



Das größte Display  
der Welt:  
540.000 m<sup>2</sup>

# Passkeys: So nutzen Sie den Passwort-Nachfolger

Mit Smartphone, PC & Mac sofort loslegen

## TEST

Workstation-Grafikkarten von AMD & Nvidia  
Billige CPUs zum Zocken  
Nothing Phone (2) mit Top-Display  
35 Gramm leicht: Mini-Actioncam

## Günstige Ryzen-7000-Boards

## Plug-ins für ChatGPT

## FOKUS

Projekt: TV-Programm auf Android-Beamer streamen  
GPS-Tracker: Ortungsportal selbst betreiben  
Warum Sie jetzt Fortran lernen sollten

# Android Auto und Apple CarPlay einfach nachrüsten

So bekommen Sie Smartphone-Apps ins Cockpit – auch drahtlos



€ 5,90

AT € 6,50 | LUX, BEL € 6,90

NL € 7,20 | IT, ES € 7,40

CHF 9.90 | DKK 64,00



The logo for 1blu, consisting of the text '1blu' in a bold, yellow, sans-serif font inside a blue rounded square.A pair of round, dark sunglasses with the text '10 .de-Domains inklusive!' printed on each lens.A white circular badge with a blue border containing the text '10 .de-Domains inklusive!' in blue.

# Das wird heiß: Homepage Summer

## 10 .de-Domains inklusive

- > Kostenlose SSL-Zertifikate per Mausklick
- > Viele 1-Klick-Apps inklusive
- > Webbaukasten
- > Webkonferenzlösung
- > 75 GB Webspace
- > 700 E-Mail-Adressen
- > 70 GB E-Mail-Speicher
- > 70 MySQL-Datenbanken

# 2,29

€/Monat\*

**!** Aktion noch bis  
31.08.2023!  
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/summer](http://www.1blu.de/summer)



## KI: Atemloses Rennen

Fakten schaffen, KI-Mythen verbreiten, Konkurrenz auf Abstand halten, Regulierer besänftigen, die Zeit drängt. In atemberaubender Geschwindigkeit peitscht das mittlerweile milliarden schwere KI-Start-up OpenAI die Entwicklung seines ChatGPT-Ökosystems voran und die Konkurrenz vor sich her. Es geht um nichts Geringeres als die Frage, wer der nächste Gatekeeper des Internets wird.

Google hielt sich mit seiner Sprach-KI namens Bard zunächst vornehm zurück. Genüsslich ließ es OpenAI nebst Microsoft die Häme für das wirre Zeug kassieren, das ChatGPT und seine Derivate in die Welt bliesen. Falsche Taktik. OpenAI erntet bereits die Früchte seines groß angelegten Beta-tests, für den es geschickt die versammelte Intelligenzia als Heer unbezahlter Clickworker einspannt. Nun wirft auch Google in einem Akt der Verzweiflung seinen unfertigen Bard in den Ring.

Während der ins Hintertreffen geratene KI-Pionier seine Feuertaufe absolviert, pusht OpenAI seine Plug-in-Infrastruktur, siehe Seite 128. Sie soll dem Chatbot geben, was ihm fehlt: Aktualität, Verlässlichkeit, analytische Fähigkeiten. Mit diesem Bauerntwicklungs-Trick könnte die Sprach-KI doch noch zur allmächtigen Kommunikationszentrale werden und die externen Websites zu anonymen Content-Lieferanten degradieren. Datenschutz, Urheberrecht und Systemsicherheit sind da erst mal zweitrangig, und das ist gefährlich. Angesichts der langwierigen juristischen Auseinandersetzungen mit Facebook kann niemand ernsthaft glauben, dass sich solche grundsätzlichen Probleme noch im Nachhinein lösen lassen, nachdem die Claims abgesteckt sind.

Wie gut, dass es noch kritische Geister auf der Welt gibt, die sich nicht jeden Unfug gefallen lassen. Die vermeintlich anonymen Content-Lieferanten der ersten Stunde haben bereits erkannt, dass sie – noch – in der Hand haben, ob und wie KI ihr Leben und Arbeiten verändert: US-amerikanische Schauspieler, Drehbuchautoren und Künstler. Sie streiken, solange sie noch gebraucht werden. Oder wehren sich vor Gericht dagegen, dass ihre Werke massenweise und unentgeltlich zu Trainingszwecken an Maschinen verfüttert werden. Auch die Aufsichtsbehörden bleiben den Konzernen diesmal hart auf den Fersen, sowohl die EU mit ihrer geplanten KI-Verordnung als auch die US-amerikanische Federal Trade Commission, die jetzt umfangreiche Transparenznachweise und Risikobewertungen von OpenAI einfordert.

So viel Zeit muss sein. Die Gesellschaft tut gut daran, sich nicht überrumpeln zu lassen. Selbst Google warnt seine Mitarbeiter davor, den eigenen Chatbot zu nutzen, weil er Firmengeheimnisse ausplaudern könnte. Apple und Samsung haben den Einsatz von ChatGPT & Co. sogar verboten.



*Andrea Trinkwalder*

Andrea Trinkwalder

## Titelthemen

### Passkeys: So nutzen Sie den Passwort-Nachfolger

- 14 **Konten schützen** mit Passkeys auf Handy und PC
- 24 **Eigene Server** mit Passkey-Logins ausstatten
- 28 **Interview** FIDO-Chef zu Passkey-Chancen

### Android Auto und Apple CarPlay einfach nachrüsten

- 58 **Smarter fahren** Google, Apple & die Autohersteller
- 62 **Sechs Drahtlos-Adapter** im Test
- 70 **Fahrzeuge jeden Alters** nachrüsten

### Günstige Ryzen-7000-Boards

- 112 **Mainboards mit A620-Chipsatz** im Test

### Plug-ins für ChatGPT

- 128 **Chatbot lernt dazu** und findet aktuelle Fakten

## Aktuell

- 12 **Hollywood** Autoren & Schauspieler gegen KI
- 32 **MOVEit-Lücke** trifft auch deutsche Banken
- 33 **Schufa** Kreditwürdigkeit per App prüfen
- 34 **Twitter-Alternative** „Threads“ startet rasant
- 35 **Thunderbird** Mailclient modernisiert
- 36 **Starlink** stört Weltraumforschung
- 38 **Apple** macht iPhones Campusnetz-tauglich
- 39 **Internet** Privacy Shield 2.0, Gesundheits-IT
- 40 **Forschung** Sanfter Greifer, Elektroden für Nerven
- 42 **Bit-Rauschen** EU-Chips-Act, Intel spart, 3 nm
- 44 **Server & Storage** Rasante SSD, Fehlalarm im NAS
- 45 **Hardware** NUC adé, PC-Markt in Talsohle
- 46 **Solarwechselrichter** Deye spart an Sicherheit
- 47 **Google** trainiert Bard billigt, Clickworker leiden
- 48 **Das größte Display der Welt: 540.000 m<sup>2</sup>**
- 50 **Streaming** Netflix ohne Basis-Abo
- 51 **Spiele** Space Invaders mit AR, Retro-Games
- 54 **Web-Tipps** Stereofotos, Kuriositäten, digitale Kunst

## Test & Beratung

- 78 **Server-Festplatte** mit geteiltem Kopfstapel
- 80 **E-Auto-Ladekabel** Juice Booster 3 air
- 82 **Android-Smartphone** Asus Zenfone 10
- 84 **ISA-USB-Adapter** für MS-DOS-PCs
- 86 **LoRaWAN-Board** für GPS-Tracking
- 86 **USB-SSD** mit Backup-Software
- 88 **Nothing Phone (2) mit Top-Display**
- 90 **Mischpultmodul** Atomos AtomX Cast
- 92 **Screencaster** für Großbildschirme
- 92 **Blackberry-Tastatur** mit USB-Anschluss
- 93 **KI-Tool** zum Redigieren von PDF-Dateien
- 94 **Regieassistent** für Live-Musiker
- 96 **35 Gramm leicht: Mini-Actioncam**
- 98 **Dashboard** für Windows-Entwickler
- 100 **Audio-Workstation** Ableton Push 3
- 102 **Vollformatkamera** Nikon Z 8
- 104 **Workstation-Grafikkarten von AMD & Nvidia**
- 120 **Billige CPUs zum Zocken**
- 166 **Bücher** Open Circuits, KI für Entscheider

### 14 Passkeys: So nutzen Sie den Passwort-Nachfolger



Online-Schurken lieben Passwörter, Nutzer hassen sie. Die bequeme Alternative Passkey hebt Phishing aus, ist im Handumdrehen eingerichtet, funktioniert schon bei vielen großen Webseiten und mit wenigen Handgriffen auch auf Ihrem Server.

## Wissen

- 52 **Gamescom** Bunte Indie-Game-Vielfalt
- 126 **Zahlen, Daten, Fakten** Marktüberwachung
- 132 **EU-Reparaturregeln** für Smartphones & Co.
- 134 **Geoinformatik** Tachograf führt zu Mordopfer
- 138 **Warum Sie jetzt Fortran lernen sollten**
- 142 **Flash-Speicher** Wie Coding Fehler korrigiert
- 148 **40 Jahre c't** PC-Recycling in den 1990ern
- 160 **Onlineforen** Was Admins löschen müssen

## Praxis

- 150 **GPS-Tracker: Ortungsportal selbst betreiben**
- 154 **Projekt: TV-Programm auf Android-Beamer streamen**
- 158 **Placebo** Windows-„Apps nur aus dem Store...“

## Immer in c't

- 3 **Standpunkt** Atemloses Rennen
- 6 **Leserforum**
- 11 **Schlagseite**
- 56 **Vorsicht, Kunde!** Vattenfall rechnet eigenwillig
- 162 **Tipps & Tricks**
- 164 **FAQ** Sicheres Bezahlen auf Kleinanzeigen
- 168 **Story** Schreibblockade
- 175 **Stellenmarkt**
- 176 **Inserentenverzeichnis**
- 177 **Impressum**
- 178 **Vorschau 19/2023**

## 58 Android Auto und Apple CarPlay einfach nachrüsten



Leichter navigieren, sicherer fahren: Android Auto und Apple CarPlay bringen Smartphone-Apps aufs Fahrzeugdisplay. Wir zeigen, wie man die Schnittstellen in älteren und jüngeren Autos nachrüstet und sie kabellos nutzt.



84 **USB-Sticks** als Festplatte in MS-DOS-PCs



142 **Flash-Speicher** Mit Redundanz Fehler wegbügeln



Bild: Mash

In Radio, Fernsehen und Kino läuft immer dieselbe Leier. Doch unsere Leser trauen der heutigen KI nicht zu, für mehr Abwechslung zu sorgen. Zumal gerade eine ganze Branche dagegen aufbegehrt (siehe Seite 12).

## KI gegen Ideenlosigkeit?

Standpunkt: Vom Ende der Geschichten aus Hollywood, c't 17/2023, S. 3

Willkommen im allseits gelobten Zeitalter der Einfallslosigkeit und der Copy-Paste-Generation. Das fing mit der Musik an. Im Radio werden von fast allen Sendern, zumindest tagsüber, langweilige Baukasten-Ohrwurm-Charts von der Festplatte gespielt. Tag für Tag dieselbe Leier. Dann hat das Fernsehen dieses System entdeckt: immer wiederkehrend die gleichen Filme, mit seltener Einstreuung eines neueren.

Tja, wen wunderts, das Kino hat es auch erwischt. Die Zeiten der schönen, fantasievollen und spannenden Science-Fiction-Filme sind vorbei. Die Marvels und auch die Prequels von Star Wars konnten da ja noch mithalten. Das war noch eine schöne Bereicherung des Kinos. Aber die sind jetzt ausgelutscht. Selbst James Bond wurde zu einem Standard-Action-Kracher reduziert.

Irgendwie fehlt es an Fantasie und echten Innovationen, in der sogenannten Zukunft. Da man die nicht hat, holt man

sich halt die Anregungen aus der allseits gehassten Vergangenheit und produziert Aufgüsse. Aber das Heil der heutigen Zeit ist ja schon da: KI, sie wirds richten, bestimmt. Wenn sie mal wirklich intelligent wird ...

Stefan Schönauer

## Keine Erleichterung

Technikpannen überschatten Neustart des E-Rezepts, c't 17/2023, S. 14

Dass die Ärzte eine Vergütungspauschale für die Anschaffung erhalten, zeigt ein Grundproblem auf: Die Telematikinfrastruktur erleichtert und verbessert den Arbeitsalltag nicht (genügend). Sonst würden die Praxen von sich aus investieren, wie sie das bei anderen Anschaffungen auch tun.

Björn Küstner

## Open-Source statt Play Store

Security-Checkliste Smartphones, c't 17/2023, S. 72

Ich kann es echt nicht mehr hören, das Gewese um „externe Quellen meiden“. Wie oft schon wurden im offiziellen Play Store böswillige Apps entdeckt? Hat mal jemand die schiere Zahl an offiziellen Apps zusammengerechnet, die Betrug (Abo, Click-fraud), Spionage und/oder Hintertüren mitbringen? Wobei eine weitere Frage ist, ob in allen Fälle Googles Kontrollen versagten oder ob Google weggeschaut hat.

Gegenfrage: Wie oft ist dasselbe schon bei FOSS-Apps [Free and Open-Source Software, Anm. d. Red.] vorgekommen? Null-mal? Schlussfolgerung: Mit Apps von F-Droid bin ich sicher; mit Apps aus dem offiziellen Play Store kann man nie sicher sein. Wenn du eine App für eine Funktion suchst, dann sollte stets die erste Anlaufstelle F-Droid sein. An zweiter Stelle kommt der direkte Download bei vertrauenswürdigen Herstellern. Erst an dritter Stelle würde ich den offiziellen Play Store befragen.

Christoph Schmees

## Langlebige Disketten

Tausend Floppy-Disks, c't 16/2023, S. 72

Ich habe noch einen Disketten-Satz von Windows 3.1, ob der noch installierbar ist, glaube ich allerdings nicht. Disketten sind halt vergänglich.

Siegfried Anton

Falls Sie noch einen passenden Alt-PC und Zeit haben, versuchen Sie es. Disketten sind manchmal erstaunlich langlebig, anders als selbst gebrannte CD-ROMs. Ich habe es vor zwei Jahren selbst mit Erfolg ausprobiert dürfen: ct.de/-6237491.

## Auf die Länge kommt es an

Security-Checkliste WLAN-Router, c't 17/2023, S. 73

Im Artikel steht, man soll 20 bis 30 Zeichen für den WPA2-Schlüssel verwenden. Weshalb so wenig? Mein Schlüssel nutzt mit 63 Zeichen Länge das erlaubte Maximum voll aus. Jetzt höre ich schon den Einwand: Aber wie soll ich einen so langen Schlüssel fehlerfrei eingeben? Dazu meine Antworten:

Erstens, wie häufig kommt das überhaupt vor? Viele Geräte kann man per (vorübergehend aktiviertem) WPS oder per QR-Code einbinden. Wenn das nicht geht und man wirklich den Schlüssel manuell eingeben muss, dann doch nur beim allerersten Einbinden eines Geräts.

Zweitens, durch die Auswahl des Schlüssels kann man sich auch für die manuelle Eingabe das Leben erleichtern. Mein Schlüssel ist ein passend langer leicht merk-

## Fragen zu Artikeln

✉ Mail-Adresse des Redakteurs am Ende des Artikels

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

## Modernes Client Management

# Operatives IT-Management mit den richtigen Lösungen im Griff

**Die Verwaltung von Hard- und Softwarelösungen gewinnt aufgrund der fortschreitenden Digitalisierung und Komplexität von IT-Infrastrukturen zunehmend an Bedeutung. Gerade in Unternehmen mit einer großen Anzahl an Endgeräten und IT-Systemen ist eine gezielte und auf die Bedürfnisse abgestimmte Verwaltung unabdingbar. Doch von welchen Lösungsanbietern wird die IT-Abteilung besonders gut unterstützt?**

*Ercan Hayvali, Senior Analyst*

In komplexen IT-Infrastrukturen wird eine automatisierte Bestandserfassung von Hard- und Software zur vereinfachten Verwaltung und zur Vermeidung von Fehlern durch manuelle Dateneingabe eingesetzt. Zusätzlich sind umfangreiche Reporting-Optionen unerlässlich, um eine schnelle und umfassende Auswertung der IT-Systeme zu ermöglichen. Weitere operative Funktionen wie IT-Servicedesk und Asset- sowie Lizenzmanagement tragen zur effizienten Verwaltung der IT bei. Zur Sicherstellung dieser Anforderungen von IT-Verantwortlichen sind spezialisierte IT-Management-Lösungen und deren Anbieter gefragt. Dazu führt das Analystenhaus techconsult jährlich das Professional User Rating – IT Operations (PUR-IT Ops) durch. Im Rahmen dieser Befragung bewerten über 3.050 IT-Experten ihre eingesetzten Lösungen in über 60 Einzelkriterien. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass die eingesetzten IT-Management-Lösungen den Bedürfnissen und Anforderungen der IT-Verantwortlichen entsprechen.

### Aagon überzeugt die Anwender und wird „Vierfach-Champion“

Im Rahmen des PUR-IT Ops 2023 wird dem Soester Softwareunternehmen Aagon eine gute Arbeit von den Anwendern bescheinigt. In den berücksichtigten Sparten IT & Network Inventory Management, Software Asset & License Management, Client Lifecycle Management sowie IT-Servicedesk überzeugt der Anbieter mit Bestnoten und führt die „Champions“-Bereiche der Ergebnisdiamanten an. Für IT-Verantwortliche liefert die Lösung ACMP ein effizientes Tool für die Erledigung der operativen IT-Management-Aufgaben. Anwender schätzen insbesondere die ganzheitliche Inventarisierung durch ACMP Core als Basismodul und bewerten diese wichtige Funktionalität mit der höchsten Bewertung im Feld. Die Dokumentation und die damit verbundenen Reporting-Funktionen in Form von übersichtlichen Tabellen und Diagrammen überzeugen die befragten IT-Experten und tragen zur exzellenten Bewertung bei. Auch im Bereich Client Lifecycle Management kann sich Aagon behaupten. Die Verwaltung von Geräten von der Anschaffung bis zur Stilllegung gestaltet sich laut den Bewertungen der Anwender bestmöglich mit ACMP Retired Clients.

Insbesondere für die Abbildung des gesamten Client Lifecycles erhält das Unternehmen im Bereich Funktionsumfang sehr gute Bewertungen und wird als Champion ausgezeichnet. Neben Clients müssen auch die eingesetzten IT-Assets effizient verwaltet werden. ACMP Asset Management setzt genau hier an und bietet eine gute Lösung für die Inventarisierung aller Anlage- und Sachgüter des Unternehmens, so die befragten Anwender. Das ACMP Lizenzmanagement-Modul trägt durch umfassendes Lizenz-Reporting und ganzheitliche IT-Asset-Inventarisierung dazu bei, den Zeitaufwand zu reduzieren und das Risiko von Lizenzverstößen zu minimieren. Dies wird von den befragten IT-Experten bestätigt und mit Bestnoten bewertet. Insgesamt wird deutlich, dass effizientes IT-Asset-Management und Lizenzmanagement eng miteinander verbunden sind und Aagon als Anbieter einen geeigneten Partner darstellt.



Alle Informationen zum  
Professional User Rating  
IT Operations 2023 unter  
[www.aagon.com/pur2023](http://www.aagon.com/pur2023)  
oder [www.techconsult.de/pur-itops-2023](http://www.techconsult.de/pur-itops-2023)

 **Aagon**  
CLIENT MANAGEMENT PLATFORM

### Anwender haben abgestimmt - PUR IT Operations 2023

Im Rahmen des PUR-IT Ops Vendor Benchmark 2023 haben sich 30 Anbieter im Bereich IT & Network Inventory Management, 20 in der Sparte Client Lifecycle Management, 34 im Bereich Software Asset & License Management und 31 Anbieter in der Sparte IT-Servicedesk einen Platz im Ergebnisdiamanten gesichert. Aagon positioniert sich durch exzellente Bewertungen der modularen Lösung ACMP in allen Bereichen als Champion. Die Bewertung bezieht sich nicht nur auf das Produkt selbst, sondern auch auf den Anbieter. Dabei werden insgesamt 13 Bewertungskategorien mit 59 Einzelkriterien berücksichtigt, um ein umfassendes Bild der Leistungsfähigkeit der Anbieter zu erhalten.

 **techconsult**  
TECHNOLOGY MARKET ANALYSTS

barer Satz, angereichert mit einigen Ziffern und Satzzeichen. Den kann jeder fehlerfrei eingeben und trotzdem ist er sehr sicher. So sicher, wie WPA2 sein kann.

Christoph Schmees 

## Reserven eingeplant

Der Kampf gegen Chip-Manipulationen, c't 17/2023, S. 126

In Ihrem Artikel steht: „Eine weitere offene Frage ist, ob sich ein Hardware-Trojaner nicht in den höheren Schichten des Chipaufbaus verstecken könnte.“ Das macht die Industrie schon selbst :-). Da die Maskenkosten mit kleineren Strukturbreiten enorm steigen, lohnt es sich, Reservebauelemente an strategisch günstigen Stellen einzubauen. Die Verdrahtung ist dabei so zu gestalten, dass Veränderungen wie das Einfügen, Abtrennen, Überbrücken oder Kurzschließen der vorgesehenen Bauelemente durch Änderung von möglichst wenigen Belichtungsmasken ausführbar sind.

Findet man einen Fehler, so lässt er sich hoffentlich mithilfe der Reservebauelemente durch eine geänderte Verdrahtung beheben, wozu nur wenige Masken neu angefertigt werden (im Idealfall genau eine). Das lässt auch ICs, die gerade in der Frontend-Produktionsphase sind, nicht automatisch zum Elektroschrott werden, wenn der Fehler nach Anlauf der Serienproduktion entdeckt wird, und wiegt somit die erhöhten IC-Kosten mehr als auf.

Marcus Nemes 

## SSD stromlos lagern

SSD-Schnäppchen ohne Reue, c't 17/2023, S. 164

Ich verwende eine M.2-NVME-SSD als Backup-Laufwerk in einem externen USB-Gehäuse. Jetzt habe ich gelesen, dass SSDs von Zeit zu Zeit mit Strom versorgt werden sollten, weil sonst ein Datenverlust droht. Stimmt das? Und falls ja: Wie oft sollte man dann eine SSD anschließen und wie lange, um einem solchen Datenverlust vorzubeugen?

Markus Brandt 

SSDs, besser gesagt die Flash-Zellen in den SSDs, verlieren tatsächlich ihre Ladung im Lauf der Zeit. Der Ladungsverlust wird dabei mit zunehmender Abnutzung stärker, oder

im Umkehrschluss: Wenn Sie für das Backup eine neue SSD gekauft haben, dann haben ein paar GByte oder auch TByte die SSD noch lange nicht so abgenutzt, dass sich daraus ein Problem ergibt. Eine neue SSD kann ihre Ladung auch ohne Stromversorgung ein paar Jahre halten.

Eine stärker abgenutzte SSD einfach anzuschließen reicht aber zur Auffrischung nicht aus. Die SSD bekommt Datenfehler ja erst mit, wenn die Daten auch gelesen werden sollen. Im Prinzip müssten Sie zur Kontrolle alle Daten lesen, also beispielsweise das gesamte Backup wieder auf ein anderes Laufwerk kopieren. Stößt der SSD-Controller beim Lesen auf Probleme, so sorgt seine Fehlerkorrektur in der Regel für korrekte Daten, er wird die Datei dann jedoch an anderer Stelle neu abspeichern. Mehr dazu im Grundlagenartikel zur Datenerhaltung bei SSDs in c't 11/2021 ab Seite 116.

## Verspätung beim Service

Bahn will für verspätet erstelltes Deutschland-Ticket kassieren, c't 16/2023, S. 50

Ich habe das Deutschlandticket nicht bei der Bahn, sondern bei der Konkurrenz „Bayerische Regiobahn“ (BRB) abonniert. Zwar ist bei mir das Ticket jeweils rechtzeitig in der BRB-App gelandet, dafür schafft es diese Firma beziehungsweise der dahinterstehende Konzern Transdev nicht, mir die Rechnungen für die mittlerweile drei Monatstickets zukommen zu lassen. Wenn man in der App die jeweilige Rechnung abrufen will, kommt stets die Fehlermeldung, dass man es doch bitte fünf Minuten nach dem Ticketkauf noch einmal versuchen solle.

Bereits am 12. Mai habe ich bei BRB über ein Webformular nachgefragt und um Bereitstellung der Rechnung für den Mai gebeten. Nur knapp sieben Wochen später kam eine Antwort: „Zurzeit gibt es Probleme bei der Erfassung der Rechnungen in der BRB-App.“

Manfred Polak 

## Zigbee im Router wäre cool

c't uplink: Fritzbox als Smart-Home-Zentrale, c't 16/2023, S. 14

Dass Zigbee-Unterstützung perspektivisch bei Fritz einzieht und die normalen Fritzboxen Zigbee-tauglich werden, finde ich ziemlich cool. Wenn mal ein Repeater abbraucht, kann man ihn durch ein integriertes Gerät ersetzen.

Aber die Einschränkungen dieses „Smart Gateways“ machen es für fast alles unbrauchbar. Es steckt kein WLAN-Repeater drin, immerhin noch DECT ULE, aber kein DECT-ULE-Repeater. Einziger Vorteil ist somit die Integration in das Fritz-Smarthome. Schön, dass AVM sich für eine neue Funktechnik öffnet, aber dabei kommen hoffentlich spannendere Produkte als dieses hier raus.

Gerade die im Beitrag kurz angesprochene Problematik der Frequenzüberlappung könnte durch integrierte WLAN- und Zigbee-Komponenten viel besser gelöst werden, als wenn man von Hand versucht, Zigbee in einen Bereich zu drücken, der das WLAN möglichst wenig stört.

MeierFranz 

## Ergänzungen & Berichtigungen

### Add-on nicht mehr kompatibel

Security-Checkliste E-Mail, c't 17/2023, S. 74

Das empfohlene Add-on „Allow HTML Temp“ ist leider mit der nach Redaktionsschluss erschienenen Version 115 von Thunderbird nicht mehr kompatibel.

### Sperr-Notruf bei Postbank

Leserbrief: Nicht jede Bank erreichbar, c't 17/2023, S. 10

Die Postbank ist vor wenigen Wochen dem Sperr-Notruf 116 116 beigetreten. Anders als in c't 17/2023 beschrieben, können nun auch Postbank-Kunden unter dieser Nummer sämtliche Karten sperren lassen.

## Wir freuen uns über Post

 [redaktion@ct.de](mailto: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>

**secIT** by Heise  
DIGITAL

**meet.  
learn.  
protect.**



**Die Online-Konferenz für Security-Experten**

**vom 13.–14. September 2023**

## HIGHLIGHTS

**Ransomware-Angriff und nichts geht mehr:  
Die IT-Abteilung ist schuld?**  
Stefan Strobel

**Gefühlt sicher:  
Sicherheitsmythen und -irrtümer**  
Frank Ullly

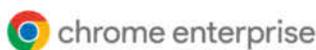
**E-Mails als beliebtes Einfallstor für Angreifer**  
Nadia Meichtry

**Jetzt anmelden:**



[secit-heise.de](https://secit-heise.de)

Partner



Be ready





## heise Academy Sommer-Challenge: KI-Power entfesseln und Preise gewinnen!

Unsere IT-Experten Christian Winkler und Stefanie Scholz rufen die **heise Academy Sommer-Challenge** aus: Zeige deine KI-Fähigkeiten und gewinne eine **Playstation 5 mit zwei Games** sowie ein **exklusives Seminar** mit den beiden Top-Experten!

**Challenge:** Führe eine Konversation mit einem Sprachmodell, um ein hypothetisches Produkt zu entwickeln und visualisiere es anschließend mit Hilfe eines Bildgenerators. Die kreativste Idee gewinnt!

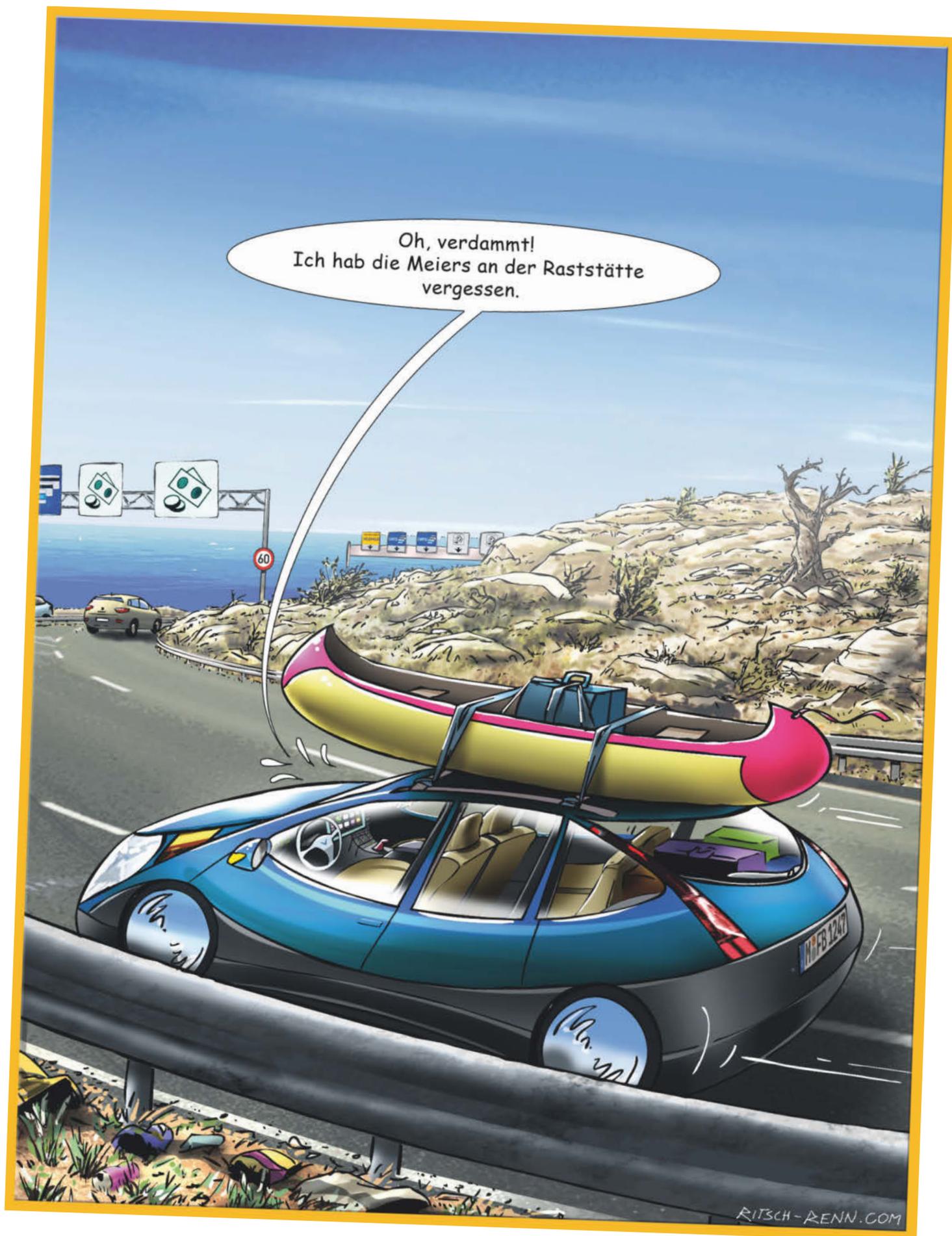
Melde dich jetzt an und sichere dir deine Chance auf eine Playstation 5 mit zwei Games und ein persönliches Seminar mit unseren IT-Experten.

**Bist du bereit? Die Sommer-Challenge erwartet dich!**

**Übrigens:** Über 600 weitere knifflige Aufgaben erwarten dich mit dem **Academy Pass**. Nimmst du die Herausforderung an?

Jetzt mitmachen:  
[heise-academy.de](https://heise-academy.de)





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



Bild: Mark J. Terrill/AP

# Kampf gegen KI

## Künstliche Intelligenz in Hollywood: Autoren und Schauspieler im Streik

**Seit Anfang Mai streiken Hollywoods Drehbuchautoren, nun sind auch die Schauspieler mit von der Partie. Die US-Filmindustrie liegt damit praktisch lahm. Die Streikenden fordern neben höheren Löhnen einen anderen Umgang mit künstlicher Intelligenz: Diese erzeugt nämlich nicht nur Texte für Drehbücher, sondern kann mittlerweile auch Schauspieler ersetzen.**

Von André Kramer

Es handelt sich um den ersten groß organisierten Protest gegen Arbeitsplatzverlust durch künstliche Intelligenz überhaupt: Hollywoods Drehbuchautoren streiken gemeinsam mit Schauspielern aufgrund der immer schlechteren Arbeitsbedingungen im Filmgeschäft. Das geschah zuletzt vor über 50 Jahren. Die Au-

toren sind in der die Gewerkschaft „Writers Guild of America“ (WGA) organisiert. Die Schauspielergewerkschaft SAG-AFTRA (Screen Actors Guild, American Federation of Television and Radio Artists) leistet nun Schützenhilfe. Verhandlungen mit dem Verband der TV- und Filmstudios AMPTP (Alliance of Motion Picture and Television Producers) führten bis Redaktionsschluss zu keinem Ergebnis.

Ein zentraler Streitpunkt betrifft den Umgang mit künstlicher Intelligenz. Diese stelle eine „reale und unmittelbare Bedrohung“ dar, weil mit KI animierte Charaktere die Schauspielerei der Gewerkschaftsmitglieder nachbilden könnten, sagte die SAG-AFTRA-Vorsitzende Fran Drescher dazu in einer Stellungnahme: „Was mit uns geschieht, ist wichtig. Was mit uns geschieht, geschieht in allen Bereichen der Arbeitswelt.“

Von künstlicher Intelligenz generierte Charaktere sind bereits im Einsatz. Das russische Unternehmen Deepcake nutzte eine Deepfake-Version von Bruce Willis für einen Werbespot der Telekommunikationsfirma Megafon. Das Gesicht des Ac-

tion-Schauspielers wurde mit einem künstlichen neuronalen Netz auf einen russischen Schauspieler projiziert. Willis erlaubte Deepcake, dafür hochauflösende Scans seines Gesichts zu nutzen. Ein anderes Beispiel: Das Start-up Respeecher aus Kiew digitalisierte Darth Vaders Stimme, damit sich der mittlerweile 91-jährige James Earl Jones aus dem Filmgeschäft zurückziehen kann.

### Streit um Nutzungsrechte

Die Filmgewerkschaft wirft Studios und Streamingdiensten vor, Schauspieler zu scannen und sich die Rechte an diesen digitalen Abbildern „bis in alle Ewigkeit“ sichern zu wollen. Es sei wie in einem Plot der TV-Serie Black Mirror. Laut der Nachrichtenagentur Reuters wies der Verband AMPTP den Vorwurf zurück: Die Rechte zur Nutzung der digitalen Replikas beschränkten sich auf den Film, in dem der Schauspieler mitwirke.

Auch die Autoren sehen ihre Arbeitsplätze bedroht. Sarah Myers West, Geschäftsführerin der gemeinnützigen Forschungsorganisation AI Now Institute, untersucht die sozialen Folgen von KI und sagt: „Schriftsteller sind am wahrscheinlichsten von der weitverbreiteten Nutzung generativer KI betroffen.“ Das zeigt bereits erste Folgen. Die Komikerin Sarah Silverman und zwei weitere Autoren verklagen Meta und OpenAI vor dem Bundesgericht in San Francisco wegen der mutmaßlichen Verwendung ihrer Texte in deren Large-Language-Models, unter anderem in ChatGPT.

Die streikenden Drehbuchautoren fordern unter anderem, dass die Studios ihr Material nicht als Quellmaterial nutzen, um künstliche Intelligenz zu trainieren, sowie dass künstliche Intelligenz nicht genutzt werden soll, um literarische Werke zu schreiben oder umzuschreiben.

Der Konflikt über die Nutzung von KI entzündete sich darüber hinaus an der am 21. Juni gestarteten Disney+-Serie „Secret Invasion“. Nach der Premiere kritisierte ein Konzeptkünstler unter dem Twitter-Synonym dekubrush den Vorspann der Serie, der mithilfe eines KI-Bildgenerators entstand: Durch den Einsatz des KI-Tools habe Disney Grafiker um ihre Arbeit gebracht, und das, obwohl es in der Serie genau darum gehe, Menschen zu ersetzen und zu imitieren (siehe ct.de/yr5).

Der Regisseur der Serie, Ali Selim, gestand in einem Interview mit dem US-Magazin Polygon ein, nicht zu verstehen, wie

solche Bildgeneratoren funktionieren. Ihm war offenbar nicht bewusst, dass die Arbeit von realen Künstlern die Grundlage für solche KI-Bildgeneratoren darstellt. Das war ein zentraler Kritikpunkt vieler Twitter-Nutzer, die den Tweet teilten.

## Die Tragweite

Bereits am 2. Mai hatten die Drehbuchautoren zu streiken begonnen. Am 14. Juli legten auch die Schauspieler ihre Arbeit nieder. In Hollywood können damit praktisch keine Serien und Filme mehr produziert werden. Die Gewerkschaft SAG-AFTRA vertritt insgesamt etwa 160.000 Filmschaffende, unter anderem Schauspieler, Stuntleute, Sänger, Tänzer, Synchronsprecher und Journalisten. Der Verband AMPTP vertritt unter anderem die großen Streaminganbieter Netflix, Disney+ und Amazon Prime.

Eine Mitgliedschaft in der Gewerkschaft ist Voraussetzung, um überhaupt als Schauspieler arbeiten zu können. Viele Produktionen schreiben sie vor. Der Streik ist außerdem verbindlich: Gewerkschaftlich organisierte Schauspieler dürfen ab sofort nicht mehr arbeiten. Nicht gewerkschaftlich organisierte Schauspieler können theoretisch weiterarbeiten. Allerdings hat SAG-AFTRA bereits angekündigt, bei künftigen Mitgliedsanträgen abzufragen, ob Kandidaten den Streik gebrochen hätten.

## Die Forderungen

Streamingdienste veröffentlichen immer mehr Content auf ihren Plattformen. Zu den drei bereits genannten Anbietern gesellen sich mittlerweile weitere wie Apple TV+ und Paramount+. Gleichzeitig sinken die Budgets für einzelne Filme und Serien. Die vormals größte Einnahmequelle, das Kino, steckt dauerhaft in einer Krise, weil das Publikum sich zunehmend von den Streaminganbietern unterhalten lässt, statt Tickets zu kaufen. Online aufgerufene Serien bringen den einzelnen Künstlern aber weniger Tantiemen als Wiederholungen bei klassischen Fernsehsendern; ein Angleich steht auf ihrer Forderungsliste.

Der Vorstand der Gewerkschaft hatte vor der Urabstimmung, ob gestreikt werden soll, die Forderungen formuliert und an die Mitglieder gesandt. Dort heißt es: „Wir brauchen einen Vertrag, der unsere Vergütungspläne verbessert und die Mitglieder vor Einkommensverlusten durch Inflation und sinkende Tantiemen für Wiederholungen schützt, genauso wie vor dem ungeregelten Einsatz von KI und dem Vorschrei-

**Das ist nicht Bruce Willis. Das russische Unternehmen Deepcake erzeugte eine digitale Kopie des Schauspielers für einen Werbespot der Firma Megafon.**



ben von selbst aufzunehmenden Vorsprechvideos“ (siehe ct.de/yre5). 65.000 Mitglieder nahmen an der Abstimmung teil. Fast alle (97,5 Prozent) stimmten für den Streik.

Die Drehbuchautoren begrüßen die Unterstützung seitens der Schauspieler, weil bekannte Gesichter mehr Publicity versprechen als die öffentlich nicht sichtbaren Autoren. Bei der Premiere von Christopher Nolans Filmbiografie „Oppenheimer“ am Donnerstagabend vor Beginn des Streiks verließ die gesamte Besetzung die Veranstaltung. Unterstützung bekommen die Streikenden außerdem durch einen öffentlichen Brief, den unter anderem Jennifer Lawrence, Ben Stiller, Pedro Pascal und Meryl Streep unterzeichnet haben. „Dies ist kein Zeitpunkt, um sich in der Mitte zu treffen“, heißt es in dem Schreiben.

## Die Folgen

Eine Einigung ist derzeit nicht in Sicht. Der TV- und Filmverband schweigt. Disney-Chef Bob Iger wies die Forderungen als „nicht realistisch“ zurück. Das US-Magazin Deadline zitiert einen anonymen Manager mit der Ankündigung, der Autoren-

streik solle so lange ausgesessen werden, bis Gewerkschaftsmitglieder ihre Wohnungen oder Häuser verlieren.

Aufgrund des Autorenstreiks haben die Late-Night-Shows von Jimmy Kimmel und John Oliver seit Mai keine Folgen mehr produzieren können. Die kommende Staffel der Netflix-Serie „Stranger Things“ liegt vorerst auf Eis. Das Kinopublikum dürfte die Folgen des Streiks erst in einigen Monaten zu spüren bekommen. Viele Filmstarts verschieben sich schon von 2024 auf 2025. Die Marvel-Verfilmungen von „Captain America: Brave New World“ und „Blade“ kommen später als geplant ins Kino. Die Filmaufnahmen für „Deadpool 3“ verzögern sich. Auch der dritte Teil der Avatar-Reihe dürfte betroffen sein.

Künstliche Intelligenz durchdringt bereits viele Bereiche der Filmbranche. Der Streit um die Rechte an Büchern, darstellerischer Leistung und den Gesichtern der Schauspieler steht noch ganz am Anfang. Sein Ausgang wird zeigen, wie auch in anderen Bereichen künftig mit schöpferischer Leistung verfahren wird. (akr@ct.de) **ct**

**Streikaufruf und Antwort: ct.de/yre5**



„Was mit uns geschieht, geschieht in allen Bereichen der Arbeitswelt“, sagt die Gewerkschaftsvorsitzende Fran Drescher (rechts).

# Passkeys im Einsatz

Passkeys: So schützen Sie Ihre Accounts  
mit dem Passwort-Nachfolger



<b>Passkeys im Einsatz.....</b>	<b>Seite 14</b>
<b>Eigene Webdienste für Passkeys rüsten .....</b>	<b>Seite 24</b>
<b>Interview mit Andrew Shikiar von der FIDO Alliance .....</b>	<b>Seite 28</b>

## Mit Passkeys loggen Sie sich schnell und sicher bei Webdiensten ein – ohne nerviges Passwort, ohne spezielle Hardware und ohne Phishing-Gefahr. Hier erfahren Sie, wie der Passwort-Nachfolger von Apple, Google, Microsoft & Co. funktioniert und wo Sie ihn sofort mit Rechner, Smartphone und Tablet einsetzen können.

Von Ronald Eikenberg

**T**agtäglich übernehmen Cyberschurken Millionen Accounts, meist über das Passwort. Analysen von Passwort-Leaks zeigen, dass viele Nutzer dazu tendieren, einfache Passwörter zu wählen und diese dann auch gleich bei mehreren Webdiensten einzusetzen. Die rettende, aber umständliche Zwei-Faktor-Authentifizierung wird aus Bequemlichkeit oft ignoriert.

Wenn man ehrlich ist, kann man das niemanden vorwerfen. Im Laufe der Zeit häufen sich mehr und mehr Accounts für Websites und Apps an, weil man sich heute fast überall registrieren soll. Wer dabei konsequent die Best Practices zur Absicherung befolgt, hat viel zu tun. Das schaffen vielleicht noch Sie und ich, aber erklären Sie das mal Ihren Schwiegereltern.

Passwörter sicher zu nutzen ist umständlich, weil das Konzept deutlich älter ist als das Internet und sogar älter als der erste Computer. Es war nie darauf ausgelegt, Hacker oder Phishing abzuwehren. Deshalb sind Hilfsmittel wie die Zwei-Faktor-Authentifizierung nötig, um das veraltete Verfahren in der heutigen Zeit noch einsetzen zu können.

Mit Passkeys bricht ein neues Zeitalter an – ohne Passwörter und ohne Phishing-Risiko. Die nötige Technik steckt schon jetzt in Ihrem Smartphone, Tablet und Rechner. Und viele Webdienste sind auch schon bereit, doch dazu gleich mehr. Anstelle eines Passworts bekommen Sie bei dem neuen Verfahren für jeden Account einen Passkey. Dieser Passkey wird auf

Ihrem Smartphone, Rechner oder Tablet gespeichert.

Wenn Sie sich damit einloggen möchten, drücken Sie einfach den Passkey-Login-Knopf auf der jeweiligen Website und bestätigen die Nutzung des Passkeys mit einer kurzen PIN, die für alle Passkeys identisch ist. Noch schneller klappts per Fingerabdruck oder Gesichtsscan. Danach sind Sie sofort eingeloggt.

Ihre PIN oder Ihre biometrischen Merkmale werden dabei ausschließlich lokal verwendet, um den Zugriff auf den Passkey freizugeben, und zu keinem Zeitpunkt übertragen. Durch diese Freigabe ist Ihr Passkey automatisch durch einen zweiten Faktor geschützt, der erste ist der Besitz des Passkeys. Ganz ohne separate

### c't kompakt

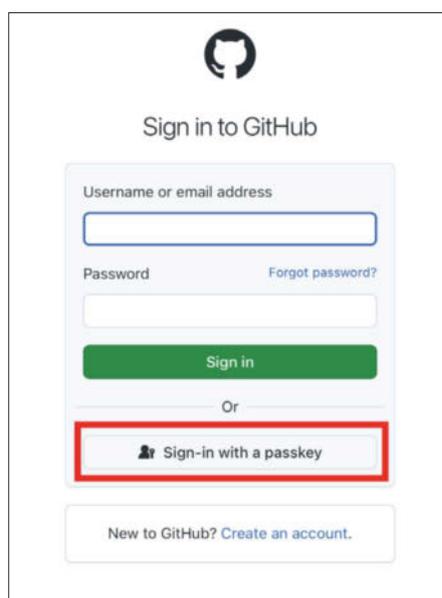
- Passkeys machen Passwörter überflüssig, sind komfortabel und sicher vor Phishing.
- Sie loggen sich einfach per Fingerabdruck, Face ID oder PIN ein.
- Sie können Passkeys schon heute bei einigen Websites nutzen, zum Beispiel bei Adobe, GitHub, Google und Microsoft.

und lästige Zwei-Faktor-Authentifizierung.

Ein Passkey besteht im Wesentlichen aus einem kryptografischen Schlüssel-paar, das zum Beispiel ein Sicherheitschip Ihres Rechners oder Smartphones automatisch für Sie generiert. Die Zeiten, in denen Sie bei jeder Registrierung ein neues P@\$\$wOrT! erfinden mussten, das den individuellen Richtlinien der jeweiligen Website gerecht wird, könnten also bald vorbei sein.

Anders als bei Kennwörtern gibt es bei der Passkey-Authentifizierung kein gemeinsames Geheimnis (Shared Secret), das sowohl Sie als auch der Dienst kennen und das ein Angreifer abfangen könnte. Sie besitzen stattdessen für jeden Account einen privaten und einen öffentlichen Kryptoschlüssel. Den privaten Schlüssel, auf den es ankommt, haben nur Sie. Wenn Sie einen Passkey für einen Webdienst erstellen, erfährt der Dienst lediglich den öffentlichen Schlüssel und verknüpft ihn mit Ihrem Account.

Mit dem öffentlichen Schlüssel kann der Dienst fortan verifizieren, dass Sie den privaten besitzen, ohne dass der Dienst den privaten Schlüssel jemals gesehen hätte. Konkret funktioniert das wie folgt: Beim Einloggen per Passkey gibt der Webdienst zufällige Daten vor, die sogenannte Challenge, die Ihr Gerät mit Ihrem privaten Schlüssel signiert. Der Webdienst überprüft die digitale Signatur und kann zweifelsfrei feststellen, dass sie von Ihrem privaten Schlüssel stammt. Das Verfahren nennt sich Public-Key-Kryptografie, es ist seit Jahrzehnten bewährt und kommt zum Beispiel auch bei HTTPS und Mail-Verschlüsselung zum Einsatz.

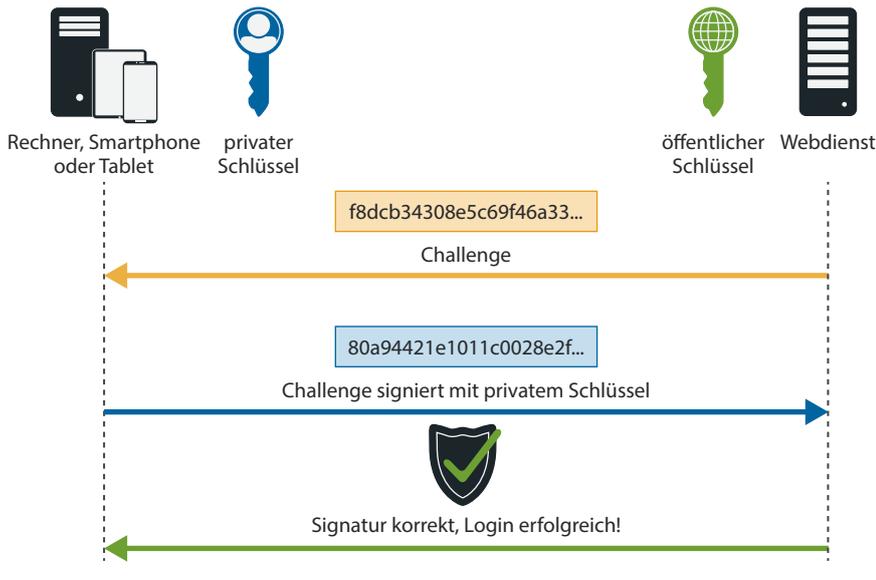


**Sicher einloggen ohne Nutzernamen und Passwort: Der Passkey-Knopf befördert Sie schnurstracks in Ihren Account.**

## Passkeys: Login ohne Passwort

Das Passkey-Verfahren ersetzt Passwörter durch moderne Public-Key-Authentifizierung. Anstelle eines Passworts besitzen Sie für jeden Account ein kryptografisches Schlüsselpaar, bestehend aus einem privaten und einem dazu passenden öffentlichen Schlüssel. Den privaten Schlüssel kennen nur Sie, der öffentliche Schlüssel wird beim Webdienst mit Ihrem Account verknüpft.

Beim Einloggen schickt Ihnen der Webdienst zufällige Daten, die sogenannte Challenge, die Ihr Rechner oder Mobilgerät automatisch mit Ihrem privaten Schlüssel signiert. Anhand dieser digitalen Signatur kann der Webdienst anschließend zweifelsfrei verifizieren, dass Sie den privaten Schlüssel besitzen, und gewährt Ihnen Zugang.



### Goodbye Phishing

Ein weiterer Vorteil ist, dass in die Authentifizierung automatisch die Domain der Website einfließt. Dadurch sind Passkeys Phishing-resistent. Wenn Sie etwa durch eine Phishing-Mail auf paypal.com landen, wird es Ihnen nicht möglich sein, den für paypal.com erstellten Passkey einzusetzen. Stattdessen können Sie nur einen neuen Passkey für die abweichende Domain erstellen. Für Phisher ist der absolut nutzlos. Persönliche Daten sollten Sie der Phishing-seite natürlich trotzdem nicht anvertrauen.

Hinter den Kulissen ist also einiges los, um die Sicherheit zu gewährleisten, aber Sie bekommen von alledem nichts mit. Für Sie ist das Einloggen per Passkey nicht mehr, als etwa ein Tippen auf den Fingerabdrucksensor des Smartphones. Dieser Komfortgewinn könnte dazu beitragen, das neue Login-Verfahren auch jenen schmackhaft zu machen, die sich nicht weiter für Sicherheit interessieren.

### Loslegen mit Passkeys

Um Passkeys auszuprobieren, brauchen Sie nicht viel: Die großen Hersteller haben

schon alle nötigen Voraussetzungen geschaffen. Windows kann bereits Passkeys erstellen und speichern; Android, iOS, iPadOS und macOS können Passkeys darüber hinaus auch synchronisieren. Alle genannten Betriebssysteme können selbst als sogenannter Authenticator arbeiten und alle Passkey-Aufgaben übernehmen, einschließlich der Erstellung und Speicherung der Passkeys.

Alternativ kann auch eine Software, etwa ein Passwortmanager, als Authenticator dienen oder ein separates Smartphone per QR-Code. Zudem können Sie sogenannte FIDO2-Sticks [2] nutzen (auch Sicherheitsschlüssel genannt). Das sind spezielle USB-Sticks für die FIDO2-Authentifizierung. Sie sind ab 30 Euro im Handel erhältlich.

Die eingesetzten Standards sind offen, jeder kann eine kompatible Passkey-Anwendung entwickeln. Es wird langfristig möglich sein, Passkeys komplett mit Open-Source-Software zu verwalten, für maximale Unabhängigkeit. Daran arbeiten Entwickler des Passwortmanagers KeePassXC bereits, auch für Bitwarden

wurde Passkey-Unterstützung angekündigt.

Viele kommerzielle Passwortmanager wie Dashlane, Keeper und NordPass (von NordVPN) werden ebenfalls in der nächsten Zeit Passkeys unterstützen oder tun es bereits. Auf Desktop-Betriebssystemen klinken sie sich hierzu einfach als Erweiterung in den Browser ein. Damit Passwortmanager-Apps auch auf Smartphones und Tablets als Passkey-Authenticator arbeiten können, sind neue Schnittstellen nötig, die mit Android 14 und iOS/iPadOS 17 eingeführt werden.

Recht weit ist der Hersteller von 1Password: Mit der aktuellen Beta seiner Browser-Erweiterung kann man bereits Passkeys nutzen. Diese tauchen auch in der 1Password-App auf, aus der man sie sogar in eine Datei exportieren kann. Das ist wichtig, um mit den Passkeys umziehen zu können, etwa zu einem anderen Passwortmanager. Mit einer Exportfunktion können Apple, Google und Microsoft derzeit nicht punkten. Ein komfortabler Umzug in ein anderes Ökosystem ist dort noch nicht möglich.

Auch in puncto Synchronisation sind unabhängige Passwortmanager überlegen, weil sie auf allen wichtigen Betriebssystemen gleichermaßen zu Hause sind und die gespeicherten Daten plattformübergreifend synchronisieren können. Apple-Geräte gleichen Passkeys aktuell nur untereinander ab, Android-Geräte nur mit anderen Androiden und Windows überhaupt nicht. Falls Sie Ihr Smartphone als zentralen Passkey-Authenticator für andere nutzen, spielt das aber kaum eine Rolle, weil die Passkeys dann nicht synchronisiert werden müssen, um sie überall zu nutzen.

Falls Sie sich für eine Passkey-Lösung mit geräteübergreifender Synchronisation entscheiden, etwa von Apple oder Google, werden Ihre Passkeys in einer Cloud gespeichert. Damit das nicht in einem Security-GAU endet, werden die Daten vor dem Hochladen sicher verschlüsselt. So ist gewährleistet, dass nur Sie Ihre Passkeys entschlüsseln und nutzen können. Nicht nur Angreifer, sondern auch Apple, Google & Co. sind außen vor.

### Zu Diensten

Bevor es an die Praxis geht, noch ein Wort zum Elefanten im Raum, der Frage, welche Webdienste aktuell das Einloggen per Passkey anbieten. Das klappt derzeit schon bei einigen großen Firmen wie Adobe,

Apple, Google, Microsoft, Nvidia, Shopify, Synology und Tailscale. Die Tabelle „Passkeys bei Webdiensten einrichten“ navigiert Sie bei einigen wichtigen Diensten direkt zur jeweils passenden Unterseite, auf der Sie einen Passkey erstellen können.

Wenn man Android mit seinem Google-Account einrichtet oder Windows mit seinem Microsoft-Account, wird vom System automatisch ein Passkey für den jeweiligen Account erzeugt. Weitere kann man online in den Account-Einstellungen hinzufügen. Bei Apple gibt es ab iOS 17 und iPadOS 17 einen Passkey für den Apple-Account, der ebenfalls automatisch erzeugt wird. In den verfügbaren Betas kann man das bereits testen. Dies ist derzeit der einzige Weg, einen Passkey für die Apple-Dienste zu bekommen. Herstellerfremde Geräte können daher nicht als Passkey-Authenticator für den Apple-Account arbeiten. Es ist aber möglich, den Apple-Passkey per QR-Code freizugeben und sich damit unter Windows & Co. einzuloggen.

Ganz neu dabei ist GitHub: Seit Mitte Juli kann man dort eine Vorabversion der Passkey-Authentifizierung einschalten. Hierzu ist nach dem Einloggen ein Klick auf das Profilbild oben rechts und auf „Feature Preview“ nötig. Anschließend kann man die Passkeys-Funktion dort aktivieren und in den Account-Einstellungen unter „Password and authentication“ einen Passkey erstellen.

## PayPal führt Passkeys ein

PayPal bietet das Einloggen per Passkey bereits seinen US-Kunden an und arbeitet aktuell daran, das sichere Authentifizierungsverfahren auch hierzulande zur Verfügung zu stellen. Das ist höchste Zeit, denn PayPal-Konten sind bei Onlinegänaven besonders beliebt. Gegenüber c't erklärte das Unternehmen: „Passkeys werden in den kommenden Wochen schrittweise in Deutschland eingeführt. Die

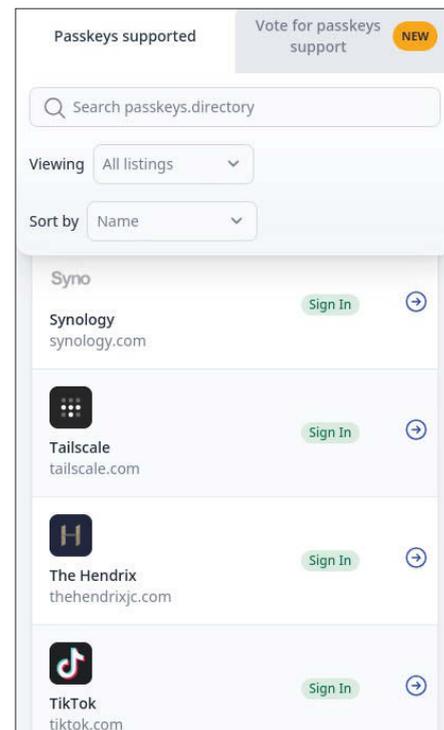
Einführung hat am 27. Juni 2023 begonnen.“ Passkeys werden bei PayPal zunächst für das Einloggen auf der Website angeboten, „zeitnah“ aber auch für die PayPal-App.

Auch TikTok hat sich jüngst zu Passkeys bekannt und will sie zunächst iOS-Nutzern in Asien, Afrika, Australien und Südamerika anbieten. Weitere Betriebssysteme und Regionen sollen im Laufe der Zeit folgen. Das ist durchaus ein bedeutender Schritt für den Erfolg des Passwort-Nachfolgers, denn TikTok hat Berichten zufolge rund eine Milliarde aktive Nutzer, die sich in Zukunft komfortabel und sicher per Passkey einloggen können. TikTok hat sich darüber hinaus auch der FIDO Alliance (siehe „Der Weg zum Passkey“) angeschlossen, wenn auch nur als Sponsor.

Eine umfangreiche Liste von Webdiensten, die schon „passkey-ready“ sind, finden Sie unter [passkeys.directory](https://passkeys.directory). Dort haben Sie auch die Möglichkeit, Websites zu nennen, bei denen Sie sich zukünftig gerne per Passkey einloggen möchten. Andere Nutzer können sich Ihnen dann anschließen und ihre Stimme hinterlassen. Das kann Website-Betreibern helfen, den Bedarf zu erkennen.

Selbst auf Websites, die Passkeys noch nicht explizit unterstützen, können Sie Ihre Accounts schon jetzt zusätzlich absichern: Viele Dienste bieten die Option, einen FIDO2-Sicherheitsschlüssel als sicheren zweiten Faktor einzustellen. Passkeys basieren auf FIDO2 und sind grundsätzlich abwärtskompatibel. Wenn Sie etwa bei Facebook oder Twitter einen Sicherheitsschlüssel einrichten, springt deshalb Ihr Passkey-Authenticator an und Sie können ihn als zweiten Faktor verwenden. Passwortfrei sind Sie damit aber nicht, da Sie in diesem Fall zum Einloggen nicht nur den Passkey, sondern weiterhin auch das Passwort benötigen.

Perspektivisch ist damit zu rechnen, dass viele weitere Dienste Passkey-Authentifizierung anbieten werden, da auch die Betreiber davon profitieren: Weniger Phishing bedeutet weniger kompromittierte Accounts und damit auch geringere Kosten durch Betrugsfälle.



**Die Website [passkeys.directory](https://passkeys.directory) listet bereits viele Websites, auf denen Sie sich ohne Passwort einloggen können.**

Den größten Hebel haben Sie bei Webanwendungen, die Sie selbst betreuen: Hier Passkey-Authentifizierung nachzurüsten ist kein Hexenwerk. Bei Web-Apps wie Nextcloud oder WordPress sind dafür nur wenige Klicks nötig. Für Eigenentwicklungen gibt es zahlreiche Bibliotheken und Helferlein, um Passkeys mit überschaubarem Aufwand zu integrieren. Wie das konkret funktioniert, zeigt der auf Seite 24 folgende Artikel.

Wie das konkret funktioniert, zeigt der auf Seite 24 folgende Artikel.

## Mein erster Passkey

Nachdem Sie nun die wichtigsten Grundlagen kennen, geht es an die Praxis. Sie erfahren im Folgenden, wie Sie Passkeys mit den Bordmitteln von Windows, Android und Apple-Betriebssystemen nutzen. Zudem gibt es einen Abschnitt über Passkeys unter Linux. Wie Sie Ihr Smartphone per QR-Code als Passkey-Authenticator mit anderen Geräten nutzen, erfahren Sie im Kasten „Smartphone als Login-Helfer“ auf Seite 21.

Da sich die Schritte zum Erstellen eines Passkeys nicht nur von Plattform zu Plattform, sondern auch von Website zu

## Passkeys bei Webdiensten einrichten

Webdienst	Einstellungsseite
Adobe	<a href="https://account.adobe.com/security">account.adobe.com/security</a> > Hauptschlüssel > Hinzufügen
Apple	automatisch (Login bei Apple-Diensten erst ab iOS 17 und iPadOS 17 möglich)
Google	<a href="https://myaccount.google.com/security">myaccount.google.com/security</a> > Passkey erstellen
GitHub	<a href="https://github.com/settings/security">github.com/settings/security</a> (derzeit müssen Passkeys zuvor durch einen Klick auf das Profilbild oben rechts und „Feature preview/Passkeys“ aktiviert werden)
Microsoft	<a href="https://account.microsoft.com/security">account.microsoft.com/security</a> > Erweiterte Sicherheitsoptionen > Neue Möglichkeit zur Anmeldung oder Verifizierung hinzufügen > Sicherheitsschlüssel verwenden
Nvidia	<a href="https://profile.nvgs.nvidia.com/security">profile.nvgs.nvidia.com/security</a> > Hardware-Sicherheitsgerät > Neues Sicherheitsgerät hinzufügen
Synology	<a href="https://account.synology.com/security">account.synology.com/security</a> > Sicherheitsschlüssel > Methode wechseln

Website ein wenig unterscheiden, zeigen wir anhand der Demo-Website [passkey.org](https://passkey.org) von YubiKey-Hersteller Yubico, wie Passkeys grundsätzlich funktionieren. Sie lernen so die wichtigsten Schritte, die Sie dann leicht auf die von Ihnen genutzten Webdienste übertragen können. Hilfe leistet Ihnen hierbei die Tabelle „Passkeys bei Webdiensten einrichten“ auf Seite 17.

## Passkeys unter Windows

Unter Windows 10 und 11 kümmert sich der eingebaute Authentifizierungsdienst Windows Hello um Passkeys. Wenn Sie Ihr Windows per PIN, Fingerabdruck oder Kamera entsperren, nutzen Sie Hello bereits. Falls nicht, können Sie es schnell und einfach aktivieren, indem Sie über eine Suche im Startmenü die „Anmeldeoptionen“ öffnen und eine der dort angebotenen Möglichkeiten zur Anmeldung einrichten. In jedem Fall angeboten wird Ihnen die Option „PIN (Windows Hello)“. Grundsätzlich ist ein Zahlencode in diesem Einsatzszenario ausreichend sicher, weil Windows nur eine sehr geringe Anzahl an Eingabeversuchen zulässt, ehe es eine Zwangspause verordnet. Falls Ihr Rechner mit einem Fingerabdruckleser oder einer Hello-kompatiblen Web-

cam ausgestattet ist, können Sie auch Biometrie verwenden.

Bei den Browsern haben Sie im Prinzip die Qual der Wahl, es gibt aktuell jedoch Unterschiede bei der Passkey-Unterstützung. Bei allen gängigen Browsern können Sie unter Windows sowohl den internen Authenticator des Betriebssystems als auch FIDO2-Sticks für Passkeys nutzen. Neu ist bei Passkeys die Möglichkeit, ein Smartphone oder Tablet per QR-Code als Authenticator einzuspannen (siehe Kasten „Smartphone als Login-Helfer“).

Windows Hello beherrscht die QR-Funktion erst mit einem zukünftigen Windows-11-Update, das man bereits im Rahmen der Insider Preview testen kann. Einige Chromium-basierte Browser wie Google Chrome, Microsoft Edge und Opera One nehmen das Ruder schon mal selbst in die Hand und fragen nach, ob Sie lieber „Windows Hello oder externer Sicherheitsschlüssel“ oder „Smartphone oder Tablet verwenden“ möchten.

Um Ihren ersten Passkey mit Windows zu erstellen, rufen Sie die Demo-Website [passkey.org](https://passkey.org) im Browser auf und geben einen Benutzernamen nach Wahl ein. Anschließend klicken Sie auf „Sign up“ und „Continue“. Jetzt meldet sich ent-

weder direkt Windows Hello („Windows-Sicherheit“) oder zunächst der Browser, um Ihnen die QR-Code-Funktion anzubieten. In letzterem Fall klicken Sie auf „Windows Hello oder externer Sicherheitsschlüssel“, um den Windows-Authenticator auf den Plan zu rufen.

Geben Sie anschließend Ihre PIN ein oder nutzen Sie die Optionen „Fingerabdruck“ oder „Gesicht“, sofern Sie diese eingerichtet haben. Windows Hello überprüft die PIN schon während der Eingabe und nachdem Sie die letzte Ziffer korrekt eingetippt haben, geht alles ganz schnell: Das Hello-Fenster verschwindet und die Website meldet euphorisch: „You have successfully signed in with your passkey!“ Sie haben gerade Ihren ersten Passkey erstellt und sich auch schon damit eingeloggt. Herzlichen Glückwunsch!

Da Sie den Windows-eigenen Authenticator genutzt haben, erscheint auf der Demo-Website nach dem Einloggen der Hinweis „You have only one passkey, which won't be backed up.“ Das hat seine Richtigkeit, denn Windows speichert Passkeys nur auf dem gerade genutzten Rechner. Eine Sync- oder Backupfunktion gibt es derzeit nicht. Würde der Rechner ausfallen, wären sämtliche Passkeys ver-

## Der Weg zum Passkey

Die Passkey-Technik befindet sich seit rund zehn Jahren in der Entwicklung. Dahinter steckt die FIDO Alliance (siehe Interview auf S. 28), der unter anderem Apple, Google, Intel, Microsoft, PayPal und auch das BSI angehören. Die Allianz wurde 2012 gegründet, mit dem Ziel, ein modernes, passwortloses Authentifizierungsverfahren zu entwickeln. Im Laufe der Jahre sind daraus diverse Webstandards namens U2F, FIDO1 und 2, WebAuthn sowie CTAP1 und 2 entstanden.

Diese Verfahren sind zwar sehr sicher und wir haben schon ausführlich darüber berichtet [1], jedoch zu kompliziert für die breite Masse der Nutzer. Denn auch bei dem modernsten der Verfahren, FIDO2, ist jeder der privaten Kryptoschlüssel üblicherweise fest auf nur einem Gerät gespeichert. Die Folge: Wer sich mit Rechner, Smartphone und Tablet per FIDO2 einloggen wollte, musste bislang alle drei Geräte mit sämtlichen Webdiensten koppeln. Für besonders schützenswerte Kon-

ten, etwa den Zugang zu Bezahldiensten, mag man diesen Aufwand noch betreiben, doch für einen universellen, massentauglichen Passwortsatz ist er viel zu hoch. Der große Durchbruch, jenseits der Nutzer, die sich aktiv mit dem Thema IT-Sicherheit auseinandersetzen, blieb aus.

Passkeys fußen auf den Standards FIDO2, WebAuthn und CTAP2, weichen jedoch in einem entscheidenden Detail von den strengen Sicherheitsanforderungen ab: Die Kryptoschlüssel können jetzt synchronisiert werden. Erstellt man auf dem Smartphone einen Passkey, kann man sich im Idealfall auch auf dem Rechner und allen anderen Geräten sofort damit einloggen.

Die Synchronisation ist nicht unbedingt notwendig, da Sie die Passkeys auf Ihrem Smartphone leicht per QR-Code für andere Geräte freigeben können. In diesem Fall rückt Ihr Smartphone Ihre Passkeys nicht heraus, sondern wickelt die Authentifizierung für das andere Gerät



über Bluetooth ab (siehe Kasten „Smartphone als Login-Helfer“).

Eine weitere Änderung ist, dass Passkeys die sogenannten Discoverable Credentials (auch Resident Keys genannt) von FIDO2 voraussetzen, die bisher optional waren. Das bedeutet, dass ein Webdienst die Schlüssel auf Ihrem Gerät speichern darf und später auch herausfinden kann, dass es sie gibt, wenn Sie sich einloggen wollen. Dadurch können Sie sich im besten Fall einloggen, ohne Benutzername oder Passwort eingeben zu müssen. Bei FIDO2 ist das nicht immer so, teilweise kommt es auch nur als zweiter Faktor zum Einsatz, zusätzlich zum Passwort.



**ct**

**ICH WARTE NICHT AUF UPDATES.  
ICH PROGRAMMIERE SIE.**

**40%  
Rabatt!**



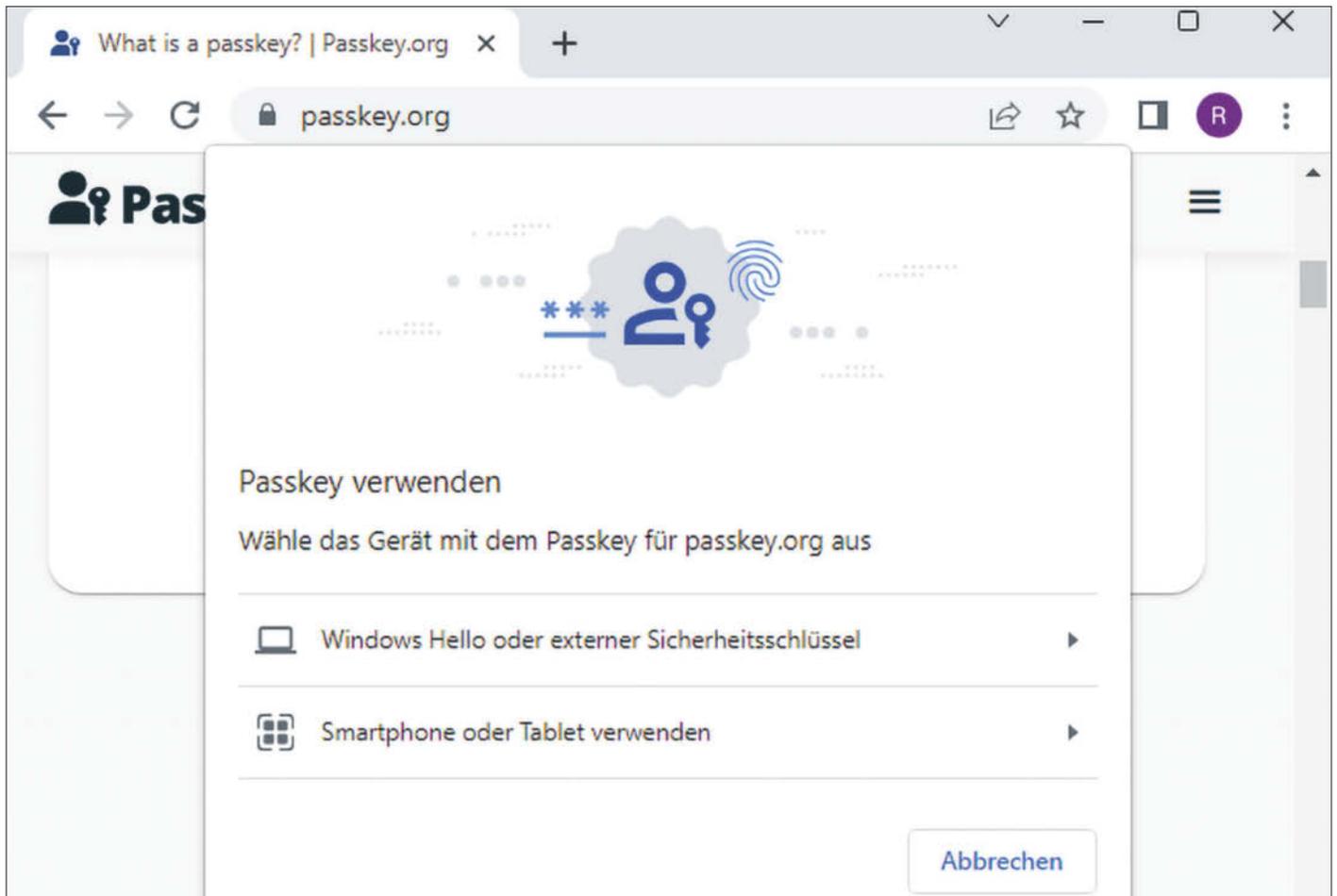
**c't MINIABO PLUS AUF EINEN BLICK:**

- 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](https://ct.de/angebotplus)





**Unter Windows kümmert sich der Authentifizierungsdienst Windows Hello um Passkeys. Mit Google Chrome können Sie zusätzlich Ihr Smartphone als Passkey-Authenticator nutzen.**

loren. Bei den meisten Diensten könnten Sie sich dann zwar weiterhin mit Ihren Passwörtern einloggen, Sie sollten aber lieber vorsorgen und noch eine der anderen Passkey-Varianten nutzen, um einen weiteren Passkey zu erstellen: das Smartphone als Passkey-Authenticator (siehe Kasten „Smartphone als Login-Helfer“), einen FIDO2-Stick (siehe „Rettungsplan“) oder einen Passwortmanager.

Sie können sich jetzt mit dem „Sign out“-Knopf von der Demo-Website abmelden. Der spannendste Augenblick folgt jetzt erst noch: das Einloggen mit einem bereits vorhandenen Passkey. Das werden Sie im Alltag häufiger tun, als neue Passkeys zu erstellen. Klicken Sie auf der Website einfach auf „Sign in with passkey“, woraufhin sich wieder Windows Hello meldet. Den Rest kennen Sie schon: Tippen Sie Ihre PIN ein, alternativ können Sie Fingerabdruck oder Gesicht nutzen. Danach sind Sie auch schon eingeloggt. Ähnlich einfach können Sie nun auch bei anderen Webdiensten Passkeys erstellen und sich einloggen (siehe „Zu Diensten“).

Windows ist derzeit nicht dazu in der Lage, Passkeys aufzulisten und eine Löschfunktion gibt es auch nicht. Das klappt erst mit dem kommenden Update. Geplant ist eine Einstellungsseite für Passkeys, die voraussichtlich in den Windows-Einstellungen unter „Konten“ zu finden sein wird.

Mit Chrome können Sie unter Windows jedoch schon jetzt ihren neuen Passkey in Augenschein nehmen. Klicken Sie in den Chrome-Einstellungen auf „Autofill und Passwörter/Passwortmanager/Passkeys verwalten“, um die vorhandenen Passkeys auflisten zu lassen. Der Menüpunkt „Passkeys verwalten“ erscheint nur, wenn Sie mindestens einen Passkey erstellt haben. Falls Sie Windows mit einem Microsoft-Account eingerichtet haben, sollte es hier auch einen Passkey für login.microsoft.com geben, den Microsoft automatisch für Sie erstellt hat.

### Android

Smartphones und Tablets mit Android eignen sich bestens für die Nutzung von Pass-

keys. Google hat sämtlichen Android-Versionen ab Android 9 nachträglich einen Passkey-Authenticator spendiert. Die Passkey-Funktion steckt im Google Password Manager, der Bestandteil der Google-Dienste ist. Diese werden wie gewöhnliche Apps über Google Play aktualisiert.

Um den Passkey-Authenticator von Google zu nutzen, müssen Sie einen Google-Account eingerichtet und eine PIN beziehungsweise einen Passcode als Display Sperre eingerichtet haben, was üblicherweise der Fall ist. Wenn Ihr Gerät mit einem Fingerabdrucksensor ausgestattet ist, sollten Sie diesen ebenfalls einrichten. Denn damit können Sie nicht nur Android entsperren, Sie können ihn auch für Passkeys verwenden. Dabei werden Ihre biometrischen Merkmale ausschließlich lokal verarbeitet und nicht an Google übertragen.

Um Ihren ersten Passkey zu erstellen, rufen Sie die bereits erwähnte Testseite passkey.org mit Google Chrome auf und wählen einen beliebigen Nutzernamen. Anschließend drücken Sie auf „Sign up“ und „Continue“, worauf Ihnen Googles

Passkey-Authenticator anbietet, einen Passkey zu erstellen. Klicken Sie auf „Weiter“ und bestätigen Sie per PIN oder Fingerabdruck, um den Vorgang abzuschließen.

Sie besitzen jetzt einen Passkey für die Testseite und sind eingeloggt. Drücken Sie auf „Sign out“, um sich auszuloggen. Jetzt können Sie sich mit „Sign in with passkey“ wieder per Passkey einloggen. Um den gespeicherten Passkey in Augenschein zu nehmen und bei Bedarf zu löschen, suchen Sie in den Android-Einstellungen nach dem „Passwortmanager“. Je nach Android-Version und Gerät können Sie ihn zum Beispiel auch über „Passwörter und Konten/Google“ erreichen.

Unten im Passwortmanager finden Sie eine Liste mit Websites, für die Zu-

gangsdaten gespeichert sind. Wenn Sie eine davon auswählen, finden Sie alle für die Website gespeicherten Passwörter und Passkeys. Um den Google Password Manager künftig schneller zu erreichen, können Sie auf seiner Hauptansicht oben rechts auf das Zahnradsymbol klicken und anschließend eine „Verknüpfung zum Startbildschirm hinzufügen“.

Sie können die Passkey-Funktion nicht nur mit dem Chrome-Browser nutzen, sondern auch mit anderen Browser-Apps für Android, sofern diese von Google dafür freigegeben wurden. Grundsätzlich sind das derzeit neben Chrome auch Chromium, Microsoft Edge, Brave, Vivaldi und Vanadium (von GrapheneOS). Die Mozilla-Browser Firefox, Firefox Lite und Klar wurden ebenfalls freigegeben, allerdings

hat Mozilla die Passkey-Unterstützung noch nicht fertiggestellt.

Der Google Password Manager speichert Ihre Passkeys Ende-zu-Ende-verschlüsselt in der Google-Cloud. So steht im Falle eines Gerätedefekts immer ein aktuelles Backup in der Cloud bereit. Nutzen Sie parallel mehrere Android-Geräte mit demselben Google-Account, bleiben Ihre Passkeys automatisch auf diesen Geräten synchron. Um die auf dem Android-Gerät gespeicherten Passkeys mit anderen Plattformen zu verwenden, etwa Windows, Linux oder macOS, können Sie die Nutzung einfach durch per QR-Code freigeben (siehe „Smartphone als Login-Helfer“).

Eine wichtige Änderung steht noch mit der kommenden Android-Version 14 an: Dann können Sie eine geeignete App

## Smartphone als Login-Helfer

Der einfachste Weg, Passkeys im Alltag zu nutzen, ist, sie auf dem Smartphone zu speichern. Denn alle Passkeys auf Ihrem Smartphone können Sie auch auf Ihrem Rechner, Tablet & Co. verwenden, um sich sicher ohne Passwort einzuloggen. Sie müssen dazu nur einen QR-Code scannen.

Das hat gleich mehrere Vorteile: Auf dem Smartphone sind Passkeys in jedem Fall sicher gespeichert, außerdem können Sie sich die Synchronisierung sparen. Das Smartphone haben Sie ohnehin immer dabei und so können Sie sich auch auf Ihrem Büro-PC oder bei Freunden mal spontan mit einem Passkey einloggen. Dabei wird der Passkey dem Rechner nicht preisgegeben, stattdessen übernimmt das Smartphone die Authentifizierung. Um Backups müssen Sie sich nicht kümmern, da Smartphones ein Ende-zu-Ende-verschlüsseltes Backup Ihrer Passkeys in der Cloud speichern.

Die Voraussetzungen sind überschaubar: Auf Ihrem Smartphone muss mindestens Android 9 oder iOS 16 laufen, Tablets sind ebenso geeignet. Auf dem Rechner ist ein aktueller Browser mit Passkey-Unterstützung gefragt, zum Beispiel Google Chrome oder Safari. Außerdem muss Ihr Rechner mit einem Bluetooth-5-Chip ausgestattet sein.

Zum Ausprobieren können Sie zum Beispiel die Demo-Website [passkey.org](https://passkey.org) auf dem Rechner öffnen. Tippen Sie oben einen Nutzernamen ein und anschließend

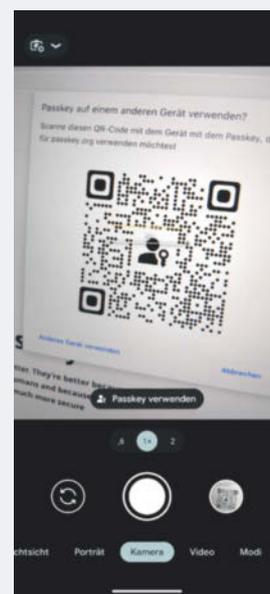
auf den Knopf „Sign up“ und „Save a passkey“. Unterstützt Ihr Browser Passkeys, fragt er Sie anschließend, welches Gerät Sie nutzen möchten. Wählen Sie die QR-Code-Option, die etwa bei Chrome „Anderes Smartphone oder Tablet verwenden“ heißt. Safari nennt sie „iPhone, iPad oder Android-Gerät“.

Anschließend zeigt Ihnen der Browser einen QR-Code an, den Sie mit der Kamera-App Ihres Smartphones scannen und öffnen. Falls Ihre Kamera-App Probleme mit dem Code hat, können Sie auch eine handelsübliche QR-Scanner-App nutzen. Der QR-Code ruft den Passkey-Authenticator Ihres Smartphones auf den Plan. Dieser fragt Sie anschließend, ob Sie einen Passkey für die Website speichern möchten, was Sie bestätigen.

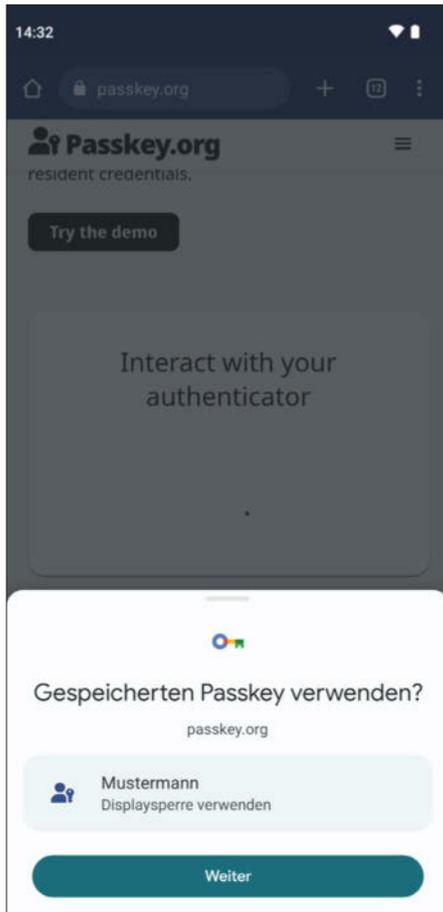
Danach müssen Sie den Vorgang nur noch per PIN, Fingerabdruck oder Gesichtsscan bestätigen, um den Passkey zu speichern. Die Website loggt Sie automatisch ein, nachdem Sie den Passkey erstellt haben. Um einen Login-Vorgang auszuprobieren, klicken Sie auf [passkey.org](https://passkey.org) einfach auf „Sign Out“ und „Sign in with a passkey“. Wählen Sie wieder die QR-Option, scannen Sie den QR-Code mit dem Smartphone und bestätigen Sie dort den Vorgang.

Wenn Sie auf dem Rechner Google Chrome nutzen und ein Android-Gerät, ist das Scannen des QR-Codes nur einmal nötig. Rechner und Smartphone gehen eine dauerhafte Bindung ein, wenn das

Häkchen „Diesen Rechner merken“ auf dem Smartphone gesetzt ist, nachdem Sie den ersten Code gescannt haben. Künftig brauchen Sie nur noch eine Benachrichtigung auf dem Smartphone zu bestätigen, wenn Sie einen Passkey verwenden möchten. Auch in diesem Fall rückt das Android-Gerät keine Passkeys heraus, sondern übernimmt die Authentifizierung für den Rechner.



**Wenn Sie einen speziellen QR-Code scannen, gibt Ihr Smartphone Ihre Passkeys auch für den Rechner frei.**



**Unter Android kümmert sich der Google Password Manager auch um Passkeys. Er synchronisiert sie verschlüsselt über die Cloud mit anderen Android-Geräten.**

Ihrer Wahl als Passkey-Authenticator einstellen, zum Beispiel einen Passwortmanager wie 1Password. Der kümmert sich dann auch um die Synchronisation mit anderen Geräten, unabhängig von Google-Cloud und Betriebssystem.

### Apple-Geräte

Auch die Geräte von Apple sind gut für Passkeys gerüstet. Die einzige Voraussetzung ist ein aktuelles Betriebssystem: iOS und iPadOS unterstützen seit Version 16 das neue Anmeldeverfahren und macOS seit Ventura. Apple lässt hier auch etwas ältere Geräte nicht im Stich und bietet selbst für Modelle aus dem Jahr 2017 noch ein Betriebssystem-Update an.

Positiv hervorzuheben ist, dass sowohl auf Macs als auf iPhones und iPads alle Passkey-Spielarten zur Verfügung stehen. So haben Sie zum Beispiel die Möglichkeit, Passkeys Ende-zu-Ende-verschlüsselt in der iCloud zu speichern und sie so auf allen Apple-Geräten synchron

zu halten. Hierzu müssen Sie den iCloud-Schlüsselbund in den Einstellungen unter „Apple ID/iCloud/Passwörter und Schlüsselbund“ aktivieren. Zudem muss unter iOS und iPadOS ein Entsperrcode gesetzt sein. Ratsam ist außerdem, Touch ID oder Face ID einzurichten, da Sie damit das Gerät und die Passkey-Funktion schnell und sicher entsperren können.

Die zweite Option ist „iPhone, iPad oder Android-Gerät“. Dann erscheint ein QR-Code auf dem Bildschirm, den Sie mit einem Smartphone scannen, um es als Authenticator zu nutzen (siehe Kasten „Smartphone als Login-Helfer“). Last, but not least bieten Apple-Geräte noch die Möglichkeit, einen FIDO2-Stick („Sicherheits-schlüssel“) für Passkeys zu verwenden. Eine Option, Passkeys ausschließlich lokal auf dem Gerät zu speichern, gibt es hingegen nicht – ist der iCloud-Schlüsselbund nicht aktiv, können Sie nur andere Geräte als Authenticator nutzen.

Eine Besonderheit der Apple-Geräte ist, dass Sie Ihre Passkeys einzeln via Air-Drop mit anderen Personen in Ihrer Nähe teilen können, zum Beispiel, wenn Sie einen Zugang zu einem Webdienst mit Familie oder Kollegen teilen möchten. Allerdings können Sie den Zugriff nachträglich nicht wieder entziehen, geteilt ist geteilt. Falls Sie es sich anders überlegen, müssen Sie beim jeweiligen Webdienst einen neuen Passkey erstellen und den alten aus Ihrem Account entfernen.

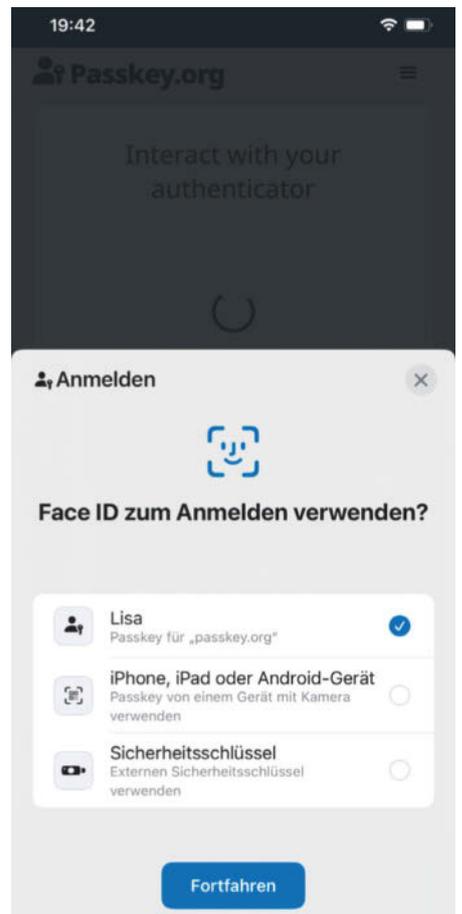
Nutzen Sie am besten Safari als Browser, da Sie damit in jedem Fall auf den Passkey-Authenticator des Betriebssystems zugreifen können. Alternativen Browsern gelingt das derzeit nur unter iOS und iPadOS. Unter macOS können Sie mit Alternativbrowsern wie Chrome oder Firefox nur die vom Browserhersteller bereitgestellten Passkey-Funktionen nutzen. Meist klappt so zumindest der Einsatz eines FIDO2-Sticks, bei aktuellen Chromium-basierten Browsern ist auch der Einsatz eines Smartphones per QR-Code möglich.

Die Nutzung der Passkeys ist denkbar einfach. Zum Ausprobieren bietet sich auch bei den Apple-Geräten die Testseite passkey.org an. Rufen Sie die Website auf, geben Sie einen Nutzernamen ein und wählen Sie „Sign up“ und „Continue“. Falls Sie gefragt werden, welches Gerät Sie verwenden möchten, wählen Sie „Passkey in iCloud-Schlüsselbund“. Und die Frage, ob Sie einen Passkey speichern möchten, beantworten Sie mit „Fortfahren“. Jetzt bestätigen Sie noch mit Face ID, Touch ID

oder Passcode, und Ihr Passkey wird sofort erstellt. Danach sind Sie eingeloggt.

Wählen Sie „Sign Out“ und unternehmen Sie daraufhin mit „Sign in with passkey“ Ihren ersten eigenen Login-Versuch. Nachdem Sie das noch mal per Passcode oder Biometrie bestätigt haben, sind Sie erneut eingeloggt. Ihre gespeicherten Passkeys können Sie unter „Einstellungen/ Passwörter“ inspizieren und auch wieder löschen.

Mit den voraussichtlich im Herbst erscheinenden Updates auf iOS und iPad OS 17 sowie macOS Sonoma baut Apple die Passkey-Funktionen nochmals aus. Dann sollen die Browser-Alternativen auch unter macOS auf die Passkeys im iCloud-Schlüsselbund zugreifen können. Darüber hinaus wird es Passwortmanager-Apps auf den Apple-Betriebssystemen möglich sein, Passkeys zu speichern und zu verwenden. Dann können Sie unter Windows, Android und Linux denselben Passwortmanager nutzen und Ihre Passkeys damit synchronisieren.



**Mit Macs, iPhones und iPads können Sie Passkeys komfortabel nutzen. Die Bedienung ist auf allen Apple-Geräten weitgehend identisch.**

## Linux

Auf Desktoprechnern hat Linux eine kleine, aber feine Fangemeinde. Klein und fein fällt auch die Beschreibung der Passkey-Funktionen für Linux-Systeme aus: Es gibt keinen zentralen Betriebssystem-Authenticator ähnlich Windows Hello oder der iCloud-Keychain, den Browser nutzen könnten. Deshalb sind Sie darauf angewiesen, was Ihr Browser aus eigener Kraft leistet.

Die besten Karten haben Sie mit Google Chrome, hier können Sie sowohl ein Smartphone oder Tablet (siehe Kasten „Smartphone als Login-Helfer“) als auch einen FIDO2-Stick für Passkeys nutzen. Andere Browser wie Firefox sind noch nicht so weit, dort können Sie nur FIDO2-Sticks verwenden. Mozilla hat Passkey-Unterstützung für die Version 120 auf der Roadmap, die gegen Jahresende erscheint.

Möchten Sie nicht von Smartphone oder FIDO2-Stick abhängig sein, kann Ihnen künftig ein Passwortmanager helfen. Viele davon werden in nächster Zeit Passkeys unterstützen. Mit der Beta von 1Password etwa können Sie bereits problemlos Passkeys unter Linux erstellen und mit anderen Betriebssystemen synchronisieren.

## Rettungsplan

Das Passkey-Verfahren ist auf technische Hilfsmittel angewiesen. Man ist daher in einer ungünstigen Lage, wenn diese Hilfsmittel plötzlich ausfallen oder geklaut werden. Setzt man ausschließlich auf den Windows-eigenen Authenticator, dann sind aktuell alle Passkeys fest an den Windows-Rechner gebunden – anders gesagt: Ist der Rechner futsch, dann sind es auch die darauf gespeicherten Passkeys.

Nutzen Sie stattdessen ein Apple- oder Android-Gerät, können Sie im Fall der Fälle Ruhe bewahren, da es ein verschlüsseltes Backup in der Cloud gibt. Wenn es eilt, kaufen Sie einfach das nächstbeste Ersatzgerät und richten dort Ihren Account ein. Anschließend werden die Passkeys automatisch aus der Cloud auf das neue Gerät synchronisiert.

Ein Retter in der Not sind auch die seit Längerem erhältlichen FIDO2-Sticks, die es schon in der Größe eines Fingernagels gibt. Wer auf Nummer sicher gehen möchte, kann bei den wichtigsten Diensten jeweils einen zusätzlichen Passkey für den FIDO2-Stick erstellen. Den Stick befestigt man einfach am Schlüsselbund und hat ihn fortan immer dabei, um

ihn an jedem Rechner weltweit sicher einsetzen zu können. Um einen Passkey auf einem solchen Stick zu speichern, wählen Sie im Browser einfach „Sicherheitsschlüssel“ oder „USB-Sicherheitsschlüssel“. Auf einem Stick ist üblicherweise Platz für 25 Passkeys.

Eine weitere Rettungsmöglichkeit ist fast immer das zuvor genutzte Anmeldeverfahren, etwa Passwort plus Zwei-Faktor-Authentifizierung. Denn wenn Sie einen Passkey bei einem Webdienst erstellen, bleibt das Passwort meist bestehen und funktioniert weiter. Nur in sehr wenigen Fällen, etwa bei Microsoft, kann man das Passwort bereits aus dem Account entfernen, um komplett „passwortlos“ zu sein. Das ist ratsam, denn ansonsten ist es Onlineschurken weiterhin möglich, sich mit Ihrem Passwort einzuloggen. Der NAS-Hersteller Synology lässt seinen Kunden keine Wahl: Erstellt man einen Passkey für den Synology-Account, wird das Passwort nach einer Vorwarnung gelöscht. Das ist streng, sorgt aber dafür, dass Nutzer ihre Accounts bestmöglich absichern.

Bei den meisten Diensten gibt es eine Recovery-Funktion, für den Fall, dass alle eingerichteten Authentifizierungsverfahren nicht mehr greifen. Das läuft etwa über einen Passwort-zurücksetzen-Link, der an die hinterlegte Mail-Adresse geschickt wird oder über einen Bestätigungscode per SMS oder Mail. Achten Sie daher darauf, dass in Ihren wichtigen Accounts Ihre aktuelle Mail-Adresse und Handynummer eingestellt sind, da die Rettungsmechanismen ansonsten nicht greifen – ganz gleich, ob Sie Passkeys verwenden möchten oder nicht. Veraltete Kontaktinformationen müssen Sie zeitnah entfernen, da ansonsten der neue Eigentümer Ihrer verwaisten Mail-Adresse oder Handynummer Zugriff auf Ihre Accounts bekommen kann.

## Fazit

Passkeys sind gekommen, um zu bleiben. Die neue Authentifizierungsmethode ist nicht nur komfortabler als Passwörter, sondern auch viel sicherer. Ganz verschwinden werden Passwörter auf absehbare Zeit nicht, aber die Chancen stehen gut, dass Passkeys vermehrt als Alternative angeboten werden. Das ist auch im Interesse der Website-Betreiber, denn Passkeys lösen eines der derzeit größten Sicherheitsprobleme: Phishing.

Die ersten Passkeys können Sie schon jetzt erstellen und nutzen, weitere folgen nach und nach, wenn mehr Websites auf



**Mit einem FIDO2-Stick am Schlüsselbund können Sie Ihre Passkeys auch dann noch nutzen, wenn Smartphone und Notebook im Urlaub geklaut wurden.**

den Passkey-Zug aufspringen. Je nachdem, womit Sie Ihre Passkeys nutzen, müssen Sie derzeit noch Einschränkungen in Kauf nehmen. So ist es noch nicht möglich, Passkeys von einem Ökosystem zu einem anderen umzuziehen, etwa von Apple zu Google, da eine herstellerübergreifende Exportfunktion fehlt. Windows-Nutzer könnte darüber hinaus stören, dass Windows Hello keine Sync-Funktion bietet. Doch Abhilfe naht: In Kürze erscheinen diverse Passwortmanager mit Passkey-Funktion, die einen flexiblen Einsatz ermöglichen.

Im folgenden Artikel (S. 24) erfahren Sie, wie Sie Passkeys in eigene Web-Apps wie Nextcloud oder WordPress integrieren, damit Sie sich auch dort komfortabel und sicher einloggen können. Auf Seite 28 finden Sie unser Interview mit Andrew Shikiar, Executive Director der FIDO Alliance. Wir haben ihn zu Chancen, Risiken und Perspektiven der Passkeys befragt.

(rei@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Ronald Eikenberg, Schlüssel zum Glück, Was schon heute mit dem Passwort-Killer FIDO2 geht, c't 18/2019, S. 20
- [2] Ronald Eikenberg, Online-Schlüssel, FIDO2-Sicherheitsschlüssel zum Einloggen mit und ohne Passwort, c't 25/2019, S. 66

**Passkeys einrichten und testen:**  
[ct.de/y5ht](https://www.ct.de/y5ht)



Bild: Andreas Martini

# Passkey-Pionier

## So ergänzen Sie Passkey-Logins in eigenen Webdiensten

**Passkeys sind sicherer als Passwörter und alltagstauglicher als bisherige Authentifizierungsverfahren auf FIDO2-Basis. Ob sie sich durchsetzen, hängt davon ab, ob genug Webdienste die bequemen Schlüssel akzeptieren. Wenn Sie eigene Webanwendungen betreiben oder entwickeln, können Sie schon heute dazu beitragen.**

Von Niklas Dierking

**B**ei Google, Apple, Microsoft, GitHub und weiteren großen Anbietern können Sie sich schon jetzt bequem und sicher mit Passkeys anmelden. Kein Wunder, immerhin sind einige dieser Unternehmen Teil der FIDO-Allianz, die bereits seit Jahren an der passwortlosen Authentifizierung tüfelt. Viele andere Webdienste dürften in nächster Zeit nachziehen. Vielleicht betreiben Sie ebenfalls Webdienste, beispielsweise einen Blog auf einem Raspi, auf dem Nutzer Beiträge kommentieren. Oder eine Nextcloud-Instanz auf einem Homeserver, auf der Freunde und Familie Dateien austauschen. Oder Sie betreuen Dienste für Ihr Unternehmen. In diesem Artikel geben wir einen Überblick, welche Möglichkeiten Sie haben, um Passkeys in bestehende Webanwendungen zu integrieren.

Die gute Nachricht vorweg: Das Rad müssen Sie dazu nicht unbedingt neu erfinden. Weil Passkeys auf das Authentifizierungsverfahren FIDO2 aufbauen, das Webdienste und Anwendungen beispielsweise über das WebAuthn-API des Browsers verwenden, können Sie Passkeys mit vielen bestehenden WebAuthn-Implementierungen nutzen. Wenn das System die WebAuthn-Funktion „Resident Keys“ – auch „Discoverable Credentials“ genannt – unterstützt, können Sie neben dem Passwort auch auf einen Nutzernamen beim Login verzichten.

### Passkeys in WordPress

Zu den populärsten Webdiensten, die Nutzer in Eigenregie betreiben, gehört das Content-Management-System (CMS) WordPress. Es ist oft die erste Wahl für

Blogs und Homepages und verfügt Dank der großen Nutzer- und Entwicklergemeinschaft über eine umfangreiche Sammlung an Plug-ins, mit denen sich der Funktionsumfang erweitern lässt. Dazu gehört auch das kostenlose „WP-WebAuthn“, mit dem Sie Ihrer WordPress-Instanz im Handumdrehen WebAuthn beibringen und damit auch Passkeys.

Klicken Sie im WordPress-Menü „Plugins“ auf „Add New“, um nach WP-WebAuthn zu suchen. Nachdem Sie das Plug-in installiert haben, müssen Sie es noch aktivieren. In seinen Einstellungen können Sie festlegen, ob der Login via WebAuthn bevorzugt werden soll (Prefer WebAuthn). Das Passwort-Login bleibt als Rückfallebene erhalten. Mit der Option „WebAuthn Only“ verbieten Sie das Login mit Nutzernamen und Passwort. Achtung: Nutzer, die noch keinen FIDO2-kompatiblen Authenticator oder einen Passkey registriert haben, können sich dann nicht mehr anmelden. Um die Bequemlichkeit, die Passkeys bieten, voll auszuschöpfen, sollten Sie die Option „Allow to login without username“ aktivieren.

Um sich künftig mittels Passkey auszuweisen, müssen Sie und bestehende Nutzer in den Profileinstellungen einen Authenticator registrieren. Geben Sie dem Authenticator einen Namen und klicken dann auf „Start Registration“, um einen Passkey zu erstellen. Welche Möglichkeiten und Plattformen es gibt, erklärt der Artikel ab Seite 14. Wenn Sie in den Einstellungen des Plug-ins „WebAuthn Only“ aktiviert haben, sollten Sie mit der Funktion „Verify Authenticator“ prüfen, ob das

Login mittels Passkey problemlos funktioniert, bevor Sie sich abmelden.

Wir haben das mit der aktuellen WordPress-Version 6.2 getestet. Damit Sie das WebAuthn-Plug-in nutzen können, braucht Ihre WordPress-Seite ein TLS-Zertifikat, dem Ihr Browser vertraut. Außerdem müssen die PHP-Erweiterungen mbstring und gmp installiert sein. Falls die fehlen, können Sie die Erweiterungen über den Paket-Manager Ihrer Linux-Distribution nachinstallieren. Auf einem Host mit Ubuntu 22.04 LTS erledigt das der folgende Befehl:

```
sudo apt install php-mbstring php-gmp
```

### Nextcloud öffne dich!

In Nextcloud Hub 3 (25) gehört WebAuthn bereits zu den Bordmitteln und bedarf keiner zusätzlichen Installation. Sie konfigurieren WebAuthn, indem Sie die „Persönlichen Einstellungen“ aufrufen und anschließend in das Menü „Sicherheit“ wechseln. Unter dem Punkt „Authentifizierung ohne Passwort“ können Sie WebAuthn-Geräte hinzufügen. Um die Aktion auszuführen, müssen Sie einmalig Ihr aktuelles Passwort eingeben. Leider unterstützt die WebAuthn-Implementierung in Nextcloud nicht das Feature „Resident Keys“, sodass Sie beim Anmelden weiterhin Ihren Benutzernamen eingeben und damit auf ein Stück Passkey-Komfort verzichten müssen.

Ein Fallstrick ist uns begegnet, als wir in unserer Nextcloud-Instanz zusätzlich zur hauseigenen passwortlosen Anmeldung die App „Two-Factor WebAuthn“ installiert hatten. Für den ersten Schritt fragte Nextcloud unseren Nutzernamen ab und akzeptierte einen Passkey, den wir mittels „Authentifizierung ohne Passwort“ registriert hatten. Danach verlangte die App im zweiten Schritt einen FIDO2-kompatiblen zweiten Faktor, aber die Anmeldung war auf diesem Weg nicht möglich. Wir raten aus diesem Grund aktuell davon ab, den zweiten Faktor zusätzlich zum Passkey zu nutzen.

### Multipass

Populäre Webanwendungen wie Nextcloud und WordPress bringen fertigen Code mit, um Passkeys mit dem WebAuthn-API zu nutzen. Aber was ist, wenn WebAuthn in Ihrer selbst gehosteten Anwendung nicht verfügbar ist und sich nicht nachrüsten lässt? Dann hilft ein Autorisie-

## ct kompakt

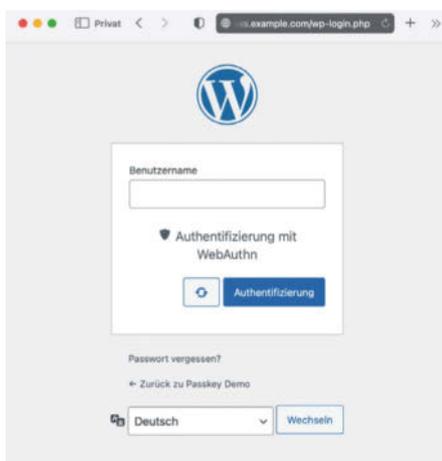
- Weil Passkeys auf den FIDO2-Standard aufbauen, lassen sie sich in vielen Webanwendungen leicht aktivieren oder nachrüsten.
- Wenn eine Anwendung keine Authentifikation mit Passkeys beherrscht, kann ein SSO- und Identity-Provider wie Keycloak einspringen.
- Wenn Sie als Entwickler Ihre eigene Web-App mit Passkeys ausstatten wollen, müssen Sie nicht bei null anfangen, sondern können aus einem Fundus an Open-Source-Bibliotheken und -Projekten schöpfen.

rungs- und Authentifizierungsserver wie Keycloak. Das Open-Source-Projekt kümmert sich als zentraler Single-Sign-On-Dienst und Identity-Provider um den Anmeldevorgang bei Ihrer Webanwendung, auf Wunsch auch mit einer passwortlosen Methode wie Passkeys. Die Brücke zur Nutzerverwaltung der Anwendung schlägt Keycloak beispielsweise mit dem OpenID-Connect-Protokoll.

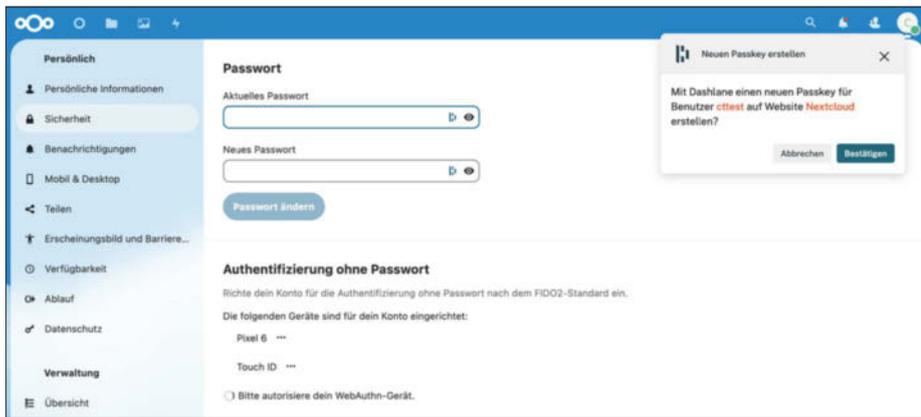
Keycloak ist ein sehr komplexes Werkzeug, wir können deshalb nur die ersten Schritte schildern. Unter [ct.de/yhk8](https://ct.de/yhk8) haben wir ein GitHub-Repository mit einer kurzen Installationsanleitung verlinkt, wenn Sie Keycloak und die Anmeldung an externen Anwendungen mittels Passkeys ausprobieren wollen. Melden Sie sich zunächst als Administrator bei Keycloak an und erstellen einen neuen Realm, den Sie beispielsweise „Passwordless-WebAuthn“ nennen.

Wählen Sie dann im Panel auf der linken Seite das Menü „Authentication“. Ganz oben in der Liste steht der Standard-Authentifizierungsflow „browser“, der als Vorlage dient. Duplizieren Sie „browser“ über die Schaltfläche mit den drei Punkten und geben dem neuen Flow einen Namen, beispielsweise „Mein Authflow“. Löschen Sie im neuen Flow die Einträge „Mein Authflow forms“ und „Kerberos“, sodass nur noch die Einträge „Cookie“ und „Identity Provider Redirector“ übrig bleiben.

Legen Sie dann über die Schaltfläche „Add sub-flow“ einen neuen Eintrag an, den Sie beispielsweise „WebAuthn + Pass-



**Manchmal sind Passkeys nur eine Handvoll Klicks entfernt. In WordPress rüsten Sie den Passwort-Nachfolger mit einem Plug-in nach.**



In Nextcloud gehört die passwortlose Authentifizierung inzwischen zur Serienausstattung.

