daher auch kein Credential Guard lief, haben wir Microsofts kostenlose 90-Tage-Testversion „Windows 11 Enterprise Evaluation“ installiert und geprüft, dass die Funktion auch aktiv ist. Danach haben wir alle Partitionen auf der internen SSD gelöscht (per „clean“-Kommando in der Laufwerksverwaltung Diskpart) und wiederum Windows 11 Pro sauber neu installiert – und siehe da: Auf der Pro-Edition läuft der Credential Guard nun auch.

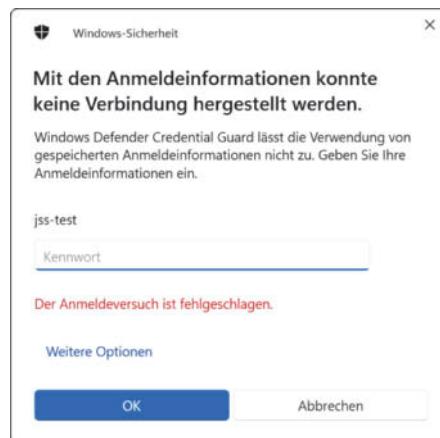
Die Information, dass auf der betreffenden Hardware einmal eine Enterprise-Edition installiert war und der Credential Guard folglich auch unter Windows 11 Pro laufen darf, speichert Windows offenbar nicht auf dem Aktivierungsserver, sondern in der UEFI-Firmware. Denn: msinfo32.exe meldet bereits beim Windows-Einrichtungsvorgang, ob der Credential Guard läuft oder nicht – bevor man überhaupt eine Netzwerkverbindung hergestellt hat.

## Pro und Contra

Wer mit Windows 11 Pro den Credential Guard ausdrücklich aktivieren will, kann sich also eines Tricks bedienen, um ans Ziel zu kommen: einmal eine Enterprise-Testversion und danach wieder die Pro-Edition installieren. Praxistauglich ist dieser kleine Schlenker allerdings nur, wenn man den PC sowieso gerade sauber neu installieren möchte. Und es gibt auch keine Garantie dafür, dass der Credential Guard mit Windows 11 Pro dauerhaft aktiv bleibt. Ein BIOS-Update könnte die Information zum Beispiel überschreiben.

Ohnehin bringt der Credential Guard auf dem Rechner zu Hause kein nennenswertes Sicherheitsplus. Er ist eben ausdrücklich auf Angriffsszenarien innerhalb von Firmennetzwerken zugeschnitten. Auf dem heimischen Einzelplatz-PC vermittelt er hingegen eher ein gutes Gefühl als einen echten Sicherheitsgewinn.

Credential Guard kann darüber hinaus durchaus negativ auffallen, etwa dann, wenn ältere Programme mit Windows- oder Netzwerk-Anmeldeinformationen hantieren und das Sicherheitsfeature dazwischenfunkt. Single-Sign-on-Mechanismen werden etwa gestört, wenn sie auf dem MSCHAP-, WDigest- oder NTLMv1-Protokoll fußen, ebenso einige Kerberos-basierte Authentifizierungen (komplette Liste via [ct.de/ywpu](http://ct.de/ywpu)). Hier und dort be-



**Der Credential Guard unterbindet die eine oder andere Funktion im Zusammenhang mit gespeicherten Anmeldedaten. Wird das zu nervig, kann man ihn auch abschalten.**

trifft das auch Windows-Bordmittel, beispielsweise den Client für die Remote-desktop-Verbindung, wenn man RDP-Verbindungsdateien mit hinterlegtem Kennwort aufruft. Das Kennwort ist dann nicht nutzbar und muss bei jeder Verbindung erneut eingetippt werden.

## Credential Guard abschalten

Auf die möglichen Probleme, die die Funktion verursachen kann, weist Microsoft selbst in der Dokumentation auf Microsoft Learn hin (siehe [ct.de/ywpu](https://ct.de/ywpu)). Deswegen kann man die Funktion auch abschalten, was je nach Konfiguration mit ein paar Klicks erledigt ist oder aber einen tieferen Eingriff erfordert.

Im einfacheren Fall lässt sich der Credential Guard per Gruppenrichtlinie abschalten. Dazu öffnen Sie den Gruppenrichtlinien-Editor per Windows-Taste, gedit.msc, Eingabetaste. Navigieren Sie in den Ordner „Computerkonfiguration/Administrative Vorlagen/System/Device Guard“. Doppelklicken Sie auf die Richtlinie „Virtualisierungsbasierte Sicherheit aktivieren“, setzen Sie sie auf „Aktiviert“ und danach das Element „Credential-Guard-Konfiguration“ auf „Deaktiviert“. Bestätigen Sie mit OK und starten Sie den Rechner neu.

Ist der Credential Guard danach noch aktiv, dann deshalb, weil es auch in der UEFI-Startkonfiguration festgelegt ist. Dann brauchen Sie zusätzlich noch ein wenig Kommandozeilenpoesie, um ihn abzuschalten. Die besteht aus acht Befehlen, die Sie in ein Windows-Terminal mit Administratorrechten eintippen und – je-

weils Befehl für Befehl – per Eingabetaste bestätigen:

```
mountvol X: /s
```

```
copy %WINDIR%\System32\SecConfig.efi ↪
X:\EFI\Microsoft\Boot\SecConfig.efi ↪
/Y
```

```
bcdedit /create {0cb3b571-2f2e-4343- ↪
a879-d86a476d7215} /d "DebugTool" ↪
/application osloader
```

```
bcdedit /set {0cb3b571-2f2e-4343- ↪
a879-d86a476d7215} path "\EFI\Micro ↪
soft\Boot\SecConfig.efi"
```

```
bcdedit /set {bootmgr} bootsequence ↪
{0cb3b571-2f2e-4343-a879- ↪
d86a476d7215}
```

```
bcdedit /set {0cb3b571-2f2e-4343- ↪
a879-d86a476d7215} loadoptions ↪
DISABLE-LSA-ISO
```

```
bcdedit /set {0cb3b571-2f2e-4343- ↪
a879-d86a476d7215} device ↪
partition=X:
```

```
mountvol X: /d
```

Wenn Sie es einfacher haben möchten: Über ct.de/ywpu finden Sie eine Batch-Datei, die alle acht Kommandos in einem Rutsch anwendet. Laden Sie sie herunter und entpacken Sie sie, klicken Sie mit der rechten Maustaste darauf und dann auf „Als Administrator ausführen“ und starten Sie den Rechner danach neu. Während des Neustarts müssen Sie den UEFI-Eingriff noch einmal ausdrücklich per Windows-Taste oder F3 bestätigen. Danach sollte der Credential Guard nicht mehr laufen.

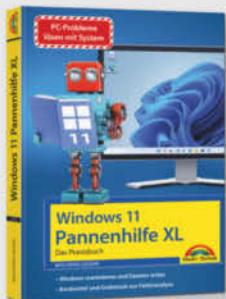
## Fazit

Auf einigen Systemen mit Windows 11 Pro ist der Credential Guard aktiv, obwohl er eigentlich der Enterprise-Edition vorbehalten ist. In Windows-Domänen ist die Funktion durchaus ein sinnvoller Schutz vor Pass-the-Hash-Angriffen. Außerhalb von Domänen ist er nett zu haben, bringt aber auch keinen nennenswerten Sicherheitsgewinn. Wenn der Credential Guard Probleme mit Ihrer Software macht und Ihr PC nicht in eine Firmenumgebung eingebunden ist, können Sie die Funktion guten Gewissens abschalten. (jss@ct.de) ct

**Credential-Guard-Doku: [ct.de/ywpu](http://ct.de/ywpu)**

# 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 €

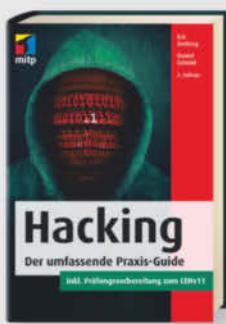


Brian Svidergol, Bob Clements, Charles Pluta

### 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.

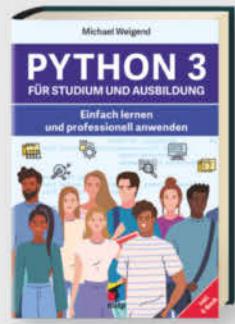
49,90 €



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.

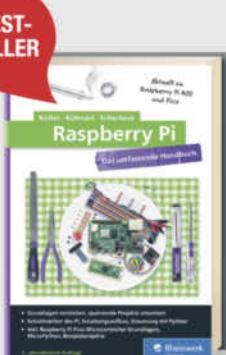
19,95 €



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 €



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](http://shop.heise.de/highlights2023)

© Copyright by Heise Medien

**PORTOFREI AB 20 € BESTELLWERT INNERHALB DEUTSCHLANDS**

# ...und Nerds



[shop.heise.de/highlights2023](https://shop.heise.de/highlights2023)

## 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 €



### JOY-IT DSO-138 M mini Oszilloskop

Das Mini- Oszilloskop mit einer Bildschirmgröße von 2,4“ kann per USB oder Akku betrieben werden. Eine Verbesserung ist der externe Triggereingang, welcher TTL- und LVTTL-Signale als Quelle akzeptiert und serielle Ausgabe von Wellenformdaten.

54,90 €



### Die Reise mit dem micro:bit V2

Mit der Electronic Adventure Experimentier-Box ab 8 Jahren lernt man in aufeinander aufbauenden Lektionen wie sich auf Basis des BBC micro:bit spannende Experimente verwirklichen lassen.

49,90 €



### REINER SCT Authenticator

Der REINER SCT Authenticator speichert die elektronischen Schlüssel für die Logins sicher in seiner Hardware und generiert die TOTP-Einmalpasswörter hochgenau alle 30 Sekunden. Er arbeitet ohne Internetverbindung und kann deshalb online nicht angegriffen werden. Zusätzlich kann seine Funktion noch mit einem PIN-Schutz abgesichert werden.

44,90 €

# Das Recht zu wissen

## Gerichte präzisieren datenschutzrechtliche Auskunftspflichten

**Alle Bürger in der EU haben das Recht zu erfahren, wo welche personenbezogenen Daten über sie herumliegen. Die DSGVO gewährt einen umfangreichen Auskunftsanspruch, und die Gerichte klären immer mehr Details zu diesem Recht – meist zugunsten der Betroffenen.**

Von Joerg Heidrich

Das Recht auf Auskunft nach Artikel 15 der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) gilt als elementarer Baustein des Gesetzes. Denn nur wer weiß, welche personenbezogenen Daten über ihn gespeichert sind, kann weitere Ansprüche erheben, beispielsweise die Löschung dieser Daten. Die DSGVO definiert keinerlei besondere Voraussetzungen für den Anspruch: Auch aus datenschutzfremden Motiven oder reiner Neugier heraus gestellte Anfragen müssen Datenverarbeiter, also die nach DSGVO „Verantwortlichen“, beantworten.

Art. 15 DSGVO gewährt das Recht auf vollständige Information über alle personenbezogenen Daten, die der Verantwortliche über die anfragende Person bei sich vorhält. Gerade bei langjährigen Kundenbeziehungen oder Arbeitsverhältnissen kann da einiges zusammenkommen, und zwar auch in abgelegenen Ecken der IT-Landschaft. Unternehmen tun also gut daran, diese Daten so zu strukturieren, dass sie sie später ohne allzu großen Aufwand zusammentragen können.

Inhaltlich handelt es sich bei Art. 15 DSGVO um eine recht komplexe Vorschrift, die nicht nur das „Was“ einer Auskunftserteilung, sondern auch das „Ob“ und das „Wie“ regelt. In den letzten Jahren haben sich viele Gerichte in den EU-Mitgliedsstaaten mit deren Ausle-

gung beschäftigt. 2023 musste auch der Europäische Gerichtshof (EuGH) als höchste Instanz mehrfach Fragen von nationalen Gerichten zu Art. 15 beantworten.

### Kostenfreie Auskunft

In der jüngsten Entscheidung des Gerichts vom 26. Oktober (Az. C-307/22) ging es um die Frage, ob ein Patient einen Anspruch darauf hat, von seiner Zahnärztin kostenlos eine Kopie seiner Patientenakte zu erhalten. Die hatte er angefordert, um anschließend Haftungsansprüche wegen Behandlungsfehlern geltend zu machen. Die Ärztin hatte eine Gratisauskunft verweigert und Geld für die Kopie der Akte verlangt.

