

Echte Geige  
aus dem  
3D-Drucker



# Die digitale Briefftasche

Handy-Wallets ersetzen Kreditkarten, Tickets und Bargeld  
Apps mit Datenschutz, Sicherheit und Komfort

## TEST

Smartwatches mit mechanischen Zeigern  
Große Festplatten für NAS und Server  
Kompakte Oberklasse-Smartphones  
Lizenzfreie Funkgeräte für alle Fälle

## Mobile LED-Projektoren

8 Mini-Beamer von 60 bis 160 Euro

## Leise 16-Zoll-Notebooks

Günstige Arbeitspferde mit matten Displays

## FOKUS

Fritzbox-Schwächen und wie man sie umgeht  
iPhone als Webcam nutzen  
Superschnelle optische Computerchips  
Wie Cyberkriminelle gutgläubige Helfer rekrutieren



€ 5,90

AT € 6,50 | LUX, BEL € 6,90

NL € 7,20 | IT, ES € 7,40

CHF 9,90 | DKK 64,00

# Von Netflix bis Paramount+: 10 Videostreaming-Dienste im Test

Überblick behalten: Inhalte, Technik, Empfang, Kosten



# DIE FRÜCHTE DEINER ARBEIT.

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



bestzero®



VPN

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

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



✓ Verfügbar für Windows, macOS, Linux und Android

Cordaware GmbH Informationslogistik +++ Fon +49 8441 8593 200 +++ [info@cordaware.com](mailto:info@cordaware.com) +++ [www.cordaware.com](http://www.cordaware.com)





## Digitalisierung: Tschüss, Plastik!

Früher habe ich nicht viel über den Inhalt meines Portemonnaies nachgedacht. Darin sammelte sich allerlei Krimskrams, der irgendwann mal superwichtig war, aber dann in Vergessenheit geriet: abgelaufene Café-Gutscheine, nicht mehr gültige Friseur-Stempelkarten und Kinotickets von "The Dark Knight Rises".

Auch nach dem Aufräumen blieben noch viel zu viele Kunden- und Bankkarten über. Beim Versuch, einen Platz dafür zu finden, erinnerte ich mich an eine Situation im Supermarkt, als eine junge Frau an der Kasse für ihre Kundenkarten ein zweites Portemonnaie zückte.

So wollte ich nicht enden. Also machte ich mich noch am selben Tag auf die Suche nach Apps, die Kundenkarten speichern. Herrjemine, so viele Apps! Manche gruselig und voller Werbung, andere nützlich. Beim genaueren Hinschauen erwiesen sich allerdings einige davon als üble Datensammler. Ausgerechnet die populärsten Apps waren die schlimmsten.

Vor solchen Datenschleudern muss man warnen, dachte ich. Kurze Rundmail in der Redaktion, rasch meldeten sich motivierte Mitstreiter und

machten sich flott ans Werk: Einige fragten Firmen an, andere durchkämmten die Datenschutzerklärung. Die Ergebnisse können Sie ab Seite 18 nachlesen.

Eine traurige Erkenntnis sei hier schon verraten: Nicht alle Karten lassen sich aus dem Portemonnaie verbannen. Denn Digitalisierung ist in Deutschland nach wie vor ein leidiges Thema: Während hierzulande der geplante digitale Ausweis "ID Wallet" kläglich scheiterte, führen Länder wie Österreich den digitalen Führerschein erfolgreich ein (siehe S. 28). Und dort funktioniert er einfach: für jedermann durchschaubar, ganz geradlinig, ohne technische Verrenkungen.



Wilhelm Drehling

Wilhelm Drehling



# TERRA MOBILE 1470U

*Außergewöhnlich.  
Flach.  
Leistungsstark*



## Holen Sie sich mit Windows 11 Pro das bisher sicherste Windows

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

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

## ERHÄLTlich BEI IHREM TERRA FACHHÄNDLER

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



WORTMANN AG empfiehlt Windows 11 Pro für Unternehmen.



Magnesium-  
gehäuse



#### TERRA MOBILE 1470U

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

Artikel-Nr.: 1220769

**1.199,-\***

Preis UVP inkl. gesetzl. MwSt.

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

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

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

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

**WORTMANN AG**  
IT. MADE IN GERMANY.

## Titelthemen

### Die digitale Brieftasche

- 18 **Karten digitalisieren** Portemonnaie entrümpeln
- 20 **Sicheres Bezahlen** mit dem Smartphone
- 24 **Kundenkarten** in Apps hinterlegen
- 28 **Digitale Ausweise** Aktueller Stand

### Von Netflix bis Paramount+

- 52 **Videostreaming-Dienste** im Vergleichstest
- 62 **Paramount+** mit ernüchterndem Start

### Leise 16-Zoll-Notebooks

- 82 **Test** Fünf ergonomische 16:10-Notebooks

### Mobile LED-Projektoren

- 98 **Test** Neun kompakte Projektoren ab 60 Euro

## Aktuell

- 14 **Notebooks** Hardware und Konzepte für 2023
- 30 **Twitter** unterdrückt Inhalte
- 32 **ChatGPT** Wie die KI die Lehre verändert
- 34 **eAU** Elektronische Krankschreibung holpert
- 36 **Open Source** GitHub Secret Scanning
- 37 **Konferenztool** OpenSlides 4
- 38 **Bit-Rauschen** Vermisste Chips, Raspi 5
- 40 **Server & Storage** Intel Xeon SP Gen 4
- 42 **DNS** gegen Quantencomputer absichern
- 44 **Netzwerke** Mehr VPN-Tempo für alte Fritzboxen
- 45 **Hardware** Core i-13000 und Ryzen 7000
- 46 **Forschung** WLAN-Router als Medizingerät
- 48 **Web-Tipps** Spenden, Bildersuche, Toolbox

## Test & Beratung

- 66 **Einplatinencomputer** Hardkernel Odroid-H3
- 68 **Mausbeweger** und Maussimulator
- 70 **Nachrüst-eSIM** für Smartphones & Co.
- 71 **TV-Klangverbesserer** Kronoton HDSX
- 72 **Kugelhahn** Gravitrax Power
- 72 **Datenbankverwaltung** DB Browser for SQLite

### 73 **Echte Geige aus dem 3D-Drucker**

### 74 **Grafikpaket** Serif Affinity V2

### 78 **Dokumentenmanagement** CompuDMS 9.0

### 80 **Termine finden** und dazu einladen mit Kulibri

### 88 **Große Festplatten für NAS und Server**

### 92 **Kompakte Oberklasse-Smartphones**

### 104 **Smartwatches mit mechanischen Zeigern**

### 110 **Lizenzfreie Funkgeräte für alle Fälle**

### 116 **Supermarkt-Apps** im Nutzwert-Check

### 177 **Bücher** CPU-Grundlagen, Synology-Praxis

## Wissen

### 122 **Zahlen, Daten, Fakten** Emojis und Emoticons

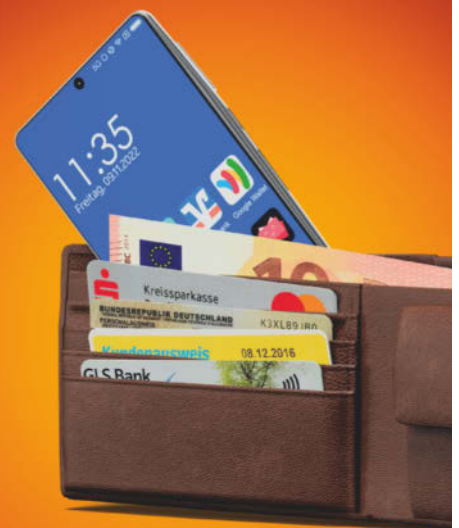
### 124 **Jubiläum** 40 Jahre c't

### 126 **Wie Cyberkriminelle Helfer rekrutieren**

### 130 **Neuromorphes Computing** KI mit Magnetwellen

### 134 **Superschnelle optische Computerchips**

## 18 Die digitale Brieftasche



Karten auf dem Smartphone zu hinterlegen bringt viele Vorteile mit sich: Man hat sie immer dabei, ein Backup davon und ein leichtes Portemonnaie. Wir haben getestet, mit welchen Apps das datenschutzfreundlich gelingt.

- 140 **Smart Home** Licht steuern mit Node-Red
- 172 **Recht** Haftung bei KI-Betreibern

## Praxis

- 146 **Fritzbox-Schwächen und wie man sie umgeht**
- 150 **Windows** Administrator-Konto reaktivieren
- 152 **iPhone als Webcam nutzen**
- 154 **Container** Einstieg in Kubernetes, Teil 5
- 160 **Linux** Udev-Regeln für Hardware
- 164 **Steam Deck** PlayStation-Spiele streamen
- 168 **OpenDTU** Einfaches Photovoltaikdashboard

## Immer in c't

- 3 **Standpunkt** Digitalisierung: Tschüss, Plastik!
- 8 **Leserforum**
- 13 **Schlagseite**
- 50 **Vorsicht, Kunde** Freenet ignoriert Zusagen
- 174 **Tipps & Tricks**
- 178 **FAQ** c't-Notfall-Windows 2023
- 182 **Story** Einer für alle
- 191 **Stellenmarkt**
- 192 **Inserentenverzeichnis**
- 193 **Impressum**
- 194 **Vorschau 4/2023**

## 52 Von Netflix bis Paramount+



Paramount+ versucht sich als Videostreamingdienst zu etablieren, während die anderen über Werbung nachdenken und die Preise erhöhen. Eine gute Gelegenheit, sich einen neuen und variablen Abo-Mix zusammenzustellen.

### Frisch aus c't Nerdistan

- 140 **Node-Red** Perfekte Lichtsteuerung im Bad
- 160 **Linux** Mit Udev Zugriff auf USB-Sticks gewähren
- 164 **Steam Deck** PlayStation-Spiele streamen



### Hardcore

- 134 **Optische Digitalcomputer** Aufbau und Elemente
- 146 **Fritzbox** Wechseln auf andere Router



## Primitive Inselsysteme

Warum das Gesetz zur Digitalisierung der Verwaltung scheiterte, c't 2/2023, S. 12

1972: Ärzte notierten ihre Verordnung in „Doktorschrift“ und gaben sie den Patienten. Die bekamen in der Apotheke – teils „auf gut Glück“ – ihr Medikament. Das Rezept ging in eine Apothekenabrechnungsstelle. Eine Datentypistin las es und druckte einen magnetischen Code auf. 80.000 kassenärztliche, kodierte Rezepte pro Stunde sortierte ich als Schüler im Ferienjob. Sie wurden maschinell gelesen, auf ein Band gespeichert und vom Großrechner verarbeitet.

Das kam mir 1972 schon antiquiert vor. Ein kleiner Datenträger müsste her, der Arzt müsste die Verordnung sicher darauf speichern, der Patient bekäme das richtige Medikament, die Abrechnung des Ganzen wäre schnell per Computer erledigt. Auch Missbrauch ließe sich schneller entdecken und bekämpfen. Doch das papiergestützte System funktioniert 2023 in Deutschland immer noch. Wenn sich so ein primitives Inselsystem mehr als 50 Jahre hält, warum soll dann die Digitalisierung auf anderen Gebieten – in der Verwaltung gar – funktionieren?

Peter Theißen

## Hungerlöhne

Der Behördenwasserkopf und der Föderalismus werden auch weiterhin verhindern, dass es besser wird in Deutschland. Es wird auch nichts, weil der Staat eigene Software schmieden braucht, aber da scheitert es am Willen und an der Bezahlung. Solange der öffentliche Dienst nur Hungerlöhne im IT-Bereich im Vergleich zum Markt zahlt, bekommen die nie gute Leute.

voices

## Fragen zu Artikeln

✉ Mail-Adresse des Redakteurs am Ende des Artikels

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

## Nachhaltig?

Nokia X30 5G mit neuem Mietkaufmodell für Smartphones und Tablets im Test, c't 2/2023, S. 96

Recycling-Prozess schön und gut. Aber leider gehen die Leute mit gemieteten Gegenständen meist noch schlechter um als mit eigenen. Das heißt: Miete motiviert nicht zur Nachhaltigkeit. Für die 635 Euro Miete des Nokia für zwei Jahre kann man das Google Pixel 7 mit ebenfalls 128 GByte Speicher kaufen und hat noch circa 50 Euro für schützendes Zubehör et cetera übrig. Das wird bis Oktober 2027 monatlich immer mit Updates versorgt und man sollte es auch mindestens so lange nutzen, bevor man sich was Neues kauft.

notting

## Vorsicht mit der neuen Version

Topaz Video AI verbessert Videomaterial, c't 2/2023, S. 92

Ich nutze Topaz Video AI seit 10 Monaten. Die alte Version 2.6.4 ist bis zu zehnmal schneller und läuft stabil. Die Versionen 3.0.x sind im Grunde Alphas.

Nach meiner Erfahrung nutzt man am besten Protheus Fine Tune mit manuellen Werten. Je nach Film ist Topaz Video AI mehr oder weniger sinnvoll. Blade Runner 1982 etwa kann man umrechnen in moderne Qualität. Die Atmosphäre ist aber dahin. Exzellente Verbesserungen gibt es hingegen bei anderen alten Filmen der 70er und 80er. Und Zeitlupen sind spektakulär mit der stabilen Version 2.6.4

Olivier Hess

## Dünne Luft

Nutzen und Grenzen von Apples Advanced Data Protection, c't 2/2023, S. 44

Sie schreiben, dass ein Ausweg aus dem Dilemma mit unverschlüsselten Kalender- und Kontaktdaten ein heimischer NAS-Speicher sei. Das ist nicht falsch, aber abseits der technikaffinen c't-Leserschaft wird die Luft schnell dünn; es fehlen Kenntnisse und auch die Bereitschaft, sich einen weiteren Stromverbraucher hinzustellen. Es gibt aber auch in Deutsch-

## Wir freuen uns über Post

✉ redaktion@ct.de

💬 c't Forum

📘 c't Magazin

📧 @ctmagazin

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

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

land Hosters, die etwa Nextcloud-Accounts anbieten.

Patrik Schindler

## Linux-Windows

Mini-PC mit ARM-CPU: Microsoft Windows Dev Kit 2023 für Entwickler, c't 2/2023, S. 78

Anstatt seit Jahren krampfhaft zu versuchen, x86 auf ARM auszuführen, sollte Microsoft doch lieber eine Linux-Distribution rausbringen, die so aussieht wie Windows, von mir aus auch so gängelt wie Windows, aber ansonsten ein waschechtes Linux ist. Da hätten dann alle was davon: Die einen ein schnelles Windows, die anderen ein paar nette ARM-PCs für ihre Lieblings-Distribution.

Magiceye

## Warum nur über Firmware?

Flexible Heimvernetzung mit Open Source, c't 2/2023, S. 58

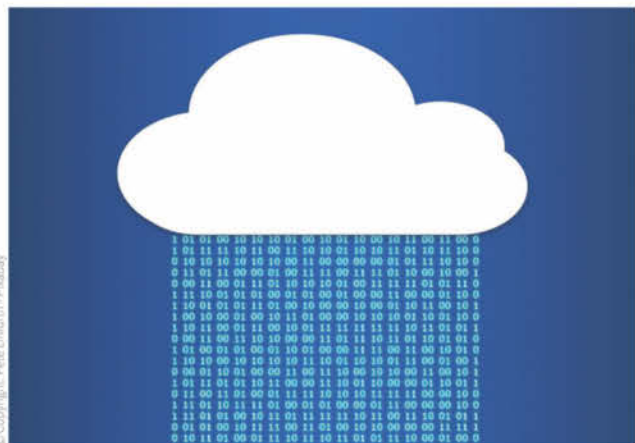
Ich bin wohl am ehesten der Typ Bastler und habe mir über die Jahre circa 50 Smart-Home-Komponenten zugelegt, die meisten davon funken über die Tuya-Cloud. Ein cloudunabhängiges Smart Home wäre tatsächlich eine tolle Sache, aber der hier beschriebene Weg über das Einspielen neuer Firmware scheint mir eher für einzelne einfache Schaltsteckdosen geeignet zu sein. In meinem Fall dürfte allein die Kompatibilitätsrecherche (z. B. für die IR-Fern-

# Weshalb Ihre E-Mails in der Cloud nicht automatisch sicher sind

Die Nutzung von Diensten aus der Cloud ist für Unternehmen und Anwender mittlerweile ein gewohnter Standard. Schließlich gibt es viele Vorteile (Skalierbarkeit, geringere Investitionskosten usw.). Allerdings wissen nicht alle Unternehmen und Nutzer, dass sie selbst die Verantwortung für den Schutz Ihrer Daten in der Cloud tragen.

## Schützen Sie Ihre Daten in der Cloud

In den Vertragsbedingungen der meisten Cloud-Anbieter findet sich das sogenannte **Shared Responsibility-Modell**: Die Archivierung Ihrer E-Mails, das Backup Ihrer Daten und teilweise auch Anwendungen liegen üblicherweise in Ihrer Verantwortung. Der Cloud-Anbieter selbst garantiert in den meisten Fällen nur die Verfügbarkeit seiner Services. Vielen Unternehmen ist das nicht bewusst. Ein Totalausfall eines Cloud-Services, z.B. verursacht durch Cyber-Attacken oder Naturkatastrophen, kann schwerwiegende Folgen haben. Neben dem Verlust von enormem Wissen, das in den verlorenen Daten steckt, kann dies auch rechtliche Konsequenzen haben und die Produktivität der Mitarbeiter negativ beeinflussen (E-Mail-Server nicht verfügbar etc.).



Die Nutzung von Cloud-Diensten ist für viele Unternehmen inzwischen Standard – jedoch mit Risiken verbunden.