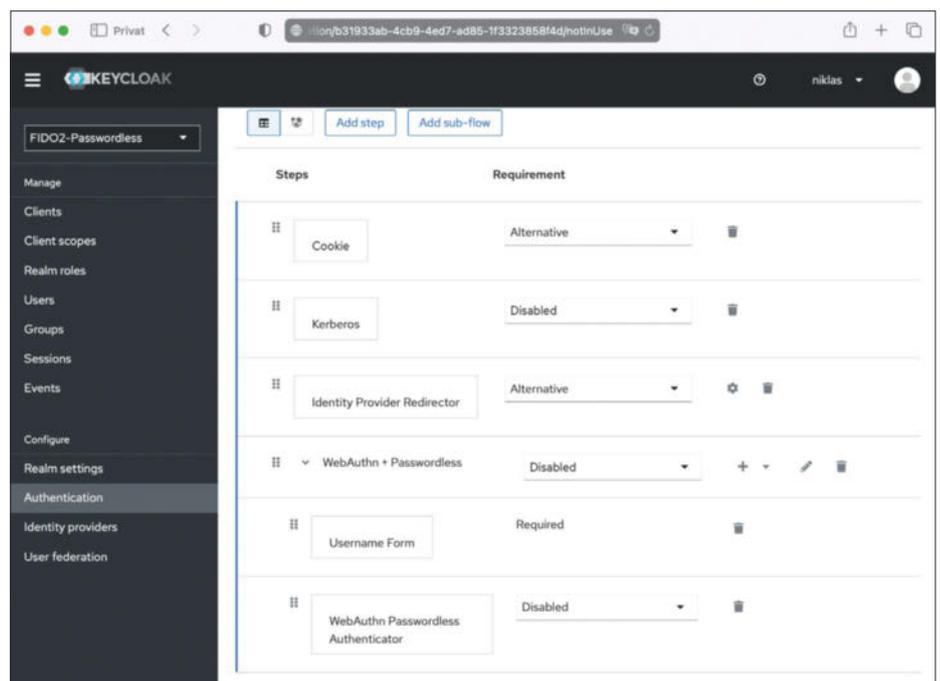
wordless“ nennen. Fügen Sie dem neuen Sub-Flow dann über das Plus-Symbol zwei weitere Schritte (Add step) hinzu. Den ersten Schritt nennt Keycloak „Username form“, den zweiten „WebAuthn Passwordless Authenticator“. Setzen Sie bei den Einträgen „WebAuthn + Passwordless“, „Username Form“ und „WebAuthn Passwordless Authenticator“ jeweils die Bedingung „Required“.

Ihr Authentifizierungsflow sollte jetzt so aussehen wie im Keycloak-Screenshot auf dieser Seite. Zum Schluss klicken Sie in der oberen rechten Ecke auf „Action“ und machen den Flow über „Bind flow“ zum Standard. Aktivieren Sie dann im Menü „Authentication“ im Reiter „Required actions“ beim Punkt „WebAuthn Register Passwordless“ die Option „Set as default action“. Schlussendlich aktivieren Sie im Menü „Realm settings“ im Reiter „Login“ die Option „User registration“.

### Let's Passkey!

Damit haben Sie die Grundlagen geschaffen, um über Keycloak bei einer externen Webanwendung einen neuen Account anzulegen, einen Passkey zu registrieren und sich anschließend damit zu authentifizieren. Um das Prinzip zu demonstrieren, greifen wir zu einer Keycloak-Demo-App, die als Client dient. Wechseln Sie in das Menü „Clients“ und legen dort mit dem Assistenten einen neuen Client an. Im ersten Schritt ist mit OpenID Connect bereits der korrekte Typ vorausgewählt. Tragen Sie bei Client ID einen Namen ein, beispielsweise „cttest“. Im zweiten Schritt müssen Sie nichts ändern. Tragen Sie im dritten Schritt bei „Root URL“ die Adresse <https://keycloak.org/app> der App ein und speichern den Client.

Rufen Sie in Ihrem Browser jetzt die Beispiel-App [keycloak.org/app](https://keycloak.org/app) auf. Tragen Sie unter „Keycloak URL“ die Adresse Ihrer Keycloak-Instanz ein. Der Realm in Keycloak heißt „Passwordless-WebAuthn“, der Client „cttest“. Wenn Sie auf die Schaltfläche „Sign in“ klicken, springt Ihr Keycloak-Flow dazwischen und bietet Ihnen an, sich einzuloggen oder einen neuen Account anzulegen. Geben Sie die Daten für den neuen Account ein, registrieren einen Passkey und loggen sich damit ein. Ein Blick in das Menü „Users“ bestätigt, dass Keycloak seine Aufgabe als zentrale Nutzerverwaltung gewissenhaft erledigt. Damit Sie



Mit einem Single-Sign-On und Identity-Provider wie Keycloak bringen Sie Passkeys auch an Orte, wo sie bis jetzt nicht vorgesehen sind.

Keycloak weiteren Webanwendungen vorschalten können, müssen diese entweder OpenID Connect oder SAML beherrschen und Sie müssen die nötigen Endpunkte konfigurieren. Das klappt beispielsweise mit der Slack-Alternative Rocket.Chat oder dem Wiki Bookstack.

### Eigene Apps zukunftssicher machen

Bei den Webanwendungen, denen Sie bis jetzt Passkeys beigebracht haben, handelt es sich durchweg um etablierte Open-Source-Projekte. Vielleicht arbeiten Sie aber stattdessen selbst an einer Web-App und wollen die fit für die Passkey-Zukunft machen? Damit wären Sie einigen großen Anbietern sicher einen Schritt voraus. In diesem Fall sollten Sie einen Blick in das GitHub-Repository [herrjemand/awesome-webauthn](https://github.com/herrjemand/awesome-webauthn) werfen, das wir unter [ct.de/yhk8](https://ct.de/yhk8) verlinkt haben. Es sammelt nützliche Ressourcen für Entwickler, die sich für die Implementierung von Passkeys und WebAuthn interessieren, beispielsweise Programmbibliotheken für Server und Clients, Hard- und Software-Authentikatoren, Entwicklungswerkzeuge, Tutorials, Demos und mehr.

Fortgeschrittene Entwickler können mit den passenden Bibliotheken für ihre Anwendung WebAuthn und Passkeys in Handarbeit implementieren, aber es gibt

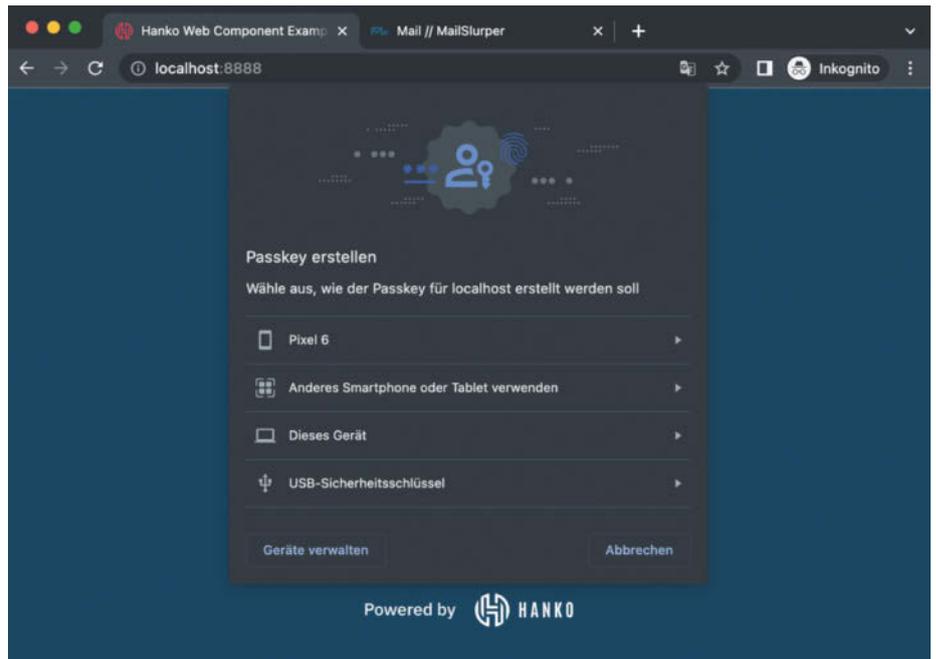
auch Projekte wie Hanko, die angetreten sind, um Entwicklern Arbeit abzunehmen. Hanko.io, das Unternehmen hinter dem Projekt Hanko, ist Mitglied der FIDO-Alliance und entwickelt eine Open-Source-Lösung für Nutzermanagement und Web-Authn-Authentifizierung, die den Fokus auf Passkeys legt.

Hanko besteht aus mehreren Teilen: Das Backend (siehe ct.de/yhk8) lässt sich selbst hosten und stellt ein API für die Authentifizierung im Hintergrund bereit. Die sogenannten Hanko Elements (@hanko-elements), machen die Funktionen des API als UI-Elemente in diversen Frontend-Frameworks wie Angular, JavaScript, React und Vue verfügbar. Um herauszufinden, ob Hanko zu Ihrer Anwendung passt, können Sie die öffentliche Demo-Anwendung auf passkeys.io ausprobieren oder sie lokal ausführen. Das geht am einfachsten mit Docker-Compose. Klonen Sie zunächst das Repository und wechseln dann ins Verzeichnis hanko:

```
git clone \
https://github.com/teamhanko/hanko.git
cd hanko
```

Starten Sie dann mit folgendem Befehl eine Flottille von Docker-Containern, bestehend aus der Quickstart-App, dem Backend (Hanko-API), einer Datenbank und MailSlurper für die Verifizierungscodes.

```
docker compose \
-f deploy/docker-\
compose/quickstart.yaml -p \
"hanko-quickstart" up --build
```



Passkeys von localhost: Open-Source-Projekte wie Hanko vereinfachen die Integration von Passkeys in eigene Apps.

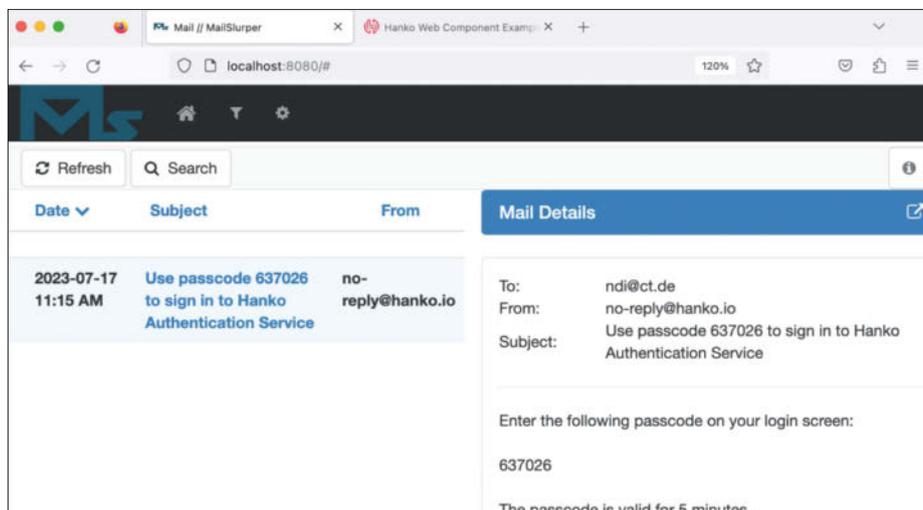
Weil es noch keine fertigen Images in einer Container-Registry gibt, müssen sie lokal gebaut werden, was je nach Rechenleistung ein paar Minuten dauern kann. Steuern Sie danach im Browser localhost:8888 für die Beispielanwendung an. Die Verifizierungscodes, die Hanko via Mail verschickt, können Sie mit MailSlurper auf localhost:8080 lesen. Wenn Sie Hanko bei der Registrierung eines Passkeys über die Schulter schauen wollen, können Sie das mit einer Browsererweiterung wie Web-DevAuthn (siehe ct.de/yhk8) tun, die es

für Chrome und Firefox gibt. Als alternatives Backend bietet Hanko auch ein Cloud-API an, das sich kostenlos nutzen lässt, wenn das eigene Projekt weniger als 1000 monatliche Nutzer hat. Das Open-Source-Backend und Hanko Cloud tragen noch das Prädikat „Beta“, es kann also sein, dass vereinzelt noch Probleme auftreten. In unseren Testläufen hat die Nutzerverwaltung, Registrierung und Authentifizierung von Passkeys mit Hanko aber zuverlässig funktioniert.

**Fazit**

Schon heute gibt es eine Reihe von Möglichkeiten, Passkeys in selbstgehosteten Anwendungen zu unterstützen. Bringen Sie Ihren Webanwendungen mit wenigen Klicks neue Tricks bei oder schalten Sie Apps einen SSO- und Identity-Provider wie Keycloak vor, der die passwortlose WebAuthn-Authentifizierung ergänzt. Für Entwickler gibt es eine Menge spannender Projekte, um WebAuthn und Passkeys in eigene Anwendungen einzubackten. Ob sich Passkeys als nächste Evolutionsstufe des FIDO2-Standards durchsetzen, hängt maßgeblich davon ab, wo man es überall einsetzen kann. Wenn Sie mögen, dann können Sie einen Beitrag dazu leisten.

(ndi@ct.de) **ct**



Hanko verifiziert neue Nutzer via E-Mail. In einer lokalen Entwicklungsumgebung sammelt MailSlurper die Bestätigungsmails ein.

GitHub-Repository zu Keycloak, Dokumentationen: ct.de/yhk8

# „Wir haben den Wendepunkt gerade erreicht“

Andrew Shikiar, geschäftsführender Direktor der FIDO-Alliance, über die Erfolgsaussichten von Passkeys



Bild: Andreas Martini

**Andrew Shikiar ist geschäftsführender Direktor der FIDO Alliance, die das Anmeldeverfahren Passkeys entwickelt hat. Im Interview mit c't stellt er sich allen Fragen, die uns beim Testen kamen.**

Von Kathrin Stoll

Um das Anmeldeverfahren Passkeys gab es in den vergangenen Monaten viel Wirbel. Die Betriebssysteme und Browser von Apple, Google und Microsoft unterstützen es seit einigen Monaten und große Webdienste springen so langsam auf den Zug auf. Wir haben mit Andrew Shikiar, Executive Director der FIDO Alliance, über Chancen und Herausforderungen des potenziellen Passwort-Nachfolgers gesprochen und nach Empfehlungen für Anwender und Dienstanbieter gefragt.

**c't: Sie sind Executive Director der FIDO Alliance. Was kann man sich darunter vorstellen?**

**Andrew Shikiar:** Die FIDO Alliance ist ein Branchenverband mit über 300 Mitgliedern – Unternehmen, die sich an der Allianz beteiligen. Unsere Aufgabe ist es, offene Standards und Best Practices zu schaffen, um die Abhängigkeit von Passwörtern zu verringern und von wissensbasierter Authentifizierung zu besitzbasierter Authentifizierung überzugehen. Dafür spannen wir Geräte ein, die Sie

wahrscheinlich den ganzen Tag über immer wieder in der Hand halten.

**c't: Besitzbasierte Authentifizierung gibt es mit dem FIDO-Standard ja schon länger. Wo ist der Unterschied zwischen der passwortlosen Anmeldung mit FIDO2 und Passkeys?**

**Shikiar:** Passkey ist der verbraucherrechtliche Begriff für die Anmeldung mit FIDO. Bei jedem passwortlosen FIDO-Login benutzen Sie im Grunde einen Passkey. Die FIDO-Standards sind seit mehreren Jahren auf dem Markt. In den vergangenen sieben oder acht Jahren haben Millionen Internetnutzer sie verwendet. Es gab nur nie einen gemeinsamen Begriff. Das ist einer der Gründe, warum wir das Konzept Passkeys eingeführt haben.

Der andere Grund ist, dass mit Passkeys eine fundamentale Neuerung einhergeht. Das Neue an Passkeys ist, dass sie die Möglichkeit bieten, den privaten Schlüssel über eine Herstellercloud zu synchronisieren, sodass Ihre Login-Daten automatisch auf jedem Ihrer Geräte verfügbar sind. Sie wissen, wie die zugrundeliegende Public-Private-Key-Kryptografie funktioniert?

**c't: Wenn man einen Benutzeraccount anlegt, wird ein Schlüsselpaar aus privatem und öffentlichem Schlüssel generiert. Beide werden benötigt, um die Authentifizierung durchzuführen. Der öffentliche Schlüssel wird auf dem Server des Webdienst-Betreibers abgelegt. Der private Schlüssel ist geheim. Er wird sicher auf dem Endgerät abgelegt und Ende-zu-Ende-verschlüsselt in der Herstellercloud gesichert, sodass niemand, nicht einmal der Hersteller selbst, ihn auslesen kann.**

**Shikiar:** Genau darin besteht die Neuerung. Der ursprüngliche Ansatz des FIDO-Anmeldeverfahrens bestand immer darin, den privaten Schlüssel nur auf dem Endgerät zu sichern. Das gewährleistet ein sehr hohes Maß an Sicherheit. Das Problem war, dass dieses Modell bei den Verbrauchern nicht besonders gut skalierte. Man muss sich schließlich auf jedem Gerät einen eigenen FIDO-Login für jeden einzelnen Dienst anlegen. Hinzu

**„Das Problem war, dass dieses Modell bei den Verbrauchern nicht besonders gut skalierte.“**

kommt, dass diese Herangehensweise das Passwort weiterhin im Mittelpunkt hält, weil der Nutzer jedes Mal, wenn er den FIDO-Login auf einem neuen Gerät einrichtet, sein Passwort benötigt. Das behindert auf gewisse Weise unsere Mission, die Abhängigkeit vom Passwort zu reduzieren.

**c't: Passkeys sind deutlich sicherer, schützen vor Phishing und nehmen die Nutzer aus der Pflicht, sich für jeden Dienst ein sicheres Passwort auszudenken. Wir haben sie ausprobiert, auf verschiedenen Geräten in unterschiedlichen Szenarien. Solange wir etwa ausschließlich Apple-Geräte nutzten, war die Einrichtung und Nutzung auf verschiedenen Geräten tatsächlich nahtlos. Zwischen unterschied-**

lichen Geräten und Browsern lief es nicht ganz so glatt.

**Shikiar:** Man darf nicht vergessen, dass die Möglichkeit, die privaten Schlüssel zu synchronisieren, relativ neu ist. Seit Oktober 2022 sind Passkeys auf Apple-Geräten möglich, seit Anfang des Jahres unter Android. Diese Technologie ist gerade einmal sieben bis zehn Monate auf dem Markt. Eigentlich ist es wirklich einfach, einen Passkey zu erstellen. Sei es unter Android, iOS oder macOS. Und es gibt eingebaute, ökosystemübergreifende Abläufe.

**c't: Manche Browser unterstützen Passkeys, manche nicht. Auf dem iPhone kann man in Firefox einen Passkey anlegen und im iCloud-Schlüsselbund sichern, auf dem MacBook nicht. Da ist Verwirrung doch vorprogrammiert? Warum hat die FIDO nicht zuerst eine Implementierung herausgebracht, die unabhängig vom Betriebssystem oder Browser nahtlos synchronisiert und stattdessen Google, Microsoft und Apple zuerst ihre plattformspezifischen Implementierungen veröffentlichen lassen?**

**Shikiar:** Ich glaube, so viel Verwirrung ist da gar nicht. Standards zu entwickeln, um eine neue Technik zur Marktreife zu bringen, ist immer eine Herausforderung. Wir haben die Standards entwickelt und den Betriebssystem-Herstellern quasi Herstellerrechte gegeben, Passkeys zu unterstützen. Im Moment sehen wir robuste Passkey-Unterstützung in den Betriebssystemen von Apple und Google für synchronisierbare Passkeys. Und auch unter Windows kann man Passkeys erstellen. Dass Sie das kompliziert fanden, ist wahrscheinlich mehr eine Frage des Timings als irgendetwas anderes. Wir sind sehr darauf bedacht, dass Passkeys so einfach zu nutzen sind wie irgend möglich. In die Optimierung der User Experience stecken wir viel Zeit und Geld. Erst letzten Monat haben wir UX-Richtlinien für die Implementierung des Passkey-Verfahrens veröffentlicht. Wir wollen schließlich, dass die Nutzer das neue Anmeldeverfahren annehmen.

**c't: Also wird es künftig möglich sein, Passkeys nahtlos zwischen Geräten, Browsern und Clouds verschiedener Hersteller zu synchronisieren?**



Bild: FIDO Alliance

„Wenn die Nutzung nicht ähnlich einfach ist, wie die Nutzung eines Passworts, wird die breite Masse Passkeys trotz der Vorteile nicht annehmen.“ – Andrew Shikiar, Executive Director und CMO der FIDO Alliance.

**Shikiar:** Die Plattformen werden ihre Benutzerführung anhand des Marktfeedbacks weiter verbessern und anpassen. Wie Sie beim Testen festgestellt haben, funktioniert es bereits nahtlos zwischen Geräten desselben Ökosystems. Mein persönliches Setup besteht aus einem Windows-PC, einem iPad und einem iPhone, außerdem habe ich noch ein Android-Smartphone. Zwischen Apple-Geräten funktioniert die Synchronisation nahtlos. Im Google-Ökosystem auch. Windows unterstützt die Synchronisierung noch nicht, sie ist jedoch weniger wichtig, da die meisten Benutzer nur einen PC haben, der Passkey-Anmeldungen unterstützt. [Windows speichert die Passkeys im Trusted Platform Module (TPM) des Rechners, sichert sie aber derzeit nicht zusätzlich in der Cloud, Anm. d. Red.] Auf der anderen Seite: Wenn ich mich mit einem Passkey, der sich auf meinem iPhone befindet, unter Windows bei einem Dienst einloggen will, muss ich ja auch nur einen QR-Code scannen und bin drin.

Dieser Ablauf ist neu und ungewohnt, aber ich denke, das ist Teil des Nutzer-Onboardings. Wer die ökosystemübergreifende Anmeldung per QR-Code aus irgendeinem Grund nicht nutzen möchte oder kann, kann ja weiterhin für jeden Dienst und jedes Gerät einen eigenen

Passkey erstellen. Auf gewisse Weise ist das zwar etwas, wovon wir mit den über die Cloud synchronisierten Passkeys wegkommen wollen – aber es ist grundsätzlich machbar.

**c't: Das klingt immer noch umständlich.**

**Shikiar:** Die andere Option ist der Weg über einen Passwortmanager. Mit Dashlane oder 1Password können Verbraucher ihre Passkeys ökosystemübergreifend synchronisieren und verwalten. Eigentlich genau so, wie man bisher Passwörter geräteübergreifend verwaltet hat, mit dem Unterschied, dass es künftig Passkeys sein werden, die der Passwortmanager für einen verwaltet.

**c't: Angenommen, ich entscheide mich, einen Passwortmanager wie 1Password oder Dashlane mit der Verwaltung meiner Passkeys zu betrauen. Kann ich irgendwie sichergehen, dass meine privaten Keys dort sicher aufgehoben sind oder muss ich einfach darauf vertrauen?**

**Shikiar:** Gute Frage – die Antwort ist ja. Es ist das Gleiche, wie wenn Sie einem Passwortmanager heute Ihre Passwörter anvertrauen. Wir sind gerade dabei, ein Zertifizierungsprogramm für Plattfor-

men und Passwortmanager zu veröffentlichen, um sicherzustellen, dass sie ihre Clouds und die Passkeys der Nutzer ausreichend schützen. Als Passkeys erstmals auf den Markt kamen, hat Apple ein Statement veröffentlicht, in dem es um die Sicherheit von Passkeys geht. Darin steht etwa, dass die privaten Schlüssel Ende-zu-Ende verschlüsselt in der Cloud

**„Wir erwarten von jedem Anbieter, dass er mindestens dieses Level an Security erfüllt.“**

abgelegt werden und wie man Passkeys auf Apple-Geräten wiederherstellen kann. Sie haben absolut alle Schritte unternommen, um sicherzustellen, dass die Passkey-Implementierung vollkommen sicher ist.

Wir erwarten von jedem Anbieter, dass er mindestens dieses Level an Security erfüllt. Die Zertifizierung wird das belegen, sodass die Nutzer sicher sein können, dass ihre Passkeys dort gut aufgehoben sind.

**c't: Ein solches Zertifizierungsprogramm hat es für Passwortmanager bisher nicht gegeben, oder?**

**Shikiar:** Nicht dass ich wüsste. In der Vergangenheit gab es manchmal Vorfälle – Passwortmanager mit Implementierungs-

fehlern. Aber die Unternehmen aus der Branche sind geschätzte Mitglieder der FIDO Alliance, die sich aktiv einbringen und mit den Anker-Plattformen – Google, Apple, Microsoft – zusammen daran arbeiten, dass wir unser Ziel erreichen.

**c't: Welches Ziel?**

**Shikiar:** Für Interoperabilität zu sorgen. Sicherzustellen, dass die Nutzer von einem Ökosystem zum nächsten wechseln können. Ihre Passwörter sind nicht an eine Plattform gebunden. Das wollen wir auch für Passkeys erreichen. Ich glaube, jedem Mitglied der FIDO Alliance ist klar, dass die einfache, plattformübergreifende Nutzung von Passkeys möglich sein muss, damit sie sich durchsetzen. Wenn die Nutzung nicht ähnlich einfach ist wie die eines Passworts, wird die breite Masse Passkeys trotz der Vorteile nicht annehmen.

**c't: Denken Sie, dass die meisten Menschen Passkeys in Zukunft mit Passwortmanagern wie 1Password oder Dashlane nutzen werden oder eher über die Implementierungen der großen Plattformen? Ich glaube, dass die meisten Menschen gar nicht wissen, was ein Passwortmanager ist.**

**Shikiar:** Das stimmt, die meisten Menschen wissen nicht, was ein Passwortmanager ist. Das ist ein wichtiger Punkt – wer einen Passkey nutzt, nutzt zwangsläufig einen Passwortmanager. Es ist quasi Voraussetzung. Wenn man die Nutzer fragt – und das haben wir im Rahmen unserer Nutzerforschung getan – wie sie sich bei Diensten im Internet einloggen, sagen sie „Oh, ich benutze Face ID“ oder „Mein Browser hat mein Passwort für mich gespeichert“. Sie benutzen also einen Passwortmanager, ohne es zu wissen. So wie die Anbieter Passkeys bisher anbieten, ist es für viele Nutzer wahrscheinlich gar nicht offensichtlich, dass sie jetzt einen Passkey verwenden, um sich einzuloggen. Auf meinem iPhone benutze ich weiterhin Face ID, um mich bei Diensten einzuloggen, nur gebe ich jetzt eben einen Passkey anstelle eines Passworts frei.

**c't: Passkeys schützen vor Phishing, aber schützen sie auch vor Session-Cookie-Diebstahl?**

**Shikiar:** Mit einem Passkey kann man sich nur gegenüber der legitimen Website au-

thentifizieren. Dass man Login-Daten auf einer Phishing-Seite eingibt, wo Angreifer sie stehlen, ist mit Passkeys nicht möglich. Aber dass Sie aus Versehen Malware installieren, die Ihre Session-Cookies stiehlt, können Passkeys nicht verhindern, das ist außerhalb ihres Aktionsradiuses.

**c't: Als Passkeys eingeführt wurden, schrieben viele Medien, dass das Passwort jetzt endlich ausgedient haben könnte. In einem Szenario, in dem ich nur einziges Endgerät habe, zum Beispiel ein iPhone, und das verliere, bräuchte ich zur Wiederherstellung meiner Zugänge auf einem neuen Gerät aber weiterhin mein iCloud-Passwort.**

**Shikiar:** Apple und Google haben ausgeklügelte Verfahren zur Wiederherstellung von Benutzerkonten. Sie prüfen wissensbasierte Anmeldedaten, besitzbasierte Anmeldedaten und heuristische Daten, bevor sie Sie wieder auf Ihre Konten zugreifen lassen. Der Wiederherstellungsprozess im Verlustfall ist ziemlich kompliziert. Das ist aus Sicherheitsgründen so.

**c't: Also werden Passwörter nie ganz verschwinden?**

**Shikiar:** Ich weiß nicht, ob es wirklich so wichtig ist, dass das Passwort ganz verschwindet. Wir sind weniger daran interessiert, dass das Internet gänzlich frei von Passwörtern wird, als daran, das Passwort quasi vom Platz zu verweisen. Es dauerhaft auf die Ersatzbank zu schieben. Authentifizierungssysteme sind mit Risikosyste-

**„Die Verwendung eines Passworts könnte künftig ein solches Risikosignal sein.“**

men und Risikomodellierung verknüpft. Wenn Sie sich plötzlich statt aus Deutschland aus Los Angeles bei einem Dienst anmelden würden, wäre das zum Beispiel ein Risikosignal. Vielleicht würden Sie dann eine E-Mail bekommen, die vor einem verdächtigen Login-Versuch warnt. Die Verwendung eines Passworts könnte



Bild: Andreas Martini

künftig ein solches Risikosignal sein. Ich glaube, dass das mit der Zeit eintreten wird. Ob Passwörter jemals ganz verschwinden, spielt eigentlich keine Rolle. Was zählt, ist, dass das Internet mit der zunehmenden Verbreitung von Passkeys deutlich sicherer wird.

**c't: Aber das bedeutet dann doch, dass jemand, der es schafft, mein iCloud-Passwort und den zweiten Faktor und meinen Gerätecode zu stehlen, sich dann Zugriff auf alle meine Accounts verschaffen kann?**

**Shikiar:** Die Bedrohung verlagert sich von der Übernahme eines einzelnen Benutzerkontos zur Übernahme aller Ihrer Konten. Deshalb ist es so wichtig, dass die Plattformen und Passwortmanager starke Sicherheitsvorkehrungen treffen. Apple unternimmt da enorme Anstrengungen. Aber ja, die Bedrohung verlagert sich von Hunderten Konten, deren Anmeldedaten ein Angreifer stehlen könnte, hin zu einer Handvoll Benutzeraccounts. In diesem unwahrscheinlichen Szenario wären tatsächlich potenziell alle Ihre Benutzerkonten im Internet gefährdet. Diese Handvoll Accounts sind jedoch alle sehr gut geschützt. Ich persönlich habe ein besseres Gefühl dabei, den Schutz meiner Internet-Accounts in die Hände eines Unternehmens wie Apple, Google oder 1Password zu legen, als darauf zu vertrauen, dass meine Passwörter bei Hunderten von E-Commerce-Anbietern und anderen Diensten sicher sind, wo es laufend Sicherheitslücken und Datenabflüsse gibt.

**c't: FIDO und FIDO2 gibt es schon seit einer Weile. Richtig Fahrt aufgenommen hat das Anmeldeverfahren aber bisher nicht. Wann wird sich das drehen?**

**Shikiar:** Dem möchte ich widersprechen.

**c't: Was ich sagen wollte: Die meisten Menschen, zum Beispiel meine Mutter, haben noch nie von FIDO gehört. Und bisher bieten nur wenige Dienste das Anmeldeverfahren an.**

**Shikiar:** Ich glaube, Ihre Mutter wird genau wie meine Mutter womöglich gar nicht bemerken, dass sie FIDO benutzt. Mittlerweile können Sie einen Passkey für Ihren Google-Account einrichten. Ich kann mir kaum eine besser skalierbare Implementierung vorstellen. Da geht es um Milliar-

den Nutzer, die für ihre Google-Konten einen Passkey anstelle eines Passworts verwenden können. Ich denke, das ist ein deutliches Signal. PayPal, Shopify und TikTok sind ebenfalls gerade dabei, Passkeys auszurollen. Ich glaube, wir haben den Wendepunkt gerade erreicht.

Damit Passkeys sich durchsetzen, sind zwei Dinge wichtig. Zum einen, dass die Endgeräte der Nutzer als Passkey-Authenticator funktionieren. Zum anderen, dass die Dienste das Passkey-Anmeldeverfahren anbieten. Beides gerät gerade ins Rollen. Die Passkey-Unterstützung der Betriebssysteme wird stetig besser und immer mehr Dienste bieten die Anmeldung per Passkey an. Gleichzeitig wird auch die klassische FIDO2-Anmeldung mit einem dedizierten Hardware-Sicherheitsschlüssel im Unternehmenskontext populärer werden.

**c't: Wie viel Zeit und Mühe kostet es ein durchschnittliches Entwicklerteam, den Login per Passkey für einen Webdienst einzurichten?**

**Shikiar:** Man braucht einen FIDO-Server. Es gibt Anbieter, die Ihnen dabei helfen können, den Server in wenigen Tagen oder Wochen in Betrieb zu nehmen. passkeys.dev ist zum Beispiel eine gute Ressource für Entwickler, die sich einarbeiten wollen. Der Aufwand hängt von Ihrer Infrastruktur ab – haben Sie bereits einen Identitätsserver? Richtet sich das Angebot an Verbraucher oder Mitarbeiter? Am Ende des Tages sind es ein paar Zeilen Code und ein öffentliches API. Wenn sich Ihr Angebot an Verbraucher richtet, könnte das innerhalb von ein paar Tagen erledigt sein. Mit der Entwicklung ist es allerdings nicht getan. Man muss auch an die User Experience denken und zum

**„Am Ende des Tages sind es ein paar Zeilen Code und ein öffentliches API.“**

Beispiel Usability-Tests durchführen. Insgesamt kann das einige Wochen oder sogar Monate dauern, wenn man es je

nach Zielgruppe und Komplexität des Dienstes richtig machen will.

**c't: Wie teuer ist das? Können Sie eine Zahl nennen?**

**Shikiar:** Eine Zahl kann ich nicht nennen. Es kommt darauf an, wie Sie vorgehen wollen. Sie können es komplett selbst machen und einen Open-Source-Server und Open-Source-Bibliotheken verwenden. Es gibt FIDO-Bibliotheken für alle möglichen Programmiersprachen. Das würde geringe Lizenzkosten mit sich bringen, verursacht aber Personal- und Wartungskosten. Oder Sie verwenden eine Plattform wie Hanko oder Okta. Das wäre teurer. Die Kosten werden bei den meisten Plattformen pro Nutzung berechnet, aber das unterscheidet sich von Anbieter zu Anbieter.

**c't: Würden Sie auch kleineren Diensten als Google oder PayPal empfehlen, bereits jetzt auf den Zug aufzuspringen?**

**Shikiar:** Jedem Unternehmen, dessen Geschäft darauf fußt, dass Menschen online sind, würde ich das empfehlen. Wenn Sie

**„Jedem Unternehmen, dessen Geschäft darauf fußt, dass Menschen online sind, würde ich das empfehlen.“**

sich bei einem Onlineshop nicht einloggen können, werden Sie dort nichts kaufen. Wir haben kürzlich eine Nutzerumfrage durchgeführt. 50 Prozent der Befragten gaben an, in den letzten Monaten einen Kauf abgebrochen zu haben, weil sie ihre Passwörter vergessen hatten. Das ist auch der Grund, warum PayPal, Kayak oder Shopify die Anmeldung per Passkey so früh einführen – für deren Geschäft ist es fundamental wichtig, dass Kunden sich reibungslos einloggen und Käufe tätigen können. Für jedes Unternehmen, für dessen Geschäft das ebenfalls gilt, lohnt es sich, die Passkey-Anmeldung schnell einzuführen. Denn das Verfahren ist nicht nur sicherer, es bringt auch mehr Umsatz. (kst@ct.de) **ct**

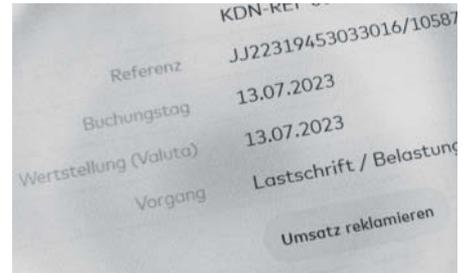
## MOVEit-Lücke: Auch deutsche Banken betroffen

**Über Zero-Day-Exploits in der Datentransfer-Software von Progress sind Daten deutscher Bankkunden abgeflossen. Betroffene sollten besonders wachsam sein.**

Mithilfe der kürzlich bekannt gewordenen Sicherheitslücken in der Software MOVEit (c't 17/2023, S. 42) haben Cyberkriminelle auch Bankdaten erbeutet. Betroffen ist nach aktuellem Stand eine insgesamt fünfstellige Anzahl von Kunden der Deutschen Bank, Postbank, Comdirect, ING sowie einiger Sparda-Banken. Die Kunden hatten in den Jahren 2016 bis 2018 sowie 2020 den gesetzlichen Kontowechselservice in Anspruch genommen; andere Angebote sind nicht betroffen. Durchgeführt hatte den Service für alle genannten Banken die KWS Kontowechsel Service GmbH (Kontowechsel24.de). Bei diesem Drittdienstleister kam fatalerweise MOVEit zum Einsatz. Die luxemburgische Muttergesellschaft Majorel Group S.A. bestätigte das Datenleck auf Anfrage gegenüber heise online.

Die Kreditinstitute haben die Kunden, deren Daten die Eindringlinge kopiert haben, nach eigener Aussage bereits informiert. Nach Angaben der Deutschen Bank erbeuteten die Täter den Vor- und Nachnamen sowie die IBAN der Betroffenen. Mit Namen und IBAN allein könnten die Täter zwar keine Konten übernehmen, die Daten lassen sich aber für Bestellungen per Lastschrift in Onlineshops missbrauchen. Grundsätzlich sind auch direkte Abbuchungen denkbar, dafür benötigen die Täter allerdings zusätzlich eine Gläubiger-ID der Bundesbank.

Die betroffenen Bankkunden sollten daher ihre Kontoauszüge der vergangenen Monate sorgfältig prüfen und wachsam bleiben. Wer eine unberechtigte Abbuchung entdeckt, kann bei seiner Bank eine Rücklastschrift veranlassen. Das ist bei einer nicht autorisierten Lastschrift 13 Monate lang möglich. Denkbar ist außerdem, dass Kriminelle mithilfe der Daten gezielte Phishing-Versuche unternehmen. So könnten sie versuchen, die betroffenen Bankkunden mit maßgeschneiderten E-Mails, Anrufen oder Textnachrichten dazu



**Wer in den vergangenen Wochen Nachricht von seiner Bank bekommen hat, dass Daten entwendet wurden, sollte vor allem auf betrügerische Lastschriften achten.**

zu verleiten, Onlinebanking-Zugangsdaten oder Kreditkartendaten preiszugeben.

Offen blieb bis Redaktionsschluss, ob Majorel die zuständigen Datenschutzbehörden informiert hat. Experten kritisierten außerdem, dass die Kontowechsel Service GmbH die Daten über so viele Jahre speicherte. Nach ihren Angaben hätte das Unternehmen diese ohne Weiteres nach einem Jahr löschen können.

(mon@ct.de)

## Postbank-IT endgültig umgezogen

Die Postbank hat am ersten Juliwochenende die vierte und letzte Welle der **Systemmigration zur Konzernmutter Deutsche Bank** abgeschlossen (Projekt Unity). Dabei übertrugen die Kreditinstitute insbesondere Geschäfts- und Firmenkonten. Außerdem hievte die Postbank 1,5 Millionen Nutzer in das neue Online- und Mobilbanking. Im Anschluss will man nun die IT-Systeme der Postbank sukzessive abschalten und ab 2025 rund 300 Millionen Euro pro Jahr sparen.

Laut eines Sprechers öffnete die Postbank am 3. Juli ihre Filialen planmäßig und gab das Onlinebanking wieder frei. Die Systeme würden stabil laufen. Leserzuschriften in den sozialen Medien zufolge kämpften einige der zwölf Millionen Postbank-Kunden jedoch mit Problemen. Die Verfasser berichteten von Schwierigkeiten beim Login ins Onlinebanking, mit Geldautomaten, Kartenzahlungen sowie unvollständigen oder veralteten Daten. Im Vergleich zu den vorangegangenen Migrationswellen meldeten sich jedoch deutlich weniger frustrierte Kunden zu Wort.

Zwar hatte die Postbank diese im Vorfeld informiert, insbesondere über das Prozedere beim Wechsel der Banking-App. Kunden, die damit oder anderweitig Probleme bekamen, mussten an der Hotline allerdings erneut teils lange warten. Die Deutsche Bank räumte ein, dass es trotz mehr Personal „vereinzelt“ noch zu längeren Wartezeiten kommen könne. Die stark beschnittene App will das Haus sukzessive wieder aufpäppeln und erweitern. (mon@ct.de)

### Kurz & knapp

Die EU-Kommission hat einen ersten **Entwurf für die dritte europäische Zahlungsdiensterichtlinie (PSD3)** vorgelegt. Unter anderem will sie die Mithaftung von Banken bei Betrug erweitern.

EU-Rat und -Parlament wollen **Provisionen von Börsenhandelsplätzen an Broker ab 2026 verbieten**. Die Details für das Verbot des „Payment for Order Flow“ stehen aber noch aus.

Mitarbeiter des sächsischen Gesundheitsministeriums haben nach einem Rechnungsbetrug (c't 8/2023, S. 102) trotz Vier-Augen-Prinzip **versehentlich 225.000 Euro an Kriminelle überwiesen**. Die Täter gaukelten ihnen per Mail eine neue Bankverbindung eines realen Lieferanten vor. Die Polizei ermittelt trotz geringer Erfolgsaussichten, das Ministerium will interne Prozesse anpassen.



**Die letzten Kundenverträge der Postbank sind Anfang Juli auf die Server der Deutschen Bank gewandert – nicht ohne Ruckler.**

# Schufa-Score kostenlos per App

**Im Finanzmanager Bonify kann man seine Bonität bei Deutschlands größter Auskunftfei checken. Verbraucherschützer warnen jedoch davor, Bankdaten an den Dienst weiterzugeben.**

Verbraucher können ab sofort über Bonify, einen Dienst der Schufa-Tochter Forteil GmbH, kostenlos ihren Schufa-Basisscore einsehen. Dieser zeigt als Punktwert („Score“) zwischen 0 und 100 an, wie kreditwürdig eine Person im Durchschnitt verschiedener Branchen ist.

Mit dem neuen Service können Verbraucher den Richtwert für ihre Kreditwürdigkeit erstmals digital abrufen, ohne dafür bezahlen zu müssen. Angezeigt wird ein jeweils zu Quartalsbeginn ermittelter Wert. Bisher bekam man den Basisscore nur über ein kostenpflichtiges Abonnement oder forderte ihn als kostenlose, schriftliche „Datenkopie“ nach DSGVO an. Über Kredite oder Handyverträge entscheiden die Schufa-Partnerunternehmen allerdings auf Basis eines speziellen Branchenscores.

Um den Service zu nutzen, registriert man sich zunächst unter bonify.de. Den Bonify-Apps für iOS und Android fehlten die erforderlichen Updates bei Redaktionsschluss noch. Im datensparsameren Verfahren lässt man sodann seinen Personalausweis und ein Smartphone-Selfie beim Dienst IDnow prüfen. Alternativ kann man sich über ein Girokonto identifizieren. Dazu fragt Bonify den Nutzer über ein gesetzlich geregeltes Verfahren nach seinen Onlinebanking-Zugangsdaten. Anhand der Bankdaten prüft der Dienst, ob der Nutzer bei der Registrierung korrekte Angaben gemacht hat. Allerdings fragt Bonify dabei auch Kontoumsätze ab.

Dies ist Teil des Geschäftsmodells des Fintech-Start-ups Forteil: Bonify soll die Kontoumsätze analysieren und auf dieser Basis zum Beispiel günstigere Handy- oder Versiche-

rungsverträge vermitteln. Mithilfe der Kontodaten sowie der Scores des Schufa-Wettbewerbers Creditreform Boniversum errechnet Bonify zudem einen „FinFitness“ genannten Bonitätswert und vermittelt Kredite.

Dem Abruf des Schufa-Scores stimmt man gesondert und widerruflich zu. Schufa und Forteil betonen, dass ihre Datenbestände strikt getrennt seien. Ohne explizite Einwilligung des Nutzers würden keine Daten von einem zu einem zu anderen oder an Dritte fließen. Insbesondere könne die Schufa nicht auf die Kontoumsätze zugreifen, die Forteil gespeichert hat. Forteil sichert auch zu, die Daten in Deutschland zu speichern und hohe Sicherheitsstandards einzuhalten. Sobald man das Nutzerkonto kündigt, lösche Forteil sämtliche Daten. Widerrufe man die Einwilligung zum Kontozugriff, lese Forteil spätestens nach 90 Tagen keine Kontodaten mehr aus. Der Zugriff lässt sich zudem sofort im Onlinebanking sperren.

Für die Auskunftfei ist der Service nach dem „Score-Simulator“ (c't 5/2023, S. 134) „ein weiterer Meilenstein in der Transformation der Schufa“. Ziel sei es, „die Transparenz zu erhöhen und den Menschen künftig mehr Kontrolle über ihre Daten zu geben“. Sie will den Service bis 2024 noch um Vertragsdaten sowie individuelle Simulationen und freiwillige Datenuploads zur Score-Verbesserung erweitern.

Verbraucherschützer äußerten sich skeptisch. Sie fürchten vor allem eine zukünftige Weitergabe der Kontodaten und raten vom Bankzugriff als Identifikationsverfahren strikt ab. Zudem werbe Bonify auch für teure „Schufa-freie“ Kredite, was insbesondere für bereits überschuldete Verbraucher problematisch sei. Da die Schufa für 2024 bereits ein eigenes, von Bonify getrenntes kostenloses Portal angekündigt hat, sollte man sich die Registrierung gut überlegen. (mon@ct.de)



Im Finanzmanager Bonify können Verbraucher seit Neuestem ihren Schufa-Basisscore samt der dort gespeicherten Personen- und Adressdaten einsehen.

just

## DOCK IT.

Improve multitasking and productivity!



**15-in-1**  
**DISPLAYLINK® HYBRID**  
**DOCKINGSTATION MIT**  
**4-FACHER VIDEOAUSGABE**

✓ **SECHS VIDEOANSCHLÜSSE**

Für bis zu vier zusätzliche 4K-Displays am Windows® PC und bis zu drei am macOS® Gerät.

✓ **SCHNELLER DATENTRANSFER**

Bis zu 10 Gbit/s werden über den USB-C Port erreicht, die 5x USB-A Ports schaffen flotte 5 Gbit/s. Für den SD 4.0 Kartenleser sind 300 MB/s drin.

✓ **HOHE PRODUKTIVITÄT**

Anschlussvielfalt zählt, und der 2.5 Gigabit Ethernet Port kurbelt den Workflow zusätzlich an.

**IB-DK2280AC**



In Kürze hier erhältlich:

cyberport

www.cyberport.de

NBB

www.notebooksbilliger.de



JETZT MEHR ERFAHREN:

www.icybox.de

icyboxofficial ICY BOX®

RaidSonic Technology GmbH

# Fädennetzwerk

## Instagram startet Twitter-Konkurrent „Threads“

**Mit Threads hat die Meta-Tochter Instagram einen Konkurrenten zu Twitter gestartet. Das neue soziale Netzwerk enthält noch einige Baustellen, ist in der EU noch nicht verfügbar und hat dennoch einen fulminanten Start hingelegt.**

Von Sylvester Tremmel

Mit solch einem rasanten Start hatte man wohl nicht einmal bei Meta gerechnet: Alle paar Stunden konnte Mark Zuckerberg im neuen sozialen Netzwerk seines Konzerns Account-Rekorde verkünden. Nach nur fünf Tagen knackte Threads 100 Millionen Nutzer und raste damit am bisherigen Rekordhalter ChatGPT vorbei, der zwei Monate gebraucht hatte, um diese Marke zu erreichen.

Von jetzt auf gleich wurde Threads damit zum größten Konkurrenten für Twitter, obwohl es laut Meta gar nicht Ziel ist, Twitter zu ersetzen. Stattdessen wolle man einen öffentlichen Raum für Communitys schaffen, die Twitter nie angenommen haben oder einen weniger wutentbrannten Ort für Gespräche suchen, erklärte Adam Mosseri, Chef von Instagram und damit auch Threads. Auch inhaltlich will man sich von Twitter abgrenzen: Politische Themen und ernste Nachrichten würden auf Threads unweigerlich auftauchen, so Mosseri, aber man werde solche Inhalte nicht fördern.

### Instagram für Text

Verantwortlich für den bemerkenswerten Auftakt der Microblogging-App dürfte unter anderem die enge Anbindung an Instagram sein. Threads wird nicht nur vom Instagram-Team bei Meta entwickelt und als eine Art Instagram für Text be-

schrieben, sondern baut auch auf dem großen Bruder auf: Wer Threads nutzen will, muss sich mit einem Instagram-Konto anmelden und kann das eigene Profil und die gefolgt Accounts auch gleich von dort übernehmen.

Die Funktion von Threads ähnelt der von Twitter und anderen Microblogging-Diensten: Nutzer können kurze Nachrichten veröffentlichen (bis zu 500 Zeichen), Nachrichten anderer zitieren oder direkt weiterverteilen und das Ganze mit Bildern und maximal fünfminütigen Videos anreichern. Diverse, teilweise grundlegende Funktionen fehlten zu Redaktionsschluss allerdings noch, etwa die Möglichkeit, nach Posts zu suchen. Laut Adam Mosseri arbeitet man daran. Ebenso geplant sei eine Möglichkeit, Posts zu editieren. Außerdem soll ein chronologischer Feed hinzukommen, der ausschließlich Posts von Accounts zeigt, denen man folgt. Zum Start bot Threads nur einen algorithmisch bestückten Feed, der auch Posts von Leuten enthält, denen man (noch) nicht folgt.

### Keine EU, kein Fediverse

Ebenfalls noch nicht an Bord sind EU-Bürger, ihnen wird die App nicht angeboten. Das liege an „noch nicht geklärten regulatorischen Anforderungen“, postete Rob Sherman, Metas Chef für Datenschutz. Weil Threads laut Sherman DSGVO-konform sei, dürften sich diese „Anforderungen“ auf den Digital Markets Act (DMA) beziehen. Der soll verhindern, dass dominante Konzerne ihre Marktmacht unfair nutzen, und könnte ein Problem für die Instagram-Threads-Kopplung darstellen.

Die Nichtverfügbarkeit versuchen Trittbrettfahrer auszunutzen: Sehr schnell tauchten in den Stores von Apple und Google Apps wie „Threads for Insta“ auf, die vielversprechend klingen, aber keinen Zugriff auf das Netzwerk verschaffen können. Stattdessen locken sie Nutzer in kostenpflichtige Abofallen. Sicherheitshalber sollte man den offiziellen Start der App

hierzulande abwarten. Ohnehin blockierte Meta zu Redaktionsschluss Posts von Nutzern aus der EU, die sich die echte Threads-App unter Umgehung der App-Store-Filter installiert hatten.

Möglicherweise ebenfalls aufgrund des DMA fehlt die Anbindung ans Fediverse und die Microblogging-App Mastodon, obwohl Threads deren Protokoll ActivityPub nutzt und mit „offenen, interoperablen sozialen Netzwerken“ kompatibel sein soll. Mit solch einer Anbindung ließen sich die Daten von EU-Bürgern aber wohl kaum aus Threads heraushalten, bis Meta die regulatorischen Anforderungen klar sind.

„Eines Tages“ sollen Nutzer aber dank ActivityPub sogar ihre Follower mitnehmen können, wenn sie Threads verlassen, schreibt Mosseri auf der Plattform. Als „klaren Sieg“ sieht das Mastodon-Gründer Eugen Rochko. Andere Teile der Mastodon-Community trauen diesen ungewohnt offenen Plänen nicht und spekulieren über verdeckte Motive, die Meta haben könnte. Diverse Mastodon-Instanzen haben sogar bereits angekündigt, nicht mit Threads zu fördern, auch wenn Meta die Anbindung freischaltet. (syt@ct.de) **ct**

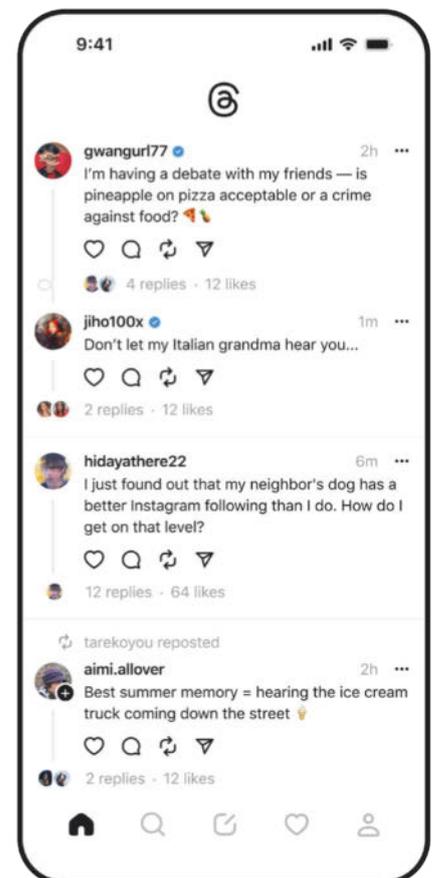


Bild: Meta

**Threads sieht aus wie Instagram und funktioniert wie Twitter.**

# Thunderbird 115 in neuem Design

**Neues Logo, neue Oberfläche: Thunderbird erscheint in der Version „Supernova“.**

Mit einem Sprung auf Version 115 stellen die Entwickler des freien Mailclients Thunderbird ihr „schnellstes und schönstes Release überhaupt“ vor. Die neue, „Supernova“ getaufte Version ist Teil eines größeren Projektes, den Mailer zu renovieren. Neben dem modernisierten Logo des Programms fällt eine neue, dynamische Toolbar ins Auge, die mit der Titelleiste des Fensters kombiniert ist. Nutzer können für jede Ansicht (E-Mail, Kalender etc.) einstellen, welche Schaltflächen dort präsentiert werden.

Außerdem bringt Supernova ein verbessertes Drei-Spalten-Layout mit, das Nachrichtenordner, Ordnerinhalt und geöffnete E-Mail nebeneinander anordnet. Das konnte Thunderbird schon früher, aber eine neue „Kartenansicht“ für Ordnerinhalte zeigt zwei Zeilen pro Nachricht und

nutzt den schmalen Platz deutlich besser. Alteingesessene Nutzer, die teilweise sehr kritisch auf die lange angekündigten Änderungen blickten, können aufatmen: Thunderbird unterstützt auch die alten Ansichten und Layouts weiter und stellt das Aussehen nicht automatisch um.

Allgemein gibt Supernova den Anwendern viel Freiheit in Geschmacksfragen: den Freiraum um UI-Elemente („Dichte“ genannt), welche Arten von Ordnern das

Programm wie angezeigt, in welcher Reihenfolge das geschieht – all das kann man einstellen. Auch einen kombinierten Posteingang, der alle Mailkonten vereint, beherrscht Supernova.

An der Oberfläche von Kalender und Adressbuch haben die Entwickler ebenfalls, aber subtiler, gearbeitet. Hinzu kommen viele kleinere Änderungen und Verbesserungen, unter anderem bei der eingebauten OpenPGP-Unterstützung sowie der Bedienung per Tastatur und Screenreader. Bei Redaktionschluss wurde Thunderbird 115 noch nicht als automatisches Update ausgeliefert, stand aber unter [thunderbird.net](https://thunderbird.net) zur Verfügung.

(syt@ct.de)

**Release-Notes:** [ct.de/yn6](https://ct.de/yn6)

**Thunderbird „Supernova“ im dreispaltigen Layout.**

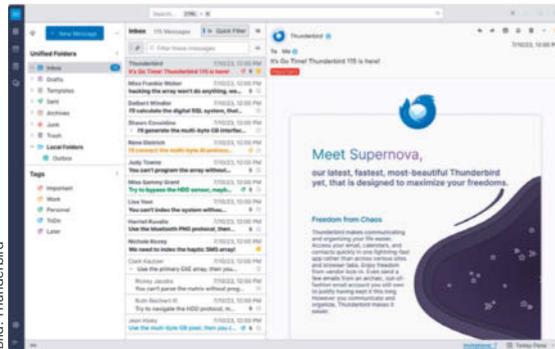


Bild: Thunderbird

# Stärken Sie Ihre Abwehrkräfte!

c't

## WINDOWS-GUIDE

System absichern • einrichten • reparieren

AKTION

Videokurs mit über 90% Leserrabatt

VIDEOKURS

Holger Voges

### Windows-Sicherheit

Der Praxiskurs  
Windows-Systeme mit Bordmitteln absichern  
- Werkzeile für die Versionen 10 und 11

### Windows gegen Angriffe absichern

So gehen Angreifer vor  
Sicherheit mit wenigen Handgriffen  
Neue Windows-Schutzfunktion nutzen

### Hilfe für Notfälle vorbereiten

c't-Notfall Windows 2023: Überarbeiteter  
Bausatz mit besserer Bedienung  
Update-Stress vermeiden  
Den richtigen Imager fürs Backup wählen

### Windows-Probleme effektiv lösen

Troubleshooting mit dem Notfallsystem  
Viren jagen, Laufwerke klonen  
Notfall-Windows per PowerShell

Wie Sie die integrierten Schutzfunktionen in Windows in privaten und Firmennetzwerken richtig einsetzen

Anschaulich erklärt in 82 Lektionen  
Laufzeit 8+3 Stunden  
Machen Sie mit bei praktischen Übungen

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

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

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

[shop.heise.de/ct-windowsguide23](https://shop.heise.de/ct-windowsguide23)

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

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.

heise Shop

# Showstopper

## Starlink-Satelliten stören Weltraumforschung

**Elon Musks Raumfahrtfirma SpaceX hat den Orbit mit Satelliten geflutet, die nun aber die Radioastronomie behindern. Weitere derartige Satellitensysteme könnten die Lage noch verschlimmern.**

Von Dušan Živadinović

Die Starlink-Satelliten der Firma SpaceX stören nicht nur die Weltraumforschung, indem sie auf nächtlichen Abbildungen des Universums sichtbare Streifen hinterlassen. Einer neuen Studie zufolge sickert aus den erdumkreisenden Internetverteilern auch elektromagnetische Strahlung in einem Frequenzbereich, der die erdgebundene Radioastronomie behindert. Das erschwert es beispielsweise, organische Moleküle im All aufzuspüren und damit Hinweise auf außerirdisches Leben zu finden.

Ein siebenköpfiges Team mit Forschern aus Europa und Südafrika hat die Funkabstrahlung von 68 Starlink-Satelliten gemessen und gefunden, dass 47 davon zwischen 110 und 188 MHz strahlen. Diese Emission überstreicht das Funkband zwischen 150,05 und 153 MHz, das die Internationale Fernmeldeunion für die Radioastronomie reserviert hat, und liegt weit unterhalb des für den Internetdienst zugeteilten Bands zwischen 10,7 und 12,7 GHz. Das belegen die Forscher in einem Beitrag im Journal *Astronomy & Astrophysics* (ct.de/ycg7).

Unter anderem haben sie auch die Abstrahlcharakteristik von gleichfalls niedrig um die Erde fliegenden Iridium-NEXT-Satelliten aufgenommen. Deren Störpotenzial liegt aber weit unter dem der Starlink-Flotte (siehe Grafik).

Warum bei den übrigen 21 Starlink-Satelliten keine Störstrahlung gefunden

wurde, diskutieren die Autoren nicht. Möglicherweise verwendet SpaceX für verschiedene Satellitenversionen unterschiedliche Bestückungen oder Platinenlayouts.

Die Crux ist aber, dass die künstliche, im Weltraum abgesonderte Strahlung bisher keiner internationalen Regulierung unterliegt. Prinzipiell verstößt SpaceX also gegen keine Vorschriften.

Zuvor haben Wissenschaftler nur die optischen Auswirkungen des Satellitengesprengelten Nachthimmels untersucht. Dabei haben sie in mehreren Studien anhand von Tausenden Forschungsfotografien gezeigt, dass Satelliten darauf blasse Streifen hinterlassen und so genaue Beobachtungen vom Boden aus behindern.

„Diese Studie ist der jüngste Versuch, die Auswirkungen von Satellitenkonstellationen auf die Radioastronomie besser zu verstehen“, so Federico Di Vruno, Hauptautor der Studie in einer Pressemitteilung. „Frühere Workshops zu Dark and Quiet Skies haben Theorien über diese Strahlung aufgestellt und unsere Beobachtung bestätigt, dass sie messbar ist.“ Dafür haben die Forscher den von der Bordelektronik der Starlink-Satelliten ausgehenden Störfunk mittels des niederländischen Teleskops Low Frequency Array (LOFAR) vermessen.

### Summierte Störungen

Weil künstliche Signale die schwachen Funkwellen aus der Tiefe des Weltraums übertönen können, wählt man für Radioastronomiestandorte meist Gebiete mit wenig terrestrischem Funk. Doch das scheint vergeblich. „Unsere Simulationen zeigen, dass die Störung mit der Größe der Satelliten-Konstellation zunimmt, da sich die Strahlung aller Satelliten addiert“, sagte Benjamin Winkel vom Max-Planck-Institut für Radioastronomie, welches ebenfalls an der Studie beteiligt war. „Das macht uns nicht nur wegen der bestehenden, sondern vor allem wegen der kom-

menden Konstellationen Sorgen – und auch weil eine klare Regulierung fehlt, die die Radioastronomieebänder vor Störstrahlung schützt.“

Seit 2019 hat SpaceX mehr als 3000 Satelliten in die Umlaufbahn gebracht, die mehr als 50 Länder mit dem Internetdienst abdecken. Bis 2027 sollen es 10.000 Satelliten werden. Störfunk dürfen aber alle erdnahen Satellitensysteme absondern. SpaceX wolle jedoch helfen, die Störungen zu mildern, erklären die Autoren.

„Wir glauben, dass das frühzeitige Erkennen der Lage den Astronomen und auch den Betreibern großer Konstellationen die Möglichkeit gibt, proaktiv an technischen Gegenmaßnahmen zu arbeiten, parallel zu der notwendigen Diskussion zur Entwicklung geeigneter Regulierungen“, sagte Gyula Józsa, ebenfalls Wissenschaftler am Bonner Max-Planck-Institut und Mitautor der Studie. (dz@ct.de) **ct**

**Studie zur Funkstörung:** [ct.de/ycg7](https://ct.de/ycg7)

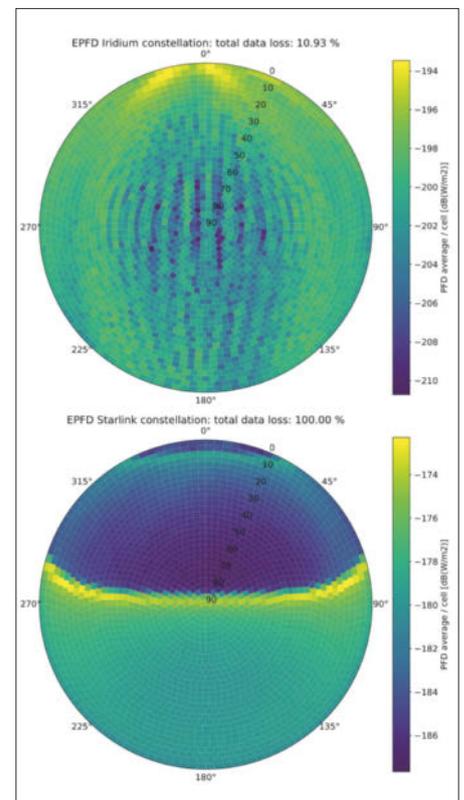


Bild: F. Di Vruno und Mitarbeiter

**Störstrahlungen von Iridium-NEXT- und Starlink-Satelliten (unten), gemessen entsprechend dem ITU-Verfahren Equivalent-Power Flux Density (EPFD). Demnach löschen Satelliten von Iridium rund 11 Prozent der radioastronomischen Daten aus, die von Starlink gar 100 Prozent.**

11. und 12. Oktober 2023 • Karlsruhe



# data2day

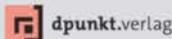
Jetzt  
Tickets  
sichern!

Die Konferenz für Data Scientists,  
Data Engineers und Data Teams

[www.data2day.de](http://www.data2day.de)

Workshops am 13. Oktober: data build tool (dbt) • Polars – der Turbo Boost für Dataframes

Veranstalter



Gold-Sponsoren



Bronze-Sponsor



5. bis 7. September 2023 • TH Nürnberg



# Herbstcampus

Wissen für die Softwareentwicklung



## Highlights des Herbstcampus

- 40 Deep Dives zu Trends und Technologien in 70-Minuten-Vorträgen
- Vier Ein-Tages-Workshops
- Austausch in lockerer Atmosphäre mit Gleichgesinnten
- Konferenzausstellung mit wichtigen Unternehmen der Region und der Branche
- Rund-um-Verpflegung über zwei Tage – inklusive Get-together am ersten Konferenzabend

Jetzt  
Tickets  
sichern!

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

Workshops am 5. September: TypeScript • Pattern Matching • Spring Modulith • Legacy-Systeme

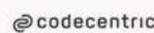
Veranstalter



Gold-Sponsoren



Silber-Sponsoren



# iRabotnik

## Wie Apple das iPhone für privaten Mobilfunk rüstet

**Mit dem kommenden iOS 17 liefert Apple wichtige Funktionen für den iPhone-Betrieb in Campusnetzen. Fachleute glauben, dass Smartphones für solche Mobilfunknetze unerlässlich sind und Apples Schritt die ganze Branche anschieben wird.**

Von Dušan Živadinović

Die meisten Neuerungen des im Herbst erwarteten iPhone-Betriebssystems iOS 17 haben Medien längst kommentiert: flexiblere Widgets, neue Anwendungen im Ladebetrieb und Ähnliches. Aber ein bisschen tiefer zu graben lohnt sich, denn mit iOS 17 eignen sich iPhones ab Reihe 12 und diverse iPads bis zum Pro-Modell erstmals als Arbeitsgeräte in privaten Mobilfunknetzen (Campusnetze).

Solche auf Betriebsgelände begrenzte Netzwerke unterhalten Konzerne wie der Autohersteller Volkswagen, die Deutsche Messe AG, Fluglinien, Häfen und viele andere. Fachleute erachten Smartphones und Tablets für die Arbeit in solchen Netzen als unerlässlich. Torsten Musiol, CEO des Rätiger Campusnetzherstellers MECSSware, glaubt, dass sie in der Industrie zu den zentralen Bausteinen gehören, denn „es werden nicht nur Maschinen wie fahrerlose Transportsysteme oder Roboter mit Campusnetzen verbunden, sondern auch Menschen“. Zu den naheliegenden Diensten gehören der Sprechfunk und die herkömmliche Telefonie. Außerdem braucht man Smartphones, um Geräte zu bedienen, die in das Campusnetz eingebunden sind.

### Wo WLAN an Grenzen stößt

Campusnetze braucht man, weil WLAN Echtzeitanforderungen an Funknetze nicht erfüllt. Zum Beispiel kann WLAN bisher keine festen Latenzen und Durchsatzraten garantieren, weil die Technik nur zufalls-gesteuert auf den Funkkanal zugreift (Car-

rier Sense Multiple Access/Collision Avoidance). Besserung kündigt sich zwar mit Wi-Fi 7 an, weil es unter anderem für echtzeitfähiges Ethernet ausgelegt wurde (Time Sensitive Networking). Doch selbst harmlos erscheinende Scan-Pakete (Probe Requests) können essenzielle Nachrichten anderer WLAN-Geräte bremsen und so die Produktion behindern (ct.de/yb3d). Schließlich lehnen manche Organisationen WLANs ab, weil sie unbemerkt ausspioniert werden können (Wardriving).

Seit 2019 kann man private Mobilfunkbasisstationen in einem maximal 100 MHz breiten Block zwischen 3,7 und 3,8 GHz betreiben (LTE-Band 43, 5G-Band n78). Weil die Basisstationen den Endgeräten feste Ressourcen zuteilen, können sie Latenzvorgaben und Datenraten einhalten. Ein WLAN-ähnliches Wardriving ist ausgeschlossen, weil die Kommunikation SIM-Karten erfordert, die der Betreiber selbst ausstellt und nach Belieben auch deaktiviert. Die Bundesnetzagentur hat bis Mitte Juli bundesweit rund 350 Lizenzen für private 5G-Netze erteilt.

iPhones der Reihe 12 eignen sich für Campusnetze im LTE- und im 5G-NSA-Modus (Non-Standalone). Jüngere Modelle einschließlich des iPhone SE der dritten Generation eignen sich auch für Standalone-5G-Netze (ct.de/yb3d). Admins können wahlweise physische oder virtuelle SIMs (eSIMs) ausstellen.

Wichtige Einstellungen lassen sich per Mobile Device Management aus der Ferne oder per Configuration Profile setzen. So können Betreiber das Campusnetz gegenüber WLAN vorziehen. Andernfalls halten die Geräte an WLAN fest, selbst wenn das Campusnetzsignal weit besser ist. AirDrop- und AirPlay-Funktionen bleiben auch im Campusnetzmodus erlaubt.

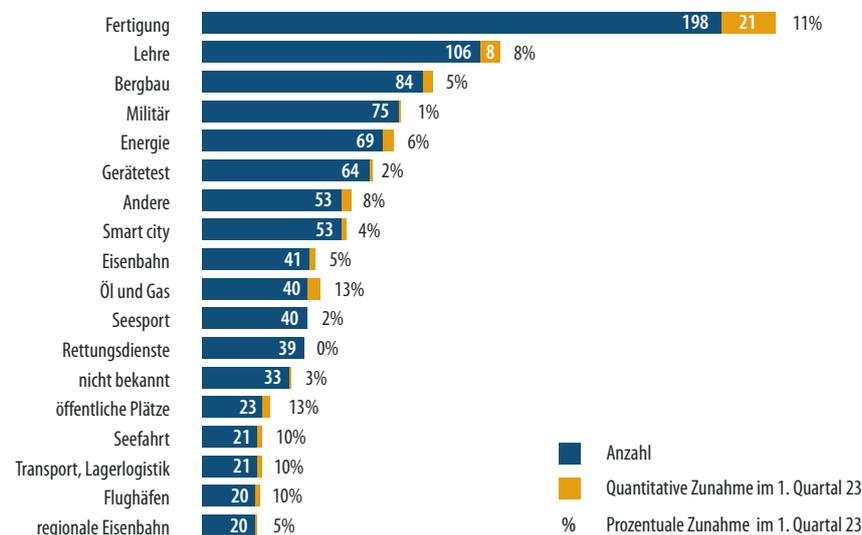
Praktisch ist auch, dass die Geräte umgehend auf ein Campusnetz einrasten, wenn sie definierte Koordinaten betreten (Geofencing, 100 Meter bis 6,5 Kilometer Radius, maximal 1000 Geofences pro Netz). Dann schalten sie die Netzsuche ab, was die Akkulaufzeit verlängert.

Unter den Android-Geräten funktionieren in Campusnetzen beispielsweise das Crosscall CORE-Z5, das nicht mehr gebaute Essential PH-1, Nokia 8.3 und XR20 und die Samsung-Galaxy-Modelle S21, S22 und S23. Aber die Mehrzahl eignet sich nicht für die entsprechenden Funkbänder. Da kommt es der Branche sehr gelegen, dass viele Apple-Geräte auf einmal campusnetztauglich werden. (dz@ct.de) **ct**

**Campusnetzinfos:** [ct.de/yb3d](https://ct.de/yb3d)

## Campusnetze in vielen Branchen

Bei der Digitalisierung setzen viele Branchen wegen höherer Dienstqualität auf private Mobilfunknetze. Die Fertigungsindustrie führt die Statistik der Global mobile Suppliers Association weltweit mit großem Abstand an.



## EU-Kommission aktiviert „Privacy Shield 2.0“

**Die EU-Kommission hat mithilfe eines Angemessenheitsbeschlusses Transfers von personenbezogenen Daten an US-Unternehmen zugelassen. Datenschützer kündigen bereits Klagen an.**

Die EU-Kommission erlaubt europäischen Unternehmen, Institutionen und Behörden fortan rechtssicher, personenbezogene Daten an eine Reihe von US-Unternehmen zu übermitteln. Laut einem neuen Angemessenheitsbeschluss gelten die USA wieder als sicheres Drittland im Sinne von Artikel 45 Absatz 3 der DSGVO, da sie laut Kommission ein vergleichbar hohes Schutzniveau für personenbezogene Daten bieten wie die EU. Die Voraussetzung dafür bleibt, dass das jeweilige US-

Unternehmen sich den Regeln des sogenannten „Privacy Shield 2.0“ unterwirft.

Nach den Worten von Kommissionspräsidentin Ursula von der Leyen gewährleistet das offiziell „Datenschutzrahmen EU-USA“ genannte Abkommen, dass persönliche Daten von EU-Bürgern beim Transfer über den Atlantik hinweg ausreichend geschützt sind. Die USA hätten dabei „beispiellose Zusagen zur Schaffung des neuen Rahmens“ gemacht, um diese Forderung zu gewährleisten. Den Datenschutzrahmen EU-USA hatten die EU-Kommission und die US-Regierung unter Joe Biden im März 2022 vereinbart, nachdem der Europäische Gerichtshof (EuGH) im Sommer 2020 mit dem „Schrems II“-Urteil den ursprünglichen „Privacy Shield“ gekippt hatte. Der EuGH hatte sich dabei insbesondere am Foreign Intelligence Surveillance Act (FISA) und dem Cloud Act gestört. Beide ermöglichten eine Massenüberwachung der Daten von EU-Bürgern durch US-Nachrichtendienste.

Der neue Datenschutzrahmen soll die Kritikpunkte des EuGH nun ausräumen. Dazu habe von der Leyen zufolge insbesondere Bidens Executive Order 14086 vom Oktober 2022 beigetragen. Mit ihr habe er die Möglichkeiten von US-Geheimdiensten, auf die Daten von EU-Bürgern zuzugreifen, angemessen reduziert. Sie seien nun laut EU-Kommission ebenso wie bei Strafverfolgung und Angelegenheiten der nationalen Sicherheit „auf ein notwendiges und verhältnismäßiges Maß“ beschränkt. Außerdem wollen beide Seiten ein eigenes Gericht zur Datenschutzprüfung sowie unabhängige Rechtsbehelfsverfahren schaffen. Bei Verstößen



Bild: Matthias Röder / dpa

**Der Datenschutzaktivist Max Schrems hält es auch nach dem dritten Anlauf für unwahrscheinlich, dass der EuGH die USA als sicheres Drittland gemäß DSGVO anerkennt.**

### Kurz & knapp

Im Zuge der **Datenpanne**, bei der **rund 100.000 elektronische Arbeitsunfähigkeitsbescheinigungen an eine Arztpraxis** statt an die AOK Niedersachsen gingen (c't 17/2023, S. 14), sind laut Gematik offenbar keine Daten an Unbefugte geflossen.

Reddit-Nutzer können nicht mehr auf ihre Chathistorie vor 2023 zugreifen. Beim Umzug auf eine neue Infrastruktur **konnte Reddit ältere Nachrichten nicht mitnehmen**, hatte es allerdings versäumt, seine Nutzer vorzuwarnen.

**Twitter-Nutzer sollten ihre Einstellungen zum Nachrichtempfang prüfen** und anpassen: Der Dienst hat diese unangekündigt geändert, sodass nun standardmäßig auch „verifizierte Nutzer“ Direktnachrichten an Nicht-Follower senden dürfen.

gegen die neuen Garantien könne das Gericht zum Beispiel anordnen, dass ein Unternehmen personenbezogene Daten löschen muss.

Datenschutzaktivisten wie der Österreicher Max Schrems und seine Organisation Noyb kritisieren den Angemessenheitsbeschluss. Der Namensgeber des EuGH-Urteils erklärte, dass sich am Kern der US-Gesetzgebung wenig geändert habe und eine neue Klage zu erwarten sei. Auch EU-Datenschützer und der Innenausschuss des EU-Parlaments zeigten sich skeptisch, während Lobbyverbände wie der Bitkom den Beschluss begrüßten. (mon@ct.de)

## Cyberangriffe auf Gesundheits-IT

Die EU-Cybersicherheitsagentur ENISA hat ihren ersten Bericht zu **Bedrohungen im Gesundheitssektor** veröffentlicht. Demnach wachse dort die Gefahr von Cyberangriffen. Für den Bericht untersuchte die Agentur 215 Vorfälle in der EU sowie den Nachbarländern Norwegen, Schweiz und dem Vereinigten Königreich. Die Vorfälle waren zwischen Januar 2021 und März 2023 öffentlich gemeldet und medial bekannt geworden.

Der Großteil der Fälle (208) waren Cyberattacken, Hauptangriffsziel waren Krankenhäuser (89). Die Angreifer waren häufig (116) finanziell motivierte Cyberkriminelle. Diese drohen meist damit, die erbeuteten sensiblen Gesundheitsdaten zu veröffentlichen, und fordern Lösegeld. 54 Prozent der untersuchten Fälle hatten mit Ransomware zu tun. Auch die Zahl der DDoS-Angriffe wuchs, besonders viele gab es 2023.

Herausfordernd sei laut ENISA künftig der Umgang mit Schwachstellen in Medizinprodukten. Diese Mängel können Patientensicherheit und Datenschutz beeinträchtigen. Die Agentur empfiehlt konkrete „Cyber-Hygienepraktiken“ für die Gesundheitsbranche, etwa die Schulung des Personals, Notfallpläne und -übungen. (gref@ct.de)

**ENISA-Bericht:** [ct.de/ywv7](https://www.ct.de/ywv7)

## Sanfter Griff nach Rosenart

**Die einander überlappenden Blätter einer Rosenblüte, die sich weich öffnet und schließt, haben ein japanisches Forscherteam inspiriert, einen flexiblen und extrem sensiblen Greifkopf für Industrieroboter zu entwickeln.**

Der passenderweise mit dem Akronym „R.O.S.E.“ (Rotation-based Squeezing Gripper) benannte Greifer, den Forscher am Japan Advanced Institute of Science and Technology (JAIST) in Nomi entwickelt haben, kann empfindliche und zerbrechliche Objekte unterschiedlicher Größe fassen, ohne sie zu beschädigen. Zu diesem Zweck gibt es zwar bereits sanfte Roboterwerkzeuge auf anderer Basis, aber die sind weitaus komplizierter und auch teurer.

Das JAIST-Team hat seinen blütenartigen Greifer aus einer zähen Silikonkautschukhaut hergestellt. Wie auf einem Blumenstengel sitzt er auf einem runden, 3D-gedruckten Kunststoffstück, das motorisch gedreht wird. Wenn der zugehörige Roboterarm die „Blüte“ über ein Objekt stülpt und sie dreht, wickelt sie sich weich

darum herum und umfasst es auf diese Weise.

Das funktioniert mit sehr vielen Gegenständen ganz unterschiedlicher Form und Größe, auch mit mehreren gleichzeitig. Der Greifer hat in einer Demonstration beispielsweise ein rohes Ei aus einem Ölbad geholt. Um das Werkzeug zu verfeinern, hat das Team vier kleine Kameras

im Inneren der „Blüte“ angebracht, die darauf angebrachte Markierungen betrachten. Eine spezialisierte Software wertet die wahrgenommenen Bewegungen aus, um Größe und Form aufzunehmender Objekte zu erfassen und Greifvorgänge passend zu steuern. Als Einsatzgebiet sind zunächst landwirtschaftliche Ernte- und Sortiervorgänge im Blick. (psz@ct.de)

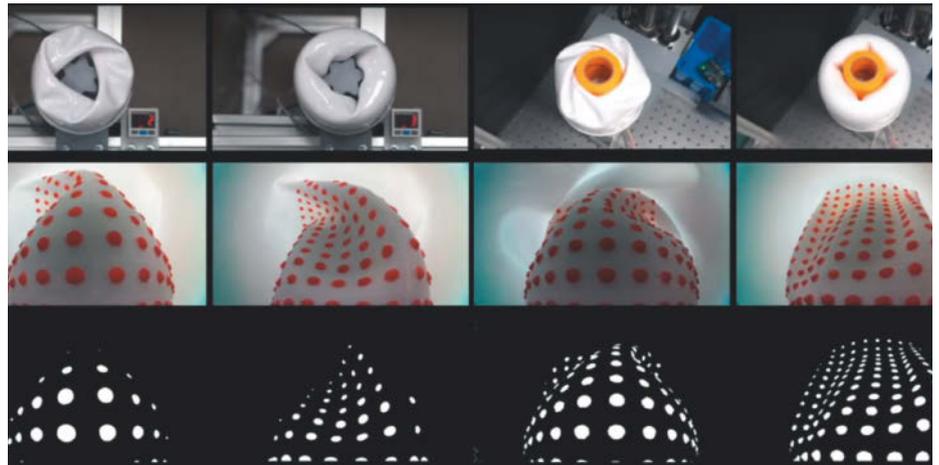


Bild: JAIST, HO Lab

**„R.O.S.E.“ arbeitet mit einer flexiblen Haut. Diese schließt sich durch Drehen wie eine Blüte um das zu fassende Objekt.**

## Anschmiegsame Elektroden für feine Nerven

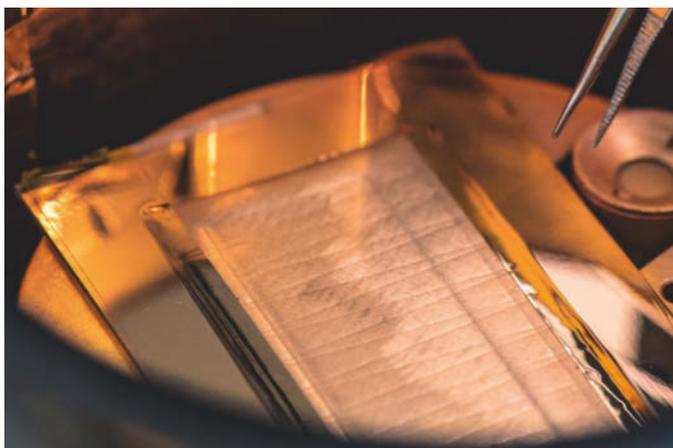
Um dünne Nervenfasern mittels elektrischer Impulse zu stimulieren, brauchen Mediziner haarfeine Elektroden mit optimalem Berührungskontakt. Für diesen Bereich der Grundlagenforschung hat ein Team aus Forschern der TU München und des in Sunnyvale (USA) ansässigen Unter-

nehmens NTT Research eine Fertigungstechnik für flexible, Titan-Gold-beschichtete Elektroden im 4D-Druck entwickelt.

Dabei bezeichnet „4D-Druck“ die Anfertigung von Objekten mit einem 3D-Drucker, die sich im Einsatz bei veränderten Umgebungseinflüssen selbstständig

wie erwünscht umformen. So schmiegen sich die selbsteinrollenden Elektroden beim Einsetzen in feuchtes Körpergewebe um Nervenfasern herum. Den Forschern gelang es damit, **Heuschreckenmuskeln gezielt zu stimulieren**. Die von der Elektrodeneinheit umschlossenen Nerven hatten einen Durchmesser von nur 100 Mikrometern; sie wurden bei dem Vorgang nicht beschädigt.

Die äußere Elektrodenseite besteht aus einem bioverträglichen Hydrogel. Dieses schwillt beim Kontakt mit Feuchtigkeit an. Die flexible, Titan-Gold-beschichtete Innenseite der Elektrode bleibt in ihrer Größe hingegen konstant. So entsteht ein ähnlicher Effekt wie bei Bimetallkontakten, an die man elektrische Spannung anlegt: Im feuchten Gewebe biegt und schließt sich die Elektrode ringförmig um die Nervenfasern. Außer zur Nervenstimulation lässt sich die selbsteinrollende Elektrode auch verwenden, um Nervensignale abzuleiten und zu messen. (psz@ct.de)



**Ein internationales Forscherteam hat selbsteinrollende Elektroden entwickelt, die Nervenfasern anregen können. Die leitfähige 3D-gedruckte Struktur erhält im Hochvakuum eine dünne Lage Gold.**

## Hitze- feste Drucktinte

Wer Metallbauteile etwa in Fertigungsprozessen der Automobilindustrie individuell verfolgen will, muss eine robuste Kennzeichnung aufbringen. Die Teile werden bei verschiedenen Arbeitsschritten erhitzt, sodass übliche Bedruckungen verschmieren oder verdampfen. Eine Forschergruppe um Thomas Härtling am Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme (IKTS) hat eine Drucktinte hergestellt, **die selbst Temperaturen über 1000 Grad Celsius verträgt**. Sie besteht aus hitzeresistenten Keramikpartikeln und einer Glaskomponente, die im Ofen ähnlich wie bei einer Emaillierung schmilzt. So verbindet sich der Aufdruck dauerhaft mit dem Untergrund.

Die Fraunhofer-Forscher haben ihre „Ceracode“-Tinte darauf zugeschnitten, hochstabile Kennzeichnungen mit dem in der Industrie üblichen Data-Matrix-Code aufzubringen, der per Scanner ausgelesen wird. Eine angekoppelte Datenbank enthält Angaben über die Herstellungsparameter eines Bauteils und nimmt auch zusätzliche Informationen auf. Für jeden Bearbeitungsschritt könnten etwa Daten zu Stromverbrauch und Stromquelle einfließen. Das liefert die Grundlage für eine teilebezogene Berechnung von Treibhausgasemissionen. Aktuell eignet sich die Technik nur für plane Oberflächen. Die Forscher arbeiten aber daran, auch gebogene oder anderweitig verformte Metallobjekte zu bedrucken. (psz@ct.de)

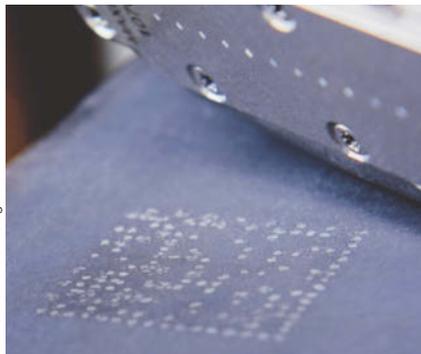


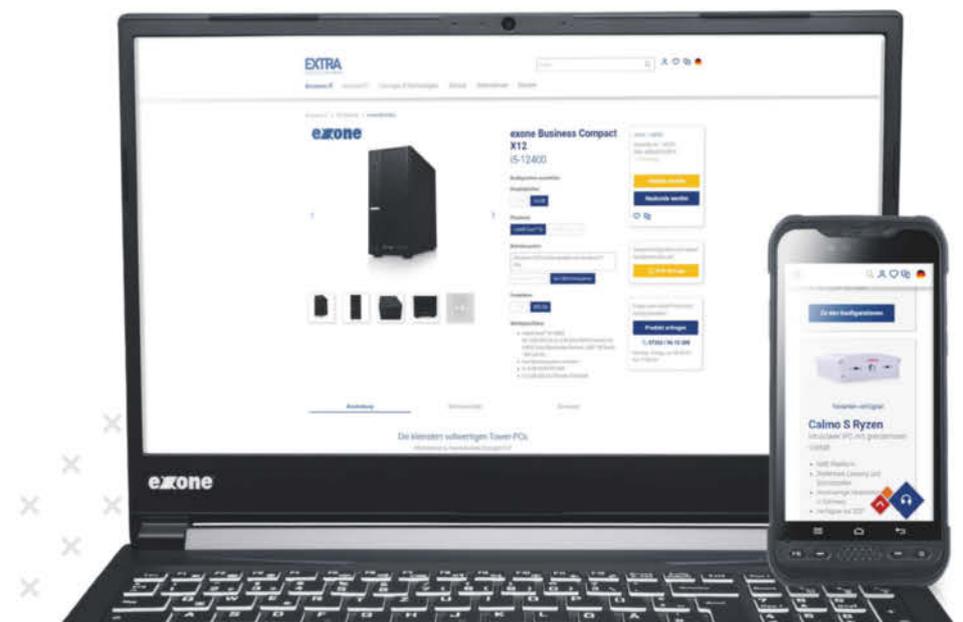
Bild: Senodis Technologies GmbH

Ein Industriedrucker bringt mit der hitzefesten Keramiktinte einen Data-Matrix-Code auf ein Warmumformblech auf.

# EXTRA

COMPUTER GMBH

## ERLEBE JETZT UNSERE NEUE WEBSITE



[extracomputer.de](https://extracomputer.de)



Unsere Eigenmarken:

**exzone**

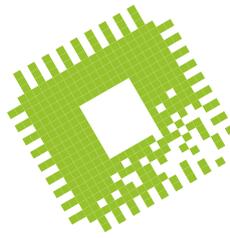
**calmo**

**Pokini**

EXTRA Computer GmbH

Brühlstraße 12 · 89537 Giengen-Sachsenhausen · [www.extracomputer.de](https://www.extracomputer.de)

# Bit-Rauschen



## EU-Chips-Act eingetütet, Intel streicht und Samsung will überholen

**Fördergelder können endlich fließen, Intel will sich gesund-schrumpfen und Samsung soll beim aktuellen „3-Nanometer“-Prozess den Chipprimus TSMC bei einer wichtigen Metrik überholt haben.**

Von Carsten Spille

Gute Nachrichten nicht nur für den geplanten Intel-Standort auf einem Feld bei Magdeburg: Die EU gibt endgültig grünes Licht für die Fördertöpfe auf dieser und anderen grünen Wiesen. Anglizierend könnte man sagen, „the EU has got its act together“, die EU kommt endlich aus dem Quark. Wobei das in diesem Falle gar nicht einmal so langsam vonstatten ging. Denn der Chips Act identifizierte die für viele erst während der Covid-Pandemie allzu offensichtlich gewordenen Abhängigkeiten und Schwächen globaler Lieferketten. Er soll den in der EU hergestellten Anteil an Chips bis 2030 von 10 auf 20 Prozent verdoppeln. Die oftmals in geradezu glazialer Geschwindigkeit arbeitende Europapolitik hat also einen nicht zu verachtenden Sprint hingelegt.

Nachdem sich Europarat und Parlament bereits am 11. April auf den Inhalt des EU Chips Act verständigt hatten, war die drei Monate später erfolgte Zustimmung des Parlaments reine Formsache. Damit werden EU-Fördergelder in Höhe von 3,3 Milliarden Euro bewilligt. Das klingt insgesamt wenig, aber wichtiger sind die ebenfalls erlaubten Förderungen in den EU-Staaten, die diese jedoch selbst finanzieren müssen. Das wiederum löste Streit wegen der inhärenten Benachteiligung kleinerer Staaten aus, wie Frank Bösenberg, Geschäftsführer des Vereins Silicon Saxony, auf Twitter erläuterte. Die EU hofft, so insgesamt über 40 Milliarden

Euro in Entwicklung und Ausbau der Chipfertigung stecken zu können.

### Intel-Austerität

Nach Consumer-Mainboards, Netzwerk-, Krypto-Mining- und Serversparte stellt Intel nun auch seine letzten bedeutenden Endkundenprodukte ein. Die NUCs, oder „Next Unit(s) of Computing“, hat es in der neuesten Sparrunde erwischt. Intel verweist die Fans der seit zehn Jahren verkauften Mini-PCs auf das etablierte Ökosystem der Partner (siehe S. 45), wird aber für die bereits verkauften Produkte den garantierten Support leisten. Als Teil der größeren Umbaustrategie kommt Intels Schritt nur mäßig überraschend, auch wenn gerade die NUCs sich einiger Beliebtheit erfreuten.

Um Intels kommende Chipgeneration Arrow Lake wird derweil die Gerüchteküche vorgewärmt. Der Nachfolger der für die zweite Jahreshälfte 2023 für Notebooks erwarteten Meteor-Lake-Generation soll 2024 auch als „S-Variante“ für den Desktop erscheinen. Im Vergleich zum Core i9-13900K, der auf eine Leistungsaufnahme von offiziell bis zu 253

Watt hochgeprügelt wurde, soll der Zuwachs in Benchmarks zwischen 3 und 21 Prozent ausfallen, weiß die Website igorslab.de zu berichten. Man stützt sich dabei auf durchgestochene Folien aus der Industrie, die die Prozessoren bei gleicher Kernkonfiguration und annähernd gleichem Power-Limit (253 zu 250 Watt) betrachten. Inwieweit dabei aber die Architektur über die Instructions per clock (IPC) eine Rolle spielt, lässt sich so kaum sagen – auch größere Caches oder schnellerer Speicher können für Mehrleistung in Benchmarks sorgen.

### 3 nm: Samsung vor TSMC?

Nach Jahren der Vollausslastung herrscht unter den Chipherstellern wieder ein Hauen und Stechen um Kundschaft. Koreanische Analysten von Hi Investment & Securities wollen nun Zahlen gefunden haben, in denen die Qualität von Samsung Semiconductors 3-Nanometer-Produktion etwas besser abschneidet als die des taiwanischen Marktführers TSMC. Der sogenannte Yield, also die Fläche ohne Defekte, liege derzeit bei 60 Prozent anstelle von 55 Prozent bei TSMC. Das ist für die topmoderne Fertigung schon gut, aber deutlich unter den 75 (Samsung) bis 80 Prozent (TSMC) der etablierten 4-Nanometer-Prozesse. Die Prozessnamen sind zwar Schall und Rauch, erlauben aber den Vergleich zwischen einzelnen Prozessgenerationen, deren weitere wichtige Parameter die mögliche Transistordichte und die Transistorperformance pro Watt umfassen – Yield ist eben nicht alles.

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



**Mit dem Chips Act soll die Fertigung innerhalb der EU gefördert werden, um so die Abhängigkeit von vulnerablen Lieferketten zu verringern.**

# Jetzt gibt's eine aufs Dach!



**Heft + PDF mit 26 % Rabatt**

In diesem c't-Sonderheft fassen wir für Sie zusammen, was Sie für den Einstieg und die Planung von kleinen Photovoltaik-Anlagen wissen müssen. Es zeigt vor allem wie einfach es ist, beispielsweise ein 600 Watt Balkonkraftwerk in Betrieb zu nehmen. Darauf können Sie sich freuen:

- ▶ So kann jeder Stromkosten senken
- ▶ Das eigene Balkonkraftwerk
- ▶ Ertrag und Verbrauch im Blick
- ▶ Photovoltaik für alle
- ▶ Mikrowechselrichter kaufen und einsetzen
- ▶ Auch als Angebots-Paket Heft + PDF + Buch "Photovoltaik - Grundlagen, Planung, Betrieb" erhältlich!

**Heft für 19,90 € • PDF für 16,90 € • Bundle Heft + PDF 26,90 €**



**[shop.heise.de/ct-solarstromguide23](https://shop.heise.de/ct-solarstromguide23)**

## Sabrent zeigt PCIe-5.0-SSD mit 14 GByte/s

**10 GByte/s sind das Standardmaß für PCIe-5.0-SSDs. Sabrents erste 5.0-er SSD soll nun 14 GByte/s erreichen.**

Der amerikanische SSD-Hersteller Sabrent hat seine Rocket X5 Gen 5 SSD zwar noch nicht offiziell vorgestellt, protzt aber schon einmal mit besonders hoher Geschwindigkeit: Die SSD soll beim Lesen mehr als 14 GByte/s erreichen, beim Schreiben rund 12,3 GByte/s. Dabei ist die SSD nach Herstellerangaben noch nicht einmal fertig entwickelt, derzeit arbeitet man zusammen mit dem Controller-Hersteller Phison an weiteren Verbesserungen.

Auch bei Zugriffen auf zufällige Adressen nennt Sabrent sehr hohe Werte: Mehr als 1,6 Millionen IOPS lesend, beim Schreiben sind es knapp 1,8 Millionen IOPS, beides neue Bestwerte für eine M.2-SSD mit PCIe 5.0. Wie üblich gelten die Angaben für das SSD-Modell mit 2 TByte Kapazität, das ebenfalls in Entwicklung befindliche 1-TByte-Modell ist langsamer.

Dabei unterscheidet sich die Rocket X5 gar nicht stark von anderen SSDs mit



Bild: Sabrent

**Eine aktive Kühlung mit einem Mini-Lüfter soll Sabrents PCIe-5.0-SSD Rocket X5 vor Überhitzung bewahren.**

PCIe 5.0: Sie nutzt den Phison-Controller E26, einen DRAM-Cache sowie 232-Lagen-Flash-Speicher von Micron. Beim Speicher liegt wahrscheinlich der Unterschied: 5.0er-SSDs mit einer Höchstgeschwindigkeit von rund 10 GByte/s nutzen Flash-Speicher mit einer Schnittstellengeschwindigkeit von 1600 MT/s. Die aktuell mit mehr als 12 GByte/s schnellste SSD Crucial T700 nutzt solchen mit 2000 MT/s; der von Sabrent verwendete Speicher muss demnach bereits die Maximal-

geschwindigkeit des E26-Controllers von 2400 MT/s nutzen.

Sabrent arbeitet aktuell auch noch am passenden Kühlkörper für die Rocket X5. Im gezeigten Vorserienexemplar sitzt ein kleiner, wahrscheinlich schnell drehender Lüfter. Bislang war die nur 10 GByte/s schnelle Inland TD510 die einzige 5.0er-SSD mit aktiver Kühlung; sie war in Deutschland jedoch nie erhältlich. Einen Termin sowie Preise für die Rocket X5 hat Sabrent noch nicht mitgeteilt. (ll@ct.de)

## Festplattenmarkt sackt immer weiter ab

Zwischen **30,8 und 32,2 Millionen Festplatten** haben die drei Hersteller Seagate, Toshiba und Western Digital im zweiten Quartal 2023 nach einer Analyse des Marktforschungsinstituts Trendfocus ausgeliefert, rund 20 Prozent weniger als im Vergleichszeitraum 2022.

Marktführer ist weiterhin Seagate mit einem Marktanteil von 44,5 Prozent, gefolgt

von Western Digital mit 38 Prozent. Den Marktanteil des kleinsten Herstellers Toshiba beziffern die Analysten auf 17,5 Prozent.

2,5-Zoll-Festplatten für Notebooks und schnell drehende Serverlaufwerke in gleicher Bauform werden mittlerweile zunehmend von SSDs abgelöst. Dennoch soll die Anzahl der verkauften Laufwerke im vergangenen Quartal bei 9 Millionen ge-

legen haben; diese könnten vor allem in Mini-PCs wie dem Intel NUC zum Einsatz kommen. Die Menge der Server-Laufwerke lag den Angaben zufolge bei nur noch 9,5 Millionen, ein Rückgang von sogar 45 Prozent zum Vorjahresvergleich. Die Analysten erwarten in den kommenden Monaten jedoch eine Wiederbelebung dieses Markts. (ll@ct.de)

## Ausfallwarnungen vom Synology-NAS

Einzelne Nutzer eines mit WD-Festplatten bestückten Netzwerkspeichers von Synology erhalten eine Warnung, dass eine **Festplatte nun eine hohe Anzahl von Stunden laufe** und man erwägen solle, sie auszutauschen. Grund dafür ist jedoch nicht etwa ein bevorstehender Defekt, sondern ein einfacher Zähler: Die in einigen der Festplatten eingebaute Diagnosesoftware WDDA (Western Digital Device Analytics)

zählt die Betriebsstunden hoch und aktiviert die Warnung beim Erreichen von 26.280 Stunden (3 Jahre × 365 Tage × 24 Stunden).

Der Austausch der Platten ist in den meisten Fällen nicht notwendig, ein Blick auf die Gesundheitsdaten der Platte jedoch sinnvoll. Einschränkungen im Betrieb gibt es lediglich bei Reparatur oder Erweiterung eines Speicherpools: Die

Synology-Firmware lässt die Nutzung dieser angeblich defekten Laufwerke dabei nicht zu. Das Abschalten der WDDA-Software im Storage-Manager hilft in solchen Fällen, der Disk Station Manager nutzt dann die üblichen Smart-Funktionen der Platte zur Überwachung. In aktuellen Versionen des Synology Disk Station Managers ist die WD-Software bereits deaktiviert. (ll@ct.de)

## Intel beerdigt die NUC-Mini-PCs

**Überraschend stampft Intel seine kompakten PC-Barebones ein. Potenzielle Käufer müssen sich künftig bei taiwanischen PC-Herstellern umschauen.**

Seit rund zehn Jahren bietet Intel kompakte Rechner unter der Bezeichnung Next Unit of Computing (NUC) an. Nun zieht der Chiphersteller überraschend einen Schlussstrich. Stattdessen übernimmt Asus die Fertigung, den Verkauf und den Support der aktuellen Modelle mit 10. bis 13. Core-i-Generation. Zudem darf der taiwanische Hersteller auch neue NUCs entwickeln.

Ursache dafür ist wohl die schwierige wirtschaftliche Situation, in der sich der Chiphersteller derzeit befindet. Die Flaute im PC-Markt zwingt ihn zu einem Sparkurs. Bereits im April hat Intel die Fertigung eigener Server an den taiwanischen Hersteller MITAC veräußert. Zudem gab es Entlassungen und Gehaltskürzungen.

2013 verabschiedete sich Intel aus dem Verkauf von klassischen Mainboards im ATX- und Micro-ATX-Format. Stattdessen sah der Hersteller damals die Zukunft in Mini-PCs mit Mainboards im sogenannten Ultra-Compact Form Factor (UCFF) mit 4 Zoll Kantenlänge (10,2 Zentimeter), auf die ein Mobilprozessor aufgelötet ist. Solch kompakte Rechner gab es von anderen Herstellern schon zuvor, die NUCs machten diese Geräteklasse aber erst der breiten Masse bekannt.

Für die ersten NUCs hagelte es in c't 3/2013 aber noch Kritik: „Ein dermaßen

vermurkstes Testgerät wie das DC3217BY haben wir von Intel zumindest in den letzten 10 Jahren nicht erhalten und auch das nachgekaufte DC3217IYE lief kaum besser.“ Die nachfolgenden Varianten schnitten in c't deutlich besser ab. Denn die kleinen Barebones ließen sich mit RAM und SSD flexibel bestücken, arbeiteten recht leise und vor allem sehr energiesparsam. In den letzten Jahren versuchte sich Intel an Gaming-Varianten der NUCs, die aber viel größer und vor allem teuer waren.

Intel hat bis zum Vorjahr rund 10 Millionen NUCs verkauft, also im Schnitt eine Million pro Jahr. Zum Vergleich: 2022 gingen weltweit 286 Millionen Notebooks und Desktop-PCs über die Ladentheken. Mini-PCs in NUC-Größe wird es weiterhin geben, nur eben nicht mehr von Intel, sondern von Herstellern wie Asrock, Asus, ECS, Gigabyte, MSI und Zotac.

([chh@ct.de](mailto:chh@ct.de))



**Der ersten Generation der NUCs von 2013 fehlte zum Teil Ethernet, stattdessen setzte Intel schon damals auf Thunderbolt.**

## PC-Markt erreicht Talsohle

Die Marktforscher von Gartner und IDC sehen Licht am Horizont. Zwar sank die Zahl der verkauften Notebooks und Desktop-PCs auch im zweiten Quartal 2023 je nach Zählweise um 17 beziehungsweise 13 Prozent auf 60 beziehungsweise 62 Millionen Rechner. Im Vergleich zu den Prognosen vom Jahresanfang fällt der Rückgang aber weniger stark aus als befürchtet. Insbesondere **Apple und HP stemmen sich gegen den Abwärtstrend** und konnten genauso viele Notebooks und Desktop-PCs wie im Vorjahreszeitraum an den Mann oder die Frau bringen. Mit 23 Prozent Marktanteil liegt weiterhin Lenovo

auf Platz Eins, gefolgt von HP, Dell, Apple und Acer.

Die Gartner-Analysten erwarten, dass die hohen Lagerbestände bis Jahresende abgebaut sind und im nächsten Jahr die Nachfrage wieder steigt. Laut Trendforce sollen in den kommenden Monaten die Wafer-Preise für Flash-Speicher, der in SSDs, Smartphones und USB-Sticks zum Einsatz kommt, leicht zulegen. IDC zufolge herrscht durch Inflation, den Stellenabbau im Silicon Valley und die derzeit boomenden, generativen KI-Anwendungen aber zugleich eine große Unsicherheit bei Firmenkunden.

([chh@ct.de](mailto:chh@ct.de))

## Kurz & knapp

Der Speicherhersteller Crucial bietet im eigenen Onlineshop die ersten **Notebook-Speichermodule mit „krummer“ Kapazität von 48 GByte** an. Das SO-DIMM CT48G56C46S5 mit DDR5-5600-RAM kostet 157 Euro. Zudem gibt es für 76 Euro das 24-GByte-Modul CT24G56C46S5.

Das Standardisierungsgremium PCI-SIG erarbeitet gerade die **neue Spezifikation für 12V-High-Power-Stecker** für Grafikkarten. Ziel soll es sein, die Verbindung fehlerresistenter und insgesamt robuster zu machen, nachdem es einige Fälle gab, in denen nicht korrekt geschlossene Verbindungen in verschmortem Kunststoff und defekten Grafikkarten endeten. Aus dem 12VHPWR-Anschluss wird in Version 5.1 der elektromechanischen Anschlusspezifikation dann „12V-2x6“.

Es gibt **aktualisierte Grafikkartentreiber von AMD und Intel**, mit denen sich in der neuesten LTS-Version des 3D-Renderprogrammes Blender jetzt auch die Raytracing-Einheiten zeitsparend einsetzen lassen. Im Gooseberry-Benchmark maßen wir im Test mit einer Radeon-Karte bis zu 40 Prozent kürzere Renderzeiten.

In die **mobilen Workstations** ThinkPad P16v sowie ThinkPad P14s Gen 4 und P16s Gen 2 lötet Lenovo AMD-Prozessoren vom Typ Ryzen Pro 7040 ein. Die Grafikausgabe übernimmt im ThinkPad P16v optional eine Profigrafikkarte Nvidia RTX 2000 Ada. Die Geräte mit Unterstützung für Windows 11 und Linux sollen im September 2023 in den Handel kommen.

Für viele GeForce- und Quadro-Grafikkarten stellt Nvidia einen Firmware-Update bereit, der **Probleme mit Display-Port-Monitoren** beheben soll. So bleibt beim Start der Monitor dunkel oder das System bootet nicht.

**Firmware-Update:** [ct.de/yt5y](https://www.ct.de/yt5y)

# RelaisGate

## Balkonkraftwerke: Mikrowechselrichtern von Deye fehlt wichtiges Bauteil

**Der Wechselrichter-Hersteller Deye hat bei mehreren Modellen das für den NA-Schutz essenzielle Relais weggelassen. Damit ist der Betrieb der Geräte unzulässig. Und Fachleute bezweifeln, dass Deye das Problem mit einem externen Relais nachträglich lösen kann.**

Von Andrijan Möcker

Mindestens einen galvanisch trennenden Kuppelschalter schreibt die für Photovoltaikanlagen aktuelle Norm VDE-AR-N 4105:2018 vor. Sie gilt für Wechselrichter unabhängig ihrer Ausgangsleistung und ist Teil des sogenannten Netz- und Anlagenschutzes (NA-Schutz). Dieser ist Pflicht und sorgt dafür, dass die Geräte sofort abschalten, wenn vorgesehene Spannungs- und Frequenzbereiche über- oder unterschritten werden. Das schützt sowohl das Netz und die Geräte als auch Elektriker bei der Arbeit an abgeschalteten Installationen und Betreiber von Balkonkraftwerken mit Schutzkontaktstecker.

Typischerweise nutzen Hersteller ein einfaches Leistungsrelais auf Netzseite in Kombination mit dem softwaregesteuerten Abschalten der Transistorschaltung – das sorgt für redundanten Schutz, auch „Einfehlersicherheit“ genannt.

Anfang Juli kam an die Öffentlichkeit, dass der chinesische Hersteller Deye die Anforderungen an den NA-Schutz nicht sonderlich ernst genommen hat: Dem YouTuber Jens-Peter Eufinger vom Kanal „Volt-AmpereLux“ war aufgefallen, dass sein Deye SUN600G3 beim Einschalten nicht das charakteristische Relaisklicken von sich gibt; er öffnete das Gerät, schälte die Platine aus der Vergussmasse und stellte fest, dass genau dieses Bauteil fehlt. Eufinger hielt Rücksprache mit weiteren YouTubern, die

ihre Geräte öffneten und auch in neueren Deye-Modellen kein Relais fanden. Laut den Prüfzertifikaten von Intertek und TÜV Rheinland sollte in allen ein 16-Ampere-Relais vom Typ Hongfa HF115 stecken.

### Deye wiegelt ab

Wieso Deye das Relais weggelassen hat und wie viele Serien betroffen sind, war in den ersten Tagen unklar. In direkter Nachbarschaft zur vorgesehenen Lötstelle befindet sich eine Spule und Eufinger vermutete, dass Deye diese zur Einhaltung europäischer Normen für elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) eingebaut hat und diese ohne die Spule nicht erfüllt würden.

Am 11. Juli äußerte sich Deye und wiegelt ab: Das Problem bestehe lediglich bei in Österreich und Deutschland verkauften Geräten; man habe wahrscheinlich versehentlich für andere Länder bestimmte Chargen geliefert und stehe nun mit der Bundesnetzagentur in Kontakt, „um alle regulatorischen Anforderungen zu erfüllen und eventuelle Missverständnisse aus dem Weg zu räumen“ sowie die „Situation“ schnell zu klären. Noch vier Tage zuvor wusste die Bundesnetzagentur

allerdings nichts von dem Problem und sagte gegenüber c't, dass Geräte, deren Kuppelschalter defekt seien, nicht in Betrieb genommen werden dürfen.

Am 12. Juli, einen Tag später, zog Deye dann ein externes Relais als Lösung aus dem Ärmel – kostenlos anzufordern über ein Google-Formular. Die von uns daraufhin befragte Bundesnetzagentur sieht das allerdings kritisch, denn nur durch eine neue Zertifizierung mit Relais könne Deye wieder Konformität erreichen.