In seiner Entscheidung stellte der EuGH fest, dass die DSGVO dem Patienten das Recht einräumt, eine Erstkopie seiner Patientenakte zu erhalten – und zwar grundsätzlich kostenlos. Er müsse seinen Antrag nicht begründen. Auch zum Umfang des Auskunftsrechts äußerte sich der EuGH: Der Patient habe das Recht, eine vollständige Kopie aller in seiner Patientenakte enthaltenen Dokumente zu

erhalten. Dazu gehörten im konkreten Fall Informationen wie Diagnosen, Untersuchungsergebnisse, Befunde der behandelnden Ärzte und Angaben zu Behandlungen oder Eingriffen.

Einen ähnlichen Sachverhalt hatte der EuGH im Juni 2023 entschieden (Az. C-579/21). Dem Urteil zufolge umfasst das Auskunftsrecht auch Informationen darüber, wann und aus welchen Gründen auf die personenbezogenen Daten des Betroffenen zugegriffen wurde. Es ging um einen Fall aus Finnland. Ein ehemaliger Bankangestellter hatte erfahren, dass mehrere Mitarbeiter der Bank auf seine Daten zugegriffen hatten. Da er bezweifelte, dass diese Abfragen rechtmäßig waren, verlangte er Auskunft dazu. Der EuGH stellte in seinem Urteil fest, dass das Auskunftsrecht Zeitpunkt und Zweck der Abfragen umfasst, jedoch die Identität von Abfragenden nicht offengelegt werden muss.

### Hinreichende Identifizierung

Das Auskunftsrecht nach Art. 15 DSGVO enthält eine immanente Hürde, mit der sich Gerichte immer wieder beschäftigen

**Die Datenschutzbehörde NRW informiert ausführlich darüber, wie man sich für eine Datenschutz-Selbstauskunft mit einer teilgeschwärzten Kopie des Personalausweises identifizieren sollte.**



müssen: Wie muss sich der Anfragende bei schriftlichen Ersuchen identifizieren, damit der Verantwortliche hinreichend sicher sein kann, keine personenbezogenen Daten in die Hände unberechtigter Dritter zu geben?

Allgemein zugängliche Daten wie Namen oder E-Mail-Adressen reichen dafür in den meisten Fällen nicht aus. Der Verantwortliche muss weitere Angaben wie die Kundennummer oder die Anschrift erfragen. Das Verwaltungsgericht (VG) Berlin etwa hat in einer Entscheidung vom April 2023 (Az. 1 K 227/22) dazu die Abfrage des Geburtsdatums zur Identifikation gegenüber einer Behörde für zulässig erachtet.

Anfragende können ihre Identität auch nachweisen, indem sie eine teilgeschwärzte Ausweiskopie mitschicken. Umgekehrt dürfen Verantwortliche dies aber nicht grundsätzlich voraussetzen, bevor sie Auskunft erteilen. So musste ein spanisches Unternehmen im Jahr 2022 ein Bußgeld in Höhe von 240.000 Euro zahlen, weil es den Zugang zu Kundendaten grundsätzlich nur dann gewährt hatte, wenn der Betroffene seine Identität mit einer vollständigen Kopie seines Personalausweises und seiner Versicherungskarte nachgewiesen hatte.

Um beiden Seiten das Prozedere zu erleichtern, stellen einige deutsche Datenschutzbehörden Muster für Auskunftsersuchen und Muster für eine Auskunft bereit (siehe ct.de/yf29). Die DSGVO setzt in Art. 12 Abs. 3 außerdem Fristen. Unternehmen müssen innerhalb eines Monats nach Eingang des Antrags Auskunft erteilen. Diese Frist kann sich um weitere zwei Monate verlängern, falls dies unter Berücksichtigung der Komplexität und der Anzahl der Anfragen erforderlich ist. Wichtig dabei: „Der Verantwortliche unterrichtet die betroffene Person innerhalb eines Monats nach Eingang des Antrags über eine Fristverlängerung, zusammen mit den Gründen für die Verzögerung.“

## Missbrauch des Rechts

Art. 15 DSGVO stellt hohe Anforderungen an die auskunftspflichtige Stelle. Unternehmen und Behörden müssen einen Überblick über alle gespeicherten Daten haben und diese gegebenenfalls innerhalb eines Monats zusammenstellen können. In arbeitsrechtlichen Prozessen ist es üblich geworden, dass der Arbeitnehmer immer auch einen Auskunftsanspruch

## Auskunftsrecht

Welche Informationen dem Anfragenden zusätzlich zu den Daten selbst mitzuteilen sind, ergibt sich aus Artikel 15 DSGVO:

- Verarbeitungszwecke
- Kategorien personenbezogener Daten, die verarbeitet werden
- die Empfänger oder Kategorien von Empfängern, gegenüber denen die personenbezogenen Daten offengelegt worden sind oder noch offengelegt werden
- die geplante Dauer, für die die personenbezogenen Daten gespeichert werden, oder, falls dies nicht möglich ist, die Kriterien für die Festlegung dieser Dauer
- falls die personenbezogenen Daten nicht bei der betroffenen Person erhoben werden: alle verfügbaren Informationen über die Herkunft der Daten
- das Bestehen einer automatisierten Entscheidungsfindung einschließlich Profiling gemäß Artikel 22
- die geeigneten Garantien gemäß Artikel 46 im Zusammenhang mit der Übermittlung von Daten in ein Drittland

sehr hohe Hürden angesetzt. Nur bei „offensichtlich unbegründeten oder exzessiven Anträgen“ (Art. 12 Abs. 5 DSGVO) einer betroffenen Person kann der Verantwortliche entweder ein Entgelt für die Auskunft verlangen oder die Auskunft verweigern.

Ausnahmsweise kann der Verantwortliche die Auskunft verweigern, wenn sie mit anderen Rechten kollidiert. Dies können Datenschutzrechte anderer Personen sein, aber auch Geschäftsgeheimnisse oder Rechte am geistigen Eigentum. Nach Auffassung des Europäischen Datenschutzausschusses (EDSA) müssen Verantwortliche außerdem Anfragen nicht beantworten, wenn diese offensichtlich irrtümlich gestellt wurden.

## Schadenersatz droht

Wenn Verantwortliche einem Auskunftsersuchen nicht oder zu spät nachkommen, drohen teilweise empfindliche Bußgelder. Davon zeugt die lange Liste an Strafen, die Datenschutzbehörden bereits verhängt haben. So musste im Jahr 2021 ein Unternehmen aus Rheinland-Pfalz satte 60.000 Euro zahlen.

Noch länger ist allerdings die Liste der Urteile, in denen Gerichte den Betroffenen Schadenersatzansprüche nach Art. 82 DSGVO (Haftung und Recht auf Schadenersatz) zugesprochen haben. In den meisten dieser zivilgerichtlichen Entscheidungen ging es um Beträge zwischen 100 und 1000 Euro. Die Arbeitsgerichte (AG) gewährten zum Teil deutlich höhere Beträge. Den Rekord dürfte derzeit das AG Oldenburg (Az. 3 Ca 150/21) halten. Dieses sprach im Februar 2023 dem Ex-Mitarbeiter eines Unternehmens einen Schadenersatz von sage und schreibe 10.000 Euro zu.

Dass die Summe so hoch ausfiel, hatte sich der Arbeitgeber aber zu einem guten Teil selbst zuzuschreiben. Denn er hatte die Auskunft zunächst komplett verweigert und schließlich erst 20 Monate später einzelne Unterlagen vorgelegt. In seiner Urteilsbegründung verwies das Gericht vor allem auf den präventiven Charakter der Schadenersatzsumme. Nicht nur wegen dieser Sanktionen ist jedes Unternehmen daher gut beraten, einen automatisierten Auskunftsprozess einzurichten, der eine vollständige Auskunft innerhalb der gesetzlichen Monatsfrist ermöglicht.

(hob@ct.de) ct

**Erwähnte Mustervorlagen:** [ct.de/yf29](http://ct.de/yf29)

# Tipps & Tricks

# Sie fragen – wir antworten!

## Android 14 und WLAN mit 802.1X/Radius

**?** Ich habe ein neues Smartphone mit Android 14 bekommen und nun Probleme, es mit dem Firmen-WLAN zu verbinden. Android akzeptiert das vom Access-Point vorgelegte Zertifikat nicht, sodass die Anmeldung mit Nutzernamen und Passwort scheitert. Aber es kann doch nicht sein, dass eine solch verbreitete Authentifizierungsmethode nicht mehr funktioniert. Wie komme ich weiter?

**!** Zwar kann man Android 14 beim Verbinden mit einem 802.1X/Radiusgeschützten WLAN (WPA2/3-Enterprise) nicht mehr anweisen, das Zertifikat zu ignorieren. Sie können Android aber sagen, dass es das Zertifikat „Bei der ersten Verwendung als vertrauenswürdig“ einstuft.

Tippen Sie dazu beim Einrichten der Verbindung auf den Ausklapper für das „CA-Zertifikat“ (siehe Screenshot) und wählen Sie die entsprechende Option. Bei „Identität“ tragen Sie wie gewohnt Ihren Nutzernamen ein, das „Passwort“ ist wohl

selbsterklärend. Wir mussten im Redaktions-WLAN noch die Vorgabe „anonymous“ bei „Anonyme Identität“ löschen, damit die Verbindung klappte. Nach dem Klick auf „Verbinden“ baut Android die Verbindung auf und fragt dabei per Popup, ob das Netz vertrauenswürdig ist. Bestätigen Sie das mit einem Tipp auf „Ja, verbinden“ und schon sollten Sie Zugang haben. (ea@ct.de)

## Wie viel Internet-Tempo brauche ich?

**?** Ich möchte einen möglichst preiswerten Internetanschluss. Die günstigsten Angebote, die für mich infrage kommen, haben 50 Mbit/s. Kann ich damit auch Filme in hoher Auflösung streamen oder sollte ich mir doch lieber 100 Mbit/s oder mehr dafür holen?

**!** Mit 50 Mbit/s kommen Sie schon ziemlich weit. Für Full-HD-Videos empfehlen alle gängigen Video-Streaming-Dienste eine Mindestdatenrate von 5 bis 8 Mbit/s. Die 50 Mbit/s reichen also

vollkommen problemlos auch für mehrere Streams gleichzeitig.

Anders sieht es bei 4K-Inhalten aus: Dafür empfehlen die Anbieter Datenraten von 25 bis 40 Mbit/s, für einen Stream reicht also ein 50 Mbit/s-Anschluss gerade noch aus. Aber das muss nicht so bleiben: Sony beispielsweise hat für Käufer seiner Bravia-Fernseher einen eigenen Streamingdienst eingerichtet, Bravia Core. Dieser überträgt Inhalte in besonders hoher Qualität mit bis zu 80 Mbit/s – in diesem speziellen Fall wären 50 Mbit/s tatsächlich schon zu wenig.

Unter einer knapp bemessenen Datenrate leidet auch der Komfort. Das Puffern, bevor ein Stream starten kann, ist mit einem schnelleren Anschluss spürbar zügiger erledigt. An langsamem Anschlüssen kann zu Beginn des Streamens stattdessen oder zusätzlich die Datenrate reduziert sein, sodass Details fehlen. Reicht die Datenrate für eine bessere Qualität, wird die Auflösung dann aber in aller Regel nach kurzer Zeit automatisch erhöht.