Ihr Unternehmen kann im schlimmsten Fall das Geschäft temporär nicht fortführen. Systeme müssen neu aufgesetzt werden und viele Daten sind eventuell nicht wiederherzustellen. Konzepte wie **Business Continuity** bekommen in einem derartigen Fall eine sehr konkrete Bedeutung.

Bezogen auf Ihre geschäftlichen Daten sollten Sie vor allem diese drei Punkte berücksichtigen:

### 1. Übernehmen Sie die Verantwortung für Ihre Daten

In den meisten Fällen obliegt die Sicherung und Archivierung Ihrer Daten nicht dem Cloud Provider, sondern Ihnen selbst.

### 2. Schützen Sie sich vor Datenverlust

Erstellen Sie einen Disaster Recovery-Plan für kritische Daten und E-Mails. Backup und Archivierung sind die Grundpfeiler dafür.

### 3. Bewahren Sie Ihre Unabhängigkeit

Machen Sie sich nicht von einem einzigen Cloud-Anbieter abhängig.

Die dauerhafte Verfügbarkeit von geschäftsrelevanten Daten und IT-Systemen ist Grundvoraussetzung für den Geschäftserfolg vieler Unternehmen. Deshalb ist es wichtig, dass Sie als Kunde von Cloud-Diensten die Verantwortung für Ihre Daten übernehmen und beispielsweise Ihre geschäftliche E-Mail-Kommunikation durch eine professionelle E-Mail-Archivierung schützen und dauerhaft verfügbar halten.

## E-Mail-Archivierung made in Germany – zertifiziert nach GoBD und DSGVO

Sind Sie als mittelständisches Unternehmen interessiert mehr über E-Mail-Archivierung zu erfahren? Besuchen



Sie uns auf [www.mailstore.com](http://www.mailstore.com) oder schreiben uns eine E-Mail über [sales@mailstore.com](mailto:sales@mailstore.com). Gerne beantworten wir auch Ihre Fragen direkt am Telefon unter der 02162-502990. ■

### MailStore Software GmbH – An OpenText Company

Clörather Str. 1-3

41748 Viersen

E-Mail: [sales@mailstore.com](mailto:sales@mailstore.com)

Tel.: +49-(0)2162-502990



bedienungen, Schaltaufsätze, Alarmsysteme, Gardinenmotoren u. v. m.) ein großer Aufwand und damit eine Hemmschwelle sein, vom Flashen der zig Geräte mit all den möglichen Fehlerszenarien will ich gar nicht erst sprechen.

USchwo

## Langsam erwachsen

Erklärbare künstliche Intelligenz erkennt Tumorgewebe nachprüfbar, c't 2/2023, S. 154

Endlich ein Lichtblick am Horizont! Vielleicht verhilft dieser Ansatz dem Hype-Thema KI nun endlich zu mehr „Ernsthaftigkeit“. Einem Programm eine Menge Bilder vorzuwerfen und zu hoffen, dass es die richtigen Merkmale in die Erkennung eingebaut hat, ist aus meiner Sicht nämlich nicht sonderlich ernsthaft, sondern mehr ein Herumdoktern, was man mit der Technik anstellen kann. Wird Machine Learning langsam erwachsen?

Patrik Schindler

## Probleme mit Treibern

Der Einplatinencomputer Hardkernel Odroid-H3 mit Intel Celeron N5105, c't 3/2023, S. 66

Ein Problem bei vielen Einplatinencomputern sind die Treiber mit Binary Blobs, welche ein Linux Kernel Update verhindern, sobald der Blob nicht mehr aktualisiert wird. Realtek veröffentlicht zwar den Quellcode, aber in einer schlechten Qualität, das gilt auch für den RTL8125B, weshalb dieser erst überarbeitet werden muss, bis er im Kernel landet. Mit den unterschiedlichen Datentransferraten beim Senden und Empfangen wird das im Artikel ja angedeutet.

Alexander Schmidt

## Flackern behoben

Monitor-Heuchler, c't 1/2023, S. 80

Ich habe solch einen Dummy vor einigen Wochen für ein MacBook Pro gekauft (drei Jahre alt, mit i5-Prozessor). Denn das MacBook zeigte beim normalen Betrieb plötzlich einen ständig schwarz flackernden Bildschirm. Nach Abnehmen der Bodenplatte war dies kurzzeitig behoben, kam jedoch wieder.

Beim Apple-Händler wurde mir zum Austausch des Displays für über 600 Euro geraten. Da der Fehler beim Anschluss



So ein HDMI-Dummy für unter 20 Euro ersparte unserem Leser eine Notebook-Reparatur, die über 600 Euro kosten sollte.

eines externen Displays (sowohl gespiegelt als auch erweitert) nicht mehr auftrat, suchte ich nach einer entsprechenden Lösung für unterwegs. Dank günstigem HDMI-Dummy, verbunden über einen USB-C-HDMI-Adapter, flackert nun auch im mobilen Betrieb nichts mehr.

Franz Hochstetter

## Dogmatischer Datenschutz

Datenschutzbeauftragte versagen Microsofts Cloud-diensten Rechtskonformität, c't 1/2023, S. 36

Als das Gymnasium meines Sohns eine selbst gehostete Lösung für ihre Cloud und Videokonferenzen aus dem Boden stampfen musste, kam ein nur leidlich nutzbares System mit NextCloud und irgendeiner Open-Source-Webkonferenz heraus. Seit sie auf Microsoft Teams migriert haben, funktioniert endlich alles wie gewünscht und ist jetzt erst wirklich gut nutzbar. Persönlich bin ich kein Freund von Teams, sehe aber, dass es gerade in professionellem Umfeld vermehrt eingesetzt wird – dogmatischer Datenschutz hin oder her.

Fox42

## Dicke zweitrangig

Neun kompakte Oberklasse-Notebooks von leicht bis leistungsstark ab 1000 Euro, c't 1/2023, S. 88

Die Dicke der Notebooks ist zweitrangig. Wichtig ist ausreichend Belüftungsraum und Platz beziehungsweise Anschlüsse für Massenspeicher. Wenn die Geräte etwas dicker sind, so ändert dies das Gewicht kaum. Dennoch wird die Stabilität und die Möglichkeit für eine bessere Belüftung und für ergänzende Massenspeicher geboten. Andere monieren die schlechteren Tastaturen durch Höhenmangel.

Wenn die Politik wirklich ernsthaft an Nachhaltigkeit dächte, würden Gehäuse und Mainboards und so weiter standardisierbar werden und damit austauschbar.

ulp

## Kommunikation verschlüsseln?

Viele Ampeln sind per Funk einfach manipulierbar, c't 1/2023, S. 120

Ich teile Ihren Ärger darüber, dass noch immer Technik aus den 80ern in der Verkehrsleitung auf der Straße eingesetzt wird, die keinerlei Datenschutz gewährleistet. Ich verstehe aber nicht Ihr Vorgehen, ausführlich eine Einleitung zur Manipulation dieser Systeme in Hard- und Software mithilfe dieser Sicherheitslücken zu veröffentlichen, nicht aber auf die Möglichkeiten einzugehen, diesen Datenverkehr durch Zertifikate und verschlüsselte Übertragung zu sichern.

Durch Kapselung könnte man dabei sogar die alten Systeme weiterverwenden, nur die Kommunikation müsste man durch die verschlüsselten Kanäle schicken. Ich bin nämlich sicher, dass die Verkehrsleitungsverantwortlichen keinen Schimmer haben, wie das gehen soll und deswegen nicht handeln.

Gerhard Roland

*In der Theorie ist Ihr Vorschlag absolut richtig, aufgrund der Beschaffenheit der Anlagen würde aus unserer Sicht eine solche Änderung aber einen ähnlichen Aufwand verursachen wie die im Artikel genannte Umstellung auf Digitalfunk.*

## Ergänzungen & Berichtigungen

### Busuu Live eingestellt

Babbel Live und Busuu Live im Praxistest, c't 1/2023, S. 68

Wenige Tage nach Erscheinen der Ausgabe 1/2023 hat Busuu bekannt gegeben, seinen Onlinedienst „Busuu Live“ einzustellen. Verbleibende Guthaben lassen sich noch für Unterrichtsstunden verwenden, bis sie verfallen. Neue Verträge kann man aber nicht mehr abschließen. Die Sprachlern-App „Busuu“ ist von dieser Entwicklung nicht betroffen.





# Homepage Yes

## 10 .de-Domains inklusive

- > Kostenlose SSL-Zertifikate für alle Domains
- > Viele 1-Klick-Apps inklusive
- > Webbaukasten
- > Webkonferenzlösung
- > 120 GB Webspace
- > 750 E-Mail-Adressen
- > 75 GB E-Mail-Speicher
- > 75 MySQL-Datenbanken

DAUERPREIS

**2,49**

€/Monat\*



**Angebot gültig bis  
31. Januar 2023!**

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

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

# Maßgeschneidert!

## Bauen Sie Ihren Wunsch-PC



### ct HARDWARE-GUIDE

Test • Praxis • Bauvorschläge

**PLUS**  
Webinar  
im Wert  
von 99,- Euro

#### 90 Minuten Webinar

**Sichere Konfiguration von Büro-PCs:**  
Hardware und BIOS-Setup

**Selbstbau Wunsch-PC**  
Allround-PC: Sparsam, leise, trotzdem schnell  
High-End-Rechner mit AMD Ryzen 7000  
Bauvorschläge für Gaming optimieren

**Komponenten im Test**  
Duell: AMD Ryzen 7000 vs. Intel Core i-13000  
300-Euro-Grafikkarten im Vergleich  
Günstige Ryzen-Prozessoren zum Aufrüsten

**Kaufberatung SSDs und Festplatten**  
Welche SSD für welchen Zweck?  
Wofür sich Festplatten lohnen

**Ratgeber Hardware-Kauf**  
Die richtigen Komponenten für Ihre Software

### ct HARDWARE-GUIDE

Test • Praxis • Bauvorschläge

**PLUS**  
Webinar  
im Wert  
von 99,- Euro

#### 90 Minuten Webinar

**Sichere Konfiguration von Büro-PCs:**  
Hardware und BIOS-Setup

**Selbstbau Wunsch-PC**  
Allround-PC: Sparsam, leise, trotzdem schnell  
High-End-Rechner mit AMD Ryzen 7000  
Bauvorschläge für Gaming optimieren

**Komponenten im Test**  
Duell: AMD Ryzen 7000 vs. Intel Core i-13000  
300-Euro-Grafikkarten im Vergleich  
Günstige Ryzen-Prozessoren zum Aufrüsten

**Kaufberatung SSDs und Festplatten**  
Welche SSD für welchen Zweck?  
Wofür sich Festplatten lohnen

**Ratgeber Hardware-Kauf**  
Die richtigen Komponenten für Ihre Software

Neben den Bauvorschlägen für PCs unterstützt Sie dieses Sonderheft mit einer umfangreichen Kaufberatung zu gängigen PC-Komponenten. Die Artikel helfen Ihnen nicht nur beim Bau eines neuen Rechners, sondern auch beim Aufrüsten bestehender Systeme. So beschenken Sie Ihrem Rechner einen zweiten Frühling, tun der Umwelt etwas Gutes und sparen obendrein noch Geld!

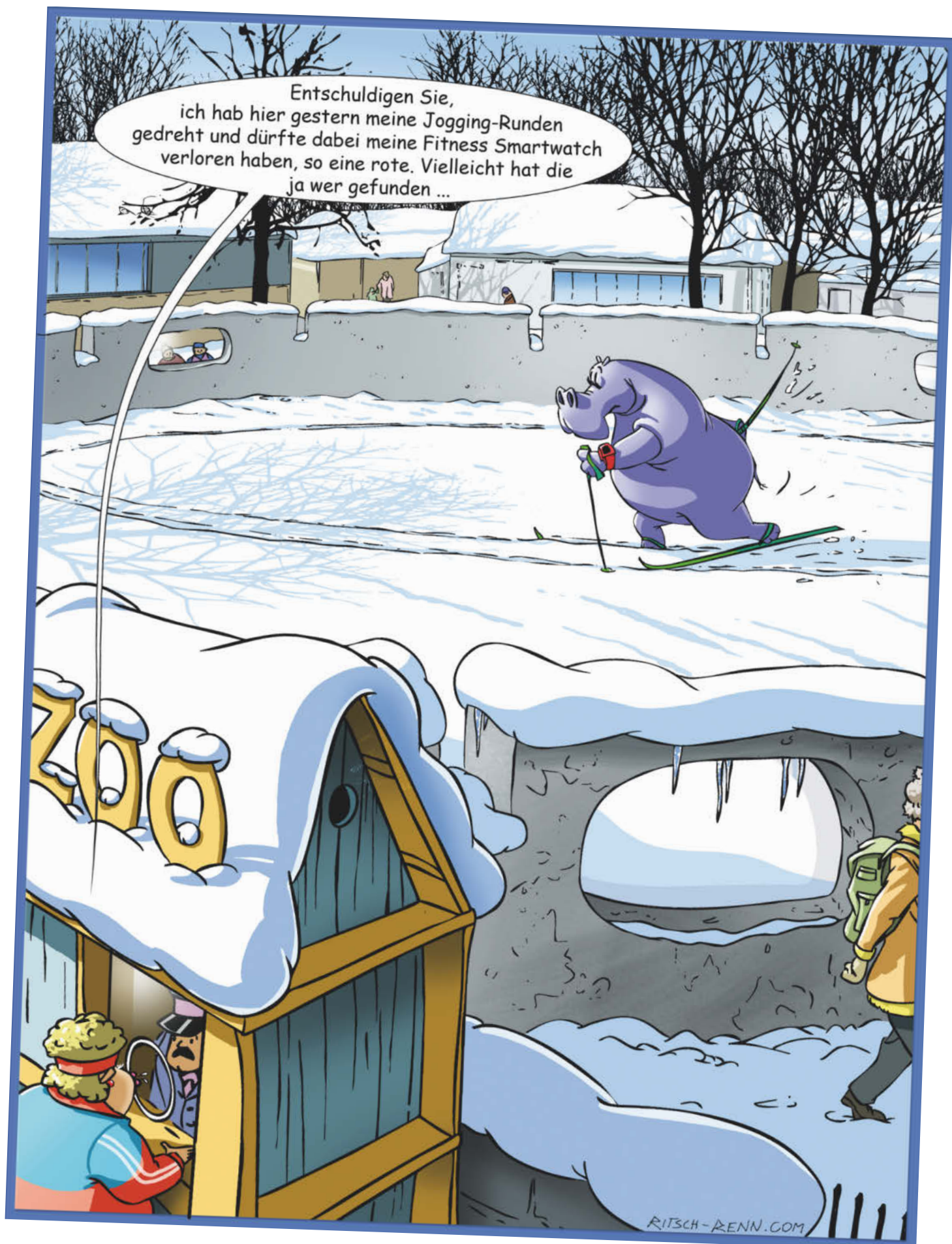
- Selbstbau-Wunsch-PC
- Allround-PC: Sparsam, leise, trotzdem schnell
- Komponenten im Test
- Kaufberatung SSDs und Festplatten
- Ratgeber Hardware-Kauf
- inkl. GRATIS-Webinar: Sichere Konfiguration von Büro-PCs – Hardware und BIOS-Setup

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



[shop.heise.de/ct-hardwareguide22](https://shop.heise.de/ct-hardwareguide22)





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



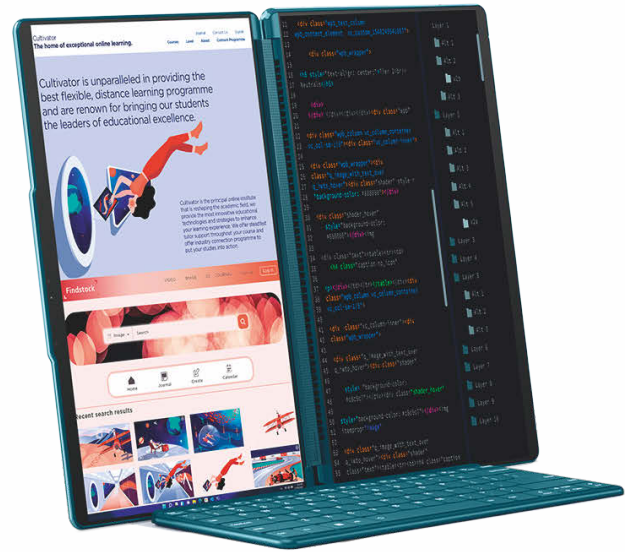


Bild: Lenovo

# Mobile Jahresvorschau

## Notebooks: Hardware und Konzepte für 2023

**Auf der Technikmesse CES enthüllten AMD, Intel und Nvidia neue Mobilchips und Notebookhersteller die damit bestückten Geräte. Der Jahrgang 2023 bringt am oberen Ende starke CPUs und GPUs für große Gamingnotebooks; für Normalo-Laptops gibt es hingegen nur ein wenig Auffrischung unter neuem Label. Aufsehen erregen außergewöhnliche Bauformen mit besonderen Bildschirmen.**

Von Florian Müssig

Die Technikmesse CES läutet Anfang Januar in Las Vegas traditionell das neue Hardwarejahr ein – so auch 2023: Für Notebooks wurde fast der gesamte Fahrplan bis Jahresende gezeigt. Bei den CPUs und GPUs setzt sich der Trend fort, dass es mit den neuen Chipgenerationen einen ordentlichen Performancezuwachs gibt.

Wer also tragbare Geräte mit den stärksten Modellen kauft, stößt schnell in neue Leistungssphären vor. Das Leistungsplus wird aber durch die Bank mit einem höheren Energieeinsatz erkauft, was weder angesichts der derzeitigen Energiekrise noch hinsichtlich des Konzepts „Notebook“ als mobiles und vornehmlich energieeffizientes Stückchen Hardware Sinn ergibt – aber der Reihe nach.