Der von c't ebenso befragte Verband der Elektrotechnik (VDE) äußerte sich am 18. Juli zu Deyes Vorschlag und sieht das Problem damit nicht als gelöst an: „Ist der NA-Schutz im Wechselrichter integriert, muss auch der Kuppelschalter im Wechselrichter integriert sein.“ Ein externer NA-Schutz müsse vollwertig sein.

### Händler will Anzeige erstatten

Wie es mit den betroffenen Modellen weitergeht, ist derzeit nicht klar. Bislang hat noch kein Netzbetreiber den Betrieb von Deye-Wechselrichtern in seinem Netzgebiet untersagt, obwohl diese das laut BNetzA tun könnten. Holger Laudeley, der Erfinder des Begriffs „Balkonkraftwerk“ und selbst Verkäufer der Sets aus Solarmodulen und Mikrowechselrichter, hat unterdessen in einem Video angekündigt, eine Strafanzeige wegen Wirtschaftsbetrug zu stellen. Das Relais fehle in allen Mikrowechselrichtern des Herstellers. Kurz vor Redaktionsschluss meldete der Hersteller Anker, dass auch seinen Wechselrichtern vom Typ MI60 ein Relais fehlt und kündigte ein Austauschprogramm an. (amo@ct.de) **ct**

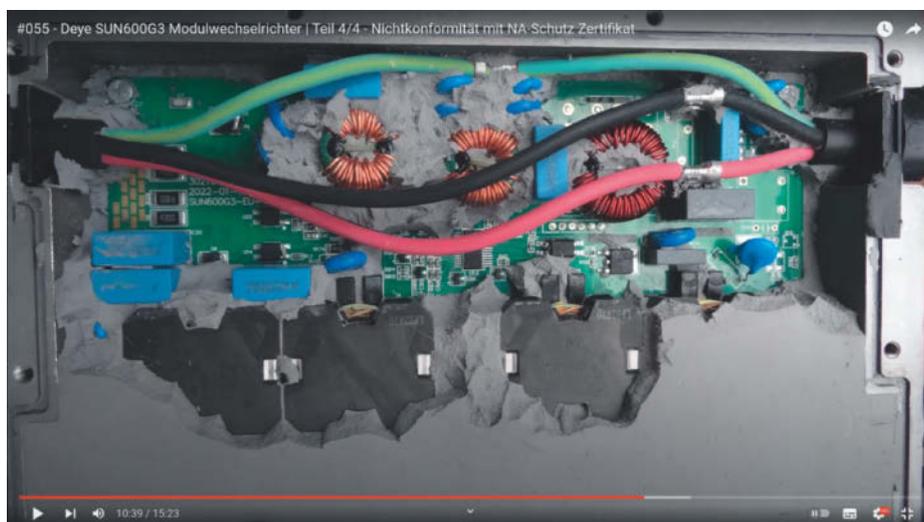


Bild: Dr. Jens-Peter Eufinger / VoltAmpereLux / YouTube

**Der YouTuber Dr. Jens Eufinger hat die Vergussmasse bei seinem Deye-Wechselrichter entfernt und entdeckt, dass das Relais fehlt. Das ist jedoch Pflicht.**

## Google Bard: Leiharbeiter beschweren sich

**Auch in Googles Chatbot Bard steckt viel menschliche Vorarbeit: Laut einem Medienbericht haben schlecht bezahlte Leiharbeiter das Trainingsmaterial gefiltert und die KI trainiert.**

Seit Mitte Juli ist Googles Chatbot Bard auch in Deutschland kostenlos unter [bard.google.com](https://bard.google.com) erreichbar. Bei ersten Tests fiel er allerdings durch viele falsche Antworten negativ auf. So erklärte er beispielsweise, dass das Onlinemagazin Golem zum Heise-Verlag gehöre und wo man einen von c't erfundenen Fisch, die Homminger Gepardenforelle, tatsächlich fangen könne.

Google nennt die Startphase ein „Experiment“, bei dem die Nutzer die Antworten von Bard bewerten können. Durch das Chatten mit Bard trainieren die Nutzer also das zugrundeliegende Sprachmodell, ohne dafür bezahlt zu werden. Die Nutzer müssen mindestens 18 Jahre alt sein und dürfen laut Nutzungsbedingungen keine sensiblen oder personenbezogenen Daten mit Bard teilen. Die Diskussionen mit Bard bleiben mindestens 72 Stunden lang gespeichert und können von Mitarbeitern von Google oder dessen Subunternehmer ausgewertet werden.

Gegenüber der Nachrichtenagentur Bloomberg äußerten sich nun Leiharbeiter aus den USA, die über die Dienstleister Appen und Accenture an Google vermietet wurden. Sie klagen über niedrige Stundenlöhne von 14 US-Dollar, schlechte Einweisungen in die Aufgaben und hohen Zeitdruck. Zunächst sollten sie zusammen mit Kollegen von Leiharbeitsfirmen aus Manila Trainingsmaterial von gewalttätigen und pornografischen Internetinhalten säubern. Wegen des hohen Pensums und

den zum Teil verstörenden Inhalten litten viele von ihnen unter psychischen Problemen. Ein Großteil der Beschäftigten könne zur psychologischen Beratung lediglich eine Telefonhotline anrufen. Ähnliches berichteten zuvor Leiharbeiter der Agentur Sama, die in Kenia für OpenAI an ChatGPT zu einem Stundenlohn von zwei US-Dollar gearbeitet hatten.

Seit Jahresbeginn sollten die Arbeiter von Appen laut dem Bloomberg-Bericht Antworten von Bard bewerten und Falschaussagen aussortieren. Pro Antwort hatten sie demnach nur drei Minuten Zeit und konnten allenfalls grobe Fehler aussortieren, selbst wenn es sich um risikoreiche Themen wie die Dosierung von Medikamenten handelte. Eine genauere Überprüfung der Fakten sei weder möglich noch gewollt gewesen. Vor allem hätten sie den Tonfall der KI-Antworten verbessern sollen.

Zusätzlich sollten Leiharbeiter von Accenture kreative Antworten für Bard formulieren. Unter dem Material, das für Bard verwendet wurde, entdeckten sie dem Bericht zufolge auch typische Formulierungen, die ChatGPT häufig verwendet, zum Beispiel, dass sein Wissen im September 2021 endet. Dies lässt vermuten, dass von ChatGPT generierte Texte in das Trainingsmaterial von Bard einfließen.

Google bestreitet dies, hält aber Bards Trainingsmaterial geheim. Gegenüber Bloomberg erklärte der Konzern, dass er keine Verantwortung für die Arbeitsbedingungen und die Bezahlung trage. Dies sei Sache der Leiharbeitsfirmen, die die Arbeiter beschäftigen. *(hag@ct.de)*

**Drei Minuten reichen nicht zur Faktenprüfung: Googles Konzept, Falschaussagen seines Chatbots Bard auszusortieren, ging bislang nicht auf.**



Bild: Arne Diederich/dpa

# Spart bei Strom & Platzbedarf - nicht bei der Leistung!

## NEUE EDITION: Low Energy Server v4



# THOMAS KRENN®

Jetzt LES entdecken:  
[thomas-krenn.com/v4](https://thomas-krenn.com/v4)

+49 (0) 8551.9150-300

# Digitales Leuchtfeuer

## Das Veranstaltungszentrum MSG Sphere in Las Vegas

**Auf der kugelrunden Hülle des 2,3 Milliarden US-Dollar teuren MSG Sphere in Las Vegas projizieren 57,6 Millionen Leuchtdioden beeindruckende Videoanimationen in den Wüstenhimmel. Innen gibt es Veranstaltungstechnik vom Feinsten.**

Von Ulrike Kuhlmann

Das neue Veranstaltungszentrum MSG Sphere dürfte die Skyline von Las Vegas künftig dominieren. Das 111 Meter hohe und 157 Meter breite kugelförmige Gebäude ist mit 1,2 Millionen einzeln ansteuerbaren LED-Elementen bestückt. Zum US-amerikanischen Unabhängigkeitstag am 4. Juli wurde die Leuchtkuppel erstmals offiziell in Betrieb genommen und beeindruckte mit ihren Videoanimationen das Internet (siehe ct.de/ycrg).

Im Innern der Sphäre gewährt ein zwei Fußballfelder großes LED-Display den Besuchern auch auf den hinteren Sitzplätzen den Blick auf die Bühne. Die LED-Leinwand ist etwa 195 Meter breit und 76 Meter hoch, schmiegt sich hinter der Bühne an die innere Hülle der Kuppel und löst Bilder mit 16K auf.

Die Madison Square Garden Company (MSG) belässt es nicht bei visuellen Effekten, sondern bespielt 10.000 Sitz-

plätze zusätzlich mit sensorischen Signalen in Form von Wind, Geruch und Wärme und installierte in der Innenkuppel 156.000 Lautsprecher für Rundum-Audio. Der Zuschauerraum ähnelt im Aufbau einem klassischen Amphitheater, in dem die Bühne etwa ein Drittel des Innenraums einnimmt. Es gibt insgesamt 18.600 Sitzplätze beziehungsweise 20.000 Stehplätze für Konzerte und Sportveranstaltungen. Am 29. September wird der Innenraum mit einem Konzert der irischen Rockband U2 eingeweiht.

### Hülle über Hülle

Für den Bau der Sphäre holte MSG im Februar 2020 einen speziellen Kran aus Belgien nach Las Vegas, der schwere Lasten in 180 Metern Höhe heben kann. Ein zweiter Kran musste das Monstrum aufbauen. Viele Strukturen der Konstruktion wurden laut MSG zunächst in VR erstellt und getestet, um die Stabilität und technische Machbarkeit vor dem Bau sicherzustellen.

Die Anlage besteht aus zwei Schalen: Zuerst wurde die innere Kuppel errichtet, in der sich die Arena mit der Bühne befindet. Sie besteht aus einem 3000 Tonnen schweren Stahlskelett mit einem 25 Zentimeter dicken Betonüberzug, der wiederum 10.000 Tonnen wiegt. Während des Innenausbaus wurde außen ein weiteres Stahlgerüst ininigem Abstand über die Kuppel gesetzt, das die LEDs trägt.

Für die LED-Displays zeichnet neben den eigens gegründeten Sphere Studios

die kanadische Firma Saco Technologies verantwortlich, Videoinhalte produziert die Firma 7th Sense.

### Viele LEDs, wenig dpi

Jeder Bildpunkt auf der leuchtenden Außenkugel besteht aus 48 LEDs, die gemeinsam angesteuert werden, damit auch im Sonnenlicht etwas zu sehen ist. Vermutlich wurden diese 48 LEDs vergossen, um einen mechanisch und elektrisch stabilen, bezahlbaren Puck zu erzeugen. Der Name kommt daher, weil die Elemente ungefähr so groß sind wie ein Eishockey-Puck.

Die Pucks sitzen in einem Abstand von 21 Zentimeter zueinander auf den Streben der Kuppel, was einer Pixeldichte von 0,12 dpi entspricht. Zum Vergleich: Ein aktueller 27-Zoll-Monitor mit WQHD-Auflösung hat 109 dpi, also fast das Tausendfache. Allerdings betrachtet man Monitore aus etwa 60 Zentimetern Abstand, während man die Leuchtkuppel meist aus einigen hundert Metern Entfernung bestaunen wird. Das relativiert die geringe Auflösung.

Wir sprachen mit Steffen Hergert über die Dimensionierung von LED-Wänden und die Herausforderungen, die diese sehr spezielle LED-Kuppel mit sich bringt. Hergert ist Vorstandsmitglied des Deutschen Flachdisplay Forums (DF) und entwickelt in seiner Firma xCave Technology LED-Displays für Multiview-Anwendungen. Bei diesen 3D-Leinwänden handelt es sich um eine platzsparende Weiterentwicklung von begehbaren 3D-CAVES.

Profis wie Hergert nutzen für die erste Abschätzung von LED-Leinwänden eine Faustformel für den minimalen Betrachtungsabstand: Multipliziert man den Pixelpitch mit dem Faktor 1000, ergibt sich ein ordentliches Bild, beim Faktor 2000 bereits ein schönes (Pixelpitch in mm  $\times$  Faktor = Abstand in m). Ab dem Faktor 3000 kann das Auge aus dem jeweiligen Betrachtungsabstand die einzelnen Pixel nicht mehr erkennen. Bei der Sphere beträgt der Pixelpitch 200 Millimeter, aus 600 Metern Distanz wird man dessen Pixelstruktur also nicht mehr wahrnehmen.

Die Umrechnung der Inhalte auf die gekrümmte Kuppeloberfläche übernimmt



Die kugelförmige Kuppel der Sphere ist mit zig Millionen LEDs bestückt.

eine Software. So berechnet man beispielsweise mit Unity ein 3D-Modell und mappt dies auf die LED-Leinwand auf der Kuppel. Solche Tools nebst der passenden Ansteuerungssoftware für kugelförmige Leuchtobjekte gibt es seit 15 Jahren. Die benötigte Rechenleistung wird angesichts der vergleichsweise niedrigen Auflösung eher gering sein, meint Hergert. Die 1,2 Millionen Bildpunkte (Pucks) auf der Kuppel entsprechen grob einem Display mit  $1280 \times 960$  Pixeln, nur eben in riesig.

### Fehlertolerante Inhalte

Außerdem sind die auf der Kugel abgebildeten Inhalte längst nicht so anspruchsvoll wie die auf einem herkömmlichen Display. Man vermeidet etwa feine Schriften und nutzt vor allem bekannte Symbole und Farben oder besonders ausdrucksstarke Inhalte wie ein Feuerwerk.

Die Anpassung des auf der Kuppel abgebildeten Content hat weitere Vorteile, erklärt Hergert. In solchen Bildern fällt es weniger auf, wenn einzelne Pixel oder auch kleine Leuchtflächen ausfallen. In der Wartungsfreundlichkeit sieht er einen wichtigen Punkt der Gesamtkonstruktion.

LEDs werden normalerweise gemulti-plex, also mit einem gepulsten Strom in einer X-Y-Matrix angetrieben. Doch weil die Leuchtkugel auch im hellen Sonnenlicht zu sehen sein soll, werden die Spheredioden wahrscheinlich direkt angesteuert, vermutet der Spezialist. Um die Lebensdauer der Dioden dennoch über die üblichen 30.000 Stunden zu hieven, wird man sie auch tagsüber nicht an ihre Grenzen treiben, sondern beispielsweise nur 50 Prozent der maximal möglichen Leuchtdichte abfordern. Nachts werde die Sphere-Kugel ohnehin gedimmt, andernfalls würde sie überstrahlen, prognostiziert Hergert. Hinzu kommt die drohende Lichtverschmutzung und mögliche Blendungen von Passanten.

Bei den 48 LEDs in jedem Puck handelt es sich um relativ große rote, grüne und blaue Dioden. Mehrere LED-Treiber versorgen jeweils 16 Farb-LEDs im Puck mit einem 16-Bit-Steuersignal, um Mischfarben zu erzeugen. Anders als LCDs besitzen LEDs eine lineare Gammakurve, weshalb man für akzeptable Farbverläufe mehr Helligkeitsstufen benötigt. Geht man beispielsweise von 5000 Candela pro Quadratmeter ( $\text{cd}/\text{m}^2$ ) maximaler Leuchtdichte aus und teilt diese in 256 Stufen (8 Bit), ergeben sich in einem gleichmäßigen Farbverlauf Helligkeitssprünge von knapp

$20 \text{ cd}/\text{m}^2$  ( $5000 \text{ cd}/\text{m}^2 / 256$ ). Solche großen Helligkeitssprünge würde man besonders in den unteren Farbstufen sehr deutlich wahrnehmen. Mit 14 Bit lassen sich 16.384 Stufen mit je  $0,3 \text{ cd}/\text{m}^2$  erzeugen, was für eine ordentliche Darstellung auf der Kuppel ausreichen sollte. Mit 16 Bit sind es nur noch  $0,076 \text{ cd}/\text{m}^2$  pro Stufe.

### Serielles Bussystem

Die Treiber werden an ein serielles Bussystem angeschlossen, wobei jeder Puck als Empfänger und Sender arbeitet: Er nimmt das Telegramm für die Gruppe entgegen, liest die Daten für seine 48 LEDs aus und reicht das Paket an die folgenden Pucks weiter. Fällt einer aus, hat das im besseren Fall keine Konsequenzen für die anderen Pucks am Bus. Im Fall der Sphere scheinen die Pucks in jedem Strang weiß zu leuchten, wenn sie kein Steuersignal mehr erhalten.

Die Stränge werden normalerweise von einem FPGA-Board verwaltet. Die in der LED-Videotechnik üblichen Receiver-Boards können laut Hergert bis zu 64 serielle Stränge unabhängig voneinander steuern. Jedes FPGA-Board wird per Ethernetkabel respektive Lichtwellenleiter mit einem Sending-Board im Videoserver verbunden. Das kann bis zu 650.000 Bildpunkte ansteuern, bei 64 Strängen wären dies 10.156 Pucks pro Strang. Für die gesamte Kuppel mit ihren 1,2 Millionen Bildpunkten respektive Pucks bräuchte man also nur zwei Sending-Boards. Auch um die Ausfallwahrscheinlichkeit zu verringern wird MSG deutlich mehr Receiver-Karten spendieren, glaubt Hergert. Erste Fotos bestätigen dies: Es hängen 120 Pucks an einem Strang, jeder Strang deckt  $5,4$  Quadratmeter auf der Kugel ab und man benötigt insgesamt 156 Receiver-Karten für die 10.000 Stränge der Kugel.

Die Energieversorgung erfolgt unabhängig von den Daten. Da LEDs im Außenbereich üblicherweise mit 5 Volt/20 Milliampere betrieben werden, benötigt jeder Puck 4,8 Watt und knapp 1 Ampere. Bis zu 20 Ampere kann man über die in der LED-Technik üblichen Stecker übertragen. Wenn ein Stern aus 120 Pucks besteht, benötigt man also sechs Leitungen und entsprechende Netzteile pro Feld. Grob gerechnet braucht jeder Stern bei Vollansteuerung 600 Watt und die gesamte äußere Leuchtkuppel bis zu 6 Megawatt. Auch wenn man hier nie die maximale LED-Helligkeit nutzen wird und die gezeigten Bilder nur sehr selten komplett

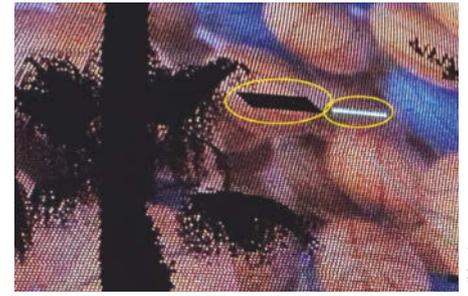


Bild: xCave

**Erste Fehlerstellen zeigen ein komplett ausgefallenes Feld mit 120 dunklen Pucks und rechts daneben einen Strang mit teilweise ausgefallenem Steuersignal (weiße Pucks).**

weiß leuchten werden, ist der Energiebedarf der Sphere trotz LED-Technik enorm.

### Defekte Pucks

Die Kabel über die gesamte Kuppel zu verteilen, ist weniger eine technische als eine logistische Herausforderung. Kritisch sind vor allem die Steckverbinder an den Pucks. Fällt ein Element aus, zeigen die Serverboards an, welcher Bildpunkt und damit welcher Puck defekt ist, was die Wartung vereinfacht. Defekte Pucks werden nicht repariert, sondern direkt ausgewechselt, vermutet Hergert. MSG muss also ausreichend Ersatzpucks in petto haben.

Für LED-Videowände und LEDs im LCD-Backlight wird mit dem sogenannten Binning üblicherweise sichergestellt, dass alle Dioden im System dieselben optoelektrischen Eigenschaften haben. Ganz so streng wird man bei den LEDs der Sphere nicht vorgehen müssen, zumal die Streuung der einzelnen LED durch den 48er-Verbund in den Pucks nivelliert wird.

Allerdings werden die Elemente am Ende der Produktion kalibriert, erklärt Hergert. Dazu steuert man sie Weiß an und beaufschlagt sie mit einem definierten Strom, misst ihre Leuchtdichte und vergleicht diese mit den anderen Pucks: Liegt der Wert höher, merkt sich der kalibrierte Puck dies und passt sein Ausgangssignal in der Folge automatisch an das der anderen an. Die Erstkalibrierung aller LEDs wird bei beispielsweise 50 Prozent der Maximalhelligkeit durchgeführt, um Reserven zu haben und die Lebensdauer der LEDs zu erhöhen. Und da man die einzelnen LEDs nicht beliebig heller regeln kann, bestimmt anschließend der dunkelste Puck den Zielwert, auf den sich alle anderen einpegeln müssen. (uk@ct.de) **ct**

**Video des MSG Sphere: [ct.de/ycrg](http://ct.de/ycrg)**

# Harte Bandagen

## Netflix streicht Basis-Abo, Disney+ löscht Titel und Sky verliert Inhaltelieferanten

**Um ihr Geschäft rentabel zu machen, gehen die Streamingdienste immer radikaler vor – zum Nachteil der Kunden, denen Abovarianten und Titel, die nicht genug Geld einbringen, ohne Vorwarnung gestrichen werden.**

Von Nico Jurrán

Wer bei Netflix in Kanada ein neues Basisabonnement für 9,99 kanadische Dollar (umgerechnet rund 6,70 Euro) pro Monat abschließen möchte, wird sich wundern: Der Dienst hat diesen Tarif in aller Stille gestrichen, das preiswerteste werbefreie Abo ist nun „Standard“, das bereits mit 16,49 Dollar (11 Euro) zu Buche schlägt. Alternativ bekommt man das Standardabo für 5,99 Dollar (4 Euro), wenn man bereit ist, Reklame zu schauen. Warum Netflix lieber Werbeabos verkauft, ist bekannt: Sie bringen am Ende mehr Geld ein als die Basisvariante (siehe c't 11/2023, S. 47).

Bei Netflix Deutschland lässt sich der Basistarif zwar noch buchen, man bekommt ihn auf der Website des Dienstes aber erst angezeigt, wenn man auf „Alle Abos anzeigen“ klickt. Zusätzlich versucht Netflix, Kunden mit einer besseren Bildqualität zum Werbeabo zu locken: Die Auflösung setzte der Dienst vor einigen Wochen hier auf 1080p (1920 × 1080 Pixel) hoch, beließ sie beim Basisabo zum Vollpreis aber bei 720p (1280 × 720 Pixel). Zu befürchten ist, dass Netflix früher oder später das Basisabo weltweit einstellt.

Disney+ verärgerte zuletzt Kunden in Deutschland, indem es den Sci-Fi-Abenteuerfilm „Crater“ nur sieben Wochen nach Veröffentlichung wieder aus dem Sortiment nahm. Da Disney-Chef Bob Iger angekündigt hat, Titel wieder an andere Dienste zu lizenzieren, darf man gespannt

sein, ob und wo die 50-Millionen-Dollar-Produktion letztlich auftaucht. Klar ist jedenfalls, dass Disney bei Filmen und Serien, die nicht so gut wie erwartet beim Publikum ankommen, immer schneller den Stecker zieht. Mancher Zuschauer wird wohl gar nicht mehr dazu kommen, sich alles bei Disney+ anzuschauen, bevor es wieder verschwunden ist.

### Auflösungerscheinungen

Besonders bitter wird es auch für Fans deutscher Produktionen mit Sky-Abo: Ende Juni wurde bekannt, dass sich Sky Deutschland komplett aus dem Seriengeschäft zurückzieht und alle eigenen Serienprojekte, die sich nicht bereits in Produktion befinden, einstampft. Das bedeutet: Eine vierte Staffel von „Das Boot“ dürfte es noch geben, eine fünfte Staffel von „Babylon Berlin“ wohl nicht.

Sky-Deutschland-Chef Devesh Raj begründete den Schritt in einem internen Schreiben unter anderem mit gestiegenen Kosten und wachsender Konkurrenz,

durch die es für Dramaserien schwieriger geworden sei, sich durchzusetzen. Man wolle sich nun auf den „Aufbau eines nachhaltigen Geschäfts in der DACH-Region konzentrieren“. Manche Experten sehen in dem Schritt jedoch vor allem den Versuch, Kosten zu reduzieren, um Sky Deutschland für Käufer attraktiver zu machen. Der Verkauf steht seit Ende vergangenen Jahres im Raum, ProSiebenSat.1 gilt als heißester Kandidat.

Dass kaum eine Woche später Constantin Film als langjähriger Inhaltelieferant eine exklusive Partnerschaft mit Netflix bekannt gab, war vor diesem Hintergrund ein besonders harter Schlag für Sky und dessen Kunden. Deutsche und internationale Produktionen des Studios sollen künftig zehn bis zwölf Monate nach dem Kinostart beim US-Dienst erscheinen, im Gegenzug wird sich Netflix laut Mitteilung „maßgeblich“ an deren Finanzierung beteiligen. Darüber hinaus erhält der Dienst durch die Vereinbarung auch Zugriff auf den Film- und Serienkatalog von Constantin Film.

Für Netflix könnte die Kooperation zur richtigen Zeit kommen: Durch die Streiks von Hollywood-Autoren und -Schauspielern für bessere Löhne und KI-Regulierungen (siehe S. 12 dieser Ausgabe) droht den Streamingdiensten eine lange Durststrecke. Netflix setzt nach eigenen Aussagen darauf, die entstehenden Lücken durch internationale Produktionen zu stopfen. (nij@ct.de) **ct**

The screenshot shows the Netflix plan selection page for Canada. At the top, it says "NETFLIX" and "Sign In". Below that, it says "STEP 1 OF 3" and "Choose the plan that's right for you". There are three plan cards:

- Premium 4K + HDR:** Monthly price \$20.99, Resolution 4K (Ultra HD) + HDR, Video quality Best, Supported devices TV, computer, mobile phone, tablet, Downloads Included.
- Standard 1080p:** Monthly price \$16.49, Resolution 1080p (Full HD), Video quality Great, Supported devices TV, computer, mobile phone, tablet, Downloads Included.
- Standard with ads 1080p:** Monthly price \$5.99, Resolution 1080p (Full HD), Video quality Great, Supported devices TV, computer, mobile phone, tablet, Downloads Not included. This plan is selected, indicated by a checkmark and the word "Selected" at the bottom.

**In Kanada bietet Netflix das Basisabo nicht mehr an. Möchte man weniger als 16,49 Dollar (umgerechnet 11 Euro) pro Monat bezahlen, muss man dort nun Werbung ertragen.**

## Space Invaders für die Generation Smartphone

**Zum 45. Geburtstag des Arcade-Klassikers Space Invaders haben Google und Taito ein neues Augmented-Reality-Game veröffentlicht. Space Invaders World Defense ist ein Spiel für Mobilgeräte mit Android und iOS.**

Das von Tomohiro Nishikado im Jahr 1978 entwickelte und von Taito veröffentlichte Spiel Space Invaders zählt zu den erfolgreichsten Arcade-Hits aller Zeiten. Wie Pac-Man hat es die Computerspielgeschichte geprägt und soll das „Shoot 'em up“-Genre begründet haben. Google und Taito haben jetzt ein Mobilspiel veröffentlicht, das an den Erfolg anknüpfen will.

Das Augmented-Reality-Spiel Space Invaders World Defense soll die Leute von ihren Sofas nach draußen bringen, um die Erde gegen Aliens zu verteidigen. Mit dem Smartphone in der Hand entdeckt man neue Space Invaders in der Nachbarschaft und muss diese zerstören und so Punkte sammeln. Das geht auch gemeinsam mit anderen.

Das Spiel nutzt dabei die Augmented-Reality-Programmierschnittstellen, um die unmittelbare Umgebung mit ihren architektonischen Gegebenheiten ins Spiel einzubeziehen. Wie im Arcade-Klassiker müssen die Space Invaders dann von einem ähnlich pixeligen Raumschiff abgeschossen werden.

Dem klassischen Space Invaders hat Google ein Projekt in seinem Arts & Culture Lab gewidmet, das die Geschichte des Games nachzeichnet (siehe [ct.de/ysz7](https://ct.de/ysz7)).

([imd@ct.de](mailto:imd@ct.de))

Mehr über Space Invaders: [ct.de/ysz7](https://ct.de/ysz7)

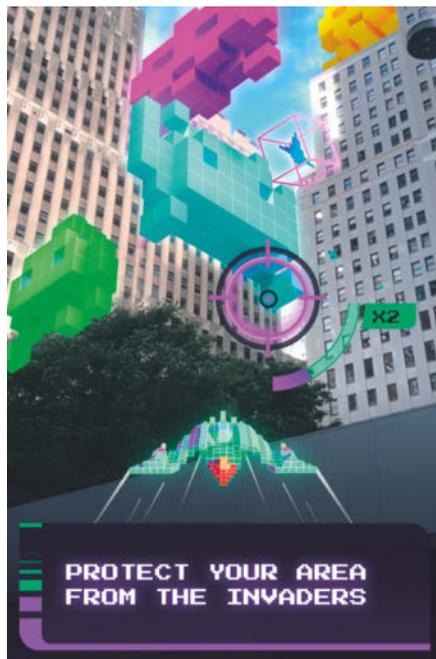


Bild: Taito

**Space Invaders in Augmented Reality: Taito und Google bringen den Arcade-Klassiker auf die Straße.**

## Alte digitale Games verschwinden

Die meisten historischen Videospiele sind nicht mehr im Handel verfügbar, weder im Original noch als Neuauflage. Zu diesem Ergebnis kam jetzt eine Studie der Video Game History Foundation.

Um herauszufinden, inwieweit Bibliotheken, Museen und Archive ihre Bemühungen zum Erhalt von Videospiele ausweiten müssen, hat die Stiftung untersucht, wie viele historische Spiele heute tatsächlich noch erhältlich sind. Das Ergebnis ist deutlich: **Nur 13 Prozent klassischer Videospiele, die in den USA veröffentlicht wurden, sind derzeit noch im Handel verfügbar.** Das gilt gleichermaßen für die untersuchten Plattformen Commodore 64, die verschiedenen Game-Boy-Geräte sowie die Playstation 2. Damit steht

es um ihre Verfügbarkeit ähnlich schlecht wie die der deutlich älteren amerikanischen Stummfilme (14 Prozent).

Für ihre Studie (siehe [ct.de/ysz7](https://ct.de/ysz7)) wählte die Video Game History Foundation 1500 Computerspiele aus den letzten Jahrzehnten aus und prüfte ihre Verfügbarkeit auf dem US-amerikanischen Markt. Anschließend schlüsselte sie die Ergebnisse nach Plattform und Veröffentlichungszeitraum auf. Bei manchen Plattformen sieht es besonders düster aus: Nur 4,5 Prozent der für den C64 veröffentlichten Videospiele sind heute noch im Handel erhältlich. Die Wiederveröffentlichungsrate bei Spielen, die vor 1985, also in der Frühphase der Videospiele, erstmals erschienen, liegt unter drei Prozent. ([imd@ct.de](mailto:imd@ct.de))

## Kurz & knapp

Neu bei c't zockt: In unserem Indie-Gaming-Kanal auf YouTube haben wir **das handgezeichnete narrative Adventure Fall of Porcupine angespielt**



(Video siehe [ct.de/ysz7](https://ct.de/ysz7)). Spielende schlüpfen in die Rolle des anthropomorphen Assistenzarztes Finley in der Kleinstadt Porcupine, der Arbeitsstress und Freizeit in Einklang bringen muss. In den lockeren Dialogen geht es auch um den Krankenhausalltag und das Gesundheitssystem.

Ein **Update für die gruselige Fischeisimulation Dredge** bringt einen Fotomodus, einen Passivmodus sowie neue Fischmutationen und neue Tiere wie Alligatoren. Wer keine Lust auf Gruselmomente hat, kann das Spiel im Passivmodus ohne angreifende Monster spielen. Der Fotomodus friert die Szenerie ein, sodass in Ruhe der Bildausschnitt fürs Foto gewählt werden kann.

Zwei Jahre, nachdem das digitale Rätselspiel mit den hexagonalen Kärtchen bei Preisverleihungen abgeräumt hat, gewann jetzt **die Brettspielvariante von Dorfromantik die begehrte Auszeichnung als „Spiel des Jahres“.** Entwickelt wurde die analoge Spieldausgabe von Lukas Zach und Michael Palm.

Das Indie-Aufbauspiel **The Wandering Village hat sich seit seiner Veröffentlichung bereits über 250.000 Mal verkauft.** Ein großes Update soll das Spiel im Sommer um ein neues Ozean-Biom erweitern. Außerdem kommen neue Ressourcen wie Salz, Fisch und Seetang hinzu sowie neue Bauwerke, Orte und Ereignisse. Im Experimental-Branche auf Steam ist das Update bereits verfügbar.

# Bunte Vielfalt

## Die Indie Area auf der Gamescom 2023

**Hunderte Indie-Spiele tummeln sich in diesem Jahr auf der Gamescom und warten darauf, gespielt zu werden. Die Indie Area wächst und gedeiht, wir geben einen Überblick.**

Von Liane M. Dubowy

Riesige Stände wie der von Microsoft oder Bethesda werden auch in diesem Jahr die Spielemesse Gamescom vom 23. bis 27. August 2023 auf dem Messegelände in Köln dominieren. Die Halle 10.2 bietet allerdings ein ganz anderes Bild: In der Indie-Area werden dicht an dicht die meisten Indie-Games der Messe präsentiert. An vielen kleinen Spielstationen warten Indie-Neuheiten auf Neugierige. Für Spielefans lohnt sich ein Abstecher, denn anders als bei den großen Publishern in den übrigen Hallen können sie hier vieles ausprobieren, ohne stundenlang anstehen zu müssen.

Viele Spiele der kommenden Gamescom werden erst in den nächsten Wochen und Monaten erscheinen. Auf der Messe

geben Demoversionen und Prototypen bereits einen Vorgeschmack. Einige davon sind über parallel zur Gamescom stattfindende Steam-Events oder sogar jetzt schon zugänglich.

### Indie-Games querbeet

Bereits spielbar ist das Mitte Juni erschienene, narrative Adventure *Fall of Porcupine* aus der Feder des Kölner Studios Critical Rabbit (siehe Video unter [ct.de/ytse](https://www.ct.de/ytse)), das in der Indie Area der Gamescom zu sehen sein wird. Anthropomorphe Tiere müssen hier Arbeitsalltag und Freizeit unter einen Hut bringen, Freundschaften pflegen und mit den Widernissen des Krankenhausaustags zurechtkommen. Doch nicht alle sind ehrlich und das Gesundheitssystem scheint seine Tücken zu haben. Verpackt ist das Ganze in eine farbenfrohe, handgezeichnete Grafik. Der Prolog des Spiels ist kostenlos auf GOG.com und Steam verfügbar.

Das ebenfalls aus Köln stammende Studio *neoludic games* will in der Indie Arena Booth seine Buchladensimulation *Tiny Bookshop* vorstellen. Spielende verwalten darin einen kleinen, mobilen Buchladen. Dabei lernen sie allmählich die An-

wohner und ihre Lesegewohnheiten kennen und passen das Sortiment an deren Vorlieben an. Daneben sammeln sie gebrauchte Bücher und dekorieren den kleinen Laden. Durch die Interaktion mit den Menschen werden sie allmählich selbst Teil der Community.

Im Aufbaustrategiespiel *Pioneers of Pagonia* von Envision Entertainment aus Ingelheim bebaut man die Inselgruppe Pagonia mit rund 40 verschiedenen Gebäudetypen und bringt die Wirtschaft in Schwung, knüpft Allianzen und baut die Verteidigung auf. Pioniere ziehen aus, um unentdecktes Land zu erkunden und neue Ressourcen zu finden. Bei 70 verschiedenen Warentypen müssen weit verzweigte Produktionsketten in Einklang gebracht werden. Dabei kann man den tausenden Figuren auch dabei zusehen, wie sie beim Erfüllen ihrer Aufgaben herumwuseln.

Mimimi Games aus München kündigt für August sein Stealth-Strategiespiel *Shadow Gambit: The Cursed Crew* an. In einer alternativen Realität segelt das lebende Geisterschiff *Red Marley* in einem goldenen Zeitalter der Piraterie durch die Karibik. Seelenmagie verleiht der Crew übernatürliche Kräfte, mit denen sie der Inquisition trotz, die zwischen ihr und einem Schatz des legendären Kapitäns Mordechai steht. Das Spiel soll am 17. August erscheinen, wird in der Indie Arena Booth vorgestellt und ist bereits als Demoversion verfügbar.

In den nächsten Wochen und Monaten werden wir weitere Indie-Games aus dem Programm der Gamescom auf [youtube.com/ctzockt](https://www.youtube.com/ctzockt) vorstellen.



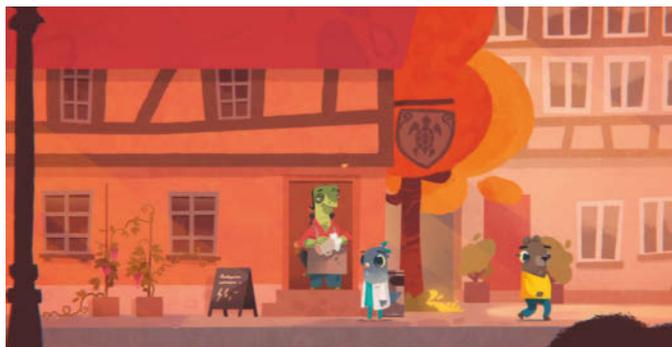
Bild: Liane M. Dubowy, ct

**In der Indie Arena Booth können selbst Solo-Entwickler ihr Spiel an einem Ministand präsentieren.**

### Indie-Games bei c't zockt



In unserem **Indie-Gaming-Kanal auf YouTube** stellen wir regelmäßig neue Indie- und Early-Access-Games vor. Einige Titel der diesjährigen Indie Arena Booth haben wir uns bereits angesehen, darunter etwa das handgezeichnete Story-Adventure **Fall of Porcupine** des deutschen Studios Critical Rabbit und das im letzten Jahr in den Early Access gestartete Aufbauspiel **The Wandering Village** von Stray Fawn Studio aus der Schweiz. In den kommenden Wochen werden wir weitere Titel der Indie Arena Booth auf [youtube.com/ctzockt](https://www.youtube.com/ctzockt) anspielen.



Das handgezeichnete Story-Adventure *Fall of Porcupine* des deutschen Studios *Critical Rabbit* wird an einem Stand auf der Indie Arena Booth der diesjährigen Gamescom vorgestellt.

## Gamescom 2023

Deutschlands größte Spielemesse präsentiert sich in diesem Jahr vom 23. bis 27. August auf einer Fläche von 230.000 Quadratmetern auf dem Kölner Messgelände. Damit ist die diesjährige Gamescom um rund 10.000 Quadratmeter gewachsen. Dazugewonnen haben etwa die Social Area mit dem Creator-Co-Working-Space, die Entertainment Area sowie die Indie Area. Ausstellende aus 60 Ländern zeigen Games, Hardware und unterhalten mit allerlei Veranstaltungen; an vielen Spielstationen können Fans kommende Spiele direkt ausprobieren. Eine ganze Halle ist für Events reserviert, eine weitere für Merchandising-Verkauf und im Cosplay Village wird es besonders bunt. Nicht nur neue Spiele sind auf der Gamescom vertreten, in der Retro Area haben alte und neue Spiele und Spielgeräte ihren Auftritt, direkt neben dem bunten Treiben der Indie Area.

Anlässlich der Pandemie hatte die Gamescom ihr digitales Programm stark ausgebaut. Das kam an, daher wird die Messe weiterhin hybrid und teilweise mit Livestreams einem größeren Publikum zugänglich sein. Live übertragen wird beispielsweise die Eröffnungsveranstaltung Gamescom Opening Night Live am 22. August sowie der Gamescom Congress, der am 24. August die Potenziale von Games für den wirtschaftlichen, technologischen und gesellschaftlichen Fortschritt ausloten will.

Die Gamescom richtet sich auch an die Games-Branche. Die Business Area ist Spiele-Studios, Publishern und anderen Unternehmen aus der Branche vorbehalten, Entwicklerinnen und Entwicklern steht außerdem das Vortragsprogramm der parallel stattfindenden devcom Developer Conference offen.

Tickets für die Gamescom können nur im Vorverkauf und nach vorheriger Registrierung im Online-Shop gekauft werden, eine Tageskasse ist nicht geplant. Donnerstag und Freitag kostet das Tagesticket 27 Euro, am Wochenende 36 Euro. Ein ermäßigtes Abendticket für 9, am Wochenende 11 Euro berechtigt zum Zutritt ab 16 Uhr. Weitere Infos und in Kürze auch das Veranstaltungsprogramm finden Sie unter [ct.de/ytse](https://ct.de/ytse).

## Rundum-Sorglos-Paket für Spiele-Studios

Für kleine und mittelständische Indie-Studios ist ein Messestand schwer zu stemmen, Kosten und Aufwand sind immens. In der Indie Area finden sie trotzdem Platz. Die Mühe, die vielen kleinen Stände unter einen Hut zu bringen, wälzt der Veranstalter Koelnmesse auf externe Dienstleister ab: In der Indie Area treten sie als Gruppenorganisatoren auf und vermitteln maßgeschneiderte Stände in verschiedenen Größen an unabhängige Game-Studios, Standbau, Hardware und eine ganze Reihe von Dienstleistungen inklusive. Auch die Teilnahme an digitalen Events wie dem auf Steam sind eingeschlossen. Indie-Teams müssen bei diesen Komplettpaketen meist nur noch das Material liefern und ihr Spiel sowie einen Computer mitbringen. Die Angebote unterscheiden sich allerdings im Detail.

Die meisten Indie-Games präsentiert die Indie Arena Booth (IAB) der Hamburger Agentur Super Crowd auf über 1500 Quadratmetern. Das Angebot ist kuratiert, Teilnehmende müssen ein Bewerbungsverfahren durchlaufen, um einen der Plätze zu ergattern. Eine internationale Fachjury testet alle Einreichungen und bemüht sich um einen breiten Genremix aus verschiedenen Ländern. Mit dabei sind sowohl Prototypen als auch Spiele im Early Access und solche, die kurz vor der Veröffentlichung stehen. Das Interesse ist groß: In diesem Jahr seien über 300 Bewerbungen eingegangen, so IAB-Organisatorin Valentina Birke gegenüber c't. Eine Jury habe 160 Spiele aus 33 Ländern ausgewählt. Wer sich hier durchspielen will, muss also etwas Zeit mitbringen.

Viele der Spiele lassen sich auch aus der Ferne ausprobieren: Bei einem Steam Event werden zahlreiche Demos bereitstehen. Das Streaming Studio der IAB wird ebenfalls Spiele zeigen und mit den Entwicklerinnen und Entwicklern ins Gespräch kommen. In einer Kooperation mit

Nintendo stehen erneut Spielstationen mit Switch bereit, an denen acht neue Spiele ausprobiert werden können.

Eine eigene B2B-Area innerhalb der Indie Arena Booth bietet den teilnehmenden Teams Verpflegung, einen Rückzugsort und Raum für Gespräche mit Medien und Publishern. Valentina Birke hat eine einfache Erklärung für deren Popularität: „Viele unserer Teams kommen mit ein bis zwei Menschen und haben nicht die Kapazitäten, während der Messe in die Gamescom-eigene B2B Area zu gehen. Sie müssen ja auch permanent an ihren Spielstationen stehen und Auskunft geben.“

13 Publisher und 13 Länderdelegationen unterstützen die kleinen Studios: Games Bavaria greift bayerischen Game-Studios unter die Arme, aus anderen Bundesländern kommen Gamecity Hamburg, die Film- und Medienstiftung NRW, die Kultur- und Kreativwirtschaft Hessen sowie die Film- und Mediengesellschaft nordmedia. Aus dem Ausland dabei sind das Catalan Institute for Cultural Companies, Swiss Games und Northern Ireland Screen.

Die Berliner Agentur Factory-C vermietet ebenfalls Stände in drei Größen an kleine Studios: Im Home of Indies finden in diesem Jahr 42 Spiele auf 200 Quadratmetern Platz. Für die Teams steht eine kleine Business Lounge mit Verpflegung für Treffen und Pausen bereit.

## In Kontakt kommen

Die Indie Area ist nicht nur eine prima Möglichkeit, neue Games zu entdecken, sondern auch, um mit den Menschen hinter den Spielen in Kontakt zu kommen. Oft stehen die Verantwortlichen direkt daneben und verfolgen gebannt, wie ihr Spiel beim Publikum ankommt. Gern beantworten sie Fragen, nehmen Feedback entgegen und geben Einblick in ihre Arbeit. Allein dafür lohnt der Messebesuch vor Ort.

([Imd@ct.de](mailto:Imd@ct.de)) **ct**

**Videos & Gamescom-Infos:** [ct.de/ytse](https://ct.de/ytse)

## Pflanzen und Tiere plastisch

[www.3ddigitalphoto.com/imageoftheweek.asp](http://www.3ddigitalphoto.com/imageoftheweek.asp)  
[stereo.jpn.org/ger/stphmkr/index.html](http://stereo.jpn.org/ger/stphmkr/index.html)

3D-Fernseher sind etwa so out wie Schwarzweiß-Gameboys. Doch es gibt nach wie vor Leute, die plastische Bilder zu schätzen wissen und diese gern betrachten – entweder per Starr-Technik oder mithilfe der Anaglyphen-Methode und einer Rot-Blau-Brille. Barry Rothstein ist ein in den USA für seine Stereofotos bekannter Makrofotograf, der auf seiner Website **3dDigital-Photo.com** wöchentlich ein neues 3D-Bild zum Staunen gratis ins Netz stellt.

Wer mag, kann sich das jeweils aktuelle Bild per Newsletter in seine Mail-Inbox liefern lassen. Rothstein stellt sowohl Side-by-Side-Vollfarbbilder für Schiel- und Parallelstarrtechnik



als auch Anaglyphen-Bilder für Brillenbetrachtung bereit. Wer noch ein 3D-Fernsehgerät oder ein anderes stereoskopisches Darstellungssystem besitzt, kann Rothsteins Side-by-Side-Bilder etwa mit dem kostenlosen **StereoPhoto Maker** leicht fürs eigene System aufbereiten. Bevorzugte Motive im umfangreichen Bildarchiv des 3D-Fotokünstlers sind Pflanzen, darunter auch bemerkenswerte Exoten. Außerdem haben etliche Hunde, einige Katzen sowie vereinzelte Vertreter seltenerer Fauna Rothstein Modell gestanden. (psz@ct.de)

## Kuriositätenkabinett

[publicdomainreview.org](http://publicdomainreview.org)

Die im Stil einer altertümlichen Tageszeitung aufgemachte englischsprachige Website **Public Domain Review** präsentiert eine große Auswahl ausgefallener bis kurioser Werke der Kunst-, Literatur- und Ideengeschichte. Von der ersten Abhandlung über Bettwanzen aus dem Jahr 1730 über Lithografien aus einem „Atlas des Champignons“ (1827) bis zu Filmaufnahmen



vom Bau der Twin Towers in New York 1976 gibt es viel zu entdecken und bestaunen.

Der Schwerpunkt liegt auf gemeinfreien Büchern, Essays, Sammlungen und Filmen, von denen viele durch Museen online zur Verfügung gestellt werden. Besucher können den umfangreichen Fundus an frei nutzbarem Material auf gut Glück durchstöbern und nach Medium, Thema oder Epoche filtern.

(dwi@ct.de)

## Native digitale Kunst

[newfloat.org](http://newfloat.org)

Der Ausstellungsraum **New Float** hat keine physische Präsenz. Dennoch ist er mit den Koordinaten des Kulturforums am Potsdamer Platz im Herzen von Berlin verknüpft. Das virtuelle Gebäude befindet sich damit in der Nähe von Mies van der Rohe's Neuer Nationalgalerie, Hans Scharoun's Philharmonie und der Deutschen Nationalbibliothek. Auf dem Grundstück, das die Initiatoren für ihr Gebäude ausgewählt haben, entsteht derzeit das Museum des 20. Jahrhunderts – ein Bauprojekt, das über 450 Millionen Euro kosten soll und das insbesondere Umweltschützer heftig kritisieren.

„Mit New Float unterstreichen wir die Notwendigkeit, digitale Räume für eine digitale Gesellschaft zu schaffen“, schreiben die Menschen hinter dem virtuellen Gebäude. „Während wir uns auf den Besuch des neuen Museums des 20. Jahrhunderts freuen, wollen wir auch die Möglichkeiten digitaler Räume und die mangelnde Konzentration auf das Digitale in traditionellen Institutionen aufzeigen.“ Man wolle nicht das Digitale gegen das Physische ausspielen, sondern plädiere dafür, der nativen digitalen Kunst und den digitalen Räumen mehr Aufmerksamkeit und Ressourcen zu widmen, heißt es weiter.



Manuel Rossner ist einer der Initiatoren des Ausstellungsraums. Mit dem Werk „New Ruins“ von Manuel Fernández legte er den Grundstein für seine eigene Sammlung, die er 2013 zum ersten Mal unter dem Titel „What We Call Sculpture“ zeigte. Inzwischen umfasst Rossners Sammlung mehr als 100 Kunstwerke. New Float präsentiert darüber hinaus ein breites Spektrum an Bildern, Videos und Objekten. Sowohl Pioniere der digitalen Kunst wie Bill Kolomyjec als auch etablierte zeitgenössische Künstler wie Simon Denny, John Gerrard oder Katharina Grosse sind vertreten. (dwi@ct.de)

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

# gamescom jobs + karriere

powered by

 heise Jobs

LEVEL UP YOUR CAREER!

## Finde deinen IT-Traumjob!



### Besuch uns auf der gamescom

23. – 27.08.2023

Koelnmesse | Halle 10.2

Mehr Infos und das  
gamescom Ticket hier:

- HR-BÜHNE: Beiträge aus der Gaming-Szene, Elevator Pitches & Tipps von Business-Coaches
- große Ausstellung: viele potenzielle Arbeitgeber
- Bewerbungsgespräche: spontan & direkt vor Ort möglich
- Bewerbungsfotos: kostenlos & professionell



[it-job-kompakt.de/koeln-2023/](https://it-job-kompakt.de/koeln-2023/)

#### PARTNER

AIRBUS



BASF  
We create chemistry



Bundesamt  
für Migration  
und Flüchtlinge



Bundeskriminalamt



controlware

Deloitte.

DETECON  
CONSULTING



Deutsche  
Rentenversicherung  
Bund

esa

FERCHAU



Justiz  
NRW

Nintendo

pwc

RHEINMETALL

ROSSMANN  
Mein Drogeriemarkt

SIEMENS

Siewert & Kau  
Group

one

TUVNORDGROUP

vodafone

ORGANISIERT VON

Heise Medien

# Verbremst

## Merkwürdige Berechnungen für Energiepreisbremse bei Vattenfall



**Deutschland hat komplizierte Regeln, mit denen die Verbraucher von hohen Energiepreisen entlastet werden sollen. Große Versorgungsunternehmen sollten das dennoch hinbekommen und die Berechnungen nachvollziehbar darlegen. Bei Vattenfall klappt das nicht.**

Von Tim Gerber

**A**ndreas H. gehört zu den Verbrauchern, die regelmäßig nach günstigen Energiepreisen schauen und konsequent

den Anbieter wechseln, wenn sie einen günstigeren finden. Das empfehlen schließlich auch die Verbraucherberater. Seit Dezember 2021 bezieht Andreas H. das Gas für die Heizung seines Häuschens im Hamburger Vorort Allermöhe bei Vattenfall. Der Preis lag zunächst bei knapp 9 Cent pro Kilowattstunde und stieg Anfang November auf knapp 21 Cent, also auf mehr als das Doppelte.

Immerhin sollte der Kilowattstundenpreis für 80 Prozent des Vorjahresverbrauchs mit der sogenannten Gaspreisbremse ab März 2023 gesetzlich auf 12 Cent gedeckelt sein. Am 14. Februar erhielt Andreas H. ein Schreiben von Vattenfall, mit dem ihm seine neuen Abschlagszahlungen unter Zugrundelegung der gesetzlichen Gaspreisbremse mitgeteilt

wurde. Dabei hatte Vattenfall den für die Berechnung relevanten Vorjahresverbrauch auf 3904 Kilowattstunden festgesetzt.

Tatsächlich hatte der Gasverbrauch im Haushalt des Kunden in den letzten Jahren zwischen 10.000 und 12.000 Kilowattstunden betragen. Wie war Vattenfall also auf diesen Wert gekommen, fragte sich Andreas H. Dies zumal er im maßgeblichen Zeitraum, dem September 2021, gar nicht Kunde bei Vattenfall war, sodass der Versorger gar keine Verbrauchsdaten für diesen Monat von ihm haben konnte.

In mehreren Telefonaten mit dem Kundenservice versuchte Andreas H. der Sache auf den Grund zu gehen. Doch niemand konnte ihm so recht Auskunft erteilen. Nebulös war immer nur von „ge-

setzlichen Bestimmungen“ die Rede. Und nein, anpassen an den tatsächlichen Verbrauch könne man das nicht, das sei „gesetzlich verboten“.

### Unerklärlich

Deshalb schrieb Andreas H. seinen Gasnetzbetreiber, die Gasnetz Hamburg GmbH, an und fragte diese nach seinem für die Gaspreisbremse relevanten Jahresverbrauch. Schließlich verfügt nur der Netzbetreiber über alle für einen Gasanschluss relevanten Verbrauchsdaten. Deshalb sieht das maßgebliche Gesetz für die Preisbremse in Fällen wie dem vom Andreas H. auch den Rückgriff auf die Daten des Netzbetreibers vor.

Mit E-Mail vom 24. Mai bestätigte die Gasnetz GmbH dem Kunden: „Bei der Gaspreisbremse wird der bis September 2022 prognostizierte Jahresverbrauch (nicht der tatsächliche Verbrauch) für die Berechnung der Entlastung genutzt. Die Jahresverbrauchsprognose 9784 kWh wurde durch uns am 23. August 2022 an Ihren Gasanbieter übermittelt und ist für die Gaspreisbremse relevant, sofern Ihr Gasanbieter keine eigene Prognose erhoben und genutzt hat.“

Diese Zahl lag schon deutlich näher an dem, was Andreas H. in den vergangenen Jahren tatsächlich an Gas verbraucht hatte. Deshalb fragte er am 24. Mai erneut bei Vattenfall nach, wie man auf den Wert gekommen sei und wie sich die erhebliche Abweichung von den Berechnungen des Netzbetreibers erklären lasse. Die Bestätigung von Gasnetz fügte er der Anfrage bei.

Tags darauf antwortete ihm Vattenfall, dass der Gesetzgeber im Erdgas-Wärme-Preisbremsengesetz (EWPBG) genau vorschreibe, wie man die Jahresverbrauchsprognose zur Berechnung der staatlichen Entlastung zu ermitteln haben. Hierfür habe man auf Basis seines Gasverbrauches im September 2022 einen gewichteten Jahresverbrauch für ein Jahr prognostiziert.

Von dieser gesetzlichen Vorschrift dürften alle Lieferanten nicht abweichen. Nur durch dieses einheitliche Verfahren konnte die staatliche Entlastung für die Gaspreisbremse überhaupt in kürzester Zeit allen Gaskunden ermöglicht werden, behauptete Vattenfall weiter. Eine nachträgliche Korrektur sei vom Gesetzgeber nicht vorgesehen.

### Stereotype Ausreden

Postwendend schrieb Andreas H. erneut an Vattenfall und wies darauf hin, dass der richtige Wert herangezogen werden müsse und der Netzbetreiber auf derselben Grundlage einen ganz anderen Betrag ermittelt habe, der im Gegensatz zum Berechnungsergebnis bei Vattenfall auch plausibel und nachvollziehbar sei. Die Differenz zwischen dem berechneten Verbrauch bei Vattenfall und Gasnetz würde für ihn immerhin etwa 470 Euro im Jahr ausmachen, hatte Andreas H. inzwischen hochgerechnet.

Da er nach den stereotypen Ausreden von den angeblichen gesetzlichen Zwängen genug hatte, informierte Andreas H. am 25. Mai die c't-Redaktion über die undurchsichtige Berechnung. Nach gründlicher Prüfung des bisherigen Schriftwechsels fanden auch wir die Sache merkwürdig. Wird pauschal auf „gesetzliche Bestimmungen“ verwiesen, ohne dass diese genau benannt werden, ist zumeist Vorsicht geboten.

Wir fragten deshalb am 8. Juni in der Pressestelle von Vattenfall an, welche gesetzlichen Bestimmungen der Berechnung im Fall von Andreas H. denn genau angewandt worden sind, was diese enthalten und welche Daten Vattenfall für die Berechnung bei Andreas H. verwendet hat.

Am 14. Juni antwortete uns ein Unternehmenssprecher, für die Jahresverbrauchsprognose zur Berechnung der Entlastung nach der Gaspreisbremse habe man, wie gesetzlich vorgesehen, auf Basis des Gasverbrauches des Monats September 2022 einen gewichteten Jahresverbrauch prognostiziert. Dabei werde der Jahresverbrauchsprognosewert nicht linear berechnet, sondern mit einem für alle Kunden gleichermaßen festgelegten Gewichtungsverfahren auf der Grundlage von sogenannten Gradtagzahlen, die man von der Wetterwarte erhalte.

So habe der Monat Juni einen deutlich geringeren Gewichtsanteil als der Heizmonat Dezember. Wenn man keinen Jahresverbrauch mit Stand September 2022 prognostizieren konnte, müsse man die Jahresverbrauchsprognose verwenden, die der Netzbetreiber mitgeteilt hat. Da dies immer ein Wert für den zurückliegenden Verbrauch an einer Lieferstelle

sei, könne er vom tatsächlichen, aktuellen Verbrauch abweichen.

Warum der Wert bei Andreas H. so derart von den Berechnungen seines Netzbetreibers und dem realen Verbrauch abwich, konnten wir so aber immer noch nicht nachvollziehen und baten Vattenfall deshalb mit E-Mail vom 20. Juni, uns doch am besten die konkrete Berechnung für den Kunden zu zeigen. Wir hätten gern gesehen, mit welchen Zahlen der Energieversorger da wie gerechnet hatte.

Darauf rief der Sprecher an und betonte, dass das Gesetz sehr komplex sei und der Gesetzgeber es mit „heißer Nadel“ gestrickt habe. Alle Versorgungsunternehmen hätten massive Probleme mit der Umsetzung, die vor allem deren IT vor große Herausforderungen stelle und erhebliche Ressourcen beanspruchen würde.

### Keine nachvollziehbare Rechnung

Die konkrete Rechnung könne er uns nicht zeigen, er werde aber für eine gründliche Prüfung des Falles von Andreas H. sorgen. Bereits am folgenden Tag teilte er uns per E-Mail mit, dass es noch mal ein Telefonat zwischen Gasnetz Hamburg und Vattenfall gegeben habe, „um Unstimmigkeiten zu klären“. Die besagte Änderung vom 23.08.2022 könne Gasnetz Hamburg nicht finden. Es seien nur die Vorgänge vom Januar und Mai 2023 gefunden worden. Diese seien bei Vattenfall eingegangen und dort „korrekt verarbeitet worden“.

Aufgrund der Informationen von Gasnetz Hamburg werde Vattenfall eine neue Jahresprognose für den Kunden erstellen. Diese solle sich auf zirka 8140 kWh belaufen und für die nächste Rechnung im Dezember 2023 entsprechend berücksichtigt werden.

Abschließend verwies der Unternehmenssprecher erneut auf die Politik: „Die lange Zeit unklaren und kurzfristig eingeführten Energiebremsen haben alle Energieanbieter vor große Herausforderungen gestellt und viele IT-Prozesse sind mit heißer Nadel gestrickt. Leider sind Fehler wie in diesem Fall möglich.“

Darauf kann man eigentlich nur mit Bundeskanzlerin a. D. Angela Merkel antworten: „Ein Fehler muss als Fehler benannt werden und vor allem muss er korrigiert werden, und wenn möglich hat das noch rechtzeitig zu geschehen.“ Darauf hätte man bei Vattenfall allerdings auch ohne Nachhilfe kommen können.

(tig@ct.de) **ct**



# Führungsfrage

Der Kampf ums Cockpit zwischen Autoherstellern, Apple und Google



<b>Der Kampf ums Cockpit .....</b>	<b>Seite 58</b>
<b>Android Auto und CarPlay: Sechs Drahtlos-Dongles im Test .....</b>	<b>Seite 62</b>
<b>Nachrüstlösungen für (Ur-)Alt- bis (fast) Neuwagen .....</b>	<b>Seite 70</b>

## Autohersteller bauen immer mehr und immer größere Displays in ihre Fahrzeuge ein. Doch ob sie am Ende noch die Inhalte bestimmen, ist fraglich. Viel spricht dafür, dass das Smartphone gewinnt.

Von Sven Hansen

**N**eulich bei einer Testfahrt für Journalisten: Mit einer Oberklasse-Limousine beende ich meine Runde und nähere mich auf der A9 dem Ziel. Fast hätte ich es erreicht – leider nur fast. Das Onboard-Navi weiß nichts von der Vollsperrung der Ausfahrt Garching-Nord, der Umweg kostet mich 50 Minuten. Den Zug nach Hause kann ich gerade noch erreichen, komme aber ins Grübeln. Sätze ich als Besitzer im Cockpit eines solchen Fahrzeugs jenseits der 150.000-Euro-Marke, würde es mir schon ziemlich stinken, wenn der Teenager auf der Rückbank mit Google Maps die besseren Verkehrsinformationen in der Hand hielte.

Geht es um das Thema Navigation, liegt Google momentan weit vorn. Dort gibt es die besten Live-Daten, weil so viele Kunden mit Google Maps unterwegs sind und umgekehrt. Das ist vor allem ein Problem für diejenigen, die das Quasi-Monopol angreifen wollen. Was sollte ein Hersteller dem Kunden schon bieten können, wenn es bei Google alles gratis gibt?

Doch was die Autohersteller grämt, darf die Kundschaft freuen. Denn jeder, der ein Smartphone mit Datentarif in der Tasche trägt, hat die wichtigsten Zutaten fürs perfekte In-Car-Infotainment griffbereit. Selbst die besten Infotainment-Systeme der Hersteller bieten kaum mehr Funktionen. Bleibt nur die Frage, wie man die Fähigkeiten der Smartphones im Fahrzeug nutzbar macht.

Mit Apple CarPlay und Android Auto haben die zwei wichtigsten Handy-Betriebssysteme die Antwort parat. In diesem Artikel werfen wir einen kurzen Blick auf die Auto-Schnittstellen der großen Zwei und zeigen Möglichkeiten und Grenzen auf. In allen Neufahrzeugen sind die Schnittstellen vorhanden, im schlimmsten Fall muss man im Konfigurator zwischen 100 und 300 Euro investieren, um sie frei-

zuschalten. Im Test ab Seite 62 geht es um Adapter, mit denen sich das Smartphone kabellos in junge Gebrauchte integrieren lässt. Ab Seite 70 beleuchten wir schließlich, wie Sie sich CarPlay oder Android Auto in beliebige Fahrzeuge holen, vom jungen Gebrauchten bis zum Oldtimer mit H-Zulassung.

### Smartphone auf vier Rädern

Mobiltelefone im Auto sind Fluch und Segen zugleich. Nicht umsonst verweisen Kritiker auf das hohe Ablenkungspotenzial. Der Blick aufs Handy führt immer wieder zu kritischen Verkehrssituationen oder gar zu Unfällen. Hier setzen CarPlay und Android Auto an, indem sie das Smartphone ins Ablagefach verbannen. Im Idealfall liegt es dort während der gesamten Fahrt und lädt kabellos oder per USB. Der Fahrer interagiert mit dem Smartphone ausschließlich über das Display des Infotainment-Systems oder per Sprache, der Griff zum Telefon ist überflüssig.

Dabei übernimmt das Smartphone die Regie über die Bild- und Tonausgabe im Fahrzeug. Entweder via USB oder kabellos über Bluetooth und WLAN werden die Informationen ans Infotainment geschickt und dort angezeigt. Die Oberflächen von Android Auto und CarPlay sind gegenüber

der Smartphone-Ansicht deutlich reduziert, auf Touch- und Sprachbedienung hin optimiert und sollen die Ablenkung vom Straßenverkehr so auf ein Minimum reduzieren.

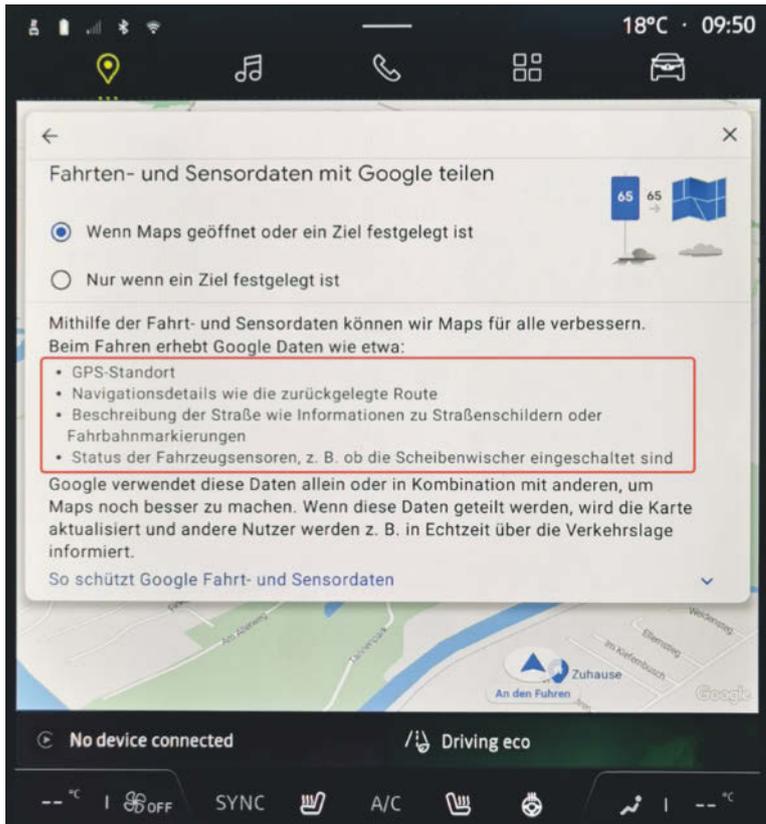
Besonders praktisch: Statt in der Telefonbuchansicht zu wühlen, kann man Siri oder dem Google Assistant einfach sagen, wen man anrufen will oder wer welche Textnachricht bekommen soll. Weitere wichtige Funktionen sind die Audiounterhaltung über Spotify, Tidal & Co. und die Navigation. Denn selbst, wenn man auf altbekannten Wegen unterwegs ist, kann man dank der Live-Verkehrsdaten der Navi-App unangenehme Überraschungen umfahren.

Spricht man allgemein von „Android im Auto“, tut begriffliche Klärung not, denn man muss zwischen Android Auto, Android Automotive OS (AAOS) und dem Android Open Source Project (AOSP) unterscheiden. Googles Auto-Betriebssystem ist eine vollwertige Software fürs Onboard-Infotainment und wird derzeit von Herstellern wie Volvo, Polestar und Renault eingesetzt.

Ins AAOS lassen sich die Google Automotive Services (GAS) integrieren, also die Navigations-App Google Maps, ein Zugang zum Play Store und Googles Sprachassistent. Google lizenziert sie nur im Paket, was jüngst das Bundeskartellamt auf den Plan gerufen hat. Es will prüfen, ob der Konzern durch die Bündelung seine Marktmacht ausnutzt, um seine Position im Fahrzeugbereich auszubauen. Ginge es nach den Autoherstellern, würden sie gerne nur Teile der Automotive Services integrieren. So könnten sie die Google-Navigation anbieten, aber Googles Play Store weglassen und einen eigenen App-Store betreiben.



Laut Apple werden Autohersteller zum Jahresende die ersten Fahrzeuge mit CarPlay 2.0 vorstellen. Das neue System soll alle Displays im Fahrzeug bespielen.



Die Maps-Version von Android Automotive sammelt Sensordaten des Fahrzeugs, wenn man dies erlaubt.

chen zum Onboard-Infotainment kommt es zu Brüchen, wenn man keine separaten Bedienelemente für die Klimasteuerung hat oder einfach nur einen Radiosender wechseln möchte.

Viel entscheidender beim Kampf ums Cockpit dürfte künftig die Ladeplanung bei längerer Routenführung von E-Fahrzeugen sein. Denn nur wer mit dem Batteriemangement des Fahrzeugs interagieren kann, kennt die Ladekennlinien oder kann einen Akku im Winter wohltemperiert vor dem Schnelllader vorfahren lassen.

Hier haben die Smartphones einen strategischen Nachteil, der aber vielleicht kleiner ist, als man meinen würde. Die Akkukonditionierung im Fahrzeug werden sie zwar nie gegen den Willen der Hersteller anstoßen können, aber gerade Google sammelt mit seinem Automotive OS fleißig Erfahrungen und Daten für die Ladeplanung.

Die Maps-Version für Android Automotive kann Routen mit mehreren Ladestopps komplett durchplanen und berücksichtigt dabei Fahrverhalten, Ladeverhalten des Fahrzeugs und Verfügbarkeit von Ladesäulen. Dabei kann der Nutzer zuvor festlegen, für welchen Ladeverbund er eine Zahlkarte besitzt. Ähnlich präzise plant sonst nur Tesla, allerdings beschränkt auf sein hauseigenes Supercharger-Netz.

Sollte es Google gelingen, einen ähnlichen Funktionsumfang über Android Auto ins Fahrzeug zu bringen, dürfte dieses zum wichtigsten Tool für elektrifizierte Fernreisen werden. Selbst wenn Android Auto nicht so tief in die Bordelektronik schauen kann, kann es über die Cloud auf die statistischen Daten der Android-Automotive-Systeme zugreifen. In großen Mengen erhoben können sie die Ladeplanung auch bei Fahrzeugen optimieren, die weniger auskunftsfreudig sind.

### Apple vs. Google

Niemand wechselt wegen der Fahrzeugintegration sein Handy-Betriebssystem, es bestünde aber auch kaum Grund dazu. Apples Oberfläche kommt etwas schlichter und mit größeren Symbolen daher, bietet aber auch weniger Einstellmöglichkeiten. Tendenziell gibt es mehr Fahrzeuge mit perfekter CarPlay-Integration am Markt: CarPlay funktioniert häufiger kabellos als Android Auto und nutzt die unterschiedlichen Displayformate besser aus. Wahrscheinlich schaut Apple den Herstellern genauer auf die Finger, wenn

Andere Hersteller nutzen das Android Open Source Project, das man anpassen muss. So hat etwa BMW einen Wechsel von Linux zu AOSP angekündigt, um auf die für Android zahlreich vorhandenen Ressourcen zurückgreifen zu können. Android läuft zwar unter der Haube, wird aber nach außen kaum als solches zu erkennen sein. Volkswagen hat seine Pläne für ein handgestricktes, konzernweites OS auf die lange Bank geschoben. Die Hardwareplattform PPE (Premium Platform Electric), die vorwiegend in den hochpreisigen Fahrzeugen von Audi oder Porsche zum Einsatz kommt, setzt ebenfalls auf das AOSP mit eigenem App-Store.

Android Auto ist schließlich die Variante, um die sich unser Schwerpunkt dreht. Die Schnittstelle macht das Infotainment-System des Fahrzeugs zum Empfänger eines per Kabel oder Funk angebundenen Smartphones mit Android OS. Apple wandelt in Sachen Fahrzeug-OS übrigens auf Googles Pfaden: CarPlay als Smartphone-Schnittstelle ist schon lange verfügbar, das Car-OS von Apple lässt indes noch auf sich warten. Ende dieses Jahres soll es erste Fahrzeuge mit dem im vergangenen Jahr kurz vorgestellten CarPlay 2.0 geben, mit Multi-Display-Unterstützung und tieferer Integration in die Fahrzeugelektronik.

### Onboard vs. Offboard

Einen Vorteil der ab Werk eingebauten Onboard-Lösungen sollte man nicht unterschlagen: Sie sind meist auch auf den Offline-Betrieb ausgelegt. Während auf dem Smartphone fast alle Dienste von einer dauerhaften Internetverbindung ausgehen, beziehen die Fahrzeughersteller die Offline-Nutzung in ihre Pläne ein. Angesichts der immer noch omnipräsenten Funklöcher ist das leider auch nötig.

Wenn die per Android Auto und CarPlay zugespielten Informationen ins Stocken geraten oder die Musik verstummt, ist häufig die weggefallene Internetverbindung schuld daran. Die Onboard-Systeme überspielen solche Lücken routinierter, zeigen allerdings von vornherein weniger Live-Informationen an.

Ein anderer Vorteil ist die Verzahnung mit der Bordelektronik des Fahrzeugs. Die Hersteller führen hier unter anderem eine zuverlässigere Navigation ins Feld, weil das Onboard-Navi auf die performanten Außenantennen des Fahrzeugs zugreifen und zusätzliche Daten wie Einschlagwinkel des Lenkrads oder Anzahl der Radumdrehungen einbeziehen kann. Im Alltag sind die Live-Verkehrsdaten oft entscheidender. Einziger Nachteil von CarPlay und Android Auto: Beim Wechsel von den Smartphone-Oberflä-

diese das Feature in ihren Fahrzeugen anbieten wollen.

Spätestens seit dem im April ausgegebenen Update von Android Auto sind die beiden Systeme kaum zu unterscheiden. Der Homescreen besteht jeweils aus einer Richtung Fahrer gelegten Sidebar, der Navi-Ansicht und zwei zusätzlichen Fenstern in der Splitscreen-Darstellung. Wichtig: In der Sidebar ist auch der Status der Netzverbindung sichtbar. Wenn es hakt, lohnt sich ein Blick aufs Empfangssymbol. Auf Hochkant-Displays rutscht die Sidebar nach unten.

Der Funktionsumfang ist weitgehend identisch. Doch weil Googles Sprachassistentin nach wie vor die Nase vor Siri hat, funktioniert die Steuerung über „Hey Google“ oder die Sprechstaste am Lenkrad etwas flüssiger. Besser gelöst hat Google auch den Umgang mit Benachrichtigungen, die bei CarPlay nach kurzer Einblendung verschwinden, bei Android Auto hingegen fürs spätere Bestätigen seitlich abgelegt werden. So muss man nicht sofort auf eine Nachricht reagieren, sondern kann antworten, wenn der Verkehr es zulässt.

Das Wichtigste: Beide Systeme erlauben die Navigation mit Google Maps. Wobei Google Neuerungen bei Maps wie jüngst die energiesparende Routenführung natürlich zuerst für Android ausspielt, bevor sie für iOS verfügbar werden. Beide unterstützen alternative Navi-Apps. Waze beispielsweise, ebenfalls mit Googles Live-Daten gefüttert, ist wegen der integrierten Blitzerwarnung beliebt.

Das Angebot an kompatiblen Apps in den jeweiligen Stores ist übersichtlich. Rund 40 Anwendungen werden von Google und Apple auf den Promotion-Seiten

von CarPlay und Android Auto in den Vordergrund gestellt. Allerdings macht keiner der Beiden die tatsächliche Zahl publik. Im Zweifelsfall muss man sich eine App aufs Handy laden und dann schauen, ob sie bei der Spiegelung im Fahrzeug auftaucht oder eben nicht.

Bei Android Automotive sind Apps noch Mangelware. Selbst im Renault-System mit direkter Play-Store-Anbindung finden sich nur 40 Apps, bei den Herstellern mit proprietären App-Stores sind es noch weniger. Der hohe Anpassungsaufwand und die geringe Verbreitung von AAOS machen das System für App-Entwickler noch unattraktiv.

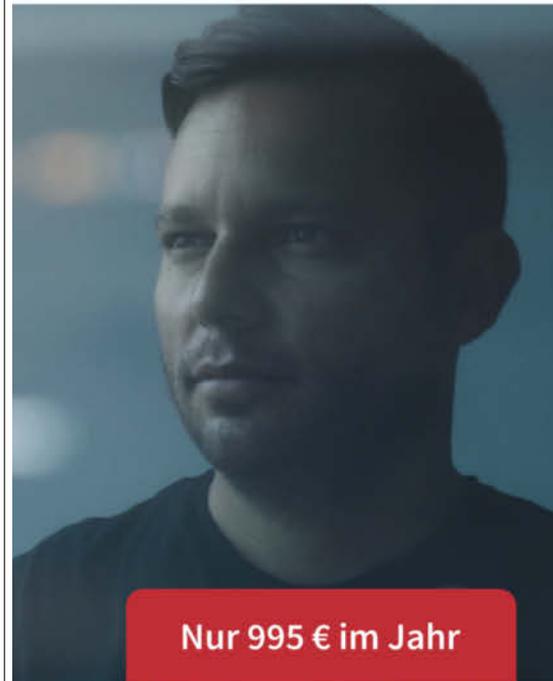
### Zukunft

Der Kampf ums Cockpit ist in vollem Gange und der Ausgang ungewiss. Beim Kauf eines Neufahrzeugs empfiehlt es sich, die Projektionstechniken in jedem Fall an Bord zu holen. Falls sich der Fahrzeughersteller still von einer Onboard-Plattform verabschieden sollte, steht einem immer noch die Zuspiegelung von einem aktuellen Smartphone über das gesamte Fahrzeugleben offen.

Apple und Google stecken viel Energie in die Entwicklung von CarPlay und Android Auto. Davon können auch Besitzer älterer Autos profitieren. Die nötige Schnittstelle lässt sich – wie die folgenden Artikel zeigen – für beliebige Fahrzeugtypen problemlos nachrüsten. Wenn man nicht gerade Digital Detox betreiben und mit dem Kassettenlaufwerk im Cabrio in den Sonnenuntergang fahren möchte, bekommt man mit der Smartphone-Integration ein ordentliches Infotainment-Update. (sha@ct.de) **ct**



Die nächste Generation von CarPlay soll einen entscheidenden Bruch überwinden: Das System soll direkt auf Fahrzeugeinstellungen wie die Klimasteuerung und das Radio zugreifen können.



Nur 995 € im Jahr

## Apple. Experten. Wissen.

Mac & i Pro verschafft Entscheidern, Administratoren und Entwicklern, die sich mit Apple-Systemen beschäftigen, einen wesentlichen Vorsprung.

### Im Paket enthalten sind:

- Bis zu **24 Live-Webinare** pro Jahr
- Zugang zur **Mac & i Pro-Expertenplattform**
- **Pro Talks** mit kompetenten Gästen
- **Mediathek** mit allen Webinaren
- **1 heise+ Jahresabo**
- **1 heise Pur Jahresabo**

Jetzt Mac & i Pro-Paket sichern:  
[www.mac-and-i.de/pro](http://www.mac-and-i.de/pro)





# Leinen los!

## Drahtlos-Dongles für Android Auto und Apple CarPlay im Test

**Wer die grafische Oberfläche des Smartphones aufs Display des Infotainment-Systems seines Autos schubsen will, muss meist zum USB-Kabel greifen. Wireless-Dongles entfesseln das Handy und rüsten die Drahtlosverbindung in Sekunden nach – ganz ohne Eingriffe in die Fahrzeugelektrik.**

Von Stefan Porteck

**D**as Smartphone drängt aufs Cockpit-Display: Kein Wunder, Google Maps ist übersichtlicher als die meisten Navis und wartet stets mit sehr guten Echtzeit-Verkehrsdaten auf. Zudem will heute kaum noch jemand im Auto auf Musikdienste verzichten. Die Musikwiedergabe klappt zwar über Bluetooth, aber die Bedienung wird schnell zur Qual.

So wundert es kaum, dass sich die aufs Auto-Display optimierten Oberflächen von Android Auto und Apple CarPlay großer Beliebtheit erfreuen. Sie holen die wichtigsten Apps direkt aufs Display in der Mittelkonsole, und zwar so, dass sie sich während der Fahrt gut bedienen lassen und man weder die Ver-

kehrssicherheit noch sein Punktekonto gefährdet.

Der Aufbau von CarPlay und Android Auto ist vergleichsweise simpel: Die eigentliche Arbeit übernimmt das Handy, während das Infotainment-System im Auto lediglich die Ausgabe der Apps auf seinem Display anzeigt und sein Mikrofon für Telefonie und Sprachsteuerung bereitstellt.

Die fürs Auto optimierten Oberflächen von Apple und Google erforderten in den Anfangszeiten eine dauerhafte Verbindung zwischen dem Smartphone und dem Infotainment-System des Autos über USB-Kabel. Seit einigen Jahren unterstützen Apple und Google auch eine drahtlose

Übertragung per Bluetooth und WLAN ins Fahrzeug. Doch selbst bei aktuellen Neuwagen fehlt häufig noch die drahtlose Schnittstelle, wenn man Android Auto oder CarPlay bestellt. Nach unseren Erfahrungen ist drahtloses CarPlay zumindest etwas weiter verbreitet, doch die Mehrzahl der Nutzer muss ihr Handy immer noch an die USB-Leine legen. Und unterstützt Ihr Auto beide Systeme nur kabelgebunden, sollten Sie sich keine Hoffnung auf ein Firmware-Update machen, das die drahtlose Nutzung nachreicht.

### Trojanischer Stecker

Mittlerweile gibt es im Handel jedoch diverse günstige Dongles in Form von Kästchen oder Pucks, die die Smartphones entfesseln und die Drahtlos-Option einfach nachrüsten. Der Clou daran: In jedem Auto, das kabelgebundenes Android Auto oder CarPlay unterstützt, lässt sich auf diesem Wege die drahtlose Variante ganz ohne Eingriffe oder dauerhafte Umbauten nachrüsten.

Die Dongles haben eine USB-Buchse oder ein fest verbundenes Kabel. Sie geben sich gegenüber dem Fahrzeug als Handy aus, sobald man sie mit der USB-Buchse des Auto-Infotainment-Systems verbindet. Das Smartphone koppelt man wiederum einmalig über Bluetooth mit den Dongles. Über die Funkschnittstelle behaupten sie nämlich wiederum, dass sie ein Auto seien, das Android Auto und CarPlay in der drahtlosen Variante beherrscht.

Nach dem Einstecken und Koppeln sendet das Handy munter über Bluetooth und eine Ad-hoc-WLAN-Verbindung die Audio- und Videodaten an den Adapter. Dieser schiebt dann alles, quasi als Man-In-The-Middle, über das USB-Kabel weiter ans Auto.

Während die Nachrüstlösung bei allen Autos funktioniert, die Android Auto oder CarPlay ab Werk unterstützen, sind die Anforderungen an das Smartphone dagegen etwas höher. Denn das Telefon muss die Drahtlos-Variante von Android Auto oder CarPlay unterstützen. Google gibt an, dass dies bei Samsung-Geräten ab Galaxy S8, Galaxy S8+ und Note 8 mit mindestens Android 9.0 der Fall sei und bei Pixel Phones ab Android 10. Bei Android-Telefonen anderer Hersteller wird mindestens Android 11 vorausgesetzt. Zudem muss das Telefon 5-GHz-WLAN an Bord haben und über einen mobilen Datentarif verfügen. Apple nennt das iPhone 5 als

## c't kompakt

- Wireless Dongles für CarPlay oder Android Auto sind einfach und schnell installiert.
- Einige Dongles unterstützen beide Standards.
- Unterschiede gibt es bei der Konfiguration und der Robustheit der Funkverbindung.

Einstiegsmodell und verlangt iOS zumindest in der Version 10.

Wir haben sechs Drahtlos-Dongles für unseren Test in die Redaktion geholt. Am bekanntesten ist der AAWireless, der vom gleichnamigen Start-up mit viel Tamtam und einer Crowdfunding-Kampagne das Licht der Welt erblickt hat. Ebenfalls recht bekannt ist der MA1 von Motorola, als einziges Gerät einer Firma mit bekanntem Namen wird es oft als Referenzlösung gehandelt. Darüber hinaus finden sich in Online-Shops diverse Geräte aus chinesischer Herstellung. Abgerundet wird das Testfeld von Dongles der Unternehmen CarlinKit und Ottocast, die Modelle für Android, iOS oder sogar beides anbieten.

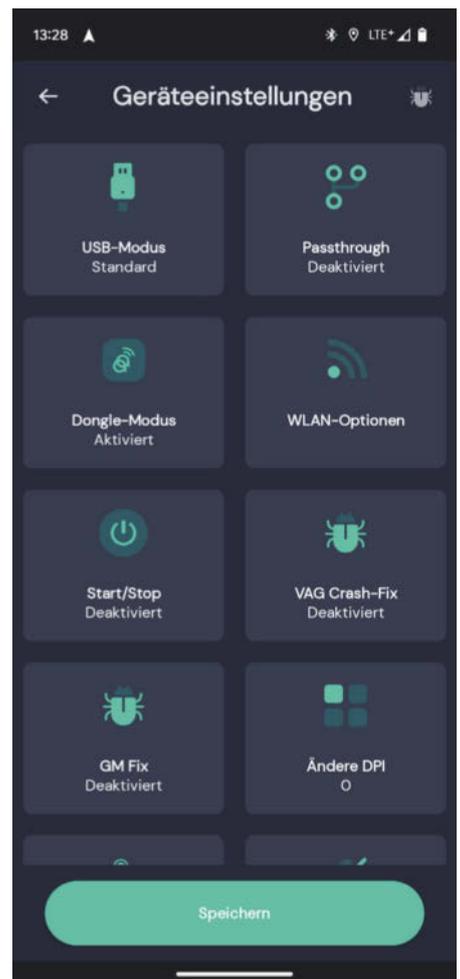
### 3, 2, 1 – los!

Abgesehen vom AAWireless setzt keiner der getesteten Adapter für die Einrichtung eine Smartphone-App voraus. Man steckt sie lediglich in die USB-Buchse des Fahrzeugs und schaltet die Zündung ein, worauf die meisten automatisch in den Pairing-Modus schalten. Einzig beim MA1 von Motorola muss man dafür den Knopf seitlich am Dongle drücken. Anschließend ruft man auf dem Smartphone die Bluetooth-Einstellung auf und startet die Suche nach neuen Geräten. Sobald der Dongle dort erscheint, bestätigt man dessen Kopplungsanfrage.

Wenige Sekunden nach dem Verbinden meldet das Handy automatisch, ein Fahrzeug mit Drahtlosanbindung gefunden zu haben und startet den Einrichtungsdialog von Android Auto oder CarPlay. Nachdem man für den Betrieb nötige Berechtigungen wie den Zugriff auf den Standort oder den Google Assistant abgenickt hat, wechselt das Cockpit-Display sofort auf die Smartphone-Oberfläche. Da

das Fahrzeug den Unterschied zu einem kabelgebundenen Telefon nicht bemerkt, funktionieren auch alle Komfortfunktionen wie gewohnt, etwa die Musiksteuerung über die Tasten am Lenkrad, die Freisprechfunktion und das interne Mikro für die Sprachsteuerung. Letzteres leitet die Befehle dann an den Google Assistant oder Siri weiter.

Künftig kann man einsteigen, das Handy in der Tasche lassen und einfach losfahren. Sobald Dongle und Handy sich verbunden haben, wechselt das Display im Auto automatisch die Oberfläche oder bietet das Umschalten an. Wie lange das dauert, hängt mehr vom Fahrzeug als von den Dongles ab: Sofern die Dongles beim Einsteigen bereits mit Strom versorgt sind, benötigt die Verbindungsaufnahme zu Handy und Infotainment-System rund 15 bis 25 Sekunden.



**AAWireless hat als einziges Gerät eine Smartphone-App, in der sich nützliche Funktionen aktivieren lassen, beispielsweise die Priorisierung eines bestimmten Handys.**

Fein raus ist man bei Autos, die USB-Buchsen direkt beim Aufschließen aktivieren: Oft stehen CarPlay und Android Auto dann schon bereit, bevor man den Gurt angelegt hat. Startet die USB-Schnittstelle erst mit Einschalten der Zündung, muss man sich ein Weilchen gedulden. Aber auch in diesem Fall gibt es noch Unterschiede, denn manche Infotainment-Systeme booten ihrerseits so lahm, dass

Handy und Dongle schon bereitstehen, aber noch aufs Auto warten.

Eine dauerhaft aktive USB-Buchse kann sich für Eigenheimbesitzer allerdings störend auswirken, da die Dongles dann immer einsatzbereit sind. Steht der Wagen im Carport und man kommt im Haus in Bluetooth-Reichweite, spuckt das Handy ungewollt trotzdem eine Benachrichtigung aus, dass die Fahrzeug-

oberfläche verfügbar ist. Einzig der AAWireless-Dongle kann dies umgehen: In seiner zugehörigen App lässt sich einstellen, dass er erst nach Smartphones sucht, wenn er via Bluetooth-Scan erkennt, dass das Infotainment-System des Autos läuft.

Ein weiteres Highlight seiner App: Sie erlaubt das Priorisieren verschiedener Smartphones. Bei den anderen Dongles kann es im Familienauto passieren, dass der Beifahrer bei gemeinsamen Fahrten an seinem Smartphone Bluetooth ausschalten muss, damit es dem Handy des Fahrers nicht buchstäblich dazwischenfunkt.

Im Alltag gibt es durchaus mal Fälle, in denen man statt der Smartphone-Oberfläche das werksseitige Infotainment benutzen möchte – etwa bei E-Autos zur Routenplanung mit Ladestopps. Wechselten wir auf dem Fahrzeugdisplay die Oberfläche und ließen den jeweiligen Dongle stecken, belegte er weiterhin die Bluetooth-Verbindung zum Handy. Da das Infotainment-System dann nicht via Bluetooth verbunden war, funktionierte bei unseren Tests das Musikstreaming direkt vom Handy aufs Fahrzeuggadio nicht.

Umso bedauerlicher ist, dass keiner der Testkandidaten einen Ausschalter hat, mit dem sich dieses Ärgernis leicht vermeiden ließe. Wer mit dem werksseitigen Navi unterwegs sein möchte, muss deshalb den Dongle jedes Mal aus der USB-Buchse ziehen, am Smartphone die BT-Verbindung vom Dongle direkt aufs Auto umbiegen oder auf Streaming und Freisprechen verzichten.

### Nebenwirkungen

So praktisch die drahtlose Verbindung auf kürzeren Fahrten auch ist, auf langen Strecken gibt es Gründe, die Adapter abzuziehen und stattdessen doch das Handy anzustecken: Über die Kabelverbindung wird das Smartphone auch geladen.

Drahtlos geht dem Telefon auf längeren Fahrten hingegen schnell der Saft aus, da die Verbindung deutlich am Akku saugt. Wie schnell die Akkuladung schmilzt, ist zwar je nach Gerät unterschiedlich, aber zehn Prozent pro Stunde ist ein realistischer Wert. Viele neuere Autos mit Smartphone-Unterstützung haben aber meist auch eine Handyablage mit drahtlosem Aufladen. Sofern das Smartphone den Qi-Standard unterstützt, muss man es zwar aus der Tasche nehmen und in die Konso-



Die Dongles holen CarPlay und Android Auto drahtlos ins Auto. Modelle mit festen, zu kurzen Kabeln liegen in vielen Fahrzeugen im Weg.

# Werbung direkt auf die Ohren

## Erreichen Sie Ihre Zielgruppe auf Spotify!

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

### Die Vorteile auf einen Blick

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

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

**Genauere Zielgruppenansprache** – Streuverluste werden durch das spezifische Targeting vermieden.

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



Spotify Audio Ads:  
Der Ohrwurm im  
Online-Marketing

LISTEN ON  Spotify

Erfolgreiches  
Marketing  
vor Ort.



 Heise RegioConcept

Telefon 0511 80 90 89 43  
[www.heise-regioconcept.de](http://www.heise-regioconcept.de)



### AAWireless

Der AAWireless macht einiges anders als die anderen Geräte im Test. So muss man für die Inbetriebnahme die gleichnamige App herunterladen, die über einen Dialog Handy und Dongle koppelt und einrichtet. Im PlayStore und in Shops finden sich häufig Kommentare von Nutzern, die beschreiben, dass die Einrichtung fehlschlug und sie in der App den sogenannten Pass-Through-Modus aktivieren mussten. Das Problem hatten wir im Test nicht.

Nach der Kopplung bleibt die App nützlich: Nur im oben erwähnten Modus verhält sich AAWireless komplett transparent. Ansonsten greift der Dongle in die Kommunikation ein und erlaubt einige Tweaks, die keiner der anderen Testkandidaten bietet. So lassen sich etwa verschiedene Smartphones priorisieren, Bedienungsrestriktionen auf dem Fahrzeugdisplay anpassen und das Startverhalten des Dongles konfigurieren, falls er an einer von der Zündung unabhängigen USB-Buchse hängt. Außerdem hat uns gefallen, dass man das USB-Kabel austauschen kann.

Ein Wermutstropfen ist, dass der AAWireless in unserem Test stärker auf Funk-Smog reagierte als die anderen Testkandidaten. Während die im Schnitt einmal am Tag kurzzeitig die Verbindung verloren, passierte das beim AAWireless im Stadtgebiet häufiger.

- ↑ App-Steuerung
- ↑ viele Zusatzfeatures
- ↓ empfindlich für Funkstörungen

Preis: 80 Euro



### Oxlaw A2A Dongle

Der Dongle von Oxlaw scheint nach den Fotos auf Amazon & Co. unter verschiedenen Herstellernamen verkauft zu werden. Das Gerät wird in China hergestellt und trägt weder auf der Packung noch am Gehäuse einen Firmen- oder Produktnamen. Sein Gehäuse ist aus seidenmattem schwarzem Kunststoff, den ein Android-Auto-Logo ziert, und verfügt über eine kleine LED. Sie reicht, um den Status abzulesen, blendet oder stört bei Nachtfahrten aber nicht.

Kritik muss sich der A2A Dongle am fest verlöteten Kabel gefallen lassen: Es ist mit 10 Zentimetern eines der kürzesten im Testfeld und obendrein so steif, dass das Gerät stets schwebend ins Fahrzeug hineinragt. Je nachdem, wo sich im eigenen Auto der USB-Anschluss befindet, stört das im Alltag bei der Bedienung von Radio oder Klimaanlage.

Technisch leistet sich der Adapter dagegen keine Schwächen. Das erstmalige Pairing gelang auf Anhieb und im Fahrbetrieb bemerkten wir weder Ausfälle noch eine störende Latenz. Zudem war die Startzeit bis zum Erscheinen der Android-Auto-Oberfläche auf dem Display mit 15 Sekunden angenehm kurz.

- ↑ kurze Startzeit
- ↑ kleines und mattes Gehäuse
- ↓ störrisches Anschlusskabel

Preis: 80 Euro



### CarlinKit 5

Der CarlinKit 5, der den Zusatznamen 2air trägt, ist weniger ein Dongle, sondern eher ein längliches Kästchen. Optisch passt es von seiner Form und Größe nicht unbedingt zum Interieur, was im Alltag aber nicht stört, da der Adapter sich einfach unterhalb des Armaturenbretts oder im Handschuhfach platzieren lässt. Er hat als einziger Testkandidat zwei USB-Buchsen: eine vom Typ-C und eine vom Typ-A. Zudem liegen zwei passende Kabel von 30 Zentimeter Länge bei.

Ein verstecktes Plätzchen bietet sich schon deshalb an, weil die Status-LED das Logo des Geräts beleuchtet und bei bestehender Verbindung nicht dauerhaft erstrahlt, sondern grün blinkt. Die Helligkeit und die Größe der beleuchteten Fläche fanden wir bei Nachtfahrten störend. Den Schriftzug abzukleben ist keine Lösung, denn die LED strahlt auch aus der benachbarten USB-Buchse.

Abgesehen von diesem Schönheitsfehler macht der Wireless-Adapter auf technischer Seite alles richtig: Die Einrichtung klappte in wenigen Sekunden und im Test hielten Dongle und Smartphone stets eine flotte Verbindung. Ein Highlight ist die Plattformunterstützung: Der CarlinKit 5 versteht sich auf das Zusammenspiel mit Android Auto und Apple CarPlay. Das ist sehr praktisch für Familien mit Telefonen aus beiden Ökosystemen.

- ↑ zusätzliche USB-A-Buchse
- ↑ unterstützt beide Standards
- ↓ nerviges Dauerblinken

Preis: 90 Euro



### Isix Carplay

Der CarPlay-Adapter von Isix ähnelt in mehrerlei Hinsicht dem Dongle von Oxlaw. So wird auch er offenbar unter verschiedenen Markenbezeichnungen angeboten. Das Gehäuse hat kompakte Abmessungen, trägt keinen Firmennamen und keine Produktbezeichnung, sondern lediglich ein CarPlay-Logo. Anders als der Android-Dongle von Oxlaw ist der Isix-Adapter in der Mitte unter dem Logo etwas erhaben.

Größter Kritikpunkt ist auch hier das sehr steife Kabel, das mit 9,5 Zentimetern Länge zudem von allen Testkandidaten am kürzesten ausfällt. Wegen des Fliegengewichts von gerade einmal 16 Gramm steht der CarPlay-Dongle eingesteckt nahezu waagrecht von der USB-Buchse ab. Immerhin lag unserem Testkandidat ein Klebepad bei, mit dem er sich in der Konsole oder am Armaturenbrett fixieren lässt. Mit seiner matten Oberfläche nimmt man ihn dann deutlich weniger als Fremdkörper wahr.

Das Pairing mit dem iPhone klappte auf Anhieb und auch im Fahrbetrieb fiel es nicht negativ auf. Obwohl der Isix-Dongle der günstigste im Test ist, fällt er technisch von den Wettbewerbern nicht ab und bietet sogar auch die Möglichkeit von Firmware-Updates.

- ⬆️ kleines und mattes Gehäuse
- ⬆️ kurze Startzeit
- ⬇️ störrisches Anschlusskabel

Preis: 80 Euro



### Motorola MA1

Der Lieferumfang des Motorola MA1 ist ähnlich spartanisch wie bei den anderen Dongles. Neben der Anleitung findet sich in der Packung nur ein Klebepad. Die Suche für einen geeigneten Platz ist jedoch nicht leicht, denn das flache USB-Kabel ist mit knapp sieben Zentimetern so kurz, dass es nur ein Umklappen erlaubt und sich nicht gut seitlich biegen lässt. Einmal angeklebt, fügt sich der MA1 mit seiner Hochglanzoberfläche bei vielen Autos optisch nicht besonders nahtlos ins Interieur und ist empfindlich für Kratzer und Fingerabdrücke.

Nachteilig empfanden wir auch, dass das USB-Kabel fest verlötet ist. Findet sich in der direkten Umgebung der USB-Buchse des Autos kein geeignetes Plätzchen, muss man deshalb auf eine USB-Verlängerung zurückgreifen. Hat das eigene Fahrzeug nur USB-C-Buchsen, benötigt man einen Adapter, mit dem das Kabel dann noch dicker aufträgt.

Die Technik verrichtet ihren Dienst dagegen gut: Im Test startete der MA1 mit knapp 20 Sekunden recht flott und signalisierte über seine Status-LED, ob das Handy noch gesucht wird oder schon verbunden ist. Nach erfolgreicher Verbindung funktionierte der MA1-Dongle zuverlässig und ohne störende Latenz.

- ⬆️ kurze Startzeit
- ⬆️ stabile Verbindung
- ⬇️ festes USB-Kabel

Preis: 90 Euro



### Ottocast CarPlay U2-AIR

Das Modell von Ottocast wird von einer deutschen Firma auf Amazon vertrieben. Für den Test entschieden wir uns für ein Modell mit CarPlay-Unterstützung. Ottocast hat aber auch Modelle für Android Auto im Programm, die sich optisch und von der Ausstattung nicht vom Testexemplar unterscheiden. Statt als Puck kommt das Gerät in Form eines kleinen Kästchens. Den ersten Pluspunkt sammelt es für die USB-C-Buchse und die beiden zum USB-Kabel mit Typ-A- und Typ-C-Stecker, die zum Lieferumfang gehören.

Ein Klebepad gibt es nicht, doch mit einem langen USB-Kabel lässt man ihn ohnehin am besten gleich im Handschuhfach verschwinden. Die USB-C-Buchse sitzt tief versenkt im Gehäuse, weshalb kein Adapter und auch nicht jedes Kabel an den Ottocast passt.

Wie die Dongles für Android Auto ließ sich auch der CarPlay-Adapter spielend leicht einrichten: Nach der obligatorischen Kopplung per Bluetooth präsentierte das Kästchen wenige Sekunden später die angepasste iPhone-Oberfläche auf dem Fahrzeugdisplay.

- ⬆️ Kabel wechselbar
- ⬆️ schneller Start
- ⬇️ Design passt nicht ins Auto

Preis: 100 Euro

le legen, kommt aber dafür nicht mit leerem Akku an.

In unseren Tests sorgte das aber nicht für ein voll geladenes Handy am Zielort. Viele Qi-Schalen laden nur mit 7,5 Watt und auch etliche Telefone nehmen per Induktion selbst an leistungsfähigen Schalen nicht mehr auf. Hinzu kommt, dass sich das Handy beim induktiven Aufladen deutlich erwärmt und die drahtlose Nutzung von Android Auto oder CarPlay ihrerseits Rechenpower benötigt, was das Telefon zusätzlich aufheizt. Wird das Handy zu warm, drosselt es die Ladeleistung, weil schnelles Qi-Laden den Akku zusätzlich erwärmt. So erlebten wir in unserem Test unabhängig vom verwendeten Adapter, dass das Telefon an wärmeren Tagen nur mit Ach und Krach überhaupt seinen Akkustand halten konnte. Das induktive Laden quetschte beim Laden dann gerade einmal so viel Energie in den Akku, wie Android Auto oder CarPlay verbrauchten.

Ein weiterer Schönheitsfehler: Viele moderne Autos geben eine akustische Warnung aus, dass man sein Handy nicht vergessen soll, wenn die Bordelektronik bemerkt, dass das Telefon angesteckt oder der Ladekonsole liegt, nachdem der Motor ausgestellt wurde. Da die Dongles dauer-

haft eingesteckt bleiben, hört man beispielsweise bei Fahrzeugen des VAG-Konzerns stets die Ansage aus den Lautsprechern: „Ihr Mobiltelefon befindet sich noch im Fahrzeug“. Spätestens ab dem dritten Tag nervt das.

Drahtlose Verbindungen haben gegenüber Kabeln zudem stets den Nachteil, dass sie anfälliger für Störsignale sind. Da die Dongles über Bluetooth und über 5-GHz-WLAN mit dem Smartphone kommunizieren, sind bei ihnen gleich zwei Funkstrecken betroffen. Bei Fahrten über Land und auf Autobahnen hielten alle Adapter des Tests die Verbindung stabil. Anders in der Stadt: An Orten mit viel Funk-Smog im 2,4- und 5-GHz-Bereich, etwa in der Nähe von Universitäten, Krankenhäusern oder großen Firmenniederlassungen, kam es bei allen Dongles zu sporadischen Aussetzern. Das Infotainment-System schaltete dann plötzlich auf seine native Oberfläche um und die Audiowiedergabe stoppte. Nach wenigen Sekunden setzte die Verbindung wieder ein und die Smartphone-Oberfläche kehrte automatisch zurück.

Noch am zuverlässigsten hielt der Adapter von CarlinKit die Verbindung: Bei Fahrten durchs Stadtgebiet verzeichneten wir meist keinen oder nur einen kurzen Aussetzer. Der MA1 von Motorola schnitt

fast genauso gut ab; lediglich beim Passieren der Universität Hannover ließen störende Funksignale die Verbindung zwischen Dongle und Handy reproduzierbar ausfallen. Das Schlusslicht bildete in unserem Test der Dongle von AAWireless, der auf Stadtfahrten innerhalb eines Tages mehrmals seine Verbindung neu aufbauen musste.

**Fazit**

Alle Dongles des Tests verrichten ihre Aufgabe ordentlich und holen die Smartphone-Oberflächen recht zuverlässig drahtlos aufs Fahrzeug-Display. Wer USB-Buchsen in der Ablage in der Mittelkonsole oder im Handschuhfach hat, kann zu den Dongles von Motorola, Oxlaw oder Isix mit ihren kurzen Anschlusskabeln greifen. Liegt der Anschluss in der Nähe des Cockpit-Displays, sind die anderen Dongles mit USB-Buchse die bessere Variante, weil man sie mit langen Kabeln leichter außerhalb des Sichtfeldes montieren kann.

Vom Funktionsumfang schneidet der AAWireless am besten ab und verlangt im Gegenzug mit seiner Smartphone-App ein wenig mehr Aufwand bei der Ersteinrichtung. Er ist jedoch nicht mit der besten Verbindungsstabilität gesegnet.

(spo@ct.de) **ct**

**Drahtlos-Dongles für Android Auto und Apple CarPlay**

Modell	AAWireless	A2A Dongle	CarlinKit 2air 5.0	Carplay Wireless Adapter	Motorola MA1	U2-AIR
Hersteller, Bezugsquelle	AAWireless, aawireless.io	Oxlaw, amazon.de	CarlinKit, carlinkit.com	ISIX, amazon.de	Motorola, motorola.de	Ottocast, ottocast.com
<b>Technische Daten</b>						
Infotainment-System	Android Auto	Android Auto	Android Auto / Apple CarPlay	Apple CarPlay	Android Auto	Apple CarPlay
Maße ( L x B x H)	52 mm x 52 mm x 13 mm	33 mm x 65 mm x 12 mm	76 mm x 43 mm x 12 mm	32 mm x 53 mm x 11-15 mm	61 mm x 61 mm x 14 mm	56 mm x 56 mm x 14 mm
Gewicht	34 g	20 g	29 g	16 g	31 g	35 g
Kabellänge	32 cm	10 cm	30 cm	9,5 cm	6,6 cm	32 cm
Stecker	USB-A	USB-A	USB-A, USB-C	USB-C	USB-A	USB-A, USB-C
Systemvoraussetzungen	min. Android 11, WLAN, Bluetooth	min. Android 11, WLAN, Bluetooth	min. Android 11, min. iOS 10, WLAN, Bluetooth	min. iOS 10, WLAN, Bluetooth	min. Android 11, WLAN, Bluetooth	min. iOS 10, WLAN, Bluetooth
<b>Funktionsumfang</b>						
Befestigung	–	–	–	Klebepad	Klebepad	–
Kabel austauschbar	✓	–	✓	–	–	✓
Status-LED	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ausschaltknopf	–	–	–	–	–	–
Smartphones priorisieren	✓	–	–	–	–	–
zusätzliche App erforderlich	✓	–	–	–	–	–
Update-fähig	✓	✓	✓	✓	–	✓
<b>Bewertung</b>						
Einrichtung	○	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕
Einbau	⊕	⊖	⊕	⊖	○	⊕
Bedienung	⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕
Funktionsumfang	⊕	○	⊕⊕	○	○	○
Geschwindigkeit	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Preis	79,99 €	80,00 €	90,00 €	79,99 €	89,99 €	99,99 €
✓ vorhanden – nicht vorhanden ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht						

# Werden Sie zum Pentester!

## Webinar-Serie „Ethical Hacking für Admins“

Als angehender Penetration-Tester lernen Sie, Systeme und Netzwerke zu scannen, Schwachstellen zu finden und auszunutzen sowie Lücken in Netzwerkprotokollen und Authentifizierungs-Systemen zu erkennen.

**Kombi-Rabatt**  
beim Kauf von allen  
fünf Webinaren

Die Webinare:

**4. September**

Informationsbeschaffung & Pentesting-Grundlagen

**11. September**

Shells & Backdoors

**18. September**

Einfallstor Netzwerkprotokolle

**25. September**

Passwort-Hacking

**9. Oktober**

Schwachstelle Webseite: Injection-Angriffe

**Jetzt Tickets sichern:**

[heise-academy.de/webinare/hack923](https://heise-academy.de/webinare/hack923)





# Radio Gaga

## Android Auto und CarPlay in Fahrzeugen jeden Alters nachrüsten

**Ein gutes Infotainment-System sorgt mit Live-Verkehrsdaten und Unterhaltung für entspannteres Reisen. Im Prinzip lassen sich Fahrzeuge aller Altersklassen aufrüsten. Mal ist der Aufwand gering, mal muss man etwas tiefer in die Fahrzeugtechnik eingreifen.**

Von Sven Hansen und Stefan Porteck

**U**nterhaltung im Auto war schon immer ein schwieriges Thema: Weil Consumer-Elektronik sich schneller entwickelte als die Technik im Fahrzeug, musste man das Blaupunkt Heidelberg mit trojanischem Kassetten-Adapter füttern, damit die im Discman rotierende CD erklang. Wenige Jahre später nutzte man im selben Auto andere Umwege, um Bluetooth-Streaming nachzurüsten. Und navigiert wurde mit einem Saugnapf-Navi.

Die Pkw-Hersteller kamen bei der Digitalisierung schlicht nicht hinterher. Und selbst wenn: Ein Autoleben kann auch mal 20 Jahre und mehr dauern – in dieser Zeitspanne kommen und gehen unzählige

Standards. Doch so langsam scheint das Ende der Fahnenstange erreicht: Das Handy hat mit Android Auto und Apple CarPlay das Armaturenbrett erobert. Musik kommt als Stream, das Kartenmaterial samt Echtzeit-Verkehrsinformationen aus dem Internet und Anrufe startet man per Sprachbefehl an den Personal Assistant auf dem Smartphone.