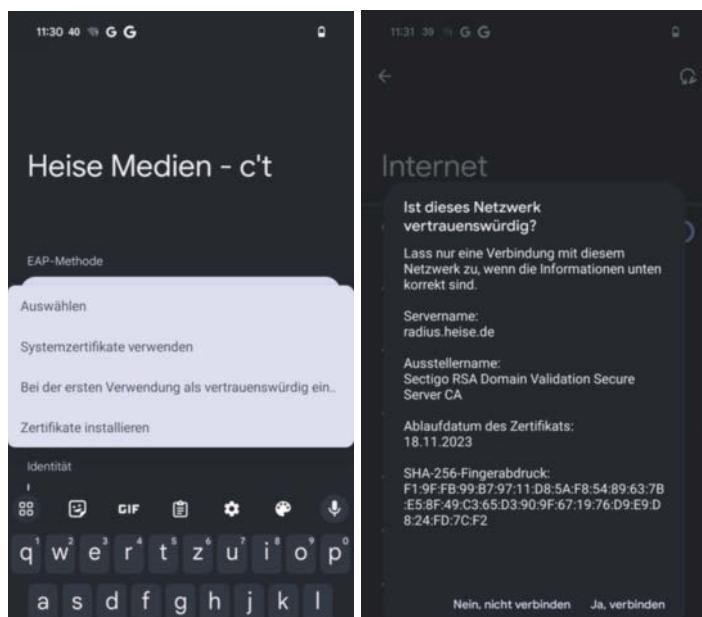
(uma@ct.de)

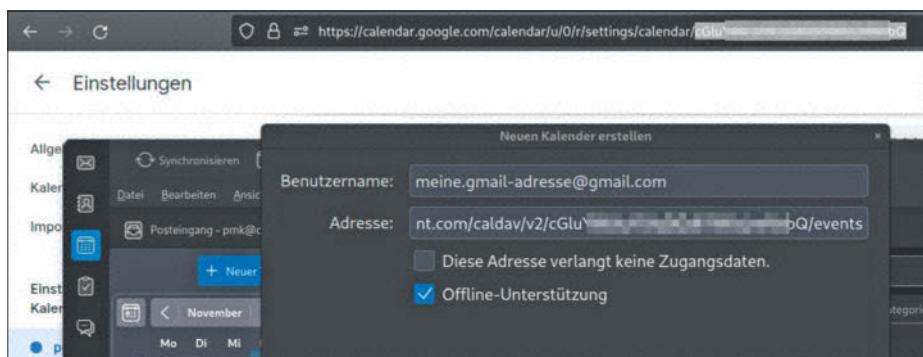
## Google-Kalender in Thunderbird

**?** Ich verwende Thunderbird und bekomme öfter E-Mails mit Termineinladungen. Als Kalender nutze ich den von Google. Da ich ihn als iCal in Thunderbird eingebunden habe, ist er nur lesbar und ich kann die Einladungen nicht automatisch in den Kalender eintragen. Geht das auch schreibbar?

**!** Ja das geht, allerdings nicht mit dem iCal-Link, den Google in den Kalender-Einstellungen anzeigt. Es geht mit CalDAV, was Google aber seltsamerweise nicht im Interface anzeigt. Mit diesen geheimen Tricks kommen Sie zum Ziel:

Öffnen Sie zuerst die Einstellungen Ihres Google-Kalenders. Die finden Sie über das Kontextmenü mit den drei Punk-





**Google zeigt die Kalender-ID, die Sie für die CalDAV-URL brauchen, nicht direkt an. Sie finden Sie aber hinter dem letzten Slash der URL der Einstellungsseite.**

ten in der Webversion von Google Calendar. Je nach Browser zeigt die Webseite die drei Punkte erst an, wenn Sie mit der Maus über dem Kalendereintrag schweben, darauf tippen oder das Einstellungsmenü ist über das kleine Zahnradsymbol oben rechts zugänglich. In diesem Einstellungsmenü finden Sie eine iCal-Adresse, aber keine CalDAV-URL. Die können Sie sich aber selbst zusammenbauen, wenn Sie die Kalender-ID wissen, die Google nur indirekt anzeigt. Beim Öffnen der Einstellungen hat das Webinterface nämlich die URL geändert. Wenn das Einstellungsmenü angezeigt wird, ist die Kalender-ID der Teil der URL hinter dem letzten Slash in der Adresszeile.

Mit dem Wissen um diese ID öffnen Sie Thunderbird und fügen einen neuen Kalender hinzu. Wählen Sie „Im Netzwerk“ und tragen Sie Ihre GMail-Adresse als Benutzername ein. Die CalDAV-URL gehört in das Feld darunter und sie lautet: <https://apidata.googleusercontent.com/caldav/v2/<calid>/events>. Ersetzen Sie <calid> durch die ID aus der Adressleiste von den Kalendereinstellungen (siehe Screenshot). Danach müssen Sie sich bei Google anmelden und Thunderbird den Zugriff erlauben. Sobald das geklappt hat, können Sie auswählen, welche Google-Kalender Sie hinzufügen wollen. Das können mehrere sein, die dann alle in der Liste auf der linken Seite von Lightning, dem Kalender-Modul von Thunderbird, auftauchen.

Sobald Ihr Terminkalender hinzugefügt ist, können Sie nun ebenfalls über die drei Punkte ein Kontextmenü öffnen, Einstellungen auswählen und im Einstellungsfenster die Option „Clientseitige, E-Mail-basierte Terminplanung bevorzugen“ auswählen. Falls Sie den Google-Kalender nicht über CalDAV, sondern über das Gmail-Provider-Plug-in eingebunden haben, fehlt diese Checkbox und Thun-

derbird scheitert daran, Termine automatisch einzutragen. Nutzen Sie also lieber CalDAV ohne Plug-in. (pmk@ct.de)

## Maximale Kapazität einer Nachrüst-SSD

❓ In meinem Notebook steckt eine M.2-SSD der Bauform 2280 (8 Zentimeter lang) mit PCIe 3.0 x4 (NVMe). Laut Hersteller ist maximal 1 TByte Kapazität möglich. Kann ich auch eine mit 2 oder 4 TByte einbauen?

❗ Die Bauform einer M.2-SSD, die PCIe-Generation, die Anzahl der PCIe-Lanes und die Speicherkapazität haben nicht direkt etwas miteinander zu tun.

Allerdings kann es sein, dass in ein bestimmtes Gerät nur eine M.2-SSD passt, die nur auf der Oberseite (einseitig) Chips trägt – also keine, die auch unten bestückt ist (doppelseitig). Das beschränkt die Kapazität: Es passen schlachtweg weniger Chips drauf. Weil aber NAND-Flash-Chips mit jeder Generation immer mehr Daten speichern, kann man heute auch M.2-SSDs mit 2 TByte einseitig bestücken – früher waren dazu mehr Chips nötig, es mussten welche auf die Unterseite.

Zudem gibt es Einschränkungen durch Validierung und Support: Vielleicht hat der Hersteller das Gerät seinerzeit eben nur mit SSDs bis maximal 1 TByte Kapazität getestet. Wenn es ein mehrere Jahre altes Gerät ist, gab es zum Zeitpunkt der Entwicklung vielleicht noch gar keine SSDs mit höherer Kapazität. Dann bedeutet die Einschränkung: Wenn Sie mehr einbauen, ist das Ihr eigenes Risiko.

Apropos mehrere Jahre alt: Speziell, wenn es sich um ein älteres Windows-Gerät handelt, bootet das im BIOS-kompatiblen Modus. Dafür muss der Bootloader

auf einem Speichermedium mit Master Boot Record (MBR) liegen. Und damit sind höchstens 2 TByte möglich. Moderne Windows-11-Systeme booten dagegen im UEFI-Modus, das Speichermedien als GPT (Globally Unique Identifier, kurz GUID Partition Table) einbindet. Dort spielt diese Einschränkung keine Rolle.

Noch ein Hinweis: PCIe ist auf- und abwärtskompatibel. Eine NVMe-SSD mit PCIe-4.0-Controller läuft auch in einem PCIe-3.0-Slot und umgekehrt. Allerdings liefert eine PCIe-4.0-SSD in einem PCIe-3.0-Slot womöglich nicht ihre maximale Datentransferrate. (ciw@ct.de)

## TV-PIN zurücksetzen

❓ An meinem Samsung-Fernseher haben wir eine PIN eingestellt, um die Kindersicherung für TV-Sender einzurichten, und, wie zu erwarten war, die PIN anschließend vergessen. Jetzt brauche ich sie aber für einen Reset. Komme ich da irgendwie ran?

❗ Sie können die PIN Ihres Samsung-TVs nach dem Einschalten mit dieser Tastenfolge auf der Fernbedienung auf 0000 zurücksetzen: stumm – lauter – zurück – leiser – zurück – lauter – zurück.

Auf der Smart Remote drücken Sie anstelle der Stumm-Taste einmalig die Lautstärkewippe, für „laut“ und „leiser“ schieben Sie die Lautstärkewippe nach oben beziehungsweise unten, „zurück“ ist das Pfeil-Symbol links oberhalb der Lautstärkewippe.

Es wird währenddessen nichts am TV eingeblendet, erwarten Sie also keinerlei Rückmeldung. Ob es geklappt hat, erfahren Sie erst mit der regulären Eingabe von 0000 etwa im Einstellungsmenü zur Kindersicherung. Falls sich nichts geändert hat, versuchen Sie es einfach noch mal. (uk@ct.de)

Fragen richten Sie bitte an

ct [hotline@ct.de](mailto:hotline@ct.de)

f [c't Magazin](#)

t [@ctmagazin](#)

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter [www.ct.de/hotline](http://www.ct.de/hotline).

# FAQ

# Das neue Outlook

**Nach langer Zeit der Ankündigung und des Ausprobierens in den diversen Insiderkanälen von Microsoft steht das neue Outlook nunmehr nahezu allen Windows- und macOS-Nutzern zur Verfügung. Die wie üblich lückenhafte und oft missverständliche Kommunikation aus Redmond wirft dabei viele Fragen auf.**

Von Stefan Wischner

## Neues Outlook?

Was ist das neue Outlook?

Wie das namengebende Vorbild aus Microsoft Office ist das neue Outlook ein kombiniertes E-Mail-, Kalender- und Adressprogramm. Unter Windows ab 10 ersetzt es die separaten Apps „Mail“, „Kalender“ und „Kontakte“. Diese stützen sich aber auf das von Microsoft abgekündigte UWP-Framework (Universal Windows Platform), während das neue Outlook auf WebView2, also eine Webbrowserbasis setzt. Es soll vor allem die Bedienoberfläche unter Windows, macOS und im Webbrower vereinheitlichen. Das neue Outlook wird für alle Windows- und macOS-Nutzer angeboten, steckt aber noch in der Entwicklung und ist beileibe noch nicht fertig.

## Woher?

Wie bekomme ich das neue Outlook?

Unter Windows 11 23H2 sollte das neue Outlook automatisch eingerichtet sein. Ansonsten finden Sie im (Office-)Outlook für Windows und macOS und in der Windows-Mail-App oben einen Schalter mit der Beschriftung „Das neue Outlook“. Legen Sie den um, wird das neue Outlook geöffnet beziehungsweise zunächst heruntergeladen. Sollte dieser Schalter fehlen, können Sie das neue Outlook auch aus dem Microsoft-Store installieren. Keine Sorge: Weder dem installierten „klassischen“ Outlook noch den Windows-eigenen Mail-, Kalender- und Kontakte-Apps passiert dabei etwas. Sie bleiben parallel aktiv und voll funktionsfähig.

## Kostenlos

Kostet das neue Outlook etwas?

Nein, wie die Vorgänger-Apps ist das neue Outlook Bestandteil der Windows-Installation und somit kostenfrei. Grundsätzlich benötigen Sie dafür also weder ein Microsoft-365-Abo noch eine MS-Office-Einzellizenz.

## On-premise Exchange

Wir nutzen im Unternehmen einen On-premise Exchange-Server. Wird der vom neuen Outlook unterstützt?

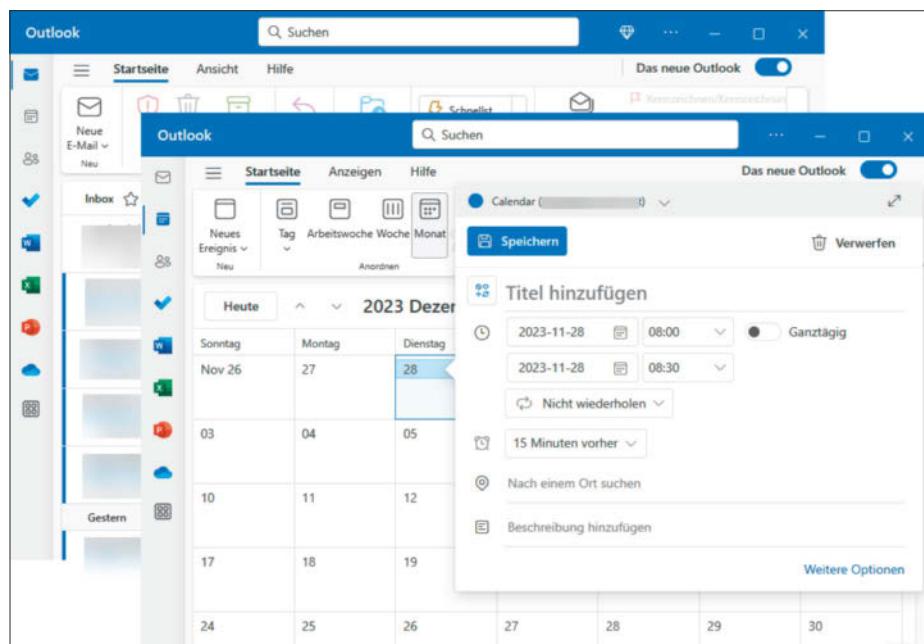
Bislang nicht. Microsoft stellt die Unterstützung von eigenen Exchange-Servern im neuen Outlook sowohl unter Windows als auch unter macOS ab Juli 2024 in Aussicht.