### Das dicke Ende kommt zuerst

Intel gab auf der CES den Startschuss für die dreizehnte Core-i-Generation. Technisch spannend ist an deren oberen Ende die Baureihe HX für besonders rechenstarke Notebooks. Solche Prozessoren verheizen nominell 55 Watt (und kurzzeitig noch viel mehr), doch im Gegenzug bekommt man wie bei Desktop-PCs bis zu 8 P- und bis zu 16 E-Kerne (siehe dazu auch den Artikel auf S. 45). Den Vollausbau gibt es nur als Core i9, diesen aber gleich in drei Varianten (13980HX, 13950HX, 13900HX), die sich irrsinnigerweise kaum unterscheiden.

Als Core i7 bezeichnet Intel Kombinationen von 8 oder 6 P-Kernen mit 12 oder 8

E-Kernen; und der kleinste Core i5-13450HX kombiniert gar nur 6 P- mit 4 E-Kernen. Pikant: Schon bei der zwölften Core-i-Generation hat Intel eine HX-Serie nachgeschoben, und auch dort gab es schon 8P+8E – merklich mehr Leistung durch zusätzliche E-Kerne gibt es also nur bei den drei i9- und dem höchsten i7-Modell.

Dauerkonkurrent AMD kontert in der Ryzen-7000-Familie ebenfalls mit einer technisch von Desktop-CPU abtastenden Hochleistungsbaureihe, die gleichfalls HX heißt. Dank der Neulinge gibt es erstmals mehr als acht Kerne für AMD-Notebooks, nämlich bis zu sechzehn Zen-4-Kerne beim Topmodell Ryzen 9 7945HX.

Alle HX-Prozessoren sind für leistungsstarke Gamingnotebooks gedacht – und für die kommt zeitgleich sehnsüchtig erwarteter GPU-Nachschub von Nvidia: Zur CES debütiert das komplette RTX-4000-Angebot vom niedrigen Mittelklassemodell GeForce RTX 4050 bis zum High-End-Chip GeForce RTX 4090. Letzterer kann wegen der Innenraumbeschränkungen von Notebooks nicht die 450 Watt des gleichnamigen Desktopgegenstücks verheizen (Nvidia sieht 80 bis

150 Watt vor), hat mit dem Namensvetter aber auch sonst nur wenige Gemeinsamkeiten: Es gibt nur 9728 CUDA-Kerne – die Desktopgrafikkarte hat derer 16.384.

Je nach Dimensionierung des Notebookkühlsystems dürften die Notebookhersteller mehr oder weniger Zunder geben: Wir haben in Notebook-Datenblättern mobile RTX 4090 mit 175, 165, 145 und 125 Watt gefunden. Der GPU-Name allein sagt also weiterhin nichts über die 3D-Leistung eines Notebooks aus. Wir sind auch schon auf eine auf 60 Watt limitierte RTX 4070 (4608 CUDA-Kerne) gestoßen – was zulässig ist: Nvidia spezifiziert die GPU mit 35 bis 115 Watt.

Wie gut sich die neuen Grafikchips im Alltag schlagen, werden erst unabhängige Tests zeigen. Auf die muss man wohl nicht mehr lange warten: Wenn die Hersteller ihre Lieferversprechen halten, kommen schon ab Februar erste Systeme in den Handel. Dicke Performance erfordert dicke Geldbeutel: Notebooks mit GeForce RTX 4080 (7424 CUDA-Kerne) dürften kaum unterhalb von 2500 Euro anzutreffen sein.

### Form follows Hitze

Nein, diese Abwandlung der klassischen Designrichtlinie „Form follows Function“ bedeutet nicht, dass Notebookgehäuse aus Kunststoff gleich schmelzen, wenn darin die rechenstarken 2023er-Chips zum Einsatz kommen. Die hohe Abwärme unter Volllast fordert aber anderweitig Tribut: Die Notebook-Größenklasse mit 17 Zoll wird zwar durchaus noch bedient, gerne aber auch durch noch größere 18-Zöller ersetzt.

18-Zoll-Notebooks mit High-End-Komponenten findet man unter anderem bei Acer (Predator Helios 18), Asus (ROG Strix Scar 18), Dell (Alienware m18) und Razer (Blade 18). Üblich ist bei allen mehr Bildhöhe dank 16:10-Format, während 17-Zöller häufig bei unzeitgemäßem 16:9 verharren. Bei kleineren Geräten wie den gängigen 16-Zöllern bedarf es erst recht exquisiter Kühlsystemtechnik wie Flüssigmetall, Vapor Chambers und etlichen Heatpipes, um die 2023er-Chipgeneration bis zum Anschlag ausfahren zu können. Asus baut in viele neue Gamingnotebooks drei statt vormals zwei Lüfter ein.

Alles Weitere sind eher Evolutionschritte: Es gibt Bildschirme, die für HDR-Freuden in mehreren Segmenten von Mini-LEDs erleuchtet werden; Grafikchips und SSDs lassen sich mit rasantem PCIe

**Groß, größer, Gaming-Notebook: Mehrere Hersteller verpacken spieltaugliche Hochleistungschips in diesem Jahr in ausladende Gehäuse, die wie das abgebildete Acer Predator Helios 18 Bildschirme mit 18 Zoll Diagonale beherbergen.**



Bild: Acer

5.0 statt PCIe 4.0 an die CPUs koppeln. Hinsichtlich von wild blinkenden RGB-LEDs erleuchteten Gehäusen ist alles beim Alten geblieben. Naja, fast alles: Beim Dell Alienware x16 wird erstmals auch das Touchpad mit bunt wabernden Lichteffekten verziert.

### Kalter Aufguss

Wer ein Notebook zum Arbeiten sucht (siehe auch S. 82), für den sind die H-, P- und U-CPUs der dreizehnten Core-i-Generation beziehungsweise Ryzen 7000 eher enttäuschend. Intel spendiert H-Modellen (und nur diesen) zwar PCIe 5.0, aber sonst keine neuen Schnittstellen. Es gibt also weder Wi-Fi 7 noch eine neuere Thunderbolt-Generation, obwohl Intel diese bereits Ende 2022 angeteasert hatte.

Unterschiede zur Vorgängergeneration muss man mit der Lupe suchen. Meist findet man nur beim Takt eine Stufe mehr, und mitunter dürfen Hersteller floter Arbeitsspeicher (LPDDR5X statt LPDDR5)

auflöten. Wir erwarten, dass man das 28-Watt-Topmodell Core i7-1370P (6P+8E) wie den Core i7-1280P – beide haben die maximale Kernausbaustufe 6P+8E – nur vereinzelt antreffen wird und das Gros der Notebooks wieder mit 4P+8E-Modellen ausgestattet wird.

AMD wiederum hat die Baureihen Ryzen 7x35U und 7x30U für den Massenmarkt gedacht. Beide sind alte Bekannte: Die Tabelle auf Seite 16 offenbart, dass alle 7x35-Ryzens ein Aufguss der bisherigen Ryzen-6000-CPUs sind und alle 7x30-Ryzen einer der noch älteren Ryzen-5000-CPUs. Beide haben bis zu acht Zen-3-Kerne, aber unterschiedlichen Funktionsumfang: USB4 als Thunderbolt-Gegenstück gibt es nur bei höherwertigen Ryzen 6000 respektive 7x35. Dieser soll es konzeptionell mit Intels P-Modellen aufnehmen, während die 7x30-Prozessoren Intels schwächere U-Modelle (2P+8E) kontern.

Damit vermarkten beide CPU-Hersteller das, was früher einmal als unauf-

## HX-Prozessoren für leistungsstarke Notebooks

Prozessor	Kerne / Threads	Cache	Takt (Basis / Turbo)	TDP [W]
AMD Ryzen 9 7945HX	16 / 32	80 MByte	2,5 / 5,4 GHz	55-75+
AMD Ryzen 9 7845HX	12 / 24	76 MByte	3,0 / 5,2 GHz	45-75+
AMD Ryzen 7 7745HX	8 / 16	40 MByte	3,6 / 5,1 GHz	45-75+
AMD Ryzen 5 7645HX	6 / 12	38 MByte	4,0 / 5,0 GHz	45-75+
Intel Core i9-13980HX	8P+16E / 32	36 MByte	P: 2,2 / 5,6 GHz, E: 1,6 / 4,0 GHz	55-157
Intel Core i9-13950HX	8P+16E / 32	36 MByte	P: 2,2 / 5,5 GHz, E: 1,6 / 4,0 GHz	55-157
Intel Core i9-13900HX	8P+16E / 32	36 MByte	P: 2,2 / 5,4 GHz, E: 1,6 / 3,9 GHz	55-157
Intel Core i7-13850HX	8P+12E / 28	30 MByte	P: 2,1 / 5,1 GHz, E: 1,5 / 3,8 GHz	55-157
Intel Core i7-13700HX	8P+8E / 24	30 MByte	P: 2,1 / 5,0 GHz, E: 1,5 / 3,6 GHz	55-157
Intel Core i7-13650HX	6P+8E / 20	24 MByte	P: 2,6 / 4,9 GHz, E: 1,9 / 3,6 GHz	55-157
Intel Core i5-13600HX	6P+8E / 20	24 MByte	P: 2,6 / 4,7 GHz, E: 1,9 / 3,6 GHz	55-157
Intel Core i5-13500HX	6P+8E / 20	24 MByte	P: 2,5 / 4,6 GHz, E: 1,8 / 3,6 GHz	55-157
Intel Core i5-13450HX	6P+4E / 16	20 MByte	P: 2,4 / 4,5 GHz, E: 1,8 / 3,4 GHz	55-157

fällige Auffrischung in derselben Prozessorgeneration gelaufen wäre, im Jahr 2023 als neue Generation. Der verkappte Refresh verschafft den Notebookherstellern immerhin dringend benötigte Luft zum Durchatmen, denn der Markt ist seit 2020 durch die Auswirkungen von Coronapandemie und Russlands Krieg in der Ukraine völlig durcheinander geraten.

Neue Notebooks mit Anfang 2022 enthielten Prozessoren kamen erst in der zweiten Jahreshälfte in nennenswerter Stückzahl und Vielfalt in den Handel. Wegen der engen Verwandtschaft von P- und U-Prozessoren der Jahrgänge 2022 und 2023 sollte es dieses Jahr also viel schneller gehen, bis man Notebooks mit den frisch vorgestellten Prozessoren kaufen kann.

Die kürzlich in c't 23/2022 erschienene Notebook-Kaufberatung hat damit weiterhin Bestand: Das, was dort zu Ryzen 5000U, Ryzen 6000U und den P- und U-Modellen der zwölften Core-i-Generation gesagt wurde, gilt gleichermaßen für 2023er-Notebooks, wenn Sie im Kopf mit Ryzen 7x35U, Ryzen 7x30U beziehungsweise dreizehnter Core-i-Generation substituieren.

### Schattenwurf voraus

Die Ausnahme von dieser Regel bilden AMDs Ryzen-Prozessoren der 7x40er-Baureihe: Dahinter verbergen sich keine Desktopabfolger wie bei 7x45, sondern ein neuer, von Grund auf für Notebooks entwickelter SoC-Prozessor mit Codenamen Phoenix. Er wird mit 4 Nanometer Strukturbreite gefertigt und kombiniert Zen-4-Kerne mit einer RDNA3-Grafikeinheit. Die Grafikkonstruktion findet man (in stärkeren Ausbaustufen) in Kürze auch als Mittelklasse-GPUs für Notebooks, nämlich als Radeon RX 7600M (XT) und Radeon RX 7700S/7600S. Sie kommen wie bisherige AMD-GPUs voraussichtlich wieder in nur wenigen Notebooks zum Einsatz, etwa dem Asus TUF Gaming A16 sowie manchen Konfigurationen von Dells Alienware m16 und m18.

Ein neuer Bestandteil des Phoenix-SoC ist ein integrierter KI-Beschleuniger.

**Das Lenovo ThinkBook Plus Twist hat ein zentrales Drehscharnier und auf beiden Deckelseiten Bildschirme: Je nach Bedarf arbeitet man mit einem farbstarken OLED- oder einem energieeffizienten E-Ink-Panel.**



Bild: Lenovo

Der soll den von Apples M2 schlagen – und der Prozessor insgesamt den M1 Pro auf die Plätze verweisen. AMD sieht also nicht mehr nur Intel als Konkurrenten. Apropos: 2023 kommen sicherlich neue MacBooks mit neuen, stärkeren Prozessoren, doch diese präsentiert Apple lieber auf eigenen Events anstatt auf Messen wie der CES.

Der Phoenix-Chip startet als Ryzen 7x40HS, also mit einem TDP-Fenster von 35 bis 45 Watt. Für normale Notebooks, deren Kühlsysteme 15 bis 28 Watt weg-schaffen, ist das zu viel. AMD bedient zunächst also nur eine enge Nische: kompakte Geräte mit viel Rechenleistung, die entsprechend teuer sind.

Erste Notebooks sollen bereits im Frühjahr erscheinen, doch in den vergangenen Jahren konnte man auf diese Angaben locker mehrere Monate draufschlagen, bis auch hierzulande etwas im Handel war. Und die OEMs können die Notebooks, die den 7x40HS aufnehmen, technisch problemlos mit 7x35HS-Prozessoren (also altem 6000HS-Wein in neuen Namensschläuchen) bestücken.

Von Massenmarktversionen, die dann Ryzen 7x40U heißen werden, fehlt bislang noch jede Spur. Es steht zu vermuten, dass AMD sie sich als Konter für die zweite Jahreshälfte aufspart: Intel trommelt nämlich

seit geraumer Zeit für die (wahrscheinlich) vierzehnte Core-i-Generation alias Meteor Lake, die in Chiplet-Bauweise gefertigt wird. Sie soll zuerst für Notebooks kommen und das schon ab Herbst – wir sind gespannt.

### Spezielle Spezialgeräte

Auf Messen wie der CES prunken Hersteller gerne mit neuen Konzepten und aufseherregenden Prototypen. Lenovo zeigte dieses Jahr mehrere Geräte mit Alleinstellungsmerkmalen, die später im Jahr tatsächlich in den Läden stehen sollen.

Das außergewöhnliche Doppelbildschirmgerät, dessen Abbildung diesen Artikel eröffnet, heißt Yoga Book 9i. Es erinnert an das nie erschienene Surface Neo von Microsoft, ist aber viel größer: Die hochauflösenden und farbstarken OLED-Displays haben je 13,3 Zoll Diagonale. Im Unterschied zu faltbaren Geräten wie dem ähnlich dimensionierten Asus ZenBook 17 Fold, das auf der CES 2022 gezeigt wurde und seit kurzem zu kaufen ist (Test folgt), sind die beiden Bildschirme im aufgeklappten Zusatz durch einen Spalt getrennt. Doch weil die Panels von harten Acrylglasscheiben geschützt werden, sind sie viel unempfindlicher.

## AMDs Ryzen 7000 für Notebooks: Unterscheidungsmerkmale

Modellnummer	Codename	Architektur	max. Kerne	max. Cache	Fertigungsprozess	int. GPU	Speicher	TDP-Klasse	int. USB4	KI-Einheit
Ryzen 7x45	Dragon Range	Zen 4	16	80 MByte	5 nm	RDNA2 (2 CUs)	DDR5	HX	–	–
Ryzen 7x40	Phoenix	Zen 4	8	20 MByte	4 nm	RDNA3 (12 CUs)	DDR5, LPDDR5	HS, U	✓	✓
Ryzen 7x35	Rembrandt-R	Zen 3	8	20 MByte	6 nm	RDNA2 (12 CUs)	DDR5, LPDDR5	HS, U	✓	–
Ryzen 7x30	Barcelo-R	Zen 3	8	20 MByte	7 nm	Vega (8 CUs)	DDR4, LPDDR4	U	–	–
Ryzen 7x20	Mendocino	Zen 2	4	6 MByte	6 nm	RDNA2 (2 CUs)	LPDDR5	U	–	–



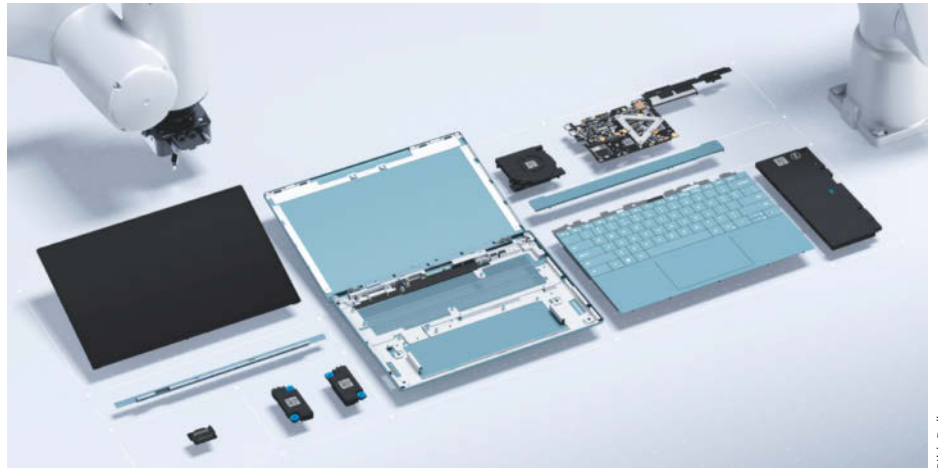
Zum Lieferumfang gehört ein Ständer, der das Gerät mit beiden Bildschirmen sowohl neben- als auch übereinander festhält. Die abnehmbare Tastatur wird davor platziert, kann bei beengten Verhältnissen aber auch auf dem unteren Bildschirm liegen. Dieser wird dann verdeckt und man arbeitet wie mit einem herkömmlichen Notebook. Lenovo will das ohne Zubehör 1,4 Kilogramm schwere Yoga Book 9i ab Juni mit Core i5-1340P oder Core i7-1360P, 16 GByte aufgelötetem LPDDR5X-Speicher und SSDs mit 512 GByte oder 1 TByte bestücken. Die Preise starten bei 2700 Euro, zum Lieferumfang gehören außer Ständer und Tastatur auch ein Stift.