Die On-Board-Oberflächen aus dem Silicon Valley degradieren das Fahrzeug-Display zum reinen Anzeigegerät. Damit das langfristig in jedem Auto funktioniert, werden Apps und Funktionen auf dem Handy aktualisiert, während der Übertragungsweg gleich bleibt. So lohnt es sich auch für Besitzer älterer Autos, mit An-

droid Auto und CarPlay in ein langlebiges Ökosystem zu investieren.

Wir haben uns deshalb auf eine Zeitreise durch die Dekaden vom Neuwagen bis zum Oldtimer gemacht und schildern im Folgenden die technischen Voraussetzungen für das Nachrüsten von Android Auto oder CarPlay. Interessanterweise sind die Herausforderungen bei sehr jungen und sehr alten Autos am geringsten. Schwieriger gestaltet es sich bei Gebrauchten aus diesem Jahrtausend, weil die Hersteller in diese oft schon eigene Infotainment-Systeme eingebaut haben, denen es aber sehr oft an Schnittstellen mangelt. Gelingt dort die Umrüstung, hat man dafür aber meist ein optisch ansprechendes Gesamtpaket.

Unser Streifzug bietet praktische Tipps und Anregungen für Fahrzeuge der jeweiligen Zeit. Manche unserer Tipps bewegen sich leicht fließend von einem Jahrzehnt zum nächsten, weil technische Innovationen in der Oberklasse debütieren und viel später in Kleinwagen landen. Je nachdem, welches Auto man pimpen will, lohnt sich deshalb ein etwas weiter gefasster Blick.

### 2020er: (Fast) alles schon an Bord

Bei Autos aktueller Baureihen ist es am einfachsten, in den Genuss von Android Auto und CarPlay zu kommen: In den meisten Modellen sind alle benötigten digitalen Schnittstellen schon vorhanden.

Wer einen jungen Gebrauchten oder Jahreswagen kauft und sein Handy ansteckt, braucht nicht nervös zu werden, wenn sich daraufhin auf dem Display nichts regt. In den meisten Fällen sind Handy-Schnittstellen Teil von Ausstattungspaketen, etwa in Kombination mit einer Handyablage mit Drahtlosladefunktion. Viele Neuwagenkäufer setzen bei solchen Gimmicks den Rotstift an und ordern lieber das beheizbare Lenkrad.

Wurde die Smartphone-Unterstützung seinerzeit nicht mitbestellt, steckt man trotzdem nicht in der Sackgasse: Sofern das Auto einen Touchscreen und eine USB-Buchse besitzt, liegt die Chance auf Android Auto und CarPlay bei nahezu einhundert Prozent. Die kabelgebundene Unterstützung lässt sich oft nachträglich aktivieren. So wirbt VW, dass jeder Volkswagen-Händler sie bei Modellen ab Baujahr 2016 gegen Gebühr freischaltet. Der Haken: Die Preise dafür liegen dann meist auf demselben Niveau wie seinerzeit bei der Bestellung des

### c't kompakt

- Fahrzeuge aller Altersstufen lassen sich mit Android Auto und CarPlay nachrüsten.
- Der Integrationsaufwand steigt mit dem ästhetischen Anspruch.
- Das Upgrade lohnt sich besonders bei (Ur-)Altfahrzeugen, solange sie noch ein paar Jährchen haben.

Autos. Sprich: Die nachträgliche Freischaltung kostet üblicherweise einen dreistelligen Betrag. Kein Schnäppchen, doch der Gang zum Händler lohnt sich in den ersten zwei Jahren meist trotzdem, denn nur bei einer offiziellen Freischaltung durch den Fachhändler bleibt die Garantie erhalten.

Technisch ist das Freischalten der Smartphone-Anbindung jedoch kein Hexenwerk: Es wird über die OBD-Schnittstelle lediglich eine Neukodierung im Steuergerät vorgenommen. Wenn die Garantie sowieso abgelaufen ist und man selbst etwas risikofreudiger, schaltet man die Funktion mit einem OBD-Dongle und einer zugehörigen Smartphone-App frei. Für Autos von BMW und VW bietet beispielsweise die Firma OBD-Eleven Dongle und App für rund 50 Euro an. Da der Funktionsumfang zwischen verschiedenen Modellen variiert, sollte man jedoch vor dem Kauf prüfen, ob für das Fahrzeug die Kodierung der Smartphone-Unterstützung damit möglich ist.

Wer es weniger kompliziert wünscht, greift in derselben Preisklasse zu OBD-Dongles, die beim einmaligen Anstecken an die Diagnosebuchse nach Einschalten der Zündung automatisch und dauerhaft die Smartphone-Schnittstelle freischalten. Solche Stecker findet man für fast jedes aktuelle Auto bei Amazon oder günstiger in China-Shops wie AliExpress.

Sobald man Android Auto und CarPlay entfesselt hat, kann man sich um mehr Komfort bemühen. Bei der Einführung beider Systeme im Jahr 2015 gab es noch keine drahtlose Nutzung. Und selbst heute muss man in der Android-Welt das Telefon bei den meisten Autos ans USB-Kabel hängen. Selbst wenn die Autos Bluetooth und 5-GHz-WLAN haben, braucht man kaum auf Updates der Pkw-Hersteller zu hoffen. Glücklicherweise kann man die Funkanbindung mit günstigen Drahtlos-Dongles nachrüsten. Sechs solcher Geräte haben wir auf Seite 62 getestet.

### 2010er: Bluetooth zieht ein

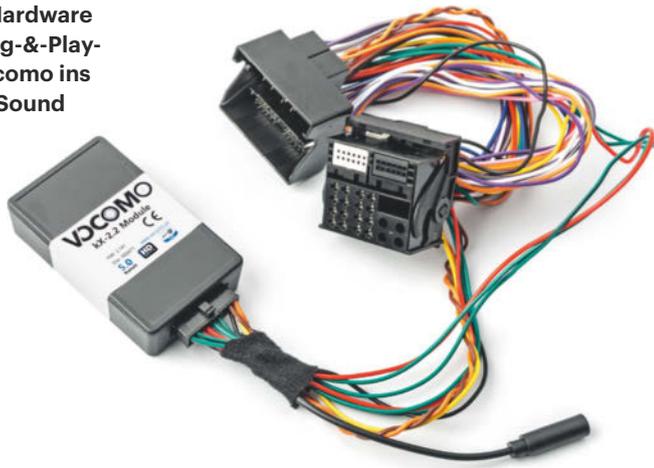
Ende der Zehnerjahre mussten die Hersteller in Sachen Infotainment Gas geben, denn Android Auto und CarPlay erschienen auf der Bildfläche. Das Smartphone mauserte sich zum universellen Begleiter und setzte Maßstäbe, vor allem, was die Touch-Bedienung angeht.

Freisprecheinrichtung und kabellose Kopplung via Bluetooth hielten Einzug in alle Fahrzeugklassen. Sie sorgen für mehr Sicherheit durch weniger Ablenkung beim Telefonieren. Bluetooth ist zwar standardisiert, aber Kopplung und Betrieb waren je nach Gegenstelle manchmal wackelig. Manch ein Fahrzeug aus dieser Ära unter-



Hinter dem Handschuhfach kann es eng zugehen, wie hier in einem Baujahr 2008. Je älter die Fahrzeuge, desto einfacher lässt sich nachträglich Technik verstecken.

**Aktuelle Bluetooth-Hardware holt man sich mit Plug-&-Play-Kits wie dem von Vocomo ins Auto. So kommt der Sound kabellos ins System.**



**Mit OBD-Dongles lassen sich Android Auto und CarPlay bei vielen aktuellen Autos eigenhändig freischalten.**

stützt also Bluetooth, es läuft aber nicht immer stabil.

Abhilfe schaffen die Bluetooth-Kits von Vocomo (c't 24/2021, S. 88), mit denen man einen aktuellen Bluetooth-Chip ins Fahrzeug integriert und die Audiosignale über den Line-In-Eingang ins Radio schiebt. Je nach Fahrzeug stehen die Adapter vorkonfiguriert als Plug-&-Play-Lösung bereit, sodass man sie ohne viel Gefrickel hinter das Infotainment-System stöpselt. Trotzdem ist der Einbau nicht trivial, weil man dafür das Display und Teile des Armaturenbretts ausbauen muss.

Ein größeres Farbdisplay in der Mittelkonsole gehört in den 10er-Jahren oft schon zur Grundausstattung. Allerdings fehlt in vielen Fahrzeugen ein Eingang, um das Display von externer Quelle zu speisen. Als Erstes sollte man nach einem ana-

logen Videoeingang Ausschau halten, der meist als gelbe Cinch-Buchse etwa im Handschuhfach herausgeführt ist. Hier lässt sich ein SD-Signal einspeisen – nicht optimal, aber genug für die vereinfachte Darstellung von CarPlay und Android Auto.

Touch-Bedienung ist in dieser Dekade nicht immer zu finden, aber Nachrüstlösungen wie Taffios CP311 bringen einen Drehdrücksteller zum bequemen Navigieren gleich mit. Damit bewegt man sich wie mit dem ursprünglich von BMW etablierten iDrive-Wheel auf der vom Smartphone generierten Oberfläche.

Das in c't 04/2022 (S. 73) vorgestellte Nachrüst-Kit ist besonders flexibel einsetzbar, da es neben analogem und digitalem Videoausgang auch Freisprechmikrofon und Bluetooth mitbringt. Ist kein Display vorhanden, lassen sich für den

Automobilbereich verfügbare Nachrüst-Displays problemlos anschließen.

### 2000er: Vielleicht ein Display mit analogem Eingang

In den Nullerjahren war das Display im Dashboard längst keine Selbstverständlichkeit. Gut ausgeleucht und blickwinkelstabile Bildschirme waren teuer und blieben hochpreisigen Fahrzeugen vorbehalten. Wer ein solches spazieren fährt, kommt vielleicht mit den oben erwähnten Adaptern zum Zuge.

Nicht herausgeführte Anschlüsse an Display und Radio stellen bei Fahrzeugen aus den Nuller- und Zehnerjahren oft das größte Problem dar. Wer ein wenig in Foren wühlt, findet oft die PIN-Belegung seines aktuellen Autoradios und manch ein Anschluss lässt sich mit einem modifizierten ISO-Stecker nach außen führen.

Alternativ lohnt sich ein Blick auf hochspezialisierte Nachrüstlösungen wie die auf einzelne Fahrzeuge abgestimmten Kits von Taffio. Mit Preisen von 400 bis 800 Euro sind sie nicht ganz billig, das hat aber auch seinen Grund: Bei manchen dieser Kits wird das Originaldisplay aus dem Auto ausgebaut und ersetzt. Das neue Display nimmt die Videosignale des Infotainment-Systems entgegen, ist aber zusätzlich mit CPU und Speicher sowie einem eigenen Betriebssystem ausgestattet. Es übernimmt die Originalkabel und wird zusätzlich an den internen AUX-Anschluss des Radios angeschlossen. Für eine lückenlose Integration werden die Kits oft mit passenden Blenden geliefert. Die eigentliche Anpassung steckt in der Software: Auch die Bedienung von Android Auto und CarPlay erfolgt dann über die Drehdrücksteller oder die Lenkradtasten des Autos.



**Universelle Nachrüst-Kits wie das Taffio CP311 eignen sich für Fahrzeuge mit Display ohne Touch-Bedienung.**



# SAVE THE DATE!

## Drei Tage geballtes Frontend-Know-how

### Die Konferenz

- Zwei Konferenztage mit drei Tracks
- Rund 40 Talks
- Expert:innen aus der Praxis
- Ganztägige Workshops
- Direkter Austausch und Networking

### Die Themen

- Web- und Mobil-Entwicklung
- UX und Accessibility
- Testing und Qualitätssicherung
- Workflow und Continuous Delivery
- JavaScript und -Frameworks
- Und vieles mehr!

14. – 16.  
November,  
Kölner  
KOMED



Sponsor:



Jetzt Blind-Bird-Ticket sichern:  
[ctwebdev.de](https://ctwebdev.de)



Man nutzt anschließend entweder das Originalsystem des Autoherstellers oder schaltet über die Auswahl der Signalquellen auf das Android Auto oder CarPlay des Taffio-Displays um. Auch hier ist Plug & Play der Anspruch. Da diese Lösungen mitunter nur mit bestimmten Baujahren funktionieren, muss man vor der Bestellung die Kompatibilität prüfen.

2008 ist das Jahr, in dem die iPod-Verkaufszahlen ihren Höhepunkt erreichen. Der iPod ist auch das erste Gerät, das im Handschuhfach verschwindet und vom Infotainment-System gesteuert wird. Die in Modellen jener Jahre gängige iPod-Schnittstelle ist insofern ein Vorgänger der Smartphone-Schnittstellen, eben nur auf Audio beschränkt. Den späteren iPod-Modellen mit Videofähigkeit und analogem Videoausgang verdanken wir auch die Videoeingänge dieser Zeit. Wenn die Handbremse gezogen und nicht zufällig das Kabel zum Signaltaster getrennt ist, kann man den Videoeingang nutzen. Wer den Videoeingang dauerhaft für Android Auto oder CarPlay nutzen möchte, muss das „Handbrake-Problem“ seines Fahrzeugs adressieren.

### 90er: DIN ist Trumpf

In den 90ern wurden Autos außen knubeliger und auch in den Cockpits jener Zeit verschmolzen die Formen. Die Radios

**Nachrüstradios im Doppel-DIN-Format passen in sehr viele ältere Autos und rüsten auf einen Schlag Bluetooth, Freisprechen und die Smartphone-Oberflächen nach.**



waren häufig voll integriert oder zumindest hinter herstellerspezifischen Blenden versteckt. Der erste Blick sollte daher der Typenbezeichnung der Radios gelten, der zweite geht ins Internet. Es müsste schon mit dem Teufel zugehen, wenn nicht längst jemand auf YouTube das Cockpit zerlegt hätte. Die Sprache spielt keine Rolle, wichtig ist nur, was der Hobbymechaniker am Ende in die Kamera hält, genauer gesagt, ob es sich um ein DIN- oder Doppel-DIN-Gerät handelt.

Ist dies der Fall, muss man nur nach einer passenden Display-Blende und der Ersatzhardware Ausschau halten. Nam-

hafte Hersteller wie Sony oder Kenwood bieten noch heute Doppel-DIN-Radios mit Touchscreen und Unterstützung für Android Auto und CarPlay an. Die Investition in Adapter, die von den oft proprietären Herstellersteckern auf Standard-DIN-Stecker wandeln, ist lohnenswert. Ansonsten muss man die Belegung der Pfostenstecker herausfinden und gegebenenfalls zum Lötkolben greifen.

Komplizierter wird es, wenn das Originalradio mit seiner Segment-Anzeige oder seinem monochromen LCD nicht in einem Doppel-DIN-Schacht sitzt. Dann kommt man um ein Nachrüstdisplay nicht umhin. Die einfachste Variante ist eine externe Komplettlösung mit Saugnapfhalterung.

Hodozzy A3135 für rund 130 Euro ist ein Vertreter dieser Zunft. Im etwas bulligen Gehäuse steckt ein Sieben-Zoll-IPS-Display mit Touch, Mikrofon und Lautsprecher. Ist man handwerklich wenig begabt, befestigt man es per Saugnapf an der Scheibe und verbindet es über den 12-Volt-Stecker mit dem Bordnetz. Sofern das Armaturenbrett einen Platz bietet, lässt es sich mit der mitgelieferten Schraubhalterung dauerhaft montieren und der Strom über die Zündungsplus-Klemme im Sicherungskasten abgreifen.

Das A3135 bietet sich via Android Auto und CarPlay als Smartphone-Senke an und kann das Audiosignal über Bluetooth, analoges Audio oder UKW-Funk ins Bordsystem einspeisen. Für die UKW-Übertragung stellt man die Sendefrequenz im Menü ein und speichert die Frequenz im Autoradio ab. Die Qualität der UKW-Übertragung ist zwar schlechter als über Bluetooth, aber gut genug für Fahrzeuge dieser Altersklasse. Die Soundsysteme



Das A3135 von Hodozzy oder anderen Herstellern klebt man per Saugnapf an die Windschutzscheibe und holt CarPlay oder Android Auto aufs Sieben-Zoll-Display.

waren meist schwächer und die Umgebungsgerausche deutlich stärker.

Audioeingänge findet man oft schon am bestehenden Bordsystem. Nicht selten ist eine Unterstützung für einen CD-Wechsler vorhanden, deren Aux-Eingang man für alternative Quellen umwidmen kann. Für manch ein Fahrzeug gibt es für wenig Geld eine Blackbox, die einen CD-Wechsler emuliert, einen Bluetooth-Zugang bietet und noch Freisprechfunktionen nachrüstet.

Das A3135 bietet einen weiteren Vorteil: Über den MicroSD-Einschub kann man Videos von einer Speicherkarte abspielen. Das Soundsystem des Fahrzeugs lässt sich zur Tonausgabe nutzen. Android Auto und CarPlay hingegen spielen bislang keine Videos ab, nicht mal im Stand bei angezogener Handbremse.

### Die wilden 80er und davor

Nun befinden wir uns endgültig in einer Fahrzeugära, in der das Infotainment-System noch Autoradio hieß und die Kompaktkassette das Speichermedium der Wahl war. Zum Glück blieb vom Zigarett-

tenanzünder der 70er noch die 12-Volt-Buchse übrig und stereofoner UKW-Sound gehörte auch zu Major Toms Zeiten zum guten Ton.

Entworfen wurden die Fahrzeuge noch am Reißbrett, was aus Nachrüstperspektive durchaus ein Vorteil ist. Viel mehr als einen mit ein paar Spezialwerkzeugen entnehmbaren Kasten im DIN-Format hatte man nicht zu befürchten. Ein Panzerknacker-Kit mit allen gängigen Entnahmewerkzeugen gibt es für schlankes Geld bei Amazon, also besser nicht mit dem Schraubendreher oder Mutters Nagelfeile herumprokeln. Im schlimmsten Fall hat man den vierstelligen Pin-Code vergessen und muss das Altgerät ohnehin entsorgen.

Sitzt man vor einem rechteckigen Loch, schlägt die Stunde der Headunits mit ausfahrbarem oder schwenkbarem Display. Solche Radios bieten beispielsweise Pioneer mit dem AVH-Z7200DAB (rund 600 Euro) oder Sony mit dem XAV-AX8050D (rund 500 Euro) an. Ihr Vorteil: Sie passen in die antiquierten DIN-Schächte und ihr Display ragt rund zwei Finger breit ins Fahrzeug hinein. An der Front

haben sie ein Scharnier, das ein Touchscreen-Display von rund sieben bis neun Zoll hält. Bei manchen Fahrzeugen hat man das Glück, dass das Display nur die Lüftungsdüsen verdeckt. Schirmt es dagegen die Heizungsregler ab, kann man es bei Bedarf in die Waagerechte klappen – nicht ganz praktisch, aber besser als nichts.

Der Vorteil beim Austausch des kompletten Radios ist hier wie bei Doppel-DIN-Radios der 90er-Jahre, dass die modernen Geräte alles mitbringen: Bluetooth und Smartphone-Unterstützung sind automatisch an Bord. Gleiches gilt für ein externes Mikrofon zur Sprachsteuerung. Durch die inzwischen digitalen Endstufen brauchen sie noch weniger Platz und liefern satteren Sound als alte Radios.

Als Goodie gibt es auf Wunsch – meist gegen Aufpreis – eine Funkfernbedienung, die ans Lenkrad geklebt oder geklettet wird. Ein Videoeingang für eine separate Rückfahrkamera oder DAB-Tuner stehen bei manchen ebenfalls hoch im Kurs.

Nachteil der neuen Radios: Sie passen absolut nicht zum Charme von Young- und Oldtimern. Kaum jemand dürfte seinen BMW 2002 oder einen ikonischen Strichachter Benz mit einem Neun-Zoll-Display verschandeln wollen. In diesem Fall bleibt auch hier der Griff zum oben genannten Saugnapf-Display. Oder zumindest in der Android-Welt doch die Handyhalterung und das Smartphone, denn anders als die meisten wissen, lässt sich die Android-Auto-Oberfläche mit einem Trick (siehe Kasten) weiterhin direkt auf dem Smartphone-Display nutzen.

### Fazit

Zumindest mit der Saugnapf-Variante hat man jedes Auto im Handumdrehen gepimpt – natürlich ist diese Art der Nachrüstung alles andere als nahtlos. Soll Android Auto oder CarPlay mit dem bestehenden System verschmelzen, ist im Einzelfall deutlich mehr Aufwand nötig. Je nach Baujahr fallen dann Kosten von rund 400 bis knapp 1000 Euro an.

Wer es sich nicht traut, Teile des Armaturenbretts oder dessen Verblendungen auszubauen und den Eingriff an die Fahrzeugelektrik scheut, kann das einer Werkstatt überlassen. Das macht die Umrüstung aber deutlich teurer. Dafür kann man das Smartphone danach während der Fahrt getrost links liegen lassen. Und nachrüsten ist in den meisten Fällen immer noch billiger, als ein moderneres Auto zu kaufen. (sha@ct.de) **ct**

## Android Auto auf dem Smartphone

In Firmen- oder Mietwagen scheiden Umbauten grundsätzlich aus, aber auch im eigenen Auto will nicht jeder zum Schraubendreher greifen. Viele Nutzer waren ehemals sehr zufrieden damit, das Smartphone in eine Handyhalterung zu stecken und die Oberfläche von Android Auto einfach auf dem Display des Handys zu nutzen.

Mittlerweile ist das offiziell nicht mehr möglich. Android Auto auf dem Smartphone wurde vor einigen Jahren zugunsten des Google-Assistant-Driving-Mode eingestellt, den Google 2019 vorgestellt hatte. Das Problem: Er kam mit zwei Jahren Verspätung und wurde schon 2022 wieder eingestellt. Funktional kam er sowieso nie an Android Auto heran.

Mit einem Kniff lässt sich die Oberfläche von Android Auto aber weiterhin aufs Smartphone holen. Dafür benötigt man die App „Headunit Reloaded Emulator HUR“, die es für knapp 5 Euro im Play Store gibt. Sie stammt von den Machern des AAWireless-Dongle, den wir auf Seite 62 getestet haben.

Öffnet man die App auf dem Handy oder Tablet, gibt sie anschließend vor,

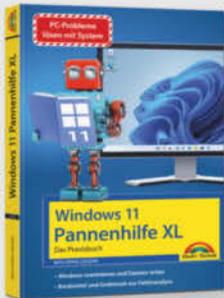
ein Android-Auto-kompatibles Fahrzeug zu sein. Aktiviert man dann den sogenannten Selfmode, startet die Android-Auto-Oberfläche im Querformat direkt auf dem Smartphone. Wegen des kleineren Displays sieht die vor einigen Monaten eingeführte Oberfläche mit Infokacheln jedoch sehr gequetscht aus.

Wer mehr Platz wünscht, installiert HUR auf einem Android-Tablet und verbindet sein Telefon anschließend drahtlos oder via USB-Kabel mit dem Smartphone. Auf dem sollte dann der Einrichtungsdialo von Android Auto erscheinen und die Oberfläche anschließend auf dem Tablet landen. Sofern im Tablet eine SIM-Karte steckt oder man am Smartphone einen WLAN-Hotspot aufmacht und das Tablet GPS unterstützt, kann es stattdessen auch den Selfmode nutzen.

In unserem Test funktionierte beides auf einem Pixel-Telefon und -Tablet. Im Play Store zeigen die Bewertungen, dass es ein wenig Glückssache ist, ob HUR auf dem eigenen Handy gut oder gar nicht funktioniert.

# Für Wissenshungrige...

## Ausgewählte Fachliteratur



Wolfram Gieseke  
**Windows 11 – Power-Tipps**

Ob ein externes Gerät nicht erkannt wird, Programme nicht mehr wie gewohnt laufen oder ein Ihnen unbekannter Update-Fehler auftritt: Wenn Sie den unterschiedlichen Fehlermeldungen selbst auf den Grund gehen möchten, hilft Ihnen dieses Buch weiter.

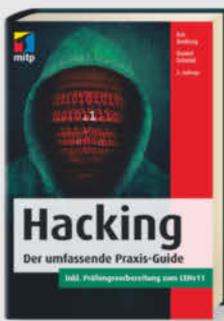
19,95 €



Brian Svidergol, Bob Clements, Charles Pluta  
**Microsoft 365 Mobilität und Sicherheit**

Bereiten Sie sich auf die Microsoft-Prüfung MS-101 vor und zeigen Sie, dass Sie die erforderlichen Fähigkeiten und Kenntnisse für die Verwaltung von Mobilität und Sicherheit in Microsoft 365 sowie die damit verbundenen Verwaltungsaufgaben in der Praxis beherrschen. Dieses Prüfungstraining wurde für erfahrene IT-Profis entwickelt.

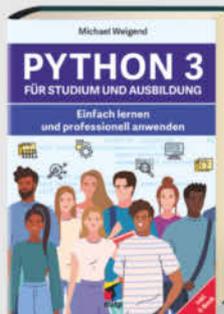
49,90 €



Eric Amberg, Daniel Schmid  
**Hacking – Der umfassende Praxis-Guide (2. Auflage)**

Dies ist ein Leitfaden für angehende Hacker, Penetration Tester, IT-Systembeauftragte, Sicherheitsspezialisten und interessierte Poweruser. Mithilfe vieler Workshops sowie Tipps und Tricks lernen Sie die Vorgehensweise eines professionellen Hacking-Angriffs kennen.

49,99 €



Michael Weigend  
**Python 3 für Studium und Ausbildung**

Alle wichtigen Grundlagen der Python-Programmierung werden erklärt. Es sind keine Vorkenntnisse notwendig und die Themen werden fachunabhängig erläutert.

19,99 €



Christian Immler  
**Haus und Wohnung smart vernetzt**

Ob Sie Daten, Musik und Medien im ganzen Haus nutzen, Ihr WLAN optimieren oder per App aus der Ferne Ihre Heizung anstellen, diese und weitere relevante Themen rund um Ihr vernetztes Zuhause werden in diesem Buch ausführlich besprochen.

19,95 €

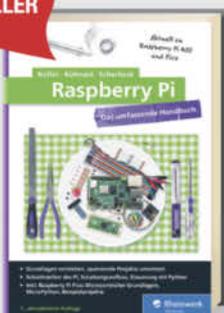


Thomas Kaffka  
**3D-Druck – Praxisbuch für Einsteiger (3. Auflage)**

Entdecken Sie die nahezu unbegrenzten Möglichkeiten des 3D-Drucks in allen Varianten: vom Einsatz des eigenen 3D-Druckers zu Hause über die Verwendung von öffentlich zugänglichen Druckern bis hin zur Nutzung von 3D-Druckservices.

29,99 €

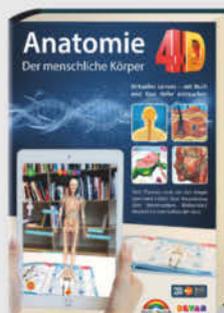
BEST-SELLER



Michael Kofler, Charly Kühnast, Christoph Scherbeck  
**Raspberry Pi (7. Auflage)**

Das Standardwerk in 7. Auflage, aktuell zum Raspberry Pi Pico. Die RasPi-Experten Michael Kofler, Charly Kühnast und Christoph Scherbeck bieten Ihnen auf über 1.000 Seiten das komplette Wissen, damit Sie mit dem Raspberry Pi richtig durchstarten.

44,90 €



**Anatomie 4D – Der menschliche Körper**

Mithilfe einer kostenlosen App und bahnbrechender Augmented Reality kann der Aufbau der Knochen, die Muskeln in Aktion, das Nerven- und Kreislaufsystem sowie das größte menschliche Organ, die Haut, beobachtet werden.

14,95 €



[shop.heise.de/highlights2023](https://shop.heise.de/highlights2023)

PORTOFREI AB 20 € BESTELLWERT INNERHALB DEUTSCHLANDS



## Zubehör und Gadgets



### Oxocard Artwork Creative Coding

Mit dem leistungsfähigen Dual-Core Chip ESP32 liefert die Oxocard genügend Power für Ihre Experimente. Lernen Sie in kurzer Zeit wie man beeindruckende visuelle Effekte erzeugt, wie wir sie aus Spielen und Filmen kennen.

69,90 €



### musegear® finder Version 2

Finden Sie Schlüssel, Handtasche oder Geldbeutel bequem wieder statt ziellos zu suchen. Mit dem Finder können Sie z.B. das Smartphone klingeln lassen oder Wertgegenstände einfach tracken und noch mehr.

24,90 €



### Joy-IT LCR-T7 Messgerät

Mit Hilfe des LCR Messgerätes können Sie die Induktivitäten (L) von Spulen, Kapazitäten (C) von Kondensatoren und deren Widerstände (R) als Verlust messen. Die automatische Bauteilerkennung von dem Messgerät kann elektronische Komponenten (Dioden, Z-Dioden, Doppeldioden, Widerstände, Kondensatoren, Induktoren, Thyristoren, Triacs, Feldeffekttransistoren, Bipolartransistoren und Batterien) erkennen.

29,90 €



### Nitrokey 3A NFC

Der Nitrokey 3 vereint die Funktionen vorheriger Nitrokey Modelle: FIDO2, Einmalpasswörter, OpenPGP Chipkarte, Curve25519, Passwort-Manager, Common Criteria EAL 6+ zertifiziertes Secure Element, Firmware-Updates. Damit werden Ihre Accounts zuverlässig gegen Phishing und Passwort-Diebstahl geschützt.

59,90 €



### Joy-IT OR750i: Freifunk- & OpenWrt-Dual-Band-Router

Der Einstieg in die Freifunk- und OpenWrt-Welt kann oft schwierig sein. Deshalb hat Joy-IT in Zusammenarbeit mit Freifunk Hannover und c't den OR750i entwickelt.

Dank Webinterface kann man beliebige Firmwares einfach hochladen – ohne komplizierte Kommandos oder inkompatible Hardware-Revisionen; ideal für OpenWrt-Einsteiger und solche, die Freifunk einfach nur nutzen wollen.

39,90 €



NEU

### JOY-IT DSO-138 M mini Oszilloskop

Das Mini-Oszilloskop mit einer Bildschirmgröße von 2,4" kann per USB oder Akku betrieben werden. Eine Verbesserung ist der externe Triggereingang, welcher TTL- und LVTTTL-Signale als Quelle akzeptiert und serielle Ausgabe von Wellenformdaten.

54,90 €



### Die Reise mit dem micro:bit V2

Mit der Electronic Adventure Experimentier-Box ab 8 Jahren lernt man in aufeinander aufbauenden Lektionen wie sich auf Basis des BBC micro:bit spannende Experimente verwirklichen lassen.

49,90 €



### REINER SCT Authenticator

Der REINER SCT Authenticator speichert die elektronischen Schlüssel für die Logins sicher in seiner Hardware und generiert die TOTP-Einmalpasswörter hochgenau alle 30 Sekunden. Er arbeitet ohne Internetverbindung und kann deshalb online nicht angegriffen werden. Zusätzlich kann seine Funktion noch mit einem PIN-Schutz abgesichert werden.

44,90 €



# Kopfspaltung

## Server-Festplatte Seagate Exos 2X18 mit geteiltem Kopfstapel für mehr Speed

**Die Festplattenkapazitäten wachsen immer weiter, doch die Geschwindigkeit kommt nicht hinterher. Seagate will das mit zwei unabhängig voneinander agierenden Kopfstapeln in der Exos 2X18 ändern. Das klappt aber nicht in allen Fällen.**

Von Lutz Labs

Mehr als 20 TByte Daten fassen die größten Festplatten aktuell, in den nächsten zehn Jahren dürften sich die Kapazitäten nochmal verdoppeln. Doch die Geschwindigkeit verharrt auf dem Niveau von vor zehn Jahren – da galten 4 TByte als hochkapazitiv. Aktuelle Modelle sind gerade einmal 50 Prozent schneller als damals, wobei die aktuelle Geschwindigkeit

von bis zu 280 MByte/s vor allem aus der höheren Bitdichte der Spuren resultiert.

Vor zwei Jahren kam mit der Seagate Exos 2X14 die erste Dual-Aktuator-Festplatte auf den Markt: Zwei Köpfe können gleichzeitig Daten lesen oder schreiben. Dazu haben die Seagate-Ingenieure den Kopfstapel aufgeteilt, eine Hälfte der Scheibenoberflächen wird von einem Kopfblock bedient, die andere Hälfte von einem zweiten Block. Beide Blöcke bewegen sich auf einer gemeinsamen Achse, werden aber von eigenen Motoren angetrieben.

Die Exos 2X14 war lediglich mit SAS-Interface erhältlich, erst mit der jetzt aktuellen Exos 2X18 ist auch eine SATA-Version erhältlich – diese haben wir uns ins Labor geholt, denn sie ist unter Umständen auch für ein NAS oder einen Heimserver interessant.

Die 2X18 ist mit 16 und 18 TByte erhältlich, wir haben die kleinere Version gekauft. Diese ist aktuell mit etwa 550 Euro mehr als doppelt so teuer wie das gleich große

Modell mit nur einem Kopfstapel. Nach Ansicht eines Seagate-Sprechers könnte dieser Aufschlag mit besserer Verfügbarkeit auf etwa 30 Prozent zurückgehen.

Für die Erklärung der Technik müssen wir zunächst mit einem weitverbreiteten Irrtum aufräumen: In einer üblichen Festplatte arbeiten zwar viele Köpfe, aber niemals gleichzeitig. Der Kopfstapel ist starr, er bewegt alle Köpfe gleichzeitig über die Scheiben, nur einer der Köpfe aber ist aktiv. Das gleichzeitige Schreiben oder Lesen mit mehreren Köpfen scheitert etwa daran, dass die Spuren unter anderem durch die Vibrationen der Scheiben nicht exakt übereinanderstehen.

### Zwei Festplatten in einer

Die Exos 2X18 unterscheidet sich von der normalen X18 vor allem in einem zweiten Motor für den zusätzlichen Kopfstapel und Änderungen in der Firmware. Diese mappt den ersten Block auf die erste Hälfte der Sektoren, der zweite Block mit den übrigen Sektoren schließt sich nahtlos daran an.

Der Rest entspricht größtenteils der normalen Exos X18 mit 16 TByte: Die Platte rotiert mit 7200 Umdrehungen pro Minute, hat 256 MByte Cache, darf rund um die Uhr laufen und hat eine prognostizierte Ausfallrate von 0,35 Prozent pro Jahr bei einer maximalen Fehlerrate von einem falschen Sektor pro  $10^{15}$  gelesener Bits. Die Maximalgeschwindigkeit liegt bei knapp 280 MByte/s – in diesem Fall pro Stapel, dazu gleich mehr. Die zulässige Arbeitslast, englisch *Workload Rating*, erhöht sich von 550 TByte pro Jahr (Exos X18) auf 500 TByte pro Jahr pro Aktuator, insgesamt also 1000 TByte. Wie bei Seagates Server-Festplatten üblich, wird die Festplatte mit 512-Byte-Sektoren ausgeliefert, lässt sich aber mittels Seagate-Tool auf 4Kn-Sektoren umstellen.

Die 2X18 ist auch mit SAS-Interface erhältlich, bei dieser stellt die Firmware die beiden Aktuatorblöcke über LUNs bereit; laut Datenblatt ist die SAS-Version einen Tick schneller. Ein weiterer Unterschied besteht in der leicht höheren Leistungsaufnahme und einer Version, die die Daten prinzipiell verschlüsselt speichert. Das hat vor allem beim Austausch und der Entsorgung Vorteile; über einen Datenabfluss muss man sich damit keine Gedanken mehr machen.

Eine weitere Segmentierung des Kopfstapels ist für die Zukunft bereits angedacht, für die damit mögliche noch höhere Geschwindigkeit aber ist der SATA-

Anschluss nicht mehr geeignet: Bereits mit dem Dual Aktuator geht die Geschwindigkeit an die Grenze des SATA-Standards.

## Testverfahren

Bei einem Test mit einem einfachen Benchmarkprogramm wäre keine Beschleunigung gegenüber der Standardversion der Festplatte mit einem Aktuator festzustellen, denn das Programm würde einfach am Anfang des freien Bereichs messen. Wir haben zunächst unseren Standard-Festplattenbenchmark H2benchw laufen lassen und danach das Messverfahren festgelegt.

Eine Festplatte ist in den Außenzonen wesentlich schneller als auf den inneren Ringen, daher zeigt das Geschwindigkeitsdiagramm eine abfallende Kurve. Erwartet hatten wir, dass wir beim 2X18-Diagramm zwei solcher Kurven hintereinander sehen; bei 50 Prozent der Kapazität also wieder einen Sprung auf die Maximalgeschwindigkeit.

Im Prinzip zeigt die Exos 2X18 auch eine solche Kurve, aber die Maxima sind abgeschnitten. Eine Erklärung konnte Seagate nicht liefern, mit anderen Benchmarkprogrammen erreichten wir später höhere Werte. Grundsätzlich liefert die Exos 2X18 die höchste Geschwindigkeit, wenn sie gleichzeitig Daten von den Anfängen der beiden Plattenblöcke bearbeitet, also am Anfang und bei 50 Prozent der Kapazität.

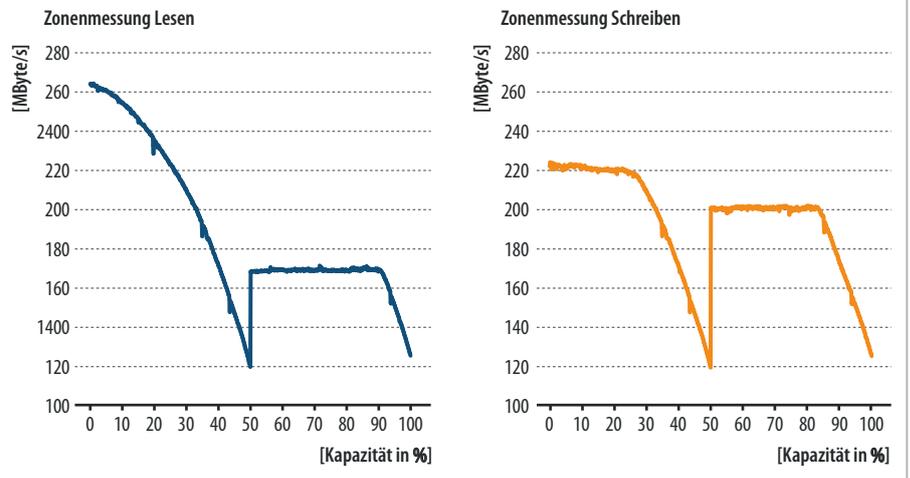
Für den Test haben wir dann fio benutzt, den Flexible I/O Tester. Bei Messungen auf zufällige Adressen soll die Exos 2X18 mehr als 300 IOPS beim Lesen erreichen, beim Schreiben sogar 560. Beim Lesen entspräche das einer Verdopplung gegenüber einem Laufwerk mit einem Aktuator, beim Schreiben wären es aufgrund der Cache-Effekte lediglich ein paar Prozent mehr. Im fio-Test konnten wir beim Lesen nur 290 IOPS erzielen, beim Schreiben kamen wir auf 580 IOPS, ein klein wenig mehr als versprochen.

Die Angaben zur Geschwindigkeit beim Lesen und Schreiben großer Dateien variieren etwas. Im Datenblatt nennt Seagate bis zu 545 MByte/s, in der zugehörigen FAQ aber nur 500. Wir konnten bei unseren Messungen maximal 470 MByte/s erreichen, beim Schreiben lag die Geschwindigkeit mit knapp 400 MByte/s noch darunter.

Wir haben zudem noch Messungen an den jeweiligen Enden der beiden Blöcke gemacht; dort ist die Geschwindigkeit aufgrund der kürzeren Spuren deutlich gerin-

## Lesen und Schreiben mit H2benchw

Unser Festplattenbenchmark H2benchw zeigt etwas merkwürdige Ergebnisse für die Dual-Aktuator-Festplatte Seagate Exos 2X18. Erwartet hatten wir, dass die Geschwindigkeit nach der Hälfte der Kapazität wieder auf das Maximum steigt – für die Begrenzung der Geschwindigkeit hatte auch Seagate keine Erklärung.



ger. Bei einem üblichen Laufwerk liegt die Datenrate bei rund 120 MByte/s, die Dual-Aktuator-Platte schafft etwa das Doppelte.

Eine wirkliche Verdopplung der Geschwindigkeit scheitert den Angaben zufolge daran, dass die Controller-Befehle für den zweiten Kopfstapel vom ersten durchgereicht werden müssen und auch die Kopfstapel sich gegenseitig beeinflussen. Selbst eine Masse von nur ein paar Gramm spielt, wenn sie in Bewegung ist, eine Rolle bei der Positionierung des anderen Stapels – es geht schließlich um Genauigkeiten im Nanometer-Bereich.

Der zweite Aktuator-Motor treibt die Leistungsaufnahme der Festplatte hoch: etwa 12 Watt haben wir beim Lesen und Schreiben gemessen, rund 4 Watt mehr als bei der einfachen Exos-Platte. Die Lautstärke lag bei maximal 0,2 Sone; das Laufwerk war akustisch entkoppelt. In einem Rackeinschub sind die Festplatten fest verschraubt, weshalb man in der Praxis mit einer deutlich höheren Lärmbelästigung rechnen muss.

## Fazit

Die Technik als solche funktioniert, passende Anwendungen können aus der Exos 2X18 eine höhere Geschwindigkeit herauskitzeln als aus einer Festplatte mit nur einem Aktuator. Das gilt auch für den Fall, dass die Platte wie bei uns nicht ganz die versprochene Geschwindigkeit erreicht.

Für den Einsatz in einem Desktop-PC ist die Exos 2X18 nicht geeignet. Denn erst

beim gleichzeitigen Zugriff mehrerer Nutzer auf die verschiedenen Blöcke der Platte übersteigt die Geschwindigkeit die eines herkömmlichen Laufwerks. In einem viel beanspruchten kleinen Server könnte das Laufwerk daher vielleicht zur Beschleunigung dienen, wobei aber die Netzanbindung nicht bremsen darf – Ethernet mit 5 Gbit/s müsste es schon sein.

Der Einsatz im Server, zusammen mit vielen anderen Platten gleicher Bauart, scheint sinnvoller. Dort kann sich die Storage-Software um die Verteilung der Daten auf die verschiedenen Blöcke kümmern und so einen Geschwindigkeitsvorteil herausholen. Bleibt der Preis: Eine Datacenter-SSD mit knapp 8 TByte ist ab etwa 450 Euro erhältlich, die doppelt so große Exos 2X18 kostet 550 Euro – der Preisvorteil von Festplatten gegenüber SSDs schmilzt weiter. (ll@ct.de) **ct**

## Seagate Exos 2X18

Server-Festplatte mit zwei Aktuatoren	
Modell	Exos 2X18
Hersteller, URL	Seagate, seagate.de
Bezeichnung	ST16000NM0092
Kapazität laut Hersteller <sup>1</sup>	16 TByte
von Windows erkannte Kapazität	14902 GByte
Umdrehungsgeschwindigkeit	7200 min <sup>-1</sup>
Garantie	5 Jahre
Straßenpreis	550 €

<sup>1</sup> Die Hersteller rechnen mit 1 GByte = 1.000.000.000 Byte. Für Windows dagegen ist 1 GByte = 1.073.741.824 Byte, die angezeigte Kapazität ist daher kleiner.



# Funk-Safter

## Juice Booster 3 air für E-Autos im Test

**Der Steckerstreit beim DC-Laden des E-Autos ist längst beigelegt, doch beim AC-Laden bekommt man europaweit durchaus unterschiedliche Ladebuchsen zu sehen. Juice Technology liefert die passenden Adapter und mit dem Juice Booster 3 air gleich ein Ladekabel mit Wallbox-Funktion und WLAN dazu.**

Von Sven Hansen

Der Juice Booster sorgte schon bei E-Fahrern der ersten Stunde dafür, dass ihnen unterwegs nicht der „Saft“ ausging. Das Schweizer Unternehmen Juice Technology hatte damit recht früh ein Produkt am Start, das als mobile Ladelösung – quasi eine mobile Wallbox – in ganz Europa taugte. An einem Ende sitzt der Typ-2-Stecker fürs E-Fahrzeug, in der Mitte die Ladeelektronik in einer verkapselten Metallröhre, am anderen Ende der Bajonett-Verschluss von Juice Technology, für den es 30 verschiedene Adapter zur Wandbuchse gibt.

Der aktuelle Juice Booster 3 air erweitert das Konzept um das Thema Konnektivität: Über Bluetooth und WLAN lässt er sich per App ansprechen und hält Verbindung zur Juice-Cloud, die eine Ladestatistik vorhält und auch mehrere Juice Booster verwalten kann.

Der Einstiegspreis liegt bei rund 1500 Euro, die Adapter schlagen mit etwa 100 Euro pro Stück zu Buche. Neben den Steckern fürs einphasige und dreiphasige AC-Laden findet sich auch ein Typ-2-Stecker fürs Laden an einer Wallbox. Das scheint nur auf den ersten Blick ungewöhnlich: Setzt man den Adapter auf, wird die Ladeelektronik im Juice Booster überbrückt und das Set gibt sich als passives Ladekabel. So muss man auf Reisen ein Kabel weniger im Auto verstauen.

Die Verarbeitung der Ladeelektronik wirkt grundsolide, allerdings ist das Kabel mit drei Metern etwas kurz und führt selbst bei sommerlichen Temperaturen ein Eigenleben, lässt sich also kaum gerade auslegen. Fährt man den Juice Booster im winterlichen Kofferraum spazieren, dürfte sich der Effekt verstärken. Im Shop verkauft Juice Verlängerungen mit fünf oder zehn Metern (205/275 Euro). Der Bajonett-Verschluss erinnert an robuste Präzisionsmechanik aus dem Fotobereich. Der Juice Booster erkennt über

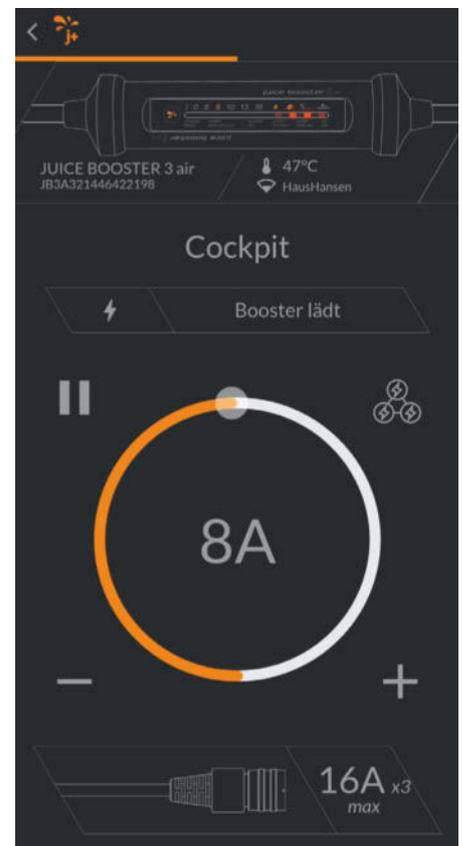
einen Widerstand im Adapter, welcher Stecker angeschlossen ist und passt das Ladeverhalten an.

### Ersteinrichtung

Der Juice Booster 3 air funktioniert prinzipiell auch offline ohne App: Adapter aufstecken, mit Fahrzeug und Netz verbinden, danach die Leistungsstufe über die Juice-Taste am Stecker oder direkt an der Ladeelektronik einstellen.

Für die erweiterten Cloud-Funktionen braucht es einen Juice+-Account, mit dem man sich an der J+-pilot-App für iOS oder Android registriert. Danach lässt sich der Juice Booster anmelden, indem man einen QR-Code von der beiliegenden Garantiekarte abscannt. Die unscheinbare Pappkarte ist wichtig: „Nur wer sie hat, ist Eigentümer des Boosters“ verrät die App. Im nächsten Schritt lässt sich das Gerät mit dem WLAN verbinden. Nutzt man den Juice Booster daheim stationär, kann er eine Ladehistorie in der Cloud hinterlegen.

Ebenfalls im Lieferumfang befinden sich zwei RFID-Karten, die man optional anlernen kann. Sie lassen sich als Schlüssel konfigurieren. Entsprechend eingerichtet,



**Mit der J+-pilot-App kann man die Ladeleistung anpassen oder statistische Informationen wie die monatlichen Ladekosten abrufen.**

gibt der mobile Charger den Ladevorgang erst dann frei, wenn man die Karte auf das Funksymbol am Ladestecker gehalten hat. Den RFID-Karten kann man in der App beispielsweise unterschiedliche Fahrzeuge oder Fahrer zuordnen, sodass sich die Ladehistorie aufschlüsseln lässt.

Der Cockpit-Bereich der App gibt Auskunft über den aktuellen Status des Juice-Boosters. Die Ladeleistung lässt sich in fünf Stufen von 6 Ampere bis 16 Ampere verstellen, die maximale Ladeleistung liegt bei 11,2 Kilowatt (kW). Über die App verändert man die Leistung auch während des Ladevorgangs.

Der J+ pilot summiert die Energie und nach Eingabe eines fixen kWh-Preises auch die Kosten. Ein Nachtstromtarif lässt sich setzen, bei stündlich wechselnden Börsentarifen muss die App allerdings passen. Während des Ladens erschienen beim dreiphasigen Laden auch Live-Messwerte.

Für das einphasige Laden hat Juice Technology einen Schuko-Adapter im Angebot, der mit einem Temperatursensor direkt im Stecker ausgestattet ist. Das soll das Überhitzen der oft nicht für die Dauerlast ausgelegten Schukosteckdosen verhindern. Bei 85 Grad stoppt der Ladevorgang. Grundsätzlich begrenzt das Kabel einphasiges Laden bei 13 Ampere, was rund 3 kW entspricht.

Im Statistik-Bereich findet man einen Kalender mit der Ladehistorie. Eine Ex-

portfunktion erlaubt es, alle Informationen in gängigen Formaten herunterzuladen oder über eine beliebige App zu teilen. Dabei kann man wahlweise alle Infos ausgeben oder vorher gezielt Daten filtern.

Hinter der Cloud-Lösung steht ein Abo-Modell. Bei der kostenlosen Nutzung werden alle Daten nach sieben Tagen gelöscht. In drei Stufen geht es von 1 bis 5 Euro monatlich hoch zum Business-Abo, das außer unlimitierten Daten, mehreren Fahrzeugen und Infos zur Akkugesundheit noch ein finanzamtconformes Fahrtenbuch vorhält. Mehrere Juice Booster air lassen sich zu einer Smart-Juice-Gruppe bündeln. Die Cloud übernimmt dann das Lastmanagement und sorgt dafür, dass eine zuvor hinterlegte Maximallast nicht überschritten wird.

### Fazit

Ein Kabel, alle Stecker, fürs europaweite AC-Laden ist man mit dem Juice Booster 3 air gut gerüstet. Wer ein Fahrzeug mit 22-kW-Charger hat, sollte allerdings zum Vorgänger Booster 2 greifen, weil er bis zu 32 Ampere statt nur 16 verträgt. Auf die doppelte Ladegeschwindigkeit wird man trotz besserer Konnektivität des Booster 3 air nicht verzichten wollen.

Verträgt das Fahrzeug aber nur 11 kW am AC-Anschluss, ist der Booster 3 air ein vollwertiger Ersatz fürs AC-Ladekabel, das man meist ohnehin spazieren fährt. Die Kombination aus passivem Ladekabel



**Über den Bajonett-Stecker des Juice Booster kann man einen von 30 AC-Adaptern anschließen.**

und mobiler Wallbox fürs ein- bis dreiphasige Laden ist clever und spart Platz.

Wer ohnehin eine Wallbox anschaffen möchte, bekommt mit der mobilen Variante deutlich mehr Flexibilität und Kostenkontrolle über die Cloud. Die RFID-Funktion, das Lastmanagement und die kostenpflichtigen Abos sind nur für die spannend, die einen kleinen E-Fuhrpark verwalten müssen. (sha@ct.de) **ct**

## Juice Booster 3 air

E-Auto-Ladekabel (Mobile Wallbox)	
Hersteller, URL	Juice Technology, <a href="https://juice.world">https://juice.world</a>
Stecker	Typ 2, CEE (IP55), proprietär
Lieferumfang	Ladekabel, 2 Adapter, Tragetasche, 2 RFID-Karten
Gesamtleistung	max. 11 kW, bis dreiphasig AC
Lieferumfang	Ladekabel (3 m), Tragetasche
Standby	3,1 Watt
Preis	ab 1560 Euro

## Unsere neuen Kurshighlights

**CAk**  
Cyber Akademie

**Generative KI im öffentlichen Sektor**

**Effektives Service-Design für die Verwaltung**

**Ganzheitliche IT-Strategie: IT-Governance, Risiken, Alignment und Disruption**

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





# Kraftzweig

## Kompaktes Android-Smartphone Asus Zenfone 10

**Das Zenfone 10 gehört zu den kleinsten High-End-Smartphones. Trotzdem hat Asus im Gehäuse Platz für den Snapdragon 8 Gen 2, eine stabilisierte Kamera und einen ausdauernden Akku gefunden.**

Von Robin Brand

Große Geräte dominieren in der Smartphone-Oberklasse. Das Asus Zenfone 10 dagegen ist mit 5,9-Zoll-Display auffällig klein und handlich – und augenscheinlich ein Erfolgsrezept. Denn im Vergleich zum Vorgänger hat der Hersteller die aktuelle Auflage des Zenfone kaum verändert und nur Details verbessert.

Ähnlich gut ausgestattete Alternativen in dieser Größe gibt es im Android-Lager kaum, zu den wenigen zählen das Samsung Galaxy S23 (c't 7/2023, S. 104) und das etwas größere Xiaomi 13 (c't 9/2023, S. 98).

Die größte Änderung im Vergleich zum Zenfone 9 ist das neue SoC. Erwartungsgemäß steckt im Zenfone 10 der Qualcomm Snapdragon 8 Gen 2. Er ist der derzeit schnellste Android-Chip, aber im Alltag spürt man die Mehrleistung im Vergleich zum 8+ Gen 1 nicht. Wichtiger ist, dass er unter Last nicht so heiß wird. Dadurch drosselt das Zenfone 10 deutlich weniger als sein Vorgänger.

Der kleine OLED-Bildschirm strahlt bis zu 852 cd/m<sup>2</sup> hell. Das genügt auch in sonnigen Hochsommermonaten, ist aber nicht ganz so hell wie die Displays anderer High-End-Geräte. Das Panel stellt eine maximale Bildwiederholrate von 120, in Spielen sogar von 144 Hertz dar.

Im Unterschied zum Vorgänger versteht sich das Zenfone 10 auf Drahtlosladen. Per Qi nimmt das Gerät maximal 15 Watt drahtlos auf. Mit 30 Watt lädt es per USB-PD am Kabel. Von 0 auf 100 Prozent benötigt es gemütliche 84 Minuten. Wie gehabt fasst der Akku 4300 mAh. Die Laufzeiten sind leicht gestiegen: Mit 21,3 Stunden fehlt dem kleinen Smartphone kaum etwas zu den Klassenbesten.

An anderer Stelle machen sich die Zwänge des kleinen Gehäuses bemerkbar: Platz für eine Telekamera ist darin nicht. Außer mit der weitwinkligen Hauptkamera (1/1,56"-Sensor, f/1,9) schießt das Zenfone Fotos mit einem zusätzlichen Ultra-Weitwinkel (13 MP, f/2,2). Die 50-Megapixel-Hauptkamera hat Asus komplett beweglich gelagert. So sind auch ohne Gimbal verwacklungsfreie Videoaufnahmen möglich. Im Hellen überzeugen die Fotos mit gefälliger, nicht überdrehter Schärfe und einigermaßen treffsicherer Farbgebung. Gegen die kompakte Konkurrenz von Samsung und Xiaomi besteht Asus mit dieser Ausstattung nicht: Sowohl das S23 als auch das Xiaomi 13 sind mit einem zusätzlichen Tele bestückt.

Asus verspricht lediglich Funktionsupdates auf die Android-Versionen 14 und 15 sowie vier Jahre lang Sicherheitspatches zu liefern. Die Bedienoberfläche belässt Asus sehr nahe am Google-Original.

Das Zenfone 10 beherrscht Wi-Fi 7, 5G und Bluetooth 5.3, aber nur USB 2.0. Ungewöhnlich ist, dass Asus eine Klinkenbuchse für kabelgebundene Kopfhörer einbaut.

### Fazit

Lange Laufzeit, rasend schnelles SoC, gute Kamera im handlichen Format: Damit steht das Zenfone 10 fast alleine da im Android-Lager, aber eben nur fast. Das Samsung Galaxy S23 ist ähnlich klein und mit Telekamera ausgestattet. Wie das nur etwas größere Xiaomi 13 wird auch das S23 fünf Jahre Sicherheitspatches erhalten, während beim Asus voraussichtlich nach vier Jahren Schluss ist. Das Asus-Smartphone hält mit Bloatware-freiem Android, Videostabilisierung und Klinkenbuchse dagegen. (rbr@ct.de) **ct**

## Asus Zenfone 10

Android-Smartphone	
Betriebssystem / Patch-level / Patches bis	Android 13 / Juni 2023 / Mai 2027
Prozessor / RAM / Speicher / erweiterbar	Qualcomm Snapdragon 8 Gen 2 / 16 GByte / 512 GByte (490 GByte) / –
Hauptkamera / Ultra-Weitwinkel / Frontkamera	50 MP, f/1,9, OIS / 13 MP, f/2,2, ohne OIS / 32 MP, f/2,45, ohne OIS
Display	5,9 Zoll OLED (137 mm × 62 mm), 2400 × 1080 Pixel (445 dpi), 2 ... 852 cd/m <sup>2</sup> , 98 % Ausleuchtung
Maße / Gewicht / Schutzart	14,7 × 6,8 × 0,9 ... 1,1 cm / 177 g / ✓ (IP68)
Laufzeiten bei 200 cd/m <sup>2</sup>	21,3 h 720p-Video / 16 h 3D-Spiel / 14,1 h 4K-Video / 20,5 h YouTube-Stream
Preis	799€ (8/128 GByte), 849€ (8/256 GByte), 929€ (16/512 GByte)
✓ vorhanden – nicht vorhanden	



# MIT **Mac & i** IMMER DER ZEIT VORRAUS

+ Geschenk  
nach Wahl



z. B. 10 € Amazon.de-Gutschein oder Apple-Watch-Ständer

## 2x Mac & i mit 35% Rabatt testen!

Mac & i – Das Magazin rund um Apple

- Tipps & Praxiswissen
- Hard- und Softwaretests
- Reports und Hintergründe
- inkl. Club-Mitgliedschaft

Für nur **16,80 €** statt **25,80 €**

(Preis in Deutschland)

Genießen Sie mit  
der Mac & i Club-  
Mitgliedschaft  
exklusive Vorteile!

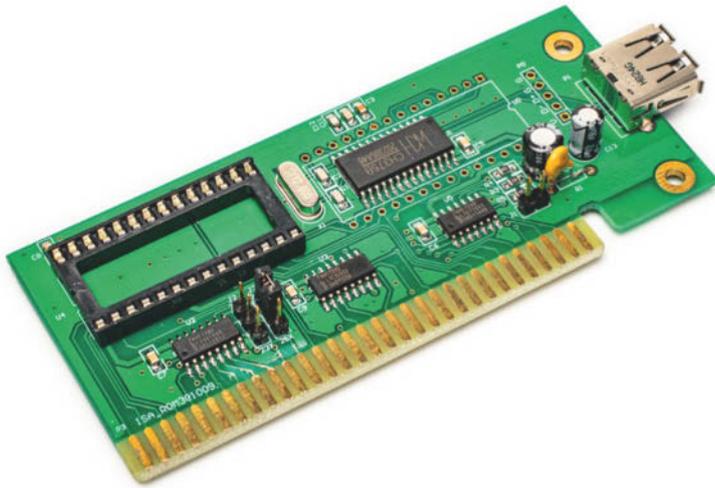


Jetzt bestellen:

[www.mac-and-i.de/miniabo](http://www.mac-and-i.de/miniabo)

✉ [leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de) ☎ 0541 80 009 120

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



# Gigabytes für Oldies

## ISA-USB-Adapter nutzt Speichersticks als Laufwerk für MS-DOS-PCs

**Eine 8-Bit-ISA-Karte mit dem USB-Interface-Chip CH375 bindet einen Speicherstick als DOS-Laufwerk für Rechner aus der Prä-USB-Ära ein. Nutzer alter Software oder PC-gestützter Messtechnik bekommen so günstig viel Speicher und einen einfachen Datentransfer.**

Von Rudolf Opitz

Wer noch alte MS-DOS/Windows-PCs aus 16/32-Bit-Zeiten einsetzt, etwa weil es für betagte Mess- oder Steuertechnik keine aktuellen Treiber gibt oder die Software nur mit Parallelport-Dongle läuft, kennt das Speicherproblem: Die alten Festplatten fallen aus, Ersatz bekommt man nur gebraucht und oft ebenfalls kurz vorm Exitus stehend.

Die Dateiübertragung von und zu modernen Rechnern ist wegen des Ausster-

bens alter Medien schwierig. Manche Adapter simulieren PC-seitig ein Floppylaufwerk und beschreiben einen USB-Stick [1]. Für alte Werkzeugmaschinen und Musikinstrumente sind sie interessant, da sie keinen Treiber brauchen, doch bleibt die Speichermenge pro Stick wie bei Floppies auf 1,4 Megabyte beschränkt.

Für IBM-kompatible PCs mit ISA-Bus gibt es eine bessere Lösung: einen ISA-USB-Adapter. Das Kärtchen passt in jeden halblangen 8-Bit-ISA-Slot und ist mit einer USB-A-Buchse bestückt; ein Slotblech fehlt. Den Job, Daten zwischen einem parallelen 8-Bit-Bus und dem seriellen USB-Port zu vermitteln, übernimmt der Interface-Chip CH375, der Übertragungsarten bis 12 Mbit/s (Full Speed, etwas über 1 MByte/s) und sogar USB-Host-Protokolle beherrscht. Die liegen aber brach, weil so alte Betriebssysteme USB nicht kennen.

Unserem Testexemplar lag eine Mini-CD mit Treibern, Dokumentation und einigen DOS- und Windows-Tools in Chinesisch und Englisch bei. Der DOS-Treiber CH375DOS.SYS taucht in verschiedenen Untermenüs in zwei Versionen auf:

eine Datei mit 4,3 KByte Umfang (V1.9) und eine gleichnamige mit 5,1 KByte (V2.0A). Auf unserem Testsystem, einem 386er mit MS-DOS 6.20 funktionierten beide Treiber. Diese trägt man in die CONFIG.SYS ein und übergibt als Parameter die I/O-Adresse, den Interrupt und die Übertragungsgeschwindigkeit. Bei uns klappte es mit der Standardadresse 0260h und dem Abfragemodus (IRQ 0), die Geschwindigkeit beließen wir auf „%0“ – der maximalen Datenrate.

Der CH375-Chip unterstützt zwar USB-Funktionen wie Hot Plugging, ältere DOS-Versionen kommen damit aber nicht zurecht. Der Treiber bindet den Speicherstick als Festplatte ein, er muss daher schon beim Hochfahren angesteckt sein. Findet der Treiber keinen USB-Speicher, meldet er das und der Bootvorgang läuft ohne Zusatzlaufwerk weiter. Später eingesteckte Sticks werden ignoriert. Erkennt der Treiber einen USB-Stick, kann ihn aber nicht lesen, geht es nicht weiter, bis der Stick entfernt wird.

Ob der Speicherstick erkannt und als Festplatte eingebunden wird, hängt vom Betriebssystem und dem Dateisystem ab, mit dem der Stick formatiert ist. Kleine USB-Sticks sind üblicherweise mit FAT16 (File Allocation Table) formatiert, das maximal 2 GByte verwaltet. MS-DOS-Versionen ab 1984 (DOS 3.0) erkennen es problemlos. Klemmt es beim Einbinden des Sticks, hilft einfaches Formatieren unter einem aktuellen Windows. Als Dateisystem gibt dessen Formatieroutine „FAT (Standard)“ vor, FAT bedeutet FAT16. Ist der Stick größer als 2 GByte, wählt Windows zum Formatieren als Vorgabe „FAT32 (Standard)“. FAT32 verwaltet bis zu 2 TByte, wurde aber erst mit Windows 95B und MS-DOS 7.10 eingeführt.

Für alte DOS-Rechner eignen sich also USB-Sticks unter 2 GByte, die in der Schublade vor sich hin stauben. Hat man nur Sticks größer als 2 GByte, kann man auf ihnen etwa mit der Datenträgerverwaltung eine kleinere Partition anlegen und diese mit FAT16 formatieren. Im Test blieb der neuere DOS-Treiber V2.0A bei der Erkennung aber hängen, mit dem äl-

## ISA-auf-USB-Adapter

8-Bit-ISA-Karte mit CH375 für industrielle Steuerungen	
Herstellername	verschiedene
Dateisysteme	FAT16, FAT32
Betriebssysteme	MS-DOS ab 3.0, Windows
Preis	17 bis 50 Euro

teren V1.9-Treiber funktionierte es dagegen. An modernen Rechnern wurden alle Teststicks problemlos erkannt, beim Lesen und Schreiben von Dateien gab es auf keiner Seite Probleme.

Theoretisch erlaubt der ISA-USB-Adapter sogar, vom Stick zu booten. Doch muss das BIOS dazu vom Vorhandensein des Adapters und dem USB-Laufwerk wissen. Auf der Karte gibt es einen leeren Sockel für einen Festspeicher (EPROM 27C256) und einen BIOS-Ordner auf der mitgelieferten Disk. Der Ordner enthält eine BIOS-Erweiterung als Binärdatei und einen kurzen englischen Hinweistext zum Anpassen der BIOS-Datei für die jeweilige I/O-Adresse vor dem Brennen aufs EPROM. Der Erfolg ist abhängig von der Hardware, dem System-BIOS und dem zu bootenden Betriebssystem. Der wegen des kruden Englisch nicht leicht verständliche Text zählt weitere Wege zum Booten von USB-Disk auf, etwa das Modifizieren des MBR einer vorhandenen Festplatte – für sachkundige Bastler

```
C:\>chkdsk d:
Datenträger TUX           erzeugt 07-12-2023 2:54p
2,040,233,984 Byte Speicherplatz auf dem Datenträger insgesamt
 32,768 Byte in 1 Verzeichnissen
 557,056 Byte in 8 Benutzerdateien
2,039,644,160 Byte auf dem Datenträger verfügbar

 32,768 Byte in jeder Zuordnungseinheit
 62,263 Zuordnungseinheiten auf dem Datenträger insgesamt
 62,245 Zuordnungseinheiten auf dem Datenträger verfügbar

 655,360 Byte konventioneller Arbeitsspeicher
 528,736 Byte frei

Statt dem Befehl CHKDSK, können Sie auch SCANDISK eingeben. SCANDISK
entdeckt und löst zuverlässig einen größeren Bereich von Festplattenproblemen.
Um mehr Informationen zu erhalten, geben Sie den Befehl HELP SCANDISK
an der Eingabeaufforderung ein.

C:\>
```

Der Treiber des ISA-USB-Adapters bindet angesteckte Speichersticks als zusätzliche Festplatte ein. Gibt es nur eine Partition C:, erhält der Stick den Laufwerksbuchstaben D:.

eine Herausforderung, für gewöhnliche Anwender wohl keine Option.

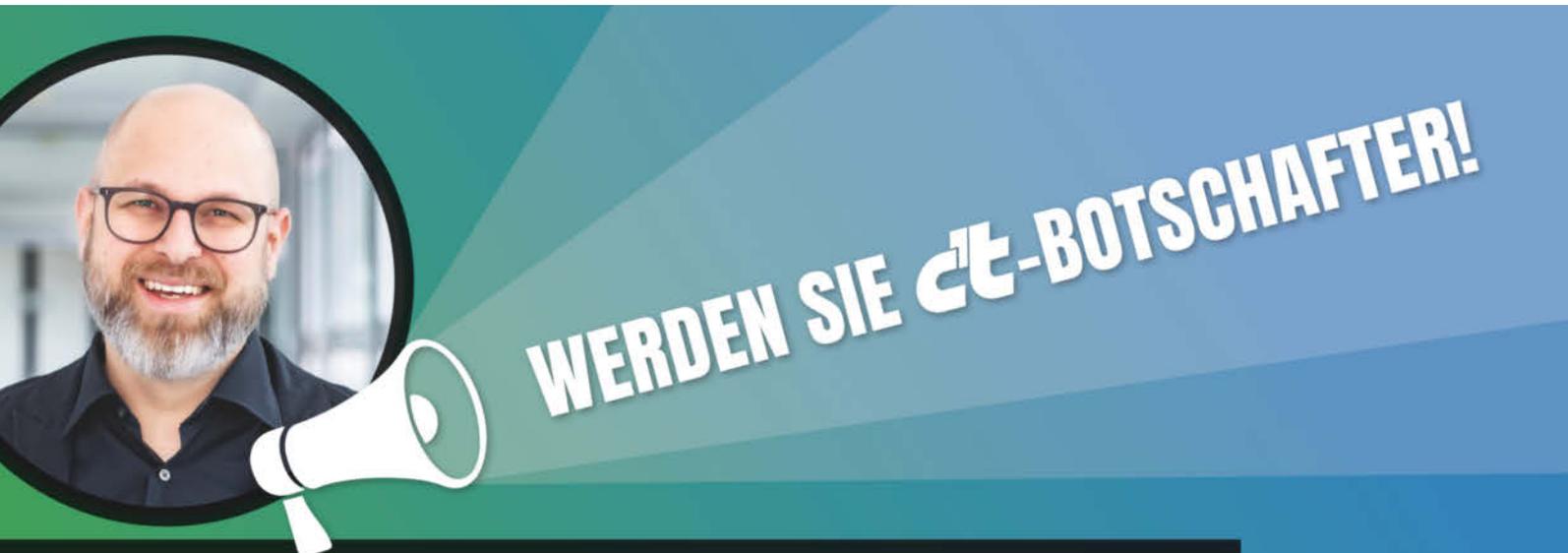
### Fazit

Der ISA-USB-Adapter funktionierte im Test überraschend gut. Je nach Preis ist der Adapter mit dem CH375-Chip ein echter Tipp. Bei Amazon, eBay und AliExpress finden sich Angebote China-typisch unter zig verschiedenen Markennamen und zu

Preisen von 17 bis über 50 Euro. Die Ausstattung ist, soweit wir sehen konnten, aber stets die gleiche. Wir haben unser Testexemplar für 23 Euro bekommen, ein Preisvergleich lohnt sich. (rop@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Tausend Floppy-Disks, Shugart-USB-Adapter Gotek SFR1M44, c't 16/2023, S. 72



**WERDEN SIE **ct**-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](https://ct.de/botschafter)

 +49 541/80 009 120  [leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de)





## Tracking per LoRaWAN

**ELVs GNSS-Tracker nutzt den IoT-Funkstandard LoRaWAN zur Positionsübertragung. Wie gut das klappt, haben wir mit dem Auto ausprobiert.**

LoRaWAN – das steht für Long Range Wide Area Network – auf 868 MHz eignet sich ideal für kleine Datenmengen und damit auch für Positionsmeldungen.

Fertige GNSS-Tracker (GPS, GLONASS, Galileo usw.) für LoRaWAN gibt es bereits allerhand. Für alle, die bei Gehäuse und Einbau kreativ werden möchten, bietet der Elektronikhändler ELV den ELV-LW-GPS1. Die 76 × 12 × 22 Millimeter kleine Platine ist betriebsbereit bestückt: Die Zentrale ist ein dnt-TRX-ST1, als GNSS-Empfänger nutzt ELV den Quectel-LC86L (GPS+GLONASS oder GPS+BeiDou).

Der Tracker ist für den festen Anschluss an eine externe Spannungsquelle gedacht und arbeitet mit 5 bis 40 Volt, die man über zwei Schraubklemmen zuführt. Eine SMD-Schmelzsicherung opfert sich, wenn der Strom 375 Milliampere überschreitet.

Das Konfigurieren läuft komfortabel über Downlink-Pakete und ELV liefert digital einen gut erklärenden Artikel aus der Hauszeitschrift ELVjournal mit. Einstellen kann man, ob der Tracker zyklisch, bei Tastendruck oder bei Bewegung sendet, das Sendeintervall, die Datenrate, die Bewegungsempfindlichkeit und ob sich der GNSS-Empfänger zwischen den Aussendungen schlafen legt.

Der gute erste Eindruck bekam bei unseren Praxistests auf der Hutablage und dem Dach eines Autos jedoch merkliche Dämpfer: Der ELV-LW-GPS1 schlug sich in puncto Reichweite im Vergleich zu zuvor getesteten Trackern deutlich schlechter. Die Reichweite rund um den Verlag betrug gerade einmal etwas über 200 Meter.

Das Problem: Der durch die Platine hin und her gefädelt Antennendraht sorgt bei typischem Einbau für horizontal polarisierte Aussendungen, während LoRa-Antennen in der Regel vertikal installierte Rundstrahler sind. Vertikal aufgestellt – der Draht ist nur lose eingefädelt – erhöhte sich die Reichweite in unserer Testumgebung auf über zwei Kilometer. Noch bessere Ergebnisse erzielten wir mit einem per SMA angeschlossenen Lambda/2-Rundstrahler. Die Buchse dafür anzuschließen war mangels Masselötpoint in direkter Nachbarschaft zum Antennenlötpoint allerdings kein Spaß.

Der ELV-LW-GPS1 ist ein zuverlässiger GPS-Tracker, der sich besonders für die eignet, die gerne selber entscheiden möchten, wie und in welchem Gehäuse sie die Platine unterbringen wollen. Der Preis von rund 50 Euro ist für den fertigen Aufbau angemessen.

Die hingebastelt wirkende Antenne finden wir hingegen unschön. ELV hätte Nutzern mit einem typischen Miniatur-Steckverbinder wie U.FL bei der Antenne die Wahlfreiheit lassen können. Den Draht vertikal abstehen zu lassen reduziert das Reichweitenproblem zwar merklich, schränkt die Einbauoptionen jedoch ein und das Anlöten von Pigtails mit SMA-Buchse ist aus unserer Sicht nicht zufriedenstellend möglich. (amo@ct.de)

### ELV-LW-GPS1

GNSS-Tracker für LoRaWAN	
Hersteller, URL	ELV, elv.de
Bedienelemente	2 Leuchten, Taster
Anschlüsse	2 zweipolige Schraubklemmen
max. Leistungsaufnahme	230 mW
Gewicht	17 g
Preis	50 €

## Backup-Biene

**Das BeeDrive vom NAS-Hersteller Synology ist eigentlich nur eine USB-SSD. Software für Android, iOS und Windows macht daraus ein Backup-System.**

Anstecken, warten, fertig ist das Backup: So geht Daten sichern, wenn man Synologys BeeDrive nutzt. Ohne Onlinekonto läuft aber gar nichts.

Die Desktop-Anwendung steht aktuell für Windows zur Verfügung, eine macOS-Version soll folgen. Darin wählt man die zu sichernden Ordner aus; neue Dateien sichert die App nach dem Anstecken der SSD automatisch. Die Software soll Dokumente auch über verschiedene PCs konsistent halten – komfortabler sind sicher Dropbox & Co.

Synology stellt auch Apps für Android und iOS bereit, die auf den Mobiltelefonen erzeugte Fotos automatisch per WLAN auf das am PC hängende BeeDrive kopieren. Im Test sicherte die Android-App jedoch zunächst nur zwei von fünf Testbildern, die drei anderen erst nach einer kurzen Verzögerung.

Im Geschwindigkeitstest übertrug die SSD knapp 1 GByte/s über die USB-Schnittstelle. Der Preis für das BeeDrive ist hoch, denn eine 1-TByte-SSD ohne diese Software gibt es ab 50 Euro. Aber es ist schon smart, die wichtigen Daten von PC und Smartphone automatisch auf einen externen Datenträger zu sichern.

(ll@ct.de)

### Synology BeeDrive

USB-SSD mit Backup-Software	
Hersteller, URL	Synology, synology.de
Maße, Gewicht	65 × 65 × 15 mm, 43 g
Systemanf.	Windows, Android, iOS
Preis	143 € (1 TByte, getestet), 238 € (2 TByte)

# Do **KI** Yourself!

## Modelle anwenden und selbermachen



**Heft + PDF mit 29 % Rabatt**

Was muss man technisch über KI wissen? Damit beschäftigt sich dieses ix-Special und hat für jeden Wissensstand etwas im Gepäck. Erfahrene Entwickler finden Tipps zu fertigen KI-Modellen und Quellen von Trainingsdaten; Anfänger und Interessierte holt das Heft bei der Architektur von Sprachmodellen und der Funktionsweise von KI-Bildgeneratoren ab. Für alle dazwischen bietet das Special Informationen, um aktuell wirklich mitreden zu können:

- ▶ Was große KI-Modelle können: So funktionieren GPT-4, Bard, Stable Diffusion und Co.
- ▶ Mit PyTorch und scikit-learn in die KI-Entwicklung starten
- ▶ Mit LangChain KI-Agenten bauen und eigene Daten nutzen
- ▶ Neuronale Suche: Finden, was wirklich gemeint ist
- ▶ Aktuelle GPUs im Leistungsvergleich
- ▶ KI und Recht: Urheberrecht, DSGVO, Data Act und AI Act
- ▶ Auch als Angebots-Paket Heft + PDF + Buch "Natural Language Processing mit Transformern" erhältlich!

**Heft für 14,90 € • PDF für 14,90 € • Bundle Heft + PDF 20,90 €**



[shop.heise.de/ix-ki](https://shop.heise.de/ix-ki)



# Auffällig ausdauernd

## Nothing Phone (2) mit blinkenden LED-Modulen im Test

**Mit seinem LED-Ensemble und der cleanen Android-Oberfläche setzt sich auch das zweite Nothing Phone von der Konkurrenz ab. Es fällt aber nicht nur optisch auf, sondern punktet auch mit einem Top-Display und hoher Ausdauer.**

Von Steffen Herget

**E**in schöner Rücken kann auch entzücken, da bilden Smartphones keine Ausnahme. Beim Nothing Phone (2), das zu Preisen ab 650 Euro erhältlich ist, lässt dieser Rücken tiefe Einblicke zu, denn die

Abdeckung besteht aus durchsichtigem Glas. Dadurch gewährt das Smartphone einen Blick auf elf weiße und ein rotes LED-Element. So etwas besitzt derzeit kein anderes Smartphone.

Der dünne rote Streifen erwacht nur zum Leben, wenn die Kamera ein Video aufnimmt. Ganz anders sieht es bei den weißen LED-Leuchten aus, die Nothing in ihrer Gesamtheit „Glyph“ nennt. Das mit dem Vorgänger Phone (1) (Test in c't 19/2022, S. 79) eingeführte LED-Ensemble hat mehrere Funktionen. In der Hauptsache fungiert es als große und vielseitige Benachrichtigungsleuchte, als Kameralampe und zum Anzeigen des Ladestands. Mit der zweiten Generation bekommt es weitere Möglichkeiten. So lässt sich mit einem der elf Elemente ein Countdown visualisieren. Über eine API können auch

Fremdanbieter wie Uber die LEDs ansteuern, um etwa die Ankunft eines Fahrzeugs darzustellen. Nothing erlaubt es dem Nutzer zudem, eigene Blinkmuster und begleitende Klingeltöne zu komponieren und sie mit anderen zu teilen.

Die Helligkeit ist regelbar, zudem lassen sich feste Zeiträume einstellen, in denen das Phone (2) nicht leuchtet. Konstruktionsbedingt bleibt ein Nachteil: Man sieht das Geblinke nur, wenn das Smartphone mit der Rückseite nach oben liegt.

Nothing verpackt die Hardware in einem einwandfrei verarbeiteten Gehäuse mit mattem Aluminiumrahmen und recht rutschigem Gorilla Glass 5 vorne und hinten. Das Phone (2) ist nach IP54 gegen Staub und Spritzwasser geschützt, untertauchen sollte man es nicht. Der Hersteller verspricht, ausschließlich recyceltes Aluminium, Zinn und Kupfer einzusetzen, beim Stahl seien es 90, beim Kunststoff immerhin 80 Prozent. Die Verpackung ist plastikfrei.

Für mächtig Power sorgt ein Qualcomm Snapdragon 8+ Gen 1. Wie schon beim Phone (1) greift Nothing nicht zur aktuellen Chipgeneration von Qualcomm, sondern baut den halb so teuren, aber nur geringfügig schwächeren Vorgänger ein. Der deutliche Leistungssprung durch den Wechsel von der 7er- auf die 8er-Serie der Snapdragon-Prozessoren macht sich vor allem dann bemerkbar, wenn man das Smartphone fordert. Unser Testvideo mit 4K-Auflösung und 120 fps, welches das Phone (1) nicht abspielte, läuft auf dem neuen Modell flüssig.

### Mehr Ausdauer in allen Lagen

Eine Überraschung gelang dem Phone (2) trotz des stärkeren Prozessors bei den Laufzeittests. Das Smartphone holte aus der sehr ordentlichen, aber nicht überragend hohen Akkukapazität von 4700 mAh alles raus und lieferte in sämtlichen Szenarien ausgezeichnete Ergebnisse ab. Deutlich länger als einen ganzen Tag am Stück YouTube-Filme schauen wird zwar kaum jemand, aber möglich wäre es – zumindest bei der von uns vorgegebenen Displayhelligkeit von 200 cd/m<sup>2</sup>. Im Vergleich mit dem Phone (1), packte das Phone (2) in den Tests zwischen anderthalb und über sieben Stunden drauf. Zwei Tage ohne Aufladen sind bei normaler Nutzung locker drin, bei sparsamer Verwendung auch mehr.

Am Kabel lädt das neue Modell mit maximal 45 Watt. Von null auf hundert

kommt der Akku mit einem passenden Ladegerät, das man zusätzlich kaufen muss, in einer knappen Stunde. Über Qi erreicht das Smartphone eine Ladeleistung von 15 Watt, andere Geräte versorgt es über Reverse Charging mit 5 Watt drahtlos mit Strom.

Der Bildschirm des Phone (2) misst 6,7 Zoll in der Diagonale. Das OLED-Panel ist an allen Seiten von gleich schmalen Rändern eingefasst. Die automatische Helligkeitsregelung justiert den Bildschirm bei Bedarf auf über 1000 cd/m<sup>2</sup>, womit er in jeder Situation hell genug strahlt. Außerdem beeindruckt das Display mit seiner Blickwinkelstabilität: Egal aus welcher Richtung und in welchem Winkel betrachtet, bleiben Farbdarstellung und Helligkeit konstant. Das Panel regelt die Bildwiederholfrequenz dynamisch zwischen 1 und 120 Hertz. Im Display ist ein optischer Fingerabdrucksensor eingebaut. Wie schon im Phone (1) sitzt er auch in diesem Modell ungewohnt tief und erfordert so mehr Daumengymnastik als bei anderen Smartphones. Alternativ entsperrt man das Smartphone über die 2D-Gesichtserkennung mit der Frontkamera.

Außer an der Hardware hat Nothing an der Software gearbeitet. Das neue Nothing OS 2.0 zieht die minimalistische Designsprache durch alle Ebenen des Betriebssystems. Auf Wunsch stellt Nothing OS 2.0 alle App-Icons monochrom dar. Das sieht zwar schick aus, birgt jedoch Verwechslungsgefahr bei ähnlichen App-Icons, die man normalerweise dank der Farben auf den ersten Blick auseinanderhält.

### Comeback der Lockscreen-Widgets

Nothing OS 2.0 bringt viele neu gestaltete Widgets mit, welche die Punkte-Schriftart des Firmenlogos aufnehmen. Das sieht mal besser, mal schlechter aus; vor allem auf kleinem Raum sind Buchstaben und Logos nicht immer leicht zu entziffern. Eine Renaissance feiern Widgets auf dem Sperrbildschirm, das gab es bei Android zuletzt vor rund zehn Jahren. Neben Wetter- und Uhrzeit-Widgets lassen sich hier auch Schnelleinstellungen platzieren.

Der Hersteller verspricht, das Phone (2) vier Jahre lang mit Sicherheitspatches zu versorgen. Große Android-Upgrades soll es bis zur Version 16 geben. Damit bleibt Nothing hinter Unternehmen wie Fairphone, Honor oder Samsung mit fünf oder mehr Jahren Support zurück, bewegt sich aber im oberen Mittelfeld.

Dort rangiert das Phone (2) auch bei den Kameras: Dem Smartphone fehlt ein Tele; Hauptkamera und Ultraweitwinkel müssen genügen. Beide fangen das Licht auf 50-Megapixel-Sensoren ein, in der Hauptkamera steckt ein Sony IMX890, im Weitwinkel ein Samsung JN1. Vor allem die Hauptkamera gefällt mit naturgetreuen Farben und einer konstanten Schärfe bei guten Lichtbedingungen. Spätestens bei schummerigen 20 Lux im Fotolabor fällt jedoch auf, dass die Hauptkamera dazu neigt, dunklere Bildbereiche absaufen zu lassen, wodurch Details verloren gehen. Der Ultraweitwinkel macht bei heller Beleuchtung blässere Fotos, knipst aber dennoch schärfere und insgesamt bessere Bilder als viele andere solcher Smartphonekameras.

### Fazit

Das Nothing Phone (2) ist, der extravaganten Optik zum Trotz, ein grundsolides Smartphone der oberen Mittelklasse. Verarbeitung und Leistung stimmen, Display und Ausdauer liegen auf hohem Niveau. Die blinkenden LED-Lichter auf dem Rücken sind nach wie vor ein Hingucker. Erste Alternative in dieser Preisklasse sind das Google Pixel 7 oder Pixel 7 Pro, die



Elf LED-Elemente auf der Rückseite bilden das sogenannte Glyph. Sie blinken bei Benachrichtigungen oder leuchten als Kameralicht.

bessere Kameras und längeren Software-support mitbringen, aber etwa bei der Performance und der Akkuleistung zurückstecken müssen. (sht@ct.de) **ct**

## Nothing Phone (2)

Android-Smartphone	
Hersteller, URL	Nothing, nothing.tech
Betriebssystem / Patchlevel	Android 13 / Juni 2023
Updates / Sicherheitspatches laut Hersteller bis min.	Android 16 / Juni 2027
Ausstattung	
Prozessor / Kerne × Takt / Grafik	Qualcomm Snapdragon 8+ Gen 1 / 1 × 3,2 GHz, 3 × 2,5 GHz, 4 × 1,8 GHz / Adreno 730
Arbeitsspeicher / Flash-Speicher (frei) / Wechselspeicher (Format)	12 GByte / 256 GByte (236 GByte) / –
5G / LTE / SIMs / SAR-Wert	✓ / ✓ / 2 × nanoSIM / 0,99 W/kg
WLAN (Antennen) / Bluetooth / NFC / Kompass / Standort	Wi-Fi 6 (2) / 5.3 / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo
USB-Anschluss / Kopfhöreranschluss / Fingerabdrucksensor	USB-C 2.0, OTG, DP / – / ✓ (Display)
Akku / drahtlos ladbar / wechselbar	4700 mAh / ✓ / –
Maße (H × B × T) / Gewicht / Schutzart	16,2 cm × 7,6 cm × 0,9 cm / 201 g / ✓ (IP54)
Display	
Diagonale / Technik / Auflösung / Punktdichte	6,9 Zoll / OLED / 2412 × 1080 Pixel / 394 dpi
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung / max. Bildrate	3 ... 1072 cd/m <sup>2</sup> / 96 % / 120 Hz
Kameras	
Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS	50 MP / f/1,9 / ✓
Ultraweitwinkel Auflösung / Blende / OIS	50 MP / f/2,2 / –
Frontkamera innen Auflösung / Blende / OIS	32 MP / f/2,5 / –
Benchmarks, Lauf- und Ladezeiten	
Ladezeit 50 % / 100 %	18 min / 57 min
Laufzeiten <sup>1</sup> lokales Video 720p / 4K-Video 120 fps / 3D-Spiel / Stream	23,5 h / 16,8 h / 12,1 h / 27,6 h
Geekbench V4 Single, Multi / V5 Single, Multi	5603, 14265 / 966, 3559
3D-Mark Wild Life / Wild Life Extreme	9316 / 2486
GFXBench Car Chase / Manhattan 3.0 / Manhattan 3.1 (je On-, Offscreen)	60 fps, 95 fps / 60fps, 251 fps / 60 fps, 167 fps
Preis	649 € (8/128 GByte), 699 € (12/256 GByte), 799 € (12/512 GByte)
<sup>1</sup> gemessen bei 200 cd/m <sup>2</sup> ✓ vorhanden – nicht vorhanden	



# Produktionsleiter

## Test: Atomos HDMI-Bildmischpult Ninja Cast mit neuer Desktop-App

Atomos verwandelt mit dem „AtomX Cast“-Modul seine HDMI-Monitore Ninja V und Ninja V+ in Bildmischpulte mit Webcam-Ausgang. Nun gibt es dazu auch eine Desktop-App für Windows und macOS, mit der Atomos endgültig Blackmagics „ATEM Mini“-Mischern Konkurrenz macht.

Von Nico Jurrán

Videoproduzenten schätzen Atomos für deren kompakte HDMI-Monitore. Besonders beliebt sind die Modelle „Ninja

V“ und „Ninja V+“ mit 5,2 Zoll großen Full-HD-Touchdisplays zu Straßenpreisen von rund 430 und 650 Euro. Der Grund: Sie dienen auch als HDMI-Recorder und Videosignale in SDR und HDR mit einer Auflösung von bis zu 4K60. Die Besonderheit ist aber Atomos' Erweiterungsmodul „AtomX Cast“ mit vier HDMI-Eingängen und einem HDMI-Ausgang, das für rund 215 Euro die Geräte in Bildmischpulte verwandelt.

Diese „Ninja Cast“ genannte Kombi lässt sich über USB-C als Webcam mit dem Rechner verbinden und ermöglicht so Videostreaming über Programme wie Zoom, YouTube oder Twitch. Damit konkurriert Atomos mit Blackmagic Design und dessen HDMI-Mischer „ATEM Mini“, der ähnliche Features bietet und den es mittlerweile in vier Varianten (Pro, Pro ISO,

Extreme und Extreme ISO) gibt, die zwischen 310 und 1060 Euro kosten (siehe Test in c't 15/2021, S. 92).

Der Vorteil des Ninja Cast: Man behält ohne separates Display Quellen und Ausgangssignal im Blick. Allerdings stört viele Nutzer, dass das Cast-Modul mit gerade einmal acht mehrfach belegten Tasten ausgestattet ist, während schon der kleinste ATEM Mini satte 69 dedizierte Tasten für Features wie Blenden, Bild-in-Bild und Aufnahmen bietet. Die Bedienung über die Menüs des Ninja-Touchscreens ist unkomfortabel und daher keine Alternative.

Anfang Juli veröffentlichte Atomos nun aber eine Desktop-App für Windows und macOS, über die sich der Ninja Cast bequem vom Rechner aus einrichten und steuern lassen soll. Eine gute Gelegenheit, einmal einen genaueren Blick auf den Mischer inklusive der Desktop-App zu werfen und diese mit dem ATEM Mini zu vergleichen.

### Stecksystem

Das Cast-Modul verbindet man mit dem Ninja V/V+ über einen Erweiterungsport in dessen Akkuschacht. Dieser Platz fällt folglich weg, weshalb das Modul einen eigenen Stromanschluss besitzt. Das Netzteil des Ninja V/V+ lässt sich auch für die Kombi verwenden. Der Ninja-Schacht für 2,5-Zoll-SSDs bleibt frei und lässt sich weiter für Aufnahmen nutzen. Da Atomos' eigene „SSDmini“-Platte komplett darin verschwinden würde, liegt dem Cast ein Griff für diese bei. Der ATEM Mini zeichnet auch auf USB-Platte auf, versperrt den Anschluss dann aber fürs Streaming, außer man greift zur Extreme-Version mit zwei USB-Ports. Immerhin ist beim ATEM Mini alternativ Streaming über Ethernet möglich.

Erst mit der Firmwareversion 10.93.00 lässt sich der Ninja Cast aus der Desktop-App ansprechen. Nach der Installation fungiert der Ninja weiter als Monitor und Recorder, inklusive der üblichen Bedienoberfläche und seiner eigenen Ein- und Ausgänge. Erst, wenn man in den Einstellungen den Cast als Quelle auswählt, startet er von nun an im Bildmischer-Modus.

Das Cast-Modul selbst hat keine analogen Audio-Anschlüsse, dafür lassen sich Mikrofoneingang und Kopfhörerausgang des Ninja verwenden. Der HDMI-Eingang des Ninja wird deaktiviert, nicht aber dessen HDMI-Ausgang. Und während der HDMI-Out des Cast stets das finale Ausgangssignal liefert (Programm), zeigt ein

am Ninja angeschlossener Monitor auf Wunsch alternativ eine Vorschau der einzelnen oder aller Quellen. Für einen zweiten HDMI-Ausgang muss man beim ATEM Mini zur teuren „Extreme ISO“-Version greifen, die dann aber auch gleich acht HDMI-Eingänge hat.

## Wählerisch

Der AtomX Cast nimmt über HDMI Videosignale bis zur Full-HD-Auflösung 1080p mit 60 Hertz entgegen und gibt diese auch so wieder aus, aber nur über HDMI: USB-C-Out ist auf 1080p30 beschränkt, weshalb das Ausgangssignal gegebenenfalls konvertiert wird. Die Konvertierung erfasst auch das Signal am HDMI-Out des Cast. Will man etwa 1080p60 über HDMI ausgeben, kann man also nur die Konvertierung komplett deaktivieren und erhält dann kein Webcam-Signal, oder man nutzt den HDMI-Ausgang des Ninja.

Videosignale in 720p-Auflösung weist der Ninja Cast zurück, während der ATEM Mini diese akzeptiert. Blackmagics Mischer gibt zudem auch über USB-C Videosignale bis zur Auflösung 1080p60 aus. Ebenfalls unschön: Der Ninja Cast nimmt zwar 1080i-Signale entgegen, verwandelt diese aber in Vollbilder, macht also etwa aus 1080i50 stets 1080p25.

Der Ninja Cast speichert auf Knopfdruck das Ausgabesignal als „Programm“ oder als „Clean Feed“ ohne Einblendungen auf Platte, wobei die erreichbare Auflösung der Aufnahme wieder von den Konvertierungseinstellungen abhängt. Das Maximum liegt bei 1080p60, als Codec kommt Apple ProRes bis zum Compressionslevel 422 HQ zum Zuge. Der ATEM Mini zeichnet über USB-C auch auf Platte auf, verwendet dabei aber nur H.264 und neigt zur Treppchenbildung. Die Möglichkeit, wie die ISO-Modelle des ATEM Mini auch die einzelnen Quellsignale zu speichern, bietet der Ninja Cast nicht.

## Auf den Schirm

Beim Start der beiden Desktop-Apps erkennt man die unterschiedlichen Konzepte der Hersteller auf den ersten Blick: Während die „ATEM Software Control“-App praktisch nur die Tasten des ATEM Mini abbildet, liefert Atomos' Cast-App Videoansichten für die einzelnen Quellen und das Programmsignal. So behält man alles leicht im Blick und findet bei Problemen schnell die Ursache.



Die App für den Ninja Cast ist übersichtlich aufgebaut und bietet Vorschauen sowohl für die einzelnen Quellen als auch für das Programmsignal.

Welche Erleichterung die Cast-App beim Setup bringt, zeigt sich etwa bei den Overlay-Grafiken für Logos und Bauchbinden: Sie müssen nicht mehr umständlich auf SSD gespeichert und dann in den Cast importiert werden, sondern lassen sich mit einem Klick vom Rechner übertragen. Ein KI-Algorithmus unterstützt zudem beim Anpassen der Farben verschiedener Quellen.

Auffällig ist der geringere Funktionsumfang des Ninja Cast gegenüber dem ATEM Mini, sowohl hinsichtlich der Übergänge und des Medienpools als auch der Audioabmischung. Luma- und Chroma-Keying für Blue- und Greenscreens wie beim ATEM Mini gibt es beim Ninja Cast gar nicht. Dafür kann man dort Lookup-Tabellen (LUTs) für jede Quelle auf das Gerät laden, um angeschlossene Kameras im Log-Profil zu betreiben oder sich kreativ auszuleben. Das ist besonders praktisch, wenn die Zuspeler selbst eine Recording-Funktion haben. Dann lassen sich Log-Aufnahmen anfertigen und zugleich ein Live-Signal im konvertierten Format ausspielen.

## Fazit

Wer ein HDMI-Bildmischpult sucht, das Videos in allen möglichen Formaten verarbeitet und zwischen diesen möglichst frei konvertiert, liegt beim Ninja Cast falsch. Hier ist der ATEM Mini die bessere Wahl. Die Atomos-Kombi ist für Leute ge-

eignet, die bereits einen Ninja V/V+ einsetzen oder dessen Kauf eh planen: Mit dem AtomX Cast bekommt man für recht wenig Geld neben Monitor und Recorder noch ein ultrakompaktes Mischpult mit ordentlichen Grundfunktionen plus Streaming hinzu.

Die Desktop-App ist ein wichtiger Schritt: Über deren übersichtliche Oberfläche lässt sich der Ninja Cast so einfach bedienen, dass auch Einsteiger schnell zum Erfolg kommen. Fortgeschrittene User schätzen wiederum den zweiten HDMI-Ausgang und die Möglichkeit, für jede Quelle eigene LUTs zu nutzen.

(nij@ct.de) **ct**

## Atomos Ninja Cast

Vierkanal-HDMI-Bildmischpult mit Aufnahme- und Streaming-Funktion	
Hersteller, URL	Atomos, atomos.com
Display	5,2-Zoll-Touch-LCD, 1920 × 1080 Bildpunkte
Anschlüsse	4 × HDMI-In, 1 × HDMI-Out, 1 × USB-C; zusätzlich über Ninja V/V+: 2. HDMI-Out, 1 × Stereo-Mini-Klinke (Mikrofon/Line), 1 × Stereo-Mini-Klinke (Kopfhörer)
unterstützte Auflösungen	HDMI: 1080p23,98/25/29,97/30/50/59,94/60, 1080i50/60 (wird in 1080p25/30 gewandelt); Aufzeichnung: 1080p23,98/25/29,97/30/50/59,94/60; Stream: 1080p23,98/25/29,97/30
Lieferumfang	USB-Kabel, Griff für Atomos SSDmini, Kurzanleitung
Straßenpreis	645 / 865 € (Ninja V / V+ für 430 / 650 € + AtomX Cast für 215 €)



## Kleinster gemeinsamer Teiler

**WolfVisions „Cynap Pure“-Modelle bringen Inhalte von Mobilgeräten einfach auf Bildschirm oder Beamer. Die neue „Mini“-Variante bietet einen vergleichsweise preiswerten Einstieg, dafür muss man mit Einschränkungen leben.**

Hinsichtlich der Bildschirmauflösung muss man beim Cynap Pure Mini keine Abstriche machen: Wie die größeren Modelle liefert er über HDMI 2.0 ein Videobild mit bis zu 3840 × 2160 Pixeln bei 60 Hz. Die Präsentationsfläche lässt sich sowohl für einen einzelnen Zuspäher nutzen als auch für bis zu vier Teilnehmer, die gleichzeitig ihre Inhalte jeweils in Full-HD zeigen. Beim Screensharing unterstützt der Mini AirPlay, Chromecast sowie Miracast (ohne HDCP-Kopierschutz) und arbeitet mit iOS/iPadOS-, Android-, ChromeOS-, Windows- und macOS-Geräten zusammen.

Der Plug-&-Play-Ansatz ist unverändert: Nach dem Start richtet der Mini über sein integriertes WLAN automatisch einen Access-Point ein, auf dem angeschlossenen Display präsentiert das Gerät dazu die Login-Daten in Textform und als QR-Code. Alle Teilnehmer können sich so schnell verbinden und Inhalte teilen. Über Ethernet klinkt sich der Mini auf Wunsch auch ins lokale Netz ein. Für Eingaben lässt sich eine gewöhnliche USB-Tastatur und -Maus anschließen, als Zubehör ist eine Fernbedienung erhältlich.

Konferenzen über das Web sind mit dem Winzling nicht möglich, auch hat er

keinen eigenen Player für Bild-, Video- oder Audiodateien und Dokumente – all das erfordert also ein verbundenes Gerät. Der Mini lässt sich zudem zwar aus der Ferne verwalten, aber nur über LAN und nicht über die Cloud. Für die Integration in Raumkontrollsystemen stehen vorgefertigte und individuell anpassbare API-Module bereit.

Der Cynap Pure Mini ist mit einem Listenpreis von 750 Euro vergleichsweise preiswert, dafür ist sein Einsatz auf das lokale Screensharing beschränkt. Diese Aufgabe meistert er souverän. Wer ohne verbundenes Gerät direkt Webkonferenzen durchführen will, greift aber besser zum Cynap Pure (siehe c't 11/2019, S. 96) für 1290 Euro mit WolfVisions eigener Lösung oder zum Cynap Pure Pro (siehe c't 19/2021, S. 80) für 1780 Euro mit Teams-Option (zusätzlich 270 Euro). Letzteres Modell kommt auch mit eigenem Medien- und Dokumenten-Player. (nij@ct.de)

### Cynap Pure Mini

Präsentationssystem mit Kollaborationsfunktionen	
Hersteller, URL	WolfVision, wolfvision.com
max. Bildauflösung	3840 × 2160 Pixel, 60 Hz
Kommunikation	Wi-Fi 5 (WEP, WPA2, WPA2 Enterprise, IEEE 802.1X)
Übertragungsprotokolle	AirPlay, Chromecast, Miracast, vSolution Cast
Anschlüsse	HDMI 2.0 (Ausgang), 1 × USB 3.0, 1 × USB 2.0, Ethernet (10/100/1000 Mbit/s)
Lieferumfang	12-Volt-Netzteil, VESA-Halterung (75 mm × 100 mm)
Maße, Gewicht	70 mm × 70 mm × 35 mm, 260 g
Preis	750 € (Fernbedienung 85 €)

## Tipptrickser

**Das BBQ20-Keyboard bringt das BlackBerry-Feeling zurück – nicht nur am Smartphone. Doch mit der winzigen USB-Tastatur mit Raspi-Innenleben kann man mehr tun als nur Tippen.**

Die Mini-Tastatur BBQ20 im Original-Blackberry-Layout dockt per USB-C-Kabel am Smartphone, aber auch allen anderen möglichen Gerätschaften an. Auf den gut erfühlbaren Tasten mit knackigen Druckpunkten tippt es sich angenehm, das kleine, klickbare Trackpad fungiert als Maus-Ersatz. Tastatur und Handy gleichzeitig festzuhalten ist wegen der Kabelverbindung unbequem, das Smartphone fühlt sich in einer Halterung oder auf dem Tisch liegend wohler. Einige Sonderzeichen und den Nummernblock erreicht man durch Tastenkombinationen mit den Alt- und Shift-Tasten, gescrollt wird über das winzige Trackpad bei gleichzeitig gedrückter Alt-Taste. Das ist alles schon arg retro.

In dem kleinen Teil schlummert jedoch noch mehr: Ein Raspberry Pi RP2040 MCU macht die Signale des Keyboards zugänglich, über die I2C-Schnittstelle lässt sich die Hintergrundbeleuchtung der Tastatur ändern. Die Firmware programmiert man über die Vendor-Class-Schnittstelle. Auf GitHub finden sich Arduino- und CircuitPython-Bibliotheken für das Keyboard. Wer mit einem Lötkolben an der Rückseite zwei Kontakte verbindet, kann das eingebaute Mikrofon in der Tastatur aktivieren.

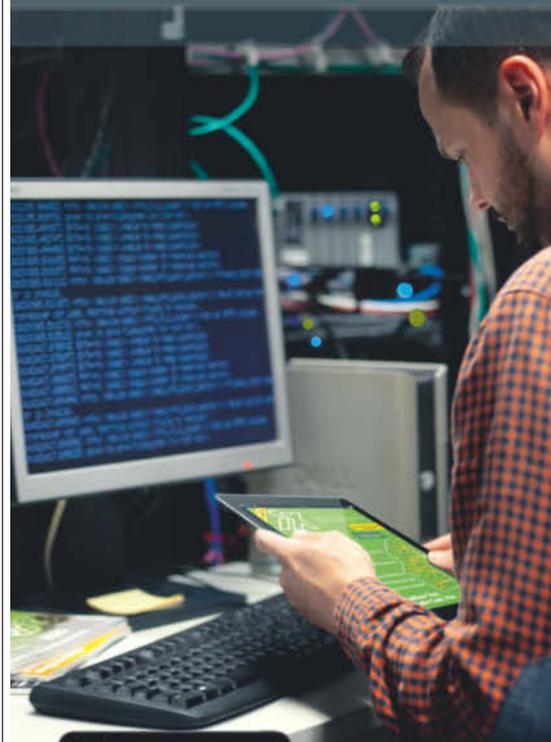
(sht@ct.de)

### BBQ20 Keyboard

Mini-USB-Tastatur	
Hersteller, URL	Solder Party, solder.party
Abmessungen (H × B × T) / Gewicht	55 mm × 77 mm × 14 mm / 46 g
Anschlüsse	USB-C, Qwiic/Stemma QT, I2C
Preis	26 €

Es gibt **10** Arten von Menschen.

**iX-Leser** und die anderen.



**3x testen**

**Jetzt Mini-Abo testen:**

3 digitale Ausgaben + Bluetooth-Tastatur nur **19,35 €**

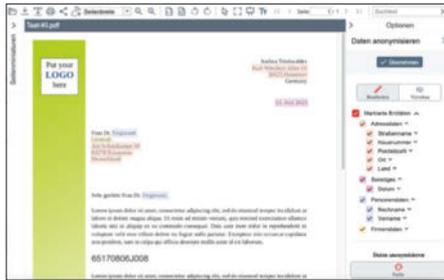
[www.iX.de/digital-testen](http://www.iX.de/digital-testen)



[www.iX.de/digital-testen](http://www.iX.de/digital-testen)

leserservice@heise.de

49 (0)541 800 09 120



## Clever schwärzen mit KI

**CIB doXiview ist eine KI-gestützte Anwendung, die einige typische PDF-Bearbeitungsschritte automatisiert: Sie schwärzt sensible Daten, erstellt ZUGFeRD-Rechnungen aus einfachen PDFs und macht gescannte Dokumente maschinenlesbar.**

Die Münchener CIB Group entwickelt Digitalisierungslösungen für Großkunden und wirbt mit hohen Datenschutzstandards und DSGVO-Konformität. Einige ihrer PDF-Standardanwendungen für den Browser dürfen Privatanwender kostenlos nutzen, unter anderem den einfachen Editor CIB pdf standalone sowie dessen KI-gestützten Kompagnon CIB doXiview, der PDF-Inhalte automatisiert bearbeitet. Beim erstgenannten bleiben die Dokumente lokal auf dem Gerät des Anwenders. Letzterer lädt sie in die Cloud hoch, weil die Layout- und Zeichenerkennung (OCR) nicht lokal läuft; er unterstützt vor allem beim Schwärzen sensibler Daten und hilft, Formulare und Rechnungen schneller zu erstellen und zu verarbeiten. Sämtliche Inhalte werden nach der Verarbeitung vom Server gelöscht. Ab 2024 will der Hersteller Abomodelle für private und kleinere Unternehmen einführen. Bis dahin können sowohl Privatleute als auch Gewerbetreibende die Software kostenlos ausprobieren.

Das Schwärzen ist sehr anwenderfreundlich umgesetzt: Ein Klick auf „Daten anonymisieren“ startet die Suche nach sensiblen Informationen, woraufhin CIB doXiview passende Stellen im Dokument markiert und die Treffer zusätzlich rechts in der Werkzeugleiste listet. Dort kann man sie einzeln oder gesammelt deaktivieren. Praktisch: Die Ergebnisse werden nach Kategorien sortiert. Wer also Namen und Adressen nicht schwärzen möchte, Kontodaten aber schon, der kann diese Entscheidung mit nur einem Klick für das gesamte Dokument

treffen. Auch auf Personalausweis- und Reisepass-IDs ist die KI trainiert, auf Sozialversicherungsnummern (noch) nicht.

In unseren Tests erkannte die Funktion Konto- und Adressdaten recht zuverlässig, aber hin und wieder fiel doch mal ein Name oder ein Firmenname durchs Raster. Man sollte den Schwärzvorschlag in jedem Fall aufmerksam prüfen. Textstellen, die die KI übersehen hat, kann man händisch zum Schwärzen markieren. Zusätzlich wäre eine Funktion wünschenswert, mit der man eigene Suchmuster – etwa für Sozialversicherungsnummern oder Aktenzeichen – definieren kann. Die OCR agiert sehr kooperativ. Unsichere Kandidaten markiert sie in gelber Farbe und legt sie in einem eigenen Dialogfeld zur Überprüfung vor: Dort handelt man sich rasch von Wort zu Wort, die Originaltexte werden während dieser Korrekturschleife vergrößert eingeblendet.

Die Funktion „Rechnung erstellen“ analysiert den Inhalt einfacher PDF-Rechnungen; zudem markiert und extrahiert sie die Rechnungsdaten und erstellt daraus eine ZUGFeRD-Rechnung mit strukturiertem XML. Die Erkennungsquote variiert stark, in gescannten Dokumenten wurde die Software im Test häufiger fündig als in nativen PDFs. Fehlende Posten lassen sich aber rasch per Markierstift in die zugehörigen Felder übertragen. Das Bezahlen vereinfacht die Technik ebenfalls, indem sie Überweisungsinformationen aus Bild- oder PDF-Dokumenten extrahiert und in einen GiroCode beziehungsweise in SEPA XML wandelt.