## Kein Ersatz für das Office-Outlook

Was passiert mit meinem klassischen Outlook aus dem Office-Paket?

Microsoft hat alleine durch die Bezeichnung „Das neue Outlook“ wieder einmal viel Verwirrung gestiftet, ähnlich wie schon mit den diversen Teams-Varianten und -Versionen. Die Bezeichnung „Das neue Outlook“ erweckt den Eindruck, dass das gewohnte Outlook aus dem Office-Paket beziehungsweise MS-365-Abonnement durch das neue Outlook ersetzt wird.

Das ist nicht der Fall. Tatsächlich soll das neue Outlook derzeit nur die Windows-eigenen UWP-Apps Mail, Kalender und Kontakte ersetzen. Langfristig plant Microsoft wohl, auch das klassische Of-



Unter der Haube ist das neue Outlook eine Webanwendung und soll Aussehen und Bedienung auf allen Plattformen inklusive Webbrower vereinheitlichen.

fice-Outlook auszutauschen. Microsoft selbst äußert sich zwar nicht zu einem Zeitplan, viele Experten gehen aber davon aus, dass dies nicht vor 2025 geschehen wird. Schon aufgrund des derzeitigen Entwicklungsstandes, der offenen Datenschutzfragen (siehe letzte Frage in dieser FAQ) und diversen Erfahrungen der Vergangenheit teilen wir diese Einschätzung.

## Outlook-Add-ins

**?** Funktionieren meine Add-ins fürs Office-Outlook auch im neuen Outlook?

**!** Vielleicht. Das hängt von der dem jeweiligen Add-in zugrundeliegenden Architektur ab. Im klassischen Outlook für Windows laufen außer den auf Webtechnologien basierenden neueren Add-ins auch viele sogenannte COM-Add-ins. Das steht für „Component Object Model“ und ist ein Standard für die Kommunikation zwischen Anwendungen, der auf Windows 3.1 zurückgeht. COM-Add-ins unterstützt das neue Outlook nicht mehr. Das wird Microsoft auch nicht ändern, wie der Konzern in einem Blogpost zum Thema (siehe ct.de/ypgk) erklärt. Dort finden sich auch Listen vieler, längst aber nicht aller betroffenen Add-ins.

Etliche Microsoft-eigene Add-ins werden durch das neue Outlook ohnehin obsolet, weil ihre Funktion in den Client eingebaut ist. Andere wurden bereits durch Web-Add-ins ersetzt. Problematischer sind Fremdanbieter-Add-ins, zum Beispiel von PDF-Programmen oder individuell programmierte Unternehmenslösungen. Microsoft sieht die Add-in-Anbieter beim Aktualisieren ihrer Webversionen von Erweiterungen in der Pflicht. Eine Übersicht installierter und aktiver COM-Add-Ins finden Sie in Outlook für Windows unter „Datei/Optionen/Add-Ins“.

## Gnadenfrist für die UWP-Apps

**?** Werden die Apps für Mail, Kalender und Kontakte verschwinden?

**!** Laut Microsoft werden ab Anfang 2024 neue Windows-11-Geräte mit dem neuen Outlook anstelle der alten Apps ausgeliefert. Bestehende Installationen erhalten das Programm über ein Windows-Update, wobei derzeit die alten

UWP-Apps nicht entfernt werden. Das kann sich ändern, aber bis Ende 2024 soll es laut Microsoft möglich sein, die alten Mail- und Kalender-Apps aus dem Microsoft-Store nachzuinstallieren.

## Gemeinsamer Posteingang

**?** Gibt es im neuen Outlook für Windows einen gemeinsamen Posteingang für mehrere Mailkonten wie unter macOS?

**!** Es gibt bislang keine Hinweise, dass Microsoft vorhat, auch für die Windows-Versionen einen gemeinsamen Posteingangsordner (Unified Inbox) einzubauen. Trotzdem ist nicht ausgeschlossen, dass dies irgendwann doch passiert; Microsoft kündigt längst nicht alle Funktionsupdates an.

## Work in Progress

**?** Wie und wo erfahre ich, welche Funktionen das neue Outlook wann erhalten wird?

**!** Außer der offiziellen Roadmap, auf der Microsoft die Entwicklungspläne zu Outlook nur unvollständig auflistet, gibt auch ein kürzlich erschienener Blogartikel der Microsoft-Programm-Managerin Caitlin Hart Aufschluss. Hier zählt sie rund zwei Dutzend Funktionen auf, die Outlook in den nächsten zwölf Monaten erhalten soll, darunter zum Beispiel Offline-Support, POP3-Konten und die Unterstützung von PST-Dateien. Die Roadmap und den Blogpost finden Sie über ct.de/ypgk.

## Zurück zum alten Outlook

**?** Das neue Outlook gefällt mir nicht. Wie aktiviere ich das alte wieder?

**!** Unter Windows brauchen Sie nichts zu tun. Benutzen Sie einfach den alten, immer noch vorhandenen Outlook-Client weiter und ignorieren Sie den neuen. Nichts anderes passiert, wenn Sie im neuen Outlook den nur noch dort vorhandenen Schiebeschalter „Das neue Outlook“ deaktivieren. Der neue Client bleibt installiert, sollte aber nicht weiter stören. Das Symbol auf der Taskleiste, das Out-

## Ihr IMAP-Konto synchronisieren



Um Ihr IMAP Konto zu Outlook hinzuzufügen, müssen wir Ihre E-Mails mit der Microsoft Cloud synchronisieren. Vorhandene Kontakte und Ereignisse werden nicht synchronisiert, aber alles, was Sie in Outlook erstellen, wird in der Microsoft Cloud gespeichert. [Weitere Informationen](#)

**Die recht knappe Info beim Anlegen eines Nicht-Microsoft-Kontos im neuen Outlook hat es in sich: Nicht nur alle Inhalte, sondern auch die Zugangsdaten zu Fremdservern landen bei Microsoft.**

look-Logo mit dem Label „NEW“, können Sie von dieser per Rechtsklick und „Von Taskleiste lösen“ entfernen. Unter macOS klicken Sie im Pull-down-Menü „Microsoft Outlook“ auf den Eintrag „Neues Outlook“, um das Häkchen daneben zu entfernen und zur alten Version zu wechseln.

## Das neue Outlook und der Datenschutz

**?** Stimmt es, dass mich das neue Outlook ausspioniert?

**!** Man kann es so ausdrücken, oder so wie Microsoft: Das neue Outlook synchronisiert alle Mailkonten mit den eigenen Servern. Dabei werden nicht nur alle Nachrichteninhalte, sondern auch die jeweiligen Zugangsdaten (Benutzername und Passwort) über Microsofts Server umgeleitet. Das ist der zugrundeliegenden Technik als Webmailer geschuldet und dient laut Microsoft vornehmlich dazu, Komfortfunktionen hinzuzufügen, die zum Beispiel bei IMAP oder Google Mail fehlen. Mehr Infos zum brisanten Thema finden Sie in einigen von uns auf heise online veröffentlichten Beiträgen und in dieser c't-Ausgabe ab Seite 16.

Vor allem Nutzern von Mailkonten, die nicht bei Microsoft liegen und die auf Datenschutz und Privatsphäre Wert legen, raten wir derzeit vom neuen Outlook ab. Die Verbindung mit Microsoft-Konten (Hotmail, outlook.com, live.de, Exchange online) sehen wir weniger kritisch, weil Inhalte und Zugangsdaten hierfür ohnehin schon bei Microsoft liegen. (swi@ct.de)

**Onlineartikel bei heise.de, Outlook-Roadmap und Techblog-Artikel: [ct.de/ypgk](#)**



Kai Spriestersbach  
**Richtig texten mit KI**

ChatGPT, GPT-4, GPT-3 & Co.

mvg, München 2023  
ISBN 978-3747405741  
272 Seiten, 14 €  
(Epub-/PDF-/Kindle-E-Book: 12 €)

## Prompt zum Ziel

**Dass KI-Sprachmodelle nicht als Rundum-sorglos-Automaten aus der Luft heraus alle Schreibaufgaben lösen, hat sich mittlerweile herumgesprochen. Kai Spriestersbach zeigt, wie man in der Praxis für konkrete Anwendungszwecke die bestmöglichen Resultate herauskitzelt.**

Für alle, die Systeme wie ChatGPT kompetent nutzen wollen, ist etwas Hintergrundwissen hilfreich. Der Autor führt daher zunächst in Geschichte und Funktionsweise von Large Language Models (LLM) ein. Er verdeutlicht deren Grenzen und Möglichkeiten anhand einiger Beispiele und macht schnell klar, dass LLMs kein Wissen, sondern nur Wahrscheinlichkeiten für Wortfolgen speichern. Spriestersbach geht darauf ein, mit welcher Art von Daten die bekanntesten Modelle trainiert worden sind, und vergisst dabei auch nicht die ethischen Probleme in Bezug auf die Inhalte und deren Vorverarbeitung. Er beschreibt die wichtigsten Unterschiede zwischen GPT-3.5 und GPT-4 und berücksichtigt auch offene Systeme wie Luminous von Aleph Alpha.

Nach 120 Seiten geht es ans Eingemachte, also ans Prompt-Design. Für die Beispiele steht ChatGPT im Mittelpunkt; die vorgestellten Strategien lassen sich aber auf andere Systeme übertragen. Die Prompts des Autors decken eine große Bandbreite von Themen ab. Neben Eingaben, die das Lernen und Lehren sehr unterschiedlicher Inhalte vereinfachen, zeigt Spriestersbach Wege, um Marketingmaterial und Produktbeschreibungen mithilfe der KI zu gewinnen. Auch Marktanalysen delegiert er ans Sprachmodell: Manche der Ergebnisse sind wie die Prompts, die dazu führen, verblüffend komplex.

ChatGPT hilft dabei, Texte zu verfassen, unterstützt aber auch deren Überarbeitung. Das betrifft etwa die Änderung von Stil oder Stimmung. Mit den richtigen Tricks lassen sich Texte auch an bestimmte Zielgruppen anpassen. Ein umfangreiches Fallbeispiel fasst am Schluss des Buchs noch einmal die wichtigsten Strategien zusammen.

Immer wieder setzt sich der Autor zudem mit Themen am Rande auseinander, geht etwa auf die potentielle Kreativität einer KI und auf das Lösen von Schreibblockaden ein. Auch die aktuelle Rechtslage, insbesondere das Urheberrecht, lässt er nicht außen vor.

Insgesamt führt das Buch seine Leser kompetent und kurzweilig in die Materie ein. Es reiht dazu nicht bloß Prompts aneinander, sondern liefert Rüstzeug für die eigenständige Arbeit mit aktuellen LLMs.

(Maik Schmidt /psz@ct.de)

## Aufklärung 2.0

**Als digitale Mystik beschreibt der Neurowissenschaftler und Psychotherapeut Joachim Bauer die Versprechungen der Technikkonzerne und findet überraschende Parallelen zur mittelalterlichen Mystik: In beiden Fällen verlockt das Versprechen einer Jenseitswelt die Menschen dazu, der Realität zu entfliehen.**

Das Buch von Joachim Bauer hätte einen passenderen, weniger reißerischen Untertitel verdient. Denn der Autor beschreibt sachlich und unaufgereggt mögliche Gefahren für die psychische Gesundheit. Die drohen seiner Ansicht nach nicht so sehr durch die viel beschworene KI, sondern vor allem durch exzessives Nutzen sozialer Netzwerke und einseitig gewaltorientierter Videospiele. Den Transhumanismus, den Bauer als Techno-Religion kritisiert, bezeichnet er als „Realitätsverlust in Vollendung“.

Bauer beginnt mit einem Rückblick auf das Mittelalter, in dem die meisten Menschen hart arbeitende, macht- und rechtlose Analphabeten waren. Ihr Leben war schwer zu ertragen, daher hofften sie auf ein besseres in einer jenseitigen Welt. Auch heute empfinden viele Menschen das Leben als unerträglich; Kriege, Klimakatastrophe, Inflation sind nur einige der Gründe. Videospiele, soziale Netzwerke, die Welt der Influencer und möglicherweise künftig auch Metaversen bieten sich zur Flucht aus der Realität an. Doch dort fänden Menschen keine Empathie und keine echte Gemeinschaft, so der Autor.