Das ThinkBook Plus Twist hat ein zentrales Drehscharnier, wie es zu Windows-XP-Zeiten bei Tablet-PCs gängig war. Allerdings findet man hier auf beiden Deckelseiten Bildschirme, und zwar unterschiedliche: Lenovo sieht je ein OLED- und ein E-Ink-Display vor. Je nach Anwendungsfall wählt man das aus, das sich gerade besser eignet; beide Anzeigen kann man mit Finger und Stift bedienen.

Das E-Ink-Display ist farbig statt wie sonst üblich monochrom und läuft mit bis zu 12 Hertz – für ein E-Ink-Panel ist das rasant. Da es nur dann Energie verbraucht, wenn sich sein Bildinhalt ändert, ist es bei statischen Inhalten die bessere Wahl. Wir bezweifeln allerdings, dass man im Alltag auf die bis zu 18 Monate (!) Akkulaufzeit kommt, die Lenovo verspricht. Lenovo will das ThinkBook Plus Twist ab Juni zu Preisen ab 1700 Euro verkaufen. Das Innenleben wird von einem U-Prozessor der dreizehnten Core-i-Generation bestimmt.

Das 2,1 Kilogramm schwere ThinkBook 16p Gen 4 ist ein leistungsstarker 16-Zoll-Mobilrechner, der im Maximalausbau einen Core-i9-Prozessor der dreizehnten Generation und Nvidias neuen Mittelklassegrafikchip GeForce RTX 4060 enthält. Dann werden allerdings mehr als die 1400 Euro auf dem Preisschild stehen, die Lenovo für Einstiegsmodelle nennt. Die Besonderheit ist eine Reihe Pogo-Pins außen am Deckel: Über diese Magic Bay getaufte Erweiterungsschnittstelle lassen sich magnetisch anhaftende Erweiterungsmodule andocken.

Zum Start wird es davon drei geben: Dank der Videoleuchte (24 Euro) ist man in Videokonferenzen gut zu sehen. Will man bessere Qualität als die der im Deckel integrierten Webcam, so lässt sich eine 4K-Kamera (130 Euro) nachrüsten. Sie ist



**Reparieren ohne Schraubendreher: Bei Dells Concept Luna sind alle Komponenten gesteckt und ohne pfriemelige Kabel miteinander verbunden. Das Notebook ist allerdings nur eine Studie und keine Neuheit, die man kaufen kann.**

drehbar gelagert, sodass man mit ihr auch von sich weg filmen kann – oder in Kombination mit der integrierten Webcam zwei Streams gleichzeitig teilt. Schließlich sieht Lenovo ein LTE-Modul (100 Euro) vor, damit man unabhängig von WLAN-Hotspots online gehen kann. Die Module kommen ab April in den Handel; lokalisierte Versionen des ThinkBook 16p Gen 4 mit deutscher Tastatur wird es erst ab Juni geben.

Asus sieht beim 2023er-Modell des ProArt StudioBook 16 eine neue Option für den großen OLED-Bildschirm vor: 3D-Darstellung ohne Hilfsmittel. Die Spatial Vision getaufte Technik kombiniert ein Linsenraster vor dem Panel mit Eye-Tracking. Da letzteres sowohl die Distanz vom Bildschirm als auch den Augenabstand des Nutzers ermittelt, können die Pixel eines 3D-Objekts dann so platziert werden, dass jedes Auge leicht unterschiedliche Bilder sieht und im Kopf der 3D-Eindruck entsteht. Wem dies irgendwie bekannt vorkommt: Acer verkauft seit einiger Zeit Notebooks mit einer sehr ähnlichen Technik (Spatial Labs). Preise und Starttermin für Deutschland gab Asus bis Redaktionsschluss nicht bekannt. Das gilt auch für das (wahrscheinlich günstigere) VivoBook Pro 16, welches es ebenfalls mit dem 3D-OLED geben wird.

### Neue Serien

Acer setzt in seiner neuen Notebookreihe Swift Go auf OLEDs mit flotten 120 Hertz. Den Anfang macht ein ab Februar erhältlicher 14,5-Zöller (ab 1100 Euro), später soll eine 16-Zoll-Variante erscheinen. Beide taugen mit einem Gewicht von 1,3

beziehungsweise 1,6 Kilogramm zum täglichen Herumtragen. Die 1440p-Webcam soll den Nutzer in Videokonferenzen selbst dann gut aussehen lassen, wenn dieser in dunklen Räumen sitzt. Acer setzt H-Prozessoren der dreizehnten Core-i-Generation ein, womit insbesondere das 14-Zoll-Modell eine überdurchschnittliche Rechenleistung bringen dürfte.

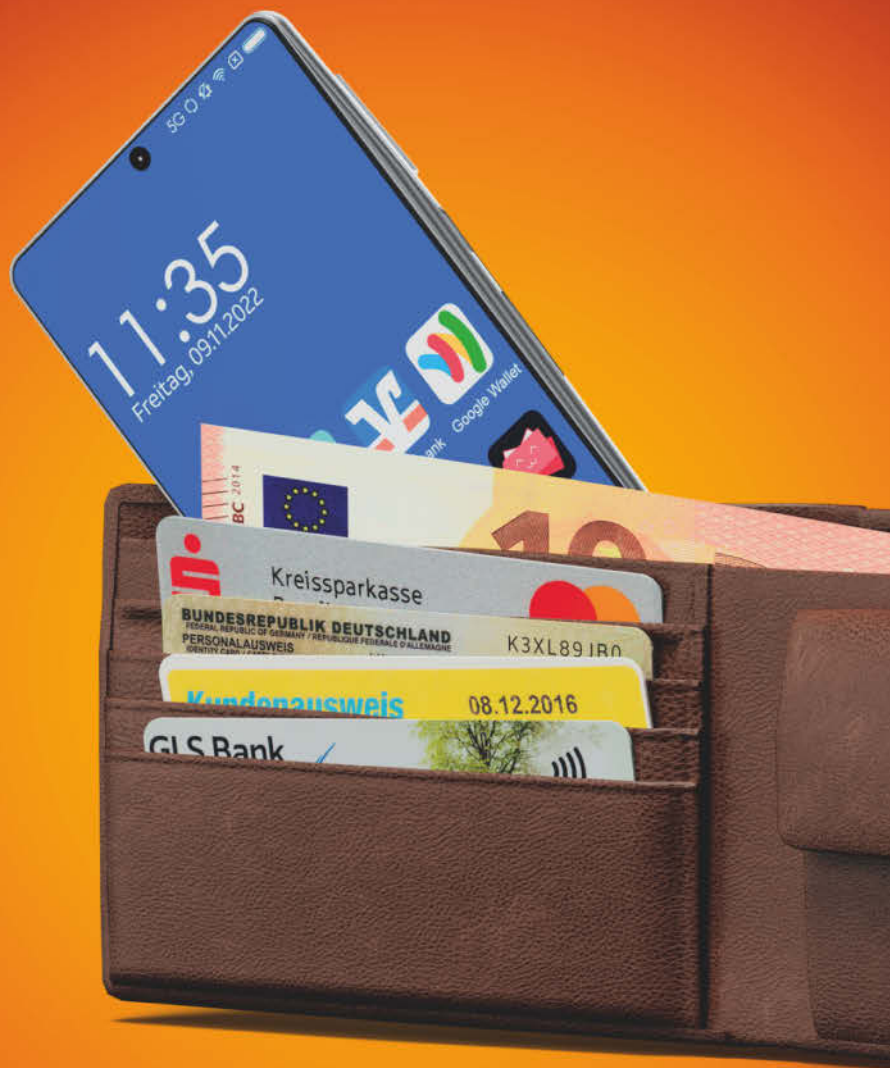
LG aktualisiert nicht nur bestehende Modellreihen seiner leichten Gram-Notebooks mit 14-, 16- und 17-Zoll-Bildschirmen auf die dreizehnte Core-i-Generation, sondern verbreitert obendrein das Portfolio. Die Familie umfasst nun auch je ein 14- und 16-Zoll-Notebook als höherwertiges Style-Modell mit OLED- statt IPS-Bildschirmen und Glas- statt Metalloberflächen.

Abgerundet wird die Erweiterung vom besonders dünnen Gram Ultraslim. Dieses hat als einziges einen 15,6-Zoll-Bildschirm im niedrigen 16:9-Format. Die restliche Gram-Großfamilie bietet – wie alle anderen Notebooks, die in dieser Zusammenfassung namentlich erwähnt wurden – mehr Bildhöhe dank 16:10. Die neuen Grams sollen im Laufe des Frühjahrs erscheinen; Preise hatte LG bei Redaktionsschluss noch nicht genannt.

HP nimmt mit der Dragonfly-Pro-Serie Selbstständige in den Fokus. Die Geräte kommen vorerst allerdings nicht nach Deutschland, denn der Clou ist der zugehörige Concierge-Service, den es erst einmal nur in Nordamerika gibt: Er soll den Nutzern bei Problemen rund um die Uhr einen vergleichbaren Support liefern, wie ihn Festangestellte von firmeneigenen IT-Abteilungen bekommen. (mue@ct.de) **ct**

# Digital statt Plastik

Karten digitalisieren für mehr Platz im Portemonnaie



<b>Digital statt Plastik</b> .....	<b>Seite 18</b>
<b>Digitale Zahlmeister</b> .....	<b>Seite 20</b>
<b>Kärtchenkenner</b> .....	<b>Seite 24</b>
<b>Perso im Phone</b> .....	<b>Seite 28</b>



## Früher war es Kleingeld, heute bringen Karten das Portemonnaie zum Platzen. Wenn Sie Ihre Karten digitalisieren, haben Sie sie immer auf dem Handy dabei – und gleichzeitig auch ein Backup. Wir erklären, mit welchen Apps das datenschutzfreundlich gelingt.

Von Wilhelm Drehling

**B**eim Verlassen der Wohnung fährt die Hand noch mal prüfend in die Tasche: Schlüssel? Check. Handy? Check. Portemonnaie? Huch, fast vergessen. Ärgerlich, wenn man tatsächlich etwas vergisst und im Geschäft oder bei der Fahrkartenkontrolle in die leere Tasche fasst. Wäre es da nicht schöner, ein Backup von Karten auf dem Handy zu haben, damit ein vergessenes Portemonnaie nicht den Tag ruiniert? Spinnt man den Gedanken weiter, stellt sich die Frage: Kann man komplett auf das Portemonnaie verzichten?

### Kartentürme

Die Frage müssen wir leider schnell mit nein beantworten. Es gibt Karten wie den Personalausweis oder den Führerschein, die in Deutschland derzeit nicht digitalisierbar sind (siehe Seite 28). Doch bis auf diese und ein paar weitere Ausnahmen können Sie fast alle Karten sicher in Ihrem Handy verstauen. Zu diesem Zweck haben wir unsere Portemonnaies genau angesehen und die Plastikkarten darin in die Gruppen Bezahlkarten, Kundenkarten und Personaldokumente eingeteilt. Jeden dieser Haufen bündigen Sie mit einem eigenen Vorgehen, beschrieben in den folgenden Artikeln. Dabei achten wir darauf, dass die empfohlenen Apps sorgsam mit Ihren privaten Daten umgehen.

Bargeld können Sie nicht digitalisieren (auch wenn manche das gerne behaupten [1]), aber Bezahlkarten schon: Eine Auswahl an Apps finden Sie auf Seite 20. Wir haben die Stärken gegen die Schwächen abgewogen und zeigen Ihnen die datenschutzfreundlichste Art, um die Karten auf Ihr Handy zu transferieren. Danach kümmern Sie sich um den Stapel an

Kundenkarten, der sich im Laufe der Jahre angesammelt hat. Auf Seite 24 warnen wir Sie vor populären Kundenkarten-Apps, die Daten abgreifen und empfehlen stattdessen geschlossene Apps für Android und iOS. Wie es mit diversen Personaldokumenten in Deutschland derzeit aussieht und wie anderen Länder eine digitale Lösung erreicht haben, lesen Sie auf Seite 28.

### Kleinkram

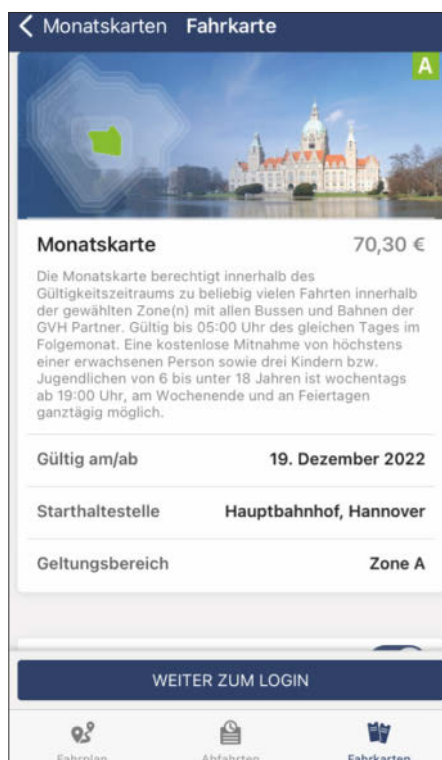
Außer den bereits vorgestellten Karten bewahrt Ihr Portemonnaie allerhand Kleinigkeiten auf – zum Beispiel Stempeln vom Café um die Ecke. Per se sind sie nicht digitalisierbar, es sei denn, Sie stören sich nicht an Stempelfarbe auf

dem Smartphone-Display. Visitenkarten speichern Sie mithilfe von Fotos, iOS-Nutzer können dafür die App benutzen, die wir im Kundenkarten-Artikel auf Seite 24 vorgestellt haben. Das Gleiche gilt für den Kassenbon: Es gibt zwar Apps wie die von Lidl, die den Kassenbon ersetzen, aber auch nur von deren Filialen. Sie müssten eine große Menge an Apps unterschiedlicher Supermärkte händeln, eine Auswahl davon haben wir auf Seite 116 verglichen.

Tickets des öffentlichen Nahverkehrs sind in vielen Verbunden bereits in dem digitalen Hier und Jetzt angekommen: In den meisten Großstädten wie Hamburg, Berlin, Hannover oder München besteht schon seit Längerem die Möglichkeit, sein Monatsticket direkt in der jeweiligen App zu kaufen. Eine physische Kopie als Sicherheit bekommen Sie zwar nicht, aber solange Sie Ihr Handy nicht auch noch vergessen, laufen Sie nicht Gefahr ohne Ticket dazustehen. Sollte Ihr Verbund keine App anbieten, können Sie zumindest für einfache Fahrten immer auf die Navigator-App der Deutschen Bahn zurückgreifen.

bleiben noch die Krankenkassenkarten: Auch für die Digitalisierung der elektronischen Gesundheitskarte (eGK) gibt es bereits Pläne. Laut dem Anfang Dezember beschlossenen Krankenhauspflegeentlastungsgesetz müssen die gesetzlichen Krankenkassen ihren Versicherten künftig eine „digitale Identität“ für das Smartphone anbieten (siehe [ct.de/y8b3](https://www.ct.de/y8b3)). Diese soll nicht nur den Zugriff auf digitale Angebote wie die elektronische Patientenakte ermöglichen, sondern perspektivisch auch zur Anmeldung in der Arztpraxis taugen, sodass die eGK überflüssig wird.

„Wie und wann dies möglich ist, hängt unter anderem davon ab, welche Rahmenbedingungen und technischen Voraussetzungen die Gematik hierfür schafft“, erklärte das Unternehmen Verimi auf Anfrage von c't. Verimi hat zusammen mit T-Systems den Auftrag erhalten, die digitalen Identitäten für die Versicherten der Barmer-Krankenkasse zu entwickeln. (wid@ct.de) **ct**



**Eine Monatskarte in Hannover zu kaufen geht bequem über die hauseigene GVH-App.**

### Literatur

- [1] Jan Mahn, Sylvester Tremmel, Bitcoins Brüder, Kryptowährungen und Blockchain-Ideen von recht seriös bis völlig absurd, c't 6/2022, S. 134

**Digitale Identität der gesetzlichen Krankenkasse: [ct.de/y8b3](https://www.ct.de/y8b3)**



Bild: Andreas Martini

# Digitale Zahlmeister

## Sicher und datensparsam mit dem Smartphone bezahlen

**Digitale Kopien Ihrer Bank- und Kreditkarten machen das Bezahlen mit dem Smartphone nicht nur einfacher, sondern auch sicherer als mit Plastik. Je nach Wallet-Anbieter geht das sogar sehr datensparsam, wie unser Überblick zeigt.**

Von Markus Montz

**A**chtzehnfünfzig, bitte! Nur kurz das Smartphone entsperren, vor das Kartenterminal an der Ladenkasse halten, ein „Pling“ und fertig ist die Laube: Mit dem Handy statt mit Plastik-

karten kontakt- und bargeldlos zu bezahlen, gehört für manche längst zum Alltag. Wer eine Smartwatch mit Bezahlfunktion hat, muss nicht einmal das Handy zücken: Auch die schlaunen Uhren ersetzen zuverlässig die Girocard oder Kreditkarte im Portemonnaie – oder genauer: nehmen ein digitales Pendant der Karten auf.