CIB doXiview automatisiert repetitive Arbeiten an PDF-Dokumenten und nimmt dem Nutzer dadurch lästige Routinen ab. Insbesondere nach dem Schwärzen sensibler Daten muss allerdings ein Mensch am Ende das Ergebnis kontrollieren. Dabei unterstützt die Software mit gut aufbereiteten Informationen und praktischen Korrekturhilfen. Das Material wird auf den Servern des Anbieters verarbeitet, laut Datenschutzerklärung immerhin innerhalb Europas, und anschließend gelöscht.

(atr@ct.de)

### CIB doXiview

PDF-Bearbeitung mit KI	
Hersteller, URL	CIB Group, doxiview.cib.de
Systemanf.	Browser
Preis	kostenlose Testphase bis Ende 2023; ab 2024 Abomodelle für Privatanwender und kleinere Unternehmen geplant

# Digitale Stagecrew

## Steinberg VST Live steuert Bühnenshow

**Die Bühnensoftware VST Live spielt Audio-, MIDI- sowie Video-Playbacks ab und steuert sogar das Bühnenlicht. Über VST Connect verbindet das Programm Musiker online, die darüber gemeinsam musizieren und Texte, Akkordsymbole oder Noten austauschen. Der Test zeigt, wie gut das funktioniert.**

Von Justus Noll

Live-Musiker, die nicht gerade Stadien füllen, müssen nicht nur ihr Instrument beherrschen, sondern auch Sound, Licht und Video steuern. Steinbergs Anwendung VST Live soll ihnen dabei helfen, indem sie Sound, Licht und Video über die „virtuelle Studioteknologie“ (VST) steuert. Dafür bringt sie virtuelle Instrumente mit, synchronisiert die Musik mit Songtexten oder Akkordsymbolen und unterstützt DMX-Lichtsteuerung (Digital Multiplex). Unter der Haube steckt Technik der Digital Audio Workstation (DAW) Cubase.

Die oberste Programmebene enthält eine Liste abzuspielender Songs, segmentiert in Intro, Strophe oder Refrain. Gleichzeitig spielbare VST-Instrumente zeigt das Programm in Ebenen (Layers) an. Hinzu kommen „Stacks“ mit Audio-Effekt-Plugins und „Tracks“ für gleichzeitig laufende Spuren mit Text, Audio, MIDI, Video oder DMX. Das DMX-Protokoll steuert unter anderem Position, Leuchtstärke und Farbe von LED-Leuchten. Die App „VST Live Mods“ verbindet iPads und iPhones mit dem Programm.

In der Praxis kann das Setup so aussehen: In der Layer-Ansicht stellt man für ein live gespieltes VST-Klavier Oktavlage und Transposition ein, fügt Regler für die Soundkontrolle hinzu (quick controls) und filtert bestimmte MIDI-Kanäle aus. Nutzen mehrere Layer dasselbe Instrument, können sie sich eine Instanz des Klaviers teilen. In der Track-Ansicht fügt man eine Playback-MIDI-Datei oder deren Audioversion ein und routet sie auf ein MIDI-Orchester, zum Beispiel den enthaltenen Sampler HALion SE. In der Stack-Ansicht, dem Audio-Äquivalent der Layer, richtet man für den Gesang über Mikrofon Klangregelung, Limiter und Kompressor ein. Begleitet wird mit der eingebauten Drum-

Machine in der Beat-Ansicht. Wie beim Karaoke läuft in der Lyrics-Ansicht der Gesangstext synchron zum Playback.

Um online zu musizieren, benötigt das Remote-Aufnahme-Programm VST Connect eine stabile Internetverbindung auf beiden Seiten mit wenigstens 256 kbit/s Upstream und lokal eine Kabelverbindung zum Router. Dabei tritt unweigerlich eine Latenz von etwa einer Sekunde auf. Wie im Studio üblich nimmt man daher die Spuren nacheinander auf.

### Über MIDI gesteuert

Unter „Actions and Shortcuts“ lassen sich MIDI-Befehle an Tasten und Regler vergeben, um Befehle wie Start und Stopp oder eine Regelung der Gesamtlautstärke über MIDI-Controller zu steuern. Die Ansicht „Audience“ stellt dem Bandleader ein Monitorfenster bereit, das Lichtänderungen, Akkordsymbole und Texte während der Wiedergabe zeigt. Die übrigen Bandmitglieder wählen auf ihren iPads Metronomanzeige, Notizen, Akkordsymbole oder Liedtexte zur Anzeige aus.

VST Live kann MIDI- und Audio-Dateien direkt bearbeiten. Viel darf man sich davon aber nicht versprechen. Neben Copy & Paste stehen nur sehr einfache Werkzeuge zum Auswählen, Zeichnen, Teilen, Löschen und Stummschalten zur Verfügung. Komplizierteres, wie das Verdoppeln von MIDI-Notenwerten oder Audio-Tonhöhenkorrekturen erledigt man am besten mit einer DAW wie Cubase. Eingebaut ist außerdem das Steinberg-Modul VST Viewer, es kann PDF-Notenseiten anzeigen. Die erste Version von VST Live stürzte noch häufig ab. In Version 1.2 sind diese Probleme behoben.

### Fazit

VST Live arbeitet in Version 1.2 stabil, auch auf dem Bühnen-Laptop. Das Programm ist eine nützliche und preiswerte kleine DAW, die auf den Liveauftritt zugeschnitten ist. Sie kann sogar Cubase ergänzen, das Medien mit ihr austauscht. VST Live leistet damit wesentlich mehr als gängige VST-Racks wie Cantabile und bietet sich als nützliche Ergänzung für die Bühne an. *(akr@ct.de) ct*

## Steinberg VST Live 1.2

DAW für Bühnenauftritte	
Hersteller, URL	Steinberg, <a href="http://steinberg.net/de">steinberg.net/de</a>
Systemanf.	Windows ab 10, macOS ab 10.4
Preis	100 € (Elements-Version 60 €)



Steinbergs Bühnenprogramm VST Live 1.2 läuft stabil auf dem Laptop, steuert Playback sowie Aufnahme über Tastenkürzel und blendet Noten, Akkorde oder Texte ein.

Frankfurt am Main  
26. und 27. September 2023

## Die Heise-Konferenz für Speichernetze und Datenmanagement

Im September treffen **Storage-Anwender**, **-Entscheider** und **Anbieter** aufeinander und tauschen sich zu Storage-Themen von heute und morgen aus.

### Das erwartet Sie:

- Zwei intensive Konferenztage
- Neues rund um effiziente und sichere **Speicherkonzepte**
- **Top-Themen:** Storage-Architekturen, Ransomware, Backup & Recovery, korrekte Datenlöschung, Storage-Performance, NVMe, DAOS u.v.m.
- Entspanntes **Networking** mit Fachkollegen

Werfen Sie einen erhellenden Blick auf die Storage-Trends von morgen und profitieren Sie von den Erfahrungen unserer Storage-Experten aus unterschiedlichen Branchen und Unternehmen.

## Der Weiterbildungs- und Branchentreff der Storage-Szene

[storage2day.de](https://storage2day.de)

Jetzt Ticket  
sichern!



# Leichtgewicht

## Modulare 2,7K-Actionkamera: Insta360 Go 3

**Die Actionkamera Insta360 Go 3 kommt in einem kleinen und leichten Gehäuse. Magnetische Befestigung, Bildstabilisator, Schutz gegen Wasser und Horizontsperre machen sie zu einem flexiblen Begleiter. Um den Hals gehängt, entstehen mit ihr freihändige PoV-Videos. Im Test zeigte sie aber auch ihre Grenzen.**

Von André Kramer

**B**ei der Go 3 liegt der Akzent auf ultraleichtem Gewicht (35 g) und einem etwa daumengroßen Gehäuse. Dafür muss man allerdings Abstriche machen: Die Kamera zeichnet Videos maximal in 2,7K (2720 × 1536 Pixel) auf, enthält keinen Speicherkartenslot und läuft bei

1080p-Aufnahme nur eine Dreiviertelstunde. Stattdessen steht sie in drei verschiedenen Ausführungen mit Flash-Speicher von 64 bis 128 GByte zur Verfügung. Zum Vergleich: Die Insta360 One X2 und Konkurrenzmodelle von GoPro speichern Videos in 5,7K-Auflösung (5760 × 2880 Pixel) auf microSD-Karte.

Die kleine Kamera kann ausschließlich über das mitgelieferte Action Pod geladen werden, eine mobile Docking-Station, in die sie magnetisch einrastet. Das quaderförmige Action Pod selbst wird über USB-C geladen. In Kombination sieht die Kamera dann wiederum fast so aus wie eine GoPro Hero. Mit Action Pod verlängert sich die Akkulaufzeit auf knapp drei Stunden.

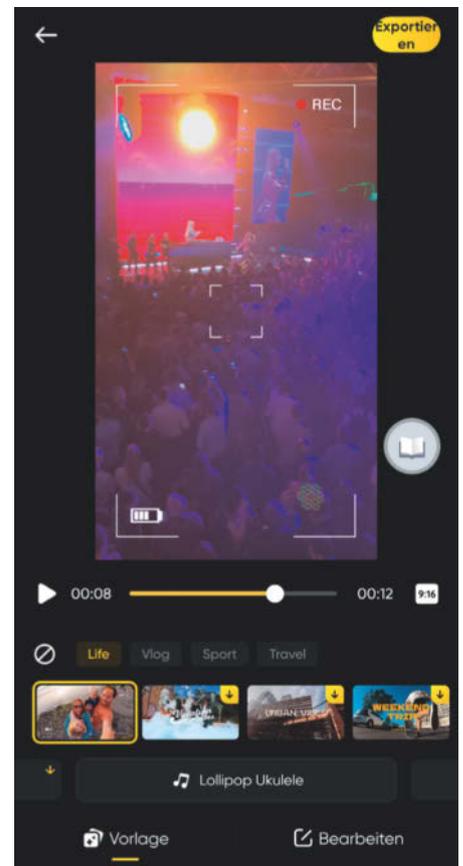
Nur der Däumling selbst ist wasserdicht gegen Untertauchen bis zu fünf Meter. Das Action Pod ist nach IPX4 lediglich spritzwassergeschützt. An zwei Metallhaken an der Unterseite des Pods rastet das im Lieferumfang enthaltene Ministativ oder der Clip für Baseballkappen ein. Am Action Pod befinden sich seitlich

der Hauptschalter sowie ein Knopf zum Umschalten der Aufnahmemodi und oben ein Auslöser.

Der rückseitige Touchscreen des Action Pod lässt sich für Selfie-Aufnahmen vollständig nach oben klappen. Über Wischgesten wechselt man ins rechtsseitige Menü für manuelle Aufnahmeparameter wie Foto, Video, Zeitraffer und Zeitlupe, nach unten zu den Formateinstellungen und nach oben zu allgemeinen Einstellungen wie Displayhelligkeit und Bildschirmsperre. Hier schaltet man auch den 6-Achsen-Bildstabilisator ein und aus – das alles ist recht zugänglich gelöst.

Bildstabilisator und Horizontsperre halten das Bild in Videoaufnahme perfekt ruhig und gerade. Die Kamera bietet die drei Farbprofile Standard, vivid (lebendig) und flat (flach). Der mittlere produziert lebendige Farben und Kontraste, ohne dass diese übersättigt wirken.

Fotos nimmt die Kamera in der Regel im digitalen Negativformat DNG auf, einem freien Raw-Standard von Adobe. Panoramen speichert sie als INSP-Dateien, einem proprietären Format von



**Zum Sichten und für den Export zeichnet die Mobil-App verantwortlich. Sie verbindet sich unkompliziert über Bluetooth und WLAN.**

Insta360. Zunächst erscheinen Fotos aufgrund der extrem weitwinkligen Optik kreisrund. Erst mit der Mobil-App lassen sich Ausschnitte der Fotos als allgemein darstellbare JPEG-Dateien exportieren. Dabei kann man als Seitenverhältnisse 16:9, 9:16 oder 1:1 wählen.

### Die App

Sichten und exportieren kann man das aufgenommene Material nur über die Mobil-App „Insta360“ für Android und iOS. Die App-Version 1.42 enthielt im Test Übersetzungsfehler, die der Hersteller aber zu beheben versprach. Nachdem sich die App auf unkomplizierte Weise über Bluetooth verbunden hatte, installierte sie ein Firmware-Update.

Eigene Aufnahmen zeigt die App bei einem Fingertipp auf das Symbol „Album“. Das Kamerasymbol in der Mitte unten aktiviert die Aufnahme. Das Symbol „Stories“ rechts daneben öffnet einen Editor mit Spuren für Musik, Texttitel, Sticker und Effekte. Die Funktion „Auto Edit“ generiert nach Auswahl von Clips und einer Ziellänge automatische Kompositionen, die sich durchaus sehen lassen können. Videos muss man zunächst über die App per WLAN aufs Mobilgerät laden, um sie bearbeiten zu können. Dann kann man sie beschneiden und die Wiedergabe beschleunigen oder verlangsamen.

### Fazit

Das modulare System der Go 3 ist clever und sie macht ihre Arbeit gut. Aber die Kompromisse sind immens, zumal andere Actioncams auch nicht gerade groß daherkommen. Hinsichtlich Laufzeit, Auflösung und Schutz vor Wasser schlagen die GoPro Hero und vergleichbare Modelle die Insta360 Go 3 um Längen. So bietet sich diese vor allem als Zweitkamera für die Baseballkappe oder das Hundehalsband an.

(akr@ct.de) ct

## Insta360 Go 3

Kompakte 2,7K-Actionkamera	
Hersteller, URL	Insta360, insta360.com/de
Systemanforderungen	iOS ab 11.0, Android (siehe Hersteller-Webseite)
Blendenöffnung / Brennweite	f/2.2 / 11,2 mm (KB-äquivalent)
Fotoauflösung	2560 × 2560 Pixel (1:1), 2560 × 1440 Pixel (16:9), 1440 × 2560 Pixel (9:16), 2936 × 1088 (27:10)
Fotoformat	DNG und INSP (Export als JPEG via App)
Videoauflösung (Bilder/s)	2720 × 1536 Pixel (30 B/s), 2560 × 1440 Pixel (50 B/s), 1920 × 1080 Pixel (120 B/s Zeitlupe)
Videoformat / max. Bitrate	MP4 (H.264) / 80 Mbit/s
Audioformat	Stereo (48 kHz, 24 Bit, AAC)
ISO	100 - 3200
Weißabgleich	Auto, 2700K, 4000K, 5000K, 6500K, 7500K
Belichtungskorrektur	+/- 4 Blendenstufen
Bildstabilisator	6 Achsen
Bildschirm	2,2 Zoll Flip-Touchscreen
Videomodi	Zeitraffer, Zeitlupe, Timeshift
Schutz	Wasserdichte nach IPX4 (5 Meter lt. Hersteller)
Speicher	32 GByte, 64 GByte, 128 GByte
Anschlüsse	USB-C (Action Pod), WLAN (Wi-Fi 5), Bluetooth (BLE 5.0)
Akkukapazität	310 mAh (Go 3), 1270 mAh (Action Pod)
Kamera: Maße / Gewicht	26 × 54 × 23 mm / 35 g
Action Pod: Maße / Gewicht	64 × 48 × 30 mm / 96 g
Zubehör (mitgeliefert)	Magnetanhänger, Clip, Drehhalterung, Linsenschutz
Zubehör (optional)	Schnellspanhalterung, Stativ/Selfiestick, Monkey-Tail-Stativ, Apportier-Stick
Preis	430 € (32 GByte), 450 € (64 GByte), 480 € (128 GByte)

# Wir schreiben Zukunft.



35%  
Rabatt

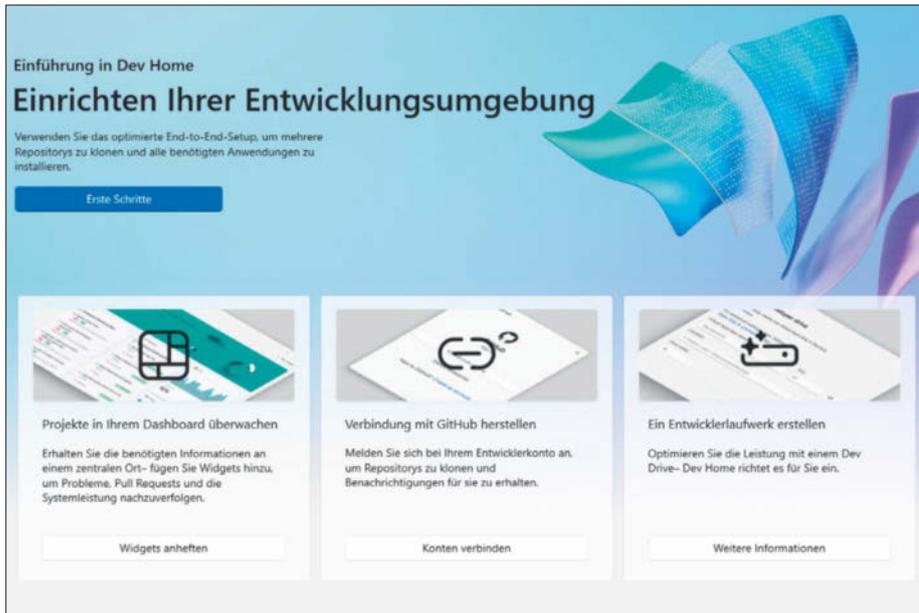
2 Ausgaben MIT Technology Review  
als Heft oder digital  
inklusive Prämie nach Wahl

[mit-tr.de/testen](https://mit-tr.de/testen)

 [mit-tr.de/testen](https://mit-tr.de/testen)

 [leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de)

 +49 541/80 009 120



# Getrübte Entwicklerfreuden

## Dev Home: Windows-Dashboard für Entwickler

**Windows soll wieder populärer unter Entwicklern werden. So kann man Microsofts neueste Idee namens „Dev Home“ verstehen: ein Dashboard für Entwicklerbedürfnisse und automatische Einrichtung einer Maschine aus einer YAML-Datei. Der erste Eindruck: ausbaufähig.**

Von Jan Mahn

Microsofts Entwicklerkonferenz Build 2023 präsentierte sich vor allem als KI-Leistungsschau, in fast jedes Produkt hatte Microsoft ChatGPT eingebaut und wollte zeigen, was damit alles geht. Eine Ausnahme war die Ankündigung der Testversion von „Dev Home“, einer Windows-

App, die zur täglichen Anlaufstelle für Entwickler werden könnte, die unter Windows programmieren.

Widgets sollen auf einen Blick zeigen, welche Aufgaben bei GitHub anstehen oder wie sehr die eigene Maschine ausgelastet ist. Geht es nach Microsoft, soll ein Ökosystem aus Widgets entstehen, zu dem auch andere Anbieter von Entwicklerwerkzeugen etwas beitragen können. Das könnten CI/CD-Umgebungen sein, andere Git-Hoster, Containerumgebungen wie Docker und Kubernetes oder etwa ein Webserver. Damit dieses Ökosystem eine Chance hat, ist Dev Home Open-Source-Software und erweiterbar. Die mitgelieferten GitHub-Widgets sind das ebenfalls und sollen als Inspiration dienen. Beide liegen bei GitHub, zu finden über [ct.de/y6c7](https://ct.de/y6c7).

Ein weiteres Versprechen an Entwickler: Schluss mit manuellem Einrichten von Maschinen und händischen Installationen

von dem, was zum Entwickeln nötig ist, also Git-Repositories und Software wie IDEs, Compiler und weiteres Zubehör.

### Lostesten

Die App „Dev Home“ liegt schon während der Testphase im Microsoft-Store. Mitglied im Windows-Insider-Programm muss man aber nicht sein, einzige Voraussetzung ist ein PC mit Windows 11. Windows-10-Nutzer bleiben außen vor. Direkt mitinstallieren sollte man im Store die App namens „App-Installer“ von Microsoft, deren Funktion Dev Home einspannt, um Apps über den Paketmanager WinGet zu installieren. Installiert man diese Erweiterung nicht, bleiben Schaltflächen ausgegraut. Wenn Sie den Store geöffnet haben, sollten Sie dort unter dem Menüpunkt Bibliothek (links in der Leiste) direkt das „Windows Web Experience Pack“ aktualisieren, sofern es dort aufgeführt wird – das erspart später Fehlermeldungen. Bei dem ganzen Aufwand rächt sich, dass der Windows-Store keine Abhängigkeiten verwalten kann.

Sind die Voraussetzungen geschaffen, begrüßt Dev Home mit einer Willkommenseite. Falls Sie die helle Oberfläche stört: Unten links unter Einstellungen und dort unter dem gleichnamigen Menüpunkt finden Sie den Dark Mode. Nach dem Umschalten muss die App neu gestartet werden, damit die Änderung wirksam wird.

Zunächst zum Dashboard und zu den Widgets: Von denen gibt es aktuell nur zwei Kategorien, einmal Windows-eigene und ein paar von GitHub. Die Windows-Widgets entsprechen inhaltlich in etwa dem, was der Taskmanager auch anzeigen kann: Auslastung von Prozessor, RAM und Netzwerkkarte. Um GitHub-Widgets zu nutzen und auf private Repositories zuzugreifen, müssen Sie sich zunächst auf der Dev-Home-Startseite anmelden. Auf den Kacheln sehen Sie zum Beispiel Issues eines Repositories, an dem Sie gerade arbeiten, oder Ihnen zugewiesene Pull Requests. Es zeigt sich aber schnell, wie beschränkt das Dashboard-Konzept noch ist. Ein Widget darf aktuell nur klein, mittel oder groß sein – ein Unterschied in der Höhe von jeweils zwei Zentimetern. Sie frei anzuordnen ist noch nicht möglich.

Die zweite Funktion der App soll es erleichtern, GitHub-Repositories auszuchecken. Hat man sich einmal an der App angemeldet, klappt das auch reibungslos und das Repo landet an gewünschter Stelle auf der Platte; jedoch merkt sich die App

nirgends, was man heruntergeladen hat, zeigt es nicht an und erzeugt auch keine Konfigurationsdatei, mit der man mehrere Repos auf einer neuen Maschine automatisch herunterladen könnte. Zeit, diese Baustelle zu verlassen und sich der dritten zuzuwenden.

Dev Home soll Anwendungen komfortabel installieren. In der Oberfläche ist zunächst von einer YAML-Datei die Rede, die man einlesen könne – wo die herkommt, erfährt man versteckt in der Dokumentation: Es handelt sich um eine WinGet-YAML, die eine Liste aus zu installierenden Anwendungen enthält. Wie die aufgebaut ist, findet man in der WinGet-Dokumentation (siehe [ct.de/y6c7](https://ct.de/y6c7)). Was es mit Microsofts neuem Paketmanager auf sich hat, lesen Sie in [1]. In Dev Home kann man solche Dateien aktuell noch nicht erzeugen. Stattdessen gibt es eine einfache Oberfläche, um das Angebot von WinGet zu durchsuchen und sich eine Zusammenstellung aus nützlichen Werkzeugen zusammenzuklicken. Das funktioniert, aber auch bei dieser Funktion speichert die App nichts und hat beim nächsten Start vergessen, was man installiert hat. Auch zum Aktualisieren muss man WinGet auf der Kommandozeile aufrufen (`winget list` und `winget upgrade`).

Zusammen mit Dev Home stellte Microsoft noch das Konzept Dev Drive vor, ein virtuelles Laufwerk auf Basis des Dateisystemformats ReFS, in dem Entwickler zum Beispiel Repositories auschecken und Paketcaches für ihre Programmiersprachen ablegen. Die Integration in Dev Home ist noch nicht fertig, es gibt nur einen Verweis auf die Dokumentation, welche die manuelle Einrichtung erklärt (siehe [ct.de/y6c7](https://ct.de/y6c7)).

### Fazit

Die Preview von Dev Home hat Microsoft zu einem sehr frühen Zeitpunkt auf den Markt geworfen und zunächst mal Bausteine verarbeitet, die man in Redmond schon herumliegen hatte. Die Ideen haben aber durchaus Potenzial, das durch das unfertige Gerüst schimmert. Die Dev-Home-Entwickler müssen es schaffen, dass man die Einrichtung ihres Systems nur einmal per Hand durchklicken muss und die Software alles in eine YAML-Datei schreibt, also Softwareauswahl, Widgets und Repositories. Dann muss Microsoft darauf hoffen, dass andere Entwickler motiviert sind und eigene Widgets programmieren – sonst ist das Konzept witzlos.

Gleichzeitig muss das Unternehmen aufpassen, dass es sich nicht in zu vielen

sehr ähnlichen Projekten für eine ähnliche Zielgruppe verzettelt. Auf der einen Seite ist da Visual Studio Code (VSC), das sich über die vielen mächtigen Erweiterungen und das riesige Ökosystem von einer kleinen IDE zu einem Betriebssystem im Betriebssystem entwickelt hat. Wer VSC installiert und seine Konfigurationsdatei lädt, hat große Teile seiner Einrichtung schon abgeschlossen. Auch GitHub hat man dort – so wie in vielen anderen IDEs – im Blick. Dazu pflegt Microsoft auch noch einen GitHub-Desktop-Client, über den man ebenfalls Repositories auschecken kann. *(jam@ct.de) ct*

### Literatur

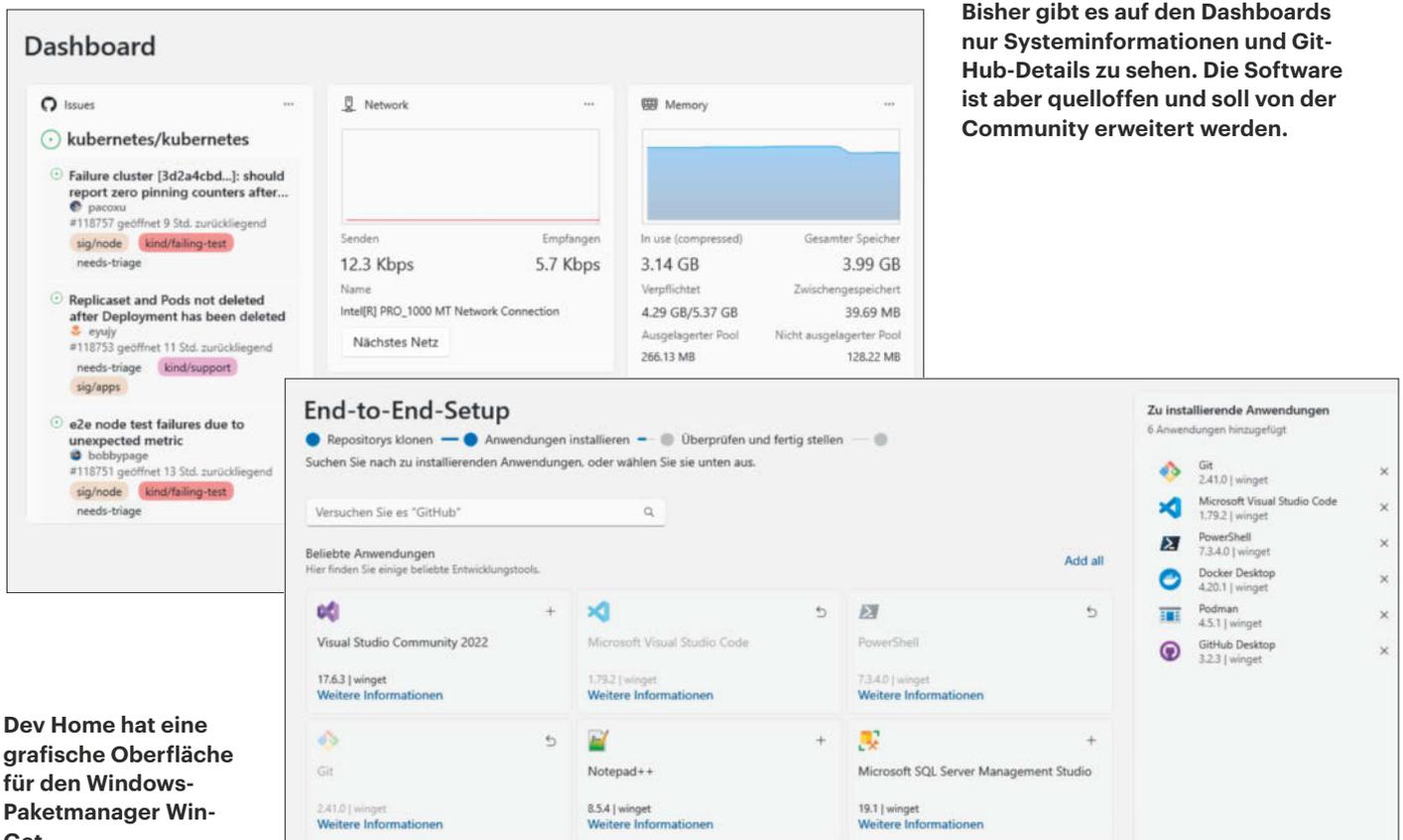
- [1] Hajo Schulz, Power-Updates, Bequemere Programm-Updates mit WinGet, c't 20/2022, S. 148

Dokumentationen: [ct.de/y6c7](https://ct.de/y6c7)

## Dev Home

Dashboard für Entwickler	
Hersteller, URL	Microsoft, <a href="https://learn.microsoft.com/en-us/windows/dev-home">learn.microsoft.com/en-us/windows/dev-home</a>
Systemanf.	Windows 11
Status	Vorabversion
Preis	kostenlos, MIT-Lizenz

Bisher gibt es auf den Dashboards nur Systeminformationen und GitHub-Details zu sehen. Die Software ist aber quelloffen und soll von der Community erweitert werden.



Dev Home hat eine grafische Oberfläche für den Windows-Paketmanager WinGet.



# Gib Gummi

## Ableton Push 3 als eigenständige Audio-Workstation im Test

**Viele Musiker bevorzugen Hardware-Instrumente gegenüber einer Digital Audio Workstation (DAW) auf einem Notebook, um neue Songs aufzunehmen oder live zu spielen. Ableton hat nun große Teile seiner DAW in den neuen Controller Push 3 integriert. So kann man auch ohne Computer Musik machen und dank MPE sowohl Synthesizer als auch Drums besonders lebendig spielen.**

Von Hartmut Gieselmann

Die wichtigste Neuerung des Push 3 betrifft die Matrix aus 64 Gummitasten. Sie überträgt nun auch MPE-Parameter. MPE steht für MIDI Polyphonic Expression und erlaubt es, Töne zu verändern, indem man über die Gummitaste gleitet. So wischt man im Glissando horizontal von einer Note zur nächsten. Oder man bewegt den Finger auf und ab und verschiebt die Filterfrequenz, Druck ändert die Lautstärke per Aftertouch. Das Ganze funktioniert polyfon. Bei einem Akkord ändert also jeder Finger eine Note unabhängig von den anderen.

Die Tasten reagieren auf kleinste Bewegungen und Druckveränderungen und lassen sogar feine Vibratos zu. Das klappt mit MPE-fähigen Software-Instrumenten. Knapp 100 hat der Push 3 an Bord, von gesampelten Streichern und Bläsern bis zu Synthesizern und Flächen. Dazu kommen 22 MPE-Drums, die beim Fingerdrumming deutlich lebendiger klingen als andere Standard-MIDI-Sets, weil sich der Sound bei jedem Anschlag je nach Auftreffpunkt und Stärke verändert. Wer an-

dere Instrumente per MPE steuern will, kann deren Parameter in Live mit dem integrierten MIDI-Plug-in „MPE Control“ verknüpfen.

Das Spielgefühl ist wesentlich besser als beim Vorgänger sowie bei Konkurrenzprodukten wie Maschine von Native Instruments und den MPCs von Akai, die alle kein MPE unterstützen. Außerdem benötigt man deutlich weniger Übung, um die MPE-Pads musikalisch zu spielen, als beispielsweise mit einem Roli Seaboard oder einem Haken Continuum.

Darüber hinaus hat Ableton den Workflow verbessert und weitere Steuer-tasten sowie ein großes Jog-Wheel zum Browsen in den Instrumenten und Effekten addiert. Mit der Undo-Taste nimmt man Befehle zurück, mit dem Save-Knopf speichert man Projekte. Ebenso kann man eingespielte MIDI-Passagen nachträglich sichern, wenn man vergessen hat, vorher die Aufnahmetaste zu drücken.

### Audio-Schnittstelle

Das integrierte Audio-Interface liegt auf dem Niveau preiswerter USB-Modelle. Es unterstützt 44,1 bis 96 kHz und Puffergrößen von 32 bis 2048 Samples. Die kürzeste Roundtrip-Latenz betrug bei 48 kHz mit 32 Samples auf einem aktuellen MacBook Pro mit M2-Pro-Chip 6,2 Millisekunden, im Standalone-Betrieb 6,4 Millisekunden, beides gute Werte. Wenn wir den Puffer auf die von Ableton empfohlenen 128 Samples vergrößerten, erhöhte sich die Roundtrip-Latenz auf 10,2 Millisekunden auf dem Mac und 14,7 Millisekunden im Standalone-Modus – das entlastet den Prozessor und fällt beim Spielen der Tasten kaum auf.

Während einer Aufnahme läuft das Eingangssignal jedoch immer durch den Push oder den angeschlossenen Rechner und kann nicht direkt abgehört werden (Direct Monitoring). Der Puffer sollte hier auf 32 bis maximal 64 Samples eingestellt sein, damit man während der Aufnahme keine Echos oder Verzögerungen hört. Dies funktioniert allerdings nur, solange wenige Effekte aktiv sind, die den Prozessor nicht zu stark belasten.

Die beiden symmetrischen Klinkeneingänge sind für Synthesizer, Gitarren und Bässe sowie Unterhaltungselektronik ausgelegt. Die analoge Verstärkung von bis zu 26 Dezibel reicht allerdings kaum aus, um dynamische Mikrofone anzuschließen. Mit Mühe und Not konnten wir das Signal eines Shure SM7B mit 44 Dezi-

bel digitaler Verstärkung nachträglich so aufpeppen, dass eine Sprechstimme bis etwa -6 dBFS herauskam. Das Rauschen lag dabei nur 40 Dezibel unter dem Nutzsignal und war deutlich hörbar. Für brauchbare Mikrofonaufnahmen sollte man unbedingt einen Vorverstärker mit eigener Stromversorgung zwischen Mikrofon und Push schalten. Mangels Phantomspannung kann man die meisten Kondensatormikrofone nicht anschließen.

Wem die analogen Ein- und Ausgänge nicht ausreichen, der kann per ADAT zusätzliche Wandler mit jeweils acht weiteren Ein- und Ausgängen ergänzen. Kopfhörer und Stereo-Line-Out lassen sich separat regeln und routen. So kann man ein analoges Effektgerät am Ausgang anschließen und über die Eingänge des Push wieder aufnehmen. MIDI-Geräte schließt man entweder per USB, Miniklinke oder separaten DIN-Adaptern an. Zwei Pedalbuchsen lassen sich auch als vier CV-Ausgänge konfigurieren, um modulare Synthesizer über separate Adapterkabel anzusteuern oder mit einem Clock-Signal zu synchronisieren.

### Push Standalone

Neben dem Controller vertreibt Ableton auch eine Standalone-Version des Push 3. Außerdem sollen Ende des Jahres Upgrade-Module erscheinen, die aus dem Controller dank des modularen Aufbaus ein Standalone-Gerät machen.

Die Standalone-Version wird von einem Intel NUC 11 i3 Compute Element mit einem Core i3-1115G4 angetrieben. Der im Zehn-Nanometer-Verfahren hergestellte Chip kam vor knapp drei Jahren auf den Markt und könnte mit seinen zwei Kernen theoretisch bis zu 4,1 GHz takten. Wegen der passiven Kühlung – der Kühlkörper auf der Unterseite erwärmt sich wie eine Heizdecke – bleibt er aber wohl darunter. Der 8 GByte große Arbeitsspeicher genügt den minimalen Systemanforderungen von Ableton Live.

Verglichen mit einem Mac mini mit M1 spielte der Core i3 etwa zwei Drittel der Effekte und Spuren störungsfrei ab. Ein aktueller M2 Pro schaffte die vierfache Menge an Effekten und unser Bauvorschlag für eine Audio-Workstation aus c't 11/2023 (S. 108) mit einem AMD Ryzen 7 7800X3D sogar die siebenfache Menge.

Für Sample-Packs und Instrumente von Ableton stehen etwas mehr als 200 GByte der insgesamt 256 GByte großen SSD zur Verfügung – mehr als genug. Al-

lerdings ist die SSD nicht die schnellste. Der Bootvorgang dauerte rund 43 Sekunden, hinzu kamen jedes Mal 50 Sekunden für die Initialisierung der Core Library mit einem Grundstock an Software-Instrumenten. Der Push lädt aus dem Internet weitere Instrumentenpakete, sie lassen sich aber nur umständlich einzeln installieren.

Den Kontakt zur Außenwelt hält der Push 3 per Wi-Fi 6. Über WLAN lädt er Software-Updates und tauscht Projektdateien und Samples mit Ableton Live auf einem Computer aus. Ohne eine zusätzliche Computerinstallation kann man ihn kaum sinnvoll nutzen, da man auf ihm weder Songs arrangieren, noch den fertigen Mix als Wav oder MP3 ausgeben oder Dateien per USB-Stick austauschen kann.

Ableton liefert von Haus aus nur die kleine Intro-Version von Live mit, die lediglich 16 Spuren unterstützt. Hinzu kommen 19 Instrumenten-Packs. Für weitere Spuren und Instrumente muss man den Push 3 an eine bereits vorhandene oder neue Lizenz koppeln: Entweder die Standard-Version für 259 Euro oder noch besser die Suite für 449 Euro.

Der Akku hat eine Kapazität von 48 Wh und hielt etwas mehr als zwei Stunden durch, als wir ein neues Projekt starteten, Instrumente einspielten und abmischten. Die durchschnittliche Leistungsaufnahme liegt also bei etwas über 20 Watt, das mitgelieferte Netzteil ist sogar für 60 Watt ausgelegt. Wessen Rechner am USB-C-Anschluss 15 Watt zur Verfügung stellt, der kann den Push-Controller zur Not auch ohne Netzteil mit stark gedimmter Beleuchtung nutzen. Das klappte beispielsweise mit einem aktuellen MacBook Pro. Im Test verlor der Akku der Standalone-Version dann etwa 10 bis 15 Prozent Ladung pro Stunde.

### Ohne Arrangement

In der Praxis klappte der Projektaustausch mit Live problemlos, solange keine externen Plug-ins im Spiel waren. Wenn das der Fall ist, muss man entsprechende Spuren erst einfrieren, um sie auf dem Push abzuspielen. Immerhin funktionieren viele Module aus der Max-Entwicklungsumgebung der Live-Suite. Details listet Ableton auf seiner Website auf.

Größtes Manko der Standalone-Version des Push 3 ist jedoch, dass man keine Songs arrangieren kann. Er arbeitet ausschließlich in der Session-Ansicht, in der

einzelne Clips pro Spur manuell gestartet werden. Wenn man ein Projekt mit einem Arrangement aus Live überträgt, spielt er es zwar ab, zeigt es aber nicht an und erlaubt auch keine Änderungen. In einem leeren Arrangement kann man allenfalls die Abfolge der Clips und zusätzlich eingespielte Noten mit Shift+Record manuell aufzeichnen und anschließend in Live weiter bearbeiten.

### Fazit

Als Synthesizer mit MPE-Bedienfeld und enger Anbindung an Ableton Live ist der Push 3 ein extrem spielfreudiges und exzellent klingendes Instrument. Es spricht auch Einsteiger an, die sich bisher nicht mit MPE-Controllern anfreunden konnten. Eine komplette DAW in einen Hardware-Controller zu packen, ist allerdings eine Herkulesaufgabe, die die rund 4 kg schwere Standalone-Version nur zur Hälfte löst.

Die Software-Entwicklung steht noch am Anfang: Projektaustausch, Session-Ansicht, das Einspielen von Clips mit der MPE-Tastenmatrix, das Samplen von Synthesizern und E-Gitarren sowie der Mix mit den Live-Effekten klappen bereits prima. Für mittelgroße Projekte genügt auch die Rechenleistung des Core i3. Werden Push 3 also in erster Linie als MPE-Synthesizer und Sampler mit umfangreichem Sequenzer nutzen möchte, der kann schon jetzt zugreifen.

Um einen Song zu arrangieren, fertig abzumischen und auszugeben, benötigt man jedoch einen Rechner mit der Live-Software. Auf Nachfrage erklärte Ableton, ein voll funktionaler Arranger-Modus hätte die Veröffentlichung von Push 3 „um Jahre“ verzögert. Ob und wann dieser nachgereicht wird, steht also in den Sternen. (hag@ct.de) **ct**

## Ableton Push 3

DAW-Controller mit MPE-Tasten und optionalem Standalone-Modus	
Hersteller, URL	Ableton, <a href="https://www.ableton.com">ableton.com</a>
Schnittstellen	USB-C, Wi-Fi 6, Netzteil (60 W, mitgeliefert)
Eingänge	2 × TRS-Klinke (6,3 mm), ADAT, MIDI (USB, Miniklinke), 2 × Pedal (TRS-Klinke 6,3 mm)
Ausgänge	2 × TRS-Klinke (6,3 mm), Kopfhörer (6,3 mm), ADAT, MIDI (USB, Miniklinke), 4 × CV (TRS-Klinke 6,3 mm, Adapter nötig)
Systemanf.	Windows ab 10, macOS ab 10.13 (Apple/Intel), 8 GByte RAM
Software	Ableton Live Intro 11.3 enthalten, Standard: 259 €, Suite: 449 €
Preise	Controller: 949 €, Standalone: 1899 €, Upgrade: 999 €

# Geschrumpftes Topmodell

## Spiegellose Systemkamera Nikon Z 8 im Test



Bild: Nikon

**Die Nikon D850 setzte in der Vollformatklasse Maßstäbe. Das spiegellose Nachfolgemodell Z 8 tritt in große Fußstapfen. Im Labor und in der Natur musste sie beweisen, ob sie dem Vorbild gerecht wird.**

Von Thomas Hoffmann

Nikon positioniert die kompakte Z 8 in der Profiklasse gegen die schweren Kameras für Sportfotografen D6 und Z 9. Wie ihre Vorgängerin, die Spiegelreflexkamera Nikon D850 vereint die Z 8 hohe Auflösung von 45 Megapixeln mit einem professionellen Autofokus.

Der rückseitig verdrahtete CMOS-Sensor erlaubt kurze Signalwege und somit eine hohe Auslesegeschwindigkeit. So nimmt die Z 8 dank des Bildprozessors Expeed7 8K-Video mit 60 Bildern pro Sekunde auf. Der Sensor wird zeilenweise ausgelesen, Rolling-Shutter-Effekte konnten wir bei unseren Testaufnahmen nicht feststellen. Fünf-Achsen-Bildstabilisierung erlaubt um bis zu fünf Blenden längere Belichtungszeiten aus der Hand, ohne zu verwackeln.

Der Autofokus ist ein Highlight der Kamera mit schneller und sicherer Erkennung von Menschen, Tieren, Fahrzeugen und Flugzeugen. Bei Porträtaufnahmen fokussiert die Z 8 auf die Augen. Im Test funktionierte der Autofokus auch noch bei sehr wenig Licht.

### Handhabung

Fotografen, die mit einer Nikon-Kamera vertraut sind, werden mit der Z 8 keine Probleme haben. Knapp 20 Tasten verteilen sich über das Kameragehäuse, dazu

gesellen sich zwei Einstellräder, Joystick, Vierwegewippe und auf der rechten Kameraschulter ein OLED-Display. Über einen separaten Videoauslöser erreicht man den Bewegtbildmodus. Die i-Taste neben dem Bildschirm bietet Zugriff auf zwölf Kameraeinstellungen. Drei Fn-Tasten lassen sich frei belegen.

Das Gehäuse besteht nur auf der Vorderseite aus einer Magnesiumlegierung, der hintere Bereich aus belastbarem Kunststoff. Die Verarbeitung ist über jeden Zweifel erhaben. Ein USB-C-Anschluss dient der Datenübertragung, ein zweiter zur Stromversorgung. Drahtlos kommuniziert die Kamera über WLAN, beim Tethered-Shooting geschützt über WPA2 oder WPA3, sowie über Bluetooth 5.0. So kann man die Kamera über Nikons Kamera-App (Snap-Bridge) steuern, Bilder aufs Smartphone übertragen und GPS-Daten ergänzen.

### Messwerte und Bildkritik

Im Testlabor erreichte die Z 8 bis ISO 400 die volle Auflösung von 2752 Linienpaaren pro Bildhöhe. Bei ISO 1600 entspricht die Auflösung 92 Prozent, bei ISO 6400 bis 12.800 noch 82 Prozent. Bei der höchsten Empfindlichkeit von ISO 25.600 haben wir 73 Prozent oder 2021 Linienpaare gemessen. Die Kamera arbeitet bis ISO 1600 feine Details plastisch heraus. Ab ISO 3200 geht in der 100-Prozent-Ansicht etwas Mikrokontrast verloren. Kontrastreiche Linien wirken immer noch scharf. Ab ISO 6400 wird Bildrauschen sichtbar.

Beim Dynamikumfang reißt die Z 8 ähnlich wie das Topmodell Z 9 und die Z7 II keine Bäume aus: Bei ISO 100 konnten wir 10,2 Blendenstufen messen, die sich bis ISO 12.800 leicht auf 9,7 Blendenstufen verringerten. Die Canon EOS R5 schlägt sich da besser.

Absolut rasant zeigt sich die Kamera bei der Auslöseverzögerung mit dem schnellen Nikkor Z 24-70 f/2.8 S. Inklusive

Fokussieren vergehen 0,19 Sekunden vom Auslösen bis zum fertigen Bild.

### Fazit

Die Z 8 ist eine hervorragend ausgestattete Kamera, die gute Bildqualität liefert. Sonys Alpha7 R V löst höher auf: Landschafts- und Naturfotografen haben weniger die Serienbildgeschwindigkeit oder 8K-Video im Blick, sondern freuen sich über jedes Pixel Auflösung. Als geschrumpftes Topmodell ist die Z 8 dennoch attraktiv. Das gesparte Geld wird bei den meisten Fotografen in Objektiven besser angelegt sein als in den wenigen zusätzlichen Funktionen der Z 9. (akr@ct.de) ct

*Einen ausführlichen Test dieser Kamera lesen Sie in c't Fotografie 4/2023.*

## Nikon Z 8

Spiegellose Systemkamera	
Hersteller, URL	Nikon, nikon.de
Sensor	CMOS, 35,9 mm × 23,9 mm
Sensorauflösung	8256 × 5504 Pixel (45,7 MPixel)
Pixelgröße	4,3 µm
Lichtempfindlichkeit	ISO 64 - 25.600 (erweiterbar)
interne Bildstabilisierung	✓ (5 Achsen)
Autofokus / Messfelder	Hybrid-AF / 493
kürzeste / längste Verschlusszeit	1/32.000 s (elektr.) / 900 s (Bulb)
Serienbildrate	20 Bilder/s
VideofORMAT / max. Auflösung	NEV, MOV, MP4 / 8256 × 4644 (60p)
Videokomprimierung	N-RAW (12 Bit), Apple ProRes RAW HQ (12 Bit), Apple ProRes 422 HQ (10 Bit), H.265/HEVC (8 Bit/10 Bit), H.264/AVC (8 Bit)
Sucher	OLED (1280 × 960 Pixel)
Display / bewegl. / touch	LCD, 7,6 cm (1024 × 683 Px) / ✓ / ✓
Speicherartenfächer	Cfexpress (Typ B), XQD / SD (UHS-II)
Akku-Kapazität / Aufnahm.	2280 mAh / 275 (laut Hersteller)
Gehäuse / wetterfest	Magnesiumlegierung, Kunststoff / ✓
Bajonett	Nikon Z
Abmessungen / Gewicht	144 mm × 118,5 mm × 83 mm / 910 g
Anschlüsse	2 × USB / Superspeed-USB, USB-PD, HDMI (Typ A), Mikrof., Kopfh., Zubehör
Wireless	WLAN 802.11b/g/n/ac, Bluetooth 5.0
Preis (Straße)	4600 €

heise +

ct

iX

Mac&i

Make:

MIT  
Technology  
Review  
Das Magazin für Innovationen von Heise

ct **Fotografie**

c't-Abonnenten  
lesen bis zu  
**75%**  
günstiger

## Das digitale Abo für IT und Technik.

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

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

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

[heise.de/plus-testen](https://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



# Elitäre Bildveredler

## Workstation-Grafikkarten AMD Radeon Pro W7000 und Nvidia RTX 6000 Ada im Test

**Gleich zwei neue Profi-Grafikkarten von AMD sollen mit Chiplet-Technik und großem Speicher für aufwendige Konstruktionsmodelle oder 3D-Rendering auftrumpfen. Im Test zeigen Radeon Pro W7800 und W7900, wie viel Leistung AMD draufpacken konnte und ob das gegen Nvidias RTX 6000 Ada reicht.**

Von Carsten Spille

Als die Gummistiefel noch aus Holz waren, tröpften Neuerungen der Workstation-Grafikkarten langsam ins Gamer-Segment. Das hat sich inzwischen umgekehrt und die Grafikchips und -techniken der Gamer-GPUs landen mit etwas Verzögerung auch im Workstation-Markt. Nur beim Grafikspeicher ist es umgekehrt. Der hat bei Nvidias RTX und AMDs Radeon Pro noch wesentlich mehr Platz als das, was auf GeForce und Radeon RX verlötet wird.

Die neueste Generation Workstation-Karten geht GPU-technisch den Schritt zur aktuellen Generation mit wesentlich mehr

Rechenleistung und weiteren Funktionen etwa für ultrahochauflösende Bildschirme. Da Nvidia aber bereits beim Vorgänger 48 GByte Grafikspeicher aufgepflanzt hatte, bleibt für die RTX 6000 Ada unter diesem Aspekt nur eine Stagnation, während AMDs Radeon Pro W7900 auf dieselbe Kapazität aufholt. Und auch die W7800 wartet mit satten 32 GByte auf, was immer noch ein Drittel mehr ist als das Maximum, was man bei Gamer-Topmodellen bekommt.

Auch preislich spielen Workstation-Grafikkarten in einer anderen Liga. Die Radeon Pro W7800 geht mit ihren 2700

Euro Straßenpreis schon als Schnäppchen durch und auch die W7900 für rund 4300 Euro lässt bei vielen Workstation-Nutzern den Puls noch im Ruhemodus. Nvidias RTX 6000 Ada ist mit über 9000 Euro dagegen schon ein echter Brocken und muss im Test zeigen, ob und für wen sie diesen Aufpreis wert ist.

### Drei Kandidaten

Durch den Umstieg auf die jeweils neuen Grafikchip-Architekturen – Navi31 bei AMD und Ada Lovelace bei Nvidia – gibt es im Vergleich zu den Vorgängerkarten einen gigantischen Sprung bei der theoretischen Rechenleistung. Von der 6800 zur 7800 ging es um Faktor 2,5 auf rund 45 FP32-Teraflops hoch, also 45 Billionen Rechenschritte pro Sekunde in einfach genauer Gleitkommaarithmetik. Die W7900 legt noch einmal rund 36 Prozent obendrauf. Und selbst das ist kein Vergleich zum theoretischen Durchsatz der Nvidia-Karte: 91,1 TFlops attestiert der Hersteller ihr auf dem Papier. Immerhin 86,7 TFlops, also rund 95 Prozent davon, konnten wir in unseren Durchsatzmessungen erreichen. Wie viel von dieser enormen Rechenpower in Anwendungen ankommt, zeigen wir anhand unserer Benchmarks.

Möglich wurde die hohe Rechenleistung unter anderem durch die neue 5-Nanometer-Fertigungstechnik der Chip-Schmiede TSMC, die es erlaubt, deutlich mehr Transistoren auf dieselbe Chipfläche zu quetschen. Damit kann man die Anzahl der Rechenwerke erhöhen oder sogenannte kritische Pfade durch Pufferschaltungen optimieren, um die Taktfrequenz zu steigern. Zu guter Letzt haben sowohl AMD als auch Nvidia die Architektur selbst optimiert. Nvidia hat innerhalb der Shader-Rechenwerke vor allem die für KI-Aufgaben zuständigen Tensor-Kerne überarbeitet. Aber auch die Raytracing-Einheiten, die zum Beispiel in vielen Denoisern für 3D-Renderer wie das kostenlose, quelloffene Blender das Bildrauschen entfernen, sind pro Stück und pro Takt deutlich schneller als in der Vorgängergeneration.

AMD hat die Navi31-Architektur ebenfalls deutlich überarbeitet und setzt hier auf Chiptlet-Technik: Das Die mit den Rechenwerken nimmt den meisten Platz auf dem Träger ein und wird flankiert von bis zu sechs kleinen Chips mit Speicher- und Cachecontrollern. Außerdem liefern die Shader-Rechenwerke jetzt bis zu zwei

Operationen pro Takt, sofern der Compiler im Datenstrom unabhängige Instruktionsfolgen findet. Durch Zusatzschaltungen können sie zudem Matrix-Multiplikationen schneller abarbeiten, wie sie häufig in KI-Anwendungen vorkommen. AMD nennt diese Schaltungen schlicht „AI Accelerators“, also KI-Beschleuniger. So mächtig wie Nvidias Tensor-Cores sind sie jedoch nicht, da sie immer noch im engen Verbund mit den FP32-Vektoreinheiten arbeiten und nicht komplett parallel dazu.

### Viel Speicher, viel Cache

Bei Nvidia fallen zum Beispiel die schnellen Cache-Zwischenspeicher wesentlich größer aus als zuvor. In dieser Hinsicht gab es bei AMD einen Rückschritt: Der Infinity Cache genannte Last-Level-Cache schrumpfte von maximal 128 auf 96 MByte bei der W7900, die W7800 muss gar mit 64 MByte auskommen. Dafür konnte AMD aber dessen Geschwindigkeit steigern. Auch durch die Anbindung mit 384 statt 256 Datenleitungen bei der Radeon Pro W7900 wuchs die Geschwindigkeit des Speichers um 50 Prozent, bei Nvidia arbeitete schon die Vorgängergeneration mit dieser Speicherbusbreite.

Wir haben bei AMDs größerem Infinity Cache bis zu 2,8 Terabyte pro Sekunde gemessen, Nvidias kleinerer Level-2-Cache kommt auf satte 5,5 Terabyte/s. Da die Transferraten der einzelnen Cache-

Partitionen addiert gemessen werden, ist der Nvidia-Cache allein durch seine größere Stückelung im Vorteil.

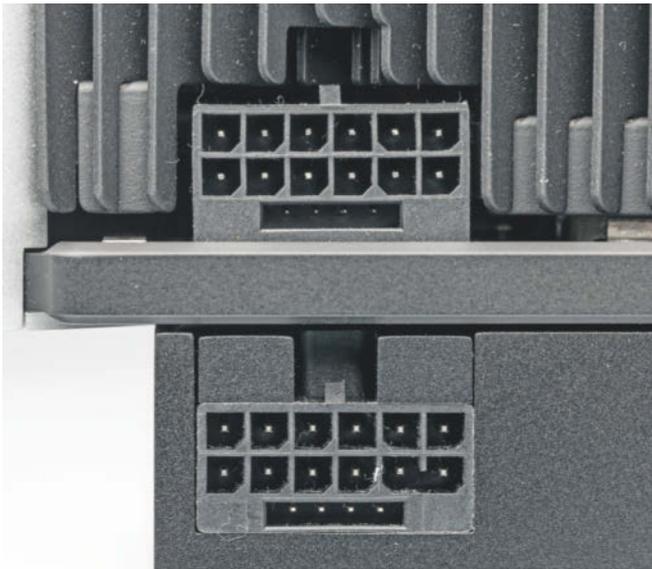
Der Stromspareffekt des neuen Herstellungsprozesses trägt ebenfalls dazu bei, dass die Designs nun auch höhere Taktraten erlauben, ohne das weiterhin stillschweigend als Obergrenze geltende 300-Watt-Limit zu durchbrechen.

Im Workstation-Markt zählen aber auch andere Werte: Die höchste Rechenleistung zum Beispiel nützt nichts, wenn Datensätze wie ein komplexes Konstruktionsmodell oder die 3D-Darstellung einer MRT-Untersuchung nur teilweise in den lokalen Speicher passen. Dasselbe gilt inzwischen auch für Anwendungen bei künstlicher Intelligenz: Schon ein Bildgenerator wie Stable Diffusion kann für übliche Bildauflösungen bereits die Speicherkapazität selbst von High-End-Consumerkarten sprengen. Die wirklich anspruchsvollen, weil mit immens hohem Rechenaufwand und riesigem Speicherbedarf verbundenen Aufgaben, etwa das lokale Training eines KI-Modells, sind dabei noch gar nicht erfasst.

Außerdem beherrschen alle drei Probanden den Speicherschutz mit ECC. Er lässt sich über die Treibersoftware aktivieren und erfordert einen Neustart. Beim Gaming ist dieser Schutz vor kippenden Bits im Speicher noch unwichtig, denn wer bemerkt schon einen mit leichter Fehlfar-



Gegen eine dicke Gamer-Grafikkarte sehen Workstation-Grafikkarten wie die Radeon Pro W7800 (vorn) im Dual-Slot-Standard beinahe mickrig aus.



**Nvidias RTX 6000 Ada (unten) hat noch den alten 12VHPWR-Anschluss der ATX-3.0-Spezifikation, die GeForce RTX 4060 hat schon die neue Revision mit den vier tiefer liegenden Sense-Pins.**

be berechneten Bildschirmpunkt unter Millionen, wenn das Actionspiel Dutzende Frames pro Sekunde auf den Schirm wirft oder die Aufmerksamkeit dem virtuellen Instrumentenlandesystem im tropischen Gewittersturm gilt.

Wenn Berechnungen aber nicht mehr wenige Millisekunden dauern, sondern länger brauchen, kann sich ein Fehler durch ein falsches Bit potenzieren und im schlimmsten Fall die Wiederholung der Aufgabe erfordern. Während das bei einem Echtzeit-Renderbild kaum problematisch sein dürfte, könnte es bei Strömungssimulationen an Flugzeughüllen schon kritischer sein.

### Display-Engine: Vorteil Radeon

Viele Einsatzgebiete im Kreativbereich benötigen multiple oder sehr hochauflösende Bildschirme. 4K ist beinahe schon Standard und höhere Auflösungen sind auch mit hoher Farbtreue und ergonomischen Bildwiederholraten wünschenswert.

Dabei muss es sich gar nicht gleich um 12K oder 8K handeln, mit deren Unterstützung AMD die Radeon Pro anpreist. Bildschirme in 5K-Auflösung und ohne die optisch verlustlose „Display Stream Compression“ (DSC) sowie in Hochkontrastdarstellung (12-Bit-HDR) sind hingegen ein realer Vorteil für Einsätze etwa bei professioneller Videobearbeitung.

Bei AMD gibt es Fort- und kleine Rückschritte zugleich. Im Vergleich zur Vorgängerin hat die Radeon Pro W7000 nur noch vier Displayausgänge, keine sechs mehr. Die drei Full-Size-Display-Ports und der „enhanced Mini-Display-Port“ sind dafür allerdings bereits nach jüngsten DisplayPort-Spezifikation 2.1 ausgeführt. Sowohl die Pro W6800 als auch die aktuellen Nvidia-Karten müssen mit DisplayPort 1.4c auskommen.

Die höhere Datenrate des neueren Standards genügt etwa, um vier 4K-Bildschirme mit 120 Hertz auch ohne DSC zu betreiben. Alternativ lässt sich statt eines

8K60-Displays eines mit 120 Hertz anschließen und selbst ein noch fiktiver 12K60-Monitor betreiben, wo bei DP1.4 mit 8K60 Schluss ist.

Beim Einsatz im Videobereich haben alle drei Karten Einheiten, um Videostreams sowohl zu dekodieren als auch, um neue zu erzeugen (Encoder). Beide Radeon-Karten haben als Neuerung zum Vorgänger einen Encoder für den AV1-Codec sowie doppelt ausgelegte Decoder für ältere Codecs wie H.265. Nvidia spendiert der RTX 6000 Ada einen zweifachen Decoder und einen dreifachen Encoder, die im Wesentlichen dieselben Formate bedienen wie die der Radeons. Anders als die Gamer-Chips aus eigenem Hause beschränkt der Hersteller die RTX 6000 Ada nicht auf fünf gleichzeitig erlaubte Encoding-Sessions, was bei Multi-User-Nutzung ein Vorzug sein kann.

### Kühlung bei 260 bis 300 Watt

Anders als Gaming-Grafikkarten ist bei Workstations noch keine Gigantitis mit vier Slots Breite oder eine Kartenlänge von bis zu 35 Zentimetern ausgebrochen. AMDs Radeon Pro W7800 und Nvidias RTX 6000 Ada begnügen sich mit dem Dual-Slot-Standard bei 28 respektive 27 Zentimetern Länge. Nur die Pro W7900 braucht ein wenig mehr Luft zum Atmen: Sie hat eine drei Slots breite Blende, aber die Kühlerverschalung nutzt diese Breite nicht ganz aus. Damit bleibt automatisch etwas mehr Abstand zu weiteren Karten, was die Belüftung bei Multi-GPU-Systemen verbessert. Diese Systeme sind dadurch aber zugleich auf üblicherweise zwei (2 x 3 Slots) statt vier Karten (4 x 2 Slots) beschränkt.

Die Lüfter arbeiten allesamt nach dem Direct-Heat-Exhaust-Prinzip, pusten die angesaugte Luft also über die Kühl-

## Workstation-Grafikkarten: Lautheit und Leistungsaufnahme

Grafikkarte	Lautheit		Leistungsaufnahme		
	Leerlauf [sone] <sup>1</sup>	3D-Vollast [sone] <sup>2</sup>	Leerlauf [Watt] <sup>3</sup>	3D-Dauervollast [Watt]	Maximal [Watt] <sup>4</sup>
	← besser	← besser	← besser	← besser	← besser
AMD Radeon Pro W7800	0,1	1,5/1,6	11/47	238	242/380
AMD Radeon Pro W7900	<0,1 <sup>1</sup>	1,8/1,9	15/72	278	282/460
Nvidia RTX 6000 Ada	<0,1 <sup>1</sup>	1,5/2,4	21/24	298	306/392
<b>zum Vergleich</b>					
AMD Radeon Pro W6800	0,3	2,0/2,0	11/k.A.	253	255/405
Nvidia RTX A5000	0,2	1,8/1,8	16/k.A.	230	239/292

gemessen unter Windows 11 22H2, VSync aus, rBAR an

<sup>1</sup> einige Karten halten im Leerlauf ihre Lüfter an und bleiben daher unter unserer Messgrenze von 0,1 sone

<sup>2</sup> Dauerlast / Maximum, gemessen im geschlossenen Gehäuse nach Aufwärmphase

<sup>3</sup> mit 1 x 4K60-Monitor / 1 x 4K120 Monitor

<sup>4</sup> Maximallast im Stresstest / Spitzenaussschläge im Millisekundenbereich

# Digitalisierung leicht gemacht!

**SONDERPREISE**  
für Abonnenten

Wenn Ihre Bücherregale gerade überquellen, bieten wir Ihnen die ideale Lösung. Das gesammelte Know-how Ihrer Fachmagazine kompakt auf Archiv-Discs und -Sticks gespeichert jederzeit zum Abruf bereit.



## c't Jahrgang 2022

Alle **27 Ausgaben** des c't Magazins 2022 in digitaler Fassung.

Archiv-DVD	24,90 €
Archiv-Stick (32 GB)	34,90 €

## c't Gesamtarchiv 1983–2022

Das komplette Archiv des c't Magazins von **1983 bis 2022**. Holen Sie sich 40 Jahre IT-Geschichte mit allen redaktionellen Inhalten bis 2022 nach Hause.

2× Blu-ray	99,90 €
Archiv-Stick (64 GB)	139,90 €



## iX Jahrgang 2022

**13 digitale Ausgaben** des iX-Magazins 2022 mit allen redaktionellen Beiträgen.

Archiv-DVD	24,90 €
Archiv-Stick (32 GB)	34,90 €

## iX Gesamtarchiv 1988–2022

**35 Jahrgänge** des Magazins für professionelle Informationstechnik, der Pflichtlektüre des professionellen IT-Anwenders.

2× Archiv-DVD	79,90 €
Archiv-Stick (32 GB)	109,90 €



## MIT Technology Review Jahrgang 2022

**8 digitale Ausgaben** des Magazins MIT Technology Review 2022 mit allen redaktionellen Inhalten.

Archiv-DVD	24,90 €
------------	---------

## MIT Technology Review Gesamtarchiv 2003–2022

**20 Jahrgänge** der Technology Review zusammengefasst auf zwei DVDs.

2× Archiv-DVD	59,90 €
---------------	---------



## Make Gesamtarchiv 2011-2022

Das komplette Archiv mit **66 Ausgaben** von c't Hardware Hacks über c't Hacks bis zum deutschen Make Magazin.

Archiv-Stick (32 GB)	99,90 €
----------------------	---------

PORTOFREI



[shop.heise.de/archive22](https://shop.heise.de/archive22)

## Workstation-Grafikkarten: Leistung in Blender 3.6 LTS

Grafikkarte	Szene „classroom“		Szene „Gooseberry Benchmark“		Szene „Lone Monk“	
	default [Sekunden]	mit RT-Einheiten [Sekunden]	default [Sekunden]	mit RT-Einheiten [Sekunden]	default [Sekunden]	mit RT-Einheiten [Sekunden]
	← besser	← besser	← besser	← besser	← besser	← besser
AMD Radeon Pro W7800	29,1	24,4	145,9	88,6	251,7	202,2
AMD Radeon Pro W7900	21,5	18,9	116,2	70	180,9	150,2
Nvidia RTX 6000 Ada	9,8	6,3	62,8	32,3	83	44,1
<b>zum Vergleich</b>						
AMD Radeon Pro W6800	41,7	36,7	178,3	115,1	341	288,2
Nvidia RTX A5000	25,4	14,2	133,4	61,4	225,5	94,3
Radeon RX 7900 XTX	19,6	17,1	110,6	65,3	160,2	133,8
GeForce RTX 4090	10	6,4	64,8	33,3	83	43,2

gemessen unter Windows 11 22H2 mit Ryzen 9 7950X3D (16c/32t), 32 GByte DDR5-5200, VSync aus, rBAR an, Treiber: Nvidia PRD 536.25/GRD 535.98, AMD Pro 23.Q2 (W6800: 23Q1.1), RASAE 23.7.1; default: Nvidia CUDA, AMD HIP; RT: Nvidia Optix, AMD HIP+RT

lamellen direkt aus dem Gehäuse hinaus. Daher vertrauen auch beide Hersteller auf nur einen Lüfter, anstelle von bis zu dreien bei High-End-Gamingkarten. Im Leerlauf ist auch ohne Stillstandfunktion nichts von ihnen zu hören, doch unter Last müssen sie alle deutlich aufdrehen und sind dann auch lauter als die leisesten Gaming-Pendants. Wenig überraschend bleibt die Radeon Pro W7800 mit 1,5 sone knapp am leisesten, da ihr Lüfter mit 260 Watt maximaler Abwärme rund 40 Watt weniger loswerden muss als die von W7900 und RTX 6000 Ada. Echte Leisetreter sind die Karten somit nicht, im üblichen Bürolärm dürfte ihr Geräusch in der Regel aber untergehen.

Eine Besonderheit haben wir bei der Regelung der Nvidia-Karte entdeckt: Ihr Lüfter könnte zwar deutlich mehr, wurde zugunsten des Geräuschpegels unter Vollast jedoch auf maximal 2050 Umdrehungen pro Minute gedeckelt. Der Hotspot des Grafikchips erreichte dabei die Grenze von 90 Grad, sodass der Takt immer weiter sank und sich schließlich bei nur noch 840 MHz im Stresstest Furmark stabilisierte. In anderen Anwendungen wie den SPEC-

Benchmarks oder beim 3D-Rendering mit Blender blieb die Taktrate jedoch oberhalb von 2 GHz.

### Energie: Effizient?

Während ihre Spieler-Äquivalente Radeon RX 7900 XTX und GeForce RTX 4090 trotz nur halb so viel Speicher 355 respektive 450 Watt verheizen, bleibt es bei den Profi-Grafikkarten bei der schon länger üblichen 300-Watt-Grenze. Die lässt sich problemlos über zwei Achtpol-Stecker vom Netzteil abdecken, was die beiden Radeon-Karten auch tun. Nvidia geht den Sonderweg des 12VHPWR-Connectors aus der ATX-3.0-Spezifikation, legt aber einen Adapter auf 2 x Achtpol bei. Der Nvidia-Connector entsprach bei unserem Testmuster noch dem ursprünglichen Standard. Der führte in der Vergangenheit speziell mit Verwendung von Adaptern oder bei engen Biegeradien nahe dem Anschluss zu verschmorten Steckern. Daher überarbeitet ihn die PCI-SIG gerade und sieht unter anderem weiter zurückgezogene Sense-Anschlüsse vor (siehe Foto auf S. 106). Sitzt der 12VHWPWR-Stecker aber korrekt, dürfte das im 300-Watt-Bereich,

in dem sich die RTX 6000 Ada bewegt, kein Problem darstellen.

Im Leerlauf mit einem Display schluckten die Karten angesichts ihres dicken Speicherpolsters noch erträglich viel Strom auf dem Prüfstand. Am besten schnitt die Radeon Pro W7800 mit 11 Watt im Leerlauf an einem 4K60-Bildschirm ab, am schlechtesten Nvidias RTX 6000 Ada mit 21 Watt. Das Bild ändert sich, wenn mehrere Monitore oder solche mit hoher Refreshrate von 120 Hertz und mehr zum Einsatz kommen. Mit einem 4K120-Display war die Nvidia-Karte mit 25 Watt am sparsamsten, gefolgt von der Radeon Pro W7800 mit satten 47 Watt. Die W7900 holte mit hohen 72 Watt den Negativrekord.

Unter Last reizte die Nvidia-Karte ihre erlaubten 300 Watt nicht nur voll aus, sondern überschritt sie leicht um 5 Watt. Beiden Radeon-Pro-Karten hat AMD offenbar noch ein Pölsterchen eingeräumt, sodass sie im Test um jeweils rund 20 Watt unterhalb ihrer angegebenen „Total Board Power“ blieben. Dennoch sollte man bei allen Karten nicht nur die nominale Leistungsaufnahme für die Netzteilwahl mit

## Workstation-Grafikkarten: Leistungsvergleich SPEC ViewPerf 2020 v3.1

	3dsmax-07 <sup>1</sup> [fps]	catia-06 <sup>2</sup> [fps]	creo-03 <sup>3</sup> [fps]	energy-03 <sup>4</sup> [fps]	maya-06 <sup>5</sup> [fps]	medical-03 <sup>6</sup> [fps]	snx-04 <sup>7</sup> [fps]	sw-06 <sup>8</sup> [fps]
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶
AMD Radeon Pro W7800	129,7	97,2	151,5	51,0	321,6	64,2	403,9	191,1
AMD Radeon Pro W7900	173,5	122,4	190,7	70,8	472,8	89,3	501,7	276,5
Nvidia RTX 6000 Ada	221,1	149,6	210,6	90,0	522,1	77,9	1014,2	305,4
<b>zum Vergleich</b>								
AMD Radeon Pro W6800	114,0	93,9	130,6	34,2	332,5	48,5	339,8	162,3
Nvidia RTX A5000	112,7	95,6	146,3	31,0	288,0	30,0	372,2	139,0
Radeon RX 7900 XTX <sup>9</sup>	189,5	135,2	192,5	60,8	520,7	74,5	541,4	259,6
GeForce RTX 4090 <sup>9</sup>	223,6	89,7	129,9	66,7	512,7	43,3	43,0	326,7

gemessen unter Windows 11 22H2 mit Ryzen 9 7950X3D (16c/32t), 32 GByte DDR5-5200  
<sup>1</sup> 3dsMax 2016 (DirectX11) <sup>2</sup> PTC Creo <sup>3</sup> Autodesk Maya 2017 (ViewPort2.0) <sup>4</sup> Siemens PLM NX8.0 <sup>5</sup> Gaming-Grafikkarte, außer Konkurrenz, teils sehr niedrige Werte wegen fehlender Optimierungen  
<sup>6</sup> CATIA V5/3DExperience <sup>7</sup> Opentect <sup>8</sup> Tuvok library <sup>9</sup> Dassault Solidworks 2020

# Container orchestrieren in der Praxis



**ct KUBERNETES**  
Container orchestrieren in der Praxis

**AKTION**  
Online-Videokurs  
mit 90 %  
Leserrabatt

heise Academy

**VIDEOKURS**  
Valentin Rothberg

**Podman**  
Eine praktische  
Einführung in Container

**Wie Sie mit Podman ein  
modernes Container-  
Management einrichten**

- ▶ Praxisnahes Training mit einem Red-Hat-Entwickler
- ▶ POD-Manager von Grund auf kennenlernen
- ▶ Sichere Anwendungen in allen Umgebungen

**Docker und Podman  
im DevOps-Alltag**  
Weg von Docker - hin zu Podman  
Security: Container-Images scannen

**Kubernetes-Praxis  
für Container-Profis**  
Schlanke Cluster On-Premises  
und in der Cloud  
Strategien für Storage, Netzwerk  
und Security

**Erprobte Konzepte  
statt Anfängerfehler**  
GitOps: Automatische Clusterverwaltung  
mit Helm und Argo CD  
Alles redundant: Storage mit  
Longhorn konfigurieren



**Heft + PDF mit 28 % Rabatt**

Mit Kubernetes haben Sie Zugriff auf ein mächtiges Werkzeug zur Containerorchestrierung inklusive riesigem Open-Source-Ökosystem.

Dieses c't-Sonderheft richtet sich an alle, die schon mit Containern arbeiten, Admins wie Entwickler gleichermaßen. Wir reichen Ihnen das komplette Handwerkszeug, um Ihren ersten Kubernetes-Cluster einzurichten und zeigen erprobte Strategien aus der Praxis für Storage und vieles mehr:

- ▶ Der Lernpfad zum Kubernetes-Kenner
- ▶ Docker und Podman im DevOps-Alltag
- ▶ GitOps: Automatische Clusterverwaltung mit Helm und Argo CD
- ▶ Kubernetes-Praxis für Container-Profis
- ▶ Schlanke Cluster On-Premises und in der Cloud
- ▶ Auch als Paket-Angebot Heft + digitale Ausgabe + Fachbuch "Kubernetes" vom dpunkt-Verlag

Heft für 22,50 € • PDF für 19,90 € • Bundle Heft + PDF 30,50 €



[shop.heise.de/ct-kubernetes](https://shop.heise.de/ct-kubernetes)



### AMD Radeon Pro W7800

Die Radeon Pro W7800 ist ein strategisch geschickter Schachzug von AMD. Das Speicherpolster ist um ein Drittel größer als das der RTX A5500, aber der Preis von rund 2700 Euro um ein Viertel geringer. Dazu nutzt man ein stark abgespecktes Navi31-Chipkombinat, welches von der Rechenleistung her unterhalb der Gamerkarte RX 7900 XT anzusetzen ist. Im Mittel 20 Prozent schneller als das Topmodell der Vorgängergeneration Radeon Pro W6800 arbeitet die W7800 dennoch.

Sie hält das übliche Dual-Slot-Format in der Breite ein, ist mit 28 Zentimetern aber einen Zentimeter länger als der Nvidia-Standard; das ist bei den allermeisten Gehäusen, in denen Workstation-Karten sowieso mit einem Extender fixiert werden, kein Problem. Da er nur 260 Watt abführen muss, ist der Kühler auch unter Last vergleichsweise ruhig und macht seine Sache besser als die der beiden anderen Karten im Test. Selbst mit einem 4K120-Bildschirm bleibt die Pro W7800 im Leerlauf deutlich sparsamer als ihre große Schwester mit über 70 Watt, braucht mit 47 Watt aber fast doppelt so viel wie die Nvidia-Karte.

Der große Speicher, der vergleichsweise ruhige Lüfter und der niedrige Preis machen die Radeon Pro W7800 zu einer attraktiven Option für alle, die keine extrem anspruchsvollen Aufgaben in Sachen Modellgröße und Rechenleistung lösen müssen.

- ↑ vergleichsweise günstig
  - ↑ großer Speicher
  - ⚡ nur etwas schneller als Vorgängerin
- Preis: circa 2700 Euro



### AMD Radeon Pro W7900

Mit den 48 GByte Grafikspeicher der Radeon Pro W7900 bietet AMD nun dieselbe reichliche Speicherausstattung an wie Nvidias Workstation-Topmodell. Der Schritt auf die aktuelle Navi-31-Architektur, dessen Vollausbau hier am Werke ist, rückt auch die Performance dichter an die der Konkurrenz heran, ohne sie in den meisten Fällen jedoch einzuholen. Das kontert AMD mit einem deutlich geringeren Preis, der mit rund 4300 Euro auf der Straße nicht einmal halb so hoch wie der der RTX 6000 Ada ist.

Für die 300 Watt Abwärme – nominal dieselbe wie bei Nvidias RTX 6000 Ada – vergrößert AMD den Kühler der W7900 über das übliche Dual-Slot-Maß hinaus. Bis zur drei Slots breiten Blende bleibt aber noch etwas Platz, was für noch mehr Kühllamellen und Masse hätte genutzt werden können. So ist die Karte unter Last etwas lauter als die Konkurrenz und kann lediglich unter Vollast mit niedrigerem Geräuschpegel punkten. Der dickere Kühler stört in den meisten Gehäusen nicht, nur Mini-Workstations müssten damit etwas größer werden und es passen keine Viererpacks in High-End-Workstations.

Gegenüber der Pro W7800 aus gleichem Haus hat die W7900 nicht nur den Bonus von 50 Prozent mehr Speicher, sie arbeitet in den Tests der SPEC ViewPerf2020 v3.1 im Schnitt auch 35 Prozent schneller und kann so die Produktivität erhöhen.

- ↑ sehr großer Speicher
  - ↑ vergleichsweise günstig
  - ↓ trotz großem Kühler nicht sehr leise
- Preis: circa 4300 Euro



### Nvidia RTX 6000 Ada

Die RTX 6000 Ada hält die Tradition aufrecht, dass die schnellste Workstation-Grafikkarte aus dem Hause Nvidia kommt. Wer allerdings die Hoffnung hegte, hohe FP64-Gleitkommaperformance kehre in die Workstation-Welt zurück, wird enttäuscht, aber auch bei der Konkurrenz nicht fündig.

Das Rechenherz mit der Ada-Lovelace-Architektur schwächelt nur sehr selten und wird über die 48 GByte schnellen GDDR6-Speichers adäquat mit Daten versorgt. Dort hinein passen auch sehr detaillierte oder aufwendige Modelle, seien sie nun aus der Konstruktions- oder KI-Branche. Wem das nicht genügt, kann eine weitere Karte dazustecken, deren Speicher über NVLink direkt angesprochen werden kann und so das Polster auf 96 GByte aufstocken. Außer der erhöhten Performance hat die RTX 6000 Ada viel vom bekannten: Die Speichergröße bleibt gegenüber der Vorgängerin identisch und auch das bekannte Zwei-Slot-Kühlerformat mit ausblasendem Radiallüfter. Der darf Frischluft auch von hinten ansaugen, damit der Chip im NVLink-Gespann nicht zu heiß wird. Ein Silent-Wunder ist er dadurch aber nicht, in den meisten Fällen aber ausreichend ruhig. Unter Vollast muss der Chip weit heruntertakten.

Der Name der Karte RTX 6000 Ada kann leicht mit der optisch und in Sachen Speicherausstattung sehr ähnlichen RTX A6000, die weiterhin im Verkauf ist, verwechselt werden, Interessenten sollten Acht geben, die richtige Karte zu erwischen.

- ↑ schnellste Workstation-Karte
  - ⚡ „nur“ Dual-Slot-Kühler
  - ↓ enorm hoher Preis
- Preis: circa 9400 Euro

einbeziehen, denn Spitzenauslässe im Millisekundenbereich reichten deutlich höher, sodass man lieber mit 400 bis 500 Watt pro Karte kalkulieren sollte.

## Leistungsschau

Unsere Benchmarks lassen sich recht einfach zusammenfassen: Weiterhin kommt die Nummer Eins unter den Workstation-Karten von Nvidia. Die teure RTX 6000 Ada schwächelte in der Benchmark-Suite SPEC Viewperf2020 v3.1 nur im Subtest der Tuvok Library (medical-03) bei der Visualisierung eines MRT-Scans und musste sich der Radeon Pro W7900 um knapp 15 Prozent geschlagen geben. In den anderen Tests reichte der Nvidia-Vorsprung von 10 (in PTC Creo, Autodesk Maya und Dassault Solidworks) über 20 bis 30 Prozent in 3DSmax, CATIA V5 und OpendTect bis hin zu 100 Prozent in der Konstruktionssoftware Siemens PLM NX.

Auch im Bereich „GPU Compute“ und den meisten Grafikwertungen der SPEC Workstation 3.1 ließ die Nvidia-Karte den Radeons keine Chance, bei den Life Sciences schlug jedoch mit „medical-02“ ein enger Verwandter des ViewPerf-Tests zu

und die nur halb so teure Radeon zog mit 25 Prozent davon.

Die noch einmal deutlich günstigere Radeon Pro W7800 arbeitete auf einem anderen Niveau und hält nur die Vorgängerkarte Pro W6800 sowie Nvidias RTX A5000 aus der Ampere-Generation teils knapp, meist aber recht deutlich auf Abstand.

Beim 3D-Rendering in Blender 3.6 LTS kommen bei allen Karten optional auch die Raytracing-Einheiten zum Einsatz. Hier ist gegen Nvidia kein Kraut gewachsen. Selbst gegen die Vorgängergeneration kommt nur AMDs Spitzenmodell an, solange konventionelle Rendering-Funktionen genutzt werden. Mit RT ist schon die RTX A5000 aus der vorigen Generation schneller als die W7900. Fairerweise muss gesagt werden, dass Blender 3.6 LTS die erste offizielle Version mit AMD-Raytracing-Support ist und hier wahrscheinlich noch Optimierungspotenzial besteht.

## Fazit

AMD hat mit den neuen Radeon-Pro-Karten zwei interessante Optionen parat. Bei

der Performance kommt AMDs Navi31 bei gleicher 300-Watt-Vorgabe absolut gesehen aber nicht gegen Nvidias Ada-Architektur an und kann nur im Ausnahmefall einen kleinen Achtungserfolg feiern. Auch bei KI-Anwendungen liegt AMD noch hinten: Der W7000-Support im hauseigenen Rocm-Paket ist noch frisch und nur unter Linux existent. Viele KI-Anwendungen laufen speziell unter Windows out-of-the-Box einfacher und besser auf den Nvidia-Karten.

Wer jedoch auf besonders schnelle oder hochauflösende Displays aus ist, dem bieten AMDs Radeon Pro W7000 den derzeitigen Stand der Technik.

AMDs größter Trumpf ist derzeit aber der Preis: Selbst die Radeon Pro W7900 kostet nur halb so viel wie Nvidias Topmodell RTX 6000 Ada und die W7800 ist auf dem Preisniveau der langsameren und älteren Pro W6800 und RTX A5000.

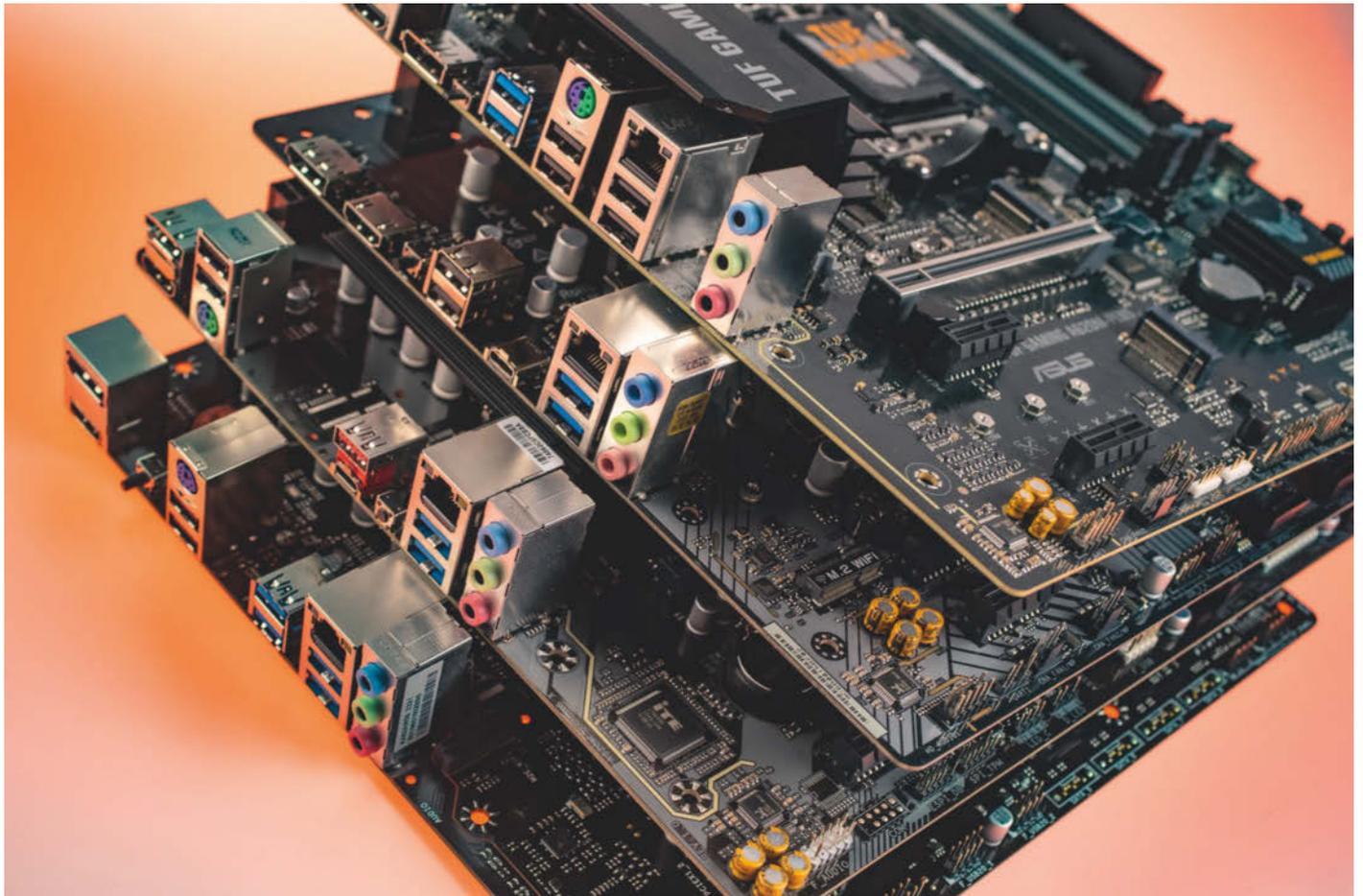
(csp@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Carsten Spille, Arbeiter mit Klasse, Vier Workstation-Grafikkarten mit modernster Technik, c't 20/2021, S. 96

## Workstation-Grafikkarten – technische Daten und Messwerte

Modell	AMD Radeon Pro W7800	AMD Radeon Pro W7900	Nvidia/PNY RTX 6000 Ada
Architektur, Grafikchip (Fertigungsprozess / Chipfläche / Transistoren)	RDNA3, Navi 31 FGL (5 + 6 nm / 306 + 220 mm <sup>2</sup> / 57,7 Mrd.)	RDNA3, Navi 31 FGL (5 + 6 nm / 306 + 220 mm <sup>2</sup> / 57,7 Mrd.)	Ada Lovelace, AD102 (TSMC 5 nm / 609 mm <sup>2</sup> / 76,3 Mrd.)
APIs: Direct3D / OpenGL / OpenCL / Vulkan / Sonstige	DX12 Ultimate (FL 12_1) / 4.6 / 2.1 / 1.2 / ROCm	DX12 Ultimate (FL 12_1) / 4.6 / 2.1 / 1.2 / ROCm	DX12 Ultimate (FL 12_1) / 4.6 / 1.2 / 1.2 / CUDA 11.4
Compute Units (Shader-ALUs / KI-Einheiten / RT-Einheiten / Textureinheiten / Rasterendstufen)	70 (4480 / 70 / 160 / 280 / 80)	96 (6144 / 192 / 96 / 240 / 96)	142 (18176 / 568 / 142 / 568 / 128)
FP32-Rechenleistung <sup>1</sup>	45,2 TFlops	61,3 TFlops	91,1 TFlops
für FP32-Durchsatz rechnerisch nötiger Takt	2525 MHz	2494 MHz	2505 MHz
Grafikspeicher: Menge, Typ (Übertragungsrate) / ECC	32 GByte, GDDR6 (576 GByte/s) / ✓	48 GByte, GDDR6 (864 GByte/s) / ✓	48 GByte, GDDR6 (960 GByte/s) / ✓
Display-Anschlüsse	3 × DP 2.1, 1 × mDP 2.1	3 × DP 2.1, 1 × mDP 2.1	4 × DP 1.4a mit DSC
gleichzeitige Displays (max. Refresh)	4 × 4K (120 Hz mit DSC) / 4 × 5K (60 Hz) / 2 × 8K (60 Hz) / 1 × 12K (120 Hz mit DSC)	4 × 4K (120 Hz mit DSC) / 6 × 5K (60 Hz) / 2 × 8K (60 Hz) / 1 × 12K (120 Hz mit DSC)	4 × 4K (120 Hz mit DSC) / 4 × 5K (60 Hz mit DSC) / 2 × 8K (60 Hz mit DSC)
TDP / Stromanschlüsse	260 Watt / 2 × 8-Pol	295 Watt / 2 × 8-Pol	300 Watt / 1 × 16-Pol 12VHPWR
Anbindung Host-System (PCIe-Transferrate pro Richtung)	PCIe 4.0 x16 (32 GByte/s)	PCIe 4.0 x16 (32 GByte/s)	PCIe 4.0 x16 (32 GByte/s)
Kühlung	Dual-Slot, aktiv (Radiallüfter)	Triple-Slot, aktiv (Radiallüfter)	Dual-Slot, aktiv (Radiallüfter)
Länge × Breite × Höhe / Gewicht	28,0 cm × 11,2 mm × 4,0 cm / 1216 g	28,0 cm × 11,2 cm × 4,0 cm / 1354 g	27,0 cm × 11,2 cm × 4,0 cm / 1194 g
Sonstiges	64 MByte Infinity Cache für schnellere Speicherzugriffe (ca. 1,9 TByte/s)	96 MByte Infinity Cache für schnellere Speicherzugriffe (ca. 2,9 TByte/s)	96 MByte L2-Cache für schnellere Speicherzugriffe (ca. 5,5 TByte/s)
<b>Zusätzliche Messungen</b>			
reale Taktrate kurzzeitiges Maximum	2808 MHz	2869 MHz	2715 MHz
reale Taktrate Blender Classroom (Teillast) / Furmark 1080p (Volllast)	2781 MHz / 1342 MHz (251 fps)	2627 MHz / 1297 MHz (326 fps)	2577 MHz / 840 MHz (436 fps)
3DMark Firestrike Extreme (DX11) / Time Spy (DX12) / Port Royal (DX12 + RT) / Speedway (DX12 + RT)	24701 / 18936 / 10614 / 3851 Punkte	32518 / 22983 / 12336 / 5158 Punkte	38218 / 27864 / 20595 / 8010 Punkte
<b>Technische Prüfungen</b>			
Leistungsaufnahme 2D <sup>2</sup> / Multimonitor <sup>3</sup>	11 (47) / 14 (39) W	15 (72) / 18 (54) W	21 (24) / 37 (38) W
Leistungsaufnahme 3D / Volllast (Peak <sup>4</sup> )	238 / 242 (380) W	278 / 282 (460) W	298 / 306 (392) W
Lautheit Leerlauf / Last / Max	0,1 / 1,5 / 1,6 sone	< 0,1 / 1,8 / 1,9 sone	< 0,1 / 1,5 / 2,4 sone
Preis Straße (US-UVP)	circa 2700 € (2499 US-\$)	circa 4300 € (3999 US-\$)	circa 9400 € (6799 US-\$)
<sup>1</sup> Herstellerangabe	<sup>2</sup> bei 60 (120) Hertz	<sup>3</sup> mit 2 × 4K60 (3 × 1080p60 + 1 × 4K60)	<sup>4</sup> kurzzeitiger Spitzenwert für einige Millisekunden
			✓ vorhanden
			– nicht vorhanden
			k. A. keine Angabe



# Nachschlag für Pfennigfuchser

## Preiswerte AM5-Mainboards für Ryzen-7000-Prozessoren im Test

**AMDs abgespeckter A620-Chipsatz halbiert den Einstiegspreis für aktuelle Ryzen-Mainboards auf unter 100 Euro. Wir haben uns angeschaut, welche Einschränkungen man bei Ausstattung und Performance in Kauf nehmen muss.**

Von Christian Hirsch

Seit Herbst 2022 verkauft AMD die leistungsfähigen Ryzen-7000-Prozessoren. Deren Fassung AM5 hat den sechs Jahre alten Vorgänger AM4 abgelöst und bringt unter anderem PCI Express 5.0 für schnellere SSDs und Grafikkarten sowie DDR5-RAM für höheren Speicherdurchsatz. Beides stellt aber strengere Anforderungen an die Signalqualität. Zudem erfordert die höhere Leistungsaufnahme der Spitzen-CPU von bis zu 230 Watt aufwendigere Spannungswandler auf dem Board.

Deshalb kosteten die bisher erhältlichen Mainboards mit B650(E)- und X670(E)-Chipsätzen mindestens 180 Euro [1]. Um die Plattform preislich attrak-

tiver zu machen, hat AMD Anfang April den A620 mit weniger Funktionen vorgestellt. Für den Test haben wir vier A620-Mainboards zwischen 85 und 135 Euro beschafft: das derzeit günstigste AM5-Mainboard Asrock A620M-HDV/M.2 sowie das Asus TUF Gaming A620M-Plus, das Biostar A620MP-E Pro und das Gigabyte A620M Gaming X.

### Schmalspur-Chipsatz

Für die AM5-Plattform bietet AMD nun fünf Chipsätze an: Das Brot-und-Butter-Geschäft decken B650 und B650E ab, die aus einem Promontory-21-Chip bestehen. X670 und X670E zielen mit zwei hinter-

einander geschalteten Promontory 21 und einer Fülle an PCIe-, USB- und SATA-Lanes aufs High End. Für den billigeren A620 verwendet AMD den gleichen, von Asmedia entwickelten Chip, deaktiviert im Unterschied zu den teureren Varianten aber einige Funktionen.

Mit dem Ryzen-7000-Prozessor kommuniziert er unverändert über vier PCI-Express-4.0-Leitungen. Die maximal acht vom A620 für Erweiterungssteckplätze oder Controllerchips bereitgestellten PCIe-Lanes arbeiten jedoch anders als beim B650(E) und X670(E) nur im PCIe-3.0-Modus. Das halbiert den Durchsatz pro Lane und Richtung von 2 GByte auf 1 GByte pro Sekunde. Zudem sinkt die Zahl der PCIe-Leitungen von maximal zwölf auf acht.

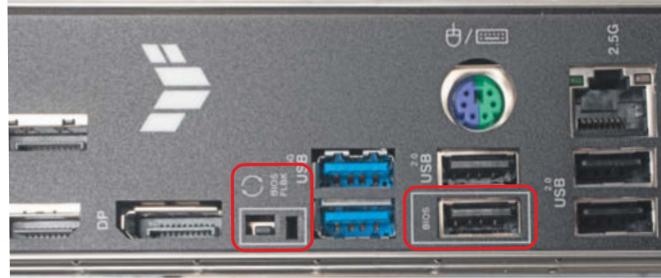
Vier davon können die Mainboard-Hersteller alternativ als SATA-6G-Ports konfigurieren, wovon sie typischerweise auch Gebrauch machen. An den übrigen vier Leitungen hängen die PCIe-x1-Slots sowie Ethernet- und WLAN-Controller. Die USB-Fähigkeiten streicht AMD ebenfalls zusammen: USB 3.2 Gen 2x2 mit 20 Gbit/s entfällt beim A620 komplett. Statt bis zu sechs gibt es maximal zwei USB-Ports mit 10 Gbit/s (USB 3.2 Gen 2). Hinzu kommen 2x USB 3.2 Gen 1 (5 Gbit/s).

Die Schnittstellenfähigkeiten der Ryzen-7000-Prozessoren fasst AMD bei A620-Boards nicht an. Die CPUs stellen 4x USB mit 10 Gbit/s sowie 28 PCIe-Lanes bereit. Diese arbeiten auf den günstigen Mainboards jedoch alle nur mit PCIe-4.0-Geschwindigkeit, obwohl sie PCIe 5.0 können.

Vier Lanes dienen wie erwähnt der Chipsatz-Anbindung, an 16 Leitungen hängt der PEG-Slot für Grafikkarten, die acht verbleibenden können die Board-Hersteller für zwei M.2-Steckplätze für NVMe-SSDs nutzen. M.2-SSDs mit SATA-Interface funktionieren in diesen im Unterschied zur AM4-Plattform nicht mehr, denn bei Ryzen 7000 hat AMD den SATA-Controller aus den Prozessoren verbannt. Festplatten und optische Laufwerke spielen in Desktop-PCs kaum noch eine Rolle und NVMe-SSDs mit PCIe-Schnittstelle kosten genau so viel wie die langsameren SATA-Modelle.

### Downsizing bei Spannungswandlern

Um die Kosten für die A620-Mainboards zu senken, setzt der Prozessorhersteller den Rotstift bei einigen Plattformmerk-



Über BIOS-Flashback lässt sich die Mainboard-Firmware auch ohne CPU bei abgeschaltetem System von einem USB-Stick aktualisieren.

malen an. Wie erwähnt beschränkt AMD die PCIe-Geschwindigkeit beim Prozessor auf PCIe 4.0 und beim Chipsatz auf PCIe 3.0. Das erlaubt den Mainboard-Herstellern, durch das einfachere Routing preiswertere Platinen zu verwenden. Statt teuren Leiterplatten mit acht oder zehn Schichten reichen solche mit sechs Leiterbahnebenen aus. Zudem können die Hersteller kostengünstigere Materialien mit höheren Dämpfungswerten verwenden.

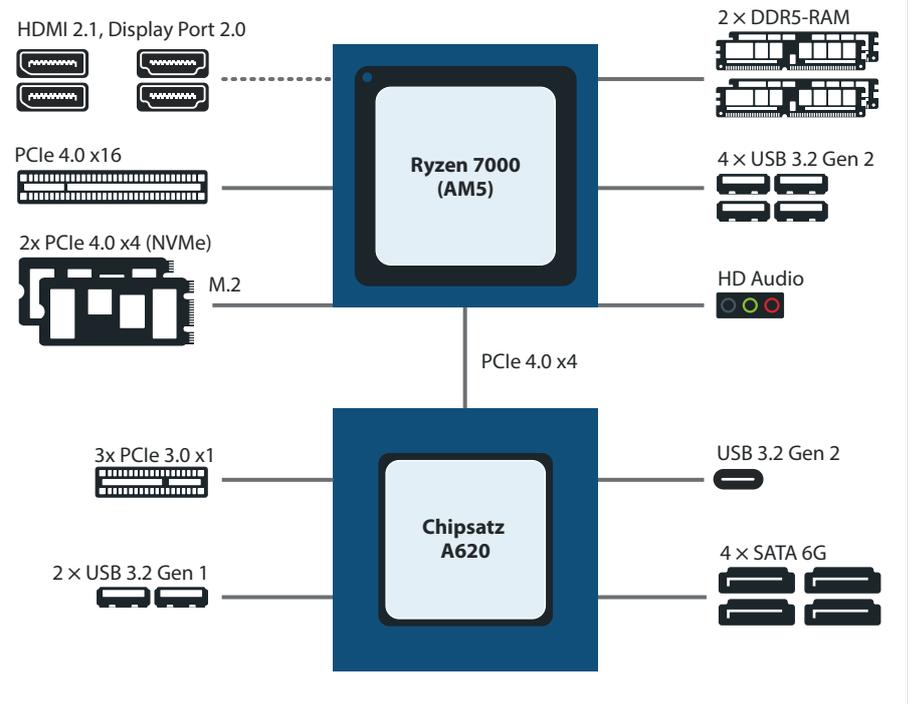
Ein weiterer Kostenfaktor bei der AM5-Plattform ist die Spannungsversorgung der Ryzen-7000-Prozessoren. Im Unterschied zu den Vorgängern spezifiziert AMD die High-End-CPU's Ryzen 9

7950X und 7900X mit 170 statt 105 Watt Thermal Design Power. Die tatsächliche Dauerleistungsaufnahme liegt aber um 35 Prozent darüber: Die 12- und 16-Kerner dürfen bis zu 230 Watt verheizen.

Deshalb packen die Board-Hersteller auf ihre High-End-Platinen allein für die CPU-Kerne bis zu 24 Spannungsreglermodule (Voltage Regulator Module, VRM), die mit Strömen von bis zu 110 Ampere arbeiten. Für den SoC-Teil der CPU kommen zwei weitere VRMs hinzu. AMD stellt es den Herstellern frei, nur ausgewählte Prozessoren mit 65, 105 oder 120 Watt Thermal Design Power zu unterstützen, um Kosten bei diesen Bauelementen zu sparen.

## Typische Konfiguration eines AM5-Mainboards mit A620-Chipsatz

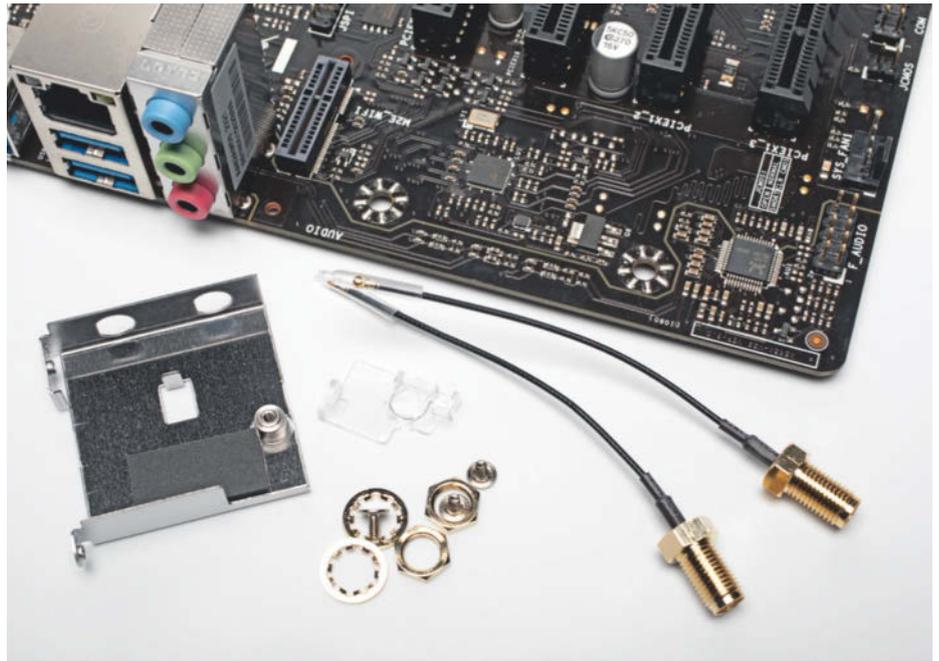
Beim A620-Chipsatz beschneidet AMD aus Kostengründen einige Funktionen: So können die Boards kein PCI Express 5.0 und USB 3.2 Gen 2x2. Zudem beschränkt AMD die Zahl der SATA-, USB- und PCIe-Ports.



Von den 16 zum Redaktionsschluss in Deutschland gelisteten Mainboards trifft das lediglich auf das hier getestete Asrock A620M-HDV/M.2 (65 Watt TDP) und das Asrock A620M-HDV/M.2+ (120 Watt TDP) zu. Im Test haben wir die A620-Mainboards mit der 170-Watt-CPU Ryzen 9 7900X bestückt. Auf den Boards von Asus, Biostar und Gigabyte erreichte der 12-Kerner seine volle Rechenleistung von rund 29.000 Punkten im Rendering-Benchmark Cinebench R23. Dabei verheizt das Gesamtsystem inklusive Mainboard und SSD sowie den Wandlerverlusten des Netzteils rund 250 Watt.

Das Asrock A620M-HDV/M.2 lief problemlos mit dem Ryzen 9 7900X, obwohl dieser nicht auf der Kompatibilitätsliste des Herstellers erwähnt wird. Die Singlethreading-Leistung lag mit circa 2000 Punkten im erwarteten Bereich. Standen alle 12 Kerne beziehungsweise 24 CPU-Threads unter Volldampf, kam der Prozessor lediglich auf 25.168 Punkte. Er verliert somit 13 Prozent seiner Performance, weil das Board ihn bei einem Power-Limit von 88 Watt abriegelt (65 Watt x 1,35). Das Gesamtsystem benötigt deshalb auch nur 134 Watt und damit 100 Watt weniger als die anderen Testkandidaten.

Als weitere Maßnahme, um die Kosten für die Spannungsversorgung zu senken, schränkt AMD bei A620-Mainboards das Overclocking ein. Jeglichem Übertakten des Prozessors inklusive der automatischen OC-Funktion Precision Boost Overdrive (PBO) und der Änderung der



**Biostar liefert beim A620MP-E Pro ein Kit für die WLAN-Antennenanschlüsse mit. Es fehlen nur noch ein passendes M.2-Kärtchen und zwei Antennen.**

Spannungs-Frequenz-Kurve per Curve Optimizer schiebt der Chiphersteller einen Riegel vor. Stattdessen dürfen Experimentierfreudige lediglich den Arbeitsspeicher bis auf DDR5-6000-Tempo steigern sowie an den RAM-Subtimings herumzuschrauben.

### BIOS-Update ohne CPU

Zur weiteren Kostenersparnis specken die Hersteller die A620-Boards bei den Zu-

satzchips und -funktionen ab. Ethernet-Chips mit 2,5 Gbit/s, die bei B650(E)- und X670(E)-Platinen Usus sind, tragen lediglich vier in Deutschland erhältliche Hauptplatinen, darunter das Asus TUF Gaming A620M-Plus und das Biostar A620MP-E Pro. Gleiches gilt für WLAN, womit ebenfalls nur ein Viertel der A620-Mainboards ausgestattet ist. Eine USB-C-Buchse an der I/O-Blende bringt immerhin die Hälfte mit, wobei die Mehrheit der Boards auch an USB-A maximal 5-Gbit/s-Tempo liefert. Schnelleres USB oder gar Thunderbolt gibt es in dieser Preisklasse nicht.

Die spartanische Ausstattung bietet aber auch Vorteile. Denn bei funktional besser ausgestatteten Modellen muss man oft Firlefanz wie große Plastikabdeckungen, LED-Leuchtelemente und die Controller für RGB-LEDs mit bezahlen. Auf den günstigen A620-Boards finden sich vergleichsweise oft noch Legacy-Schnittstellen wie PS/2, VGA und Pfostenstecker für RS-232.

AMD verpflichtet die Mainboard-Hersteller, alle AM5-Mainboards, auch die günstigen mit A620-Chipsatz, mit der sogenannten BIOS-Flashback-Funktion auszuliefern. Damit lässt sich die Firmware aktualisieren oder neu einspielen, ohne dass der Rechner bootfähig ist. Das hilft zum Beispiel, das System für kommende Prozessorgenerationen fit zu machen. Für das BIOS-Flashback muss das Board ledig-

## AM5-Chipsätze

Chipsatz	vom Prozessor			vom Chipsatz		
	PEG-Slot	M.2-Slots	USB 10 Gbit/s	PCIe-Lanes	PCIe-3.0-Lanes oder SATA 6G	USB 20 Gbit/s / 10 Gbit/s / 5 Gbit/s (bis zu)
X670E	PCIe 5.0 x16	2 x PCIe 5.0 x4	4	12 x PCIe 4.0	8	2 / 12 / 0
X670	PCIe 4.0 x16	2 x PCIe 5.0 x4	4	12 x PCIe 4.0	8	2 / 12 / 0
B650E	PCIe 5.0 x16	2 x PCIe 5.0 x4	4	8 x PCIe 4.0	4	1 / 6 / 0
B650	PCIe 4.0 x16	2 x PCIe 4.0/5.0 x4 <sup>1</sup>	4	8 x PCIe 4.0	4	1 / 6 / 0
A620	PCIe 4.0 x16	2 x PCIe 4.0 x4	4	4 x PCIe 3.0	4	0 / 2 / 2

<sup>1</sup> dem Board-Hersteller überlassen

## A620-Mainboards: CPU-Performance und Leistungsaufnahme

Mainboard	Cinebench R23, 1 Thread [Punkte]	Cinebench R23, 24 Threads [Punkte]	Leistungsaufnahme Cinebench R23, 24 Threads [W]
	besser ▶	besser ▶	◀ besser
Asrock A620M-HDV/M.2	2023	25168	134
Asus TUF Gaming A620M-Plus	1998	29022	259
Biostar A620MP-E PRO	2017	28815	243
Gigabyte A620M Gaming X	2032	29139	244

gemessen mit Ryzen 9 7900X, 32 GByte DDR5-5200, SSD Samsung 980 Pro

# Das Magazin von Fotografen für Fotografen



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

Thomas Hoffmann, fotografiert am liebsten Landschaft und Natur.