Auf die Frage, ob KI ein Bewusstsein haben kann, gibt Bauer keine technische, sondern eine philosophische Antwort. Im Übrigen ist sein Fachgebiet die menschliche Psyche. Er beschreibt ausführlich die Entwicklung in der frühen Kindheit – vom „kognitiven Chaos“ des Neugeborenen zur Erkenntnis des eigenen Selbst. Dafür und auch in späteren Phasen der Kindheit und Jugend seien echte, menschliche Kontakte durch nichts zu ersetzen. Erst mit zehn, besser noch mit zwölf Jahren sollten Kinder daher ein eigenes Smartphone besitzen, so Bauers Empfehlung.

Nur auf wenigen Seiten des Buches skizziert der Autor, was man dem drohenden Realitätsverlust entgegensetzen kann – nämlich gute Erziehung, dem Menschen gemäße Arbeit und eine intensive Beziehung zur Natur. Wo transhumanistische Autoren wie David Chalmers („Reality+“) die Natur durch Simulation einer besseren, weil gegenüber Zerstörung resisterenteren Natur ersetzen wollen, plädiert Bauer dafür, Wiesen und Wälder mit allen Sinnen wahrzunehmen und zu genießen. (dwi@ct.de)



Joachim Bauer  
**Realitätsverlust**

Wie KI und virtuelle Welten von uns Besitz ergreifen – und die Menschlichkeit bedrohen

Heyne, München 2023  
ISBN 978-3453218536  
240 Seiten, 22 €  
(PDF-/Epub-/Kindle-E-Book: 20 €)

# Feiern Sie Advent in Nerdistan!

Verpassen Sie  
kein Türchen!

Freuen Sie sich ab 1. Dezember auf tolle Deals und attraktive Gewinne im heise-Adventskalender!

- Exklusive Gratis-Software von heise Download
- Gratis-Magazine
- Mega-Schnäppchen vom heise Shop
- Gewinnspiele mit tollen Gewinnen

[heise.de/advent23](http://heise.de/advent23)





# ORGANIKA

von Elsa Solaris

Jade erinnerte sich nicht mehr, wann sie zum ersten Mal die Augen eines fremden Gesichts aufgeschlagen hatte, aber inzwischen hatte sie bereits das fünfundzwanzigste Erwachen in einer neuen Schale hinter sich. Daran hatte sie sich ebenso gewöhnt wie an die Elektrozäune, Kameras und Datenfänger. Es galt schließlich, Buße für die Zerstörung zu tun, die die Vorfahren angerichtet hatten.

Sie zurrte die Schulterriemen fest. Die über zwanzig Kilogramm schwere Lithiumbatterie, die sie auf dem Rücken trug, hing daran. Bei jedem eilenden Schritt ruckelte diese hin und her und die Riemen scheuerten ihr die Polymerhaut wund. Sie verfluchte den Mangel an ergonomischen Designansätzen, der die Bewegungsmechanik der Shells geradewegs zu verhönen schien. In ihrer Robustheit waren sie dennoch wie geschaffen für die Schwerstarbeit in den Eisenerzminen und Salzlachen, auf den Lithiumfeldern oder in den pyrometallurgischen Raffinerien, wo einem schon mal die eine oder andere Metallexplosion die Gesichtsschale zerschmolz.

Jade bog ab durch die flackernde Projektion einer Akazienhecke und sprang vor einem elektrischen Doppeldeckertransporter zur Seite. Die Propagandagesänge des Fahrzeugs schienen sich schwerfällig durch die von Salz, warmem Schmieröl und Plasma gesättigte Luft zu quälen, um sich dann in zerfasernden Klangfetzen zu verlieren. Gasschlieren führten ein bizarres Ballett unter dem Himmel auf – sofern man den überhaupt so bezeichnen wollte. Tausende von Flüssigkristallbildschirmen setzten sich zu einem Himmelsgewölbe zusammen, das sich zusehends von Zuckerwattepink in Nachtschwärze wandelte.

Für gewöhnlich verließ Jade die Werkstatt pünktlich, doch kurz vor der Sperrstunde kam noch eine übel zugerichtete Shell ohne Lizenz herein, sodass sie einen komplexen Diagnose- und Reparaturablauf durchführen musste. Dabei beeinträchtigten kuriose Gefühlswirren die Präzision ihrer Arbeit: Sie spürte Mitleid, nein: Schuld.

Im Zentrum angelangt, hastete sie vorbei am Datenmuseum, welches gerade taxidermische Präparate ausgestorbener Datenträger ausstellte – einst nannte man diese Nutztiere. Sie passierte das Mahnmal, einen Sandsteintrümmerhaufen aus Konzernlogos, bereits stark angeknabbert vom Regen. Dahinter türmten sich Hochhäuser wie wohlwollende Beton-Ungeheuer, in deren schützenden Unterleib die Shells bei Sonnenuntergang entschwanden. Jenseits des

**Die Umgebung in der zukünftigen Megastadt ist so giftig, dass Menschen darin nur noch als sicher eingelagerte „Organikas“ existieren können. Ihr Bewusstsein steuert per Funk androidische „Shells“, die als Stellvertreter für sie agieren. Das ist praktisch und spart Ressourcen – aber öffnet auch Sicherheitslücken.**

permanenten Dunstschleiers und des Stacheldrahts der Kuppel duldet das verseuchte Ödland, das rachsüchtig vor sich hin zischelte und dämpfelte, keinen menschlichen Fuß auf sich.

Ein plötzlicher Zusammenprall schleuderte sie beinahe aus den Stahlkappenstiefeln. Sie fuhr herum, ihre Augen brannten sich in den lavendelfarbenen Kurzhaarschopf, der sich rasch entfernte. Jade stutzte. Keine Lizenz! War da etwa jemand verletzt, beschädigt,

einer dringenden Reparatur bedürftig? Immer häufiger nämlich landeten Shells wie diese auf ihrem Tisch, meist aufgrund beschädigter Speicherregionen voller Nagelpistolen-Einschusslöcher. Nun sprang hier solch ein Exemplar quicklebendig durch die Gegend. Ihr Bauchgefühl warnte sie, doch ihr unersättlicher Wissensdurst rang es nieder.

**SIE PASSIERTE DAS MAHNMAL, EINEN SANDSTEINTRÜMMERHAUFEN AUS KONZERNLOGOS.**

Jade setzte der Unbekannten nach, die im Sichtschutz der Akazienhecke auf einen verspiegelten Gebäudekoloss zusteuerte. Die Serverbank. Irgendwo inmitten ihrer gigantischen unterirdischen Lagerhallen ruhte auch Jades Organika, sofern man einen Körper im künstlichen Koma mit einem so freundlichen Begriff versehen möchte. Was waren solche kleinlichen Überlegungen gemessen an den Vorzügen des Systems, etwa der drastischen Senkung des Ressourcenverbrauchs und der glänzend gelungenen Umstellung auf Lithiumwirtschaft?

Als Jade die Fremde in eine Gasse verfolgt und für einen Moment aus den Augen verloren hatte, hechtete diese plötzlich hinter einem Sauerdornstrauch-Hologramm hervor, quetschte Jade unsanft an die Mauer und raunte: „Warum verfolgst du mich?“

„Ich ... will dir eine Reparatur anbieten,“ beschwichtigte die Mechanikerin und suchte die Miene ihres Gegenübers nach Antworten ab. *Bist du auf der Flucht? Wer will dein Gedächtnis zerstören?*

Die Fremde schnaubte so verächtlich, dass Jade unwillkürlich den Unterarm hob, als müsse sie befürchten, die Lizenzlose würde gleich ein Gewölk Fußpartikel auskeuchen wie ein aus der Zeit gefallener Dieselmotor. „Eine Mecha, sieh an. Dann arbeitest du doch für das Vierzehnte Büro wie all die anderen Klugscheißer.“

„Um Shells wie dich zu reparieren.“

„Um die Verbrechen der Administratoren zu verschleieren!“

Jade schnappte vor Wut nach Luft. Die sandpapierartige Stimme der fremden Frau klang nun geradezu flehentlich. „Ich muss hier raus, bevor ... Meine Organika liegt im Sterben.“

Jade strich ihren Overall glatt. Ein Datenraub? In den Wachtürmen patrouillierten doch die Datenfänger der Serverbank, einer vollständig überwachten Festung. Blanker Wahnsinn! Außerdem wäre so etwas Hochverrat. Sie sah sich nervös um und deklamierte: „Deiner Organika kann im Ruhemodus nichts passieren.“

„Wie naiv bist du denn? Alles Lügen! Sie testen bereits Rekombinationen unserer Originaldaten ...“

Jade wich zurück und hauchte: „Nein! Die Administratoren sind gütig!“

Die Fremde packte grob Jades Handgelenk. „Hey, Überflieger, bist du vielleicht auf meine Koordinaten gestoßen? Ich habe sie in meiner alten Shell eingeritzt.“

„Negativ.“ Jade riss sich los.

Die Frau trat näher, in ihren Augen flackerte Wildheit. „Lügnerin. Wo ...“

## „NEIN! DIE ADMINISTRATOREN SIND GÜTIG!“

Ein hochfrequentes Surren. Zischen. Beißender Plasmagestank. Heiße Luft schlug Jade entgegen. Wässriges Gurgeln. Rostiges Schmieröl sprudelte der Shell zwischen dünnen Lippen hervor, rann ihr übers Kinn. Sie krachte auf die Knie.

Im Hintergrund floss eine Gestalt aus dem Schatten: hochgewachsen, schwarz uniformiert, Kampfstiefel. Die Gestalt trug einen Plasmastrahler im Anschlag, die Luft flimmerte am metallenen Lauf. Ein Wächter. Jade erstarnte.

Die Verräterin rappelte sich panisch auf, stieß Jade zur Seite und stolperte um die Häuserecke. Zischen. Ein Schwall sengend heißer Luft. Plasmagestank. Die Fremde stöhnte, polterte erneut zu Boden. Der Wächter marschierte an Jade vorbei, unaufhaltsam und raubtierhaft zugleich, feuerte und feuerte.

Da zerriss Sirenengeheul die Luft und löste Jade aus ihrem Schock. Die ersten Regentropfen stachen bereits wie Nadeln auf sie ein, was zweierlei bedeutete: Die Sperrstunden hatten begonnen und sie war ohne Genehmigung draußen.

Kurz darauf strömte der Regen über die Fensterscheiben des Wohnkomplexes, sofern man den als solchen bezeichnen möchte. Für Jades Empfinden handelte es sich um nichts

mehr als eine massenhaft 3D-gedruckte brutalistische Scheußlichkeit, deren Tausende glasig müde Fensteraugen die beengenden Ladestationen dahinter verbargen. Knochenbleiche Chlorsäureschwaden tanzten an der Fassade entlang, woraufhin die Lüftung sie gleich wieder zerrupfte. Die Schwaden waren so wenig greifbar wie Jades Erinnerungen. Doch nun rüttelte die Begegnung etwas Dunkles in ihr wach.

\* \* \*

Zwei ihrer Kollegen hatten sich gegenseitig mit den absurdesten Fiktionen darüber verrückt gemacht, was sich wohl in den nächtlichen Dampfschwaden tummeln mochte. Datenverseuchte Bestien von *Draußen*, mutmaßte der eine – gehackte Organika, nach Ressourcen gierend, die andere. Jade sah sich natürlich gezwungen, solch konspirativ anmutendes Geschwätz einem Wächter zu melden, worauf die beiden beim nächsten Sonnenaufgang vollständig genesen in funktionstüchtigen neuen Shells den Dienst antraten und nie wieder davon sprachen.

Jade sah durch den wässrigen Vorhang in die Weite hinaus. Von hier oben schien die *Stadt* so gefahrenlos, so datenfrei wie ein friedlich wogender Ozean. Nur hier, nur so konnten die Administratoren sie schützen vor Datenzerfall, schließlich drang der kontaminierte Staub vom *Draußen* durch jede Ritze der Kuppel. Sie besaßen die Fabriken und Luftgemische, die Redox-Reaktoren zur Herstellung von Lachgas, von denen ihre Lungen im Server zehren durften. Selbstredend gegen eine maßvoll angesetzte Gebühr. Warum also spukte in ihr dann die Vorstellung herum, dass die Wassermassen dieses Ozeans rasiermesserscharfe Zähne bargen?