Doch was passiert, wenn ein Dieb das Smartphone oder die Smartwatch stiehlt, oder ein Hacker das Wallet mit den virtuellen Karten knackt? Können die Diebe dann auch Ihr Konto leerräumen? Und wer hat eigentlich alles Zugriff auf Ihre Einkaufsdaten? Schließlich dürften die wenigsten Menschen ein Interesse daran haben, dass der Anbieter der Wallet App erfährt, wo sie für wie viel Geld einkaufen und wofür sie es ausgegeben haben.

Wir erklären, weshalb Wallets für Bezahlkarten auf dem Smartphone so komfortabel sind und digitale Karten ihre Plastikzwillinge bei der Sicherheit sogar aus-

stechen. Doch für die Sicherheit und Bequemlichkeit bezahlen Sie unter Umständen mit Daten. Insbesondere Google wertet Ihre Bezahlvorgänge auf Android-Smartphones detailliert aus. Doch das können Sie verhindern.

### Wallet-Apps in Deutschland

iPhone-Nutzer können nur über Apple Pay mit den digitalen Zwillingen ihrer Karten im Apple Wallet bezahlen. Android-Nutzern steht das bordeigene Wallet von Google zur Verfügung, außerdem bieten die Sparkassen sowie die Volks- und Raiffeisenbanken spezielle hauseigene Wallet-Apps an. Bei den Sparkassen heißt diese „Mobiles Bezahlen“, bei den Genossenschaftsbanken „VR Pay“.

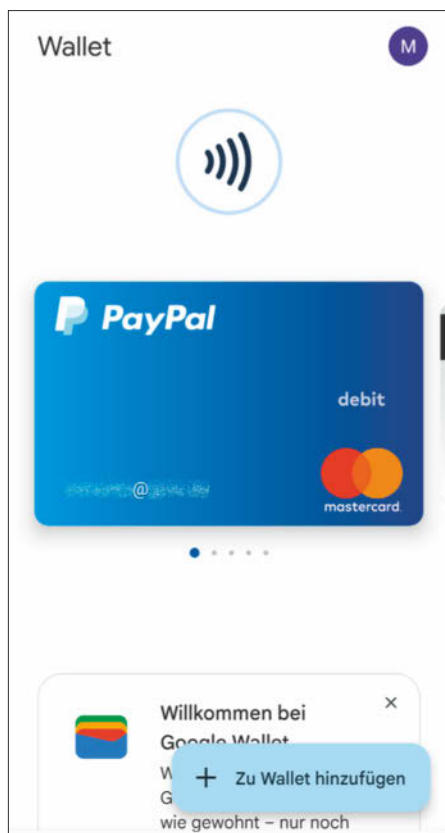
Apple hat sein Wallet fest in iOS und WatchOS integriert, das Google Wallet ist Bestandteil von Android und Wear OS. Beide speichern beliebig viele Kredit- und Debitkarten [1] verschiedener Kredit-

institute in digitaler Form. Damit können Sie dann per Apple Pay beziehungsweise Google Pay kontaktlos per NFC (Near Field Communication) an allen dazu fähigen Ladenkassen zahlen. Das sind mittlerweile so gut wie alle, die auch Kreditkarten akzeptieren. Mit beiden Wallets können Sie außerdem in Onlineshops einkaufen, beide nehmen zusätzlich Portemonnaie-Inhalte wie Tickets oder Kundenkarten auf. Wie das zum Beispiel mit Kundenkarten funktioniert, lesen Sie ab Seite 24.

Im Laden begleicht sich die Rechnung dann wie von selbst: Sie bitten die Kassenkraft um Kartenzahlung, entsperren das Gerät und halten es wenige Zentimeter vor das Kartenterminal. Die Karten-PIN brauchen Sie gar nicht mehr einzugeben – ein klarer Vorteil gegenüber der Plastikkarte. Im Onlinehandel geben Sie nach der Bestellung die Zahlung via Smartphone oder Tablet frei. Bei Apple ist das auch auf MacBooks mit Touch ID möglich.

### Apple Wallet und Google Wallet

Apple unterstützt die Bezahlungsfunktion per Wallet ab iOS 10. Damit steht sie allen



**Möchte man per Google Pay bezahlen, obwohl die eigene Bank den Dienst nicht unterstützt, kann man eine virtuelle Debitkarte von PayPal hinterlegen und mit seinem Bankkonto verknüpfen.**

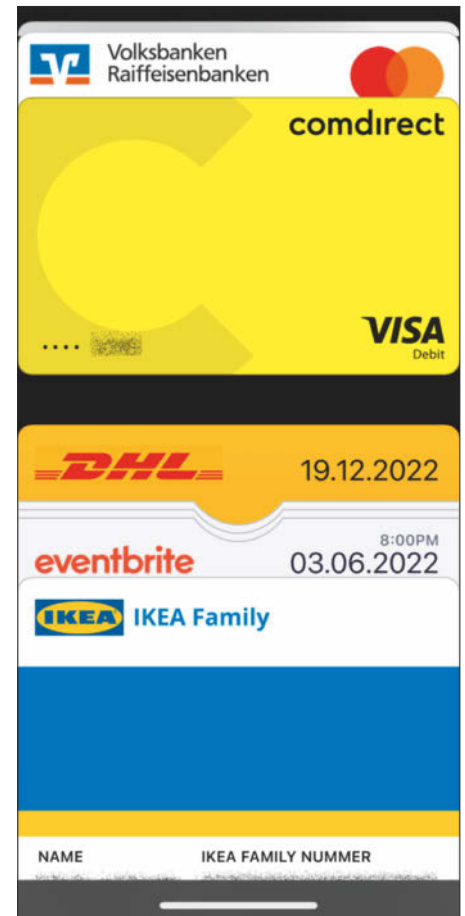
iPhones ab der 6er-Reihe zur Verfügung, ebenso Apple Watches ab Series 1. Damit man eine Bezahlkarte für Apple Pay hinterlegen kann, muss die eigene Bank oder Sparkasse mit Apple kooperieren. In Deutschland tun das nahezu alle großen Kreditinstitute außer der Postbank und einem Teil der Sparda-Banken. Die Girocard, vormals EC-Karte, können Sie derzeit nur als Kunde einer Sparkasse hinterlegen. Die Liste der Apple-Pay-fähigen Banken haben wir unter [ct.de/y1cg](https://ct.de/y1cg) verlinkt.

Googles Wallet setzt zum Bezahlen ein NFC-fähiges Smartphone mit Android ab 5.0 oder eine Smartwatch mit Wear OS ab 2.0 voraus. Aus Sicherheitsgründen können Sie kein Smartphone verwenden, dessen Schutzmechanismen zur Ausführung von unsignierten Programmen deaktiviert sind (gerootete Geräte). Wie übrigens auch bei Apple empfehlen wir ein möglichst aktuelles Betriebssystem. Von den großen Banken sind in Deutschland außer der Commerzbank vor allem die Direktbanken ING, DKB und Comdirect sowie N26 dabei. Dafür fehlen viele große Filialbanken, darunter die Sparkassen, die Volks- und Raiffeisenbanken, die Deutsche Bank, die Postbank und die meisten Sparda-Banken. Die Liste der Kreditinstitute, deren Karten für Google Pay geeignet sind, finden Sie ebenfalls unter [ct.de/y1cg](https://ct.de/y1cg).

Falls Ihre Bank auf der Liste fehlt, müssen Sie nicht gleich ein neues Kreditkartenkonto mit Google-Unterstützung eröffnen, denn auch per PayPal-Konto können Sie dieses Problem lösen: PayPal bietet seinen Kunden eine virtuelle (also rein digitale [1]) Mastercard speziell für Google Pay an; sie funktioniert allerdings nicht mit Wear OS. Alternativ legen Sie sich eine virtuelle Prepaid-Karte zu, zum Beispiel von VIMPay [2].

### Sparkassen und VR-Banken

Außer mit dem Google Wallet können Sie unter Android auch mit den Apps der Sparkassen, Volks- und Raiffeisenbanken zur Kasse gehen. Beide nehmen jeweils ihre eigenen Girocards sowie Debit- und Kreditkarten auf. Damit können Sie im Laden per Smartphone bezahlen, aber weder online noch mit der Smartwatch. Immerhin läuft der Bezahlprozess ähnlich komfortabel ab wie mit den Wallets von Apple und Google. Sowohl für „Mobiles Bezahlen“ von der Sparkasse als auch „VR Pay“ von den Volks- und Raiffeisenbanken benötigen Sie mindestens Android 6; auch dafür empfehlen wir ein möglichst aktuelles An-



**In den Wallets von Apple und Google kann man außer Bezahlkarten auch Konzertkarten, Kundenkarten und allerlei anderen Portemonnaie-Inhalt unterbringen.**

droid. Karten fügen Sie in den Apps einfach hinzu, indem Sie einmalig Ihre Zugangsdaten für das Onlinebanking eingeben.

Die Sparkassen wie auch die Volks- und Raiffeisenbanken rüsten ihre Apps momentan auf. Sie sollen sich zukünftig mit der „Giropay“-App des gleichnamigen Bezahlendienstes der deutschen Kreditwirtschaft koppeln lassen. Über Giropay könnten Sie dann auch in Onlineshops mit der Girocard zahlen. Zunächst beschränkt sich das Angebot aber auf In-App-Käufe auf dem Smartphone, außerdem muss der Händler Giropay als Bezahlmethode akzeptieren [3].

### Mehr eingebaute Sicherheit

Bei allen vier vorgestellten Apps erhöht das Wallet die Sicherheit gegenüber der Plastikkarte deutlich. Die hat nämlich einen grundsätzlichen Nachteil: Sobald ein Dieb sie in der Hand hält, kann er damit bereits kleine Beträge bezahlen.





**Smartphones sind gegen Angriffe mit mobilen Kartenlesegeräten geschützt, die Plastikkarte kann dagegen Beträge bis 50 Euro herausrücken – nach unserer Kenntnis ist das aber nur eine theoretische Gefahr.**

Nutzt er die Karte kontaktlos, kann er im Laden ohne PIN 50 Euro pro Zahlung und insgesamt bis zu 150 Euro ausgeben. Auch im Internet könnte er insgesamt 100 Euro verprassen, ohne sich über das sogenannte 3D-Secure-Verfahren mit einem zweiten Faktor zu legitimieren.

Die Kontaktlos-Funktion einer Karte ist noch in weiterer Hinsicht ein Unsicherheitsfaktor. Kommt ein Angreifer beispielsweise mit einem mobilen Bezahlterminal dicht genug an die Karte, kann er damit heimlich Beträge bis zu 50 Euro abbuchen. Nun fällt so ein Angriff meistens auf, weil der Täter nach der Position der Karte suchen und mit dem Gerät wie mit einer Metallsonde am Opfer entlangfahren muss. Überdies würde er mit der Abbuchung auch eine Datenspur hinterlassen. Möglich ist das Szenario jedoch.

Auch die Kartendaten sind ein Problem: Auf der Karte sind fast immer die Kartenummer (PAN, Personal Account Number), der Name des Inhabers, der Ablaufmonat und der Sicherheitscode aufgedruckt. Die PAN und das Ablaufdatum einer Karte könnte man zudem wie eben beschrieben drahtlos mit einem NFC-fähigen Smartphone im Klartext auslesen. Mit diesen Daten können Betrüger Kartenkopien herstellen, die manchmal noch in Übersee oder im Internet funktionieren, ohne dass die automatische Betrugswarnung anschlägt. Zwar bekommen Sie das Geld normalerweise zurück, Ärger haben Sie damit trotzdem.

Das digitale Wallet ist hingegen immun gegen Angreifer, die sich die Kontaktlos-Funktion zunutze machen wollen. Das ist selbst dann der Fall, wenn der Täter das Smartphone oder die Smartwatch gestohlen hat. Um überhaupt auf das Wallet zuzugreifen, muss er das Gerät nämlich vorher entsperren. Das ist durch Sie hof-

fentlich biometrisch und per Geräte-PIN gesichert. Er hat also nur dann eine Chance, wenn er die PIN kennt.

Das Konzept dahinter nennt sich CDCVM („Consumer Device Cardholder Verification Method“). Dabei prüft das Gerät des Kunden, ob es der rechtmäßige Karteninhaber in der Hand hält. Dazu schickt das Handy bei jeder Zahlung im Hintergrund eine individuelle Gerätekontonummer mit, die der Wallet-Dienst bei der Einrichtung zuteilt. Das Gerät gibt diese Nummer unabhängig vom Betrag erst frei, wenn Sie es entsperren haben. Da nahezu alle Smartphones der letzten Modelljahre Fingerabdruck oder Face ID unterstützen, bringt das keinen Komfortverlust.

Solange der Bildschirm abgeschaltet ist, deaktivieren die meisten Handys außerdem die NFC-Schnittstelle. Es gibt allerdings Ausnahmen: Haben Sie beispielsweise auf einem Samsung-Gerät Smart Lock aktiviert und das Handy über Bluetooth mit einem vertrauenswürdigen Gadget wie Ihren Kopfhörern gekoppelt, bleibt NFC in Bereitschaft. So können theoretisch kleine Beträge doch unbemerkt den Besitzer wechseln. Auch eine PAN kann der Täter auslesen. In diesem Fall ist sie jedoch wertlos.

### Token statt Nummer

Denn selbst wenn ein Angreifer über NFC an die PAN auf dem Smartphone kommt, kann er damit nichts anfangen. Die kartenherausgebende Bank teilt Ihrem Smartphone nämlich nicht die echte PAN einer Karte zu, wenn Sie diese im Wallet hinterlegen. Stattdessen erzeugt sie ein gleich langes, statisches Token. Nur diese Pseudo-PAN kommt auf Ihr Gerät und nur das Kartennetzwerk kann sie bei einer Zahlung der tatsächlichen PAN zuordnen. Genau wie die erwähnte Gerätekennum-

mer ist dieses Token einzigartig und individuell an Ihr Gerät gebunden.

Zahlen Sie mit dem Gerät, geht außer dem Token die Gerätekennummer auf die Reise. Um die Sicherheit weiter zu erhöhen, sind beide jedes Mal mit einem anderen Kryptogramm verschlüsselt. Fehlen diese Komponenten oder Ihre Bank erkennt sie als falsch, lehnt sie die Zahlung ab. Ein Angreifer kann mit der Pseudo-PAN also nicht online shoppen und auch nicht über den Magnetstreifen einer gefälschten Plastikkarte zahlen.

Kennummer und Kryptogramme liegen in einem besonders geschützten Bereich des Smartphones, an den Angreifer nicht einmal auf einem gekaperten Gerät kommen. Auf iPhones und immer mehr Android-Handys enthält ein kryptografischer Chip – das Secure Element – die Kryptogramme. Android-Handys ohne Secure Element nutzen die „Host Card Emulation“ (HCE) des Betriebssystems. Ihr Handy speichert nur einen kleinen Vorrat an Kryptogrammen und ergänzt diesen regelmäßig beim Token Service Provider (siehe Infografik rechts). Weder die eine noch die andere Variante ist nach unserer Kenntnis bisher geknackt worden.

### Kulanz bei Schäden

Unabhängig vom technischen Schutz müssen Sie auch selbst etwas für die Sicherheit tun, indem Sie mit den virtuellen Karten genauso sorgfältig umgehen wie mit der Plastikkarte. Schützen Sie Ihre Geräte-PIN also ebenso gut wie Ihre Karten-PIN. Genau wie bei der Karte müssen Sie zudem sicherstellen, dass Ihr Gerät nicht abhanden kommt. Solange Sie sich an die Nutzungsbedingungen Ihres Kreditinstituts halten, schützt Sie der Gesetzgeber vor allzu hohen Schäden, die Dritte anrichten. Das gilt auch dann, wenn Sie das Gerät tatsächlich verlieren oder jemand es stiehlt.

In solch einem Fall kontaktieren Sie unverzüglich Ihre Bank oder Sparkasse und lassen die Karte sperren. Bei fast allen Geldhäusern können Sie das über die zentrale Notfallnummer 116 116 erledigen. Solange Ihre Plastikkarte noch da ist, reicht es praktischerweise, das digitale Äquivalent zu sperren. Zusätzlich können Sie mithilfe der Fernlöschfunktion das Gerät außer Gefecht setzen, sofern dessen Hersteller dies unterstützt.

Wenn Sie Ihren Sorgfaltspflichten nachkommen und nicht grob fahrlässig gehandelt haben, haften Sie genau wie bei der Plastikkarte mit maximal 50 Euro. Was

darüber hinausgeht, muss Ihre Bank tragen. Viele Kreditinstitute verfahren sehr kulant; oft müssen Sie nicht einmal die 50 Euro Eigenanteil abschreiben.

### Datenschutz von hui bis pfui

Ihr Einkaufsverhalten ist eine Goldgrube für Dienste, die Ihr Geld mit personalisierter Werbung verdienen. Je präziser die Daten ausfallen, desto wertvoller sind sie. Egal ob Sie Apple Pay, Google Pay oder die Apps von Volks- und Raiffeisenbanken und Sparkassen nutzen: Über Ihr Wallet oder zumindest über Ihr Betriebssystem klinkt sich ein dritter Akteur in den Bezahlvorgang ein. Wie tief dieser in Ihre persönlichen Vorlieben schauen kann und was er mit diesem Wissen anfängt, hängt vom Geschäftsmodell ab.