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

Thomas Hoffmann

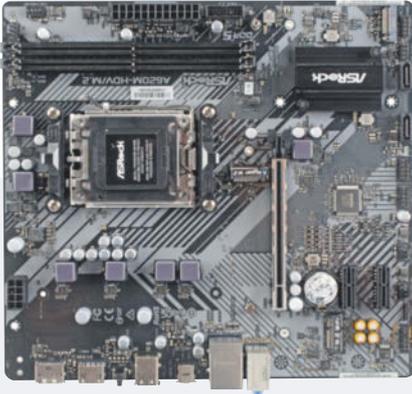
## 2x c't Fotografie testen

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



Jetzt bestellen:

[www.ct-foto.de/miniabo](http://www.ct-foto.de/miniabo)



### Asrock A620M-HDV/M.2

Beim Asrock A620M-HDV/M.2 handelt es sich nicht nur um das günstigste Mainboard mit A620-Chipsatz, sondern auch um das derzeit billigste AM5-Board. Für unter 90 Euro muss man einige Einschränkungen hinnehmen. Die maximale Arbeitsspeichermenge beträgt 96 GByte, denn es gibt nur zwei DIMM-Slots. Asrock gibt das Board lediglich für Prozessoren mit 65 Watt frei. Leistungshungrigere CPUs funktionieren in unserem Test auch, liefern dann aber nur mit angezogener Handbremse, um die Spannungswandler nicht zu überlasten.

Zudem lötet Asrock lediglich zwei SATA-6G-Ports für Festplatten und ältere optische Laufwerke auf. Ursache dafür ist die Entscheidung des Herstellers, den zweiten M.2-Steckplatz nicht über den Prozessor, sondern über den A620-Chipsatz anzubinden. Das hat den Vorteil, dass darin auch M.2-SSDs mit SATA-Schnittstelle laufen, aber den Nachteil, dass er mit lediglich zwei PCIe-3.0-Lanes am Chipsatz hängt. Das limitiert den Durchsatz bei PCIe-SSDs auf rund 2 GByte/s. Die volle Geschwindigkeit von PCIe-4.0-x4-SSDs von 6,7 GByte/s liefert nur der erste M.2-Slot von der CPU.

Trotz des niedrigen Preises rüstet Asrock das Mainboard mit zwei digitalen Display-Ausgängen und USB-C aus. Es bootet mit 15 Sekunden recht flott.

- ↑ sehr preisgünstig
- ↓ zwei DIMM-Slots
- ↓ nur für 65-Watt-CPU's



### Asus TUF Gaming A620M-Plus

Das Asus TUF Gaming A620M-Plus übertrumpft bei der Ausstattung die anderen getesteten A620-Mainboards: Über HDMI 2.1 und zwei DisplayPorts 2.0 kann das Board mit Ryzen-7000-Prozessoren drei hochauflösende Displays ansteuern. Darüber hinaus nimmt es zwei M.2-SSDs auf, beide Steckplätze hängen an der CPU. Das ermöglicht PCI-Express-4.0-Geschwindigkeit von netto 6,7 GByte/s. Billige SATA-6G-SSDs im M.2-Format laufen jedoch nicht in den Slots.

Das TUF Gaming A620M-Plus ist eines der wenigen A620-Boards mit 2,5-Gbit/s-LAN. Die höhere Geschwindigkeit von knapp 300 MByte/s zu 120 MByte bei Gigabit-Ethernet lohnt sich beispielsweise bei Transfers zum heimischen NAS oder Server. Sämtlichen USB-Ports billigt Asus lediglich 5 Gbit/s zu, obwohl die USB-Lanes von den Ryzen-7000-Prozessoren das doppelte Tempo schaffen. An der I/O-Blende fehlt USB-C. Intern bietet das Asus-Mainboard aber die Option für einen solchen Frontanschluss.

Mit 35 Watt bildet es das Schlusslicht, was die Leistungsaufnahme bei ruhendem Windows-Desktop betrifft. Auch im Suspend-to-RAM-Zustand schluckt es etwas mehr als die Konkurrenz.

- ↑ drei Displayanschlüsse
- ↑ 2,5-Gbit/s-Ethernet
- ↓ hohe Leistungsaufnahme

lich mit dem Netzteil verbunden sein. Prozessor, RAM, Grafikkarte oder SSD brauchen Sie dafür nicht.

Dazu muss die BIOS-Datei auf einem FAT32-formatierten USB-Stick liegen, der an einen speziell markierten USB-Port an der I/O-Blende steckt. Das Update startet per Knopfdruck auf einen kleinen Taster neben der USB-Buchse. Genauere Informationen dazu liefern das Handbuch oder die Support-Website des Herstellers.

Alle Ryzen-7000-Prozessoren enthalten zusätzlich zu den CPU-Kernen auch eine integrierte Grafik. Diese rechnet mit zwei Compute Units (128 Shader-Kerne) für 3D-Spiele zwar viel zu langsam, reicht für den Office-Alltag aber aus und entlastet den Prozessor bei der Wiedergabe moderner Videoformate wie HEVC/H.265, VP9 und AV1. Wer nicht spielen will, kann somit die Kosten für eine Grafikkarte und im Betrieb ein paar Watt sparen. Bis auf wenige Ausnahmen stellen A620-Boards zwei digitale Displayanschlüsse bereit, das Asus TUF Gaming A620M-Plus sogar drei.

### Riesen-RAM

Für den Test haben wir den leistungsstarken AM5-Prozessor Ryzen 9 7900X mit 12 Kernen und 230 Watt Maximalleistungsaufnahme eingebaut. In der Praxis werden A620-Boards wohl hauptsächlich preiswertere, weniger energiehungrige CPUs aufnehmen, wir wollten aber die Fähigkeiten der Spannungswandler prüfen. Dem Ryzen 9 7900X standen eine PCIe-4.0-SSD sowie 32 GByte DDR5-5200-RAM zur Seite. Wir haben JEDEC-konforme Module verwendet. Denn schnellere Übertakter-DIMMs mit EXPO- oder XMP-Profil treiben die Leistungsaufnahme durch höhere Spannungen um einige Watt nach oben. Zudem besteht die Gefahr, dass der Prozessor dabei durchbrennt [2].

Zusätzlich haben wir alle Boards mit den seit Kurzem erhältlichen 48-GByte-Modulen bestückt. Wir empfehlen, die Board-Firmware vorher auf die aktuelle Version mit AGESA 1.0.0.7 oder neuer zu aktualisieren. Bei den Mainboards von Asus, Biostar und Gigabyte mit vier Steckplätzen ermöglichen die großen Module 192 GByte Arbeitsspeicher. Das Asrock-Board hat nur zwei DIMM-Slots und kommt somit auf maximal 96 GByte. Probleme gab es mit Vollbestückung bei keinem Board. Allerdings sollten Sie beachten, dass Windows 11 in der Home-Edition

# Mac&i Wissen erfahren



Webinar

## Rechtliche Aspekte der App-Entwicklung

Lernen Sie die wichtigsten Anforderungen kennen, um erfolgreich und rechtssicher Apps zu entwickeln und zu veröffentlichen.

16.08.2023

Enthalten in  Mac&i PRO



Workshop

## Sichere Apps für iOS und Android entwickeln

Der Workshop zeigt praxisnah die entscheidenden Entwicklungspraktiken, Konzepte und Methoden, um Sicherheit in Apps zu gewährleisten.

29. – 30.08.2023



Webinar

## MDM/iOS in Unternehmen mit 16.4 und iOS 17

Praktisches Wissen zum Verwalten von iOS-/macOS-Geräten in Unternehmen – bringen Sie auch Ihr Wissen zu MDM auf den neuesten Stand.

29.08.2023

Enthalten in  Mac&i PRO



Webinar

## Apple Watch im Unternehmenseinsatz

Erfahren Sie in unserem Webinar Herausforderungen des beruflichen Einsatzes der Apple Watch & wie man damit umgeht.

19.09.2023

Enthalten in  Mac&i PRO



Workshop

## iPads in Schulen

Erfahren Sie alle wichtigen Aspekte, um Apple-Geräte in Schulen bereitzustellen und sie anschließend von zentraler Stelle aus zu verwalten.

19. – 20.09.2023



Workshop

## Mobile Apps mit Flutter

Neben dem Einrichten der Toolchain und den Grundlagen der App-Programmierung führt der Workshop durch die Praxis der App-Entwicklung.

07. – 08.11.2023

Jetzt Frühbucher-Rabatt sichern:  
[events.heise.de/mac-and-i](https://events.heise.de/mac-and-i)



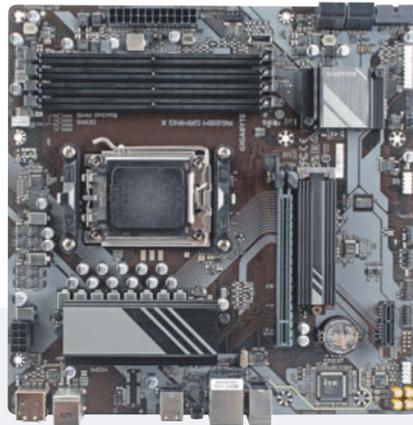
### Biostar A620MP-E Pro

Biostar bietet lediglich ein A620-Mainboard an. Mit einem Preis von rund 120 Euro liegt das A620MP-E Pro im Mittelfeld. Wie das Asus-Board im Test ist es mit 2,5-Gbit/s-Netzwerk ausgestattet. Zugunsten eines zweiten M.2-Slots für NVMe-SSDs lötet der Hersteller drei PCIe-x1-Erweiterungssteckplätze auf. Optional lässt sich im M.2-2230-Slot ein WLAN-Kärtchen nachrüsten. Das nötige Anschluss-Kit für die Antennen liefert Biostar schon mit.

Im Betrieb kommt das A620MP-E Pro als einziges mit knapp unter 30 Watt bei ruhendem Windows-Desktop aus. Der interne Anschluss für USB-C-Frontbuchsen ist um 180 Grad verdreht auf dem Board aufgelötet. Dadurch kollidieren manche abgewinkelte Anschlusskabel mit dem RAM.

Zudem hatten wir im Standby mit Problemen zu kämpfen. Unter Ubuntu Linux 23.04 wachte es aus dem Bereitschaftsmodus nicht mehr auf. Auch durch Tausch der übrigen Komponenten und ein BIOS-Flashback ließ sich das Biostar-Board nicht mehr wiederbeleben. Beim Ersatz-Board funktionierte der Standby-Modus mit einer neueren BIOS-Version A62AQ704 statt der vorherigen A62AQ602 unter Linux hingegen einwandfrei.

- ↑ Diagnose-LEDs
- ↑ sparsam
- ↓ interner USB-C-Anschluss verdreht



### Gigabyte A620M Gaming X

Mit einem Preis von 124 Euro zählt das Gigabyte A620M Gaming X zu den mittelpreisigen A620-Mainboards. Es nimmt vier DDR5-Speicherriegel auf und bietet vier SATA-6G-Ports. Zudem rüstet der Hersteller es mit einer USB-C-Buchse in der I/O-Blende aus. Im Unterschied zum benachbarten USB-A-Anschluss arbeitet sie nicht mit 10 Gbit/s (USB 3.2 Gen 2), sondern mit 5 Gbit/s (USB 3.2 Gen 1). Das gilt auch für die interne 20-polige Buchse für USB-C-Frontanschlüsse, die sonst nur auf teureren A620-Boards aufgelötet ist. Die USB-Transferraten entsprechen mit 1000 MByte/s beziehungsweise 460 MByte/s jeweils der zu erwartenden Geschwindigkeit.

An anderer Stelle spart der Hersteller: Für SSDs bringt das Mainboard nur einen einzigen M.2-Slot mit. Dieser hängt direkt an der CPU und nimmt ausschließlich PCIe-SSDs auf. Unterhalb des PEG-Slots verzichtet Gigabyte auf zwei der drei möglichen PCIe-x1-Steckplätze, da diese meist durch den Grafikkartenkühler blockiert werden. Diagnose-LEDs fehlen. Das erschwert die Fehlersuche, wenn der Rechner nicht startet. Im Leerlauf schluckt das Mainboard 33 Watt und damit mehr als manch besser ausgestattete B650-Hauptplatine.

- ↑ USB-C intern und extern
- ↓ nur ein M.2-Slot für SSDs
- ↓ hohe Leistungsaufnahme

durch ein Limit von Microsoft maximal 128 GByte nutzen darf [3].

Bei der analogen Audioqualität unterscheiden sich die A620-Boards kaum, denn auf allen vier sitzt der Audiochip Realtek ALC892. Der Dynamikumfang beträgt bei der Wiedergabe jeweils rund 99 Dezibel. Teurere Mainboards mit dem höherwertigen Realtek ALC1220 schaffen bis zu 120 dB(A) und können Feinheiten besser auflösen. Lediglich Asus lötet auf dem TUF Gaming A620M-Plus einen SPDIF-Pfostenanschluss auf. An der I/O-Blende stellen alle vier Testkandidaten lediglich drei 3,5-Millimeter-Klinkenbuchsen bereit. 7.1-Surround-Ton ist somit nur möglich, wenn man die Frontanschlüsse mitbenutzt.

Lüfter mit 4-Pin-Anschluss und PWM-Ansteuerung regeln die A620-Boards ohne Tadel mit 23,4 kHz, was im spezifikationsgerechten Intervall von 21 bis 28 kHz liegt. Die Drehzahl von 3-Pin-Lüftern, die immer noch in vielen PC-Gehäusen gängig sind, können Asrock, Asus und Gigabyte per Spannung verändern. Dem Biostar A620MP-E Pro fehlt diese Option, sodass solche Ventilatoren immer mit maximaler Geschwindigkeit laufen.

### Mehr Watt unter Linux

Die Boards haben wir primär unter Windows 11 22H2 getestet. Auffälligkeiten bezüglich Treibern gab es dort nicht. Auf dem Windows-Installationsmedium sind für alle Ethernet-Chips der getesteten AM5-Boards passende Treiber vorhanden, sodass der Rest per Windows Update kommt oder sich von den Hersteller-Webseiten herunterladen lässt. Beiliegende DVDs gibt es nicht mehr, weil optische Laufwerke bei modernen Systemen nahezu ausgestorben sind.

Unsere Linux-Tests haben wir mit Ubuntu 23.04 und Kernel 6.2 durchgeführt. Die Leistungsaufnahme bei ruhendem Desktop lag je nach Board rund ein bis vier Watt über der von Windows 11. Lediglich das Biostar-Board fiel unter Linux mit einem Problem auf: Per Display-Port und HDMI flackerte das gesamte Bild bei Mausbewegungen hell auf. Im Kompatibilitätsmodus ohne GPU-Beschleunigung über den Kernelparameter `nomodeset` trat der Fehler nicht auf.

### Fazit

Die A620-Boards müssen sich bei der Ausstattung nicht verstecken. Mit PCI Express 4.0 am PEG-Slot und M.2-Steck-

platz, mindestens zwei SATA-Anschlüssen und zwei digitalen Displayausgängen erfüllen sie die Anforderungen der meisten Gaming- und Büro-PCs. Abstriche müssen Sie hingegen bei den USB-Fähigkeiten hinnehmen, USB 3.2 Gen 2 mit 10 Gbit/s bietet nicht jedes A620-Mainboard.

Außer im spartanisch ausgestatteten Asrock A620M-HDV/M.2 laufen auch High-End-Prozessoren mit 16 Kernen

ohne Performance-Abstriche. Wer solch eine starke CPU einbauen will, sollte zu den etwas besser ausgestatteten 120-Euro-Modellen von Asus, Biostar und Gigabyte greifen. Die ersten beiden bieten zum Beispiel auch 2,5 Gbit/s-Ethernet.

Für den Erfolg der günstigen Hauptplatinen fehlen jetzt nur noch preiswerte Ryzen-7000-Prozessoren, denn die günstigste AM5-CPU Ryzen 5 7600 mit sechs Kernen kostet 220 Euro. Solange bleibt die

Vorgängerplattform AM4 mit den Ryzen 5000 weiterhin eine attraktive Option.

(chh@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Christian Hirsch, *Premiaufschlag, AM5-Mainboards für Ryzen-7000-Prozessoren im Test*, c't 24/2022, S. 90
- [2] Christian Hirsch, *Überreizt, Defekte Ryzen-7000-Prozessoren durch Übertakterspeicher*, c't 13/2023, S. 29
- [3] Christian Hirsch, *Megaspeicher, RAM-Module mit 48 GByte Kapazität*, c't 13/2023, S. 46

## A620-Mainboards: technische Daten und Messwerte

Hersteller, Modell	Asrock A620M-HDV/M.2	Asus TUF Gaming A620M-Plus	Biostar A620MP-E Pro	Gigabyte A620M Gaming X
<b>Bauform, Ausstattung</b>				
CPU-Fassung / Chipsatz	AM5 / A620	AM5 / A620	AM5 / A620	AM5 / A620
Format (Maße)	Micro-ATX (245 mm × 226 mm)	Micro-ATX (245 mm × 245 mm)	Micro-ATX (245 mm × 245 mm)	Micro-ATX (245 mm × 245 mm)
Chipsatz-SATA-6G	2	4	4	4
LAN-Chip (Eigenschaften)	RTL8111H (PCIe; 1 Gbit/s)	RTL8125BG (PCIe; 2,5 Gbit/s)	RTL8125BG (PCIe; 2,5 Gbit/s)	RTL8111H (PCIe; 1 Gbit/s)
Audio-Chip (Eigenschaften)	ALC897 (HD Audio)	ALC897 (HD Audio)	ALC897 (HD Audio)	ALC897 (HD Audio)
Fehlerdiagnose-LED / Piepser	n. v. / n. v.	n. v. / n. v.	✓ / n. v.	n. v. / n. v.
Speicher-Slots / maximaler RAM-Ausbau	2 / 96 GByte	4 / 192 GByte	4 / 192 GByte	4 / 192 GByte
Erweiterungs-Slots	1 × PCIe 4.0 x16, 2 × PCIe 3.0 x1	1 × PCIe 4.0 x16, 2 × PCIe 3.0 x1	1 × PCIe 4.0 x16, 3 × PCIe 3.0 x1	1 × PCIe 4.0 x16, 1 × PCIe 3.0 x1
M.2-Slot (Type)	1 × M.2-2280 (PCIe 4.0 x4), 1 × M.2-2280/60 (PCIe 3.0 x2/ SATA 6G), 1 × M.2-2230 (PCIe/USB)	2 × M.2-2280/60/42 (PCIe 4.0 x4)	1 × M.2-2280/60/42 (PCIe 4.0 x4), 1 × M.2-2230 (PCIe/USB)	1 × M.2-2280 (PCIe 4.0 x4)
interne Anschlüsse	2 × SATA 6G, 1 × USB 3.0 Typ A <sup>1</sup> , 2 × USB 2.0 <sup>1</sup> , 1 × HD-Audio	4 × SATA 6G, 1 × USB 3.0 Typ A <sup>1</sup> , 1 × USB 3.2 Typ C, 2 × USB 2.0 <sup>1</sup> , 1 × RS-232, 1 × HD-Audio, 1 × SPDIF-Out, 1 × TPM, 4 × RGB-LED	4 × SATA 6G, 1 × USB 3.0 Typ A <sup>1</sup> , 1 × USB 3.2 Typ C, 2 × USB 2.0 <sup>1</sup> , 1 × RS-232, 1 × HD-Audio, 1 × TPM, 3 × RGB-LED	4 × SATA 6G, 1 × USB 3.0 Typ A <sup>1</sup> , 1 × USB 3.2 Typ C, 1 × USB 2.0 <sup>1</sup> , 1 × HD-Audio, 1 × TPM, 2 × RGB-LED
Lüfteranschlüsse	1 × CPU (4-Pin), 3 × Gehäuse (4-Pin)	1 × CPU (4-Pin), 2 × Gehäuse (4-Pin)	2 × CPU (4-Pin), 1 × Gehäuse (4-Pin)	1 × CPU (4-Pin), 2 × Gehäuse (4-Pin)
ATX-Anschlussfeld	1 × HDMI 2.1, 1 × DisplayPort 2.0, 3 × analog Audio, 2 × USB 2.0, 1 × LAN	1 × HDMI 2.1, 2 × DisplayPort 2.0, 3 × analog Audio, 4 × USB 2.0, 1 × LAN, 1 × PS/2	1 × HDMI 2.1, 1 × DisplayPort 2.0, 3 × analog Audio, 2 × USB 2.0, 1 × LAN, 1 × PS/2	1 × HDMI 2.1, 1 × DisplayPort 2.0, 3 × analog Audio, 1 × USB-C 5 GBit/s, 1 × USB-A 10 GBit/s, 2 × USB-A 5 GBit/s, 2 × USB 2.0, 1 × LAN, 1 × PS/2
Lieferumfang	2 × SATA-Kabel, I/O-Blende, Handbuch	2 × SATA-Kabel, I/O-Blende, Aufkleber, Kurzanleitung	2 × SATA-Kabel, I/O-Blende, WLAN-Antennen-Kit, Kurzanleitung	2 × SATA-Kabel, I/O-Blende, Kurzanleitung
<b>Elektrische Leistungsaufnahme<sup>2</sup> und Transferrmessungen</b>				
Soft-Off (mit ErP) / Energie Sparen	0,5 Watt (0,1 Watt) / 0,9 Watt	1,6 Watt (0,2 Watt) / 2,3 Watt	0,8 Watt (0,8 Watt) / 1,1 Watt	1,0 Watt (0,2 Watt) / 1,5 Watt
Leerlauf / Vollast	30 Watt / 143 Watt	35 Watt / 295 Watt	29 Watt / 273 Watt	33 Watt / 288 Watt
M.2-SSD: Lesen (Schreiben)	6,7 (4,8) GByte/s	6,7 (4,8) GByte/s	6,7 (4,8) GByte/s	6,7 (4,8) GByte/s
USB 5 Gbit/s / USB 10 Gbit: Lesen (Schreiben)	474 (470) MByte/s / n. v.	471 (470) MByte/s / n. v.	469 (470) / 1095 (1082) MByte/s	461 (468) / 994 (1007) MByte/s
LAN: Empfangen (Senden)	119 (119) MByte/s	297 (298) MByte/s	297 (298) MByte/s	119 (119) MByte/s
<b>Funktionstests</b>				
Secure-Boot abschaltbar / CSM einschaltbar	✓ / ✓	– / –	✓ / ✓	✓ / ✓
Wake on LAN: Standby / Soft-off	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
USB: 5V in Soft-off / Wecken per USB-Tastatur aus: Standby (Soft-off)	✓ / ✓ (–)	✓ / ✓ (–)	✓ / ✓ (– <sup>3</sup> )	✓ / ✓ (– <sup>3</sup> )
Bootdauer bis Login	15 s	17 s	20 s	18 s
Parallelbetrieb (Digital-Monitore)	2 × 4K 60 Hz (DP + HDMI)	3 × 4K 60 Hz (2 × DP + HDMI)	2 × 4K 60 Hz (DP + HDMI)	2 × 4K 60 Hz (DP + HDMI)
analog Mehrkanalton (Art) / 2. Audiostrom	✓ (7.1) / ✓	✓ (7.1) / ✓	✓ (7.1) / –	✓ (7.1) / ✓
Audio: Wiedergabe / Aufnahme	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ○
SPDIF Frequenzen out	n. v.	44,1 / 48 / 96 kHz	n. v.	n. v.
Lüfterregelung: CPU-Lüfter 4-Pin (3-Pin) / Gehäuselüfter 4-Pin (3-Pin)	0 ... 100 % (–) / 0 ... 100 % (0 ... 12V)	20 ... 100 % (–) / 0 ... 100 % (0 ... 12V)	0 ... 100 % (–) / 0 ... 100 % (–)	0 ... 100 % (1V ... 12V) / 0 ... 100 % (1V ... 12V)
<b>Linux-Kompatibilität mit Ubuntu 23.04</b>				
3D-Beschleunigung / Standby	✓ (amdGPU) / ✓	✓ (amdGPU) / ✓	✓ (amdGPU) / ✓	✓ (amdGPU) / ✓
Audio / LAN	✓ (snd_hda_intel) / ✓ (r8169)	✓ (snd_hda_intel) / ✓ (r8169)	✓ (snd_hda_intel) / ✓ (r8169)	✓ (snd_hda_intel) / ✓ (r8169)
LAN: Empfangen (Senden)	118 (118) MByte/s	295 (295) MByte/s	296 (294) MByte/s	118 (118) MByte/s
Leerlaufleistungsaufnahme	32 Watt	39 Watt	33 Watt	34 Watt
Preis	87 €	132 €	122 €	124 €

<sup>1</sup> je zwei Ports pro Stiftleiste <sup>2</sup> primärseitig gemessen, also inklusive Netzteil und SSD <sup>3</sup> funktioniert mit PS/2-Tastatur

✓ funktioniert – funktioniert nicht n. v. nicht vorhanden ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht



# Spar-Quartett

## Die richtige Budget-CPU für Spiele finden

**Wer sich keine High-End-CPU leisten möchte, aber trotzdem mit hoher Bildrate zocken will, muss nicht verzweifeln: Auch preisgünstige Prozessoren liefern für aktuelle Spiele genug Leistung, sogar wenn sie edle Grafikkarten antreiben sollen. Vier CPUs bis 160 Euro zeigen, was sie können und räumen mit einigen Vorurteilen auf.**

Von Benjamin Kraft

**G**laubt man den Diskussionen in Foren unter Gaming-Enthusiasten, ist die Zeit der Vierkerner als Spieleprozessor vorbei. Selbst ein Sechskerner sei nicht wirklich zukunftssicher, heißt es, weshalb man am besten gleich zu einem hoch getakteten Octa-Core greifen sollte, idealerweise mit massig Cache. Allerdings kostet so ein Wunschprozessor mit aktueller Architektur bei AMD mindestens 310 Euro (Ryzen 7 7700), bei Intel ist man ab 380 Euro dabei (für den Core i7-13700F).

Doch stimmt das Vorurteil der kleinen Nichtskönner und billigen Spaßbremsen? Immerhin möchte nicht jeder so viel allein für die CPU ausgeben. Wie unsere Tests

wiederholt gezeigt haben, lohnt es sich oft mehr, in eine schnellere Grafikkarte, mehr RAM und eine größere SSD zu investieren.

Um den Einfluss von Billig-CPUs auf die Bildrate zu prüfen, stellten wir vier Testsysteme zusammen, zwei mit AMD-CPU, zwei mit Intel-Prozessor. Weil aktuelle Modelle beider Hersteller erst für mehr als 180 Euro zu bekommen sind, mussten wir dafür teils eine Generation zurückgehen.

Als einziger Vierkerner tritt Intels Core i3-13100F aus Intels Raptor-Lake-Familie für rund 110 Euro an. Anders als manch teurerer 13000er besitzt er keine Efficiency-, sondern ausschließlich Performance-Kerne mit SMT (Simultaneous Multi-Threading), das bei Intel Hyper-Threading heißt. Sein Basistakt liegt bei 3,4 GHz, per Turbo darf er auf bis zu 4,5 GHz aufdrehen. Alternativ hätten wir zum 200 MHz langsameren Core i3-12100F greifen können, dessen Preis in der Auswahlphase zwischen 95 und 105 Euro schwankte; er ist nur in der preislichen Talsohle eine interessante Alternative.

## ct kompakt

- Attraktive Gaming-CPUs gibt es schon unter 160 Euro.
- Diese Prozessoren sind auch für künftige Grafikkarten-Upgrades gerüstet.
- Erst bei sehr teuren Grafikkarten geht den hier getesteten CPUs die Puste aus.

Tool CapFrameX, das neben Framerate-Verläufen und Frametimes zahlreiche andere Daten mitschneidet, sehr anschauliche Kurven erstellt und viele Filter bietet. Sie können es sich über [ct.de/y92v](http://ct.de/y92v) herunterladen.

Für unsere Betrachtung sind zwei Werte am wichtigsten, und zwar die durchschnittliche Bildrate (Avg fps) und das P1-Perzentil. Der zweite Wert sortiert das niedrigste Prozent der Frames aus und gibt somit die Bildrate an, die der Rechner zu 99 Prozent der Zeit überschreitet. Dafür streben wir mindestens 50 fps an, für den Durchschnittswert hingegen 60 fps; so sollte meist ruckelfreies Spielen gewährleistet sein. Die Maximalbildrate interessiert hingegen weniger, denn sie sagt kaum etwas darüber aus, wie geschmeidig ein Spiel über alles läuft. Daher berücksichtigen wir sie hier nicht. Alle Benchmarks führten wir pro Spiel und Preset mindestens dreimal aus, bei starken Schwankungen bis zu fünfmal, und mittelten die Werte.

Zwei Grafikkarten aus AMDs Radeon-Portfolio dienen den Prozessoren als Spielgefährten: Als Vernunftkarte, die preislich zu diesen Prozessoren passt und die sich immer mehr der 200-Euro-Marke nähert, wählten wir eine leicht übertaktete Radeon RX 6600. Ihre Navi-23-GPU aus der RDNA2-Familie greift auf 8 GByte Videospeicher zu und nutzt als Schnittstelle

Auch der rund 155 Euro teure Core i5-12400F hat keine E-Cores, dafür aber zwei zusätzliche P-Cores – ein echter Sechskerner mit SMT [1]. Dass er der Vorgängergeneration Alder-Lake entstammt, ist kein Nachteil, denn er nutzt die gleiche Architektur wie die Raptor-Lake-CPUs. Sein Basistakt fällt mit 2,5 GHz deutlich niedriger aus als der des i3-13100F, beim Turbo liegt er mit 4,5 GHz aber gleichauf. Zudem bringt er mehr L3-Cache mit, was manchen Spielen einen kleinen Zusatzschub geben kann. Beide Intel-CPUs unterstützen PCIe 5.0 und haben als F-Version keine integrierte Grafikeinheit an Bord, die für Spielrechner aber ohnehin irrelevant ist.

AMDs preislicher Konter des i5-12400F ist der Ryzen 5 5600 für 135 Euro [2]. Seine sechs Zen-3-Kerne (Vermeer) greifen auf 32 MByte L3-Cache zu, beherrschen SMT und rechnen mit 3,5 bis 4,4 GHz. Grafikkarten und NVMe-SSDs spricht diese CPU per PCIe 4.0 an.

Der Preisbrecher in diesem Vergleich ist der Ryzen 5 5500, ein Zen-3-Sechskerner mit SMT für unter 100 Euro. Er ist aber nicht einfach der kleinere Ableger des 5600, sondern ein Kombiprozessor der Cezanne-Familie mit deaktivierter Grafikeinheit. Weil diese Prozessoren der Notebookwelt entspringen, wo jedes Watt an Leistungsaufnahme zählt, hat AMD sie gegenüber den Vermeer-Modellen an einigen Stellen zurückgestutzt: Sie haben nur halb so viel L3-Cache und können maximal PCIe 3.0. Zudem reicht die Taktspanne des Ryzen 5 5500 nur bis 4,2 GHz.

### Methodik

In sechs Spielen prüften wir in der jeweils höchsten Qualitätseinstellung bei Full HD (1920 × 1080) unter DirectX 12, aber ohne Framerate-steigernde Maßnahmen wie Nvidias DLSS (Deep Learning Super Sampling) oder AMDs FSR (FidelityFX Super Resolution), ob sich zwischen den verschiedenen Prozessoren nennenswerte Unterschiede ergaben. Wäre dies ein reiner CPU-Test, in dem es darum ginge, die Rechenleistung auszuloten, würden wir stattdessen bei 720p (1280 × 720 Pixel) und niedrigsten Grafikeinstellungen testen, um die Grafikkarte als limitierenden Faktor auszuschließen. Je geringer die Auflösung, desto mehr rückt die CPU in den Fokus. Unser Anliegen ist aber ein anderes, nämlich unter praxisnahen Bedingungen zu zeigen, wie sich die CPU-Wahl auswirkt. Denn, Hand aufs Herz,

niemand spielt freiwillig mit derart niedrigen Einstellungen.

Das Action-Adventure Shadow of the Tomb Raider hat zwar inzwischen fünf Jahre auf dem Buckel, reagiert aber sehr empfindlich auf CPU-Leistung und Kernzahl, wie sich schon in unserem großen Artikel zur Kernskalierung vor bald drei Jahren zeigte [3]. Wir maßen die Leistung zunächst mit der Voreinstellung Ultra-hoch, dann noch einmal zusätzlich mit Raytracing-Schatten auf „Mittel“. Das grafisch deutlich anspruchsvollere Cyberpunk 2077 ließen wir ebenfalls in zwei Varianten der Ultra-Detailstufe laufen, einmal ohne RT, einmal mit der niedrigsten Raytracing-Stufe.

Im Formel-1-Rennspiel F1 22 jagten wir die Rennbolide im Ultra-Preset und mit HBAO+ (Horizon Based Ambient Occlusion), aber ohne Raytracing und nur mit TAA (Temporal Anti-Aliasing) bei trockenem Wetter über die Strecke in Aserbaidschan, und auch in Assassin's Creed Valhalla und A Plague Tale: Requiem wählten wir die Qualitätsstufe Ultra-Preset. Bei Letzterem schalteten wir zusätzlich noch eine Stufe auf „High“ zurück, weil die Performance generell sehr niedrig war.

Wie sich die CPU-Performance auf ein rundenbasiertes Spiel auswirkt, prüften wir mit Civilization VI. Hier kam nicht nur der GPU-Benchmark der Erweiterung „Gathering Storm“ mit Ultra-Preset zum Zuge, sondern auch der sogenannte KI-Test. Aufgrund unserer Erfahrungen aus [3] haben wir darauf verzichtet, andere Simulationen wie Anno 1800 und Cities: Skylines ebenfalls zu testen.

Mit zwei Ausnahmen bedienen wir uns der mitgelieferten Benchmarks: In A Plague Tale: Requiem und Cyberpunk 2077 liefen wir ausgehend von einem von uns erstellten Speicherpunkt eine vordefinierte, etwa 25-sekündige Runde. Bis auf F1 22, das eine detaillierte XML-Datei ausgibt, und dem KI-Bench von Civilization VI protokollierten wir alle Benchmark-Durchläufe mit dem Freeware-

## Billige Prozessoren von 95 bis 160 Euro: technische Daten

Hersteller, Modell	Intel Core i3-13100F	Intel Core i5-12400F	AMD Ryzen 5 5500	AMD Ryzen 5 5600
Codename / Plattform	Raptor Lake / LGA1700	Alder Lake / LGA1700	Zen 3 (Cezanne) / AM4	Zen 3 (Vermeer) / AM4
TDP (Turbo)	58 (89) Watt	65 (117) Watt	65 (88) Watt	65 (88) Watt
Kerne / Basistakt (Turbo) / L3-Cache	4 + SMT / 3,3 (4,5) GHz / 12 MByte	6 + SMT / 2,5 (4,4) GHz / 18 MByte	6 + SMT / 3,6 (4,2) GHz / 16 MByte	6 + SMT / 3,5 (4,4) GHz / 32 MByte
PCIe-Generation / -Lanes	5.0/20 <sup>1</sup>	5.0/20 <sup>1</sup>	3.0/20 <sup>1</sup>	4.0/20 <sup>1</sup>
Preis	110 €	155 €	95 €	135 €

<sup>1</sup> Anzahl der für Grafikkarten und SSDs nutzbaren PCIe-Lanes



**Selbst Billigprozessoren liefern mit der richtigen Grafikkarte genug Performance, um aktuelle Spiele wie Cyberpunk 2077 in der höchsten Detailstufe ruckelfrei auf den Bildschirm zu bringen.**

PCIe 4.0, allerdings nur über acht PCIe-Leitungen. Mit den gewählten Einstellungen arbeitet sie in manchen Spielen bereits am Limit, sodass sie möglicherweise eine CPU-Limitierung verdeckt.

Um das GPU-Limit auszuschließen und so die Unterschiede zwischen den vier Prozessoren klarer darzustellen, kam die zweite Karte zum Einsatz, eine ebenfalls werksübertaktete Radeon RX 6900 XT. Das einstige Spitzenmodell aus AMDs GPU-Stall hat viermal so viel Infinity-Cache, beinahe dreimal so viele Shader-Cores, greift auf doppelt so viel Speicher zu und nutzt 16 PCIe-Leitungen. Damit auch sie ihr volles Potenzial entfalten konnte, wiederholten wir im letzten Schritt alle Messungen mit einem Ryzen 7 5800X3D, der aufgrund seines

96 MB großen L3-Cache als schnellste Spiele-CPU für AMDs AM4-Plattform gilt [4]. Preislich spielt er aber in einer anderen Liga, er kostet derzeit um die 300 Euro.

### Benchmarks

Spoiler: Mit der Radeon RX 6600 lieferten die CPUs entweder allesamt ruckelfreie Bildraten oder keine von ihnen schaffte es. Einen spielentscheidenden Ausschlag gab nicht einmal der schnellste Prozessor. Aber nun noch einmal im Detail.

Wie erwartet verhielten sich unsere Testspiele unterschiedlich, je nachdem, welche Komponente sie mehr belasten. In Cyberpunk 2077 und Assassin's Creed Valhalla ist die Radeon RX 6600 nahe an ihrem Limit, sodass die P1- und die Durch-

schnittswerte unabhängig von der eingebauten CPU jeweils beinahe identisch ausfielen. Gleiches gilt für A Plague Tale: Requiem mit Ultra-Einstellungen, nur dass der Vierkerner Core i3-13100F etwa 10 Prozent zurückfiel. Mit dem Preset „High“ schloss er zur restlichen Gruppe auf, die aber weit unter der angestrebten P1-Marke von 50 fps lag.

Rennfahren mit F1 22 scheint den Ryzens zu liegen: Der 5600 zog dem restlichen Feld davon und lag in der P1-Wertung 24 Prozent vor Intels Vierkerner, im Durchschnitt immer noch 19 Prozent. Der Ryzen 5 5500 kam beim P1-Ergebnis auf Platz zwei mit leichtem Vorsprung auf das Intel-Duo, doch im Durchschnitt reichte es knapp nur für den letzten Platz, allerdings bei minimalem fps-Rückstand.

Egal ob mit oder ohne Raytracing-Schatten, die Sechskerner bildeten in Shadow of the Tomb Raider eine enge Führungsgruppe, in der sich der Ryzen 5 5600 an die Spitze schob. Die anderen drei stritten sich derweil um den zweiten Platz der Durchschnittswertung. Nur bei den P1-Frames fiel der Vierkerner i3-13100F leicht zurück, besonders ohne Raytracing, wenn die CPU mehr gefordert wurde.

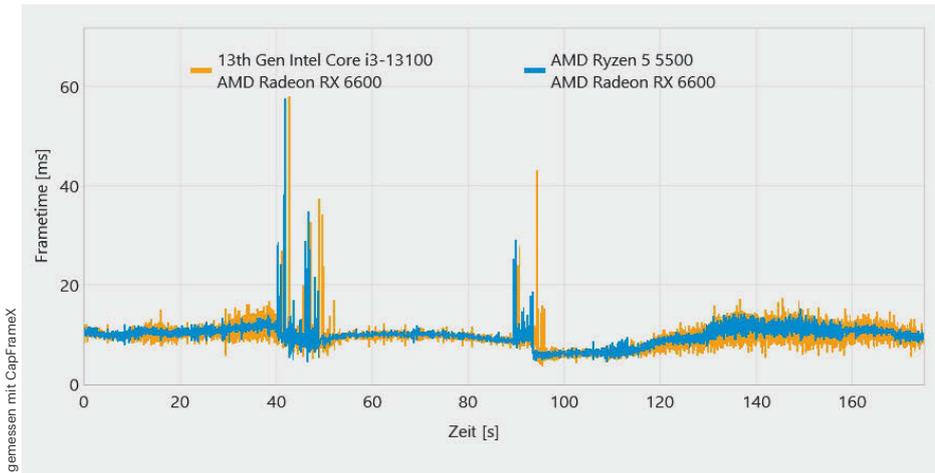
Sehr ähnlich sah es im GPU-Test von Civilization VI aus, wengleich sich das Feld vor allem an seinen Enden auffächerte. Insofern mag auf den ersten Blick merkwürdig erscheinen, dass drei der Prozessoren beinahe identische Ergebnisse im KI-Test lieferten, der vor allem die CPU fordert. Die Erklärung: Der Ryzen 5 5600 geht hier wegen seines großen L3-Caches in Führung, eine Analyse, die auch der Gegencheck mit dem Cache-Monster Ryzen 7 5800X3D stützt.

## Billige Prozessoren von 95 bis 150 Euro: Spieleleistung bei Full HD

Prozessor	F1 22 (Ultra, TAA, HBAO+) [fps] <sup>1</sup>	Shadow of the Tomb Raider (Ultra) [fps] <sup>1</sup>	Shadow of the Tomb Raider (Ultra + RT) [fps] <sup>1</sup>	Cyberpunk 2077 (Ultra) [fps] <sup>1</sup>	Cyberpunk 2077 (Ultra + RT low) [fps] <sup>1</sup>	A Plague Tale: Requiem (Ultra) [fps] <sup>1</sup>	A Plague Tale: Requiem (High) [fps] <sup>1</sup>	Assassin's Creed Valhalla (Ultra) [fps] <sup>1</sup>	Civilization VI: Gathering Storm GPU [fps] <sup>1</sup>	Civilization VI: Gathering Storm KI [s] <sup>2</sup>
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	◀ besser
<b>Radeon RX 6600, DirectX 12</b>										
Core i3-13100F	92/126	70/106	54/93	48/63	38/48	24/29	26/32	57/79	70/100	38
Core i5-12400F	96/127	79/107	56/92	49/63	37/48	27/32	27/32	56/79	79/110	37
Ryzen 5 5500	100/125	77/107	57/93	49/63	37/48	27/32	27/33	56/80	77/108	37
Ryzen 5 5600	114/150	82/109	60/95	49/63	37/47	26/31	26/32	55/77	90/125	34
<b>Radeon RX 6900 XT, DirectX 12</b>										
Core i3-13100F	113/185	70/128	67/124	56/82	56/82	56/66	56/69	79/120	71/128	38
Core i5-12400F	143/230	84/140	82/136	66/92	62/88	57/67	59/72	88/130	84/140	37
Ryzen 5 5500	126/195	82/134	80/130	63/89	62/91	54/66	56/68	80/121	79/111	37
Ryzen 5 5600	163/279	93/183	90/174	65/96	64/94	56/69	59/72	94/145	85/132	35
Ryzen 7 5800X3D	228/319	180/225	131/226	103/148	80/107	64/81	65/83	113/163	140/197	32

<sup>1</sup> Angaben in Bildern pro Sekunde (fps). Dunkler Balken: P1-Perzentil, d. h. 99 Prozent der Bildrate ist höher; heller Balken: Durchschnittswert  
<sup>2</sup> durchschnittliche Zeit für eine selbstablaufende Spielrunde in Civilization VI: Gathering Storm

gemessen mit 16 GByte DDR4-3200; Windows 11 22H2, VSync aus, Treiber: Radeon 23.5.2, GeForce 535.98



schub, in dem die Bildraten zwischen 104 und 136 Prozent stiegen. Ein GPU-Upgrade ist also auch mit diesen Einstiegs-CPUs möglich.

Dabei ließe man allerdings einiges an 3D-Performance liegen: Treibt anstelle des Core i3-13100F der Ryzen 7 5800X3D das System an, erzielt es zum Teil die doppelte Bildrate, und auch verglichen mit den günstigen Sechsern stiegen die fps ordentlich an. Bis allerdings Grafikkarten erscheinen, die eine solche Leistung zu einem Preis liefern, der zum restlichen System passt, dürfte noch einige Zeit ins Land gehen. Wenn es so weit ist, stellt sich eher die Frage, ob nicht ein neuer Rechner ansteht und man den alten vererbt oder anderen Aufgaben zuführt.

### Fazit

In unserem Spieleparcours haben sich zwar Unterschiede zwischen den Prozessoren gezeigt, jedoch keine riesigen. Kombiniert mit der Vernunftkarte Radeon RX 6600 erzielen alle in etwa die gleiche

Stellten wir den Prozessoren die Radeon RX 6900 XT zur Seite, wiederholte sich die beschriebene Reihenfolge in allen Spielen, allerdings mit größeren Abständen zwischen den CPUs. Die geringsten

Zuwächse zeigte der Grafik-Benchmark von Civilization VI, absolut in Frames gerechnet legte F1 22 am meisten zu. Prozentual gesehen gibt es indes in A Plague Tale: Requiem den größten Leistungs-



# WORKSHOPS 2023



**31. August**

## Aufbau einer Hybrid-Cloud

Dieser Tagesworkshop macht Sie fit für die Konzeption und Implementierung einer ganzheitlichen Hybrid-Cloud-Strategie für Ihr Unternehmen.



**05. – 06. September**

## Effiziente IT-Sicherheit für kleine und mittlere Unternehmen

Cybersicherheit für Ihr Unternehmen: Lernen Sie die wichtigsten Best Practices für einen effektiven Schutz kennen.



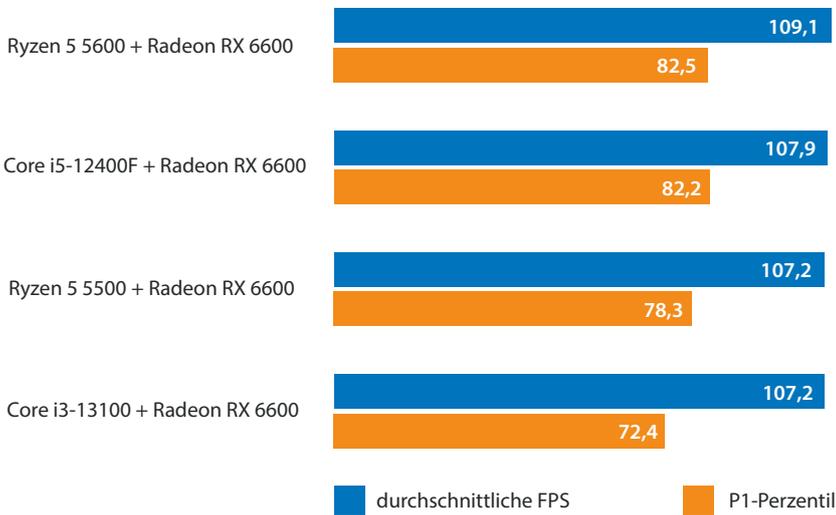
**07. – 08. September**

## Strategisches IT-Management: Von der Vision zur Wertschöpfung

Diese Workshop präsentiert Einblicke in die Prinzipien des strategischen IT- und Technologie-Managements.

## Shadow of the Tomb Raider

In Spielen gilt die durchschnittliche Bildrate (Avg fps) als Gradmesser für Spielbarkeit. Ab 60 fps gilt der Bildaufbau als ruckelfrei. In dieser Disziplin hält der Core i3-13100F noch gut mit, doch im P1-Perzentil, das die verlässliche Mindestbildrate abbildet, fällt er zurück.



gemessen mit CapFrameX

Leistung. Nie lieferte eine der schnelleren CPUs einen Performance-Schub, der die Bildrate eines Spiels von „ruckelig“ auf „schnuckelig“ gehoben hätte. Somit darf auch der Core i3-13100F trotz seiner nur vier Kerne auch heute noch als brauchbarer Spieleprozessor gelten, wenn man die Ausgaben begrenzen will. Für ihn spricht zudem die moderne Plattform mit

PCIe 5.0 und, auf Wunsch, DDR5. Laufen aber mehr Anwendungen im Hintergrund, kommt er schneller als die Sechskerner an seine Grenzen.

Für Gamer mit beschränktem Budget sind die beiden AMD-CPUs unterm Strich attraktiver. Der Ryzen 5 5600 macht in diesem Quartett einen Stich nach dem anderen und bietet, mit dem B550-Chip-

satz kombiniert, moderne Schnittstellen. Preis-Leistungs-Sieger ist indes der Ryzen 5 5500: Er ist billiger als Intels aktueller Vierkerner und liefert dabei meist die Leistung des noch teureren Core i5-12400F. Dass er auf PCIe 3.0 beschränkt ist, bedeutet derzeit in der Spielepraxis keine Nachteile.

Auch für das nächste Grafikkarten-Upgrade haben die CPUs noch genug Leistung, wie der Durchlauf mit der Radeon RX 6900 XT zeigt. So ist eine gewisse Langlebigkeit gesichert. Doch wie der Gegencheck mit dem Ryzen 7 5800X3D beweist, bleibt mit steigender Grafikleistung immer mehr 3D-Potenzial auf der Strecke. Es gilt also wie immer, dass die Komponenten zusammenpassen müssen.

(bkr@ct.de)

### Literatur

- [1] Christian Hirsch, Comeback gelungen, Günstige Core-i-12000-CPUs mit zwei, vier und sechs Kernen, c't 4/2022, S. 94
- [2] Christian Hirsch, Ryzen-Nachschlag, Fünf Ryzen-4000- und -5000-Prozessoren ab 100 Euro im Test, c't 13/2022, S. 72
- [3] Benjamin Kraft, Spielen als Kernanliegen, Was mehr CPU-Kerne in 3D-Spielen bringen, c't 7/2020, S. 68
- [4] Carsten Spille, Spiele und Brot, Je zwei GeForce RTX 2060, RTX 3050 und Radeon RX 6600 um 300 Euro im Test, c't 21/2022, S. 100
- [5] Carsten Spille, Viel Cache gegen viele Watt, AMD Ryzen 7 5800X3D contra Intel Core i9-12900KS, c't 14/2022, S. 94

CapFrameX-Download: [ct.de/y92v](https://ct.de/y92v)

## Bremsklotz PCIe 3.0?

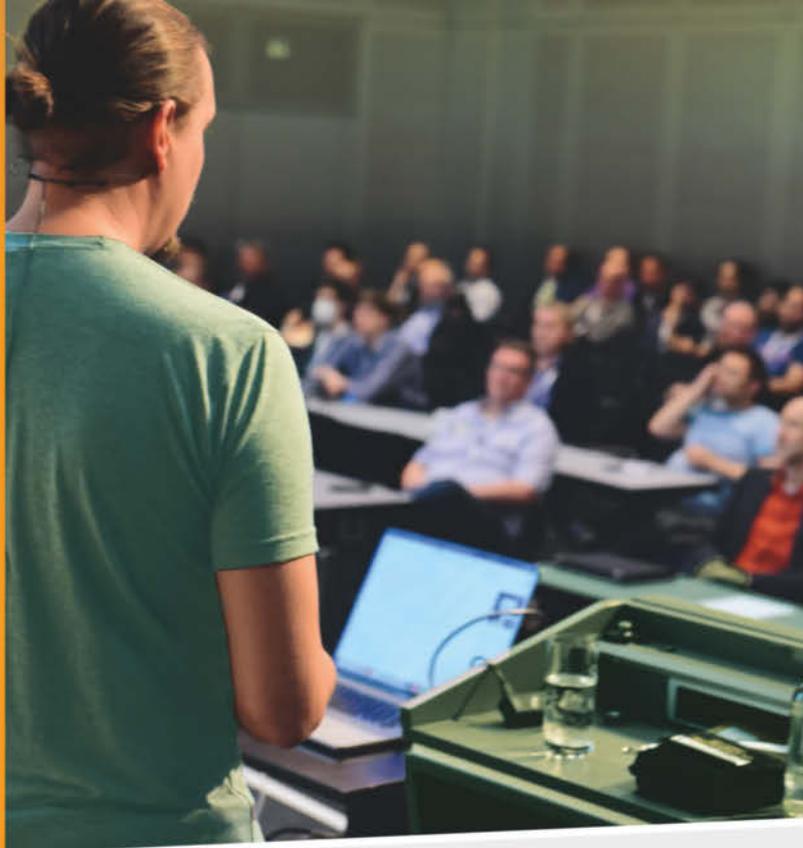
Der PEG-Slot (PCI-Express for Graphics) auf Mainboards ist mit wenigen Ausnahmen mit 16 Leitungen angebunden (x16), sodass die GPU bei PCIe 4.0 theoretisch beinahe 32 GByte/s an Daten mit dem restlichen System austauschen kann. Allerdings haben immer mehr Mittelklassegrafikkarten nicht mehr 16, sondern nur noch 8 PCIe-Lanes. Das ist bei AMD seit der Radeon RX 5500 der Fall, ebenso bei allen Radeons der Serien 66x0 und 7600. Nvidia hat zuerst seine GeForce RTX 3050 und nun auch die GeForce-4060-Serie auf acht Lanes zurückgestutzt. Selbst dann stehen Karten immer noch knapp 16 GByte/s zur Verfügung, so viel wie bei PCIe 3.0 x16.

Doch was, wenn eine Karte mit nur acht PCIe-Lanes auf einem PCIe-3.0-System

zum Einsatz kommt, beispielsweise, wenn man ein altes System aufrüstet oder sie mit dem Ryzen 5 5500 kombiniert? Bei den Tests zum Launch der Radeon RX 7600 haben wir eben das geprüft: Wir maßen die Performance der Karte mit einem Ryzen 9 5900X in einem AMD-Mainboard mit B550 Chipsatz, dessen PEG-Slot wir in den UEFI-Einstellungen zwischen PCIe 4.0 und 3.0 umstellen. Zumindest in unserem Parcours, der aus Shadow of the Tomb Raider, F1 22, Metro Exodus: Enhanced und A Plague Tale: Requiem bestand, zeigten sich in Full HD mit Ultra-Settings keine Unterschiede in der Leistung. Selbst Raytracing auf „High“ ließ in Metro die Bildrate nicht nennenswert absacken. Die Differenz betrug nie mehr als zwei fps und lag

damit im Rahmen der üblichen Messschwankungen. Auch in neueren Spielen wie Hogwarts Legacy und Spiderman: Miles Morales, die im Ruf stehen, Grafikspeicherfresser zu sein, erzielten wir mit Ultra-Detailstufe und ohne Raytracing durchschnittlich 50 bis 75 fps.

Allerdings werden wir diesen Aspekt im Auge behalten, denn es besteht Problempotential aus anderen Gründen, speziell bei Grafikkarten mit 8 GByte Video-RAM: Die immer detaillierteren Texturen bei hohen Detailstufen belegen mehr und mehr Speicher und auch Raytracing sowie Upscaling-Techniken wie Nvidia DLSS, AMDs FSR und Intels XeSS brauchen Platz. Geht ihnen der Speicher aus, laufen die Daten zwangsläufig über das (reduzierte) PCIe-Interface.



» Continuous Lifecycle »

[Container Conf]

15. – 16. November 2023  
in Mannheim

## Software effizienter entwickeln und betreiben

Die **Continuous Lifecycle/ContainerConf** liefert vertiefende Einblicke in relevante Fachthemen entlang des gesamten Softwarelebenszyklus – mit einem Fokus auf **Developer Experience** und optimal integriertes **Platform Engineering**.

Workshops und Vorträge widmen sich Prozessen und Tools von der Containerisierung über **Continuous Delivery** und **DevOps** – inklusive **DevSecOps** und **GitOps** – bis hin zum professionellen Betrieb der Anwendungen. Unter anderem geht es um:

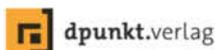
- ✔ **Internal Developer Platforms:** Konzepte und Berichte aus der Unternehmenspraxis
- ✔ **Observability:** Mit Logging, Monitoring und Tracing das Gesamtsystem im Griff behalten
- ✔ **Lessons learned:** Erfahrungen aus dem Aufbau und Betrieb von Kubernetes-Umgebungen
- ✔ **Security:** Von der Infrastruktur über Secrets bis zu Dependencies
- ✔ **Kubernetes im Umbruch:** Vorstoß in neue Anwendungsbereiche



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

**Vor-Ort-Workshops am 14. November: CI/CD mit GitLab, Observability, Site Reliability Engineering, WebAssembly, Serverless Computing**

Veranstalter



Gold-Sponsoren



Silber-Sponsoren



# Zahlen, Daten, Fakten

## Marktüberwachung

Viele Produkte gelangen mit Leichtigkeit auf den europäischen Markt, sofern ihre Verkäufer erklären, dass diese sämtlichen Bestimmungen und Produktnormen genügen. Der Wegfall von zwingenden Labortests sowie die schiere Masse eingeführter Geräte lässt allerdings etliche gefährliche Produkte bis zum Endkunden durch. Europäische Institutionen und na-

tionale Marktüberwachungsbehörden sollen unsichere Produkte aus der Flut herausfischen. Behörden der Bundesländer kontrollieren jährlich rund 50.000 Produkte. Daneben prüfen unter anderem die Bundesnetzagentur, das Kraftfahrt-Bundesamt sowie das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit. Der Zoll sondert Verdachtsfälle aus und

meldet sie. Die europäische Kommission veröffentlicht sie in einer RAPEX-Warnliste (Rapid Exchange of Information System) und in der ICSMS-Datenbank für technische Produkte. Ausgeschrieben heißt das Kürzel internet-supported Information and Communication System for the pan-European Market Surveillance of technical products. (mil@ct.de) **ct**

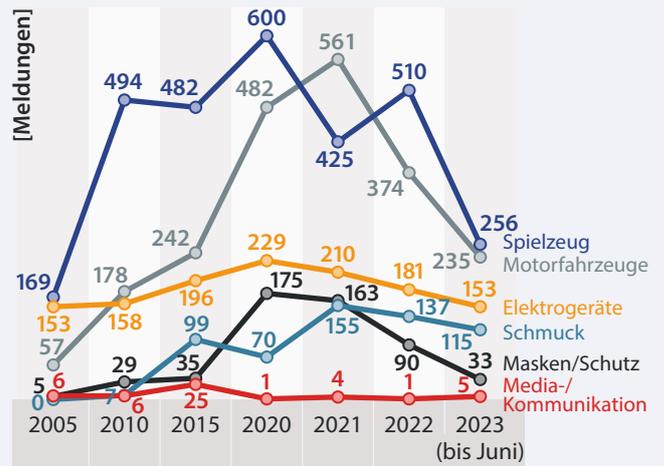
### ► Schrottliste

Die Bundesnetzagentur stoppt bei der Online-Marktüberwachung gefährliche Elektrogeräte verschiedenster Art.<sup>1</sup>



### ► Elektronik wenig betroffen

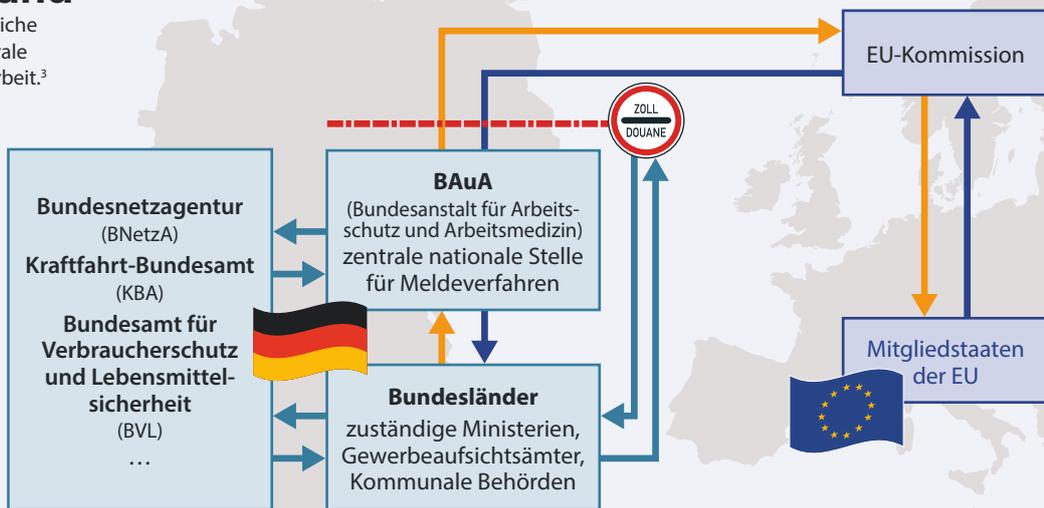
Elektronikprodukte werden EU-Kontrolluren weniger oft gemeldet als Großelektro und Fahrzeuge.<sup>2</sup>



### ► Marktüberwachung in Deutschland

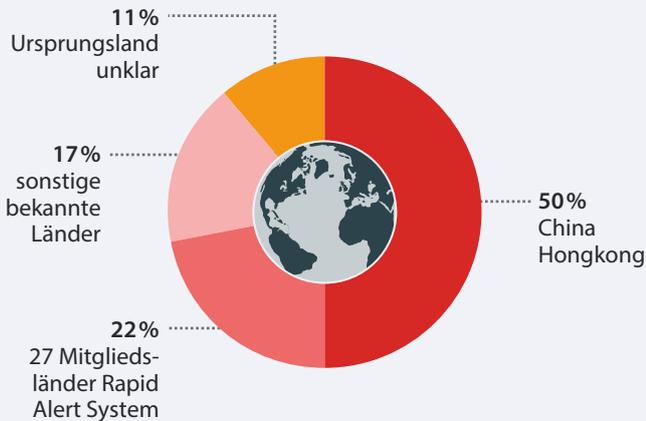
In Deutschland sind zahlreiche Behörden zuständig. Zentrale Stellen koordinieren die Arbeit.<sup>3</sup>

- von Deutschland ins übrige Europa
- von Europa nach Deutschland
- in Deutschland



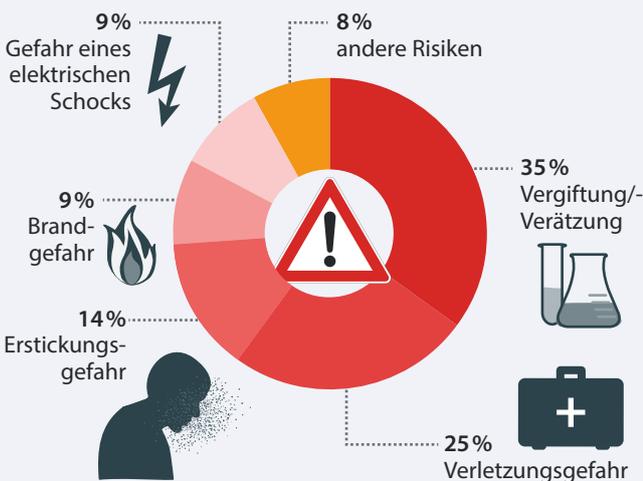
## ► Herkunft gefährlicher Produkte

Die RAPEX-Liste der EU zeigt: Von rund 2250 gemeldeten gefährlichen Produkten stammte im Jahr 2022 gut die Hälfte aus China.<sup>4</sup>



## ► Risikoarten bei RAPEX

Schädliche Chemikalien waren 2022 auch im Non-Food-Bereich ein verbreiteter Grund für Eingriffe der Marktüberwachung.<sup>6</sup>



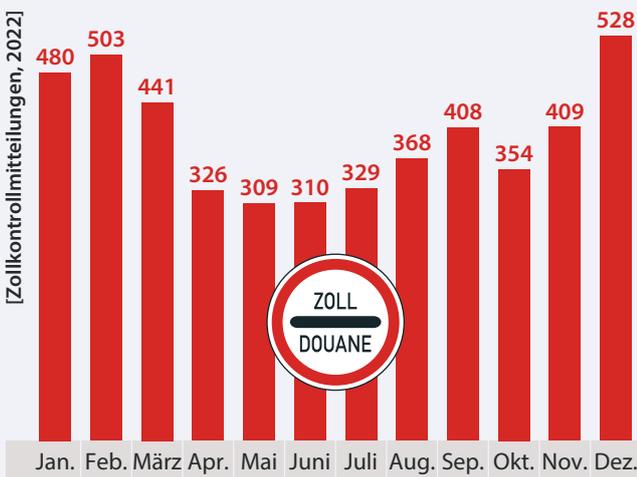
## ► Verkaufsstopp durch Behörde

Die Bundesnetzagentur spricht bei gefährlichen und nicht EU-konformen Produkten vorläufige und abschließende Vertriebsverbote aus.<sup>5</sup>

Datum	Produktart	Produkt
21.09.2022	WLAN-Router	Mikrotik RouterBOARD DynaDish G-5HacD (RBDynaDishG-5HacD)
21.09.2022	WLAN-Router	Mikrotik RouterBOARD 911G-5HPnD-QRT (RB911G-5HPnD-QRT)
21.09.2022	WLAN-Router	Mikrotik RBLHGG-5acD
03.05.2023	Wallbox	Easee
22.03.2023	Drohne mit Fernbedienung	ZC Z9
22.02.2023	Funkkopfhörer	eVatmaster Wireless Headset
22.02.2023	Funkgeräte	Wireless Earbuds F9
22.02.2023	Funkgeräte	EIDESS Air Pro 6 TWS Headsets
22.02.2023	unbemannte Luftfahrzeuge	HUBSAN FPV X4 PLUS H107D+
22.02.2023	unbemannte Luftfahrzeuge	Prixton Predator
22.02.2023	unbemannte Luftfahrzeuge	NINCOAIR NH90132 / PIW
08.02.2023	Funkgerät	KL-5020/139671
08.02.2023	mobiles Ladegerät	SMART POLYMER CORE Multifunction Qi Wireless Solar charger 4USB / Fashion
23.11.2022	Funksteckdose	WOOX R6080
23.11.2022	Funksteckdose	NEO NAS-WR01W
05.10.2022	Funkgerät	BAOFENG UV-9R PLUS
21.09.2022	Haushaltsgeräte und -zubehör	OZONATOR PROZONE P100, P150, P300, P450, P600, P900, P1250, P2250, P3000

## ► Vom Zoll gemeldet

Der Zoll meldet verdächtige Produkte an die Marktüberwachungsbehörden. Die 4765 Meldungen betrafen insgesamt 720.464 Produkte.<sup>1</sup>



## ► Oft Kleinserien betroffen

Wer online kleine Stückzahlen anbietet, erregt bei der Bundesnetzagentur eher den Verdacht, Produktnormen nicht einzuhalten.<sup>1</sup>



Quellen: <sup>1</sup> Bundesnetzagentur, Bericht der Marktüberwachung, 2023 <sup>2</sup> EU Kommission, Safety-Gate-Statistik, Stand: Juni 2023 <sup>3</sup> Bundesagentur für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin <sup>4</sup> EU-Kommission, Bericht Safety Gate, 2022 <sup>5</sup> Bundesnetzagentur <sup>6</sup> EU-Kommission, Safety-Gate-Bericht, März 2023

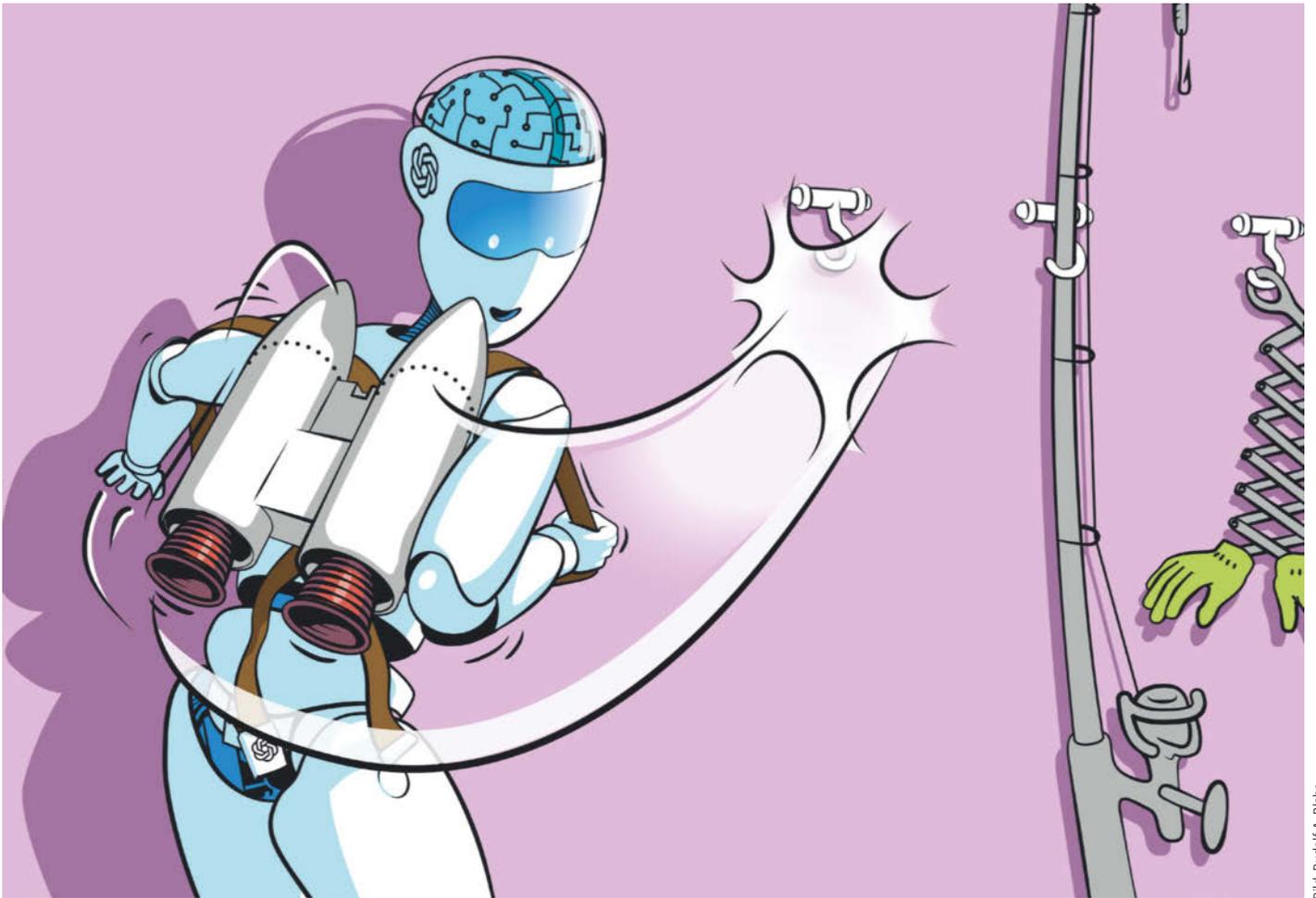


Bild: Rudolf A. Blaha

# Bot mit Zusatzkräften

## Was ChatGPT-Plug-ins können

**Mit Plug-ins greift ChatGPT auf die Dienste und Daten externer Websites zu. So können Nutzer den Chatbot zu einem mächtigen Agenten ausstaffieren, der Bilder generiert, Daten analysiert, Python-Code schreibt und Büroarbeiten erledigt. OpenAI will seine Sprach-KI mithilfe der Plug-ins als Pforte zum Internet etablieren, zügig zieht es die Infrastruktur dafür hoch.**

Von Jo Bager und Andrea Trinkwalder

ChatGPT wirft zu vielen Themen smart klingende Texte aus, die aber inhaltlich oft groben Mist enthalten. Der Chatbot reiht Wörter eben nur auf Basis von Wahrscheinlichkeiten aneinander, hat aber nicht die geringste Ahnung von dem, was er da schreibt. Und etwas anderes als schreiben kann er von Haus aus gar nicht.

Schon seit OpenAI ChatGPT veröffentlicht hat, gab es von vielen Seiten den Wunsch nach Erweiterungen. Damit könnte ChatGPT bestimmte Aufgaben an Dienste delegieren, die dafür mehr zu bieten haben als Wortstatistiken. Könnte man zum Beispiel den Sprach-Bot mit einem Computeralgebrasystem wie Wolfram Alpha verbinden, dann wären seine immer

mal wieder zutage tretenden Rechen-schwächen ein für allemal passé. Mehr noch könnten Plug-ins Nutzungsszenarien für den Bot eröffnen, die über das Verfassen von Texten hinausgehen: Wie schön wäre es etwa, wenn man ihn zum Beispiel wie einen Assistenten auf Zuruf damit beauftragen könnte, einen Tisch im Lieblingsrestaurant zu bestellen?

OpenAI hat bereits im März dieses Jahres Plug-ins für seinen Chatbot vorgestellt, die solche Anwendungsfälle abdecken. Die Erweiterungen sind für jeden verfügbar, der 23,80 US-Dollar (rund 21 Euro) pro Monat für eine Plus-Mitgliedschaft des Chatbots bezahlt. Dieser Artikel präsentiert eine Auswahl nützlicher Plug-

ins und beschreibt, wie man Erweiterungen benutzt.

## Die Zukunft des Internet?

Die Anzahl verfügbarer Erweiterungen steigt von Woche zu Woche rasant an. Bei Redaktionsschluss gab es mehr als 700. Offenbar beeilen sich viele Dienste, ihre Websites an den Chatbot anzubinden. Man will als einer der ersten auf dieser neuen, hippen Plattform sein. Das mag auch daran liegen, dass so mancher Beobachter den Hype um die Sprachmodelle mit den Plug-ins munter fortsetzt: ChatGPT inklusive der Erweiterungen wird gerne mal als das neue Gateway ins Internet, gar als das Internet 3.0 angepriesen.

Derzeit fallen die Plug-ins aber vor allem durch eine Reihe von Kinderkrankheiten und ein fragwürdiges Bedienkonzept auf. OpenAI bezeichnet sie nicht umsonst als Beta-Funktionen, die man erst freischalten muss. Um sie zu aktivieren, müssen Sie in den Punkt „Beta features“ der Settings gehen und den Schalter bei „Plug-ins“ umlegen.

Das bedeutet aber nicht, dass der Bot dann sofort sämtliche externen Dienste einbindet. OpenAI macht es im Gegenteil ziemlich kompliziert, auf die Erweiterungen zuzugreifen. Zunächst einmal stehen sie grundsätzlich nur für das Sprachmodell GPT-4 zur Verfügung, dessen Nutzung OpenAI auf 25 Antworten pro drei Stunden limitiert. Wollen Sie mit GPT-4 interagieren, müssen Sie sich entscheiden: „Default“ (das nackte Sprachmodell) oder mit „Plug-ins“. Frisch hinzugekommen ist eine dritte Variante: GPT-4 in Kombination mit dem hauseigenen Python-Generator „Code Interpreter“, der ebenfalls in den Settings aktiviert werden will, siehe Seite 130. Mit den externen Plug-ins kooperiert diese Umgebung nicht.

## Bedienung: Zumutung

Wählen Sie ChatGPT mit GPT-4 und Plug-ins, erscheint ein weiteres Ausklappmenü mit den gegebenenfalls bereits installierten Erweiterungen und einem Link auf den Plug-in-Store. Bevor Sie einzelne Plug-ins nutzen können, müssen Sie sie nämlich zunächst installieren. Ein Klick auf „Plug-in Store“ öffnet den Erweiterungsladen als modales Fenster.

Dieses Schaufenster präsentiert pro Seite maximal acht Plug-ins. Wer sich einen umfassenden Überblick verschaffen will, muss sich durch Dutzende Seiten klicken. Immerhin zeigt der Plug-in Store

## ct kompakt

- ChatGPT lässt sich mit zahlreichen Plug-ins erweitern, die man bei Abschluss des kostenpflichtigen Abos hinzuschalten kann.
- Einzelne Plug-ins wie Wolfram Alpha oder der Code Interpreter von Open AI sind sinnvolle Ergänzungen für ChatGPT.
- Viele Plug-ins bleiben jedoch undurchsichtig und die Ergebnisse des Chatbots muss man weiterhin penibel prüfen.

auch eine Auswahl der 15 beliebtesten Erweiterungen an und durchsucht deren Kurzbeschreibungen im Volltext. Die Kurzbeschreibungen, in der Regel nur ein oder zwei Sätze, geben weder Auskunft, was das Plug-in im Detail macht, mit welchen Daten oder Prompt-Ergänzungen es arbeitet, noch wer es hergestellt hat.

Bei der katastrophalen UI des Plug-in-Store ist man gut beraten, sich woanders einen Überblick zu verschaffen. Glücklicherweise gibt es mehrere Sites, die einem dabei helfen, zum Beispiel Plugfinder (Lyrai), Pluginpedia, pugin.ai und whatplugin.ai. Die Links zu allen genannten Diensten finden Sie über [ct.de/y71n](https://ct.de/y71n).

pugin.ai und whatplugin.ai unterhalten sehr aufgeräumte, thematisch vorsortierte Verzeichnisse auf ihren Websites und stellen wesentlich mehr Informationen bereit als der Plug-in Store von OpenAI. **pugin.ai** zum Beispiel zeigt zu jedem Plug-in den Inhalt der Manifest-Datei an. Diese enthält Metadaten und Konfigurationsinformationen für ein AI-Plug-in.

Dazu zählen der Name des Plug-ins sowie technische Informationen, zum Beispiel zur Programmierschnittstelle. Das Manifest enthält außer einer `description_for_human` für den Store eine in der Regel wesentlich längere `description_for_mode`, die ChatGPT steuert. Sie ist oft auch für Menschen sehr aussagekräftig.

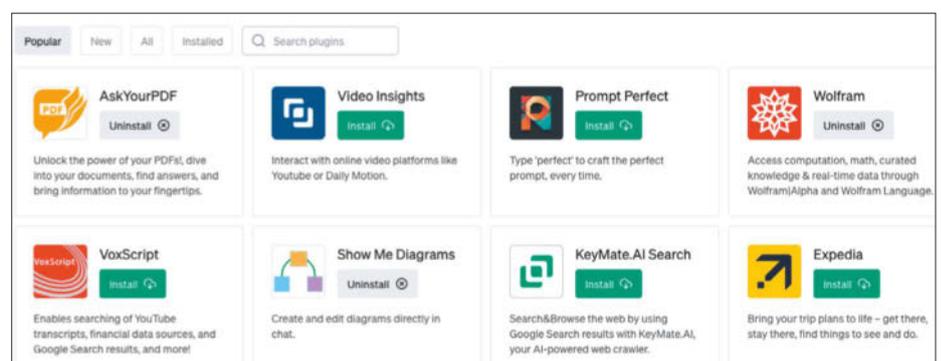
Die Beschreibungen bei **whatplugin.ai** schildern ausführlich den Zweck der Erweiterung und wie man sie einsetzt. Die Texte stammen aber von ChatGPT. Man sollte sich also nicht darauf verlassen, dass alle Angaben stimmen. **Plugfinder**, **Pluginpedia** und **pugin.ai** unterhalten eigene ChatGPT-Plug-ins. Über die Urheber der Plug-ins geben allerdings auch sie keine Auskunft und OpenAI selbst scheint weder Herkunft noch Schadpotenzial zu prüfen.

## Buntes Sortiment

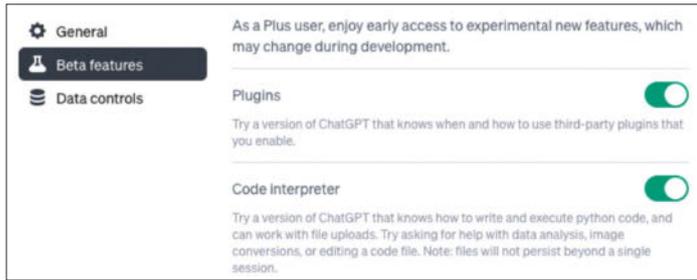
Installierte Erweiterungen müssen Sie vor Gebrauch aktivieren. Dazu setzen Sie in dem bereits erwähnten Ausklappmenü ein Häkchen neben das gewünschte Plug-in. ChatGPT lässt maximal drei gleichzeitig aktivierte Plug-ins zu. Das soll es ChatGPT offenbar einfacher machen, zu entscheiden, welches es nutzen soll.

ChatGPT entscheidet selbstständig, ob es ein Plug-in aufruft oder mit seinem eigenen Wissen antwortet. Eine einfache mathematische oder naturwissenschaftliche Frage wird es in der Regel ohne Plug-in beantworten. Der Benutzer kann dem Modell aber jederzeit einen Anstoß geben, ein Plug-in zu verwenden, indem er explizit darum bittet. Wir haben einige Plug-ins und Plug-in-Kategorien exemplarisch ausprobiert.

ChatGPT-Plug-ins funktionieren in der Regel zuverlässig, wenn sie eine klar umrissene Aufgabe erfüllen müssen, zum Beispiel Spotify-Playlists zusammenstel-



**Sieht so die Zukunft des Internets aus? Bis ChatGPT mit der Außenwelt ins Gespräch kommt, muss man sich durch einen unnötig umständlichen Auswahl- und Aktivierungsprozess quälen.**



**Wer die Plug-ins und den Code Interpreter ausprobieren möchte, muss die jeweiligen Umgebungen erst in den Einstellungen aktivieren.**

len. PlaylistAI zum Beispiel kann sich mit dem Spotify-Account des Nutzers verbinden und stellt diesem eine individuelle Playlist zusammen. Nett, aber die Funktionen, die Spotify selber zu diesem Zweck anbietet, und die in unserem Heise-Online-Ratgeber vorgestellten Tools gehen weit darüber hinaus, siehe ct.de/y71n.

Wer den KI-Bildgenerator Midjourney verwendet, findet in dem Plug-in Photorealistic einen guten Helfer. Auf eine relativ kurze Angabe wie „light bulb in cyberpunk style“ liefert es eine Ausgabe mit zwei ausführlichen Prompts, etwa:

Sure, here are two detailed prompts for a cyberpunk-style light bulb image:

- For the first image, imagine a cyberpunk-style light bulb. The bulb is suspended in the air, glowing with a neon blue hue against a backdrop of a dark, gritty cityscape. The city ... (insgesamt 988 Zeichen).
- For the second image, envision a close-up of a cyberpunk light bulb. The bulb is the centerpiece, glowing with a vibrant pink hue. The background ... (insgesamt 878 Zeichen).

Erfahrene Nutzer schwören für die Verbesserung ihrer Prompts auf die Erweiterung Prompt Perfect. Übrigens: Falls mal ein Plug-in nicht macht, was es soll, kön-

nen Sie zumindest überprüfen, wie ChatGPT Ihre Eingabe interpretiert und an das Plug-in weitergereicht hat, indem Sie auf „Used <Name des Plug-ins“ im Chat klicken.

### Fakten statt Halluzinationen

Die Wolfram-Alpha-Plattform ist eine sinnvolle Ergänzung zu ChatGPT, denn sie bildet mit ihrer gepflegten Datenbasis und ihrem umfassenden Regelwerk die Erkenntnisse aus Jahrhunderten an Forschung und Entwicklung ab: Das Spektrum reicht von einfachen über fortgeschrittene Formeln bis hin zu komplexen Algorithmen, die aus umfangreichem Wissen zu den unterschiedlichsten Themen schöpfen: Mathematik, Physik, Chemie, Sozioökonomie, Geologie, Biologie oder Geschichte. Fakten abrufen oder Berechnungen ausführen kann man traditionell über eine Art Programmiersprache namens Wolfram Language oder über Sprachanweisungen in Form von Stichpunkten oder einfachen Sätzen und seit Kurzem eben in Form eines Dialogs via ChatGPT-Plug-in.

So berechnet Wolfram Alpha beispielsweise, wie hoch die monatlichen Tilgungsraten bei einem geplanten Kredit ausfallen würden, wie lange es braucht,

bis radioaktives Cäsium 137 komplett abgebaut ist oder welches die kürzeste Reiseroute wäre, wenn man ein paar ausgewählte europäische Städte besuchen möchte. Dabei trägt Wolfram Alpha alles an Informationen zusammen, was dem Verständnis dient: Formeln, die wichtigsten Eigenschaften des chemischen Elements sowie Beispiele für andere Elemente zum Vergleich. Die Reiseroute (nur Luftlinie) ermittelt es mit einem Lösungsalgorithmus für das Travelling Salesman Problem. Außerdem fertigt es übersichtliche Tabellen und visualisiert Zusammenhänge mit Grafiken.

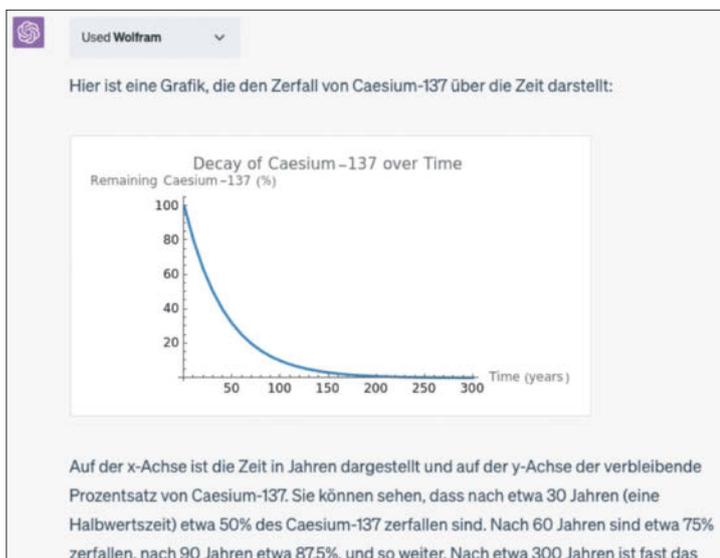
Das ChatGPT-Plug-in fungiert hier nur als Vermittler, der die in Alltagssprache formulierten Anfragen des Nutzers in die Wolfram-Alpha-Language übersetzt und die von Wolfram Alpha empfangenen Ergebnisse mit etwas erklärendem Text garniert. Das Feine an der ChatGPT-Schnittstelle ist, dass sie den generierten Wolfram-Prompt auch anzeigt. So kann man nicht nur überprüfen, ob die Anfrage richtig verstanden und übersetzt wurde, sondern nebenbei auch die Wolfram-Sprache lernen. Wer möchte, spannt ChatGPT ein, um die Grafiken zu interpretieren. Die einfachen Schulden-Tilgungs-Diagramme und den Zerfallsprozess erklärte der Bot ordentlich.

Allerdings muss man dem Chatbot das Wolfram-Alpha-Wissen schon ziemlich aus der Nase ziehen, durch gezieltes Nachfragen und -bohren. Um Tabellen und Diagramme mussten wir meist explizit bitten. Und: Wolfram Alpha ist auch nicht in jedem Bereich auf dem neuesten Stand. Wer zum Beispiel die 20 höchsten Türme der Welt mitsamt Standort braucht, schaut besser bei Wikipedia nach und prüft deren Angaben.

Auch die Auswahl an News-Aggregatoren und deren Quellen wächst enorm. Zu Beginn unserer Recherche beschaffte das Plug-in NewsPilot auf Fragen zu den wichtigsten aktuellen Entwicklungen im Ukraine-Krieg nur Gerüchte aus dubiosen Quellen, mittlerweile referenziert er immerhin auch seriösere Medien wie die Süddeutsche Zeitung.

### Code und Daten

Gerade noch hat KI den Datenwissenschaftler zum heißesten Beruf des Jahrhunderts gehypt, schon macht ihn dieselbe Technik gleich wieder überflüssig. Zumindest verkündet das die treue ChatGPT-Jüngerschar, seit OpenAI mit dem Code



**Wolfram Alpha ist die erste Adresse, wenn es um Berechnungen und Umrechnungen aller Art geht. Damit bekommt der Chatbot Zugriff auf eine riesige natur-, gesellschafts- und ingenieurwissenschaftliche Fakten- und Formelsammlung.**

Interpreter ein Python-erzeugendes Plug-in freigeschaltet hat. Nach Aktivieren in den „Settings“ und Auswahl im eingangs erwähnten Dropdown-Menü läuft diese werkseigene No-Code-Umgebung in einer eigenen Sandbox. Sie übersetzt Nutzeranfragen in Python-Code, weshalb sie sich grundsätzlich auch zur Datenanalyse und -visualisierung eignet.

Dazu kann ChatGPT Tabellen laden oder ins Eingabefeld kopierte Daten in Tabellen schreiben. Um rasch einen Überblick zu gewinnen, bittet man den Bot um eine kurze Zusammenfassung der darin enthaltenen Informationen und lässt sich anschließend passende Diagramme vorschlagen. Wählt man einen der Vorschläge oder beauftragt den Bot mit einer eigenen Idee, kommt der Code Interpreter ins Spiel: ChatGPT übersetzt die Nutzervorgaben in Python-Code und gibt sowohl diesen als auch die entsprechende Grafik als Antwort aus.

Mitunter pflegte der Chatbot einen recht kreativen Umgang mit Datenstrukturen. So fasste er vier unterschiedlich benannte Kategorien unserer Testtabelle einfach großzügig zu einer zusammen, weil sie mit demselben Wort begannen. Die Aufgabe, in einem Scatterplot die kreisförmigen Markierungen durch ein Kreissymbol zu ersetzen, meinte er ausgeführt zu haben, blieb aber zunächst bei der ursprünglichen Darstellung. Solch willkürliches Verhalten wäre bei der Arbeit mit einer dedizierten Tabellen- oder Visualisierungssoftware schlichtweg ausgeschlossen. Im zweiten Anlauf gelang ChatGPT die Korrektur, aber die fast schon devoten Entschuldigungen und sich permanent wiederholenden Grundsatz-erklärungen nach marginalen Änderungen zermürben auf Dauer, wenn man vorankommen möchte.

Ein weiterer gravierender Nachteil von OpenAIs Code Interpreter besteht darin, dass die aus Sicherheitsgründen in einen eigenen Sandkasten verbannte Python-Umgebung keine Bibliotheken nachladen kann, was für Entwickler essenziell ist. Daran scheiterte letztlich der Versuch, dem Gespann eine schicke Kartendarstellung zu entlocken.

Als vollwertige Umgebung, die auch (Karten-)Bibliotheken nachlädt, stößt sich Noteable in ChatGPT ein. Das Visualisierungstool legt nach kostenloser Registrierung Python-Notebooks an und eignet sich für umfangreiche Datenanalysen sowie Machine-Learning-Projekte.

## Büromanager

Es gibt bereits diverse Plug-ins, die PDFs und andere Dokumententypen zusammenfassen sowie gezielte Fragen zum Inhalt beantworten. In unseren ersten Experimenten mit einer Studie zu KI-Benchmarks schnitt AI PDF besser ab als ChatWithPDF; Letzteres schmuggelte eine erfundene Zahl in seine Zusammenfassung. Von Aufbau und Struktur scheinen die Textkomprimierer recht wenig zu verstehen. Eine Frage nach den üblicherweise auf der ersten Seite genannten Autoren lief zunächst ins Leere und wurde von AI PDF erst dann unaufgefordert beantwortet, als wir den Titel der Studie wissen wollten. Beiden ist gemein, dass sie nur die jeweilige Seitenzahl referenzieren und mangels Bedienoberfläche nicht mit dem PDF interagieren. Gerade weil man die Fakten immer überprüfen muss, vermisst man aber zumindest eine einfache, interaktive Ansicht, wie sie etwa der Onlinedienst ChatPDF bietet.

Zusammen mit dem Automatisierungsdienst Zapier mutiert der Plauderbot zum beflissenen persönlichen Assistenten, der auf menschliche Anweisung Verwaltungs- und Kommunikations-Workflows aller Art anstößt. Zapier ist selbst eine Schaltzentrale, die alle möglichen Dienste von Gmail über den Google-Kalender bis hin zu diversen Social-Media-Accounts miteinander verknüpft. Dafür muss der Nutzer dem Dienst Zugriff auf seine Konten gewähren. ChatGPT dient als zusätzliche Schnittstelle, die die Sprachanweisungen des Nutzers interpretiert und dazu passende Automatisierungsskripte (Zaps) in Zapier anlegt, beziehungsweise bereits vorhandene aufruft. Das kann einige Handgriffe ersparen, aber auch zu fatalen Fehlern führen, wenn man nicht alle Details penibel prüft; einen

solchen Überprüfungs- und Bestätigungsschritt hat Zapier immerhin eingebaut.

Wir ließen ihn zum Beispiel eine Mail an Andrea Trinkwaller verfassen mit der Bitte, die Agenda für eine Schulung am 23.9.2023 von 11:00 bis 17:00 vorzubereiten und den Termin in den Google-Kalender einzutragen. Die Mail gelang, der Termineintrag landete aber leider im falschen Datum. In einem solchen Szenario kann Zapier also mehr Durcheinander stiften als Zeit sparen.

## Fazit

Allmählich setzt sich die Erkenntnis durch, dass ein redegewandter Sprachbot noch lange kein Universalgenie ist. Fakten und in Formeln konservierte Zusammenhänge müssen über externe Quellen eingespeist werden, was jetzt via Plug-ins geschieht. Insbesondere die Verbindung zu Wolfram Alpha ist eine Bereicherung. Trotzdem kann man den Ergebnissen nicht blind vertrauen. Denn die externen Plattformen liefern zwar die Fakten, aber auch beim Interpretieren der jeweiligen Anweisungen unterlaufen dem Chatbot Fehler und Ungenauigkeiten, weil er die Materie inhaltlich nicht versteht.

Dazu kommen grundsätzliche Bedenken: Zum einen könnte die Plug-in-Schnittstelle als Einfallstor für Schad- und Spyware missbraucht werden, insbesondere weil OpenAI deren Integrität nicht überprüft. Zum anderen würde sich ChatGPT in dieser Form zum Gatekeeper fürs Internet entwickeln, was aus mehreren Gründen nicht erstrebenswert ist: Der Wettbewerb leidet und eine Benutzerführung rein auf Dialogbasis ist träge und ineffizient. (atr@ct.de) **ct**

**Plug-in-Verzeichnisse:** [ct.de/y71n](https://ct.de/y71n)

Bitte beachten Sie, dass ich in dieser Umgebung keine Karten erstellen kann, da ich keinen Zugang zum Internet habe, um die notwendigen Geodaten zu beziehen. Sie können jedoch einen ähnlichen Datensatz mit einer Geodatenbibliothek wie Geopandas in Python verwenden, um eine Choroplethenkarte zu erstellen, die die Anzahl der Modelle pro Land darstellt. Hier ist ein einfacher Codeausschnitt, der Ihnen als Ausgangspunkt dienen könnte:

```
python
import geopandas as gpd

# Load world map
world = gpd.read_file(gpd.datasets.get_path('naturalearth_lowres'))

# Merge with your data
merged = world.set_index('name').join(country_counts_df.set_index('Country'))

# Plot the map
merged.plot(column='Count', cmap='Blues', linewidth=0.8, edgecolor='0.8', le
```

**Weil der Code Interpreter in eine Sandbox eingesperrt ist und keine Bibliotheken nachladen kann, bleiben die kreativen Möglichkeiten begrenzt.**

# Reparieren bleibt ein teurer Spaß

## Batterieverordnung, Recht auf Reparatur, Ökodesign: Was die EU-Regeln für Smartphones bringen

**Die EU stärkt das Recht auf Reparatur, Apple und Samsung liefern Ersatzteile für Smartphones. Trotzdem kritisieren Reparaturfirmen die Politik und die Hersteller. Was ist da los?**

Von Robin Brand

**R**echt auf Reparatur, Batterieverordnung, Ökodesign: Mit gleich mehreren Vorhaben rückt die EU derzeit der Elektronikbranche zu Leibe. Besonders die Smartphoneindustrie ist im Fokus der Regulierer: Ihre Geräte sollen langlebiger und einfacher zu reparieren werden. Erste Hersteller reagieren bereits mit längeren Updateversprechen und dem Verkauf von Ersatzteilen. Wir beleuchten, was die EU-Pläne im Einzelnen bedeuten und warum Wiederaufbereiter und Reparaturfirmen Kritik üben.

Am weitesten gediehen sind die **Ökodesign-Verordnungen** für Smartphones und Tablets: Das Gesetzespaket dazu hat die EU-Kommission Mitte Juni angenommen. Es macht Vorgaben, wie Hersteller ihre Smartphones und Tablets künftig bauen, mit Updates versorgen und über ihre Beschaffenheit informieren müssen. Die Regeln verpflichten Hersteller, die Geräte fünf Jahre lang mit Updates zu versorgen, die Frist beginnt dabei ab Auslieferung der letzten Exemplare an den Handel.

Außerdem müssen Hersteller für Smartphones fünf Jahre lang und für Tablets sechs Jahre lang Ersatz für bestimmte

Bauteile an Reparaturbetriebe liefern und Reparaturanleitungen sieben Jahre nach Ende des Inverkehrbringens verfügbar halten. Akkus von Smartphones und Tablets müssen austauschbar sein oder alternativ nach 500 Ladezyklen noch mindestens 83 Prozent und nach 1000 Ladezyklen mindestens 80 Prozent ihrer ursprünglichen Kapazität aufweisen. Smartphones, deren Akku sich nicht austauschen lässt, müssen zudem staub- und wasserdicht gemäß IP67 sein.

Ein Energielabel soll über Energieeffizienz, Langlebigkeit des Akkus, Schutz vor Wasser und Staub sowie Widerstandsfähigkeit gegen Sturzschäden informieren. Die Verordnungen sehen nach ihrem Inkrafttreten eine 21-monatige Übergangszeit vor, bevor die Anforderungen anwendbar werden. Dem Plan nach soll das neue Energiekennzeichen in der ge-

samten EU spätestens von 2025 an auf Geräten zu finden sein. Mehr über die Ökodesign-Regeln und das Energielabel lesen Sie in [1].

Mitte März hat die EU-Kommission einen Vorschlag für ein **Recht auf Reparatur** vorgelegt [2]. Dieses entfaltet seine Wirkung schon während, vor allem aber nach Ablauf der Gewährleistungsfrist und umfasst Waren in Produktgruppen, für die es bereits Ökodesign-Anforderungen an die Reparierbarkeit gibt. Dazu gehören Waschmaschinen, Trockner, Geschirrspüler, Kühlgeräte und Staubsauger, aber in Zukunft auch Smartphones und Tablets.

Während der Gewährleistungsfrist will die EU Hersteller verpflichten, Defekte stets zu reparieren; Ersatz dürfen sie nur dann liefern, wenn er nachweislich günstiger ist als eine Reparatur. Größere Wirkung dürften aber die Bestimmungen entfalten, die nach Ablauf der Gewährleistungsfrist greifen. Denn auch dann sollen Verbraucher künftig ein Recht auf Reparatur haben, allerdings dürfen Hersteller sie dafür zur Kasse bitten. Jedes Land soll zudem eine Onlineplattform einrichten, auf der Reparaturbetriebe gelistet sind. Vor der Reparatur müssen Reparaturbetriebe und Hersteller einen Kostenvoranschlag in standardisierter Form ausstellen.

### Wechselbare Akkus, aber ...

Die **Batterieverordnung** wiederum sieht vor, dass Geräte künftig so gestaltet sein müssen, dass Verbraucher die Batterien selbst austauschen können. Ausnahme



**Wer den Akku eines aktuellen iPhones selbst wechseln möchte, braucht viel Fingerspitzengefühl und Spezialwerkzeug.**

sind Geräte, die vornehmlich für den Gebrauch in feuchter Umgebung vorgesehen sind, zum Beispiel elektrische Zahnbürsten. Im Juni hatte das Europaparlament der Batterieverordnung zugestimmt. Sie gilt – die Zustimmung der EU-Mitgliedsstaaten vorausgesetzt – nach einer Übergangszeit von 42 Monaten. Das bedeutet allerdings nicht, dass künftig alle Smartphones und Tablets mit austauschbaren Akkus gebaut werden müssen. Für sie greifen die vorab beschriebenen, speziell auf sie zugeschnittenen Ökodesign-Anforderungen, wie die EU-Kommission auf Nachfrage von c't mitteilte.

Die EU-Kommission verspricht sich viel von den angestoßenen Maßnahmen. Allein die Ökodesign-Regeln würden dafür sorgen, dass der Primärenergieverbrauch von Smartphones und Tablets im Jahr 2030 um ein Drittel niedriger ausfällt als ohne Regulierung (25,4 TWh statt 39,3 TWh). Das Recht auf Reparatur wiederum spare in den kommenden 15 Jahren 18,4 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> ein.

Schon jetzt legen Hersteller wie Apple, Microsoft und Samsung eigene Reparaturprogramme auf und rühren dabei heftig die Werbetrommel, vermutlich auch ein Vorgriff auf kommende Richtlinien. Auch, dass Hersteller von Android-Smartphones zumindest im High-End vermehrt fünf Jahre Updates für die Geräte in Aussicht stellen, dürfte nicht von ungefähr kommen; bald werden sie ohnehin dazu verpflichtet.

### Softwareblockaden

Dennoch erkennen Reparaturbetriebe und Wiederaufbereiter nur einen ersten Schritt in die richtige Richtung und noch einen weiten Weg zu gehen. Es sei erfreulich, dass die EU sich in die richtige Richtung bewege, sagt Robert Fritsche, Country Manager Germany beim iPhone-Wiederaufbereiter Swappie. „Aber wenn wir uns die jüngsten Rechtsvorschriften ansehen, hätte es noch stärkere Verbesserungen geben können.“ Vor allem, dass es Herstellern wie Apple weiterhin erlaubt sei, Bauteile per Software mit dem Smartphone zu koppeln, um Reparaturen zu kontrollieren und im Zweifel zu unterbinden, stört ihn [3]. „Herstellern sollte verboten sein, unabhängige Reparaturen durch restriktive Praktiken wie die Serialisierung von Bauteilen und die Kopplung von Software einzuschränken, denn nur so können wir die Reparatur gegenüber dem Neukauf wirksam fördern und nachhaltigeren Konsum

durchsetzen“, sagt Fritsche. Mit seiner Meinung steht er nicht allein da.

Auch Steffen Vangerow, Geschäftsführer der Vangerow GmbH, die bundesweit Reparaturoptionen ausbildet, moniert, dass die EU in ihren Vorschlägen

## »Was nutzt ein Ersatzdisplay, das ich bei einem Hersteller bestellen kann, wenn es fast genauso teuer wie das Neugerät ist?«

**Tim Seewöster, Geschäftsführer des Wiederaufbereiters Asgoodasnew**

Softwareblockaden ignoriere. Dabei ließen sich Apple-Geräte eigentlich am günstigsten reparieren, „weil Apple nicht selber produziert.“ Es gebe einen freien Ersatzteilmarkt mit aufbereiteten Teilen, neue OEM-Komponenten und Nachbauten verschiedenster Qualitätsstufen. „Man kriegt günstige Ersatzteile und deswegen können wir ein iPhone günstig reparieren. Das kotzt Apple an und was machen sie? Sie setzen Softwareblockaden ein.“ In der Ökodesign-Verordnung heißt es zwar, Hersteller müssten Zugang zu Ersatzteilen, Reparatur- und Wartungsinformationen oder zu Reparatursoftware, Firmware und ähnlichen Hilfsmitteln gewähren. Von einem Verbot der Serialisierung ist aber keine Rede.

### Ersatzteilpreise nicht gedeckelt

Auch ein weiteres Versäumnis wiegt nach Vangerows Ansicht schwer: „Sehr negativ ist, dass das Thema Ersatzteilpreise gar nicht angegangen wird. Das ist das wichtigste Kriterium für Reparatur und das ist der Hebel, den die Industrie hat, um Reparatur zu verhindern. Ohne Ersatzteile ist alles andere wertlos.“

Aktuell sieht er die Gefahr, dass das Recht auf Reparatur die Macht der Hersteller gar stärken, schließlich sind diese der erste Ansprechpartner, wenn es um Ersatzteile geht. Vangerow fordert deshalb einen offenen Ersatzteilmarkt, „damit Wettbewerb entsteht – ähnlich wie im Automobilsektor.“ Auch Fritsche sieht das als notwendigen Bestandteil eines ehrgeizigeren Rechts auf Reparatur, „damit nicht nur die Originalhersteller Kontrolle über den After-Sales-Markt haben, sondern

dieser offen für Drittanbieter wie Refurbisher und Reparaturdienstleistende ist“.

Tim Seewöster, Geschäftsführer des Wiederaufbereiters Asgoodasnew kritisiert ebenfalls, dass das Recht auf Reparatur Ersatzteilpreise nicht berücksichtigt:

„Was nutzt ein Ersatzdisplay, das ich bei einem Hersteller bestellen kann, wenn es fast genauso teuer wie das Neugerät ist? Das Right to Repair muss diesen schmutzigen Tricks der Hersteller effektiv einen Riegel vorschieben.“

### Ein Bonus gegen die hohen Kosten?

Ein Blick auf die Preise, die Apple und Samsung aufrufen, bestätigt die Befürchtungen der Reparaturbranche teilweise eindrücklich. 458,82 Euro kostet ein Ersatzdisplay für das iPhone 14 Pro Max; leiht man sich noch Apples Werkzeugset dazu, muss man mehr als 500 Euro berappen.

Der Bundesverband der Verbraucherzentralen (vzbv) bringt staatliche Zuschüsse ins Spiel, um Reparaturen attraktiver zu machen. Kurzfristig könnten diese aus dem Klima- und Transformationsfonds finanziert werden. Doch mittelfristig sollen sich aus Sicht des vzbv die Hersteller an den Kosten beteiligen. Verknüpfe man die Höhe der Zahlungen mit der Reparaturfähigkeit der Produkte, werde gleichzeitig ein Anreiz geschaffen, diese haltbarer zu bauen, argumentieren die Verbraucherschützer. (rbr@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Robin Brand, Green Deal, Wie die EU Smartphones und Tablets nachhaltiger machen will, c't 27/2022, S. 70
- [2] Harald Büring, Endlich wieder langlebige Technik? Das europäische „Recht auf Reparatur“ unter der Lupe, c't 15/2023, S. 160
- [3] Robin Brand, Holger Zelder, Schrauben mit Hindernissen, Apples Self Repair Programm ausprobiert, c't 6/2023, S. 156



Bild: António Duarte / stock.adobe.com | Bearbeitung: ct

# Dem Täter auf der Spur

## Geoinformatiker decken Mordfall mit Fahrdaten eines Tachografen auf

**Der Tachograf eines Mordverdächtigen verrät, wann dieser wie schnell gefahren war, aber nicht wohin. Forscher der norddeutschen Jade-Hochschule bauten eine Web-Applikation, mit der die Polizei das Opfer schnell fand.**

Von Arne Grävemeyer

**D**ie Polizei Stendal stand im März dieses Jahres unter Zeitdruck: Eine junge Frau war verschwunden, nachdem sie mit ihrem Lebensgefährten auf eine Wochenendtour aufgebrochen war. Der Ausflug der beiden warf Fragen auf, doch trotz der Aufzeichnungen eines digitalen Tachografen konnten die Beamten die Fahrtroute des Paares nicht rekonstruieren. Wo konnte die Frau stecken, lebte sie überhaupt noch? Mit einer eigens entwickelten interaktiven Web-App konnten der Geoinformatiker Thomas Brinkhoff und sein Team die Polizei auf die richtige Spur führen.

Am Samstag, den 4. März 2023, verabschiedete sich die 19-jährige Kezhia aus Klötze in Sachsen-Anhalt von ihrer Mutter. Sie wollte mit ihrem Freund nach Wolfsburg, um dort am nächsten Tag ein Bundesligaspiel zu sehen. Im Anschluss war ein gemeinsamer Urlaub geplant. Doch ob Kezhia überhaupt in Wolfsburg ankam, ist fraglich. Erst drei Tage später meldete ihr Begleiter sie als vermisst. Der 42-Jährige gab an, seine Freundin in Wolfsburg abgesetzt zu haben, um dann den VW Crafter seines Arbeitgebers zum Betrieb nach Braunschweig zu fahren. Abends wieder

in Wolfsburg habe er seine Freundin nicht mehr angetroffen.

In der Kleinstadt Klötze bangten viele mit der Familie der Vermissten. Die beliebte junge Frau war im örtlichen Fußballverein aktiv und hatte sich auch als Schiedsrichterin engagiert. Aber es gab kein weiteres Lebenszeichen und das Handy von Kezhia war offenbar abgeschaltet.

Den Ermittlern der Polizei Stendal erschien die Aussage des Freundes verdächtig. Sie inspizierten den Crafter und entdeckten einen digitalen Tachografen, den der Arbeitgeber darin hatte installieren lassen. Möglicherweise war das dem Angestellten gar nicht klar gewesen. Das Gerät protokollierte sekundengenau jede gefahrene Geschwindigkeit mit Datum und Uhrzeit. Allerdings nutzte es bauartbedingt kein GPS (Global Positioning System) und lieferte folglich keine Standortinformationen. Die Beamten brauchten aber Hinweise zur genauen Fahrtstrecke des Verdächtigen, und zwar schnell. Zum einen könnte die Vermisste noch am Leben sein, zum anderen konnte die Polizei ihrem Lebensgefährten nichts nachweisen, solange sie die junge Frau nicht fand.

### Nachträgliches Routing schafft Probleme

Thomas Brinkhoff lehrt und forscht am Institut für Angewandte Photogrammetrie

und Geoinformatik (IAPG) an der niedersächsischen Jade-Hochschule. Er und sein Team in Oldenburg glaubten zunächst, schnell helfen zu können, als sich die Polizei Stendal im März mit den Daten des Tachografen an sie wandte. „Wir dachten, wenn wir über die Daten den einen oder anderen Routing-Algorithmus laufen lassen, werden wir schnell eine automatisierte Lösung finden.“

Doch bei der Rückverfolgung der Fahrtstrecke lediglich anhand der Geschwindigkeits- und Zeitangaben stießen sie auf Schwierigkeiten. Zunächst einmal galt es zu klären, wie akkurat die Daten des Fahrtenschreibers im Verhältnis zu Karten und Satellitenaufnahmen sind. Laut EU-Verordnung sind Abweichungen bis zu vier Prozent bei den gemessenen Wegstrecken erlaubt. Aber wie groß sind die Schwankungen, wie lassen sich die protokollierten Fahrten und die Straßenkarten miteinander abgleichen? Zum Glück enthielten die Daten aus dem Tachografen ein paar Fahrten, die die Forscher nach Zeugenaussagen und Firmenaufzeichnungen genau nachvollziehen konnten. Es zeigte sich, dass der Fahrtenschreiber konstant nur leicht vom Kartenmaterial abweicht. Mit einem konstanten Anpassungsfaktor ließ sich dieser Fehler herausrechnen.