Derjenige, dem der Ernst der Lage kurzzeitig zu entfallen drohte, brauchte sich bloß die Wand der Gnade mit ihren schwarzen Flecken anzuschauen. Dort wurden flüchtige Shells, die in der Todeszone zwischen Stacheldrahtwinden und Selbstschussanlagen, Schatten und Flutlichtern gefasst wurden, mit verbundenen Augen hingestellt und mit Gnadschüssen abgeschaltet, dass das Schmieröl nur so spritzte. Die zugehörigen Organikas wurden permanent gelöscht. Die Drastik solch antiquierter Maßnahmen mochte dem Zeitgeist unwürdig erscheinen. Doch wer den Administratoren sein dem moralischen Bankrott preisgegebenes Querulantentum unter die Nase zu reiben gedachte, musste sich darauf gefasst machen, dass dies Konsequenzen haben würde.

Verhinderte der Datenschutz wirklich, dass etwas hingelangte oder nicht vielmehr hinaus? Jade keuchte auf. Jetzt hatte die Verräterin auch noch ihre Gedanken vergiftet. Oder wusste die Fremde tatsächlich etwas, was Jade nicht wusste?

All die neuen Shells ... Als sie, wie schon öfters heute, ihre fremden Handflächen inspizierte, spürte sie den Drang, sie aufzuschlitzen, vielleicht quer vom kleinen Finger bis zum Daumenansatz, bis die Wahrheit von allein herausquoll und ... Wurde sie etwa Shell-krank wie ihre Kollegen? Es musste sich um eine Störung handeln. Fachkundig tastete sie ihre Komponenten ab, da hielt sie plötzlich inne.

Sie riss die Schiebetür zur Schlafcke auf und durchforstete die Lademodule. Dabei fiel ihr ein ledergebundenes

Notizbuch vor die Füße. Papier. Offline. *Verboten*. Sie ließ die Seiten rascheln, bis sie auf eine Skizze stieß. Die Shell ohne Lizenz. Grauenhaft. Zersprungene Gesichtsschale, malträtiertes Speichermodul linksseitig, Einschüsse rostiger Nägel, Ritze im Unterarm. Zahlen? Die Koordinaten! Doch wofür? Fahrig wischte sich Jade eine Haarpolymersträhne aus dem Gesicht.

## FACHKUNDIG TASTETE SIE IHRE KOMPONENTEN AB.

In Grübeleien versunken stellte sie kurz darauf ihr Abendessen am in der Wand eingelassenen Display zusammen. Der faustgroße Projektor an der Decke surrte und eine dreidimensionale Simulation flackerte auf dem Teller: Gemüse-Dumplings schwappten in der Kohluppe, Congee mit Lauch und Tofuwürfeln dampfte im Schälchen. Ein Glas Sojamilch stand dabei, daneben befand sich ein Youtiao, ein knusprig frittierter Brotstängel. Jade führte erst den Reissöffel, dann die Essstäbchen in leeren Gesten vom Teller in den Mund und zurück.

Eines Tages würde man ihr das Privileg einräumen, ihre Organika aufwachen zu lassen, um die Rolle einer Administratorin einzunehmen, samt eingenähtem Abzeichen in der Uniform und exakt reglementierten Bügelfalten der Hosenbeine. Jade geriet ins Schwärmen. Sie sehnte sich hinein ins Leben, das ohne Funkverbindung zum eigenen Bewusstsein auskam. Keine halsabschneiderischen Mobildaten-Knebelverträge mehr! Sie fantasierte von gegrillten Fleischspießen, einer körperwarmen Berührung, einem Puls, exquisit zuckenden Muskeln und der Gelegenheit, die schwere Batterie für immer abzulegen. Man musste nur fleißig arbeiten.

Auf einmal horchte sie auf. Da! Ein entferntes, dumpfes Pumpen wie ein seufzender Herzschlag. Unverkennbar!

Als technisch beflissenes Gastmitglied des Grillfleisch-Wertschätzungsvereins, des einzigen geduldeten Vereins dank überwiegender Partizipation aus der Administratoren-schicht, war sie von den Massendruckern fasziniert: Da wurden tiefgefrorene Blöcke, die ungefähr so appetitanregend aussahen wie Kopfsteinpflastersteine, als aufgetaut Paste übervakuumierte Schläuche in den Zentraldrucker gepumpt. Dessen Multiwellenlängen-Laser garte sie zu delikaten Köstlichkeiten durch, bevor sie in Warmhalteschachteln kreuz und quer verschickt wurden. Rindfleisch stammte aus dem Bioreaktor, Fisch dagegen wurde aus Ermangelung an Kopien geeigneter Datenträger aus Ersatz-Bausteinen nachgebaut, etwa aus Kichererbsenpaste und Algenöl. Wie der Massendrucker unbelebte Materie aus der Langzeitlagerung zu etwas fast Lebendigem machte, erfüllte Jade immer wieder mit an Computer-Religion grenzender Ehrfurcht.

Die simulierte Mahlzeit schwand dahin; sie räumte ab. In der Küche ließ Jade die Handfläche in einer Abwaschbewegung kreisen und kreisen, ohne Wasser, ohne Seife, dafür mit all ihren Gedanken, die sich in ihrem Kopf wie schmutzig müffelndes Geschirr auftürmten. *Datenträger animieren*. Ko-

*ordinaten*. Hatte die Verräterin etwa ...? Sie schlug sich die Hand vor den Mund.

In das Röheln des desinfizierenden Regens mischte sich das aluminiumhelle Klippern eines Werkzeugbeutels, als Jade sich in den Korridor hinausstahl. Als sie wieder hineinschlüchtlte, hatte sich ein grimmiger Ausdruck auf ihrem Gesicht breitgemacht.

Nach einigem unbeholfenen Herumfummeln im holografischen Menü gelang es Jade, ihr VPN zu aktivieren, um ihre Verbindung zu verschlüsseln, dann wählte sie eine Nummer. Eine vertraute Stimme meldete sich. „Jade2?“ Der kleine Bildschirm zeigte einen athletischen Mann im durchgeschwitzten T-Shirt, der die Augen zusammenkniff. „Steckst du wieder in einer neuen Shell?“

„Akron4!“ Sie wäre ihm am liebsten um den Hals gefallen. Ihr Freund, ein ehemaliger Soldat, lebte im *Draußen*, unbegreiflicherweise ohne Shell.

Er senkte die Stimme zu einem Flüstern. „Du darfst dich nicht mehr schlafen legen. Sie löschen dein Kurzzeit ...“

„Manchmal ist es eine Gnade, zu vergessen.“

„Quatsch, wie lange willst du dir noch Vorwürfe machen? Sie war nicht lizenziert, du konntest nichts für sie tun. Die Sensoren waren bereits offline. Sie hat nichts gespürt.“

„Bereits offline,“ wiederholte Jade wie betäubt. Es war ihre Aufgabe, Shells wiederherzustellen, nicht, sie kurzerhand und gänzlich in der Schrottwalze zu Folie zu pressen, dass die Funken sprühten. Geheimnisse zu hegen war verboten, recyceln dagegen vorgeschrieben. Metalle für die Shells wurden gesammelt, aufgetrennt, zerkleinert, geschmolzen und in Passformen gegossen. Doch vorher hätten die Administratoren die mysteriösen Koordinaten längst entdeckt gehabt.

## „BEREITS OFFLINE“, WIEDERHOLTE JADE WIE BETÄUBT.

Alles brach über ihr ein, die Schuld einer Mörderin schraubte sich durch ihre Magengrube. Ein unverzeihliches Versagen, dass sie die Shell nicht ins Leben hatte zurückholen können. Sie hatte sich herumgeschlagen mit Antennen, welche die Verbindung verweigerten, akuten Vergabestopps von Neustart-Autorisierungscodes, Ersatzprozessoren, die oxidiert waren, frisch eingesetzten Speicherchips, die bockten, als hätte sich alles gegen sie verschworen.

Sie blinzelte, denn ihr war es, als trieb die Scham Tränen in die Augen. Um die Erinnerung zu verscheuchen, wedelte Jade mit einem alten Foto in der Luft: ein gefiederter Datenträger, weiß wie Salz.

„Paloma! Ein Original! Woher ...“ Akron4 verzog das Gesicht und musste sich hinsetzen. Bei einem Rettungsversuch hatte ihm eine illegale Antipersonenmine den Unterschenkel unschön zugerichtet.

„Ich habe einen Plan.“ Sie begann zu erzählen.

Akron4 schwieg ergriffen. Schließlich rieb er sich die Bartstoppeln. „Verrückt!“

## Über die Autorin

Die Futuristin Elsa Solaris (*thebiofuturist.io*) lebt in Brandenburg. Sie promovierte in Synthetischer Biologie. Zahlreiche Fachveröffentlichungen, etwa in *Brave New Human*, *Singularity Hub* und O'Reillys *BioCoder*, entstanden im Rahmen ihrer Forschungsarbeit. Auch ihr belletristisches Schaffen ist bemerkenswert – unter anderem veröffentlichte sie Gedichte in Literaturzeitschriften und wirkte am Science-Fiction-Drama *Forest 404* der BBC mit. Zuletzt erschien im Oktober 2022 ihr Buch *Panic Moon Station* mit drei Kurzgeschichten bei story.one.



Foto: Elsa Solaris

„Danke!“

„Ich werde dir das Foto besorgen. Und du glaubst, an diesen Koordinaten verbirgt sich ein Massendrucker?“

„Ein Biodrucker.“

„Ach, ein Klonierer. Äußerst komplexe Dinger. Anonym, geheime Standorte.“ Er winkte ab und grinste. „Du bist so tapfer, Jade. Und gefährlich clever. Sei vorsichtig. Die Sperrstunden ...“

„Ich weiß.“ Sie tätschelte ihr Notizbuch. „Sie jagen mich.“

Akron4s Stimme brach. Er streckte die Hand aus, als begehrte er ihre Wange zu streicheln. „Ich liebe dich. Ich werde die ganze Welt nach dir durchforsten.“

„Ich sehe dich auf der anderen Seite“, erwiderte Jade knapp. In Situationen wie diesen empfahl es sich, Gefühlsregungen unter Kontrolle zu halten.

\* \* \*

Eine Stunde später loggte sie sich ins Mecha-Programm ein. Als Vorgesetzte, die ein astreines Loyalitätsranking vorzuweisen hatte, genoss sie Zugriffsprivilegien, die über gängige Spezies-Ermittlungen hinausgingen. So vermochte sie etwa kaputte Shells ihren Lizenznehmern zuzuordnen oder den Quellcode eingedrungener Datenträger anhand des Phänotyps zu berechnen. Das Datenimperium der Administratoren war mächtig.

Ob der Puls ihrer Organika im Server gerade Saltos schlug und die Belegschaft der Biometrie in Alarmbereitschaft versetzte? Wie lange noch, bis Suchscheinwerfer vor ihrem Fenster sie einkesseln würden?

Zum einen hatte Jade ihre nötigen Identifikationskennzeichen über Monate minutiös im Notizbuch zusammengetragen, zum andern hatte Akron4 nun seine militärischen Verbindungen spielen lassen, mit dem Resultat, dass die junge Frau mit schelmisch geneigtem Kopf, eigensinnig spitzem Kinn und Sommersprossen Jade auf dem digitalen, wenn auch unscharfen Foto vor ihr entgegenstrahlte. *Das bin ich, spürte sie.*

Jade lud das Foto in den forensischen Dekodierer und justierte die Genauigkeit, um die Fehlerrate zu verringern, bevor dessen Algorithmen das Foto Pixel für Pixel zerglie-

derten, transponierten und anhand ausgeklügelter Modelle auf den zugrunde liegenden Phänotyp hin analysierten. Nach qualvoll langem Warten waren Jades Originaldaten errechnet. Sie müssten mit denen ihrer Organika übereinstimmen. Jades Fingergriffe ruckelten und klemmten vor banger Aufregung, als sie die Daten herunterlud.

Sollte sie es wirklich riskieren, sich für die Freiheit in Luft beziehungsweise in ihre molekularen Informationsbausteine aufzulösen? Zudem würde der Biodrucker den Bauplan eines menschlichen Datenträgers vor dem Druck um mehrere Millionen Basenpaare komprimieren, um Junk-Sequenzen und nicht kartierte Regionen zu löschen, sodass das Ergebnis, kompakt genug, in den Vektor geschleust werden konnte. Am meisten jedoch ängstigte sie die Vorstellung vom *Draußen*.

## DAS BIN ICH, SPÜRTE SIE.

Hier dagegen blühten ihr die wenig verlockenden Aussichten, mit von Nagelpistolen durchsiebtem Speicher auf dem Tisch eines Mecha-Kollegen zu landen oder vor die Wand der Gnade gezerrt zu werden. Die Administratoren waren nicht gütig. Sie musste dafür sorgen, dass *Draußen* alles erfuhr.