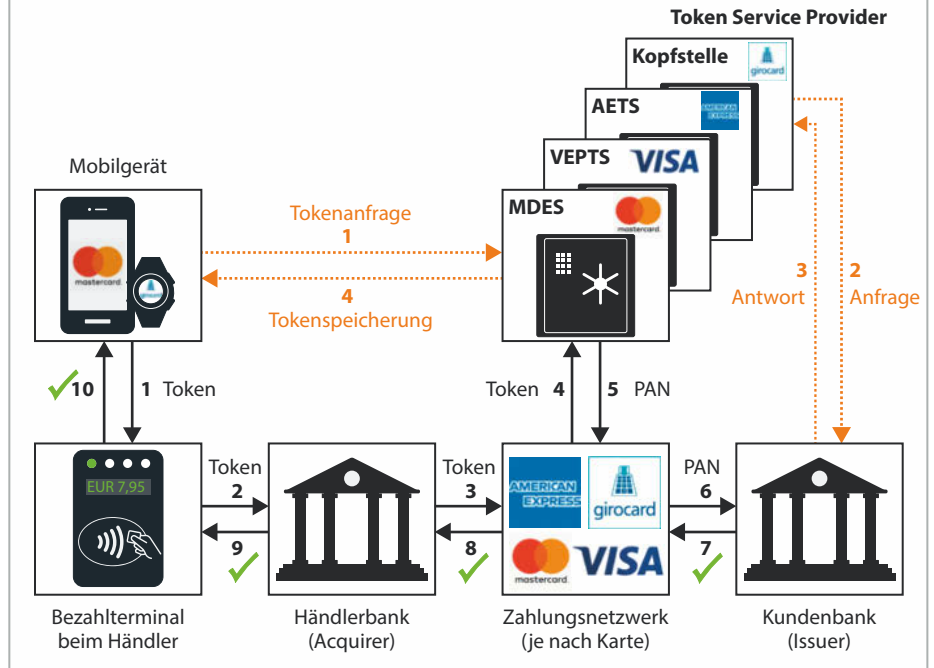
Apple erklärt in seiner Datenschutzerklärung und in den Nutzungsbedingungen von Apple Pay und Apple Wallet ausdrücklich, keine Daten auszuwerten. Demnach beschränkt sich der Konzern auf jene Daten, die die Beteiligten brauchen, um die Zahlung abzuwickeln. Diese Aussage ist plausibel: Apple sichert sich einen großen Anteil am sogenannten Interbankentgelt, das das Kreditinstitut des Kunden bei einer Kartenzahlung vom Händler verlangt. Angesichts der Einnahmen aus dieser Quelle braucht das Unternehmen die Daten nicht und wirbt stattdessen mit der Datensparsamkeit.

Google ist nicht an den Händlerentgelten beteiligt und verdient sein Geld mit personalisierter Werbung. Das spiegeln auch die Datenschutzbestimmungen von Google Pay wider: Sie führen die Daten auf, die Google für die Zahlung an sich braucht, verweisen aber darüber hinaus auf die Datenschutzerklärung von Google selbst. Die wiederum sichert dem Konzern weitreichende Möglichkeiten, Daten zu erheben und auszuwerten. So weiß Google stets, bei welchem Händler Sie wann für welchen Gesamtbetrag eingekauft haben. Nur eins weiß Google nicht: Was genau in Ihrem Warenkorb lag. Dafür bräuchte das Unternehmen einen Vertrag mit dem Händler, dieser wiederum eine geeignete Kasse und der Nutzer müsste all dem DSGVO-konform zustimmen – so, wie es Bonusprogramme à la Payback handhaben. Bis zu einem gewissen Grad können Sie auch in Ihrem Google-Konto einschränken, inwieweit Google Ihre Daten erhebt und verwendet. Vollständig unterbinden lässt sich das aber nicht.

Bezahlen Sie auf einem Android-Telefon über die Apps von Volksbank oder Spar-

## Kontaktloses Zahlen per Token

Hält der Kunde das Smartphone oder die Smartwatch an das Bezahlterminal, wird lediglich eine Pseudo-Kartennummer (Token) plus Gerätekennummer verschlüsselt an die Händlerbank übertragen. Deren Server schickt das Token an das jeweilige Zahlungsnetzwerk, das es schließlich beim eigenen Token Service Provider in die echte Kartennummer (PAN, Primary Account Number) übersetzen lässt und an die Kundenbank übergibt. Sie autorisiert die Zahlung, Zahlterminal und Händlerbank sehen die PAN dabei nicht.



kasse, sind Sie deutlich besser vor Googles Datenschnüffelei geschützt. Ihr Kreditinstitut gibt keine Daten weiter; Absturzberichte können Sie in den Apps abschalten. Machen Sie sich aber klar, dass Google abhängig von Ihren Datenschutzeinstellungen trotzdem einen gewissen Einblick erhält. Schließlich kann der Dienst prinzipiell auch Ihren Standort ermitteln und sieht, wann Sie die Apps bei einem Händler benutzen. Was Google jedoch nicht sieht, ist der Rechnungsbetrag.

### Fazit

Jeder der vier vorgestellten Dienste bewahrt Ihre Kredit- und Debitkarten sicherer auf als Ihr Portemonnaie. Selbst wenn Sie Ihr Handy verlieren, erleiden Sie normalerweise bei keinem der vier Wallets einen Verlust – vorausgesetzt, Sie haben das Gerät mit einer guten PIN gesichert und melden sich unverzüglich bei Ihrer Bank. Beim Bezahlkomfort ist das Smartphone der Plastikkarte ebenfalls überlegen. Anstatt die Karte (oder Bargeld) aus dem Portemonnaie zu nesteln, zücken Sie das Gerät, legitimieren sich und halten es an das Kartenterminal. Die Verfahren sind ausgereift und Probleme an der Kasse die Ausnahme.

Aufpassen sollten Sie beim Datenschutz, zumindest mit einem Android-Handy. Wenn Sie Google Wallet nutzen, sammelt Google zwecks personalisierter Werbeangebote alles, was es kriegen kann. Deutlich besser geschützt sind Ihre Daten hingegen mit den Apps von Sparkassen sowie Volks- und Raiffeisenbanken, vor allem dann, wenn Sie Google in Ihrem Google-Konto die Datensammelei so weit wie möglich einschränken. Dass sich Komfort und Sicherheit auch mit hohem Datenschutzniveau vertragen, zeigt hingegen Apple, bei dessen Wallet wir als Portemonnaie-Ersatz keinen Haken fanden.

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

### Literatur

- [1] Markus Montz, Gute Karten, Wie elektronische Kartenzahlungen funktionieren, c't 14/2021, S. 118
- [2] Stefan Porteck, Jörg Wirtgen, Gute Karten, Drahtloses Bezahlen mit Handys und Uhren, c't 9/2021, S. 58
- [3] Markus Montz, Girocard kommt in Online-Shops, c't 1/2023, S. 48

**Apple- und Google-Pay-fähige Banken:**  
[ct.de/y1cg](https://www.ct.de/y1cg)



Bild: Andreas Martini

# Kärtchenkenner

## Kundenkarten datenschutzfreundlich digitalisieren

**Nichts füllt ein Portemonnaie so schnell auf wie Kundenkarten. Mithilfe von Apps können Sie diese bequem digitalisieren, doch Vorsicht: Manche bereichern sich an Ihren Daten, daher stellen wir datenschutzfreundliche Alternativen vor.**

Von Wilhelm Drehling

**M**öchten Sie eine Kundenkarte haben? – der Rabatt beim Einkauf wäre schon schön. Ein schneller Blick ins Portemonnaie verheißt jedoch nichts Gutes: Schon jetzt dehnt sich das Leder gefährlich über die Plastikkarten. Eine Zerreißprobe bahnt sich an – vielleicht passt ja oben noch eine rein oder ganz hinten, drei Karten in einem Fach sind doch machbar. Jede neue Karte könnte die letzte Stunde des Portemonnaies einläuten.

Auch wenn die meisten Geldbörsen deswegen nicht gleich zerreißen, stört es im Alltag schon gewaltig, wenn sich zu viele Kundenkarten ansammeln. Abhilfe

schaffen Apps, die diese digitalisieren. Sie funktionieren alle ähnlich: Man scannt den Barcode oder nimmt ein Foto der Karte auf, vergibt anschließend einen Namen und speichert die virtuelle Karte ab. Manche der Apps setzen noch eins drauf, indem sie ein Logo oder den Firmenschriftzug automatisiert dazulegen. Die digitalen Karten liegen dann innerhalb der App bereit zum Abruf. Beim nächsten Einkauf holen Sie nur noch das Handy heraus, wählen die korrekte Karte aus und zeigen den Barcode beziehungsweise das Foto auf dem Bildschirm vor.

Sieht man sich die Ranglisten der beliebtesten Kundenkarten-Apps genauer



an, tauchen meistens die gleichen Namen ganz oben auf. Häufig sind das Apps, die viele Funktionen enthalten, mit digitalen Bezahlmöglichkeiten gekoppelt sind und allerhand Anpassungsmöglichkeiten anbieten. Viele davon schalten aber Werbung, sammeln Daten und verdienen sich damit eine goldene Nase. Für die Nutzer ist das meist kein sonderlich guter Deal.

Kundenkarten sind per se wahre Datensammler (siehe Seite 116), Sie müssen aber Ihre Daten nicht noch großen Werbenetzwerken in den Rachen werfen. Wir werden daher die üblichen Favoriten zwar im Folgenden nennen, Ihnen danach aber datensparsame und bessere Apps für iOS und Android vorstellen.

### Populäre Favoriten

Das erste Ergebnis für „Kundenkarten-Apps“ in der Google-Suche ist Stocard (siehe [ct.de/yj6a](https://ct.de/yj6a)). Die für iOS und Android erhältliche App steht auf den meisten Ranglisten an erster Stelle. Kein Wunder: Stocard bringt eine Palette von Funktionen mit, die von Punkteabfragen bei Payback und DeutschlandCard über Werbeprospekte bis hin zu vorgeschlagenen Gutscheinen reicht. Es ist kein Account oder Registrierung nötig und das Einscannen von Karten geht mit der ansprechend simpel gestalteten App denkbar leicht.

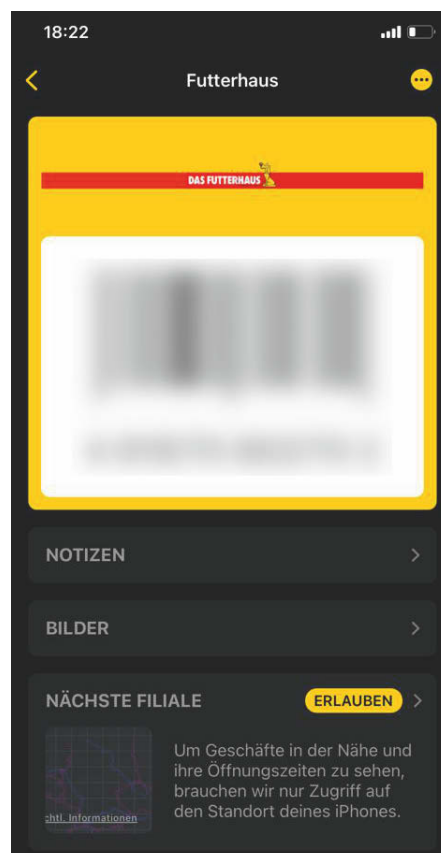
Die App erfreut sich großer Beliebtheit: Stocard verzeichnet einen Benutzerstamm von weltweit fast 49 Millionen aktiven Nutzern. Das gefiel auch dem Bezahl dienst Klarna, der die App im Sommer 2021 für 113 Millionen Euro übernahm. Mittlerweile kann man auch seine Mastercard digitalisieren und über die App benutzen.

Trotz der gerade aufgezählten Funktionen möchten wir die App nicht empfehlen. Die ganzen Annehmlichkeiten kommen nicht umsonst: Stocard sammelt Daten und finanziert sich durch Werbeanzeigen, die kreisrund wie Instagram-Stories oben am Bildschirmrand kleben. Sollten Sie zum Beispiel versehentlich die Standortdaten für die App freigegeben haben, dann darf Stocard die Daten verwenden, um zielgerichtete Werbung zu schalten oder Markt- und Meinungsforschung zu betreiben.

Die Schnüffelei dokumentiert das Unternehmen offen und ehrlich in der Datenschutzerklärung. Daraus geht außerdem hervor, dass Stocard bestimmte Daten von Diensten wie Mixpanel, Firebase Analytics, AppsFlyer Software De-

velopment Kit (SDK) und dem Facebook SDK verarbeiten lässt. Die Firmen hinter den Diensten sitzen alle in den USA, garantieren aber angeblich eine Datenverarbeitung nach EU-Recht. Dabei verweisen die Anbieter auf das Privacy-Shield-Abkommen, das aber wegen Unvereinbarkeit mit dem europäischen Datenschutz gekippt wurde und derzeit neu verhandelt wird. So erfasst zum Beispiel Firebase Analytics sämtliche Ereignisse wie „das erstmalige Öffnen der App, Deinstallation, Update, Absturz oder Häufigkeit der Nutzung der App“ und erstellt daraus Nutzerprofile, die Stocard für „zuschnittene Werbehinweise“ verwendet.

Das unabhängige Open-Source-Tool Exodus Privacy (siehe [ct.de/yj6a](https://ct.de/yj6a)), das Android Apps auf Tracker und Erlaubnisse scannt, kommt zu einem ernüchternden Ergebnis: Die App enthält sieben Tracker und verlangt 26 Berechtigungen. Das ist ganz schön viel, vor allem wenn man nur ein paar Kundenkarten auf dem Handy abladen will. Im Zweifel machen Sie sich selbst ein Bild der Datenschutzerklärung,



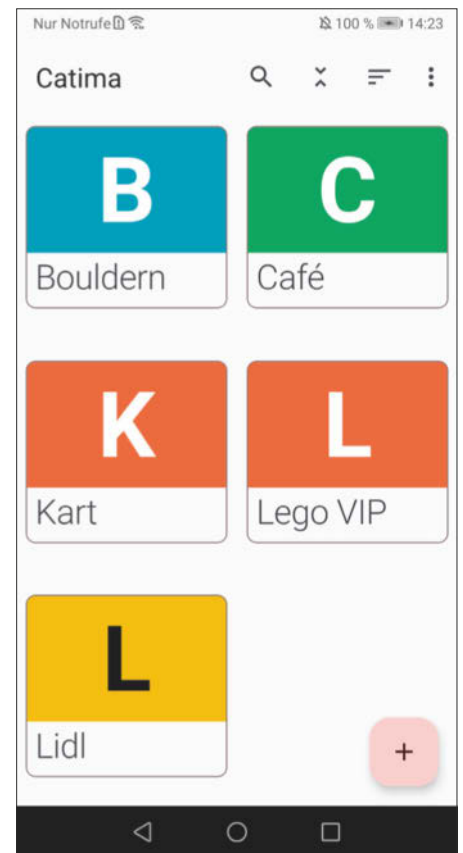
**Kundenkarten-Apps wie Stocard kommen geschickt an Nutzerdaten heran: Kurz mal die Öffnungszeiten checken und (zack!) gibt man seine Standortdaten ab.**

die wir Ihnen unter [ct.de/yj6a](https://ct.de/yj6a) verlinkt haben. Wollen Sie bestimmten Diensten die Weiterverarbeitung der Daten untersagen, finden Sie dort die jeweiligen Links dazu, die zu Widerspruchserklärungen führen. Für Apps dieser Art ist es ohnehin eine gute Idee, die Zugriffe auf persönliche Daten weitestgehend zu unterbinden.

Eine weitere beliebte App ist Fidme. Die vor allem in Großbritannien verbreitete iOS- und Android-App zählt alleine im Google Play Store mehr als eine Million Downloads. Ähnlich wie Stocard greift sie großzügig Daten ab. Laut Exodus Privacy enthält Fidme 14 Tracker und fordert 25 Berechtigungen, weshalb wir sie ebenfalls nicht empfehlen möchten. Was also tun?

### Kartenetui

Wir haben uns Kundenkarten-Apps sowohl für iOS als auch für Android angeschaut und geprüft, welche davon gar keine Daten verarbeiten – und wurden fündig. Im Folgenden stellen wir für jedes System jeweils unseren Favoriten vor. Beide benötigen nur die zum Betrieb not-



**Die datenschutzfreundliche Android-App Catima zeigt die Karten übersichtlich an. Ein Klick auf einen der Kästen ruft den entsprechenden Barcode beziehungsweise QR-Code auf.**

wendigen Berechtigungen und kommen komplett ohne Internetverbindung aus. Sie schalten außerdem keine Werbung, sind anmeldefrei und sichern die Karten lokal ab.

Für Android heißt der Kandidat Catima, eine quelloffene App der Entwicklerin Sylvia van Os (siehe [ct.de/yj6a](https://ct.de/yj6a)). Die App können Sie aus dem Open-Source-App-Store F-Droid oder dem Google Play Store herunterladen. F-Droid bekommen Sie nur von der Seite [f-droid.org](https://f-droid.org). Den alternativen App-Store sowie seine Installation haben wir unter [1] schon genauer beschrieben. Alternativ können Sie Catima auch als APK-Installationsdatei von der F-Droid-Seite herunterladen und selbst installieren. Wir empfehlen aber den Download aus einem der App-Stores, weil sich diese automatisch um Updates kümmern.

Beim Scannen steht die App der spionierenden Konkurrenz in nichts nach: Über das Plus-Symbol unten rechts fügen Sie eine neue Karte hinzu. Ein Klick darauf öffnet die Kamera, mit der Sie nun den Barcode oder QR-Code scannen. Schlecht lesbare Karten digitalisieren Sie manuell,

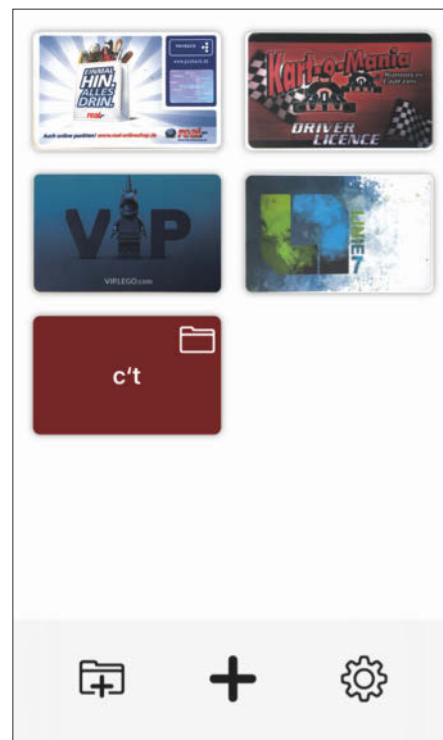
indem Sie die Nummer abtippen. Zum Schluss ergänzen Sie noch einen Namen oder ein Vorschaubild, fertig. Die digitalen Karten landen schließlich auf dem Hauptbildschirm der App.