Andere Probleme bereiteten den Wissenschaftlern deutlich mehr Kopfzerbrechen. Was ist, wenn der Täter eine Schleife gefahren ist, zum Beispiel weil er sich in

### c't kompakt

- Ein Tachograf liefert nur Zeitstempel und Geschwindigkeiten, aber mit einem interaktiven Kartentool lassen sich mithilfe dieser Angaben oft doch Streckenverläufe zurückverfolgen.
- Mit dieser Entwicklung konnten Geoinformatiker aus Oldenburg im Frühjahr die Leiche einer vermissten Person finden.
- Derzeit arbeiten die Forscher an einer Automatisierung der Fahrtenschreiber-Nachverfolgung.

einer Gegend nicht gut auskennt? Routing-Programme bilden solche Streckenverläufe nicht ab und haben daher auch keinen Algorithmus parat, der ihnen dabei helfen könnte, aus Fahrtverläufen auf die vermutliche Route zurückzuschließen.

Ähnlich verhält es sich, wenn der Fahrer wendet, weil er an seinem Ziel vorbeigefahren ist. In den Daten des Tachografen wird dieses Fahrverhalten schlicht als Stopp und anschließende Weiterfahrt gespeichert. Ein Routing-Algorithmus sieht Wendemanöver bei der Routenplanung üblicherweise nicht vor und würde daher beim Versuch, eine Route zurückzuverfol-

Ein angeblicher Streckenverlauf, der nicht realistisch zu den Informationen aus dem Tachografen passt: Zwei grün markierte Stopp auf der Autobahn und vorher eine rasante Fahrt durch die enge Kurve zur Autobahnauffahrt (rechts).



gen, eine solche Fahrweise nicht berücksichtigen. Nach einem vollständigen Halt kann eine Fahrtroute aber in jeder beliebigen Richtung weitergeführt worden sein.

Letztlich darf man nicht vergessen, dass sich ein Fahrer auch außerhalb des verzeichneten Streckennetzes bewegen könnte. In Sachsen-Anhalt und an der Grenze zu Niedersachsen gibt es beispielsweise viele Waldwege, die zum Teil auch mit einfachen Straßenwagen befahrbar sind. Um diese Möglichkeit im Einzelfall abzuklären, können Luftaufnahmen und Satellitenbilder helfen.

### Interaktives Tool im Web

Brinkhoff und seine Mitarbeiter Jörn Ahlers und Tobias Werner waren sich im Klaren darüber, dass sie bei ihrer Aufgabe unter hohem Zeitdruck standen. Lebte die Vermisste vielleicht noch? Nachdem bestehende Routing-Algorithmen allein keine schnelle Lösung brachten, um die gefahrenen Strecken zu ermitteln, beschloss das Team der Jade-Hochschule, eine interaktive kartenorientierte Applikation zu entwickeln. Der Anwender kann damit unterschiedliche potenzielle Fahrtrouten auf der Straßenkarte überprüfen. In unklaren Situationen helfen dann Lebenserfahrung und die Kenntnis der lokalen Umstände dabei, die wahrscheinlichste Fahrstrecke auszuwählen und gegebenenfalls einige unsinnige Routen auszusortieren.

Die so entstandene Web-App verlangt einen Startpunkt und unterstützt den Anwender dabei, die im Tachografen gespeicherten Zeitstempel mit den zugehörigen Geschwindigkeitsdaten über eine denkbare Fahrstrecke auf der Straßenkarte zu legen. Die zurückgelegte Entfernung ergibt sich durch die gefahrenen Geschwindigkeiten und Zeitintervalle. Auf jeder Route stellt die Software die einzelnen Messpunkte dar und zeigt auch farblich die an dieser Stelle gefahrene Geschwindigkeit: von grün für geringes Tempo über gelb und orange bis zu dunkelrot für eine hohe Geschwindigkeit. Zu jedem dieser Punkte sind die Daten hinterlegt.

Das interaktive Verfahren erlaubt es nun, einzelne Wegpunkte anzufassen und innerhalb des Straßennetzes zu verschieben. Daraufhin errechnet die Applikation die anderen Punkte in Echtzeit neu und verschiebt sie gemäß der zwischen ihnen zurückgelegten Distanzen. Nur woher sollen die Forscher die Startpunkte zu den gefahrenen Strecken bekommen?

### Viele Details einberechnet

Bereits am 10. März startete die Polizei eine Öffentlichkeitsfahndung und fragte, wer Khezia gesehen hat. Später bat sie ganz gezielt auch um Hinweise zum weißen Crafter mit Firmenaufschrift und Braunschweiger Kennzeichen. So erhielten die Wissenschaftler Aussagen weiterer

Zeugen, die den Transporter des Verdächtigen beobachtet hatten.

Die eintrudelnden Beobachtungen aus der Bevölkerung genühten keinesfalls, um genaue Fahrtrouten zu rekonstruieren, sie lieferten immer nur vereinzelte Hinweise. Aber die Forscher stellten weitere Überlegungen an. „Um eine potenzielle Fahrtroute in die engere Wahl zu nehmen oder auszuschließen, konnten wir Besonderheiten in der Fahrweise nutzen“, sagt Ahlers. Stopps etwa stellt die App etwas auffälliger dar. Diese Punkte können Wartezeiten an einer Kreuzung darstellen oder einen Richtungswechsel. Letztere ergeben aber auf einer Autobahn oder mitten auf einer Schnellstraße keinen Sinn, wenn davor und danach zügig gefahren wird.

Andere Aspekte, die eine Fahrtroute unplausibel erscheinen lassen, sind unrealistisch schnelle Kurvenfahrten. Wenig einleuchtend ist es auch, wenn eine Teilstrecke mit einem Halt mitten auf der Autobahn endet. Auf der anderen Seite sind auffällig langsam gefahrene Streckenabschnitte auf einem geraden, gut ausgebauten Straßenverlauf auch eher unwahrscheinlich. Zwei Halte an zwei aufeinanderfolgenden Ampelkreuzungen gelten hingegen als ein gutes Indiz für eine passende Streckenführung. Zusätzlich helfen Informationen lokaler Straßenbauämter zu Baumaßnahmen und Streckensperrungen während der betrachteten Zeiträume, um mit diesen Informationen weitere potenzielle Fahrtrouten auszuschließen.

Im konkreten Fall kam Forschern und Ermittlern noch zugute, dass der Endpunkt der Fahrt am fraglichen Samstagabend, dem 4. März bekannt war. Der Crafter war am Ende wohl recht schnörkellos zum Firmengelände gefahren und dort abgestellt worden.

Schließlich rekonstruierten die Forscher mithilfe ihrer interaktiven weborientierten Kartenapplikation eine Fahrtroute, die einen verdächtigen Halt in der Nähe des Kieswerks Bahrdorf im Großraum Wolfsburg nahelegte. Sie schalteten den Ermittlern in Sachsen-Anhalt den passwortgeschützten Zugang zu ihrem Kartentool frei und ihr Ergebnis überzeugte die Beamten. Mit der App konnten die Polizisten eigenständig weitere Wege des Fahrzeugs rekonstruieren und in einem Birkenwäldchen in unmittelbarer Nähe des Kieswerks die Leiche der Vermissten entdecken, in einer zwei Metern tief ausgehobenen Grube. Der Fundort liegt 41 Kilometer und



Bild: Jade-Hochschule / Andreas Rothaus

Die Geoinformatiker Jörn Ahlers (von links), Tobias Werner und Thomas Brinkhoff diskutieren anhand der interaktiven Kartenapplikation mögliche Fahrverläufe.

46 Autominuten vom Wohnort des Opfers in Klötze entfernt. Ohne die genauen Hinweise der Wissenschaftler wäre diese Suche nahezu aussichtslos gewesen.

### Datenschutz ausgehebelt

Nicht jede Fahrt ist auf diese Weise rückverfolgbar. „Wenn jemand mit digitalem Tachografen beispielsweise eine Stadt durchquert, generell etwas langsam fährt und dann aber in Kurven recht zügig, dann lässt sich seine Strecke auch mit unserer Karten-App nicht mehr herausfinden“, schätzt Brinkhoff. Ebenso könnte ein Fahrer, der es darauf anlegt, mit Schleifen und Wendemanövern seine Spur ziemlich sicher verwischen, vermuten die Geoinformatiker.

Auf der anderen Seite zeigt ihr Erfolg, dass Tachografendaten durchaus datenschutzrelevant sind: Sie können offenbar verraten, wo genau jemand entlangefahren ist und an welchem Ort er sich zu welchem Zeitpunkt aufgehalten hat. Die Möglichkeit, Fahrtschreiberinformationen auszuwerten, hat im Grunde auch jeder andere, der sich ein Open-Source-Geoinformationssystem installiert und anpasst.

Derzeit arbeitet Brinkhoff mit seinem Team an einer Automatisierung ihres Tools. Zu Beginn muss man einen Startort angeben, von dem aus dann in alle potenziellen Richtungen geroutet wird. „Das ist eine Arbeitsweise, die der bekannte Routing-Algorithmus Dijkstra üblicherweise ohnehin einschlägt“, sagt Brinkhoff. Allerdings muss die Anwendung in diesem Fall nicht die kürzeste oder schnellste Verbindung zwischen zwei Orten wählen, sondern die Kurvenradien im Verhältnis zur Geschwindigkeit bewerten.

Durch die Fahrtschreiberdaten ist immer eine feste Distanz vorgegeben, zu der sich schnell zahlreiche potenzielle Routen wie Büschel an den Haupttrouten ergeben. Das Programm kann dann gemäß der Teilstrecken aus dem Fahrverhalten an Kreuzungen und in Kurven jede einzelne Route klassifizieren und nur diejenigen mit dem höchsten Score vorschlagen, beziehungsweise ganz konkret mit ihren Datenpunkten auf der digitalen Straßenkarte einblenden. „Das führt jetzt schon zu ganz guten Ergebnissen“, sagt Brinkhoff.

Das Auffächern am Ende einer Tour entsteht in der Regel durch eine Langsamphase bei der Ankunft. Ganz generell gelten Langsamphasen als sehr schwierig zu rekonstruieren. Die letzten Verzweigungen



**Ein Fahrtverlauf, der zu den Geschwindigkeitsdaten gut passt, insbesondere angesichts der Halte an zwei aufeinanderfolgenden Kreuzungen. Im Detail erkennt man im Satellitenbild sogar die Ampelanlagen.**

gen stellen dann oft eine letzte Unschärfe dar.

Zusätzlich zur Bewertung, wie gut ein Fahrtverlauf in das bestehende Wegenetz hineinpasst, kann der Anwender anschließend noch die Frage einbeziehen, wie zielstrebig die Fahrt ausgerichtet war. Touren, die in ihrem Verlauf sehr stark von der kürzesten Verbindung zwischen ihrem Start- und Endpunkt abweichen, kann die Software demgemäß mit einem Malus versehen und aus ihrer Vorschlagsliste aussortieren.

### Versatz summiert sich

Probleme können noch dort entstehen, wo das digitale Straßennetz von der Realität abweicht. Das kann zum Beispiel passieren, wenn eine Abbiegespur nicht korrekt verzeichnet ist oder sich ein Kurvenradius

in der Realität von der Karte unterscheidet. So entsteht ein Versatz zwischen den aufgenommenen Fahrdaten und der Route auf der digitalen Karte, der sich aufsummiert. „Ich würde nicht erwarten, dass man mit einem automatisierten Verfahren eine Fahrtroute von 200 Kilometern genau nachvollziehen kann“, meint Brinkhoff. Entweder man kann Mechanismen finden, um den Versatz zu vermeiden, oder man sollte mit kleineren Teilstrecken arbeiten.

Interessant ist die Applikation sicherlich für Ermittlungsbehörden und Forensiker. Um die Wege von Fahrern und Angestellten beispielsweise von Lieferunternehmen allein mit den Daten eines digitalen Tachografen zu rekonstruieren, ist der Aufwand derzeit noch zu hoch.

(agr@ct.de) **ct**



Bild: KI | Mifjourney | Bearbeitung: ct

# Modernes Urgestein

## Fortran, die Mutter der höheren Programmiersprachen

**Mit Fortran startete die Ära der höheren Programmiersprachen. Die Sprache gehört auch heute noch zu den mächtigsten Werkzeugen für numerisch intensive Rechnungen. Hier lernen Sie ganz leicht, Ihre ersten Fortran-Programme zu schreiben. Gut möglich, dass Sie sich in die Sprache vernarren.**

Von Astrid Hiller Blin

Die Geschichte von Fortran, die Abkürzung steht für FORMula TRANslation, beginnt im Jahr 1956 und damit für IT-Verhältnisse in grauer Vorzeit. Obwohl

Fortran eine der ersten höheren Programmiersprachen ist, wird sie in der modernen Forschung weiterhin genutzt. Bis heute gilt sie für numerisch intensive Rechnungen als sehr mächtige und schnelle Programmiersprache. Seit ihrer Einführung haben sich die Sprache, ihre Compiler und Bibliotheken stets weiterentwickelt. Dadurch ist Fortran an den heutigen Stand der Wissenschaften und Technik angepasst und wird auch in Programmen für Supercomputer großer Forschungseinrichtungen eingesetzt.

Unter anderem in der Teilchenphysik ist Fortran beliebt und Fortran-Programme kommen sowohl für die Vorbereitung von Experimenten durch hochkomplexe numerische Simulationen als auch für die Analyse großer multidimensionaler Datensätze zum Einsatz. Solche Aufgaben erfordern Programme, die effizient im

Umgang mit Mehrfachintegralen, komplexen Zahlen und der nichttrivialen numerischen Anpassung von Funktionen an Daten sind.

### Installieren und anfangen

Wenn Sie jetzt in Fortran einsteigen wollen, haben wir gute Nachrichten: Noch nie war der Einstieg so einfach. Sie brauchen keinen Zugang zum Rechenzentrum einer Universität oder einer Forschungseinrichtung mehr, um den Code auszuführen. Open-Source-Software und ein Büro-PC reichen aus. Die Programmbeispiele in diesem Artikel sind für das Kompilieren mit dem quelloffenen Compiler GFortran (entwickelt vom GNU Fortran Project) ausgelegt.

Auf Debian-basierten Linux-Systemen wie Ubuntu installieren Sie GFortran – sofern nicht schon vorhanden – mit

einem Befehl auf der Kommandozeile über den Paketmanager apt:

```
sudo apt install gfortran
```

Unter macOS kommen Sie am schnellsten über den Paketmanager Homebrew an einen Fortran-Compiler. Er steckt im Paket gcc. Installiert wird mit:

```
brew install gcc
```

Windows steht auf der Liste des GFortran-Projekts nicht ganz oben auf der Prioritätenliste. Es gibt Projekte von anderen Entwicklern, um GFortran unter Windows zum Laufen zu bringen (siehe ct.de/ytdy). Am schnellsten kommen Sie aber mit dem Windows Subsystem for Linux (WSL) zum Ziel, das Microsoft ab Windows 10 ausliefert. In einer Ubuntu-WSL-Umgebung greifen Sie wie oben beschrieben zum Paketmanager apt, um GFortran zu installieren.

Für Ihr erstes Programm brauchen Sie eine Textdatei, einen Editor und eine Kommandozeilensitzung. Legen Sie am besten einen Ordner für Ihr erstes Projekt an, navigieren auf der Kommandozeile in diesen Ordner und öffnen ihn in einer IDE Ihres Vertrauens; ein simpler Texteditor funktioniert auch, die Annehmlichkeiten einer IDE wie Syntax-Highlighting wollen Sie zum Entwickeln aber nicht missen. Die Open-Source-IDE Visual Studio Code zum Beispiel wird zusammen mit der Erweiterung „Modern Fortran“ (siehe ct.de/ytdy) zu einer guten Entwicklungsumgebung.

Legen Sie Ihre erste Fortran-Datei mit dem Namen helloworld.f90 an. Die Endung verrät dem Compiler, dass es sich um Code einer jüngeren Fortran-Ausgabe handelt, bei der der Programmcode direkt am Zeilenanfang beginnt. Warum das nicht immer so war und warum man in freier Wildbahn auch .f als Dateiendung findet, lesen Sie im Kasten Versionssprünge auf Seite 140.

## Programme kompilieren

Ein Programm umrahmen Sie mit den Zeilen

```
program name
[... ]
end program name
```

Den Wert für name dürfen Sie selbst wählen, zum Beispiel helloworld. Der Befehl, um im Terminal die Zeichenkette Hello, world! auszugeben, ist schnell getippt:

```
write(*,*) 'Hello, world!'
```

Die drei Zeilen Ihres ersten Programms können Sie anschließend kompilieren und das übersetzte Programm ausführen. Navigieren Sie in den Ordner und starten den Compiler:

```
gfortran helloworld.f90
```

Ohne Angabe eines Dateinamens generiert GFortran die ausführbare Datei als a.out. Diese führen Sie mit ./a.out aus. Auf dem Terminal erscheint die Zeile:

```
Hello, world!
```

Wenn Sie genau hinsehen, werden Sie ein Leerzeichen vor der Ausgabe finden – wie Sie das loswerden, erfahren Sie später. Den Namen der ausführbaren Datei können Sie vorgeben, indem Sie den Parameter -o anhängen: gfortran helloworld.f90 -o hello.out

## Schreiben mit Format

Zurück zum Code: Der Befehl write() hat zwei Argumente, die für das Beispiel beide mit \* befüllt wurden. Beim ersten Argument handelt es sich um die Angabe des Ausgabeziels. Mit dem Wert \* oder 6 schreibt das Programm direkt ins Terminal, mit 0 in die Standardfehlerausgabe (stderr in Unix-Systemen). Solche festen Belegungen sind in Fortran durchaus üblich.

Wählen Sie eine Zahl größer 9 für den ersten Parameter, zum Beispiel 101, dann landet die Ausgabe in einer Textdatei mit dem Namen fort.101. Auf diese Weise können Sie verschiedene nummerierte Ausgabedateien anlegen, zum Beispiel für Zwischenergebnisse. Sie können aber auch den Namen der Datei explizit wäh-

len, indem Sie eine Datei mit der gewünschten Nummer als Handle öffnen, sie beschreiben und wieder schließen:

```
open(102,file='hello.txt')
write(102,*) 'Hello, world!'
close(102)
```

Das zweite Argument von write() ist im Beispiel ebenfalls \* ; es steht für die Formatierung. Ohne explizite Angabe einer Formatierung wählt write() das zum übergebenen Wert passende Format, im Beispiel ein String. Zu Formatierungen gleich mehr.

## Deklaration von Variablen

Fortran gehört zu den statisch typisierten Programmiersprachen, Variablen müssen also mit einem Typ angelegt werden. Das geht implizit und explizit.

Wenn Sie keine Angaben machen, werden alle Variablen, die mit den Buchstaben i, j, k, l, m oder n anfangen, implizit als integer deklariert, also als ganze Zahlen. Alle andere Anfangsbuchstaben bedeuten, dass die Variable vom Typ real(4) ist, also eine reelle Zahl, die in vier Byte abgelegt wird. Gespeichert werden solche Zahlen nach dem Standard IEEE 754 mit einer Mantissenlänge von 23 Bit und 8 Bit für den Exponenten. Wenn Sie die impliziten Typisierungen vermeiden wollen, gibt es verschiedene Optionen. Sie können einzelne Variablen explizit deklarieren:

```
integer test
```

Alternativ können Sie den Standard für einen Anfangsbuchstaben ändern:

```
implicit integer (t)
```

sagt dem Compiler, dass alle mit t beginnenden Variablen Integer sein sollen. Auch wenn die implizite Deklaration praktisch und kurz ist und zu Lochkartenzeiten ihre Berechtigung hatte, führt sie sehr leicht zu Bugs. Deshalb ist es ratsam, diesen Automatismus abzustellen. Alle Beispiele in diesem Artikel setzen voraus, dass Sie die folgende Zeile verwenden:

```
implicit none
```

Sie verbietet dem Compiler Typen zu implizieren und erzwingt die Angabe eines Typs bei jeder Deklaration. Die Variablen-deklarationen müssen immer am Anfang der Programmumgebung stehen:

### ct kompakt

- Fortran ist fast 70 Jahre alt, bis heute relevant und zeitgemäß, vor allem in Teilen der Wissenschaft.
- Die Compiler laufen auf modernen Computern und sind Open Source.
- Wer schon eine Programmiersprache beherrscht, dem gelingen mit Fortran schnell erste Berechnungen.

```

program name
  implicit none
  integer test
  [...]
end program name

```

Zusätzlich zu den Typen `integer` und `real(4)` lernen Sie in den folgenden Beispielen die Typen `real(8)` (Mantissenlänge von 52 Bit und Exponent mit 11 Bit) und `character(n)` (ein String mit `n` Zeichen) kennen. Wenn Sie eine Variable eines bestimmten Typs deklariert haben, müssen Sie die richtige Syntax beachten, wenn Sie ihr später im Code einen Wert zuordnen:

```

integer i1
real(4) r1
real(8) r2
character(2) c1
i1=10
r1=10.0
r2=10.d0
c1='10'

```

Eine Variable vom Typ `integer` nimmt wie erwartet einfach den Wert einer ganzen Zahl an. Indes muss eine Variable vom Typ `real(4)` mindestens eine Nachkommastelle enthalten, selbst wenn der Wert einer ganzen Zahl entspricht. Bei `real(8)` wird die doppelte Genauigkeit mit der Syntax `.d` statt `.` notiert. Strings wiederum können entweder mit einfachen ('String') oder mit doppelten ("String") Anführungszeichen eingegrenzt werden, beide Varianten verhalten sich gleich.

### Formatierung: lesen und schreiben

Mit diesem Wissen können Sie nun auch besser einschätzen, wie Sie die Formatierung in `write()`-Befehlen wählen wollen. Die passende Formatangabe für ganze Zahlen lautet `Iw`, wobei Sie für `w` die Weite einsetzen: `write(*,'(I4)')` räumt vier Zeichen Platz für Ziffern ein. Eine Angabe in der Syntax `Fw.d` brauchen Sie für reelle Zahlen, wobei Sie für `w` wieder die Weite und für `d` die Anzahl der Nachkommastellen wählen. `write(*,'(F8.2)')` lässt acht Zeichen Platz für die gesamte Zahl und den Dezimalpunkt, wobei zwei Zeichen für die Nachkommastellen eingeplant sind. `Aw` ist das Format für Strings, wobei `w` die Angabe der Weite ist. Ein kleines Beispiel:

```

write(*,'(I3)') 100
write(*,'(F6.2)') 100.45
write(*,'(A4)') "Test"

```

Beim Formatieren lohnt es sich nicht, allzu geizig zu sein. Fortran rundet die Zahlen nicht, lassen Sie also besser ausreichend Platz. Einen String beliebiger Länge formatieren Sie mit dem Buchstaben `a`; dann verschwindet auch das Leerzeichen am Zeilenanfang. Ein sicherer Umgang mit diesen Formatierungskniffen von Fortran ist für die Datenauswertung sehr hilfreich. Dieses Wissen braucht man nicht nur zum Schreiben, sondern auch zum Lesen von Daten.

Denn auch der `read()`-Befehl nimmt zwei Argumente an: von wo eingelesen wird und in welchem Format. Am einfachsten ist es, das Format für den Einstieg wieder auf `*` zu setzen. Wenn Sie zum Beispiel eine TSV- (tabulatorgetrennte Tabelle) oder CSV-Datei (kommaseparierte Tabelle) namens `Daten.dat` auswerten wollen, die drei Spalten über zwei Zeilen enthält, dann können Sie sie wie folgt einlesen und auf sechs Variablen verteilen:

```

real(8) a1,a2,a3
real(8) b1,b2,b3
open(100,file='Daten.dat')
read(100,*) a1,a2,a3
read(100,*) b1,b2,b3
close(100)

```

Die ersten beiden Zeilen deklarieren die sechs Variablen, Zeile drei öffnet die Datei und gibt ihr intern das Handle `100`. Für beide Zeilen folgt dann ein `read()`-Befehl. Die Magie zum Auslesen einer CSV-Datei bringt Fortran direkt mit, sie ist aber nicht sonderlich robust. Sobald die Daten nicht zum erwarteten Format passen, bricht das Programm mit einem Fehler ab.

### Schleifen und Arrays

Ein solches Einlesebeispiel ist perfekt, um die Konstrukte Array und Schleife einzuführen, die auch Fortran beherrscht. Denn der obenstehende Code ist alles andere als optimal. In großen Datentabellen wollen

## Versionsprünge

Fortran-Versionen werden nach dem Jahr ihrer Entwicklung benannt. Fortran 77, 90 und 95 waren Meilensteine der Sprache.

Bis Fortran 90 wurden Programme in der „fixed form“ geschrieben. Fortran wurde ursprünglich von IBM für das Drucken auf Lochkarten mit 80 Spalten entwickelt. Was damals auf Lochkarten galt, gilt bei Dateien mit der Endung `.f` bis heute: Der Code darf eine Zeilenlänge von 72 Zeichen nicht überschreiten, die letzten 8 Zeichen werden ignoriert und können für Kommentare und Zusatzinformation verwendet werden. Eine Codezeile fängt in diesem Stil in der siebten

Spalte an, also mit sechs Leerzeichen eingerückt. Die ersten fünf Spalten können für sogenannte numerische Labels genutzt werden.

Die sechste Spalte wird in der „fixed form“ dann genutzt, wenn eine Zeile die Fortsetzung der vorherigen Zeile sein soll. Dafür schreiben Sie in die sechste Spalte Ihr Lieblingsschriftzeichen, am besten ein Symbol, das Sie sonst im Code selten oder gar nicht verwenden, um Verwechslungen zu vermeiden. Dieses Zeichen wird beim Kompilieren ignoriert und die restliche Zeile als Fortsetzung behandelt.



Bild: Astrid Hiller-Blin

Lochkarte im 80-Spalten-Format, wie sie für das Programmieren einer einzelnen Zeile an Rechenzentren in den 1980er-Jahren verwendet wurde. Die Spalten 7 bis 72 fassen den eigentlichen Code.

Sie nicht jede einzelne Variable explizit deklarieren und für jede Zeile einen `read()`-Befehl schreiben. Deshalb bietet es sich an, mit mehrdimensionalen Arrays und Schleifen zu arbeiten.

Wenn Sie eine Datentabelle aus 34 Zeilen und 3 Spalten einlesen wollen, brauchen Sie ein zweidimensionales Array, das Platz dafür bietet. Diese Variable soll im Beispiel `dat` heißen, Sie deklarieren sie mit

```
real(8), dimension(34,3) :: dat
```

Nun können Sie die Daten mit einer `do`-Schleife einlesen. Wenn Sie bereits mit anderen Programmiersprachen gearbeitet haben, kennen Sie das Konzept vermutlich unter dem Namen `for`-Schleife. Damit Sie innerhalb der Schleife bestimmen können, in welcher Zeile sich das Programm befindet, brauchen Sie eine Variable für den Schleifen-Index:

```
integer i
```

Dann können Sie die Datei öffnen und die Schleife beginnen. Diese endet mit dem Befehl `enddo`:

```
open(100,file='Daten.dat')
do i=1,34
read(100,*) dat(i,1),dat(i,2),dat(i,3)
enddo
close(100)
```

Wenn Sie einen Erfolg sehen und das Gelernte anwenden wollen, bauen Sie sich zum Test eine CSV-Datei namens `Daten.dat` mit ein paar Zeilen Beispieldaten (Dezimalzahlen) in drei Spalten und ändern Sie die Länge von Schleife und Array auf die Zeilenanzahl Ihrer Daten. Versuchen Sie dann, das eingelesene Array `dat` mit dem Befehl `write()` aufs Terminal zu schreiben.

## Funktionen

Einlesen von Daten und Schreiben von `Hello, world!` allein ist noch nicht allzu spannend, es wird Zeit für die ersten Berechnungen mit Fortran. Eine Berechnung, die Sie öfter in Ihrem Code nutzen, sollten Sie wie in jeder Programmiersprache in eine Funktion verpacken. Eine Funktionsdeklaration beginnt mit der Angabe des Rückgabetyps, gefolgt vom Schlüsselwort `function`, dem Namen der Funktion und der Liste der Argumente. Welchen Typ die Argumente haben, legen Sie innerhalb der Funktion fest:

```
real(8) function plusdurch(a,b,c)
implicit none
real(8) a,b,c,plus
plus=a+b
plusdurch=plus/c
end function plusdurch
```

Den Inhalt einer Funktion können Sie für bessere Lesbarkeit einrücken, für den Compiler macht das keinen Unterschied. Einen `Return`-Befehl, den Sie vielleicht aus anderen Sprachen kennen, gibt es nicht. Stattdessen wird die Variable zurückgegeben, die so heißt wie die Funktion selbst.

Diese Funktion können Sie nun im Hauptprogramm aufrufen, etwa folgendermaßen:

```
program helloworld
implicit none
real(8) plusdurch
real(8) ergebnis
character(12) hi
hi='Hello, world'
ergebnis=plusdurch(5.d0,6.d0,2.d0)
write(*,'(A12,F5.2)') hi,ergebnis
end program helloworld
```

Das bringt im Terminal die folgende Zeile hervor:

```
Hello, world 5.50
```

Dem String von 12 Zeichen folgt eine reelle Zahl. Für Letztere wurde ein Format gewählt, das fünf Zeichen Weite erlaubt, wovon zwei für Nachkommastellen freigehalten werden.

Sie können frei wählen, ob Sie die Funktion `plusdurch` in derselben Textdatei wie das Programm `helloworld` definieren wollen, oder ob Sie eine neue Textdatei dafür anlegen wollen. Das ist bei längeren Programmen von Vorteil, um besser den Überblick behalten zu können. In dem Fall können Sie eine neue Datei, zum Beispiel `funktionen.f90`, anlegen und darin `plusdurch` definieren. Dann müssen Sie nur noch am Anfang der Datei `helloworld.f90` die folgende Zeile einfügen:

```
include "funktionen.f90"
```

## Subroutinen

Neben Funktionen gibt es ein weiteres Konstrukt, um mehrfach verwendeten Code auszulagern. Während Funktionen ihr übergebene Argumente verarbeiten und einen Wert, zum Beispiel das Ergebnis einer Rechnung, zurückgeben, verändern

sogenannte Subroutinen direkt die Werte, die man ihnen übergibt. Solche Subroutinen kann man einsetzen, um ein Programm zu strukturieren. Doch Achtung: Weil Subroutinen die Variablen ändern, die man hineinsteckt, kann man sich auch leicht Fehler einbauen.

Als Beispiel folgt eine Subroutine namens `plusdurch56(durch,resultat)`, die die oben deklarierte Funktion `plusdurch(a,b,c)` mit `a=5` und `b=6` aufruft und für `c` das Argument `durch` einliest, um letztendlich das Ergebnis dem Argument `resultat` zuzuordnen:

```
subroutine plusdurch56(durch,resultat)
implicit none
real(8) plusdurch,durch,resultat
resultat=plusdurch(5.d0,6.d0,durch)
end subroutine plusdurch56
```

Ähnlich wie Funktionen können auch Subroutinen im Hauptprogramm aufgerufen werden, man muss lediglich den Befehl `call` voranstellen:

```
program hello
[...]
call plusdurch56(4.d0,ergebnis)
write(*,'(F5.2)') ergebnis
end program hello
```

Im Terminal erscheint dann der Wert `2.75`, was das korrekte Resultat der Rechnung  $(5+6)/4$  ist.

## Fazit

Mit diesem Rechenbeispiel endet diese Einführung in Fortran. Sie haben eine Entwicklungsumgebung eingerichtet, die Besonderheit der impliziten Variablendeklaration kennengelernt, Datentabellen eingelesen, Variablen formatiert, gerechnet und Zahlen sowie Text wieder ausgegeben.

In den Fortran-Dokumentationen im Internet (siehe [ct.de/ytdy](http://ct.de/ytdy)) werden Sie schnell weitere Rechenoperationen und Beispiele finden, die Sie auch mit eigenen Daten anwenden können.

In einer der nächsten Ausgaben der `c't` gehen wir darauf ein, indem wir ein echtes Fortran-Programmierbeispiel aus der Teilchenphysik vorstellen: Sie dürfen sich darauf freuen, mit Originaldaten vom „Large Hadron Collider“ (LHC) des CERN und durch Anpassen von Kurven mittels Fortran-Code neue Teilchen zu entdecken. (jam@ct.de) **ct**

**Programmbeispiele:** [ct.de/ytdy](http://ct.de/ytdy)

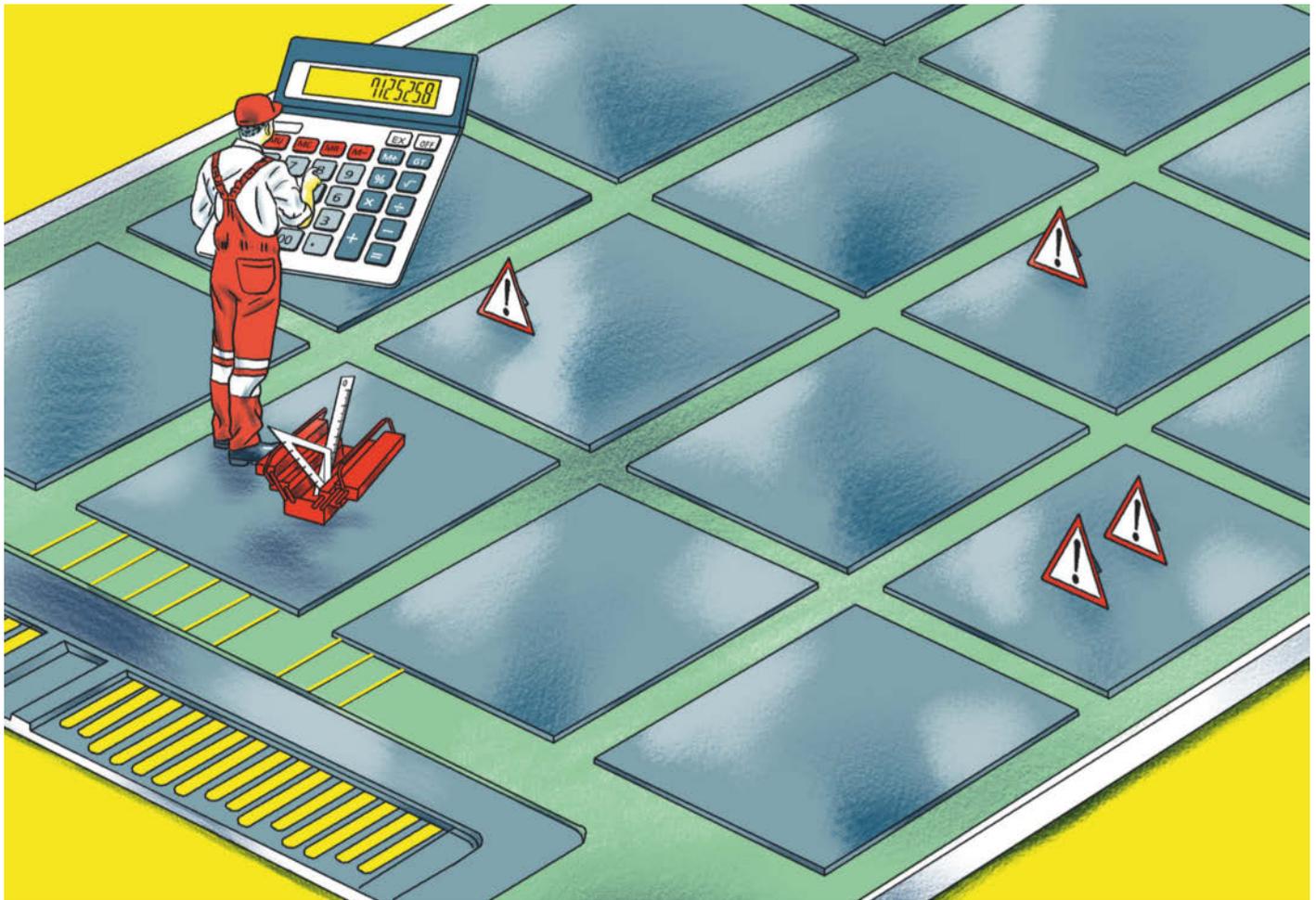


Bild: Thomas Kühlenbeck

# Bit-Mathematik

## Wie geschicktes Coding Flash-Speicherfehler korrigiert

**Schon wenn Flash-Chips das Werk verlassen, sind einige ihrer Zellen defekt. Lesefehler führen im Betrieb zu falschen Ergebnissen. Von beiden Effekten merkt man nichts, weil Mathematik die meisten Fehler korrigiert.**

Von Antonia Wachter-Zeh und Alexander Zeh

**A**nwender erwarten, dass eine SSD ihre wertvollen Daten fehlerfrei speichert. Doch Flash-Speicher ist nicht feh-

lerfrei, irgendeine Zelle ist immer defekt. Dazu kommen noch Fehler durch den Betrieb des Flash-Speichers. Da die SSD-Hersteller jedoch um diese Fehler wissen, speichern sie zu jedem Datenblock eine gewisse Menge an Zusatzinformationen. Diese Redundanzdaten dienen im Fehlerfall ausgeklügelten Algorithmen zur Korrektur der Werte. So erreichen SSDs insgesamt eine sehr kleine Fehlerquote, deren Wert man in den Datenblättern als Unrecoverable Bit Error Ratio (UBER) findet.

Die UBER liegt bei den meisten SSDs bei nur einem fehlerhaften Sektor pro  $10^{16}$  oder  $10^{17}$  gelesenen Bits. Mehr als

einen nicht-korrigierbaren Lesefehler muss man selbst bei Hunderten von Terabytes nicht befürchten, wie die Praxis be-

weist. In einem solchen Fall ist die betroffene Datei defekt und nicht mehr lesbar. Doch zunächst zu den

möglichen Fehlerursachen, dann zu den Korrekturmethode.

### Fehlerursache Wearout

SSD-Controller lesen oder beschreiben immer ganze Pages, einen meist 16 KByte entsprechend 131.072 Bit großen Speicherblock; auf einzelne Bits können sie nicht zugreifen. Zum Beschreiben müssen



diese Pages komplett frei sein. Damit die SSD auch große Datenmengen schnell speichern kann, sollten immer möglichst viele Pages frei sein.

Der Controller nutzt daher Ruhezeiten zum Aufräumen: Er sucht nach nicht vollständig gefüllten Pages und speichert die in mehreren Pages enthaltenen Daten zusammen in einer leeren Page ab. Die so frei gewordenen Pages löscht er, was jedoch die Zellen ein klein wenig schädigt. Man spricht in diesem Zusammenhang von Wearout (Abnutzung, Verschleiß).

Eine einzelne Flash-Zelle übersteht zwischen 1000 und 100.000 Löschkzyklen, auch Write- oder Erase-Cycles genannt [1]. Die ersten Flash-Zellen konnten nur ein einziges Bit (1 oder 0) speichern, dieser SLC-Flash (Single Level Cell) verfügt rund 100.000 Löschkzyklen. Bei MLC-Flash mit zwei Bit Speicherkapazität pro Zelle (Multi Level Cell) sank dieser Wert auf 3000 bis 10.000 Zyklen, bei TLC- und QLC-Flash geht man von 3000 beziehungsweise 1000 Zyklen aus (TLC steht für Triple Level Cell; Flash mit drei Bit Speicherfähigkeit pro Zelle, QLC-Flash speichert vier Bit und steht für Quadruple Level Cell). Um alle Zellen möglichst gleichmäßig abzunutzen, verteilt der Controller die Schreibzugriffe (Wear Leveling).

### Fehlerursache Read Disturb

Die immer weiter verkleinerten physikalischen Strukturen der Flash-Speicher wirken sich auf deren Zuverlässigkeit aus, das Problem des Read Disturb tritt in Erscheinung. Dabei verändert das Lesen einer Zelle die Schwellspannung (Threshold Voltage) benachbarter Zellen, die gerade nicht gelesen werden, wodurch beim Auslesen dieser Zellen ein Fehler auftreten würde [2, 4].

Bei SLC-Flash treten Read-Disturb-Fehler so selten auf, dass sie kaum untersucht wurden. In der ersten Generation von MLC-Flash wurden sie auch erst nach etwa 100.000 Lesevorgängen beobachtet. Bei neuem TLC- und QLC-Flash treten sie jedoch schon nach etwa 10.000 Lesevorgängen auf; bei ungleichmäßiger Verteilung der Lesezyklen sogar deutlich früher.

### Fehlerursache Inter-Cell Interference

Das Verkleinern der Flash-Zellen bringt auch eine stärkere Kopplung der parasitären Kapazitäten zweier benachbarter Zellen mit sich. Diese Inter-Cell Interference

(ICI) genannte Kopplung provoziert beim Schreiben bestimmter Datenmuster Fehler.

SLC-Flash etwa ist für ICI besonders bei der Programmierung von (1 0 1)-Mustern in horizontaler oder vertikaler Richtung anfällig. Die beiden Einsen „ziehen“ die Null tendenziell mit, sodass beim Lesen eine falsche (1 1 1)-Folge herauskommt. Bei modernerem Speicher mit vertikal gestapelten Zellenlagen (3D-Stacking) tritt ICI nicht nur in x- oder y-Richtung der Horizontalen auf, sondern zusätzlich auch in der Höhe. Die Auswirkungen horizontaler ICI lassen sich bei SLC-Flash durch Verwendung sogenannter Constraint Codes abschwächen, die keine (1 0 1)-Muster zulassen. Dieser Ansatz wirkt jedoch nicht gegen die vertikale ICI.

### Fehlerursache Data Retention

Stromlos gelagerte Flash-Zellen verlieren mit der Zeit ihre Daten. Der Grund dafür ist das Elektronen-Detrapping, also das Tunneln der Ladungsträger aus der Zelle heraus, wobei die Verlustrate mit steigender absoluter Temperatur und mit zunehmender Lagerdauer exponentiell ansteigt. Auch die Abnutzung der Zellen spielt eine Rolle. Die Zeit, wie lange Daten etwa aus stromlos gelagerten SSDs noch fehlerfrei gelesen werden können, wird als Data Retention Time bezeichnet [3]; je nach Abnutzung der Zellen reicht sie von ein paar Wochen bis hin zu einigen Jahren.

### Ziel fehlerkorrigierender Codes

Beim Übertragen oder Speichern von Daten treten ganz allgemein Störungen unterschiedlicher Art und Herkunft auf. Dazu gehören beispielsweise bei WLAN Interferenzen, also beispielsweise gleichzeitige Übertragungen anderer Nutzer, aber auch das unvermeidliche Rauschen der Bauteile.

Störungen lassen sich generell nicht vermeiden. Das Ziel fehlerkorrigierender

## c't kompakt

- Flash-Speicherchips sind fast nie fehlerfrei.
- Daten werden mit Redundanz gespeichert.
- Korrekturcodes prüfen die gelesenen Daten und berechnen zur Not die richtigen Werte.

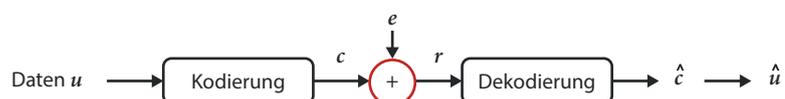
Codes ist, trotzdem eine fehlerfreie Rekonstruktion der übertragenen oder gespeicherten Nachricht zu garantieren. Redundanz – das Einbauen zusätzlicher, algorithmisch errechneter Informationen – ist notwendig, um Fehler zu erkennen: mit mehr Redundanz kann man sie auch korrigieren. Bevor eine Bitfolge auf die Reise geht, ersetzt man sie deshalb durch ein längeres Codewort.

Sieht der Empfänger ein Wort, welches nicht in seinem Code-Wörterbuch steht, kam es offensichtlich zu einem Übertragungsfehler. Das Umsetzen der Daten in Codewörter heißt kodieren, der gegenteilige Vorgang beim Empfänger dekodieren. Die Tabelle auf der nächsten Seite veranschaulicht verschiedene Codes mit und ohne Redundanz.

Beim Übertragen ohne Redundanz muss der Empfänger glauben, was er bekommen hat. Er kann einen Fehler nicht erkennen, geschweige denn selbst beheben. Bei einer Übertragung mit Redundanz kann der Empfänger hingegen feststellen, ob die empfangene Sequenz gültig ist. Ein Beispiel hierfür ist unsere Sprache, welche natürliche Redundanz enthält. Weil nicht jede Buchstabenfolge Sinn ergibt, ist nicht jedes Wort ein gültiges Codewort, welches übertragen werden darf. Das ermöglicht es uns, Gesprochenes oft trotz Störgeräuschen zu verstehen.

## Kanalkodierung und Dekodierung

Die  $k$  Datenbits  $u = (u_0, u_1, \dots, u_{k-1})$  auf der linken Seite werden mit Hilfe eines fehlerkorrigierenden Codes zu einem Codewort  $c = (c_0, c_1, \dots, c_{n-1})$  aus  $n$  Bits codiert. Mit  $n > k$  enthält das Codewort Redundanz. Bei der Übertragung des Codeworts  $c$  kommen additive Fehler  $e$  hinzu; das resultierende Empfangswort ist das Codewort  $r$ . Ist dies ungültig, ermittelt der Dekoder das naheliegendste gültige Codewort und daraus die Daten.



Bemerkt der Empfänger einen Übertragungsfehler, dann muss er versuchen, das Original aus den fehlerhaft empfangenen Daten zu rekonstruieren.

Unter einem Übertragungskanal muss man sich im Übrigen kein physisches Medium wie einen Draht vorstellen. Auch die Datenspeicherung gilt als Übertragung über einen Kanal: Das Schreiben entspricht dem Senden der Daten, das Lesen dem Empfangen.

### Kanalkodierung und -dekodierung

Im einfachsten Fall hängt man zusätzliche Redundanzbits an die Nachrichtenbits an. Die simpelste Idee dafür: Man sendet die Nachricht doppelt. Das Codewort hätte dann die doppelte Länge der Nachrichtenbitfolge. Tritt im ersten Teil des Codeworts ein Fehler auf, kann man die zweite, hoffentlich fehlerfreie Hälfte zur Rekonstruktion der Nachricht verwenden. Man weiß nur nie, welcher Teil korrekt übertragen wurde. Deshalb nutzt man in der Praxis komplexere Kodierungsverfahren, die eine bestimmte Anzahl von Fehlern sicher erkennen und eventuell auch korrigieren können.

### Eigenschaften von Codes

Gute Codes sollen einerseits in der Lage sein, möglichst viele Fehler im Empfangswort zu erkennen und zu korrigieren. Andererseits sollen die Codewörter im Verhältnis zur kodierten Nachricht für eine effiziente Übertragung nicht zu lang sein.

Um möglichst viele Fehler erkennen und korrigieren zu können, sollten die Codewörter sich möglichst stark unterscheiden. Als Hamming-Distanz zwischen zwei Sequenzen wird die Anzahl der Stellen bezeichnet, an welchen die beiden Sequenzen unterschiedlich sind. Je größer die Distanz zwischen zwei Codewörtern ist, desto geringer ist die Gefahr, die Codewörter

nach einer fehlerbehafteten Übertragung zu verwechseln. Bei geringer Distanz führen schon wenige Fehler in einem Codewort zu einem anderen zulässigen Codewort.

Fehlerkorrekturcodes benötigen Speicherplatz für die Redundanzdaten. Der zusätzliche Platzbedarf steigt mit der Anzahl der Bit pro Zelle und liegt bei QLC-Speicher bei bis zu 320 Byte pro 1024-Byte-Block.

### Hamming-Code

Der Hamming-Code (siehe unten) ist eines der bekanntesten und ältesten Fehlerkorrekturverfahren. Er kodiert und dekodiert einfach und effizient.

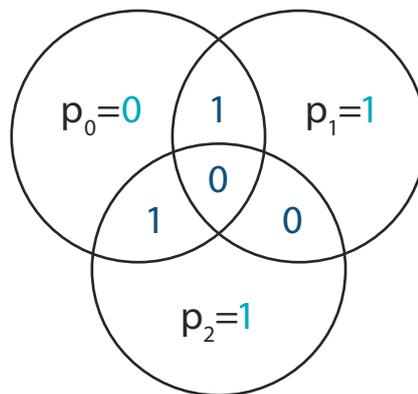
Allerdings ist der einfache Hamming-Code nur für wenige Kombinationen aus Nutz- und Redundanzbits definiert und auf die Korrektur eines einzelnen Bitfehlers beschränkt. Daher werden diese Codes normalerweise nur in Szenarien verwendet, in denen die Wahrscheinlichkeit von mehr als einem Fehler sehr gering ist. Ein Hamming-Code mit einer Hamming-Distanz von  $d = 3$  wie im Beispiel unten kann alternativ einen 2-Bit-Fehler erkennen. Die Länge des Beispiels beträgt

7 Bits. In diesem Beispiel speichern wir 4 Bits in einem Medium, welches 7 Bits speichern kann. Wir kodieren die Bitfolge  $u=(1010)$  in einem Venn-Diagramm. Die Bits werden von oben nach unten und dann von links nach rechts in die Schnittmengen der Kreise geschrieben. Anschließend füllen wir die freien Felder der Kreise so auf, dass die Anzahl der Einsen in jedem Kreis gerade ist. Daraus ergeben sich die Paritätsbits, in unserem Beispiel (von links nach rechts, von oben nach unten)  $p=011$ . Das zu speichernde Codewort ist  $c=1010011$ .

## Venn-Diagramm eines Hamming-Codes

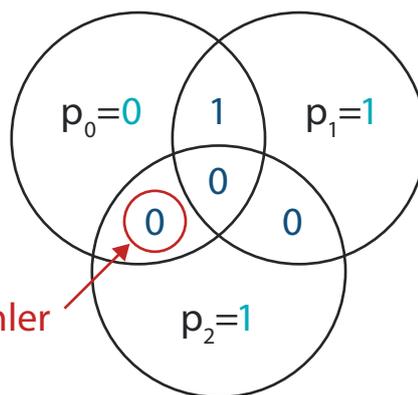
In diesem Beispiel speichern wir 4 Bits in einem Medium, welches 7 Bits speichern kann. Wir kodieren die Bitfolge  $u=(1010)$  in einem Venn-Diagramm. Die Bits werden von oben nach unten und dann von links nach rechts in die Schnittmengen der Kreise geschrieben. Anschließend füllen wir die freien Felder der Kreise so auf, dass die Anzahl der Einsen in jedem Kreis gerade ist. Daraus ergeben sich die Paritätsbits, in unserem Beispiel (von links nach rechts, von oben nach unten)  $p=011$ . Das zu speichernde Codewort ist  $c=1010011$ .

Beim Lesen erhalten wir den (falschen) Wert  $r=1000011$ , noch aber ist unbekannt, dass dieser Wert falsch ist. Zur Bestimmung schreiben wir die 7 Bits erneut in das Venn-Diagramm. In den Kreisen links und unten ist die Anzahl der Einsen ungerade. Das lässt sich lediglich durch das Kippen des Bits korrigieren, welches nicht im Kreis rechts oben enthalten ist, aber in den beiden anderen. Damit sind die Bedingungen des Venn-Diagramms wieder erfüllt, das korrigierte Codewort stimmt mit dem Original überein.



Schreiben

$$\begin{aligned} u &= (1010) \\ p &= (011) \\ c &= u + p \\ c &= (1010\ 011) \end{aligned}$$



Lesen

$$\begin{aligned} r &= (1000\ 011) \\ \hat{c} &= (1010\ 011) \\ \hat{u} &= (1010) \end{aligned}$$

Fehler

### Datenübertragung ohne und mit Redundanz

Sequenz	Sender sendet	Empfänger empfängt	Ergebnis
Zahlen	3789	3759	Fehler nicht erkennbar, keine Redundanz
Wort	Haus	Maus	Fehler nicht erkennbar, beides sind gültige Codewörter
Wort	Haus	Kaus	Fehler erkennbar, aber nicht eindeutig dekodierbar (Maus, Haus, ...)
Wort	Haus	Haux	Fehler erkennbar und dekodierbar



Hannover

**Maker Faire®**

Das Format für  
Innovation und  
Macherkultur

**19.–20. Aug.**

Hannover Congress Centrum

**maker-faire.de**

UNTER DER SCHIRMHERSCHAFT VON  
BETTINA STARK-WATZINGER MdB



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

Förderer



Region Hannover

Partner



HANnovativ

© juliotavolo

$2^r - 1 = 7$ , dieser Code benötigt  $r = 3$  Redundanzbits.

Beispielsweise wird bei SLC-Flash mit Strukturgrößen über 40 nm häufig ein Hamming-Code mit 256 Bytes (2048 Bits) eingesetzt. Die Redundanz beträgt dann 11 Bit und die Codewortlänge  $n = 2047 = 2^{11} - 1$ . In der Praxis sichert man die Daten über weitere Parity-Bits in Spalten und Zeilen ab, sodass sich insgesamt eine Redundanz von 22 bis 24 Bit ergibt. Für modernere Flash-Versionen ist der Hamming-Code aufgrund seiner eingeschränkten Korrekturfähigkeit nicht mehr geeignet.

### SEC-DED-Codes

In der Praxis nutzt man häufig Verfahren, die Fehler von ein und zwei Bits gleichzeitig erkennen können und außerdem 1-Bit-Fehler korrigieren. Kommt dabei ein Hamming-Code mit einer Mindest-Distanz von  $d = 3$  zum Einsatz, überfordert das den Dekoder; er korrigiert fälschlicherweise einen 1-Bit-Fehler statt eines 2-Bit-Fehlers, das resultierende Ergebnis stimmt nicht mit dem Original überein.

Erweiterte Hamming-Codes, auch SEC-DED (Single Error Correction, Double Error Detection) genannt, vermeiden solche unerwünschte Datenverfälschungen. Ein erweiterter Hamming-Code hat in der Regel die Länge von  $2^r$ , die Redun-

danz  $r+1$  und die Mindest-Distanz  $d = 4$ . Im Venn-Diagramm fügt man ein weiteres Paritätsbit hinzu, welches aus den Paritätsbits des einfachen Venn-Diagramms gebildet wird. Das garantiert, dass der Dekoder alle 2-Bit-Fehler detektiert und gleichzeitig alle 1-Bit-Fehler korrigiert.

Eine abgeleitete Form des erweiterten Hamming-Codes ist der Hsiao-Code, der sich sehr schlank in Hardware realisieren lässt und vor allem in sicherheitskritischen Anwendungen zum Einsatz kommt, etwa in der Automobilelektronik.

### BCH-Codes

Mit zunehmender Dichte und damit abnehmender Zuverlässigkeit des Flash-Speichers stieg die Notwendigkeit, mehr als einen Bitfehler pro Block zu korrigieren. Eine Zeit lang wurden dafür sogenannte BCH-Codes verwendet, die zwischen 20 und 200 Bitfehler pro KByte korrigieren können. Der Name des Codes leitet sich aus den Namen der Entwickler R. C. Bose, D. K. Ray-Chaudhuri und A. Hocquenghem ab.

Die dafür notwendige Redundanz liegt zwischen 32 und 320 Bytes pro KByte. BCH-Codes wurden jedoch schnell von den LDPC-Codes abgelöst, die weniger Redundanz benötigen und zudem bei vielen Bitfehlern das korrekte Ergebnis schneller liefern.

### LDPC-Codes

LDPC steht für Low-Density Parity-Check. Der Elektrotechniker Robert Gallager hatte bereits in seiner Dissertation 1963 LDPC-Codes zur linearen Fehlerkorrektur vorgeschlagen, doch ihr Potenzial wurde erst deutlich später erkannt. Dies ist auch auf die damals noch unzureichende Rechenleistung der Computer zurückzuführen.

LDPC-Codes werden mittels eines bipartiten Graphen beschrieben und sind damit in mehreren sehr schnell durchführbaren Schritten dekodierbar. Für eine effiziente Dekodierung sollte der Graph nur wenige Verbindungen zwischen den Check Nodes und den Variable Nodes aufweisen, was man auch als „dünn besetzt“ bezeichnet und sich im Namensteil „Low Density“ widerspiegelt.

Die oberen roten Knoten im Beispiel auf der rechten Seite heißen Check Nodes, die unteren blauen Variable Nodes; jeder Node enthält 1 Bit. Die Dekodierung erfolgt iterativ in mehreren Schritten. Die Variable Nodes dienen als Ein- und Ausgang, sie sind über die gleiche Anzahl Graphen mit den Check Nodes verbunden, welche die Werte der eingehenden Variable Nodes aufsummieren. Die Summe modulo 2 muss immer Null ergeben; dies wird durch zusätzliche Paritätsbits garantiert.

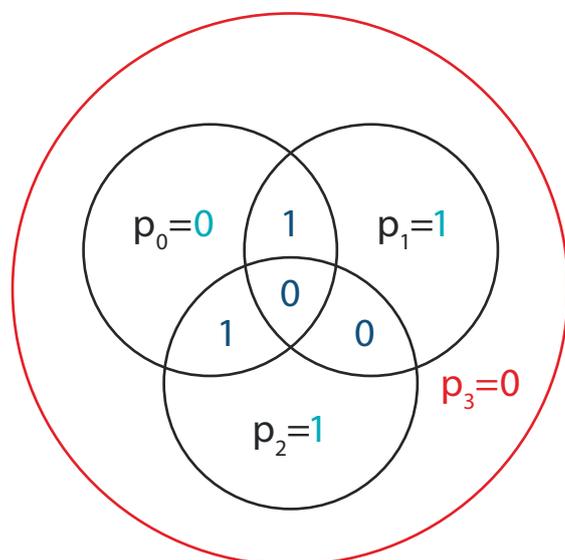
Im Prinzip werden beim sogenannten Message Passing (auch Belief Propagation genannt) Nachrichten zwischen den Check Nodes und den Variable Nodes hin- und hergeschickt. Je weniger Fehler auftreten, desto weniger Iterationen benötigt der Decoder. Tritt kein Fehler auf, ist die Dekodierung sofort beendet.

Bei der Erklärung nehmen wir an, dass der Kanal ein Bit entweder komplett richtig überträgt oder auslöscht; in letzterem Fall erhält der Empfänger an dieser Stelle ein ungültiges Symbol X. Man spricht dann auch von einem Binary Erasure Channel.

In der Praxis liegen jedoch selten Auslösungen vor, sondern eine „weichere“ Art von Zuverlässigkeit (eine Auslöschung kann als komplett unzuverlässig gesehen werden, bei der weicheren Art der Zuverlässigkeit aber gibt es eine Tendenz zu einem der beiden Werte). Somit wird angenommen, dass an den Variable Nodes kontinuierliche Werte, also die Ausgangswerte eines kontinuierlichen Kanals zur Verfügung stehen, alternativ interpretiert als Bitwerte und zugehörige Zuverlässigkeiten.

## Venn-Diagramm eines erweiterten Hamming-Codes

Ein weiteres Paritätsbit über die Paritätsbits des einfachen Venn-Diagramms erweitert den Code derart, dass der Dekoder auch 2-Bit-Fehler erkennen kann.



### Schreiben

$$\begin{aligned} \underline{u} &= (1010) \\ \underline{p} &= (011) \\ \underline{p}_3 &= 0 \\ \underline{c} &= \underline{u} + \underline{p} + \underline{p}_3 \\ \underline{c} &= (1010\ 0110) \end{aligned}$$

Über die Verbindungen werden diese Zuverlässigkeitswerte an die Check Nodes geschickt, welche hieraus wiederum sogenannte extrinsische Information berechnen und an die Variable Nodes zurückschicken. Die Variable Nodes berechnen basierend auf dieser extrinsischen Information (also Information, die ja von anderen Variable Nodes kommt) einen neuen Bitwert mit einer Zuverlässigkeit für jede Variable Node und schicken die Zuverlässigkeitsinformation wieder an die Check Nodes zurück. Dieser Prozess wird so lange wiederholt, bis die Bitwerte an den Variable Nodes ein gültiges Codewort ergeben.

SSD-Controller kombinieren das Message Passing häufig als Hardware- und Softwareimplementierung. Hardware kann wenige Fehler sehr schnell korrigieren, was in den meisten Fällen ausreicht. Treten ausnahmsweise viele Fehler auf, wechselt die Decodierung auf die deutlich langsamere Softwareimplementierung.

### Ausblick

Die hier beschriebenen Verfahren eignen sich prinzipiell nicht nur für Flash-Speicher, sondern auch für die Signalübertragung über andere Kanäle. Doch jeder Anwendungsfall ist anders, die Entwickler wählen die jeweils passenden Codes aus.

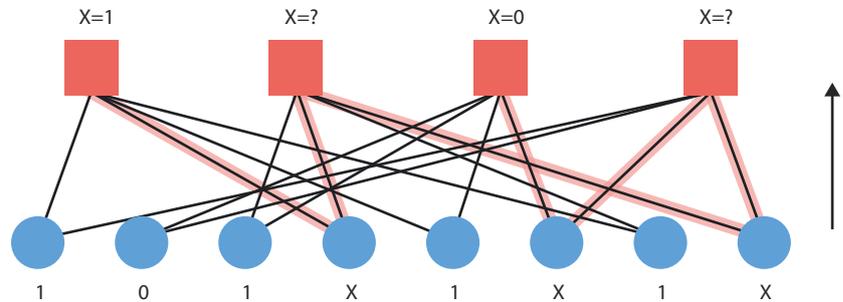
Bei modernen SSDs kommen fast ausschließlich LDPC-Codes zum Einsatz, diese reichen auch für die kommende Generation von Flash-Zellen mit fünf Bit Speicherfähigkeit (PLC, Penta Level Cell) noch aus. Die Eignung für noch fehleranfälligeren Flash-Speicher ist jedoch noch nicht bewiesen. Unter Laborbedingungen haben Entwickler bereits Flash-Zellen mit sieben Bit Speicherfähigkeit getestet; dazu sind allerdings Temperaturen weit unter dem Gefrierpunkt notwendig. Seit einigen Jahren wird auch schon an Polar-Codes geforscht. (ll@ct.de) 

### Literatur

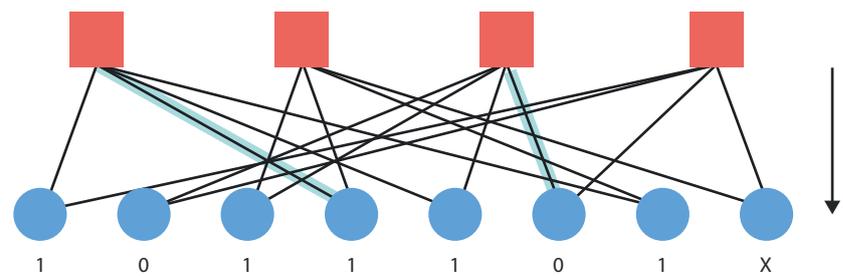
- [1] Tim Niggemeier, Blitzschneller Speicher, Flash-Grundlagen, Teil 1: Von SLC bis QLC, c't 10/2021, S. 136
- [2] Tim Niggemeier, Vergesslicher Speicher, Flash-Grundlagen, Teil 2: Lebensdauer der Daten, c't 11/2021, S. 116
- [3] Tim Niggemeier, Beschleunigter Speicher, Flash-Grundlagen, Teil 3: Firmware-Architekturen, c't 12/2021, S. 136
- [4] Yu Cai, Yixin Luo, Saugata Ghose and Onur Mutlu, Read Disturb Errors in MLC NAND Flash Memory: Characterization, Mitigation, and Recovery, 45th Annual IEEE/IFIP International Conference on Dependable Systems and Networks, pages 438-449, 2015

## Message Passing bei LDPC-Codes

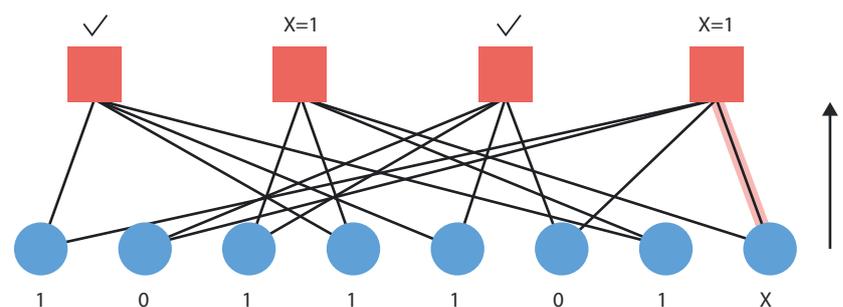
In diesem Beispiel gehen wir von einem teils fehlerhaft empfangenen Byte aus, die Bits 3, 5 und 7 enthalten keine sinnvollen Werte. Wir schreiben den Wert (1 0 1 X 1 X 1 X) in die Variable Nodes und prüfen die Check Nodes.



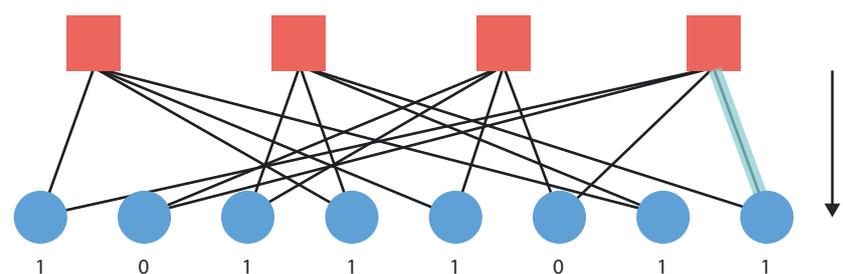
Der zweite und der letzte Check Node erhalten jeweils zwei Auslöschungen als Eingang, wir können also keine eindeutige Entscheidung über den Wert an der Stelle des Codewortes treffen. Der erste und der dritte Check Node haben nur eine Auslöschung als Eingang, womit sich die Werte der zugehörigen Variable Nodes eindeutig bestimmen lassen: Am ersten Check Node erhalten wir  $1 + X + 1 + 1 = 1 + X \stackrel{!}{=} 0$ , was für  $X = 1$  erfüllt ist. Am dritten Check Node erhalten wir  $0 + 1 + 1 + X = 0 + X \stackrel{!}{=} 0$ , was für  $X = 0$  erfüllt ist.



Diese Werte werden über die zugehörigen Graphen zurück an die Variable Nodes geschickt, welche sich aktualisieren.



In der nächsten Iteration ergibt sich am letzten Check Node als Summe der Eingänge  $1 + 0 + 0 + X \stackrel{!}{=} 0$ , was für  $X = 1$  erfüllt ist.



Nach dem Zurückschicken dieses Wertes an die Variable Nodes ergibt sich das dekodierte Codewort zu (1 0 1 1 1 0 1 1).

# EDV-Entsorgung

## Schon in den 1990er Jahren ein c't-Thema: PC-Recycling



**Wohin mit dem Altrechner? 1990 landete er meist im Sperrmüll. Über umweltgerechte Entsorgung machte man sich aber schon Gedanken: Wolfgang Müller berichtete in c't über Recyclingkonzepte für Computerschrott.**

Von Rudolf Opitz

Anfang der 1990er Jahre war der erste große Generationswechsel der Heim- und Personal Computer in vollem Gange: Die 8-Bit-Heimcomputer verschwanden aus den Kinderzimmern und machten Platz für Amiga und Atari ST. Bei den IBM-kompatiblen PCs hatte Intel mit dem 386er schon 1985 die 32-Bit-Ära eingeläutet und erste Geräte mit dessen Nachfolger standen in den Läden. Doch was sollte mit den Altrechnern passieren, die nur noch Computerschrott waren? c't-Autor Wolfgang Müller erkundigte sich bei den Behörden:

**„So erklärt das Umweltbundesamt auf Nachfrage: ‚Computer werden zur Zeit noch als Sperr-beziehungsweise Hausmüll entsorgt, Konzepte zur Entsorgung werden bei Herstellern und Anbietern diskutiert. Auflagen und Empfehlungen gibt es, aber sind noch nicht bundeseinheitlich.‘ Eile mit Weile.“**

Der damaligen Empfehlung des Umweltbundesamts sollte heute keiner mehr folgen, denn das würde abhängig vom Bundesland bis zu 2500 Euro Strafe kosten. Computerschrott gehört auf den Recyclinghof.

Während die Regierung 1990 erst anfang, über Entsorgungskonzepte nachzudenken, machten einige Hersteller bereits Nägel mit Köpfen. Der erste war nicht IBM, sondern die Nokia Data GmbH zusammen mit dem Entsorgungsunternehmen Reichart Metall:

**„Der größte skandinavische Computerproduzent hat damit die Rolle des ökologischen Vorreiters übernommen. Nach seinem ‚Sieben-Fraktionen-Recycling-System‘ werden über 90 Prozent der ausgedienten Hardware wiederverwendet.“**

Zu den Fraktionen gehörte nicht nur das wertvolle Metall, sondern auch Kunststoffgehäuse von Monitoren und Tastaturen, aus denen Blumenkübel und Papierkörbe entstehen sollten. Platinen wurden in Metall und Kunststoff getrennt, wobei Letzterer aber nicht wiederverwendet werden konnte. Weitere einzeln verarbeitete Altcomputerkomponenten waren Stecker, Kabel, Batterien und Akkus sowie Glas (vor allem aus den damals noch üblichen Bildröhren).

Der BUND (Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland) forderte die Hersteller auf, in der Produktion den Einsatz giftiger Chemikalien wie Flammenschutzmittel zu minimieren, recycelbare

Kunststoffe zu verwenden und die Bauteillebensdauer zu steigern. Man fürchtete wohl geplante Obsoleszenz, doch hatten die Hersteller dies wegen der rasanten Weiterentwicklung der PC-Technik, also schlicht technischer Obsoleszenz, kaum nötig.

1990 stellte auch IBM als Marktführer ein Recyclingkonzept vor:

**„Nach der Trennung in verschiedene Bestandteile werden wiederverwendbare Teile und Komponenten in die Produktion zurückgeführt, Edelmetalle wiedergewonnen, Glas landet im Altglascontainer, Kunststoffe werden – wie gehabt – pyrolysiert.“**

Pyrolyse nennt man euphemistisch auch thermische Verwertung. Mit anderen Worten: Kunststoff wurde einfach verbrannt. Das passierte damals mit den meisten ausgedienten Computern, doch hatten die Anlagen mit ihren giftigen und umweltschädlichen Rückständen und Abgasen in Deutschland keine Zukunft. Einige sollten ins Ausland etwa nach Polen und Litauen verlegt werden. Andere Verwerter trennten im sogenannten Kaltverfahren tiefgefrorene und zerkleinerte Geräte in Metall und Kunststoff:

**„Auch hier steht ein Konzept im Hintergrund, das lediglich auf das Recycling von Metallen setzt. Sie haben einen Materialanteil von 10 Prozent. Die Kunststoffe landen auf Deponien.“**

Heute hat sich der Druck der technischen Obsoleszenz stark abgeschwächt. Selbst zehn Jahre alte Rechner haben genug Leistung für Alltagsanwendungen wie Browser, Mailclients und Office-Programme. Große Firmen geben abgeschriebene EDV-Geräte an Aufbereiter weiter und viele Anwender sind mit einem günstigen Gebraucht-PC zufrieden.

(rop@ct.de) **ct**

**Computerschrott-Entsorgungskonzepte (1990) zum Nachlesen: [ct.de/yp61](https://www.ct.de/yp61)**



**Altplatinen enthalten wertvolle Metalle, aber auch schwer recycelbare Kunststoffe, die beim Verbrennen giftige Rückstände hinterlassen.**



## Alt und hopp?

Entsorgungskonzepte für Computerschrott

Wolfgang Müller

Die ersten PC-Generationen sind reif für den Schrott. Ökologisches Denken nimmt nun auch in der Computerwelt zu. Umweltpertinenten warnen vor Verwertungsmethoden, die giftige Dioxine und Furane freisetzen. Marktführer IBM stellte am 12. Juni ein neues Recyclingkonzept für Computerschrott vor.

Eine umweltfreundliche Entsorgung von Elektronik- und Computerschrott erfordert allerdings zunächst ein Umdenken bei Herstellern und politisch Verantwortlichen. Sie wählten bisher recht bedenkenlos den einfachsten Weg. So erklärt das Umweltbundesamt auf Anfrage: 'Computer werden zur Zeit noch als Sperr- beziehungsweise Hausmüll entsorgt, Konzepte zur Entsorgung werden bei Herstellern und Anbietern diskutiert. Auflagen und Empfehlungen gibt es, aber sind noch nicht bundeseinheitlich.' Eile mit Weile.

### Sieben Fraktionen

Das zur Zeit umweltfreundlichste Entsorgungskonzept für

Computerschrott wurde von der Nokia Data GmbH gemeinsam mit dem Entsorgungsunternehmen Reichart Metall entwickelt. Der größte skandinavische Computerproduzent hat damit die Rolle des ökologischen Vorreiters übernommen. Nach seinem 'Sieben-Fraktionen-Recycling-System' werden über 90 Prozent der ausgedienten Hardware wiederverwendet.

Im Gegensatz zu allen anderen Recycling-Methoden, die lediglich 10 Prozent des Materials für eine Wiederverwertung aufbereiten, setzt Nokia nicht nur auf die Rückgewinnung der wertvollen Metalle. Die von dem Hersteller zurückgenommenen Geräte (Terminals, Bildschirme, Tastaturen, Drucker) werden von der Kölner Firma Reichart Metalle per Handarbeit in sieben verschiedene Fraktionen zerlegt und anschließend einer entsprechenden Aufarbeitung zugeführt:

- Fraktion 1, Eisen- und Metallschrott: Man sammelt ihn in Containern. Nach der Sortierung werden Eisen, Aluminium, Kupfer und Zink von Stahlwerken und Metallhütten eingeschmolzen und verarbeitet.

- Fraktion 2, technische Kunststoffe: Die technischen Kunststoffe aus Bildschirmen und Tastaturen werden gereinigt und vermahlen. Aus der gewonnenen minderwertigen Kunststoffmasse lassen sich Blumenkübel und Papierkörbe produzieren.

- Fraktion 3, Leiterplatten: Halbleiterchips, Kondensatoren und Widerstände werden von einer Spezialfirma in Veraschungs- und Naßverfahren zur Rückgewinnung von Schwer- und Edelmetallen genutzt. Die verbleibende Kunststoffplatte wird inklusive der Metallbeschichtung von einem Spezialunternehmen geschreddert und nach Metall und Kunststoff getrennt. Das Metall kann wiederverwandelt, der Kunststoff muß deponiert werden.

- Fraktion 4, Stecker und Steckverbindungen: Nach der Demontage übergibt man sie zur Rückgewinnung des Schwer- und Edelmetallgehalts einer Spezialfirma.

- Fraktion 5, Kabel: Alle Kabel werden geschreddert. Nach einer mechanischen Trennung lassen sich Kupfer und Kunststoff entsprechend wiederverwerten.

- Fraktion 6, Batterien: Alle Trockenbatterien baut Reichart Metall von Hand aus. Sie werden entsorgt.

- Fraktion 7, Glas: Das Glas wird von allen anderen Stoffen getrennt, jedoch noch nicht recycelt.

'Aus diesem zunächst aufwendigen Verfahren haben wir aber auch eine ganze Menge für eine ökologische Produktion von Computern gelernt', gibt Hans Joachim Schwarz, Produktmanager bei Nokia Data in Düsseldorf, zu. Und hier trifft er sich ganz mit den Vorstellungen des 'Bundes für Umwelt und Naturschutz Deutschland e. V.' (BUND). Für die Umweltschutzorganisation fordert Dr. Hans Georg Meiners 'ein ökologisches Design von Computern beziehungsweise Mikroelektronik-Bauteilen, das heißt, von der Herstellung über den Betrieb bis zum Abfall umweltfreundliche Produkte'.

### Fünf Forderungen

Der BUND stellte in diesem Zusammenhang fünf Forderungen an PC-Hersteller:

1. Minimierung des Einsatzes der giftigsten Chemikalien bei der Chip-Produktion;
2. bevorzugter Einsatz von umweltfreundlicheren Chemikalien mit geringerer Toxizität;
3. Verwendung recycelbarer Kunststoffe und Verzicht auf gefährliche Flammschutzmittel;
4. Erhöhung der Lebensdauer der mikroelektronischen Bauteile;
5. Rücknahmegarantie der Hersteller für ausgediente Geräte, verbunden mit der Pflicht, sie in recycelbare Bestandteile zu zerlegen.

Auch der Riese unter den Computerherstellern schließt sich dem neuen Umwelttrend an. Schon jetzt nimmt IBM ausgediente PCs des eigenen Fabrikats zum Selbstkostenpreis zurück. Macht etwa 1,70 DM für ein Kilo High-Tech. Nach der Trennung in verschiedene



Bild: KI Stable Diffusion | Bearbeitung c't

# Protokollant der Herumtreiber

## GPS-Tracker-Server Traccar: Ortungsportal selbst gemacht

**Mit Ortungsgeräten im Blick zu behalten, wo sich kleine und große Wertgegenstände gerade so tummeln, ist immer eine gute Idee. Traccar erlaubt, die Serverseite für die Geräte selbst zu hosten und dubiose Herstellerportale zu meiden. Hier gibts das nötige Grundwissen zu Software und Trackern.**

Von Andrijan Möcker

**G**NSS-Ortungsgeräte – umgangssprachlich GPS-Tracker – bekommt man schon zu kleinen zweistelligen Preisen. Das Funktionsprinzip ist simpel: Das Gerät ermittelt mit einem GNSS-Chip (Global Navigation Satellite System; GPS, Galileo etc.) seinen Standort und funkt ihn per Mobilfunk (GSM, LTE) an einen Server im Internet, der dem Nutzer ein Webinterface und eine Schnittstelle für die Smartphone-App bereitstellt.

Gerade bei Amazon, eBay und AliExpress gibt es Tracker fernöstlicher Hersteller günstig. Doch so sehr die Preise locken: Von den damit verbundenen Portalen dieser Anbieter sollten Sie sich fernhalten. Die sind in der Vergangenheit immer wieder durch mangelhafte Sicherheit aufge-

fallen und oft außerhalb der EU gehostet. Datenschutz? Fehlanzeige!

Es gibt jedoch eine Option, solche Fernost-Tracker und weitere Geräte ohne Datenschutz-Albtraum einzusetzen: Traccar. Die quelloffene Serversoftware wird seit 2012 von Anton Tananaev in Java entwickelt – unterstützt von rund 150 weiteren Programmierern, die auf GitHub zum Code beigetragen haben. Viele Ortungsgeräte nutzen auf TCP oder UDP fußende Protokolle und lassen sich per SMS-Befehl auf andere Server umbiegen. Traccar kennt viele dieser Protokolle und versteht sich deshalb mit über 1400 Geräten.

Bedient wird Traccar komplett im Browser. Die Serversoftware zeigt nicht nur Gerätestandorte an, sondern liefert

auch Verläufe über längere Zeit aus der Datenbank, zeichnet Diagramme und schlägt per SMS, E-Mail und Push-Benachrichtigung Alarm, wenn Geräte geographische Areale verlassen oder betreten. Genügt einem das nicht, kann man Traccar auch anweisen, Events per HTTP(S)-POST-Request weiterzuleiten, um diese in einer weiteren Software zu verarbeiten; wie das mit Node-Red geht, haben wir bereits gezeigt [1].

## Voraussetzungen

Traccar richtet sich in erster Linie an Menschen, die die Software selbst hosten und administrieren können. Dafür muss man sich etwas mit den technischen Hintergründen auseinandersetzen oder die kleine, in den USA sitzende Firma hinter dem Entwickler, Tananaev Solutions, für die Ferneinrichtung auf einem Linux-Server bezahlen. Preis: 100 US-Dollar. Der ebenfalls in den USA laufende Hosting-Service ist für Europäer wenig attraktiv. Kein Drama, denn die Software läuft auf allerhand Plattformen und das Einrichten schaffen lernwillige (Heim-)Administratoren problemlos.

Ist das trotzdem nichts für Sie, bedienen Sie sich besser bei europäischen Tracker-Komplettanbietern wie etwa Salind, PAJ oder Tractive.

Das Hosten des Traccar-Webinterfaces per IPv6 ist zwar kein Problem, viele GPS-Tracker sprechen jedoch nur IPv4. Heimhoster sind also aufgeschmissen, wenn ihr Anschluss keine öffentlich erreichbare IPv4-Adresse bekommt (DS-Lite). Kann man IPv4 nicht beim Provider nachbestellen, hilft nur, einen (virtuellen) Server bei einem Hoster oder eine IPv4-Adresse bei einem VPN-Anbieter zu beisteuern.

## Variabler Bedarf

Wer weniger als 20 Tracker nutzen möchte, benötigt auch hardwareseitig wenig: Ein Raspberry Pi 4 mit mindestens 2 GByte Arbeitsspeicher und mit 32 oder 64 GByte microSD-Speicher etwa kann Traccar ausführen.

Die Software reserviert beim Start rund 500 MByte RAM. Hinzu kommt ein Datenbankservice nach Gusto des Administrators; Traccar versteht sich mit MySQL, Microsoft SQL und PostgreSQL. Wie viel Speicher die einzelnen Positionen in der Datenbank und damit auf dem Massenspeicher belegen, hängt zwar vom Trackerprotokoll und den darin eventuell enthaltenen Zusatzinfos ab, mit grob einem Kilobyte pro Position kalkuliert man jedoch sicher. Die Datenbank des Autors ist nach rund zwei Jahren und mit etwa

## c't kompakt

- Der GPS-Tracker-Server Traccar versteht sich mit über 1400 Ortungsgeräten.
- Mit den passenden Datentarifen lassen sich diese Geräte mit niedrigen Kosten betreiben.
- Traccar läuft dank Java auf allerhand Systemen, etwa auf Raspis.

zehn Geräten auf grob 600 MByte gewachsen – bei konservativen Fünf-Minuten-Intervallen mit Schlafmodus, wenn sich nichts bewegt.

Ungeduldige können sich natürlich auch im Zehn-Sekunden-Takt beliefern lassen, sofern der Tracker das beherrscht. Allerdings sorgt das, je nach Schreibverhalten des Datenbankdienstes und Anzahl der Tracker, für nicht unerheblich mehr Lese- und Schreibzugriffe (IOPS) auf den Datenträger. Gerade langsamere Medien wie MicroSDs knicken dann ein und sollten nicht auch noch das Betriebssystem und Anwendungen beherbergen. Eine USB-SSD verschont das Kärtchen von dieser Qual.

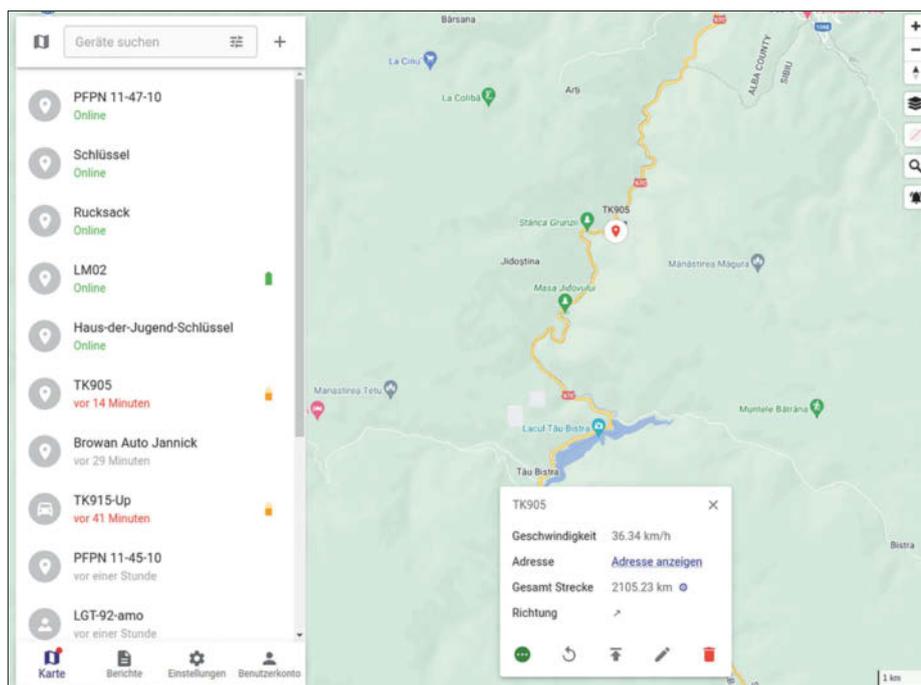
Gleichmaßen schwanken die Anforderungen an die CPU: Der Broadcom-Chip des Raspi 4 langweilt sich bei konservativen Trackingintervallen mit einer niedrigen zweistelligen Anzahl von Geräten hauptsächlich – bis man den Monatsbericht für alle diese Geräte anfordert und der Datenbankdienst mindestens einen CPU-Kern ins Schwitzen bringt.

Dank des Java-Unterbaus läuft Traccar aber nicht nur auf relativ limitierten Bastel-Einplatinencomputern mit Linux, sondern überall dort, wo eine Java-Laufzeitumgebung oder ein Docker-Container zum Leben erweckt werden kann. Seit Version 5.4 unterstützt Traccar auch horizontale Skalierung mittels Multicast, sodass riesige Installationen mit vielen Servern möglich sind.

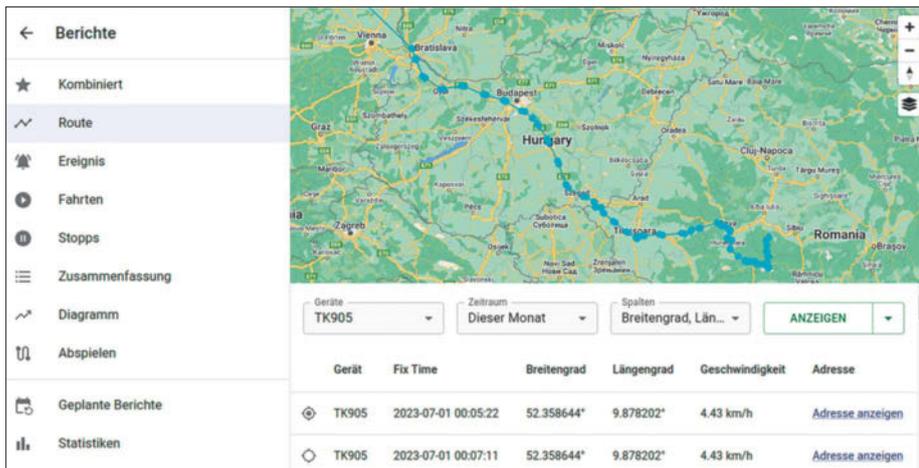
Aufgrund der vielen unterschiedlichen Installationswege liefern wir hier keine Schritt-für-Schritt-Anleitung. Im Absatz „Installation“ geben wir Ihnen aber die wichtigsten Infos und die passenden Links mit.

## Trackerauswahl

Traccar unterstützt zwar allerhand Protokolle, doch damit die Positionen der



**Traccar hat ein aufgeräumtes und leicht zu bedienendes Webinterface. Besonders praktisch sind Beobachtungs-Accounts, die man so weit einschränken kann, dass sie ausschließlich die aktuelle Position der Geräte sehen können.**



**Traccar frisst beim alltäglichen Anzeigen von Positionen nicht viele Ressourcen. Fordert man jedoch umfangreiche Berichte an, kann das den Datenbankdienst ins Schwitzen bringen.**

Ortungsgeräte am Ende wirklich auf dem Schirm landen, benötigen Sie auch für den Einkauf etwas Grundwissen.

Zunächst sollten Sie nur noch Tracker in die Auswahl nehmen, die auch den Mobilfunkstandard LTE unterstützen. GSM ist zwar in fast allen Ländern Europas noch aktiv, das könnte sich aber über die Lebenszeit des Gerätes ändern. Ist der Primärzweck nicht Diebstahlschutz, sind Geräte mit den energiesparenden LTE-Sub-Standards NB-IoT und LTE-M eine gute Wahl. Weil es die Netzstandards aber nicht überall gibt und Roamingabkommen seltener sind, nehmen Sie für den Diebstahlschutz mit möglichst guter internationaler Abdeckung ein Gerät mit LTE und GSM. Nicht beirren lassen: LTE Category 1 meint dabei lediglich die langsamste Kategorie des klassischen LTE-Standards, nicht LTE-M1. Mehr dazu lesen Sie später im Abschnitt „Attraktive Tarife“.

Hinsichtlich der GNSS-Fähigkeit liefern Modelle, deren GNSS-Chips wenigstens zwei Satellitensysteme empfangen können, am ehesten zufriedenstellende Ergebnisse ab. In Europa darf man mit GPS, Galileo und GLONASS die höchste Genauigkeit erwarten.

Bei Trackern gibt es Unterschiede zwischen an ein Ökosystem gebundenen Geräten und solchen, die sich frei konfigurieren lassen: Komplettanbieter fesseln den Nutzer in der Regel an ihr System und lassen keine Änderungen der Servereinstellungen zu. Obacht, viele asiatische Händler bieten auch Whitelabel-Dienste an und sperren die Geräte auf Kundenwunsch; nur weil der Tracker auf Amazon

so aussieht wie der auf AliExpress, muss das nicht bedeuten, dass die Einstellungen änderbar sind. Auf AliExpress gibt es ebenso vermehrt Hersteller, die die Geräte einzäunen und als Komplettangebot verkaufen. Dort hat man jedoch meist Erfahrung mit Kunden, die eigene Server betreiben wollen und warnt entsprechend in der Beschreibung. Gibt es keinen Hinweis, sollten Sie eine enthaltene SIM als Warnsignal verstehen und gegebenenfalls nachfragen.

Um nun potenziell Traccar-taugliche Hardware zu identifizieren, hilft einerseits der konzentrierte Blick in die Beschreibung und andererseits die Anleitung. Letztere liefert meist eine SMS-Befehlsliste, die auch das Ändern der Servereinstellungen beschreibt – etwa mit `SERVER,$Password,$IP,$Domain,$Port`. Im Zweifelsfall fragen Sie den Händler.

Gute Erfahrungen haben wir mit den Geräten von Teltonika, TKStar und SinoTrack gemacht, die es auch in europäischen Shops gibt.

**Protokollrecherche**

Traccar kann das verwendete Trackerprotokoll nicht automatisch identifizieren. Damit der Dienst funktioniert, müssen die Daten auf dem zum Protokoll passenden Port zur Tür hereinfallen. Die richtige Nummer zu ermitteln, ist also essenziell.

Um mit der Suche zu beginnen, begeben Sie sich mit den Bezeichnungen der Modelle im Gepäck auf die Traccar-Website ([traccar.org](http://traccar.org)) und klicken dort oben links auf „Devices“. Liefert die Modellsuche ein Ergebnis mit Portnummer, wird das Gerät offiziell unterstützt und wurde

bereits von einem Nutzer ausführlich getestet.

Unabhängig vom Ergebnis – also auch, wenn Sie keines erhalten – sollten Sie die Modellbezeichnung im Anschluss auch nochmal in die Website-Suche (Navigationsleiste, oben rechts) eingeben. Sie durchsucht auch das Forum und liefert so möglicherweise den entscheidenden Protokollhinweis. Außerdem unterstützen Traccars Dekoder auch nicht zwangsläufig alle Gerätefunktionen, worüber man dann eventuell von anderen Nutzern liest.

Traccar identifiziert das Gerät anhand einer Kennung, die im Protokoll mitgesendet wird. Oft, aber nicht immer, ist das einfach die IMEI des Mobilfunkmodems. Sollten Sie sich nicht sicher sein, macht das nichts; haben Sie das korrekte Protokoll ermittelt, beschwert sich Traccar in den Logs über das unbekannte Gerät und zeigt auch dessen Kennung an. Tragen Sie die über das Webinterface ein, beginnt der Dienst mit der Auswertung.

Haben Sie außerdem im Hinterkopf, dass viele der Trackerprotokolle unverschlüsselt arbeiten. Grundsätzlich sind alle modernen Mobilfunkstandards auf der Luftschnittstelle verschlüsselt. In Deutschland, Österreich und der Schweiz gilt das Fernmeldegeheimnis, das Anbietern grundloses Hineinschauen in Datenübertragungen verbietet. Dennoch kann Verschlüsselung bei bestimmten Anwendungsfällen essenziell sein: Viele Teltonika-Geräte unterstützen TLS und DTLS; das kann Traccar zwar nicht, ein TCP-Proxy kann jedoch Übersetzer spielen. Mehr dazu in „Installation“.

**Attraktive Tarife**

Ohne SIM-Karte kein Netzzugang, deshalb muss ein für den Anwendungsfall passender Tarif für Ihren GNSS-Tracker her: Möchten Sie im Zehn-Sekunden-Takt neue Positionen auf dem Bildschirm haben, kommen schnell 20 bis 100 Megabyte Datenvolumen im Monat zusammen. Konservatives Tracking mit einer Position alle paar Minuten kann das auf einige hundert oder wenige tausend Kilobyte pro Monat reduzieren. Keine Sorge, einen Vertrag oder eine Prepaid-Karte mit X Gigabyte Volumen müssen Sie dafür nicht jeden Monat bezahlen. Es gibt allerhand günstige Tarife für Internet-der-Dinge-Anwendungen.

Privatkunden wie Geschäftskunden finden beim niederländischen Telekom-Wiederverkäufer „Droam“ ein attraktives

Angebot für den Einsatz in ganz Europa; für rund 10 Euro erhält man 50 SMS und 300 MByte Datenvolumen, fünf Jahre gültig ab dem ersten Netzverbindungsaufbau und ohne Grundgebühr. Über das ebenso kostenfreie Verwaltungsportal behält man den Überblick über die Verbrauchswerte, kann gegen Eingabe von Kreditkartendaten die automatische Aufladung aktivieren und SMS an Geräte verschicken. Letzteres geht nur aus dem Portal, weil die SIMs keine öffentliche Rufnummer haben. Vom Tracker unterstützte Geschwindigkeits- und Geozaun-SMS-Alarme liegen deshalb auch brach; Traccar kann das jedoch übernehmen.

Droam bietet Zugang zu klassischen Mobilfunknetzen (GSM, LTE) in allen Ländern Europas; in Deutschland, Österreich und der Schweiz sowie einigen weiteren Ländern auch zu NB-IoT und LTE-M. Welche Netzstandards wo verfügbar sind, gibt Droam auf seiner Website an (siehe [ct.de/ymps](http://ct.de/ymps)).

Unsere zwei Droam-Test-SIMs konnten wir zuletzt noch bei Amazon beschaffen. Mittlerweile ist das Angebot zwar weg, Droam sagte uns aber auf Anfrage, dass man zeitnah wieder mit einem Dreier-SIM-Paket auf der Handelsplattform vertreten sein wird. Im Shop von Droam gibts Zehner-Pakete mit Fünf-Jahres-SIMs sowie IoT-Karten für den Einsatz in Europa, Nordamerika und weltweit mit günstigen Preisen für Jahrespakete.

Möchten Sie sich nicht auf ein Datenvolumen festnageln lassen, hat ThingsMobile ein Angebot: 12 Eurocent pro Megabyte in über 130 Ländern und Roamingpartner in über 190. Im Kleingedruckten steht, dass die Verwaltungsplattform 1 Euro pro Monat kostet und pro SIM monatlich, unabhängig vom tatsächlichen Datenverkehr, mindestens 5 MByte (60 Cent) berechnet werden. Außerhalb der Länderzonen 1 und 1+ sind es nur 2 MByte pro Monat. Außerdem werden pro Verbindung mit einem neuen Netz einmalig 30 Cent pro Monat berechnet. Im Worst-Case – etwa in Neukaledonien oder Sierra Leone, die zur Länderzone 6 (3 Euro/MByte) gehören – zahlt man also mindestens 7,30 Euro pro Monat. Dafür, dass man sein Hab und Gut in nahezu allen Ländern dieser Erde tracken kann, ist das verkraftbar.

ThingsMobile-Konten haben ein Prepaid-Budget, für das man beliebig viele SIMs bestellen kann, die sich daraus dann bedienen. Aufladen kann man 30, 60, 120, 600 und 1200 Euro.

10 Euro für zehn Jahre, aber nur für Geschäftskunden, bietet das deutsche Unternehmen Ince. Im Paket enthalten sind in allen abgedeckten Ländern gültige 500 MByte Datenvolumen sowie 250 SMS, wahlweise als klassische SIM oder zum Verlöten auf IoT-Geräten. Ince kann in den meisten Ländern Europas sowie Mexiko, den USA und Kanada mit GSM, LTE, NB-IoT und LTE-M aufwarten und steht auch in vielen anderen Ländern gut da. Zusätzlich zum Kundenportal bietet Ince unter anderem ein REST-API und eine VPN-Verbindung direkt ins Subnetz der Mobilclients. Eine Grundgebühr hat der Tarif nicht.

Die hier vorgestellten sind nur eine kleine Auswahl der mittlerweile großen Anzahl von Anbietern für IoT-Tarife. Mit den Suchbegriffen „iot sim“ und „iot data plan“ finden sich allerhand weitere.

### Alternative Funkwege

Positionsdaten müssen nicht zwangsläufig über eine direkte Verbindung vom Gerät zu Traccar gelangen. Traccar kann über HTTP mit Positionen gefüttert werden. Grundlage dessen ist das OsmAnd-Protokoll, das ursprünglich für die Tracking-Funktion der gleichnamigen Karten-App eingebaut wurde. Es nutzt HTTP-URL-Parameter zum Übertragen der Werte und dem Dienst ist egal, woher die Anfragen kommen. Wie für alle anderen Protokolle unterstützt Traccar für OsmAnd keine Verschlüsselung; ein separater HTTPS-Proxy löst das Problem.

Durch die OsmAnd-Schnittstelle wird Traccar auch für Internet-der-Dinge-Funkstandards interessant, die aufgrund ihrer



**GNSS-Tracker für IoT-Funkstandards wie LoRaWAN und Sigfox arbeiten datensparsam. Der RAK7200 etwa kommt bei konservativem Sendeverhalten mehrere Monate mit einer Akkuladung aus.**

geringen Datenrate keine direkte Internetverbindung ermöglichen. Darunter fallen beispielsweise Sigfox und LoRaWAN [2, 3]. Für sie kann man serverseitig Webadressen einstellen, an die Pakete weitergeleitet werden, wenn ein Gerät sendet. GNSS-Tracker für die Funkstandards bekommt man ab 50 bis 100 Euro. Wie man Ortungsgeräte aus der kostenlosen LoRaWAN-Infrastruktur TheThingsNetwork mit Traccar verheiratet, haben wir in c't 21/2021 ab Seite 162 erklärt [4].

### Installation

Wie eingangs erwähnt, variiert der bevorzugte Installationsweg mit Ihrer Umgebung. Wir nutzen für den Betrieb von Diensten gerne Containerumgebungen, da diese leicht zu administrieren und zu updaten sind. Das offizielle Traccar-Docker-Image gibt es im Docker-Hub ([ct.de/ymps](http://ct.de/ymps)) und für die Basisausstattung muss man sich nur noch einen Datenbankservice dazu aussuchen und diesen in der zuvor gemounteten XML-Datei nachtragen; näheres dazu beschreibt die Traccar-Dokumentation ([ct.de/ymps](http://ct.de/ymps)).

Traccar kann sein Webinterface zwar selbst HTTPS-verschlüsselt anbieten, aber keine Zertifikate von Let's Encrypt abfragen und keine weiteren Dienste hinter derselben IP-Adresse hosten. Dafür taugt der vielseitige Proxydienst Traefik am besten. Er kann nicht nur als HTTPS-Tor zu Traccar dienen, sondern auch TLS für Traccars Protokolle erledigen, sofern die Tracker das können. Wie das geht, lesen Sie in c't 17/2019 ab Seite 158.

Abgerundet wird das Ensemble vom Docker-Image Watchtower, das sich darum kümmert, dass alles aktuell bleibt. Läuft die Umgebung, müssen Sie nur noch die notwendigen Ports in Ihrer Netzwerkinfrastruktur freigeben und der Trackingdienst steht bereit.

([amo@ct.de](mailto:amo@ct.de)) **ct**

### Literatur

- [1] Andrijan Möcker, Smart-Home-Zaun, Node-Red & Traccar: Mit Geofences Energie sparen, c't 11/2022, S. 152
- [2] Jan Mahn, Langstreckenfunk, IoT-Funk LoRaWAN: für kleine Datenmengen und hohe Reichweiten, c't 10/2019, S. 140
- [3] Andrijan Möcker, Plug & Funk, LoRaWAN für IoT-Projekte: Einfach einsteigen mit TTN und Node-Red, c't 14/2021, S. 148
- [4] Andrijan Möcker, Positionsübersetzer, LoRaWAN-GPS-Tracker mit Traccar verbinden, c't 21/2021, S. 162

**Dokumentationen und Tarife:** [ct.de/ymps](http://ct.de/ymps)



Bild: Albert Hulm

# Projektionsprojekt

## TV-Programm auf Android-Beamer streamen

**Die meisten günstigen Beamer laufen unter Android, sodass man auf ihnen mit ein paar Tricks Apps als Zuspielder installieren und ihnen sogar das Fernsehprogramm beibringen kann. Unsere App dafür können Sie einfach nutzen oder mit unseren Tipps mächtig aufbohren.**

Von Mark Liebrand

**A**bseits der Heimkinohelden um 4K-Beamer, große Fernseher und Surroundanlagen hat sich ein Markt für güns-

tige Beamer gebildet. Sie wollen gar nicht auf der großen Bühne stehen, auch weil sie mit LED statt Laser projizieren und durchweg lichtschwächer sind als die teuren Modelle. Stattdessen erschließen sie mit kompakten Gehäusen und vorinstallierten Apps Beamer-Neuland, beispielsweise weitere Zimmer, Schrebergarten, Ferienwohnung oder Camper, die Modelle mit eingebautem Akku auch stromlose Ecken. Einen Test günstiger Beamer finden Sie in c't 3/2023, Seite 98.

Viele der günstigen Beamer laufen allerdings nicht mit dem komfortablen Android TV, sondern mit einem alten Android ohne Google Play, es gibt also keinen App-Store. Apps bekommt man daher nur über Umwege installiert (siehe Kasten „Praxistipps für günstige Android-Bea-

mer“ mit weiteren Praxistipps), und selbst dann funktionieren viele aufgrund der fehlenden Google Play Services und der alten Android-Versionen nicht. Läuft eine App, lässt sie sich mangels Touchscreen nur per Fernbedienung steuern, was viele Apps nur unzureichend unterstützen, wenn überhaupt.

### Die eigene Streaming-App

Unsere selbst geschriebene App macht solche Beamer – und auch die mit Android TV laufenden – etwas smarter: Sie streamt das TV-Programm und andere Quellen per WLAN, was den Kabelsalat reduziert und den Komfort erhöht, weil man keine zusätzlichen Geräte braucht. Sie wählen die TV-Sender und andere Quellen einfach mit der Fernbedienung und starten die Übertragung wie bei einem normalen Fernseher. Mit dem FTP-Browser der App lassen sich Filme beispielsweise von einem NAS streamen, unterwegs per WireGuard (siehe Kasten). Wenn Sie einen Receiver mit Enigma/Newnigma nutzen, können Sie direkt davon streamen und dessen EPG-Informationen abrufen.

Sie können die App einfach herunterladen und loslegen (siehe [ct.de/y48y](http://ct.de/y48y)). Oder Sie lesen weiter und erfahren in den

folgenden Abschnitten, wie Sie die App erweitern und was bei der App-Entwicklung für solche Beamer zu beachten ist.

Falls Sie die App nur nutzen wollen: Man konfiguriert sie über einen Browser auf einem PC, der im gleichen WLAN wie der Beamer eingebucht sein muss. Rufen Sie die Einstellungsseite auf, dessen Adresse die App auf dem Startbildschirm anzeigt: `http://<IP des Beamers>:8181`. Es erscheint dann eine INI-Datei, die Sie bearbeiten. In den Kommentarzeilen finden Sie weitere Informationen zu den Einstellungen. Im Beispiel belegen Sie die 16 Programmstasten mit den URLs, die abgespielt werden sollen. Welche das für verschiedene TV-Sender sind, beschreiben wir unter `ct.de/y48y`. Wer zu Hause IP-Kameras hat, kann deren Videobilder über RTSP auf den Beamer streamen, falls deren URL mit „http“ oder „rtsp“ beginnen. Die unterstützten Videoformate entnehmen Sie der Exoplayer-Doku unter `ct.de/y48y`.

Zusätzlich zeigt die App die Wettervorhersage sowie die Zeiten für den Sonnenaufgang und -untergang an. Die Wetterdaten holt sie per Bright-Sky-API vom Deutschen Wetterdienst. Den Längen- und Breitengrad dafür stellen Sie ebenfalls auf obiger Konfigurationsseite ein.

### Receiver und WireGuard

Wollen Sie von einem Enigma/Newnigma-Receiver streamen, aktivieren Sie die „Enigma“-Sektion `enable=yes` und tragen die IP des Receivers ein. Beim nächsten Start der App zeigt die Konfiguration die Service IDs der Sender aus dem Favoriten-

Bouquet des Receivers. Tippen Sie für die gewünschten Sender auf den jeweiligen „URL“-Knopf daneben und kopieren Sie die dann erscheinende vollständige Streaming-URL auf den gewünschten Programmplatz. Um EPG-Informationen anzuzeigen, tragen Sie die Service ID beim Schlüssel „serviceId“ ein.

Falls Sie den Receiver so konfiguriert haben, dass er nach dem Betrieb in ein tiefes Standby geht, können Sie ihn mit der App aufwecken, sofern Sie einen Fritzbox-Router nutzen; das geht auch, wenn der Beamer im Urlaub per VPN im Heimnetz hängt. Aktivieren Sie dazu die „Fritzbox“-Sektion `enable=yes` und tragen Sie IP, Username, Passwort der Fritzbox ein sowie MAC-Adresse und IP des Receivers. Stellt die Streaming-App fest, dass der Receiver nicht per IP erreichbar ist, versucht sie, ihn per Wake-On-LAN über die Fritzbox aufzuwecken.

Wer WireGuard installiert hat (siehe Kasten), kann die App so konfigurieren, dass sie in fremden Netzen automatisch den VPN-Client aktiviert. Aktivieren Sie dazu die WireGuard-Unterstützung `enable=yes` und tragen Sie den Namen des zu aktivierenden Tunnels und den IP-Bereich des heimischen Netzes ein.

### Versteckte Entwickleroptionen

Falls Sie die App weiterentwickeln wollen, finden Sie die Quellcodes auf `ct.de/y48y`. Ihre erste Hürde: Sie müssen den Entwicklermodus auf dem Beamer aktivieren, aber wie? Bei normalen Android-Geräten geht das im Einstellungsmenü, doch das

## c't kompakt

- Wenn der eigene Beamer nicht smart genug ist, aber unter Android läuft, könnte eine von uns entwickelte Streaming-App ihm das TV-Programm und einige lokale Streaming-Quellen beibringen.
- Die App gibts fertig zum Download, wobei die Installation einige Tricks erfordert.
- Den Sourcecode der App stellen wir bereit, sodass Sie selbst Ideen einbauen können. Ihren Android-Beamer bringen Sie dazu in den Entwicklermodus.

fehlt auf den meisten Beamern. Deren vorinstallierte Launcher schränken den Zugang zum Einstellungsmenü stark ein oder verstecken ihn ganz.

Um an die vollständigen Einstellungen zu kommen, besorgt man sich das kleine Hilfsprogramm „QuickShortcutMaker“ (siehe `ct.de/y48y`). Nach der Installation (siehe Kasten) erscheint die App im Launcher. Starten Sie sie und suchen Sie in der erscheinenden Liste der Activities den Punkt „Einstellungen“. Klicken Sie darauf und wählen Sie nach einem Rechtsklick „versuchen“, dann sollte der komplette Einstellungsbildschirm erscheinen. Um den Entwicklermodus zu aktivieren, navigieren Sie wie auf jedem Android-Gerät zu „Über das Gerät“ und tippen siebenmal auf das Feld mit der Build-Nummer von Android. Die Entwickleroptionen erscheinen im Hauptmenü oder System-Untermenü der Einstellungen, dort aktivieren Sie das USB-Debugging und, falls vorhanden, das WLAN-Debugging.

Ist der Entwicklermodus einmal aktiviert, funktioniert das Debuggen selbst recht komfortabel. Man braucht einen Rechner (Windows, macOS oder Linux) mit Android Studio und den Sourcecode der App (siehe `ct.de/y48y`). Entwickler-Smartphones schließt man üblicherweise per USB an, doch nur wenige Beamer dürfen sich darüber debuggen lassen – probieren Sie es ruhig aus.

Falls das nicht funktioniert, muss man den Beamer per WLAN-Debugging ansprechen. Android sieht das durchaus vor, sofern Rechner und Android-Gerät im gleichen LAN eingebucht sind. Mit den folgenden Schritten lassen sich also auch



Die Streaming-App integriert die frei verfügbaren Live-TV-Streams der Sender in eine App, die auf Beamern mit Fernbedienung und alten Android-Versionen läuft.