Jade tippte sorgfältig die Koordinaten in die Adresszeile, worauf ein anonymer Massendrucker angezeigt wurde: unbekannter Typ, unbekannter Ort. Der Biodrucker! Bestens, um die Sperre externer Adressen zu umgehen.

Jade bestätigte den Transfer. Nun blieb nur noch zu hoffen, dass sie nicht doppelt und auch nicht als zufällig durchmischt, amorphe Unmöglichkeit wieder auferstand. Eines war offenkundig: Ihr sechszwanzigstes Erwachen würde etwas gänzlich Neues sein.

Sie schloss die Augen. Es gab nur noch den Transfer, der nach jeder Bestätigung des Netzwerks piepte, piepte, piepte. Sie sah bereits vor sich, wie die Lizenz ihrer Shell erlosch. Wie die Asche ihrer Organika über der Stadt niederrieselte. Wie Akron4 sie umschlang und gigantische Fleischspießchen im Grill rotierten.

Da hämmerte eine Faust an die Wohnungstür nebenan, zackig und präzise wie eine vollautomatische Nagelpistole. Jade schrak hoch. Wächter! Surrend luden sich Plasmastrahler auf. Kampfstiefel zerschmetterten die Tür. Dann Stille.

Und plötzlich der gleiche Lärm, nur diesmal ganz nah. Eine Faust hämmerte an Jades Tür. (psz@ct.de) ct

## Die c't-Stories als Hörversion

Unter [heise.de/-4491527](http://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](http://ct.de/yz13)).



**ICH HACKE  
KEIN PROGRAMM.  
ICH PROGRAMMIERE  
AUF ERFOLG.**

## Fernstudium IT-Security



Aus- und Weiterbildung zur Fachkraft für IT-Sicherheit. Vorbereitung auf das SSCP- und CISSP-Zertifikat. Ein Beruf mit Zukunft. Kostengünstiges und praxisge-rechtes Studium ohne Vorkenntnisse. Beginn jederzeit.

**NEU:** Roboter-Techniker, Netzwerk-Techniker, Qualitätsbeauftragter / -manager TÜV, Linux-Administrator LPI, PC-Techniker

Teststudium ohne Risiko. GRATIS-Infomappe gleich anfordern!

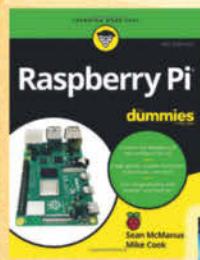
**FERN SCHULE WEBER** - seit 1959  
Neerstedter Str. 8 - 26197 Großenkneten - Abt. C14  
Telefon 0 44 87 / 263 - Telefax 0 44 87 / 264

[www.fernenschule-weber.de](http://www.fernenschule-weber.de)



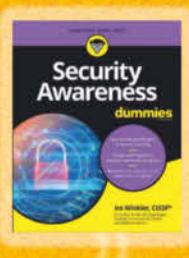
c't feiert 40 Jahre!

## E-Books im heise Shop



Jetzt viele Titel als  
**ePub, mobi und PDF**  
erhältlich.

Sofort im Zugriff,  
dauerhaft in Ihrem  
Account gespeichert.



[shop.heise.de/e-books](http://shop.heise.de/e-books)

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

**heise Shop**

ORACLE Feuerwehr [www.oraservices.de](http://www.oraservices.de)

EDELSTAHL LED SCHILDER: [www.3D-buchstabe.com](http://www.3D-buchstabe.com)  
HAUSNUMMERN nobel 230V~: [www.3D-hausnummer.de](http://www.3D-hausnummer.de)

softaktiv.datensysteme Datenbankapplikationen, Website Boosting, Online-Pressemitteilungen, Unterstützung bei Ihren V-Projekten. Einfach anrufen, Faxen oder eine E-Mail schicken. Telefon: 0511/3884511, Mobil: 0170/3210024, Telefax: 0511/3884512, E-Mail: [service@softaktiv.de](mailto:service@softaktiv.de), Internet: [www.softaktiv.de](http://www.softaktiv.de)

nginx-Webhosting: [timmehosting.de](http://timmehosting.de)

Erfahrene Diplom-Fachübersetzerin übersetzt EDV-Texte aller Art (Software und Hardware) insbesondere Texte aus den Bereichen Telekommunikation und Netzwerke. Englisch-Deutsch. Tel. + Fax: 05130/37085

[www.embedded-specialists.de](http://www.embedded-specialists.de)

[www.patchkabel.de](http://www.patchkabel.de) - LWL und Netzwerk Kabel

**Delphi Legacy:** Sie haben Mission-critical Anwendungen in einer alten Delphi-Version? Update, Datenexport, Migration nach C#, [www.cordes-dev.de/delphi](http://www.cordes-dev.de/delphi)

xxs-kurze Daten- & Netzkabel: [kurze-kabel.de](http://kurze-kabel.de)

**BITV-Tests – Digitale Barrierefreiheit**  
Informationen, Entwicklerschulungen, Seminare, Gutachten. [www.twin-cubes.com](http://www.twin-cubes.com)

**Anzeigenschluss  
für die nächsten  
erreichbaren Ausgaben:**  
**29/2023: 28.11.2023**  
**01/2024: 08.12.2023**  
**02/2024: 15.12.2023**

## c't – Kleinanzeigen

### Private Kleinanzeige:

erste Druckzeile € 10,-; jede weitere Zeile € 8,-

### Gewerbliche Kleinanzeige:

erste Druckzeile € 20,-; jede weitere Zeile € 16,-

### Chiffre-Anzeige: € 5,- Gebühr

**Hinweis:** Die Rechnungsstellung erfolgt nach Veröffentlichung der Anzeige!

Name/Vorname

Firma

Str./Nr.

PLZ/Ort

Bitte veröffentlichen Sie den Text in der nächsterreichbaren Ausgabe von c't.

○ Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen.  
Sparkasse Hannover,  
IBAN DE98 2505 0180 0000 0199 68, BIC SPKH DE 2H

Bei Angeboten: Ich versichere, dass ich alle Rechte an den angebotenen Sachen besitze.

Datum Unterschrift (unter 18, der Erziehungsberechtigte)

**Faxnummer: 05 11 / 53 52-200**  
**eMail: [dispo@heise.de](mailto:dispo@heise.de)**

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe (Vorlaufzeit mind. 3 Wochen) folgende Anzeige im Fließsatz  privat  gewerblich\* (werden in c't mit  gekennzeichnet)  Chiffre

€ 10,- (20,-)

€ 18,- (36,-)

€ 26,- (52,-)

€ 34,- (68,-)

€ 42,- (84,-)

€ 50,- (100,-)

€ 58,- (116,-)

€ 66,- (132,-)

Pro Zeile bitte jeweils 45 Buchstaben einschließlich Satzzeichen und Wortzwischenräumen. Wörter, die **fettgedruckt** (nur in der ersten Zeile möglich) erscheinen sollen, unterstreichen Sie bitte. Den genauen Preis können Sie so selbst ablesen. \*Der Preis für gewerbliche Kleinanzeigen ist in Klammern angegeben. Soll die Anzeige unter einer Chiffre-Nummer erscheinen, so erhöht sich der Endpreis um € 5,- Chiffre-Gebühr.

Ausfüllen und einsenden an:  Heise Medien GmbH & Co. KG  
c't-Magazin, Anzeigenabteilung  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover

↳ Weiterlesen, wo andere aufhören.





Windows und macOS sind deine Spielwiese? Bei Problemen hilfst du gerne weiter? Dann bist du genau richtig bei uns als Systemadministrator (m/w/d) für unseren Standort Rostock.

#### **Deine Aufgaben**

- Du bist der Ansprechpartner (m/w/d) für Anwenderinnen und Anwender im First- und Second-Level-Support.
- Du stellst den reibungslosen Betrieb und die Lösungsfindung bei Störungen sicher.
- Als Systemadministrator (m/w/d) bist du zuständig für Administration und Konfiguration der Windows- und macOS-Clients, insbesondere für den Client-Support.
- Die Soft- und Hardware der Clients wird von dir installiert und gewartet.
- Du kümmertest dich ebenfalls um die Wartung, Pflege und Dokumentation der IT-Systeme z. B. Server, Storage und Backup.

- Darüber hinaus gehören Bedarfsanalysen und die Durchführung der Beschaffung / des Einkauf von Hard- und Software zu deinen Aufgaben.

#### **Deine Benefits**

- Eine herausfordernde Tätigkeit mit vielen Entwicklungsmöglichkeiten innerhalb eines leistungsstarken Teams und eine tolle Atmosphäre erwarten dich.
- Die Mitarbeit in einem etablierten und mitarbeiterorientierten Unternehmen – die langjährige Betriebszugehörigkeit unserer Kollegen ist hierfür der beste Beweis.
- Außerdem profitierst du von unserem Mitarbeiter-Fitnessprogramm Hansefit, dem Job-Ticket und Job-Bike.

#### **Deine Ansprechpartnerin**

Lea Rinne,  
Personalreferentin  
Tel.: 0511/5352-123

Bitte bewirb dich online: [karriere.heise.de](http://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!**

# **JOB GESUCHT?**

Ein gutes Team braucht viele verschiedene kluge und kreative Köpfe – und gleichzeitig den Freiraum, diese Potenziale zu entfalten und einzusetzen.

Gestalte mit uns die Zukunft der Medienwelt!

Jetzt informieren und bewerben unter  
**[karriere.heise.de](http://karriere.heise.de)**





**Du stehst auf Daten?  
Du bist absoluter  
ÖPNV-Freak?**

**Dann komm zu uns!**

Egal, ob studiert oder WAMP-Nerd.  
Wir sind an Dir interessiert.  
Auch per Sie.





**Kleingedrucktes?**

Der MVV wird größer, die Technik entwickelt sich und 800 Busse fahren heute schon in den 8 Verbundlandkreisen. Als zentraler Ansprechpartner betreiben wir Telematiksysteme und stehen den Verkehrsunternehmen im Regionalbus mit Rat und Tat zur Seite. So, dass alle Fahrgäste auch bei einer Verspätung wissen, was läuft.

Weitere Informationen zu uns und was wir bieten auf unserer Webseite: [mvv-muenchen.de](http://mvv-muenchen.de)

# Inserenten\*

1&1 Telecom GmbH, Montabaur	180	<b>Stellenanzeigen</b>
1blu AG, Berlin	11	Heise Medienwerk GmbH & Co. KG, Rostock
AVM Computersysteme Vertriebs GmbH, Berlin	2	MVV Münchner Verkehrs- und Tarifverbund GmbH, München
dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg	39	
EUROstor GmbH, Filderstadt	49	secIT by Heise
EXTRA Computer GmbH, Giengen-Sachsenhausen	21	heise Events
Fernschule Weber, Großenkneten	173	Inside Agile/M3
Nubert electronic GmbH, Schwäbisch Gmünd	43	Webinarserie Teams/M365
O'Reilly, dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg	51	heise Academy
RaidSonic Technology GmbH, Ahrensburg	47	building IoT
Techconsult GmbH, Kassel	13, 23	heise academy
Thomas Krenn.com, Freyung	4, 5, 53	DIGITAL DESIGN &
WORTMANN AG, Hüllhorst	8, 9	UX NEXT
		Maibornwolff, iX, dpunkt.verlag
		Teile dieser Ausgabe enthalten Beilagen von DIMABAY GmbH, Berlin; EWE AG, Oldenburg und SIGS-DATACOM GmbH, Troisdorf.
		* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich. Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.

**WERDEN SIE c't-BOTSCHAFTER!**

**... UND UNTERSTÜTZEN SIE DAMIT DEN UNABHÄNGIGEN UND GLAUBWÜRDIGEN JOURNALISMUS!**

Wir schenken Ihnen **30 €** und unsere kultige **c't-Tasse „Kein Backup? Kein Mitleid“**, wenn Sie einen neuen Leser für ein Jahres-Abo der **c't** werben. Der neue Leser erhält die **c't** zum Preis von **144,20 €** pro Jahr. Das Abo kann in gedruckter oder digitaler Form bezogen werden. Nach einem Jahr ist das Abo monatlich kündbar.