Dass sich die App nicht an Kundendaten bedient, beweist auch der Exodus-Privacy-Bericht (siehe [ct.de/yj6a](https://ct.de/yj6a)). Laut diesem verwendet die Version aus dem Google Play Store keine Tracker und braucht gerade mal drei Berechtigungen (Schreiben, Lesen und Kamera).

Catima hat zwar weniger Funktionen als der Marktführer Stocard, muss sich aber keineswegs verstecken: Es gibt zum Beispiel einen praktischen Import, um Karten aus anderen Apps wie Stocard umzuziehen. Aufgrund der großen Community ist die App mittlerweile in mehr als 44 Sprachen verfügbar und wird stetig aktuell gehalten. Den gesamten Funktionsumfang sowie das GitHub-Projekt haben wir unter [ct.de/yj6a](https://ct.de/yj6a) verlinkt.

## Kartentresor

Für iOS haben wir uns für die zu Unrecht unbekannte App Card-Safe des Entwicklers Nils-Ole Bickel entschieden (siehe



**Card-Safe zeigt als Vorschau die Vorderseite der fotografierten Karten an. Größere Sammlungen kann man in Ordnern kategorisieren.**

## Deutsche Bahn

Wenn Sie Ihre Bahncard aus dem Portemonnaie verbannen möchten, speichern Sie sie am besten in der hauseigenen App „DB Navigator“ der deutschen Bahn. Die gibt es sowohl für Android als auch für iOS (siehe [ct.de/yj6a](https://ct.de/yj6a)).

Damit Sie Ihre Karte in der App hinterlegen können, brauchen Sie einen Account bei der Deutschen Bahn. Melden Sie sich mit diesem an und bestätigen Sie Ihre E-Mail-Adresse, falls noch nicht geschehen. Öffnen Sie nun per Klick auf ≡ das App-Menü, wählen dort „Bahncard“ und unten dann „Bahncard hinzufügen“ aus. Sobald Sie Ihre Karte eingefügt haben, erscheint die Karte unter „Meine Bahncards“.

Abgesehen davon, dass Sie unterwegs nicht mehr die Bahncard mitnehmen müssen, bringt die App ein paar bequeme Extras mit: So können Sie Ihre Tickets verwalten, selber in den Zug einchecken (Komfort-Check-In) und Informationen zu Ihren Fahrten abrufen. Eine Übersicht aller Funktionen haben wir unter [ct.de/yj6a](https://ct.de/yj6a) verlinkt.

**Nie wieder Bahncard vergessen: Mit dem DB Navigator der Deutschen Bahn digitalisieren Sie im Handumdrehen Ihre Plastikkarte, ohne Daten an Dritte abtreten zu müssen.**

[ct.de/yj6a](https://ct.de/yj6a)). Bis dato zählt die App gerade mal 500 Bewertungen. Card-Safe ist wie Catima anmelde- und kostenfrei. Die App laden Sie wie gewohnt aus Apples App-Store herunter.

Nach dem ersten Start zeigt Ihnen die App zunächst, wofür die einzelnen Symbole stehen und wie man neue Karten anlegt. Der Hauptbildschirm ist schon mit ein paar Beispieldaten gefüllt, die Sie leicht löschen können.

Anders als Catima scannt Card-Safe nicht die Barcodes, sondern speichert lediglich Fotos der Karten. Der Nachteil dieser Methode liegt darin, dass Sie Karten mit einem schlecht lesbaren Barcode nicht digitalisieren können, dafür aber Visitenkarten. Mit einem Klick auf das Plus-Symbol können Sie Karten fotografieren und zurechtschneiden – das geht auch beidseitig. In der Theorie brauchen Sie zwar nur die Rückseite, weil der den Barcode enthält, aber Card-Safe zeigt die Vorderseite hübsch als Preview an.

Um die besten Ergebnisse zu erzielen, sollten Sie die Fotos bei gutem Licht auf einer ebenen Fläche schießen. Die App erkennt die Umrisse der Karte automatisch und schneidet sie aus dem Foto aus. Bei Karten mit einem Magnetstreifen

müssen Sie den Ausschnitt manuell anpassen, weil die App den schwarzen Streifen häufig als Rand interpretiert. Alternativ können Sie Bilder der Karten extern mit der Kamera aufnehmen, zuschneiden und anschließend en bloc importieren.

Auf Wunsch können Sie die Karten per Face ID, PIN oder Touch ID wegsperren. Diese Option können Sie beim Start der App oder nachträglich in den Einstellungen (Zahnrad-Symbol) aktivieren.

Die Datenschutzerklärung besteht aus drei kurzen Sätzen, in denen der Entwickler klarstellt, dass die App keinerlei Daten sammelt, keine automatische Übermittlung erfolgt und alle Karten lokal auf dem Gerät abgespeichert (siehe [ct.de/yj6a](http://ct.de/yj6a)). Kurzum: Die App tut, was sie soll, und kein Stück mehr. Die Vorschau der Karten macht die App zu einem aufgeräumten Hingucker.

## Big Player

Im Artikel auf Seite 20 haben wir unter anderem erklärt, wie Sie Bezahlkarten bei

Google Pay und Apple Wallet digitalisieren. Beide verwalten theoretisch auch Kundenkarten: konkrete Anleitungen haben wir für beide Apps unter [ct.de/yj6a](http://ct.de/yj6a) verlinkt, gestalten das Ganze aber deutlich umständlicher als Card-Safe oder Catima und unterstützen nur bestimmte Karten.

In Google Wallet erreichen Sie das zuständige Menü mit Klick auf „+ Zu Wallet hinzufügen“ und danach auf „Treuepunkte“. Daraufhin erscheint eine Liste, in der Sie Ihre Kundenkarte erst mal finden und auswählen müssen, bevor Sie sie einscannen dürfen. Weil Wallet allerdings nur die Kundenkarten großer Firmen wie Media Markt oder Netto kennt und Anwender die Liste nicht selbst ergänzen können, bleibt das kleine Café um die Ecke außen vor.

Apple Wallet ist ein mächtiges Werkzeug, in dem man Codes für Tickets oder Gutscheine hinterlegen und eigene erstellen kann [2]. In Sachen Kundenkarten sieht es jedoch eher düster aus: Sie selbst

können im Wallet gar keine Karten per Scan anlegen. Nur wenn der Anbieter einen personalisierten Link generiert hat, der zur Wallet-App führt, können Sie Ihre Karte hinzufügen.

## Bildergalerie

Wenn Ihnen die Idee gefällt, Sie aber keine der hier aufgezählten Apps anspricht, dann können Sie Ihre Karten auch einfach fotografieren und in der Fotogalerie Ihres jeweiligen Geräts als Favoriten hervorheben. So haben Sie diese in der Warteschlange vor der Kasse mit wenig Klicks parat. (wid@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Andreas Itzchak Rehberg, *Android-Apps ohne Google, Der App-Store F-Droid mit Privatsphäre*, c't 25/2018, S. 182
- [2] Jan Mahn, *Taschenticketautomat, Apple Wallet: Handytickets für iOS erzeugen*, c't 18/2022, S. 152

**Apps und Anleitungen:** [ct.de/yj6a](http://ct.de/yj6a)





Bewirb dich jetzt unter [www.ratiodata.de/karriere/](http://www.ratiodata.de/karriere/)

Wir sind Ratiodata.

Effiziente und sichere IT-Lösungen.

# SWITCH IT UP ...

Wir bewerten und implementieren neue Technologien für Finanzdienstleister und andere Branchen, dank Experten wie dir.

Die Ratiodata SE zählt zu den größten Systemhäusern und Technologiepartnern in Deutschland. Wir bieten zahlreiche Benefits wie mobiles Arbeiten, flexible Arbeitszeiten und Weiterbildungsmöglichkeiten. Mach es wie Dennis und überzeuge dich selbst.

AND MAKE  
IT COUNT.







Bild: Andreas Martini

# Virtuelle Identität

## Der aktuelle Stand bei digitalen Ausweisen

**Wären Personalausweis und Führerschein digital, könnte das Portemonnaie endgültig zu Hause bleiben. In Deutschland gibt es dafür noch keine alltags-tauglichen Apps – aber in Österreich.**

Von Christian Wölbert

**V**erdammt, die Packstation war schon wieder voll. „Die Sendung wird zur Abholung in die Filiale Limmerstr. 72, 30451 Hannover gebracht“, meldet die DHL-App. Also hinradeln, anstellen, warten. „Haben Sie Ihren Ausweis dabei?“, fragt der nette Mann am Schalter. „Ähhh, Moment ... nein, ich hab' mein Portemonnaie vergessen.“ „Dann darf ich Ihnen das Paket leider nicht geben.“

Es sind Momente wie diese, in denen man sich einen digitalen Ausweis wünscht,

den man sicher auf dem Handy speichern und bequem vorzeigen könnte. Nicht nur beim Paketabholen, auch bei der Ticketkontrolle in der S-Bahn oder beim Ausleihen eines Mietwagens. Apropos Mietwagen: Praktisch wäre auch ein digitaler Führerschein. Dann könnte das Portemonnaie endlich in der Schublade bleiben.

### Plastik ist Pflicht

Um keine allzu großen Erwartungen zu wecken: Bislang gibt es in Deutschland keinen digitalen Ausweis oder Führerschein, der sein Plastik-Pendant komplett oder wenigstens annähernd ersetzt. Ein Grund dafür sind die rechtlichen Regeln. Das Personalausweisgesetz bezeichnet nur den Plastik-Perso als „gültigen Ausweis“. Diesen muss man zwar nicht immer mitführen, aber besitzen und „auf Verlangen einer zur Feststellung der Identität berechtigten Behörde vorlegen“ (siehe [ct.de/ytet](https://www.ct.de/ytet)). Eine digitale Variante für diesen Anwendungsfall kennt das deutsche Recht nicht. Die Polizei will bei Kontrollen stets die Plastikkarte sehen und gibt sich nicht mit irgendeiner App zufrieden. Den Führerschein gibt es offiziell auch nur in Plastikform, die man obendrein bei jeder Fahrt dabeihaben muss.

Einigen Branchen (etwa Banken und Mobilfunkanbietern) schreibt der Staat zudem vor, wie sie die Identität ihrer Kunden überprüfen müssen. Aber selbst dort, wo Unternehmen frei entscheiden dürfen (etwa beim Carsharing), helfen Ausweis-Apps bislang kaum weiter. Im Moment leiden sie noch am Henne-Ei-Problem: Es gibt wenige Nutzer und wenige Anwendungsfälle.

Doch bei dem Thema ist vieles in Bewegung. Die Bundesregierung und die EU-Kommission treiben digitale Ausweise und Wallet-Apps fürs Handy voran, und das private Unternehmen Verimi verspricht bereits jetzt: „Das Ende von Plastikkarten! Mit dem Verimi-Wallet haben Sie Ausweisdokumente und Führerschein immer zur Hand.“ Wir ordnen die Ansätze im Folgenden ein.

### Smart-eID fürs Internet

Einen amtlichen digitalen (also körperlosen) Ausweis gibt es in Deutschland bislang nicht. Seit 2010 steckt zwar im Personalausweis ein Chip für die sogenannte eID-Funktion, mit der man sich übers Internet ausweisen kann – doch dafür muss man bei jedem Ausweisvorgang die Karte mit dem Smartphone oder einem Lesegerät per NFC auslesen. 2020 kündigte die Bundesregierung die „Smart-eID“ an, mit der man sich allein mit dem Smartphone ausweisen können soll. Dazu speichert man die Ausweisdaten in einem Sicherheitschip (Secure Element) des Geräts. Verfügbar sein wird die Smart-eID – nach mehreren Terminverschiebungen – wohl frühestens Mitte 2023.

Allerdings sind eID und Smart-eID für das Ausweisen aus der Ferne konzipiert, zum Beispiel für Online-Anträge bei Behörden. Theoretisch könnte die Post in ihren Filialen die Smart-eID akzeptieren, indem sie Wartende per QR-Code auf eine Webseite lotst – doch das wäre für die Nutzer umständlicher als die Plastikkarte zu zücken. Obendrein müssen Unternehmen relativ viel Aufwand treiben, um die eID beziehungsweise Smart-eID in ihre Systeme zu integrieren.

Das Bundesinnenministerium (BMI) hat auch keine Pläne, die Smart-eID zu einem Vor-Ort-Ausweis weiterzuentwickeln. „Diese Funktion vollständig mit dem Smartphone durchzuführen, ist nicht Teil der mittelfristigen Planung“, sagte eine Sprecherin auf Anfrage. Ohnehin wird die Smart-eID anfangs nur mit wenigen Smartphone-Modellen kompatibel sein,

weil die Hersteller ihr Secure Element dafür freigeben müssen.

## Gefloppter Alltagsausweis

Die Zögerlichkeit hat viel damit zu tun, dass die Vorgängerregierung sich mit einem zusammengeschusterten Handy-Ausweis blamierte. Im Herbst 2021 veröffentlichte sie die App „ID Wallet“, mit der man Ausweis- und Führerscheindaten auf allen gängigen Handy-Modellen speichern konnte. Dazu las man den E-Perso-Chip per NFC aus und legte die darauf gespeicherten Daten als „Basis-ID“ im Smartphone ab. Im zweiten Schritt rief man mithilfe der Basis-ID seine Führerscheindaten beim Kraftfahrtbundesamt ab.

Die ID-Wallet-App war als Alltagsausweis gedacht, den Unternehmen einfach integrieren können. Nutzer sollten zum Beispiel am Mietwagenschalter oder an der Hotelrezeption einen QR-Code scannen und die angefragten Daten per PIN freigeben, sodass diese samt überprüfbarer Signatur des Ausweisherausgebers übers Internet etwa zur Mietwagenfirma fließen.

Sicherheitsforscher wiesen allerdings nach, dass die App schlecht vor Identitätsdiebstahl schützte: Nutzer konnten nicht prüfen, ob die Daten wirklich an die Mietwagenfirma gehen oder an einen Angreifer, der sich als Mietwagenfirma ausgab. Nach Bekanntwerden der Vorwürfe zog die Regierung die App zurück (siehe c't 22/2021, S. 41). Später kam noch heraus, dass das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik das Konzept der App schon vor der Veröffentlichung zerpfückt hatte.

Die Ampel-Regierung hat die ID-Wallet-App samt Basis-ID beerdigt, die Bundesdruckerei arbeitet nach Informationen von c't aber an einer neuen Wallet-App für die Smart-eID und einen digitalen Führerschein. Der Führerschein soll sich nach dem ISO-Standard 18013-5 richten, der auch als Grundlage für die digitalen Führerscheine einiger US-Bundesstaaten dient und von den Wallets von Apple und Google unterstützt wird (siehe ct.de/ytet).

Ohnehin will die EU-Kommission alle Mitgliedsstaaten verpflichten, Wallet-Apps herauszubringen. Zurzeit verhandelt sie mit den Regierungen und dem EU-Parlament über die Anforderungen an solche „EUid“-Apps. Datenschützer wollen dabei verhindern, dass jede App eine eindeutige, dauerhafte Kennnummer erhält, die Tracking und Profilbildungen erleichtern würde.

## Verimis Cloud-Wallet

Verimi – ein Joint-Venture zahlreicher Konzerne, unter anderem Deutsche Bank, Telekom, Samsung und VW – bietet bereits jetzt ein Wallet für Ausweisdokumente. Mit der App kann man den E-Perso via NFC auslesen oder geprüfte Identitätsdaten von seiner Bank übernehmen. Den Führerschein erfasst die Anwendung mit einem „Foto-Ident-Verfahren“: Man fotografiert die Karte und nimmt als Vergleichsbild ein Selfie auf. Laut Verimi prüft eine KI die Authentizität des Dokuments und gleicht das Selfie mit dem Foto auf dem Führerschein ab. „Zweifelsfälle werden manuell überprüft“, teilte das Unternehmen mit. Foto-Ident-Verfahren gelten allerdings grundsätzlich als nicht besonders sicher. Im Sommer legte der Sicherheitsforscher Martin Tschirsch in der Verimi-App mehrere digitale Führerscheine unter falschem Namen an. Nach seinen Angaben täuschte er die KI mit großformatig ausgedruckten, per Bildbearbeitung manipulierten Fotos des Führerscheins.

Anders als die Smart-eID und die geflopte staatliche ID-Wallet speichert Verimi die Daten in der Cloud. Das behagt nicht jedem – Datenschützer sehen eine zentrale Speicherung von Ausweisdaten grundsätzlich kritisch, weil ein erfolgreicher Angriff eine riesige Beute ergeben würde. Im Sommer 2022 wurde bekannt, dass es bei Verimi eine Datenpanne gegeben hatte: Eine Zeit lang speicherte das Unternehmen Nutzernamen und Passwörter aus Versehen im Klartext. Verimi entdeckte das Problem selbst und informierte die zuständige Berliner Datenschutzbehörde darüber.