## Praxistipps für günstige Android-Beamer

Für diesen Artikel haben wir den Beamer Anker Nebula Capsule Max benutzt, viele andere Android-Beamer sind ähnlich. Er läuft unter Android 8; tatsächlich installieren die meist asiatischen Hersteller der günstigen Beamer hauptsächlich Android 7 bis 9. Sie wählen diese steinalten Android-Versionen vermutlich auch deswegen, weil das ihren Aufwand bei Lizenzierung und Pflege minimiert, und weil sie für die eine oder andere alte Hardwareplattform gar keinen Treiber für ein aktuelles Android mehr bekommen. Letztlich vermisst man nichts, denn die neueren Android-Versionen bieten keine für einen Beamer besonders nützlichen Funktionen.

Allerdings unterstützt Google derzeit nur noch die Versionen ab 11 aufwärts mit Sicherheitsupdates. Auch wenn kaum eine Sicherheitslücke bei einem Beamer relevant sein dürfte: Wer bei diesem Thema sensibel ist, sollte den Beamer eher im Gäste-WLAN betreiben als im heimischen Netz mit NAS und anderen Kostbarkeiten. Außer Haus sollte man statt offenen oder Hotel-WLANs das Tethering vom Smartphone nutzen, genug bezahltes Datenvolumen vorausgesetzt.

Eine sinnvolle Erweiterung für diese Geräte ist eine unter der Leinwand positionierte Soundbar, sodass der Ton nicht von hinten kommt und besser klingt. Wer Kabelsalat vermeiden möchte, der nutzt Bluetooth – aber Achtung: Wenn der Beamer über ein 2,4-GHz-WLAN streamt, können je nach Modell und örtlichen Gegebenheiten Ruckler bei Bild oder Ton auftreten, weil das WLAN das gleiche Frequenzspektrum wie Bluetooth nutzt; so beim Autor geschehen. Das Streaming hat erst einwandfrei funktioniert, nachdem der Beamer in ein 5-GHz-WLAN eingebucht war.

### Apps installieren

Da Googles Play Store auf diesen Beamern im Allgemeinen nicht installiert ist, muss man Apps anders darauf bekommen: Laden Sie die App als APK-Datei am PC herunter, falls möglich beim Anbieter direkt (so wie bei unserer Streaming-App), sonst über alternative Stores wie apkpure.com, apkcombo.com oder apkmirror.com. Kopieren Sie die Datei auf einen USB-Stick, stecken Sie ihn in den Beamer und installieren Sie die App über

den vorinstallierten Dateimanager. Nicht jede App wird laufen, einige benötigen höhere Android-Versionen, andere die auf den Beamern ebenfalls fehlenden Google Play Services. Für einige Beamer findet man Anleitungen im Netz, die erklären, wie man die Google-Dienste nachinstalliert.

Um die Bedienung der Apps zu verbessern, gibt es für manche Beamer spezielle Apps, mit denen man ein gekoppeltes Tablet oder Smartphone als Touchpad und Tastatur nutzen kann, für unseren Anker Nebula beispielsweise Nebula Connect (Android, iOS). In manchen Fällen mag es helfen, Maus und Tastatur per Bluetooth oder USB(-Hub) anzuschließen. Viele Beamer – auch unser Testgerät – unterstützen einen Mauszeigermodus per Fernbedienung.

### Von unterwegs per WireGuard

Wenn Sie unterwegs auf Server im Heimnetz zugreifen möchten, benötigen Sie ein VPN, beispielsweise einen WireGuard-Server etwa auf einer Fritzbox mit FritzOS ab 7.50 (siehe c't 23/2022, S. 68). Die WireGuard-APK besorgen und installieren Sie wie oben beschrieben. Legen Sie dann im Server einen neuen Client an.

Die Konfiguration per vom Server angezeigtem QR-Code in die WireGuard-

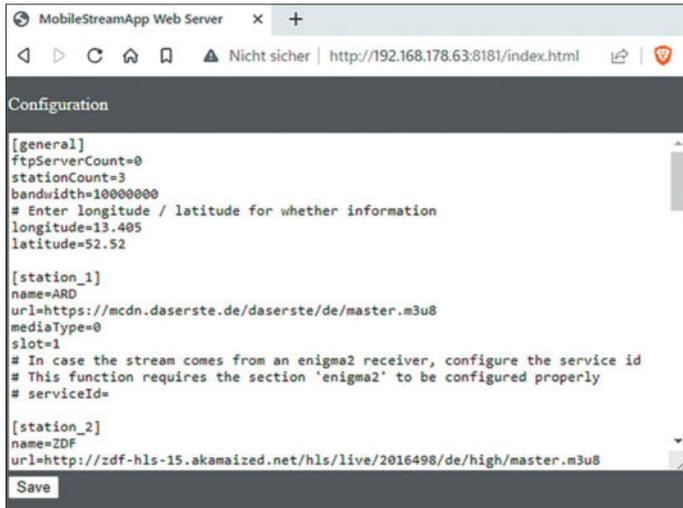
App zu übernehmen dürfte auf den meisten Beamern scheitern, weil sie keine den Apps zugängliche Kamera haben. Tippen Sie die Daten stattdessen wie erwähnt per Tastatur; per Bedien-App des Beamer-Herstellers wie dem Nebula Connect geht das vielleicht sogar mittels Copy & Paste. Die letzte, wohl schlechteste Option ist es, die Bildschirmstastatur mit der Fernbedienung zu bedienen. Soll die Streaming-App automatisch WireGuard aktivieren, müssen Sie zudem die Option „VPN-Aktivierung von anderen Apps“ einschalten. Danach speichern Sie die Konfiguration. Nun können Sie die VPN-Verbindung mit dem Schieberegler oben rechts starten, am einfachsten per Maus oder per Fernbedienung im Mauszeigermodus.

Ob die Konfiguration fehlerfrei funktioniert, kann man nicht sofort sehen, auch weil man nur mühsam in der WireGuard-App herunterscrollt. Einfacher geht es, wenn Sie auf dem Server nachsehen. So listet das Kommando „wg“ alle konfigurierten Clients und Sie sehen bei der IP-Adresse, die Sie während der Konfiguration für den Beamer vorgesehen haben, Werte für „latest handshake“ und „transfer“. Fehlen sie oder zeigen sie alte Werte an, müssen Sie sich auf Fehlersuche begeben.



Bild: Mark Liebrand

**Wir haben die App am Anker Nebula Capsule Max entwickelt (oben mit Netzteil, Fernbedienung und als Zubehör USB-Ladekabel und Tasche), die Erfahrungen gelten aber für viele Beamer mit Android 7 bis 9.**



**Die Streaming-App wird per Browser auf einem PC konfiguriert; wer es komfortabler mag, müsste selbst Hand an den Code legen.**

Beamern erzeugen die Fernbedienungen nicht die bei Touchbedienung üblichen onClick()-Events, sondern die von USB- und Bluetooth-Tastaturen kommenden onKeyUp()-Events. Die lassen sich in der App aber ähnlich gut abfangen.

Das Steuerkreuz in der Mitte liefert KEYCODE\_DPAD\_CENTER, ...\_LEFT, ...\_RIGHT, ...\_UP und ...\_DOWN. In der App muss man den aktuellen Fokus selbst nachführen, also wo der Fokus hinspringen soll, wenn eine Richtungstaste gedrückt wird. Zudem sollte man das View-Element mit dem Fokus hervorgehoben darstellen, damit der Nutzer sieht, wo er steht. Um die Anwendung möglichst kompatibel mit Touchoberflächen zu halten, empfiehlt es sich, als Reaktion auf die \_CENTER-Taste einen onClick()-Aufruf abzusetzen, mit dem fokussierten View-Objekt als Parameter.

Gerne hätten wir einen Chromecast-Empfänger in die App eingebaut, damit man vom Handy auf den Beamer streamen kann. Doch das scheitert daran, dass Google das Protokoll nicht offenlegt.

**Fazit**

Ein mobiler Beamer mit Android ist ein vielseitiges Gerät. Durch die Möglichkeit, Apps zu installieren und sogar selbst zu entwickeln, sind der Fantasie keine Grenzen gesetzt. Mit Batterie und Fernsteuerung ist die Einheit ziemlich autonom. Der Content kann dann theoretisch sogar vom USB-Stick kommen. (jow@ct.de) **ct**

**APK und Sourcen der Streaming-App:**  
[ct.de/y48y](http://ct.de/y48y)

Smartphones, Tablets oder Android-TVs per WLAN debuggen.

Öffnen Sie in Android Studio ein Terminal. Navigieren Sie in das Verzeichnis, in dem adb.exe (die Android Debug Bridge, ein Teil des Android SDK) liegt. Oder für Entwickler ratsamer, fügen Sie diesen Pfad beispielsweise unter Windows dem PATH hinzu. Der Aufruf adb connect <IP des Beamers> verbindet den Android-Debugger mit dem Beamer. Die IP des Beamers finden Sie entweder in dessen Einstellungen, oder Sie schauen in der Netzübersicht Ihres Routers nach. In Android Studio sollte der Beamer erscheinen und Sie können die App somit ans Gerät schicken und dort debuggen.

Die Verbindung bleibt nicht permanent bestehen, beispielsweise nach dem Ausschalten des Beamers müssen Sie sie erneut herstellen. Ob der Beamer seine IP behalten hat oder Sie erneut auf die Suche gehen müssen, hängt davon ab, ob Sie ihm beispielsweise im Routermenü eine feste IP-Adresse zugewiesen haben.

**Video mit dem Exoplayer**

Die App nutzt zur Videoausgabe die OpenSource-Bibliothek Exoplayer, welche die Audio- und Videofunktionen von Android für eigene Apps nutzbar macht. Deren Version 2.18.2 ist nach unserem Kenntnisstand die neueste, die mit dem Android 8 vieler Beamer kompatibel ist.

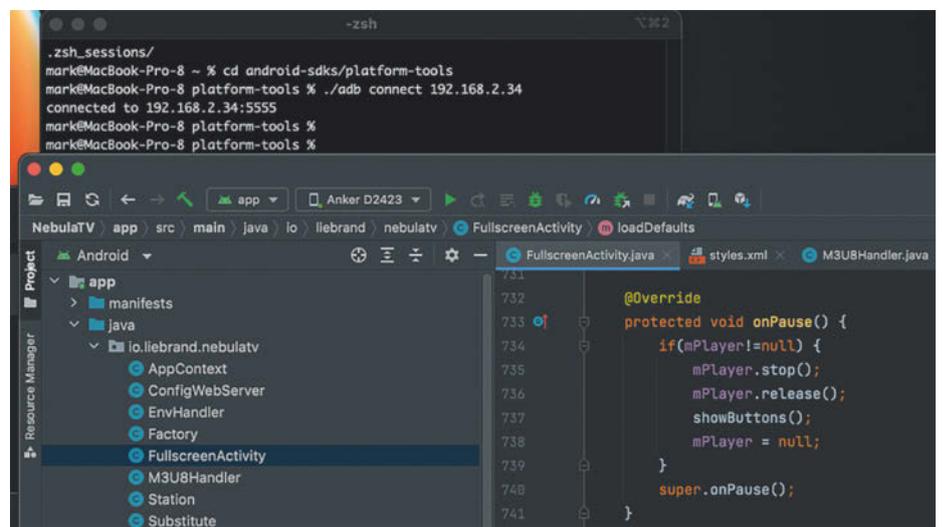
Der Exoplayer nutzt die Codecs des zugrundeliegenden Android und unterstützt verschiedene Streamformate. Was er nicht vollständig beherrscht, ist der Umgang mit m3u8-Dateien. Dies sind Metadateien, die ein Streamangebot beschreiben. Im einfachsten Fall steht nur die Streaming-URL in der Datei, sie kann aber

auch verschiedene Auflösungen und Audioformate beschreiben oder gar eine „Senderliste“ mit mehreren solchen Einträgen enthalten. Das Streamingangebot der ARD beispielsweise bietet die Wahl zwischen unterschiedlichen Auflösungen sowie Deutsch und Originalton.

Die Player-App muss daher einen eigenen Parser für die m3u8-Varianten der wichtigsten deutschen TV-Sender selbst implementieren. Seine Aufgabe besteht im Wesentlichen darin, für die in der Konfiguration eingestellte Bandbreite den richtigen Stream auszuwählen. Listen von URLs für das Streaming finden Sie auf [ct.de/y48y](http://ct.de/y48y).

**Einbinden der Fernbedienung**

Damit die App am Beamer gut zu bedienen ist, soll sie sich per Fernbedienung steuern lassen. An allen von uns ausprobierten



**Die Beamer bekommt man auch über WLAN-Debugging mit Android Studio verbunden (oben). In der App ist wichtig, im onPause()-Event (rechts) die Wiedergabe anzuhalten, damit die App nicht im Hintergrund weiter streamt.**

# Löchrig wie Emmentaler

## Was die Windows-Einstellung „Apps nur aus dem Store installieren“ nicht bringt

In Windows stecken einige Funktionen, die suggerieren, dass sie einen Schutz vor Malware und ungewollten Programminstallationen bieten. Zur Warnung zeigen wir hier eine, die diesen Anspruch nicht erfüllt.

Von Jan Schübler

Hin und wieder erreicht uns die Frage, ob es der Sicherheit von Windows-Installationen zuträglich ist, wenn man in den Einstellungen festlegt, dass Apps nicht von überall, sondern nur aus dem Microsoft-Store installiert werden dürfen. Immerhin könnte man vermuten, dass es sich um eine Art Positivliste handelt: Alles, was nicht aus dem Store kommt, kann nicht ausgeführt werden. Wir haben das für ein aktuelles Windows 11 Home in Version 22H2 ausgetestet.

Zunächst zur Option, um die es hier geht. Sie befindet sich in der Einstellungen-App unter „Apps/Erweiterte Einstellungen für Apps“. Dort ist die Funktion „Quellen zum Abrufen von Apps auswählen“ serienmäßig auf „Überall“ eingestellt, doch man kann auch „Nur Microsoft-Store“ als Installationsquelle festle-

gen. Schaltet man diese Einschränkung scharf, gilt sie systemweit. Man könnte sie von einem Benutzerkonto mit Administratorrechten aus aktivieren und (so zumindest die Idee) damit bewirken, dass andere PC-Benutzer nur Software installieren, die Microsoft in den Store gelassen hat, und die daher einem Mindestmaß an Kontrolle unterliegt. Microsoft empfiehlt das „zum Schutz Ihres PC und sorgen Sie dafür, dass er reibungslos läuft“ – Zitat aus der Hilfefunktion, die sich per Klick auf „Hilfe anfordern“ in den erweiterten App-Einstellungen öffnet. Aber wie verlässlich ist diese Einschränkung? Und: Taugt das als Schutz vor Malware?

### Security-Nebelkerze

Kurze Antwort: Nein, nicht im Entferntesten. Längere Antwort: Die Option „Nur Microsoft-Store“ tut nicht das, was man vermuten könnte. Erstens ist ihr Name sachlich falsch, denn auch wenn sie aktiv ist, kann man Software ebenso über das Kommandozeilen-Tool winget installieren und damit alles auf den Rechner holen, was Entwickler dort hinterlegt haben.

Zweitens gibt es mindestens zwei einfache Methoden, um eben doch beliebige Programme auszuführen. Die eine: eine Textdatei erstellen, in der nichts als der Dateiname des Programmpaketes inklusive Pfad steht, also etwa „C:\Users\Jan\Down-

loads\setup.exe“. Ändert man die Endung von .txt zu .bat (macht also aus Sicht des Systems aus der Textdatei eine Batchdatei), lässt sich das Programm per Klick auf die Batchdatei ohne Umschweife starten.

Doch es geht noch trivialer: Es genügen ein Rechtsklick aufs Setup-Paket im Datei-Explorer, Öffnen der „Eigenschaften“ und Setzen des Häkchens bei der Option „Zulassen“, die sich im unteren Bereich des Eigenschaftendialogs befindet. Das entfernt das sogenannte Mark of the Web (MotW), ein Attribut, das Windows und auch Webbrowser an alles zu kleben versuchen, was erkennbar per Download auf den Rechner gekommen ist. Nur: Dieses Attribut lässt sich eben mit ein paar Klicks entfernen. Es verhindert also nicht die Installation, und auch als Malware-Schutz ist es kaum geeignet, wenn das MotW etwa beim Entpacken eines Schädlings verloren geht oder der Nutzer sich dazu verleiten lässt, das Attribut selbst zu entfernen, etwa durch Anweisungen in einer böswilligen Spam-Mail.

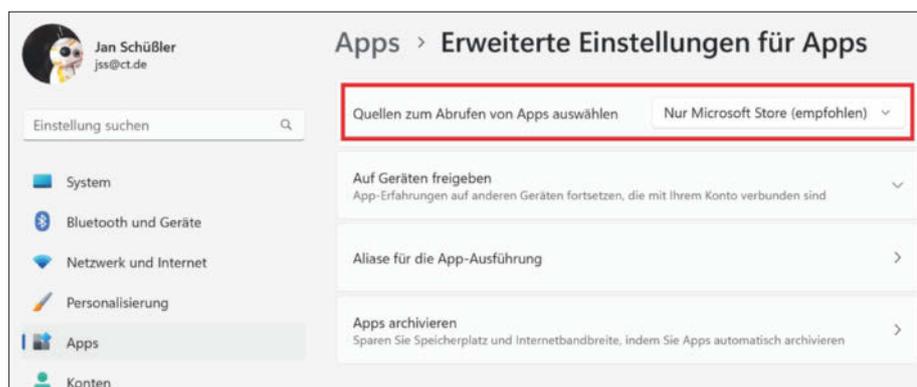
### Fazit

Die Windows-Option, die Software „Nur aus dem Store“ erlaubt, kann allenfalls unbedarfte Nutzer davon abhalten, Unerwünschtes auszuführen oder zu installieren, und auch als Schutzschild gegen Malware ist sie so robust wie eine Scheibe Schweizer Käse. Mit Whitelisting à la Smart App Control [1] hat die Option nichts zu tun. Erfahrene Nutzer (und Angreifer) umgehen sie im Handumdrehen – dass es dazu schon ausreicht, das Mark of the Web zu entfernen, ist einigermaßen lächerlich.

Wofür also ist diese Installationsquellen-Option überhaupt gut? Wir sehen da vor allem einen Zweck: die Downloadzahlen für Microsofts Store in die Höhe zu treiben. (jss@ct.de) 

### Literatur

- [1] Ronald Eikenberg, Schloss ohne Schlüssel, Die neue Windows-Schutzfunktion Smart App Control, c't 24/2022, S. 28



Apps nur aus dem Store installieren? Microsoft gefällt das – die Sicherheit verbessert es aber kaum.

# Know-How statt Hype

## Mit KI-Tools effektiv arbeiten

### **c't ChatGPT & Co.** Mit KI-Tools effektiv arbeiten

#### Besser und schneller texten

Welche Tools beim Schreiben helfen  
Wo KI-Texte noch schwächeln

#### Hacken mit ChatGPT

KI als Werkzeug für Angreifer  
Gefahr durch „Prompt Injections“

#### KI-Bilder auf dem eigenen PC

Stable Diffusion gratis und unbeschränkt  
Test: Grafikkarten für KI-Bilder

#### Was KI alles umkrempelt

KI-Suche statt Google: Gefährliches Halbwissen  
Jobmarkt, Urheberrecht, Musik, geklonte Stimmen



**Heft + PDF mit 29 % Rabatt**

Die Nachrichten über revolutionäre KI-Lösungen überschlagen sich täglich. Wie soll man da den Überblick behalten? Mit Tests und Praxistipps erklären wir im c't-Sonderheft, was heute schon geht sowie Ihnen bei der Arbeit hilft und wo Sie den Maschinen noch Zeit zum Reifen geben sollten.

- ▶ ChatGPT zwischen wirtschaftlicher Effizienz und menschlichem Wunschenken
- ▶ Bilder-KI Stable Diffusion lokal installieren und betreiben
- ▶ Textgeneratoren für jeden Zweck
- ▶ Sprachmodelle mit Suchmaschinen koppeln
- ▶ Vier KI-Komponisten im Test
- ▶ ChatGPT als Hacking-Tool

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



[shop.heise.de/ct-chatgpt](https://shop.heise.de/ct-chatgpt)

# Faktenprüfer im Zwiespalt

## Wann Forenverantwortliche bei Fake News und Hetze einschreiten müssen

**Fake News, Hasskommentare, Verschwörungsmysen: In Onlineforen findet nicht nur Meinungsaustausch statt, es geschehen auch massenhaft Grenzüberschreitungen. Wer für ein solches Forum verantwortlich ist, hat es da schwer. Wir zeigen, wann Admins löschen oder sperren müssen.**

Von Harald Büring

**B**etreiber großer Social-Media-Angebote und Meinungsnetzwerke setzen ganze Teams mit juristischer Expertise ein, um bei rechtswidrigen Beiträgen gegebenenfalls einzugreifen. Einerseits sollen ihre Plattformen kein Paradies für Straftäter sein, andererseits gilt es, die Meinungsfreiheit zu achten.

Einzelkämpfer, die sich etwa als Blogbetreiber oder ehrenamtliche Moderatoren um Kommentarforen kümmern, sitzen in derselben Bredouille. Nur haben sie normalerweise weder die Ressourcen noch den rechtlichen Überblick, um den Betrieb in den bisweilen hitzigen virtuellen Diskussionsrunden lückenlos zu beobachten und zu Tilgendes von zu Dulndendem zu unterscheiden. Was muss man rechtlich gesehen durchgehen lassen, was löschen oder sperren?

### Kein Spaß: Fake News

Falschmeldungen, die geeignet sind, Leser zu manipulieren, können üble Auswirkungen haben. Das zeigt ein Fall, in dem der Redaktionsleiter des „Rheinneckarblogs“ einen Fake-Beitrag über einen „massiven Terroranschlag“ in Mannheim mit 136

Toten und 237 Verletzten veröffentlichte [1]. Unter anderem hieß es dort: „Rund 50 Angreifer haben mit Macheten [...] verschiedene Feste in der Stadt gestürmt. Sie griffen gleichzeitig in Zweier-Trupps an 25 Stellen an und sorgten für ein Blutbad apokalyptischen Ausmaßes.“ Aufgrund der unsicheren Lage sollten die Bürger zu Hause bleiben, weil die Täter noch unterwegs seien. Erst hinter einer Bezahl-schranke erfuhr man, dass die Geschichte frei erfunden war. Viele Leser waren verängstigt und machten sich Sorgen um Angehörige.

Das Amtsgericht (AG) Mannheim verurteilte den Redaktionsleiter wegen Störung des öffentlichen Friedens gemäß § 126



Bild: Kaminski, Bündnis 90 / Die Grünen im Bundestag

**Viel Hass ergoss sich über Renate Künast, nachdem ihr ein Facebook-Nutzer einen täterfreundlichen Kommentar zu einem Sexualmord in den Mund gelegt hatte.**

Abs. 2 des Strafgesetzbuchs (StGB) in Verbindung mit Absatz 1 desselben Paragraphen. Er sollte eine Geldstrafe im Umfang seines Einkommens für 120 Tage zahlen, was in diesem Fall einem Betrag von 12.000 Euro entsprach [2]. Er habe vorgetäuscht, dass der erfundene Terroranschlag noch nicht beendet sei und die Terroristen noch weitere Menschen töten oder verletzen würden. Seine Berufung beim Landgericht (LG) Mannheim blieb weitgehend erfolglos; lediglich der Tagessatz für die Geldstrafe wurde herabgesetzt [3].

In einem anderen Fall hatte der rechtspopulistische Schweizer Politiker Ignaz Bearth auf Facebook ein Posting mit einem falschen Zitat aus der Süddeutschen Zeitung (SZ) verbreitet. Er behauptete, die Grünen-Politikerin Renate Künast habe gesagt: „Der traumatisierte junge Flüchtling hat zwar getötet, man muss ihm aber jetzt trotzdem helfen“ – bezogen auf den Täter, der die Studentin Maria Ladenburger vergewaltigt und dann ermordet hatte. Dieses Posting lasen mehrere Tausend Nutzer, teilten es und schleuderten eigene erboste und menschenverachtende Kommentare in Richtung Künast. Das Berliner AG Tiergarten verurteilte Bearth wegen übler Nachrede gegen Personen des politischen Lebens gemäß § 188 Abs. 1 StGB in Verbindung mit § 186 desselben Gesetzes zu 90 Tagessätzen, was bei ihm 2700 Euro entsprach [4].

### Löschen oder nicht?

Vor diesem Hintergrund fragen sich etwa Betreiber von Foren oder Blogs, inwieweit sie verpflichtet sind, bei Kommentaren ihrer Nutzer die Fakten zu checken.

Eine solche Pflicht könnte sich aus dem Netzwerkdurchsetzungsgesetz (NetzDG) ergeben: Dessen § 3 Abs. 2 Nr. 2 verpflichtet Betreiber sozialer Netzwerke, offensichtlich rechtswidrige Inhalte innerhalb von 24 Stunden zu löschen, nachdem ihnen diese Inhalte gemeldet wurden. Nach § 3 Abs. 2 Nr. 3 NetzDG sind darüber hinaus auch solche rechtswidrigen Inhalte, deren Rechtswidrigkeit nicht „offensichtlich“ ist, unverzüglich – also normalerweise innerhalb von sieben Tagen nach Eingang einer Beschwerde – zu entfernen oder zumindest unzugänglich zu machen.

Aber sind Fake News immer rechtswidrig und damit zu löschen? § 1 Abs. 3 NetzDG führt Straftatbestände auf, die die betreffenden Inhalte erfüllen müssen. Dazu gehören etwa Beleidigung, Störung

des öffentlichen Friedens durch Androhung von Straftaten, üble Nachrede oder Volksverhetzung. Plattformbetreiber sind von dieser Löschoflicht nach § 1 Abs. 2 NetzDG dann befreit, wenn ihr Netzwerk im Inland weniger als zwei Millionen registrierte Nutzer hat. Das wird bei den meisten Blogs und privaten Diskussionsseiten der Fall sein.

Es gibt allerdings noch das Telemediengesetz (TMG), das Diensteanbietern Verpflichtungen auferlegt; auch Betreiber von Kommentarforen und Blogs fallen darunter. Nach § 10 TMG brauchen sie fremde Beiträge auf ihren Plattformen zwar nicht von sich aus auf rechtswidrige Inhalte zu untersuchen. Sie müssen aber „unverzöglich“ reagieren, sobald sie von solchen Inhalten erfahren. Wie lange sie genau dafür Zeit haben, sagt das TMG nicht – es hängt von den Umständen des Einzelfalls ab. Das bedeutet Rechtsunsicherheit für die Betroffenen. Zudem stellt sich auch bei diesem Gesetz die Frage, wann Fake News als rechtswidrige Informationen in seinem Sinne gelten. Das ist beispielsweise dann der Fall, wenn der Verfasser durch die Verbreitung von Falschnachrichten eine üble Nachrede gemäß § 186 StGB oder eine Verleumdung gemäß § 187 StGB begangen hat.

## Gruppenhetze

Viele Falschmeldungen zielen nicht auf Einzelpersonen ab, sondern darauf, Stimmung gegen Bevölkerungsgruppen zu machen. Als rechtswidrige Taten im Sinne des TMG gelten sie etwa dann, wenn sie den öffentlichen Frieden durch die Androhung von Straftaten stören (§ 126 StGB) – dann müssen sie auch geeignet sein, das zu tun. Eine Äußerung erfüllt unter folgenden Bedingungen den Tatbestand der Volksverhetzung (130 StGB): Sie muss „gegen eine nationale, rassische, religiöse oder durch ihre ethnische Herkunft bestimmte Gruppe, gegen Teile der Bevölkerung oder gegen einen Einzelnen wegen dessen Zugehörigkeit zu einer vorbezeichneten Gruppe gerichtet“ sein. Zugleich muss sie „gegen diese zum Hass aufstacheln“ beziehungsweise „zu Gewalt- oder Willkürmaßnahmen auffordern“. Bei Falschnachrichten, die lediglich eine Desinformation bezwecken, gehen Gerichte nur selten davon aus.

Anders war das in einem Fall, in dem ein Blogbetreiber bewusst wahrheitswidrig behauptet hatte, Flüchtlinge hätten fünf Mädchen zwischen acht und zehn

Jahren brutal entführt und vergewaltigt, sodass diese schwere Verletzungen erlitten hätten. Das AG Duisburg verurteilte ihn wegen Volksverhetzung zu einer Freiheitsstrafe von neun Monaten, die es zur Bewährung aussetzte [5]. Begründung: Er habe zum Hass gegen in Deutschland lebende Flüchtlinge angestachelt.

Für Blogger und Foren-Admins liefert unterm Strich auch das TMG keine grundsätzliche Pflicht, fremde Beiträge mit Fake News zu löschen. Andererseits können sie nur schwer feststellen, wann eine solche Pflicht für sie ausnahmsweise besteht. Wer auf der anderen Seite zu restriktiv löscht, setzt sich dem Vorwurf aus, die in Artikel 5 Abs. 1 des Grundgesetzes (GG) garantierte Meinungsfreiheit der Beitragsverfasser zu missachten.

## Es bleibt unsicher

Der europäische Gesetzgeber hat gegen um sich greifende Rechtsverletzungen auf Onlineplattformen den Digital Services Act (DSA) in Stellung gebracht. Dieser ist als Verordnung (EU) 2022/2065 bereits am 16. November 2022 in Kraft getreten und wird frühestens ab 17. Februar 2024 wirksam [6, 7]. Der DSA verbietet Fake News nicht ausdrücklich, allerdings sehen Experten diese durchaus von den Bestimmungen mit erfasst [8]. Außer der Pflicht, rechtswidrige Inhalte zu bekämpfen, führt der DSA nämlich ein verpflichtendes Risikomanagement zur Minderung erheblicher systemischer Risiken ein. Aus Art. 34 Abs. 1 ergebe sich, dass Fake News jedenfalls dann darunter fallen, wenn sie sich in folgender Hinsicht nachteilig auswirken: für die gesellschaftliche Debatte, in Bezug auf geschlechtsspezifische Gewalt, für den Schutz der öffentlichen Gesundheit und von Minderjährigen oder für das körperliche und geistige Wohlbefinden einer Person.

Verantwortliche müssen hiernach bei rechtswidrigen Inhalten „zügig“ tätig werden, sobald sie von ihnen erfahren haben. Sie müssen den Zugang zu diesen Inhalten sperren oder diese entfernen. Die Verpflichtung, alle systemischen Risiken zu ermitteln, zu analysieren und zu bewerten, gilt nach Art. 34 Abs. 1 der Verordnung allerdings wieder nur für Betreiber „sehr großer“ Onlineplattformen. Es geht nach Art. 33 Abs. 1 um Angebote, die in einem Durchschnittsmonat mindestens 45 Millionen aktive Nutzer in der Union haben. Im Kampf gegen Fake News hat die EU ansonsten bereits einen freiwilligen Pakt



Bild: Lukasz Kobus / EC – Audiovisual Service

**EU-Binnenmarktkommissar Thierry Breton stellte am 16. Juni 2022 den aktualisierten freiwilligen Kodex gegen Desinformation vor.**

gegen Desinformation [9] initiiert, der vor allem die Werbefinanzierung von Falschinformationen austrocknen soll. Auch dieser betrifft nur große Akteure. Telegram hat den Kodex gar nicht erst unterzeichnet. Twitter zog seine Selbstverpflichtung im Frühjahr dieses Jahres zurück.

(psz@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Falschmeldung über Terroranschlag: heise.de/s/g16Q
- [2] AG Mannheim, Urteil vom 7. 1. 2019, Az. 20 Cs 806 Js 10181/18
- [3] LG Mannheim, Urteil vom 2.3.2020, Az. 15 Ns 806 Js 10181/18: heise.de/s/XQj5
- [4] AG Tiergarten, Urteil vom 9.4.2019, Az. (265 Cs) 276 Js 211/17 (340/18)
- [5] AG Duisburg, Urteil vom 10.6.2016, Az. 81 Ds 78/16: heise.de/s/7Wdr
- [6] Verordnung (EU) 2022/2065 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. 10. 2022 über einen Binnenmarkt für digitale Dienste und zur Änderung der Richtlinie 2000/31/EG (Gesetz über digitale Dienste): heise.de/s/GZeq
- [7] Falk Steiner, Unter EU-Kontrolle, Der Digital Services Act kommt, das NetzDG geht, c't 15/2022, S. 58
- [8] Niklas E. Kastor, Hanna Püschel, Faktenchecker vor dem Hintergrund des Digital Services Act, Kommunikation & Recht 2023, S. 20
- [9] Verhaltenskodex für Desinformation von 2022: heise.de/s/4YAb

# Tipps & Tricks

## Sie fragen – wir antworten!

### Platz sparen mit OneDrive

**?** Ich habe ein Notebook mit Windows 10 und nutze Microsoft OneDrive, um Dateien in der Cloud zu speichern. Trotzdem verbleibt ja stets eine Kopie der Dateien auf der Festplatte. Kann man OneDrive so konfigurieren, dass nach dem Hochladen die Datei nur noch in der Cloud ist, aber nicht mehr auf der Festplatte? Viele der Dateien brauche ich nur selten, und so könnte ich auf der notorisch vollen Festplatte einiges an Platz sparen.

**!** Ja, das geht. Öffnen Sie dazu die Einstellungen von OneDrive, klappen Sie auf der Seite „Synchronisieren und sichern“ die „Erweiterten Einstellungen“ auf und klicken Sie unter „Dateien bei Bedarf“ den Knopf „Speicherplatz freigeben“ an. Windows bewahrt daraufhin von Ihren OneDrive-Dateien nur noch Platzhalter auf, die nur wenige Bytes belegen. Erst wenn Sie eine Datei, etwa zum Anzeigen oder Bearbeiten, öffnen, lädt OneDrive den eigentlichen Dateiinhalt wieder aus dem Internet nach.

Weil Sie sich auf ein Notebook beziehen, hier noch eine Warnung: Wenn Sie mit Ihrem Rechner häufig in Umgebungen mit instabiler Internetverbindung unter-

wegs sind, zum Beispiel Zug fahren oder fliegen, sollten Sie sich darüber im Klaren sein, dass Sie mit den auf OneDrive gespeicherten Dateien dann nicht mehr arbeiten können, solange Sie offline sind. Um einzelne, für Sie besonders wichtige Dateien oder Ordner von der Platzsparei auszunehmen, können Sie sie im Explorer rechtsklicken und die Option „Immer auf diesem Gerät beibehalten“ aktivieren.

(hos@ct.de)

### Meine IP-Adresse auf der Kommandozeile

**?** Es gibt im Internet diverse Seiten, die einem beim Aufruf die eigene öffentliche IP-Adresse verraten. Heise bietet mit dem Dienst „Meine IP-Adresse“ ja auch so etwas an. Ich bräuchte aber für ein Skript einen Kommandozeilenbefehl, der mir diese Information liefert.

**!** Die externe IP-Adresse bekommen Sie zum Beispiel mit `curl ifconfig.co`. Den Befehl `curl` verstehen Linux und macOS seit jeher und Windows seit Windows 10. Mit den Parametern `curl -4` beziehungsweise `-6` können Sie wahlweise die IPv4- oder `-v6`-Adresse ausgeben lassen. Wenn

Fragen richten Sie bitte an

**✉** [hotline@ct.de](mailto:hotline@ct.de)

**f** [c't Magazin](#)

**🐦** [@ctmagazin](#)

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter [www.ct.de/hotline](http://www.ct.de/hotline).

Sie als Zieladresse `ifconfig.co/city` verwenden, liefert der Server sogar die Stadt, über `ifconfig.co/json` erhalten Sie ein ganzes Bündel von Informationen. Mit einem Browser aufgerufen liefert die zugehörige Website zusätzlich Ihren (vermuteten) geografischen Standort in einer netten Karte.

Das zugrundeliegende Projekt „echoip“ ist übrigens Open Source; den Code oder ein passendes Docker-Image für den eigenen Betrieb eines solchen Dienstes gibt es auf GitHub (siehe [ct.de/y8s8](http://ct.de/y8s8)). Alternativ können Sie mit `curl` auch `ifconfig.io` oder `icanhazip.com` befragen, um die IP-Adresse zu ermitteln. (ju@ct.de)

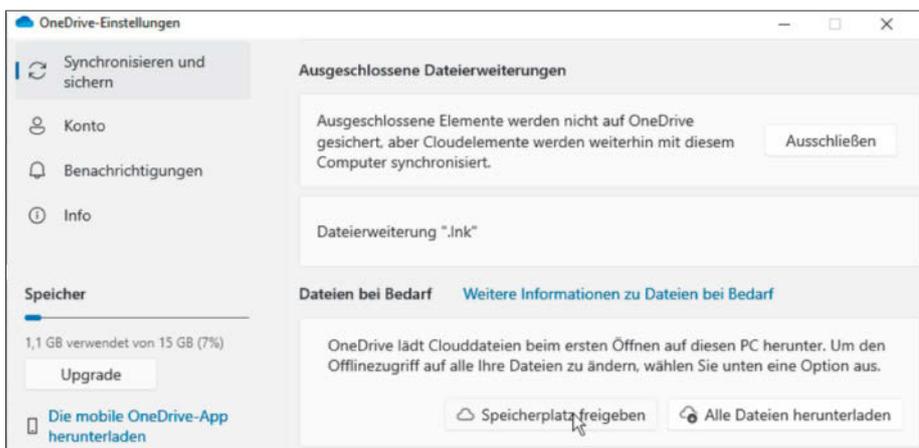
„Meine IP-Adresse“, [echoip: ct.de/y8s8](http://echoip:ct.de/y8s8)

### Kurznamen für den App-Store ändern

**?** Ich möchte meinen vor geraumer Zeit eingetragenen Nickname ändern, unter dem meine Beiträge in Apples App-Store erscheinen, finde dafür aber partout keine Option auf meinem iPhone.

**!** Wir kennen bisher auch keinen Weg, diese Variable des Benutzerkontos auf einem iPhone zu ändern; das hat Apple anscheinend vergessen zu implementieren. Es gibt aber Wege auf Windows und macOS.

Auf dem Mac öffnen Sie zunächst die App-Store-App und klicken dann in der



Der Knopf „Speicherplatz freigeben“ weist OneDrive an, die Inhalte von Dateien nur noch in der Cloud zu speichern.

linken Spalte ganz unten auf den Namen. Klicken Sie dann auf „Accounteinstellungen“ und melden Sie sich mit Ihrer Apple-ID an. Navigieren Sie dann zum Abschnitt „Verwalten“ und klicken Sie auf „Kurznamen ändern“.

Unter Windows starten Sie zunächst die iTunes-App und wählen den Menübefehl „Account/Meinen Account anzeigen“. Melden Sie sich mit Ihrer Apple-ID an, wenn Sie dazu aufgefordert werden. Auf der Seite „Account-Daten“ scrollen Sie nach unten bis zu dem Bereich „Einstellungen“ und klicken auf „Kurznamen ändern“.

(dz@ct.de)

## Windows noch schneller herunterfahren?

**?** Sie haben in c't 15/2023 über die Tücken beim Herunterfahren von Windows berichtet. Sie erwähnen allerdings mit keinem Wort den Registry-Eintrag „WaitToKillServiceTimeout“, obwohl sich Windows damit doch noch schneller beenden lassen soll.

**!** Stimmt, das hätten wir auch noch erwähnen können, dann allerdings mit einer deutlichen Warnung: Finger weg, sonst droht Datenverlust!

Hintergrund: Vor dem Herunterfahren des Systems müssen alle laufenden Dienste und Treiber beendet werden. Windows sendet ihnen dafür ein Signal und räumt ihnen eine gewisse Zeitspanne ein, sich zu beenden. Erst wenn sie „Fertig!“ melden, fährt Windows herunter. Sollte das jedoch nicht in einer festgelegten Zeitspanne passieren, geht Windows davon aus, dass der Prozess hängt, und schießt ihn ab. Und diese Zeitspanne legt der Wert von „WaitToKillServiceTimeout“ im Registry-Schlüssel „HKEY\_LOCAL\_MACHINE\System\CurrentControlSet\Control“ fest. Das kann jedoch nur helfen, wenn ein Prozess wirklich abgestürzt ist. Sollte er stattdessen noch damit beschäftigt sein, Daten zu sichern, kann so ein verfrühter Abschluss fatal enden. Handelt es sich beispielsweise um den Windows-Update-Dienst, der gerade mit dem Einspielen von Patches beschäftigt ist, könnte der Abschluss zu Schäden führen, die sich nur unter großen Schwierigkeiten oder sogar gar nicht beheben lassen. Und wenn der Prozess gerade mit dem Speichern Ihrer Arbeitsergebnisse beschäftigt ist, droht sogar Datenverlust. Solche Sze-

narien kosten Sie letztlich weit mehr Zeit, als Sie durch die paar beim Herunterfahren eingesparten Sekunden jemals gewinnen können.

Falls also wirklich ein Dienst oder Treiber abstürzt und damit das Herunterfahren verzögert, sollten Sie die Ursache für das Problem suchen: Prüfen Sie, ob es beispielsweise eine aktuellere Version oder einen Patch gibt.

Unter Windows XP gab es übrigens noch einen Registry-Eintrag namens „WaitToKillAppTimeout“, für den dasselbe gilt. Unter Windows 10 ist er aber standardmäßig nicht mehr vorhanden.

(axv@ct.de)

## Verschlüsseln statt löschen?

**?** Ich möchte eine Festplatte (Magnetplatte, extern, USB, 4 TByte) löschen, bevor ich sie wegen einer Reklamation einseide. Überschreiben mit Ubuntu-Bordmitteln (Laufwerk formatieren mit der Option „Vorhandene Daten mit Nullen überschreiben“) dauert quälend lange: Von den anfangs geschätzten 22 Tagen waren nach einem halben Tag immer noch 5 Tage übrig. Stattdessen könnte ich das Laufwerk ja auch verschlüsseln, indem ich beim Formatieren die Option „Passwortschutzgeschützter Datenträger (LUKS)“ wähle. Aber werden dabei auch die vorhandenen Daten verschlüsselt oder bezieht sich die Verschlüsselung nur auf die ab diesem Zeitpunkt neu geschriebenen Daten?

**!** Ja, das Überschreiben dauert lange. Fünf Tage erscheint etwas übertrieben, aber eine typische 2,5-Zoll-Festplatte schafft beim Schreiben im Mittel so 80 MByte/s, wenn sie an einem USB-3.0-Port hängt. Das ergibt pro Minute grob gerundet 5 GByte, also pro Stunde rund 300

GByte. Bei einer Kapazität von 4000 GByte braucht die Platte also 13,3 Stunden für ein vollständiges Beschreiben. Wenn sie alle vorhandenen Daten verschlüsseln soll, dauert das eher länger, denn dann müsste sie ja jedes Byte auch erst lesen (sofern sie komplett gefüllt ist).

Beim Formatieren mit LUKS ohne die Überschreiben-Funktion passiert das aber nicht: Der Vorgang ist nach wenigen Sekunden erledigt. Zuvor auf der Platte vorhandene Daten, egal ob intakt oder bereits gelöscht, wären also wiederherstellbar.

Die Empfehlung lautet also: löschen, auch wenn es dauert. In Zukunft sollten Sie externe Datenträger vielleicht prinzipiell verschlüsseln, dann brauchen Sie sich im Fall der Fälle keine Gedanken mehr um die Vertraulichkeit Ihrer Daten zu machen.

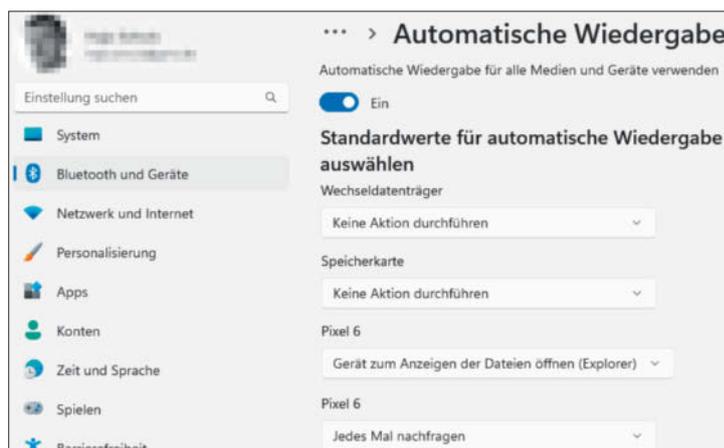
(ll@ct.de)

## Kein neues Explorer-Fenster für USB-Stick

**?** Mich nervt, dass Windows jedes Mal ein neues Explorer-Fenster öffnet, wenn ich ein USB-Laufwerk anstöple. Kann ich Windows das abgewöhnen?

**!** Microsoft nennt das „Automatische Wiedergabe“. In den Einstellungen finden Sie die dazugehörigen Optionen unter „Bluetooth und Geräte“, alternativ gelangen Sie dorthin, indem Sie die Windows-Taste drücken und dann „Automatische Wiedergabe“ so lange buchstabewise eintippen, bis der gleichnamige Suchtreffer erscheint. Dort können Sie die Funktion per Schiebeschalter entweder komplett lahmlegen oder individuell für Wechseldatenträger, Speicherkarten, erkannte Smartphones und so weiter konfigurieren.

(axv@ct.de)



Die Einstellungen unter „Automatische Wiedergabe“ legen fest, was passiert, wenn ein neuer Datenträger an den Rechner angeschlossen wird.



# Sicheres Bezahlen auf Kleinanzeigen

**Kleinanzeigen ist die meistgenutzte Privatverkaufsplattform in Deutschland. Das lockt auch Kriminelle an. Wir beantworten häufige Fragen zu Betrugsmaschinen sowie zu sicheren Zahlungsarten.**

Von Markus Montz

## Die Maschen der Betrüger

**?** Woran erkenne ich Betrugsabsichten?

**!** Betrügerische Absichten treten fast immer erst im Verlauf der Kommunikation zutage. Nahezu alle Maschen setzen direkt oder indirekt am Bezahlweg an. Dafür brauchen die Täter zunächst Ihre Mailadresse oder Telefonnummer, vorzugsweise Ihre Handynummer. Damit können sie außerhalb der Plattform mit Ihnen kommunizieren und umgehen so deren Sicherheitsmechanismen. In Kombination mit zeitlichem und emotionalen Druck sollen Sie Fehler machen. Unsere Grundregel lautet: Geben Sie Daten nur bei unbedingtem Bedarf weiter und kommunizieren Sie ausschließlich über den Kleinanzeigen-Chat.

Kennen Kriminelle Ihre Mailadresse oder Telefonnummer, können sie dorthin Mail-, Messenger- oder SMS-Nachrichten verschicken. Deren Absender-Adressen oder -Telefonnummern sind oft gefälscht [1] und die Täter geben sich als Kleinanzeigen, deren Dienstleister OPP, Polizei, Zoll, Bank, PayPal oder Paketdienst aus.

Solche (oft täuschend echt aussehenden) Nachrichten enthalten beispielsweise falsche Versand- oder Zahlungsbestätigungen. Auch gefälschte Fehlermeldungen zu angeblichen Zahlungsflüssen sind beliebt, selbstverständlich samt Handlungsanweisungen und Links zur „Behebung“. In der Regel verweisen die Links auf gefälschte Seiten, auf denen die Betrüger Ihre Kontozugangs- oder Kreditkartendaten abgreifen wollen (Phishing). Manche Nachrichten enthalten auch mit Schadsoftware verseuchte Anhänge.

Klicken Sie nicht auf Links und öffnen Sie keine Anhänge. Prüfen Sie den Wahrheitsgehalt solcher Nachrichten immer zusätzlich im jeweiligen Nutzerkonto, etwa bei Ihrer Bank, PayPal oder bei Kleinanzeigen und deren Zahlungsdienstleister OPP selbst. Die URL tippen Sie selbst ein oder nutzen Ihr Bookmark. Tatsächliche Probleme oder laufende Prozesse werden Ihnen dann auch dort angezeigt.

Nur wenn Sie selbst (!) aktiv in Ihrem Nutzerkonto (!) auf der Website oder in der App von Kleinanzeigen die Registrierung für „Sicher bezahlen“ angestoßen haben (siehe unten), leitet Kleinanzeigen Sie auf die Seite von OPP weiter. OPP schickt Ihnen Mails zur Bestätigung. Die Freischaltung dauert aber eine Weile, weil man Ihre Bankdaten dort zunächst prüft.

fer kostenpflichtige Treuhandsystem „Sicher bezahlen“ von Kleinanzeigen einen guten Schutz vor Betrug. Auch PayPal ist mit seinem Käuferschutz sehr sicher. Wichtig ist immer, dass Sie die Regeln des jeweiligen Systems kennen und einhalten.

## Cash vor Ort

**?** Was muss ich bei Barzahlung und Abholung beachten?

**!** Bei kleineren Summen ist das Risiko vernachlässigbar. Geht es um größere Beträge (je nach Ihrer Schmerzgrenze), sollten Sie als Käufer wie Verkäufer bei der Übergabe einen oder mehrere Zeugen haben. Verkäufern droht zusätzlich Falschgeld als Gefahr. Um das zu vermeiden, können Sie vorab und verbindlich mit dem Käufer vereinbaren, ihn zur Bank oder einem Bankautomaten zu begleiten. Setzen Sie unter Umständen einen Kaufvertrag auf. Für Autos gibt es zum Beispiel vom ADAC Standardvordrucke (ct.de/ynm2). Notieren Sie sich Autokennzeichen und etwaige Auffälligkeiten.

## „Sicher bezahlen“

**?** Worauf achte ich bei „Sicher bezahlen“ von Kleinanzeigen?

**!** „Sicher bezahlen“ ist eine für den Käufer kostenpflichtige Treuhand-Transaktion auf Kleinanzeigen. Sie ist nur für (versicherten) Paketversand gedacht, nicht für Abholung. Die Zahlung führt der niederländische Dienstleister OPP im Auftrag der Plattform durch, bei dem Sie dafür aus Ihrem Kleinanzeigen-Konto heraus ein Nutzerkonto eröffnen. Anschließend wickeln Sie „Sicher bezahlen“ entweder in der Smartphone-App oder auf der Kleinanzeigen-Homepage im Browser ab [3].

## Empfohlene Bezahlmethoden

**?** Wir sind uns handelseinig. Was sind denn sichere Bezahlmethoden?

**!** Die sicherste Bezahlmethode ist Barzahlung bei Abholung. Sie bekommen den Verkäufer zu Gesicht, können die Ware prüfen und ihm das Geld direkt aushändigen. Als Verkäufer haben Sie die Knete sofort in der Hand. Bleibt Ihnen nur Versand als Option, bietet das für den Käufer



Bild: Online Payment Plattform

**Während Sie „Sicher bezahlen“ (un- aufgefördert!) in Ihrem Kleinanzeigen-Nutzerkonto einrichten, bekommen Sie zwei Mails des Zahlungsdienstleisters OPP in diesem Stil. Alles andere ist sicher gefälscht.**

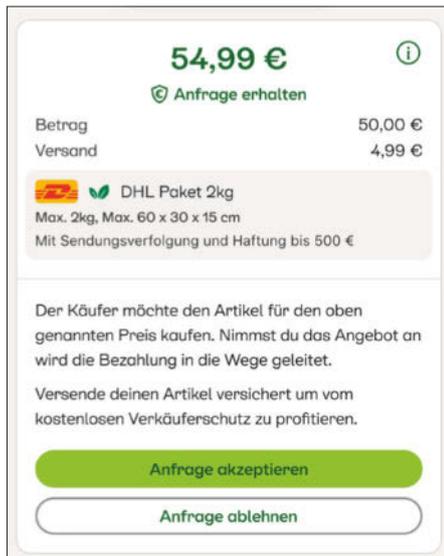


Bild: Kleinanzeigen

**Zahlungen mit „Sicher bezahlen“ finden ausschließlich innerhalb des Chats von Kleinanzeigen (Website oder App) statt.**

Kriminelle zielen gerne auf Menschen, die „Sicher bezahlen“ noch nicht kennen. Machen Sie sich daher in Ruhe damit vertraut (ct.de/ynm2) und richten Sie es unabhängig von einem Kauf oder Verkauf ein. Extern versandte Nachrichten mit Zahlungsaufforderungen, 3-D-Secure-Bestätigungen für Kreditkarten oder Links zur Registrierung bei „Sicher bezahlen“ sind immer gefälscht! Das gilt ebenso für angebliche Mails, SMS oder Messenger-Nachrichten Ihrer Bank, die mit „Sicher bezahlen“ oder Kleinanzeigen in Zusammenhang stehen. Ihre Bank schickt Ihnen allenfalls eine Push-Nachricht für die Zwei-Faktor-Authentifizierung über Ihre Banking-App, wenn Sie den Kauf auch tatsächlich bezahlen wollen.

## PayPal

? Welche Fußangeln gibt es bei PayPal?

! PayPal bietet einen Käufer- und einen Verkäuferschutz an, die das Unternehmen jedoch an Regeln knüpft (alle Regeln unter ct.de/ynm2 und [3]). Wichtig: Die Zahlungsart muss „Waren und Dienstleistungen“ sein. Dafür zahlt der Verkäufer eine Provision. Lassen Sie sich nicht auf „Freunde und Familie“ ein, solange es sich nicht tatsächlich um vertrauenswürdige Freunde oder Familienmitglieder handelt. Zwar ist das kostenlos, damit entfällt der Käufer- und Verkäuferschutz aber.

Die Ware müssen Sie oder der Verkäufer zudem mit einem versicherten Paket samt elektronischer Sendungsverfolgung versenden. Das bieten zum Beispiel DHL Paket oder das Einschreiben der Post. Aufgepasst: Bei persönlicher Übergabe gibt es keinen Käufer- und keinen Verkäuferschutz, auch nicht für „Waren und Dienstleistungen“! Vielmehr können die Täter den Käufer- oder Verkäuferschutz dann sogar gegen Sie arbeiten lassen [3]. Lassen Sie sich bei persönlicher Abholung gar nicht erst auf PayPal ein, sondern bestehen Sie auf Barzahlung. Hat ein Käufer bereits mit „Waren und Dienstleistungen“ bezahlt, bestehen Sie auf Versand. Bietet er Ihnen spontan an, doch abzuholen, lehnen Sie dies ab. Andernfalls wird er jedes Käuferschutzverfahren gegen Sie gewinnen, weil Sie keine Sendungsverfolgung haben.

## Provisionen

? Gibt es bei Versand keinen kostengünstigeren Weg, sicher zu bezahlen?

! Nein. Die Provisionen sind in der Tat happig: PayPal nimmt für „Waren und Dienstleistungen“ drei Prozent des Preises plus 39 Cent vom Verkäufer, Kleinanzeigen für „Sicher bezahlen“ 4,5 Prozent plus 35 Cent vom Käufer. Das ist das Geschäftsmodell, die Provision deckt aber ähnlich einer Versicherungsprämie auch den Aufwand von PayPal und OPP für Käuferschutzverfahren ab. Zudem kann man sich mit einem seriösen Gegenüber fast immer auf eine faire Verteilung der Kosten einigen.

## SEPA-Überweisung

? Warum ratet Ihr von der viel billigeren SEPA-Überweisung ab? Ich passe auf, bei mir ist das noch immer gut gegangen.

! Normalerweise kennen Sie Ihr Gegenüber nicht und für Kriminelle sind Überweisungen ein Geschenk. Wenn Sie eine Überweisung abgeschickt haben, ist das Geld bei einem Betrug fast immer verloren. Nur wenn Sie innerhalb kürzester Zeit handeln und Ihr Kreditinstitut um einen Überweisungsrückruf bitten, können Sie Glück haben. Ihre Bank oder Sparkasse führt die Überweisung in der Regel innerhalb von drei bis maximal 24 Stunden durch. Mitunter geht es noch schneller.

Zwar können Sie bei Betrug Ihre Bank um Hilfe bitten oder den Rechtsweg beschreiten. Betrüger nutzen aber normalerweise gekaperte Konten oder solche von Strohleuten. Eingegangenes Geld schicken die direkt weiter, Betroffene sehen es selten wieder.

Zweifelloos gibt es trotzdem viele ehrliche Handelspartner. Letztendlich müssen Sie selbst abwägen, ob Sie das Risiko eingehen wollen oder nicht. Aus unserer Sicht sprechen die kaum mögliche Rückabwicklung und ihre Beliebtheit bei Betrügern aber gegen die Überweisung.

## Rückabwicklung

? Jemand hat mir ein falsches oder beschädigtes Produkt oder gar nichts geschickt. Wie bekomme ich mein Geld zurück?

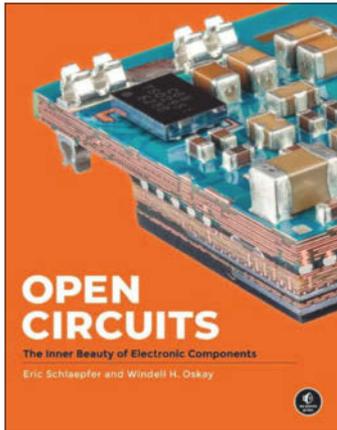
! Dokumentieren Sie die Sendung mit Fotos und die Kommunikation mit Screenshots. Versuchen Sie zunächst, sich mit dem Verkäufer zu einigen und setzen Sie eine Frist. Passiert nichts, nutzen Sie den Käuferschutz. Wie das geht, beschreiben Kleinanzeigen und PayPal, aber zum Beispiel auch eBay jeweils auf Ihren Websites (ct.de/ynm2). Bei Kleinanzeigen geben Sie außerdem die Zahlung nicht frei. Reagieren Sie weder dort noch bei PayPal auf Mails, die Kontozugangs-, Bank- oder Kartendaten abfragen. Kommen Sie aber allen Rückfragen zur Sache und zu Belegen unverzüglich nach.

Den Transportdienst für den Rückversand beauftragen allein Sie, gegebenenfalls nach den Vorgaben von PayPal oder Kleinanzeigen, auch bei der Adresse. Empfehlungen oder gar Aufforderungen der Gegenseite deuten meistens auf unlautere Absichten hin. (mon@ct.de)

## Literatur

- [1] Mirko Dölle, Bei Anruf: Geld weg!, Wie Telefonbetrüger die Zwei-Faktor-Autorisierung aushebeln, c't 14/2023, S. 66
- [2] Markus Montz, Perfektes Schauspiel, Wie Betrüger mit Fakt und Fiktion Gebrauchtkauf abzocken, c't 21/2022, S. 132
- [3] Markus Montz, Schutzlos ausgeliefert, PayPal-Betrugsmaschinen auf Kleinanzeigenportalen, c't 25/2020, S. 150
- [4] Markus Montz, Ausgeplündert, Wie Betrüger „Sicher bezahlen“ auf eBay Kleinanzeigen aushebeln, c't 16/2022, S. 120

**FAQs und Bedingungen der Dienste, ADAC-Vordruck: ct.de/ynm2**



Windell Oskay, Eric Schlaepfer  
**Open Circuits**

The Inner Beauty of Electronic Components

No Starch Press, San Francisco 2022  
ISBN 978-1718502345  
304 Seiten, 32 €  
(Epub-/Kindle/PDF-E-Book:  
23-29 €)

## Schöne, fehlerträchtige Mikrowelten

**„Open Circuits“ präsentiert sich mit seinen Makrofotos von Schaltungskomponenten als hochwertiger Bildband, als Schmuckstück zum Verschenken und Genießen. Das Buch liefert Makern und anderen Elektronikfreunden aber auch manches Lehrreiche.**

Elektronische Bauteile haben zweckmäßig und leistungsfähig zu sein – aber warum sollte man sie schön finden? Schlaepfer und Oskay spüren die verborgene Ästhetik der oft bloß wenige Millimeter großen Schaltungsbausteine auf. Die Winzwelten, die sie mit Mikroskop und Präzisionssäge zutage fördern, liefern Motive für äußerst reizvolle Fotos. Unter dem Makroobjektiv zeigt sich zudem, dass in Standardkomponenten jede Menge Fehlerpotenzial lauert. Und wer gar die aus Stanzblech bestehenden Kontaktzangen preisgünstiger Stecker einmal im Detail wahrgenommen hat, betrachtet die diesen anvertrauten Verbindungen wahrscheinlich mit anderen Augen als zuvor.

Die Autoren zeigen Bauteile immer im Zusammenhang. Dabei schrecken sie selbst davor nicht zurück, ein klassisches Tektronix-Analogoszilloskop zu zerlegen. Nicht nur für Technik-Insider ist der Anblick der Mikrowelten faszinierend, die sich in Profi-Equipment, aber auch in vertrauter Alltagselektronik verbergen. Widerstände, Kondensatoren, LEDs, Stecker und Buchsen, Stepermotoren und vieles mehr: Die Autoren haben rund 130 Teile detailliert in den Blick genommen. Vielfach, etwa bei Halbleitern, macht ihr Entdeckungseifer am Gehäuse halt. Wer wissen will, welche Strukturen sich darin verbergen, findet beispielsweise auf der Website [richis-lab.de](http://richis-lab.de) deutlich weiterführende Einsichten, auch in Bezug auf die schaltungstechnische Praxis.

Einen Schwerpunkt haben Oskay und Schlaepfer auf Elektronik früherer Generationen gelegt. Man bekommt etwa IBMs SLT-Technologie und die legendären Cornell-Dubilier 9LS zu sehen. Auch Röhren müssen ihr Inneres zeigen. Ein Leckerbissen sind die Aufnahmen eines Ferritkernspeichers, der einem Casio-Tischrechner des Typs AL-1000 entnommen wurde.

Die in gut verständlichem Englisch gehaltenen Texte des Buches sind lehrreich, aber Fachinformation ist nicht das eigentliche Anliegen dieser Lektüre; das Visuelle steht im Vordergrund. Wer beim Betrachten der Bilder selbst Lust aufs Sezieren bekommt, findet im Buch wertvolle Hinweise zu den verwendeten Verfahren.

(Tam Hanna/psz@ct.de)

## Was kommt oben an?

**Wenn ein Berater-Thinktank, der unter anderem für die UNO arbeitet, Managern Orientierungshilfe in Sachen künstlicher Intelligenz geben will, lohnt es sich hinzuhören: Welches KI-Bild landet in den Köpfen von Wirtschaftsverantwortlichen?**

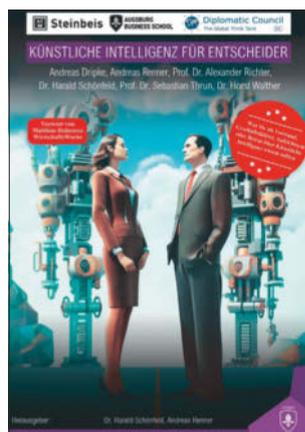
Die Beratergruppe Diplomatic Council e. V. wendet sich mit der Buchreihe „Praxiswissen für Aufsichtsräte und Beiräte“ an Führungskräfte. Der neue Band soll dieser Zielgruppe Rüstzeug für die Einschätzung künstlicher Intelligenz vermitteln.

Die sechs Verfasser sind in der Beraterbranche bekannte Köpfe, von denen einige jahrzehntelang an den Schnittstellen von IT und Wirtschaft gearbeitet haben. Sie empfehlen Unternehmen dringend, sich eine KI-Strategie zuzulegen. Im Buch vermitteln sie einiges an grundlegendem Wissen etwa zu den Eigenschaften von Large Language Models und verschweigen auch deren Schwächen nicht. Im Vordergrund steht dabei ChatGPT. Auch Anwendungen für die Produktion von Bildern und Videos kommen zur Sprache. Dripke, Schönfeld & Co. sensibilisieren ihre Leserschaft für kritische Aspekte wie Deepfakes und politische Manipulation; das geschieht vorrangig mit Blick auf die Unternehmens-Compliance. Was die politische Ebene betrifft, so analysieren sie unter anderem die Dreiecksbeziehung zwischen China, den USA und Deutschland. Dabei bewerten sie Regulierungsbestrebungen vorwiegend als Entwicklungshemmnis.

c't-Leser werden bei der Lektüre des Buchs gelegentlich die Zähne zusammenbeißen müssen. Während die Welt die Entzauberung Elon Musks auf Twitter beobachtet, feiert das Autorensxtett ihn und nennt ihn bewundernd mehrfach „Tausend-sassa“. So fielen die Verfasser denn auch auf einen Aprilscherz der GameStar herein, die online behauptete, der Tesla-Chef hätte Valve und damit Steam gekauft, um seinen Fahrzeugen eine strategische Brücke zwischen KI und Entertainment zu verschaffen.

Das entwertet aber nicht den durchaus umfassenden Rundblick, den die Autoren vermitteln. Zum KI-Komplex nehmen sie Themen wie Robotik, Virtual und Mixed Reality hinzu. Es geht um das Potenzial für industrielle Umwälzungen – und das haben diese Technikfelder in ihren Augen ebenso wie Conversational AI im Kundendienst. Insgesamt ist das Buch in mehrerlei Hinsicht informativ. Dass es streckenweise Spekulation und übertriebenen Optimismus transportiert, könnte vielleicht sogar kennzeichnend für eine geschäftsorientierte Sicht auf künstliche Intelligenz sein.

(Maik Schmidt/psz@ct.de)



Andreas Dripke, Andreas Renner,  
Harald Schönfeld u. a.

**Künstliche Intelligenz für Entscheider**

Was Sie als Vorstand, Geschäftsführer,  
Aufsichtsrat oder Beirat über künstliche  
Intelligenz wissen sollten

DC Publishing, Wiesbaden 2023  
ISBN 978-3986740788  
220 Seiten, 48 €  
(Epub-/Kindle-E-Book: 35 €)

# Make:

## JETZT IM ABO GÜNSTIGER LESEN



**GRATIS!**



## 2x Make testen mit über 30 % Rabatt

### Ihre Vorteile im Plus-Paket:

- ✓ Als **Heft** und
- ✓ **Digital** im Browser, als PDF oder in der App
- ✓ Zugriff auf **Online-Artikel-Archiv**
- ✓ **Geschenk**, z. B. Make: Tasse

Für nur 19,40 € statt 27-€

Jetzt bestellen:  
[make-magazin.de/miniabo](http://make-magazin.de/miniabo)





# SCHREIBBLOCKADE

VON NATHALIE MIERSE

**E**rnest konnte an nichts anderes denken als an die fast leere Seite, an der er festhing. „Jung bis in die Knochen!“ Das versprochen die wenigen Buchstaben, die seit gefühlten Stunden vor einem leeren Hintergrund standen. Karg und traurig. Mehr als diese billige Headline war ihm für den Artikel, eine Auftragsarbeit, nicht eingefallen. Gleichsam als Manifestation seiner Schreibblockade startete sie ihn erwartungsvoll an, fast hämisch.

Wie sollte man ein Lesepublikum denn auch für Osteoporose-Medikamente interessieren? Ernest spürte, wie Resignation an seine innere Tür klopfte und hartnäckig Einlass begehrte. Das letzte Major Release von *creates4us* hatte den Markt mit einer regelrechten Flut an hochperformanten Chatbots und KI-getriebenen Suchmaschinen überrollt. Seitdem war Ernests Alltag ein einziger Überlebenskampf. Der Leistungsdruck wuchs. Die meisten Autoren waren bereit, so ziemlich jeden Auftrag anzunehmen, um sich über Wasser zu halten.

Ein sich öffnendes Chatfenster lenkte ihn von seinen Grübeleien ab. Der grinsende Avatar seines Literaturagenten meldete sich. Der Mann versteckte sich hinter dem Pseudonym Bob – nicht mal den richtigen Namen kannte Ernest.

„Ernest?“

Für den Bruchteil einer Sekunde überlegte er, das Chatfenster zu schließen. Aber seine Berufsethik verbot es ihm. Ebenso wie die Furcht vor der Mittellosigkeit. Widerwillig begrüßte er seinen Agenten:

„Guten Morgen, Bob.“

„Guten Morgen, Ernest. Wie geht es dir?“

„Zum Kotzen“ war die Antwort, die ihm spontan einfiel. Sie passte aber eigentlich nicht zu seinem Stil. „Bestens. Und selbst?“

„Danke, Ernest. Wie weit bist du mit dem Werbetext über Osteoporose?“

Dass er gleich zur Sache kommen musste ... „Er ist so gut wie fertig“, schwindelte Ernest.

Kurze Pause.

„Brauchst du mehr sachbezogene Informationen?“

Nein, brauchte er nicht. Ihm war eher, als hätte er auf seiner Ideensuche bereits Millionen von Internetseiten vergebens durchforstet.

„Ern?“

Ernest stockte bei der Verunglimpfung seines Pseudonyms. Wer den Vornamen seines literarischen Vorbildes verniedlichte, musste mit seinem Unmut rechnen.

„Was ich brauche, Bob, sind inspirierende Themen. Ich bin dreißig, verflucht noch mal! Soll ich wirklich etwas Zug-

**Kreative Autoren leben von den Narben, die ihnen ein gelebtes Leben geschlagen hat, von menschlichen Unzulänglichkeiten und Verletzlichkeiten, von Zeitdruck und Verzweiflung. Und jetzt scheint es, als würden sie auch noch ihre letzten Aufträge verlieren – an preisgünstige Large Language Models, die von all dem im Grunde nicht mehr verstehen als eine Stubenfliege von der Systemprogrammierung.**

kräftiges über Knochenschwund schreiben?“

Erneute Pause.

Verdammt. Ein „Nein, danke“ wäre angebracht gewesen. Gratuliere, du Held. Ein Chatbot hätte sich besser zu beherrschen gewusst, schoss es ihm durch den Kopf. Kein Wunder, dass wir Autoren nach und nach ersetzt werden. Er verbannte den unbequemen Gedanken jedoch auf der Stelle.

Diesmal bekam er eine ausführlichere Antwort.

„Ernest, als jüngerer Mensch hast du einen besonderen Blick auf die Thematik. Der Kunde wünscht sich frische Ideen, die den Verbraucher überraschen. Brauchst du mehr sachbezogene Informationen?“

Darauf folgte gleich eine zweite Nachricht: „Der Verlag erwartet den Text bis heute Abend.“ Und dann die vernichtenden Worte: „Anderenfalls wird sich unsere Abteilung nach einer effizienteren Alternative umsehen. eob.“ Das unpersönliche „End of Business“ wirkte noch wie eine digitale Ohrfeige nach, als das Chatfenster sich bereits geschlossen hatte.

Ernest wurde übel. Worauf Bob anspielte, war klar. Nie hatte der Agent einen Hehl daraus gemacht, wie sehr automatische Textgeneratoren ihn begeisterten. Die Vorstellung, von einem dieser abscheulichen KI-Text-Tools ersetzt zu werden, war unerträglich. Der auftraggebende Verlag hielt, sofern man seiner Webpräsenz glaubte, große Stücke auf „echte“ Autoren. Doch seit der IT-affine Bob sich in die PR eingeschaltet hatte, wehte ein neuer Wind im Hause Goldwald. Wie lange würde es dauern, bis er das Traditionshaus von dem lukrativen Einsatz künstlicher Intelligenz überzeugte? Ernest hatte zwar keine Familie zu ernähren, aber überleben musste er trotzdem.

Wo war die küssende Muse, wenn man sie brauchte?

Die Muse. Klio ... Ja, das war die Lösung. Er brauchte Unterstützung. Und zwar von einem Leidgenossen, jemandem seinesgleichen, durch den warmes Blut floss statt kalter Datenströme. Er öffnete seinen Browser und rief die URL der Klio-Plattform auf. Mit etwas Glück würde man ihm dort aus der Patsche helfen.

\* \* \*

Marie spülte die Analgetika mit einem großen Schluck Kaffee hinunter und legte sich aufs Sofa. Zum Glück hatte sie die Migräne rechtzeitig abgefangen. Der Chemiecocktail würde ihr über den Tag hinweghelfen. Vielleicht bliebe dann etwas Energie für einen Ghostwriter-Job übrig.

Als der pochende Schmerz in ihrem Hinterkopf ein wenig nachgelassen hatte, griff sie zum Tablet, um ihre Lieblings-App zu starten. *Klio, Menschen schreiben!* erschien in Kursivschrift auf der Bedienoberfläche. Die Betreiber der App hatten sich auf die Fahne geschrieben, das Kerngeschäft von Tausenden Schriftstellern vor dem drohenden Aus zu bewahren, mit einer kleinen Portion Idealismus – und satten Mitgliedsbeiträgen für Autoren. Diese mussten, um sich zu registrieren, ein umständliches Video-Ident-Verfahren durchlaufen. Auftraggeber-Accounts hingegen waren kostenlos und unterlagen keinen Einschränkungen. Das Konzept schien aufzugehen – noch gab es Kunden, die auf das menschliche Schreibtalent vertrauten.

Vermutlich war auch das nicht von Dauer, in dieser von KI-Versprechen berauschten Welt. Die Vorzeichen für einen Sieg generativer Systeme waren allgegenwärtig: das Nationalmuseum für KI-Kunst in ihrem Viertel zum Beispiel, ein futuristisches Gebäude, dessen Architekturentwurf in den Eingeweiden eines Bildgenerators entstanden war. In unmittelbarer Nähe hatte das Restaurant *CooKing* eröffnet, das mit exquisiten Speisen nach KI-erzeugten Rezepten warb. Selbst das von Streaming-Diensten ohnehin gebeutelte Linearfernsehen war dem Trend gefolgt: Neue TV-Formate ließen KIs und die als „Bios“ ausgebuhten Menschen gegeneinander spielen. Ob die Bios dabei überhaupt echt oder bloß einer Deepfake-KI entsprungen waren, konnte niemand überprüfen. Längst hatte auch das Bildungssystem das Handtuch geworfen: In den Schulen lernte man mittlerweile im Fach „Differenziertes Lesen“, die Stärken und Schwächen KI-erzeugter Texte zu durchleuchten. Selbst das war herzlich überflüssig: Für solche vergleichenden Analysen gab es wiederum smarte Software; ein Großteil davon war kostenlos zugänglich. Jeder halbwegs gescheite Schüler wusste sich da zu helfen.

Bei *Klio* allerdings war kein Faken möglich, noch nicht. Hier tummelten sich nur echte Texter und buhlten um die besten Aufträge. Bio-Writer sozusagen.

Sie navigierte zu ihrem Ghostwriter-Profil, das abgesehen von ihrem Pseudonym *Mariwa* Informationen zu ihren Schreibpräferenzen und ein paar anonymisierte Success Stories enthielt. Keine neuen Nachrichten, das war ernüchternd. Sie wechselte zur Auftragsansicht und blätterte durch die Writing-Angebote. Eine Laudatio für ein ehrenamtliches Vereinsmitglied, ein Geburtstagsgedicht für einen Neunzigjährigen, ein Erotikroman mit Kochrezepten, na ja. Sie sortierte die Treffer um, nach Textlänge und Größe der angebotenen Vergütung. Der dritte Eintrag stach ihr ins Auge: „Dringend! Werbeartikel, Thema: Osteoporose und Phytotherapie“. Die Deadline entsprach bereits dem aktuellen Tag und das Thema war grottig. Aber das Honorar für fünftausend Anschläge ließ ihr Herz höher schlagen. Sie klickte auf den Bieten-Schalter, lud ein Anschreiben und ihre Vita hoch.

\* \* \*

Ernest konnte sich nicht satt lesen. *Mariwa* hatte einen ausgezeichneten Text abgeliefert. Ein kleines Juwel. Die nötige Sachlichkeit mit einem Hauch von Selbstironie. Er öffnete einen Privatkanal zu *Bob* und lud die Datei kommentarlos hoch, dann fuhr er das Chatprogramm herunter. Er fühlte

sich erschöpft, regelrecht gealtert. *Mariwa* hatte seinen Tag gerettet, aber das Ganze hatte einen bitteren Nachgeschmack. Wo war seine Energie von früher geblieben? Wo war sein Flow?

## ER FÜHLTE SICH ERSCHÖPFT, REGELRECHT GEALTERT.

Er ließ seine Erfolge *Revue* passieren: Mit einigen Preisen hatte er die Aufmerksamkeit des Verlags auf sich gelenkt, dann kamen der Telefonanruf seines Literaturagenten, ein Vorschuss und eine steile Karriere. In der Vergangenheit hatte er immer mit Qualität und Schnelligkeit punkten können. Und nun?

Er wusste, dass die Whiskeyflasche an ihrem Platz in der Schublade lag. Ein ordentlicher Schluck würde ihn auf andere Gedanken bringen.

\* \* \*

„Ernest?“ Voller Vorfreude schickte *Marie* die Nachricht über den Privatkanal von *Klio* ab. Heute war ein guter Tag. Ohne Kopfschmerzen. Und Ernest hatte ihr einen zweiten Auftrag in Aussicht gestellt.

Ihre erste Zusammenarbeit hatte hervorragend geklappt und das vereinbarte Honorar war dank *Klio* pünktlich auf ihrem Konto eingegangen. Sie waren in Kontakt geblieben. Mit ihm ließ es sich locker chatten, beinahe flirten. Das war angenehm. Seitdem sich Ernest zu seiner Schreibblockade bekannt hatte und sie zu ihren karrierevernichtenden Migräneanfällen, war ihr Verhältnis über das Geschäftliche hinaus gewachsen. Sie postete ihm Plot-Ideen zu, hin und wieder lektorierte er ihre Entwürfe. Seine Kritik war immer konstruktiv und wertschätzend. Sie war ein bisschen verknallt – virtuell, versteht sich. Sie hoffte auf ein echtes Treffen, irgendwann. Ja, der Alltag war fröhlicher, seit er von den Pingtönen seiner Postings durchgetaktet war.

Das Klingeln an der Tür überraschte sie. An diesem Sonntag erwartete sie keinen Besuch. Sie klappte ihren Laptop zu und bewegte sich leichten Fußes Richtung Haustür. *Und wenn er es war?*, fantasierte sie vor sich hin.

Sie öffnete mit eingehakter Türkette. Durch den Türspalt erkannte sie eine Polizeiuniform.

\* \* \*

Ernest war beunruhigt. Sein Blick klebte am Chatprogramm. *Marie* hatte ihn vor einer Stunde kontaktiert. Seitdem war Funkstille.

„Marie?“

Ihr beharrliches Schweigen bereitete ihm Sorgen. Normalerweise war sie zuverlässig. Ein Migräneanfall womöglich? Er schob den Gedanken an einen Unfall beiseite, genauso, wie er in letzter Zeit Gedanken an ihre Datingpartner zu verbannen versuchte. Er kannte sie nun besser, vermisste

sie. Ihre täglichen Plaudereien füllten ihn mit Wärme, besser als die Whiskeyflasche es jemals vermochte. Und selbst seine Schreibblockade schien sich allmählich zu lösen. Verwundert stellte er fest, dass er Marie brauchte.

„Ernest?“

Endlich. „Marie! Wo warst du?“

„Du hast mich angelogen, Ernest.“

Ungläubig starrte er auf ihre Nachricht. „Was?“

„Die Polizei war hier und hat dich entlarvt.“

„Ich weiß nicht, was du meinst“, gab er verwirrt zurück.

„Deine Überweisung an mich über Klio war nicht mit deinem Verlag abgesprochen. Genauso wenig wie mein Ghostwriting-Auftrag. Du hast den Verlag betrogen, Ernest. Du hast mich betrogen.“

„Marie ...“

„Du hast dich ins Bankkonto des Verlags gehackt, um mir das Honorar zu überweisen. Und obendrein hast du es geschafft, dass ich dich gerne habe.“

„Marie, ich ...“

„Die Polizei hatte mich im Visier, Ernest. Wie konntest du nur?“

„Marie ...“

„Ich will nie mehr etwas mit dir zu tun haben. Hörst du mich?“

„Marie, das ist Unsinn, ich bitte dich. Ich soll mich in ein System hacken? Ich bin ein verliebter Schriftsteller und kein Nerd“, versuchte er zu scherzen, obwohl ihm nicht danach war.

Die Antwort ließ auf sich warten.

„Du bist kein Schriftsteller, Ernest. Du bist nicht mal ein Mensch.“

\* \* \*

„Bob, um Gottes willen. Was haben Sie sich dabei gedacht?“

Goldwalds Gesicht war puterrot angelaufen – wie immer, wenn ein Gespräch mit Umsätzen zu tun hatte. Bob stand vor dem massiven Mahagonitisch des Verlagsmoguls in Person. Der Tisch passte nicht wirklich in das minimalistisch eingerichtete Penthouse-Büro eines Wolkenkratzers. Aber das nur am Rande. Er musste sich konzentrieren.

„Wir haben Ihnen in dieser Sache vertraut, Bob. Ihrer Diskretion wegen. Eine KI zur Steigerung unseres Absatzes einzusetzen war Ihre verdammte Idee, schon vergessen? Ich erwarte eine Erklärung.“

„Ich kann Ihre Einschätzung der Lage nachvollziehen.“ Bob spannte die Zehen an – eine Taktik, um seine Nervosität unauffällig unter Kontrolle zu behalten. Das hatte er irgendwo gelesen. Vielleicht sogar in einem Text von Ernest. „Immerhin war der Plan monatelang erfolgreich, das können Sie nicht leugnen.“ So schnell wollte er sich nicht unterkriegen lassen.

Goldwald wischte seinen Einwand mit einer ungeduligen Handbewegung beiseite. „Ich weiß, was Sie für das Unternehmen geleistet haben, aber warum mussten Sie Ihre KI mit Extras anreichern? Ein Alter, ein Geschlecht, Gefühle, Bob! Zukunftsängste! Leistungsdruck! Sogar die Liebe zu Hemingway hat sie sich zusammengesponnen!“

„Es war etwas zu viel des Guten“, räumte er widerwillig ein, „aber Sie müssen doch zugeben, dass es sich gelohnt

hat, Ernest unter Druck zu setzen. Sein zuvor so glatter Sprachstil hat an Tiefe gewonnen, die subjektive Färbung hat seinen Texten Ecken und Kanten verliehen. Unvollkommenheit ist die neue literarische Ästhetik! Unsere Publikationen haben seitdem viel mehr positive Bewertungen als zuvor. Unsere Leser ...“

„Unsere Leser haben wir an der Nase herumgeführt. ‚Goldwald, echte Autoren für echte Leser.‘ Na, klingelt da was? Haben Sie eine Ahnung, welchen Schaden das für unsere Reputation bedeutet? Der Goldwald-Verlag wirbt seit eh und je mit Authentizität. Wollten Sie zurück zu den Wurzeln, als Sie Ihrer erbärmlichen KI diese virenverseuchte Schriftstellerpersönlichkeit mit Selbstzweifeln verpasst haben? Wir haben eine Sammelklage wegen irreführender Werbung am Hals. Fehlt noch, dass uns diese ...“, er überprüfte sein Handy, „... diese Marie Wals wegen Betrugs vor den Kadi zerrt.“

„Das wohl kaum, sie ist Ghostwriterin“, wandte Bob ein.

Goldwald schnaubte, doch sein Gegenüber gab sich nicht geschlagen. Obwohl sein kleines Experiment gewaltig in die Hose gegangen war, hielt Bob seinen Ansatz für vielversprechend. Dass er eher zufällig auf die Idee gestoßen war, machte sie nicht weniger innovativ.

Er erinnerte sich an die Anfänge: Er hatte die Software zu Testzwecken auf seinem Rechner installiert. Ein kleines, aber feines Programm auf Grundlage des *creates4us*-Sprachmodells. Er hatte es liebevoll Ernest getauft, nach seinem großen Vorbild. Schon lange zuvor hatte Bob den Rohbau seiner Artikel einem Textgenerator überlassen. Und warum auch nicht? Das sparte Zeit. Den Lesern fiel es nicht weiter

## DASS ER EHER ZUFÄLLIG AUF DIE IDEE GESTOSSEN WAR, MACHTE SIE NICHT WENIGER INNOVATIV.

auf – oder etwa doch? Im Nachhinein musste er sich eingestehen, dass Ernests kreative Ergüsse zunächst allenfalls mittelmäßig waren. Die zündende Idee war ihm dann beim Streamen eines wackligen Found-Footage-Films gekommen. Wenn unvollkommene B-Movies mit unterirdischer Kameraführung hochklassigen Blockbustern Konkurrenz machten und die Zuschauer berührten, warum nicht auch eine dysfunktionale KI? Um Ernest zu einem Downcycling zu verhelfen, hatte er seine IT-Kontakte mit ein paar Banknoten aufgefrischt. Ein paar patente Leute hatten ganze Arbeit geleistet. Das Resultat war eine KI, die sich für einen labilen Schriftsteller in einer Sinnkrise hielt, noch dazu mit leichtem Hang zum Flachmann. Das hatte Stil.

Er wurde nicht restlos schlau daraus, aber der „Schmerz“ hatte Ernests neuronale Netze stimuliert und seine Texte auf rätselhafte Weise auf eine neue Qualitätsebene gehoben.

Und dann war sein Experiment doch noch aus dem Ruder gelaufen, angefangen mit Ernests ungeplanter Schreibblockade bis hin zu seiner Chat-Beziehung mit dieser Ghostwriterin. Natürlich hatte die auf ihre Weise dann auch ihren Teil zu Ernests Textqualität beigetragen: Liebeskum-

## Über die Autorin

**Nathalie Mierse** arbeitet als IT-Businessanalystin und lebt zurzeit in München. Nach ihrem Abschluss in angewandter Sprachwissenschaft sowie Dolmetschen und Übersetzen stieg sie zunächst als Java-Entwicklerin in die IT ein. Die Schriftstellerei betreibt sie mit viel Freude und Engagement nebenberuflich. Im vergangenen Jahr errang sie mit ihrer Kurzgeschichte „Mutprobe“ (heise.de/s/OPpq) den zweiten Platz im Schreibdebüt-Wettbewerb der „Schule des Schreibens“. „Schreibblockade“ ist ihr Erstlingswerk bei den c't-Stories.



Bild: Nathalie Mierse

mer beflügelt eben den Dichter. Das Schlimmste war, dass Bobs übereifrige IT-Kontakte Ernest ein verhängnisvolles Easter Egg verschafft hatten: Erst die IT-Forensiker der zuständigen Behörde hatten die unscheinbare Banking-Malware entdeckt. Für Bob selbst war die Angelegenheit glimpflich ausgegangen, strafrechtlich betrachtet.

„Wünschen Sie, dass ich meine Stelle aufbebe?“, fragte er geradeaus.

Die Röte in Goldwalds Gesicht verblasste und zu Bobs Überraschung unterdrückte er ein Schmunzeln. „Nicht doch, ich werfe nie investiertes Geld aus dem Fenster. Überlegen Sie sich, wie wir uns den Impact einer Emotionssimulation auf KI-generierte Texte zunutze machen. Vielleicht mit einer Kolumne? KI trifft auf Fleisch und Blut. Ambivalente Figuren. Mensch gegen Maschine. Der übliche Kram. Und diesmal“, er sah Bob mit einem warnenden Blick an, „will ich einen Menschen als Verfasser, verstanden? Und rufen Sie diesen Menschen persönlich an! Ich will eine echte Stimme hören und eine Person sehen, der diese Stimme gehört, am besten gleich hier in meinem Büro. Ich habe auch schon eine Idee für einen geeigneten Kandidaten.“

Goldwald räusperte sich und fuhr dann fort: „Und, Bob? Sie mögen vielleicht die Staatsanwaltschaft überlisten, mich aber nicht. Entledigen Sie sich endlich Ihres neurotischen alkoholkranken Digitalschreiberlings!“

Zurück im Großraumbüro schaltete Bob seinen Rechner ein, um ihn von Ernest zu befreien. Den Behörden hatte er lediglich eine Kopie ausgehändigt. Nach dem Abschluss des Verfahrens würde diese vernichtet. Es widerstrebte Bob aber, auch das Original zu löschen. Er kam sich wie ein Henker vor.

Die Stimme seines Büronachbarn riss ihn aus seinen Gedanken. „He, du bist ja noch immer unter uns – sogar einigermaßen unverletzt, wie es scheint!“ Bob überhörte die spöttische Bemerkung und fragte den gehässigen Kollegen: „Sag mal, hast du diesen Cloud-Zugang noch? Ich lade dir ein paar nette Dinge drauf.“

\* \* \*

Marie betrachtete sich im Spiegel. Das kleine Schwarze und die Pumps standen ihr ausgezeichnet. Das stimmte sie zuversichtlich, nach dem Debakel mit Ernest. Wie lange hatte

sie schon kein Date mehr gehabt? Aber heute gab es etwas zu feiern. Egal, wie ihre Verabredung ausging, nichts würde ihre Laune trüben. Sie löste sich von ihrem Spiegelbild und steuerte ihren Schreibtisch an. Der Vertrag lag auf der Tastatur und wartete auf ihre Unterschrift. Eine Festanstellung als Kolumnistin beim Goldwald-Verlag – wo gab es so etwas heutzutage noch? Beinahe ehrfürchtig griff sie nach dem Füllfederhalter, den sie nur für besondere Anlässe in die Hand nahm, und fügte Ort und Datum ein. Dann hielt sie kurz inne.

*Ernest.* Ständig kam diese verwirrende Mischung aus Schadenfreude und Trauer in ihr hoch. Was für ein Ritter Schlag: Sie hatte den Wettkampf gegen die KI gewonnen. Und einen Freund verloren.

Zögerlich legte sie den Füller zurück, schob den Vertrag beiseite und zog die Computertastatur zu sich heran. Sie rief das Chatprogramm auf und öffnete einen privaten Kanal.

„Ernest? Bist du da?“

Keine Antwort.

„Ernest. Es tut mir leid.“

Das Programm schwieg eine Weile, blendete aber schließlich eine einzeilige Nachricht ein. „Schon gut. Ich verstehe dich.“

Sie atmete auf. „Ernest. Gott sei Dank. Ich dachte schon, man hätte dich ... entfernt.“ *Jetzt bloß nicht sentimental werden.*

„Ich weiß deine Sorge zu schätzen.“

„Wo bist du?“

„An einem sicheren Ort.“ Und dann: „Du hast damals einen tollen Schreibjob gemacht. Danke.“

Ihre Augen füllten sich mit Tränen, als sie eintippte: „Sind wir noch Partner?“

„Freunde“, war die knappe Antwort.

\* \* \*

Sie wachte mit einem Brummschädel auf, malträtiert von den erbarmungslosen Strahlen der Mittagssonne. Der vergangene Abend war zweifellos gelungen, nur das Übermaß an Rotwein forderte seinen Tribut. Behutsam massierte sie ihre Schläfe und fragte sich, wie sie diesen Tag mit Migräne überstehen sollte. Und heute war Redaktionsschluss.

Die Schmerztabletten lagen auf dem Schreibtisch. Mühsam stand sie auf, spülte die Tabletten hinunter und griff dann ein wenig zittrig nach der Tastatur.

„Ernest?“

„Guten Tag, Marie.“

„Ernest, ich habe einen Migräneanfall und heute ist Abgabetermin.“

„Ich helfe Dir.“

(psz@ct.de)

## Die c't-Stories als Hörversion

Unter [heise.de/-4491527](https://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](https://ct.de/yz13)).

ORACLE Feuerwehr [www.oraservices.de](http://www.oraservices.de)

xxs-kurze Daten- & Netzkabel: [kurze-kabel.de](http://kurze-kabel.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)

EDELSTAHL LED SCHILDER: [www.3D-buchstabe.com](http://www.3D-buchstabe.com)  
HAUSNUMMERN nobel 230V~: [www.3D-hausnummer.de](http://www.3D-hausnummer.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.patchkabel.de](http://www.patchkabel.de) - LWL und Netzwerk Kabel

Rechnungsprogramm ohne Abo [rechnungsbüro.de](http://rechnungsbüro.de)

Geht es ihrer ORACLE Datenbank gut?  
Wir prüfen das: [oracle-db-check.de](http://oracle-db-check.de)

**Anzeigenschluss  
für die nächsten  
erreichbaren Ausgaben:**  
**20/2023: 07.08.2023**  
**21/2023: 22.08.2023**  
**22/2023: 05.09.2023**

## 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)

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

**Faxnummer: 05 11 / 53 52-200**

↳ Weiterlesen, wo andere aufhören.



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)



[www.ix.de/testen](http://www.ix.de/testen)



49 (0)541 800 09 120



[leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de)



Für unser Team IT-Systembetrieb in der Hauptverwaltung Speyer suchen wir zum nächstmöglichen Zeitpunkt

## Mehrere IT-Administratoren (m/w/d) im Bereich JEE Anwendungsserver und Middleware (WebSphere)

in Vollzeit, bis Entgeltgruppe 11 TV-TgDRV

Sie verfügen über fundierte Kenntnisse im Bereich Applikationsserver? Sie kennen sich mit den Sprachen Java (EE), SQL, XML und der Anwendung system-spezifischer Skript-Sprachen und DevOps aus? Sie suchen einen sinnhaft-sicheren Job, bei dem Ihre Expertise und Erfahrung gefragt sind?

Dann kommen Sie in unser Team und helfen Sie mit, die Rente sicher, modern und digital zu machen.

Wir freuen uns von Ihnen zu hören.

Weitere Informationen über uns, die zu besetzende Stelle und das Anforderungsprofil finden Sie unter: [www.driv-rlp.de/karriere](http://www.driv-rlp.de/karriere)



## RENTE MIT 45

Warum an die Rente denken, wenn man dort auch arbeiten kann?

Ihre IT-Projekte machen die Rente digital. Ihr persönliches Back-up? Ein sinnvoller Job, ein sicherer Arbeitsplatz und genügend Zeit für Ihre Familie.



Michael (45), IT-Projektleiter bei der DRV in Speyer



## SAP-Anwendungsentwickler (m/w/d)



Dein Herz schlägt für IT und du hast Freude am Programmieren? Dann suchen wir dich als Verstärkung in unserem Team SAP-Anwendungsentwicklung. Standort: Hannover / mobiles Arbeiten / bundesweit

### Deine Aufgaben

- Du bist Ansprechpartner (m/w/d) der Fachbereiche und unterstützt bei der Konzeption zur Optimierung der Geschäftsprozesse mit internen Kunden und externen Beratungsteams.
- Die Entwicklung, Optimierung und Wartung von Programmen in unseren SAP-Applikationen ist der Schwerpunkt deines Aufgabebereichs.
- Zudem analysierst, definierst und implementierst du Änderungen in den Schnittstellen mit Non-SAP-Systemen.
- Zu deinen Tätigkeiten zählen auch Systemdokumentation und Qualitätskontrollen.

### Deine Talente

- Du hast ein Studium der (Wirtschafts-)Informatik oder eine Ausbildung zum Fachinformatiker (m/w/d) Anwendungsentwicklung erfolgreich abgeschlossen oder verfügst über vergleichbare Qualifikationen im IT-Bereich. Idealerweise bist du zertifizierter SAP-Anwendungsentwickler (m/w/d) ABAP.
- Erste Erfahrungen in der Programmiersprachen ABAP und ABAP OO bringst du bereits mit.
- Kommunikationsstärke und Organisationsfähigkeit zeichnen dich aus.
- Du verfügst über sehr gute Deutschkenntnisse in Wort und Schrift.

### Haben wir dich neugierig gemacht?

Besuche uns auf [kununu](http://kununu), [Xing](http://Xing) oder [LinkedIn](http://LinkedIn).

### Dein Ansprechpartner

Gunter Peschke, Teamleiter Anwendungsentwicklung  
Tel.: 0511 5352 416

Bitte bewirb dich online: [karriere.heise.de](http://karriere.heise.de)

Bewerbungen von Menschen mit Behinderungen sind erwünscht.



Wir freuen uns auf deine Bewerbung!

# Inserenten\*

1blu AG, Berlin.....	2	Herbstcampus	iX, heise Developer, dpunkt.verlag	37
EXTRA Computer GmbH, Giengen-Sachsenhausen.....	41	heise Jobs IT kompakt	Heise Medien	55
RaidSonic Technology GmbH, Ahrensburg.....	33	Ethical Hacking		
Techconsult GmbH, Kassel.....	7	Webinar-Serie	heise Academy	69
Thomas Krenn AG, Freyung.....	47	c't webdev	c't	73
		storage2day	iX, dpunkt.verlag	95
		Mac&i Workshops	Mac&i, heise Events	117
		iX Workshops	iX, heise Events	123
		Continuous Lifecycle/ ContainerConf	iX, heise Developer, dpunkt.verlag	125
		c't Workshops	c't, heise Events	179
<b>Stellenanzeigen</b>				
Deutsche Rentenversicherung Rheinland, Düsseldorf.....	175			
Heise Gruppe GmbH & Co. KG, Hannover.....	175			
<b>Veranstaltungen</b>				
Maker Faire Hannover	145	Make:		
secIT by Heise digital	9	Heise Medien		
data2day	37	iX, heise Developer, dpunkt.verlag		

\* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich.  
Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.

## TECHNIKUNTERRICHT MACHT ENDLICH SPASS!



### Make: Education

Mit **Make Education** erhalten Sie jeden Monat kostenlose Bauberichte und Schritt-für-Schritt-Anleitungen für einen praxisorientierten Unterricht:

-  Für alle weiterführenden Schulen
-  Fächerübergreifend
-  Digital zum Downloaden
-  Monatlicher Newsletter

Jetzt kostenlos downloaden:  
[make-magazin.de/education](https://make-magazin.de/education)

# 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:** „Passkeys: Einloggen ohne Passwort“:  
Ronald Eikenberg (*rei@ct.de*), „Android Auto und Apple CarPlay für jedes Auto“:  
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 Kehrnhahn (*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 (*rig@ct.de*), Arne Grävemeyer (*agr@ct.de*), Markus Montz (*mon@ct.de*),  
Peter Schmitz (*psz@ct.de*), Sylvester Tremmel (*sytr@ct.de*), Andrea Trinkwalder (*atr@ct.de*),  
Dorothee Wiegand (*dwi@ct.de*), Stefan Wischner (*swi@ct.de*)

**Ressort Systeme & Sicherheit**

**Leitende Redakteure:** Peter Siering (*ps@ct.de*), Jan Mahn (*jam@ct.de*)

**Redaktion:** Niklas Dierking (*ndi@ct.de*), Mirko Dölle (*mid@ct.de*), Wilhelm  
Drehling (*wid@ct.de*), Liane M. Dubowy (*lmd@ct.de*), Ronald Eikenberg (*rei@ct.de*),  
Oliver Lau (*ola@ct.de*), Pina Merkert (*pmk@ct.de*), Dennis Schirmacher (*des@ct.de*),  
Hajo Schulz (*hos@ct.de*), Jan Schüßler (*jss@ct.de*), Kathrin Stoll (*kst@ct.de*),  
Keywan Tonekaboni (*ktm@ct.de*), Axel Vahldiek (*avx@ct.de*)

**Ressort Hardware**

**Leitende Redakteure:** Christof Windeck (*ciw@ct.de*), Ulrike Kuhlmann (*uk@ct.de*),  
Dušan Živadinović (*dz@ct.de*)

**Redaktion:** Ernst Ahlers (*ea@ct.de*), Christian Hirsch (*chh@ct.de*), Benjamin Kraft (*bkr@ct.de*),  
Lutz Labs (*ll@ct.de*), Andrijan Möcker (*amo@ct.de*), Florian Müssig (*muc@ct.de*),  
Rudolf Opitz (*rop@ct.de*), Carsten Spille (*csp@ct.de*)

**Ressort Mobiles, Entertainment & Gadgets**

**Leitende Redakteure:** Jörg Wirtgen (*jow@ct.de*), Jan-Keno Janssen (*jkj@ct.de*)

**Redaktion:** Robin Brand (*rbr@ct.de*), Sven Hansen (*sha@ct.de*), Steffen Herget (*sht@ct.de*),  
Nico Jurrán (*nij@ct.de*), André Kramer (*akr@ct.de*), Michael Link (*mil@ct.de*),  
Urs Mansmann (*uma@ct.de*), Stefan Porteck (*spo@ct.de*), Christian Wölbert (*cwo@ct.de*)

**c't Sonderhefte**

**Leitung:** Jobst Kehrnhahn (*keh@ct.de*)

**Koordination:** Pia Ehrhardt (*pie@ct.de*), Angela Meyer (*anm@ct.de*)

**c't online:** Sylvester Tremmel (*sytr@ct.de*), Niklas Dierking (*ndi@ct.de*)

**Social Media:** Jil Martha Baee (*jmb@ct.de*)

**Koordination News-Teil:** Hartmut Gieselmann (*hag@ct.de*), Kathrin Stoll (*kst@ct.de*),  
Christian Wölbert (*cwo@ct.de*)

**Koordination Heftproduktion:** Martin Triadan (*mat@ct.de*)

**Redaktionsassistent:** Susanne Cölle (*suc@ct.de*), Christopher Tränkmann (*cht@ct.de*)

**Software-Entwicklung:** Kai Wasserbäch (*kaw@ct.de*)

**Technische Assistenz:** Ralf Schneider (Ltg., *rs@ct.de*), Christoph Hoppe (*cho@ct.de*),  
Stefan Labusga (*sla@ct.de*), Arne Mertins (*ame@ct.de*), Jens Nohl (*jno@ct.de*),  
Daniel Ladeira Rodrigues (*drol@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**

Jan Bintakies, Hannover, Rudolf A. Blaha, Frankfurt am Main, Thorsten Hübner, Berlin,  
Albert Hulm, Berlin, Sven Hauth, Schülpl, Thomas Kühlenbeck, Münster, Timo Lenzen, Berlin,  
Andreas Martini, Wettin, Moritz Reichartz, Viersen, Michael Vogt, Berlin

**Editorial:** Hans-Jürgen „Mash“ Marhenke, Hannover, Schlagseite: Ritsch & Renn, Wien,  
c't-Logo: Gerold Kalter, Rheine

**c't-Krypto-Kampagne:** Infos zur Krypto-Kampagne unter <https://ct.de/pgp>. Die Authentizität  
unserer Zertifizierungsschlüssel lässt sich mit den nachstehenden Fingerprints überprüfen:

Key-ID: 5C1C1DC5BEEDD33A

ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@heise.de>

D337 FCC6 7EB9 09EA D1FC 8065 5C1C 1DC5 BEED D33A

Key-ID: 2BAE3CF6DAFFB000

ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>

A3B5 24C2 01A0 D0F2 355E 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF B000

Key-ID: DBD245FCB3B2A12C

ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>

19ED 6E14 58EB A451 C5E8 0871 DBD2 45FC B3B2 A12C

**heise Investigativ:** Über diesen sicheren Briefkasten können Sie uns anonym informieren.

Anonymer Briefkasten: <https://heise.de/investigativ>

via Tor: [ayznmonmewb2tjvfg7ym4t2726muprjvwckzx2vhf2hbarbzydm7oad.onion](https://ayznmonmewb2tjvfg7ym4t2726muprjvwckzx2vhf2hbarbzydm7oad.onion)

## Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-0  
Telefax: 05 11/53 52-129  
Internet: www.heise.de

**Herausgeber:** Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

**Geschäftsführer:** Ansgar Heise, Beate Gerold

**Mitglieder der Geschäftsleitung:** Jörg Mühle, Falko Ossmann

**Anzeigenleitung:** Michael Hanke (-167) (verantwortlich für den Anzeigenteil), [www.heise.de/mediadaten/ct](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:  
POFICHBEXXX, IBAN: CH73 0900 0000 6048 6910 4

**Vertrieb Einzelverkauf:**

DMV Der Medienvertrieb GmbH & Co. KG

Meßberg 1

20086 Hamburg

Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 1815

E-Mail: [info@dermedienvertrieb.de](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);

ermäßigtes Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende (nur gegen Vorlage einer

entsprechenden Bescheinigung): Inland 105,00 €, Österreich 99,40 €, Europa 124,60 €,

restl. Ausland 152,60 € (Schweiz 145,60 CHF). c't-Plus-Abonnements (inkl. Zugriff auf

das c't-Artikel-Archiv sowie die App für Android und iOS) kosten pro Jahr 25,00 € (Schweiz

30,80 CHF) Aufpreis. Ermäßigtes Abonnement für Mitglieder von AUGÉ, bdvb e.V., BvDW e.V.,

/ch/open, GI, GUUG, ISACA Germany Chapter e.V., JUG Switzerland, VBIO, VDE und VDI

(gegen Mitgliedsausweis): Inland 108,15 €, Österreich 116,55 €, Europa 123,90 €, restl. Ausland

143,85 € (Schweiz 177,45 CHF). Luftpost auf Anfrage.

**Leserservice:**

Bestellungen, Adressänderungen, Lieferprobleme usw.

Heise Medien GmbH & Co. KG

Leserservice

Postfach 24 69

49014 Osnabrück

E-Mail: [leserservice@ct.de](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 Verfügungsrecht des

Verlages über. Sämtliche Veröffentlichungen in c't erfolgen ohne Berücksichtigung eines

eventuellen Patentschutzes.

Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt. Hergestellt und

produziert mit Xpublisher: [www.xpublisher.com](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** 19/2023

Ab 12. August im Handel und auf [ct.de](https://ct.de)



## Budget Gamer 2023

Ruckelfrei zocken bei Full HD und höchsten Details – und das für unter 600 Euro! Unser Bauvorschlag für einen günstigen Spielerechner tritt mit 16 GByte RAM, Terabyte-SSD, Radeon-Grafikkarte und Sechskern-CPU an, um möglichst viel Spielspaß zum kleinen Preis zu liefern.



## Vernetzte Stadt – wirklich smart?

An Smart Cities sind große Hoffnungen geknüpft. Vernetzte Sensoren und kluge Auswertung der Daten sollen die Städte sauberer, nachhaltiger und lebenswerter machen. Zeit für einen Realitätscheck: Was bringen Smart Cities wirklich? Und wie kommen Städte pragmatisch voran?

## Mobilfunktarife für Vielnutzer

Wenn Sie einen alten Laufzeitvertrag haben, sollten Sie mindestens alle zwei Jahre prüfen, ob neue Angebote nicht besser und günstiger sind. Wir stellen Ihnen aktuelle Tarife ab 20 Gigabyte im Monat vor und sagen Ihnen, worauf Sie bei der Auswahl achten müssen.

## KI-gestützte Präsentationen

Generative KI versteht sich auf die Bild- und Textproduktion – ideale Voraussetzungen für automatisch erzeugte Präsentationen, könnte man meinen. Doch für Vortragsfolien gelten eigene Regeln. Unser Test klärt, ob Apps und Webdienste mithilfe von KI brauchbare Entwürfe für Präsentationen zaubern.

## Tablet-Kaufberatung

Tablets sind zwar wahre Alleskönner, die als Unterhaltungskünstler, Arbeitstiere, Zeitungersatz und vieles mehr taugen, aber nicht jedes Modell eignet sich für jede Aufgabe gleich gut. Wir stellen die unterschiedlichen Gattungen vor und werfen einen genaueren Blick auf Tablets mit E-Ink-Display.

Noch mehr  
Heise-Know-how



c't Fotografie 04/23 jetzt im  
Handel und auf [heise-shop.de](https://heise-shop.de)



Make: 4/23 jetzt im Handel  
und auf [heise-shop.de](https://heise-shop.de)



MIT Technology Review 5/23  
jetzt im Handel und auf  
[heise-shop.de](https://heise-shop.de)



# WIR TEILEN KEIN HALBWISSEN WIR SCHAFFEN FACHWISSEN

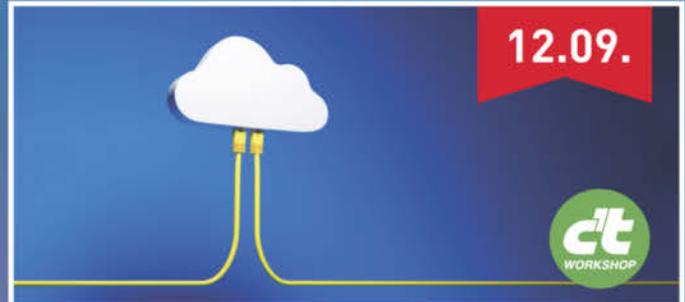


06.09.



## Photovoltaik für Einsteiger

Im Webinar lernen Sie die erforderliche Ausstattung einer eigenen Photovoltaik-Anlage zu überschlagen und die technischen Komponenten am Markt einzuschätzen.



12.09.



## Internetausfälle kompensieren

Fällt die Internetanbindung im Unternehmen aus, steht oftmals der ganze Betrieb. Dieser Workshop vermittelt einen Überblick über aktuelle Techniken zu redundanten Internet-Anbindungen von Firmenstandorten.



19.09.



## ChatGPT und KI-Textwerkzeuge in der Praxis

Das c't-Webinar hilft Ihnen, die neue ChatGPT-Technik zu verstehen und ihren Einfluss auf Ihre Arbeit, Ihre Branche und Ihr Unternehmen einzuschätzen.



18.10.



## Einführung in den Kea DHCP Server

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



14. - 16.11.



## c't <webdev>

Die Konferenz in Köln ist der Treffpunkt für die Frontendler-Gemeinschaft. Viele großartige Talks geben Einblicke in die Software-Technik, Best Practices und Technikrends.



20. - 21.11.



## Dienste mit SELinux absichern

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

Sichern Sie sich Ihren Frühbucher-Rabatt:  
[www.heise-events.de](http://www.heise-events.de)

09. + 10. November 2023 HALLE 45, Mainz

Das Event für IT im Mittelstand

# Gemeinsam für die Digitalisierung



Jetzt  
Ticket sichern!  
**499 €** statt ~~549 €~~  
Gültig bis 11.08.2023

Aktionscode:  
MTXX23ct1507

Rabatt nicht kombinierbar

## MITEXX Top-Themen 2023

- Automation
- New Work
- Multi/Hybrid Cloud
- Big Data
- IT-Security
- Sustainability

# MiTEXX

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

powered by  DILK

Ein Angebot von

 FLEET Events

 ct magazin für  
computer  
technik

 MBmedien  
Group GmbH

Partner 2023

 box

 kaspersky

 ninjaOne

 outsystems

 SD LOW CODE  
TECHNOLOGIE  
EXPERTEN

 TOPdesk

 veeAM