Hier bestellen: [ct.de/botschafter](http://ct.de/botschafter)  
+49 541/80 009 120 [leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de)

**c't magazin für computer technik**

# Impressum

## Redaktion

Heise Medien GmbH & Co. KG, Redaktion c't  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-300  
Telefax: 05 11/53 52-417  
Internet: www.ct.de, E-Mail: ct@ct.de

**Titelthemenkoordination in dieser Ausgabe:** „Der optimale PC 2024“:  
Christian Hirsch (*chh@ct.de*), „Nerdige Weihnachtstipps“: Sven Hansen (*sha@ct.de*)

**Chefredakteur:** Torsten Beeck (*tbe@ct.de*) (verantwortlich für den Textteil)

**Stellv. Chefredakteur:** Axel Kossel (*ad@ct.de*)

**Chef vom Dienst:** Georg Schnurer (*gs@ct.de*)

**Koordination Leserkommunikation:** Martin Triadan (*mat@ct.de*)

**Leiter redaktionelle Entwicklung:** Jobst Kehrhahn (*keh@ct.de*)

**Ressort Internet, Datenschutz & Anwendungen**

**Leitende Redakteure:** Hartmut Gieselmann (*hag@ct.de*), Jo Bager (*jo@ct.de*)

**Redaktion:** Holger Bleich (*hob@ct.de*), Anke Brandt (*abr@ct.de*), Greta Friedrich (*gref@ct.de*), Tim Gerber (*tig@ct.de*), Arne Grävemeyer (*agr@ct.de*), Markus Montz (*mon@ct.de*), Peter Schmitz (*psz@ct.de*), Sylvester Tremmel (*syt@ct.de*), Andrea Trinkwalder (*atr@ct.de*), Dorothee Wiegand (*dwi@ct.de*), Stefan Wischner (*swi@ct.de*)

**Ressort Systeme & Sicherheit**

**Leitende Redakteure:** Peter Siering (*ps@ct.de*), Jan Mahn (*jam@ct.de*)

**Redaktion:** Niklas Dierking (*ndi@ct.de*), Mirko Dölle (*mid@ct.de*), Wilhelm Dreiling (*wid@ct.de*), Liana M. Dubowy (*lmd@ct.de*), Ronald Eikenberg (*rei@ct.de*), Oliver Lau (*ola@ct.de*), Pina Merkert (*pmk@ct.de*), Dennis Schirrmacher (*des@ct.de*), Hajo Schulz (*hos@ct.de*), Jan Schüßler (*jss@ct.de*), Kathrin Stoll (*kst@ct.de*), Keywan Tonekaboni (*ktn@ct.de*), Axel Vahldiek (*avx@ct.de*)

**Ressort Hardware**

**Leitende Redakteure:** Christof Windeck (*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*), Andrijan Möcker (*amo@ct.de*), Florian Müsseg (*mue@ct.de*), Rudolf Opitz (*rop@ct.de*), Carsten Spille (*csp@ct.de*)

**Ressort Mobiles, Entertainment & Gadgets**

**Leitende Redakteure:** Jörg Wirtgen (*jow@ct.de*), Christian Wölbart (*cwo@ct.de*)

**Redaktion:** Robin Brand (*rbr@ct.de*), Sven Hansen (*sha@ct.de*), Steffen Herget (*sh@ct.de*), Nico Jurran (*nij@ct.de*), André Kramer (*akr@ct.de*), Michael Link (*mil@ct.de*), Urs Mansmann (*uma@ct.de*), Stefan Porteck (*spo@ct.de*)

**Leiter c't 3003:** Jan-Keno Janssen (*jkj@ct.de*)

**Redaktion:** Lukas Rumpler (*rum@ct.de*)

**c't Sonderhefte**

**Leitung:** Jobst Kehrhahn (*keh@ct.de*)

**Koordination:** Pia Groß (*piae@ct.de*), Angela Meyer (*anm@ct.de*)

**c't online:** Sylvester Tremmel (*syt@ct.de*), Niklas Dierking (*ndi@ct.de*)

**Social Media:** Jil Martha Baae (*jmb@ct.de*)

**Koordination News-Teil:** Hartmut Gieselmann (*hag@ct.de*), Kathrin Stoll (*kst@ct.de*), Christian Wölbart (*cwo@ct.de*)

**Koordination Heftproduktion:** Martin Triadan (*mat@ct.de*)

**Redaktionsassistenz:** Susanne Cölle (*suc@ct.de*), Christopher Tränkmann (*cht@ct.de*)

**Software-Entwicklung:** Kai Wasserbäch (*kaw@ct.de*)

**Technische Assistenz:** Ralf Schneider (*ltg@ct.de*), Christoph Hoppe (*cho@ct.de*), Stefan Labusga (*sla@ct.de*), Arne Mertins (*ame@ct.de*), Jens Nohl (*no@ct.de*), Daniel Ladeira Rodrigues (*dro@ct.de*)

**Dokumentation:** Thomas Masur (*tm@ct.de*)

**Verlagsbüro München:** Hans-Pinsel-Str. 10b, 85540 Haar, Tel.: 0 89/42 71 86-0, Fax: 0 89/42 71 86-10

**Ständige Mitarbeiter:** Detlef Borchers, Herbert Braun (*heb@ct.de*), Tobias Engler, Monika Ermert, Stefan Krempel, Ben Schwan (*bsc@ct.de*), Christiane Schulzki-Haddouti

**DTP-Produktion:** Mike Bunjes, Birgit Graff, Angela Hilberg, Jessica Nachtigall, Astrid Seifert, Ulrike Weis

**Junior Art Director:** Martina Bruns

**Fotografie:** Melissa Ramson, Andreas Wodrich

**Digitale Produktion:** Melanie Becker, Kevin Harte, Martin Kreft, Thomas Kaltschmidt, Pascal Wissner

**Illustrationen**

Rudolf A. Blaha, Frankfurt am Main, Thorsten Hübner, Berlin, Albert Hulm, Berlin, Sven Hauth, Schülp, Timo Lenzen, Berlin, Andreas Martini, Wettin, Moritz Reichartz, Viersen, Michael Vogt, Berlin

**Editorial:** Hans-Jürgen „Mash“ Marhenke, Hannover, Schlagseite: Ritsch & Renn, Wien, c't-Logo: Gerold Kalter, Rheine

**c't-Krypto-Kampagne:** Infos zur Krypto-Kampagne unter <https://ct.de/pgp>. Die Authentizität unserer Zertifizierungsschlüssel lässt sich mit den nachstehenden Fingerprints überprüfen:

Key-ID: 5C1C1DC5BEEDD33A  
ct magazine CERTIFICATE <[pgpCA@heise.de](https://pgpCA@heise.de)>

D337 FCC6 7EB9 09EA D1FC 8065 5C1C 1DC5 BEED D33A

Key-ID: 2BAE3CF6DAFFB000

ct magazine CERTIFICATE <[pgpCA@ct.heise.de](https://pgpCA@ct.heise.de)>

A3B5 24C2 01A0 D0F2 355E 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF B000

Key-ID: DBD245FCB3B2A12C

ct magazine CERTIFICATE <[pgpCA@ct.heise.de](https://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: [ayznmonmwew2tjvgf7ym4t2726muprjvwckzxvhf2hbarbbzydm7oad.onion](http://ayznmonmwew2tjvgf7ym4t2726muprjvwckzxvhf2hbarbbzydm7oad.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](http://www.heise.de)

**Herausgeber:** Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

**Geschäftsführer:** Ansgar Heise, Beate Gerold

**Mitglieder der Geschäftsleitung:** Jörg Mühlé, Falko Ossmann

**Anzeigenleitung:** Michael Hanke (-167) (verantwortlich für den Anzeigenteil), [www.heise.de/mediadaten/ct](http://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](http://www.mediagate.com.tw)  
Tel: +886-2-2882-5577, Fax: +886-2-2882-6000, E-Mail: [mei@mediagate.com.tw](mailto: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: POFICHBX, 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](mailto: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); ermäßiges 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. Ermäßiges Abonnement für Mitglieder von AUGE, bdvB e.V., BvDW e.V., /ch/open, GI, GUUG, ISACA Germany Chapter e.V., JUG Switzerland, VBIO, VDE und VDI (gegen Mitgliedsausweis): Inland 108,15 €, Österreich 116,55 €, Europa 123,90 €, restl. Ausland 143,85 € (Schweiz 177,45 CHF). Luftpost auf Anfrage.

**Leserservice:**

Bestellungen, Adressänderungen, Lieferprobleme usw.

Heise Medien GmbH & Co. KG

Leserservice

Postfach 24 69

49014 Osnabrück

E-Mail: [leserservice@ct.de](mailto: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](http://www.ct.de/abo)) oder

E-Mail ([leserservice@ct.de](mailto: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 Verfügungsberecht 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](http://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 29/2023

Ab 16. Dezember im Handel und auf [ct.de](http://ct.de)



## Endlich OLED auf dem Schreibtisch

OLED-Monitore gibt es in Diagonalen von 27 bis 49 Zoll, einige sind gebogen, alle haben satte Farben und tolle Kontraste, sie sind blickwinkelstabil und super flink. Wir testen alle Größen und Panel-Varianten, beraten Sie bei der Monitorauswahl und erklären, wie Sie das berüchtigte Einbrennen vermeiden.



## Headsets und In-Ears im Büro

Soll ein Kopfhörer auch zum Arbeiten taugen, braucht er einen Mikrofonarm, einen speziellen Dongle zur besseren Kopplung ans Videokonferenzsystem und gerne auch eine Ladestation. Ähnlichen Komfort und gute Sprachqualität gibt es auch bei einigen In-Ears. Lesen Sie, was die bürotauglichen In-Ears und Headsets leisten und ob sie auch Musik gut wiedergeben.

## Angriff der EU auf Browserzertifikate

Mit der eIDAS-Verordnung will die EU Browserhersteller künftig zwingen, Zertifikaten von staatlich kontrollierten Stellen zu vertrauen. Sicheres Surfen verspricht Brüssel, während Digitalrechtler die Freiheit des Internets in Gefahr sehen. Was steckt politisch und technisch dahinter?

## Persönliche Dokumentenverwaltung

Belege, Versicherungspapiere, Anleitungen und Abrechnungen, digital und auf Papier – vergraben in Verzeichnissen und Mailanhängen, Schubladen und Schuhkartons: Wir ergründen, ob Dokumentenverwaltungsprogramme solches Chaos auch in privaten Haushalten zu ordnen vermögen.

## Abo-Videostreamingdienste im Vergleich

Neue Tarife, Werbe-Abos, Account-Sharing-Sperren und teils massive Preiserhöhungen – in diesem Jahr ist bei Netflix, Disney+ & Co. kein Stein auf dem anderen geblieben. Ein guter Zeitpunkt, um zu schauen, was man bei den Videostreamingdiensten noch für sein Geld bekommt.

Noch mehr  
Heise-Know-how



c't KI-Praxis jetzt im Handel  
und auf [heise-shop.de](http://heise-shop.de)



iX 12/2023 jetzt im Handel  
und auf [heise-shop.de](http://heise-shop.de)



c't Fotografie Fototouren  
2023/2024 jetzt im Handel  
und auf [heise-shop.de](http://heise-shop.de)

# ICH WARTE NICHT AUF UPDATES. ICH PROGRAMMIERE SIE.



40 %  
Rabatt!

## c't MINIABO PLUS AUF EINEN BLICK:

- 6 Ausgaben als Heft, digital in der App, im Browser und als PDF
- Inklusive Geschenk nach Wahl
- Zugriff auf das Artikel-Archiv
- Im Abo weniger zahlen und mehr lesen

Jetzt bestellen:  
[ct.de/angebotplus](http://ct.de/angebotplus)



# DAUERTIEFPREISE

1&1 Weihnachts-Aktion: Wunsch-Handy mit 10 GB monatlich dauerhaft günstig.

**1&1 – Immer wieder besser.**

Alle Handys  
einmalig

**0,-  
€\***



**1und1.de**  
0721 / 960 6060

**Weihnachtsfreude für alle:** Bei 1&1 gibt's alle Handys für einmalig 0,- € in Verbindung mit der 1&1 All-Net-Flat und mindestens 10 GB/Monat zum Dauertiefpreis.\*

**1&1**

\*Google Pixel 7a, Samsung Galaxy S23 oder Galaxy Z Flip5 für je 0,- € einmalig, z.B. in Verbindung mit der 1&1 All-Net-Flat M mit 250 GB Cloud-Speicher und 10 GB Highspeed-Volumen/Monat (danach max. 64 kB/s) für dauerhaft 19,99 €/Monat (Google Pixel 7a), 29,99 €/Monat (Samsung Galaxy S23) bzw. 39,99 €/Monat (Samsung Galaxy Z Flip5). Dauertiefpreis: Kein Preisprung während der gesamten Laufzeit. 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 je 39,90 €. Je 24 Monate Vertragslaufzeit. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Preise inkl. MwSt. 1&1 Telecom GmbH, 56403 Montabaur. WEEE-Reg.-Nr. DE13470330

© Copyright by Heise Medien.