Verimi eignet sich wie die staatliche eID im Moment in erster Linie fürs Ausweisen aus der Ferne. Nutzer können sich mit der App zum Beispiel bei der Deutschen Bank und bei der Telekom einloggen. Das Unternehmen arbeitet aber auch an Vor-Ort-Szenarien, zum Beispiel für Carsharing.

Anfang 2022 bewarb Verimi sein Wallet als bequeme Möglichkeit für Coronakontrollen, weil man damit den Impfpasscode und die Ausweisdaten auf dem Smartphone-Bildschirm vorzeigen kann. 13 von 16 Bundesländern verlangten in ihren Coronaverordnungen allerdings, dass Restaurantbetreiber einen „amtlichen“ Ausweis überprüfen – und damit ist stets nur die Plastikkarte gemeint, keine App wie Verimi. Insgesamt wirkt Verimis Werbespruch „Das Ende von Plastikkar-

ten“ bislang reichlich vollmundig: Man kann mit der App zwar Ausweisdaten vorzeigen, im Alltag aber fast nichts damit anfangen.

## Österreich machts vor

Einen Schritt weiter ist das Nachbarland Österreich: Dort führte die Regierung im Herbst einen digitalen Führerschein ein. Autofahrer müssen seitdem ihren Plastikk Führerschein nicht mehr mitführen, es reicht die App „eAusweise“.

Die Ausweisdaten werden lokal im Smartphone gespeichert. Bei einer Kontrolle scannt die Polizei einen QR-Code auf dem Handy des Nutzers und ruft die aktuellen Führerscheindaten aus einer staatlichen Datenbank ab. Außerdem ist eine Offline-Prüfung gemäß dem ISO-Standard 18013-5 möglich, dann fließen die Daten via Bluetooth von Smartphone zu Smartphone, zum Beispiel beim Ausleihen eines Mietwagens. Dabei kriegt der Staat nicht mit, wer wann wo seinen Führerschein vorzeigt.

Mit dem Gesamtkonzept sind selbst Datenschutzaktivisten zufrieden: Das System sei „für Führerscheine eine taugliche Lösung“, urteilte der österreichische Datenschutzverein Epicenter.Works auf Anfrage von c't. (cwo@ct.de) **ct**

**Gesetze, Standards:** [ct.de/ytet](https://www.ct.de/ytet)

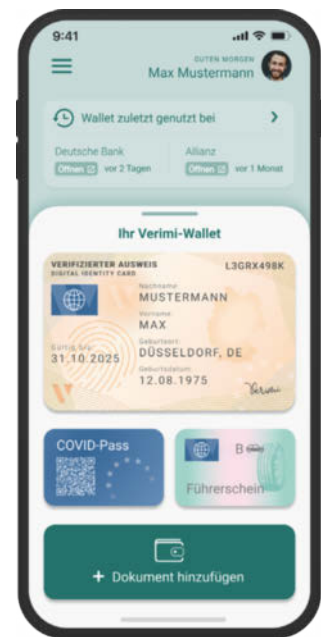


Bild: Verimi

**Die Verimi-App zeigt Ausweis- und Führerscheindaten, taugt in Deutschland aber aus rechtlichen Gründen nicht für offizielle Kontrollen durch die Polizei.**

# Manipuliertes Gezwitscher

## Interne Dokumente belegen: Twitter hat Inhalte gezielt unterdrückt

**Twitter hat vor der Übernahme durch Elon Musk offenbar verschiedene Werkzeuge genutzt, um die Sichtbarkeit von Accounts zu unterdrücken – zum Beispiel bei Kritikern der Covid-19-Politik der US-Regierung. Unterdessen fährt der neue Chef einen knallharten Sparkurs und sucht einen neuen CEO.**

Von Jo Bager

Nachdem Elon Musk Twitter übernommen hatte, machte er interne Dokumente des Dienstes zugänglich. Verschiedene Journalisten haben sie ausgewertet und als „The Twitter Files“ veröffentlicht. So hat die Journalistin Bari Weiss Bildschirmfotos veröffentlicht, die offenbar eine interne Ansicht von Twitter-Accounts zeigen. Neben Kategorien wie „verifiziert“ oder „aktiv“ gibt es auch „Recent Abuse Strike“ (kürzlich wegen Verstoß gemäßregelt), „Trends Blacklist“ (nicht in die Trends aufnehmen), „Do Not Amplify“ (nicht verstärken) und „Notifications Spike“ (vermehrte Benachrichtigungen).

Das legt nahe, dass dem Moderationsteam von Twitter Werkzeuge zur Verfügung stehen, die Reichweite von einzelnen Tweets oder ganzen Accounts zu beschränken und sie auf schwarze Listen zu setzen. Intern werde das als „Visibility Filtering“ oder „VF“ bezeichnet, berichtete Weiss.

Der US-Journalist David Zweig wirft Twitter in einem weiteren Bericht vor, die Debatte um Corona gezielt manipuliert zu haben, indem es „Informationen zensurierte, die wahr, aber für die Politik [der US-Regierung] unbequem waren, indem Ärzte und andere Experten diskreditiert wurden, die anderer Meinung waren“.

Wie andere soziale Netzwerke hatte Twitter im Zuge der Coronapandemie auf Wunsch der US-Regierung hin Kennzeichnungen eingeführt, um irreführende respektive von den offiziellen Impfeempfehlungen abweichende Informationen zu Covid 19 zu kennzeichnen. Dies geschah entweder automatisiert bei Nennung bestimmter Stichwörter oder durch das Twitter-Moderationsteam. In einzelnen Fällen hat Twitter auf Druck der Regierung auch die Accounts von Kritikern der Corona-Maßnahmen komplett gesperrt, etwa den des Journalisten Alex Berenson.

Zweigs Analyse der Twitter Files zeigt auch die damalige Zerrissenheit des Mo-

derationsteams. Die automatischen Kennzeichnungen haben in Kombination mit den überforderten, meist fachfremden Moderatoren dazu beigetragen, dass auch relevante Ansichten von Ärzten und anderen Experten aus dem Covid-Umfeld unterdrückt wurden, resümiert Zweig.

Laut den Twitter Files haben sowohl die beiden großen politischen Parteien in den USA als auch das FBI, das Pentagon und die US-Regierung auf Moderationsentscheidungen Einfluss genommen. Twitter hatte den von Nutzern wiederholt geäußerten Verdacht, ihre Sichtbarkeit für andere sei künstlich unterdrückt worden (Shadow Banning), bisher stets zurückgewiesen.

### Dummkopf gesucht

Twitter hat derweil einige neue Funktionen eingeführt. So zeigt die Plattform Abrufzahlen einzelner Tweets an. In den letzten Wochen ist es aber auch immer wieder zu Störungen gekommen: Login-Versuche schlugen fehl und das Tweeten, Retweeten oder Antworten war nicht möglich.

Außerdem hat Elon Musk Twitter einen rigiden Sparkurs verordnet. Er hat Kosten für Hausmeister- und Sicherheitsdienste gekürzt und bei verschiedenen Standorten die Miete und andere Dienstleistungen nicht bezahlt. Offenbar auf der Suche nach neuen Einnahmequellen will Twitter politische Werbung, die seit drei Jahren von der Plattform verbannt ist, wieder zulassen.

Im Dezember hatte Elon Musk auf Twitter darüber abstimmen lassen, ob er als CEO zurücktreten solle. Nachdem eine Mehrheit dafür gestimmt hatte, kündigte er an, zurückzutreten, sobald er jemanden gefunden hat, der „töricht genug“ sei, den Job zu übernehmen. Bis Redaktionsschluss hat er keinen Nachfolger präsentiert.

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

**Twitter Files:** [ct.de/ycvz](https://twitter.com/ct/de/ycvz)



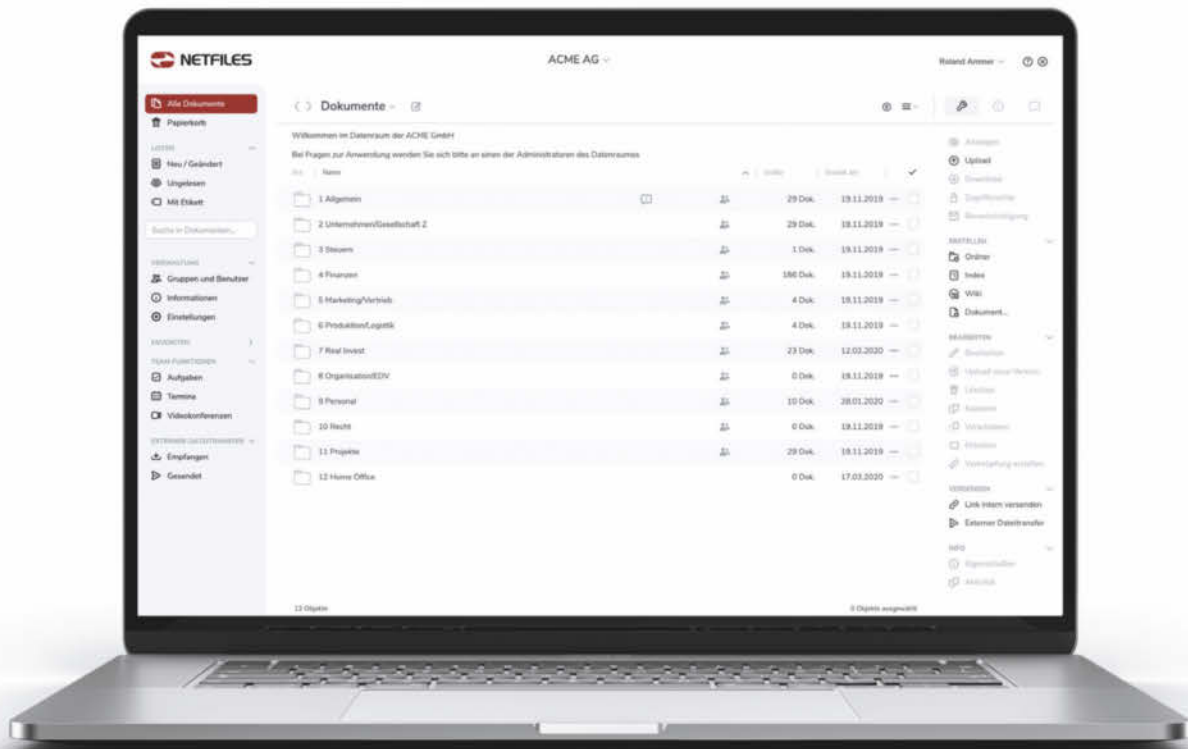
Die wichtigsten Ergebnisse der Twitter Files lassen sich auch in der Form von Twitter-Threads nachlesen.



Das Twitter-„Volk“ hat gesprochen: Musk hat angekündigt, als Twitter-Chef zurückzutreten.



# Sichere Cloud-Lösungen für Datenaustausch und Collaboration



## Einfach

Der netfiles Datenraum ist besonders einfach zu bedienen, bietet umfangreiche Funktionalität und steht Ihnen sofort, ohne Installation von Software oder Plugins zur Verfügung. Ein Webbrowser genügt.

## Sicher

Im netfiles Datenraum sind Ihre Daten sowohl bei der Speicherung als auch Übertragung durch 256-bit Verschlüsselung sicher und Compliance-gerecht geschützt.

## Bewährt

netfiles gibt es seit mehr als 20 Jahren. Profitieren auch Sie von unserer langjährigen Erfahrung und dem zuverlässigen Betrieb. Wir sind ein deutsches Unternehmen und hosten ausschließlich in Deutschland.

[www.netfiles.com](http://www.netfiles.com)

Testen Sie jetzt netfiles 14 Tage kostenlos  
oder vereinbaren Sie einen Termin für eine Online-Präsentation.

# „KI rüttelt uns hier wach“

## Interview: Wie ChatGPT die Lehre verändert

**Wenn KI-Systeme wie GPT-3 und ChatGPT ganze Studienarbeiten in Sekunden verfassen, muss die Lehre Begriffe wie „Bildung“ und „Leistung“ neu definieren. Der Präsident der Karlsruhochschule Robert Lepenies will die künstliche Intelligenz in den Seminarbetrieb einbinden. Im Interview – das c't per E-Mail mit ihm geführt hat – plädiert er für eine neue Beziehung zwischen Mensch und Maschine.**

Von Jo Bager

**c't:** Sie sagen, dass bestimmte Prüfungsformen ab sofort undenkbar sind, weil Text-KIs in den Sozialwissenschaften Seminar- oder andere Arbeiten erzeugen können, die von denen von Studenten nicht unterscheidbar sind.

**Lepenies:** Es gibt Studien dazu, dass selbst Experten menschliche und künstliche Expertise nicht auseinanderhalten können. Zum Beispiel haben die Philosophen Eric Schwitzgebel, Anna Strasser und Matthew Crosby in einem Experiment Menschen befragt, ob sie erkennen können, welche Antworten auf tiefgründige philosophische Fragen vom Philosophen Daniel Dennett und welche von GPT-3 stammen. Selbst Dennett-Experten taten sich schwer, GPT-3-Texte und Dennetts Arbeiten auseinanderzuhalten (siehe [ct.de/yneu](https://ct.de/yneu)).

Dass KIs wissenschaftliche Texte produzieren können, wird nicht auf Sozialwissenschaften und Geisteswissenschaften beschränkt bleiben. Schon bald werden weitere Wissenschaftsfelder und alle Formen von Bildung betroffen sein. Konkret bedeutet das, dass es schwierig wird,

Seminararbeiten zu vergeben und zu bewerten. KI rüttelt uns hier wach und lässt uns fragen: Ist unsere Sicht darauf, was „Bildung“ und „Leistung“ bedeuten, noch zeitgemäß?

**c't:** Kennen Sie auch Bereiche, wo die KI noch nicht so weit ist?

**Lepenies:** Noch denkt sie sich beispielsweise wissenschaftliche Literatur einfach aus: Sie „halluziniert“ einige – aber nicht alle – wissenschaftliche Quellen.

**c't:** Wie können Universitäten dem begegnen, dass schriftliche Essays nicht mehr zur Bewertung herangezogen werden können?

**Lepenies:** Ich habe mit unserem Vizepräsidenten Forschung Wendelin Küpers gesprochen, der bekräftigt, dass die eigenständig erstellte schriftliche Aus-

arbeitungen und deren Bewertung weiterhin wichtig bleiben, denn in einer Hochschule der Zukunft haben Studierende ein intrinsisches Interesse daran, Essays selbst zu erstellen – Studierende wollen ja lernen, und Fragestellungen sich zu eigen machen und wertend Stellung beziehen. Wir setzen in der Karlsruhochschule sowieso auf kreative und plurale Prüfungsformen – dadurch haben wir hier vielleicht weniger ein Problem als die großen Universitäten. Wichtiger als Noten ist ein qualitatives Feedback und eine gemeinsame Reflexion über das Lernen.

**c't:** Wo können Chatbots in der Lehre helfen?

**Lepenies:** GPT-3 ist ein potenziell sehr intelligenter und anregender Feedback-Partner. Je klüger man die Frage stellt und dem Modell Feedback gibt, desto intelligenter sind auch die Antworten. Meist kann die Text-KI den ersten Entwurf für jedwedes Dokument liefern.

Wir könnten zum Beispiel innerhalb von kurzer Zeit neue Modulbeschreibungen erstellen oder bestehende um neue Lernziele oder Literatur ergänzen und aktualisieren. Ein Beispiel: wir wollten in einem recht theoretischen Seminar über Ethik und Globalisierung ein paar Fallbeispiele aus dem globalen Süden einbringen – das haben wir dann einfach von der KI in der ersten Fassung ausarbeiten lassen – die uns dann Beispiele gab, zum Beispiel eine Session zu feministischen Arbeiterbewegungen in Lateinamerika. Darauf wären wir bestimmt selbst gekommen – aber nicht nach fünf Sekunden. Gleichzeitig lassen wir uns von der KI ein Bewertungsraster für Gruppenpräsentationen vorschlagen – das müssen wir dann natürlich noch einmal nachprüfen und validieren.


**c't:** Sie äußern die Befürchtung, dass Studierende das eigene (Nach)denken an ChatGPT & Co. delegieren könnten.




Foto: Rebecca Gerndt, CC BY-SA 4.0

**Laut Robert Lepenies, dem Präsident der Karlsruher Karlsruhochschule, stellen Text-KIs wie ChatGPT infrage, was man heute als gebildeter Menschen wissen und können muss.**

ChatGPT zählt einige Probleme auf, die sein Einsatz bei akademischen Arbeiten verursachen kann.



Fasse kurz zusammen, welche Probleme ChatGPT bei akademische Arbeiten verursachen kann



ChatGPT kann bei akademischen Arbeiten einige Probleme verursachen, wie zum Beispiel:

- Genauigkeit: ChatGPT kann manchmal ungenaue oder sogar falsche Antworten liefern.
- Fehlende Tiefe: ChatGPT kann möglicherweise nicht die gleiche Tiefe und Detailgenauigkeit wie menschliche Experten aufweisen.
- Datenschutz: ChatGPT wurde mit einer großen Menge an Textdaten trainiert, die möglicherweise persönliche oder vertrauliche Informationen enthalten.
- Zuverlässigkeit: ChatGPT ist ein experimentelles System und kann möglicherweise nicht immer verfügbar sein oder wie erwartet funktionieren.

**Ist das nicht die übliche Skepsis, die jede neue Technik, jedes neue Medium begleitet?**

**Lepenies:** Wie jede technologische Entwicklung ist auch diese ambivalent. Wikipedia oder die Autokorrektur in der Textverarbeitung machen uns nicht dümmer, aber beide stellen (zu Recht) infrage, was man heute als gebildeter Menschen wissen und können muss. Nun können Text-KIs aber weit mehr. Hier müssen wir lernen, die Ergebnisse der Maschine richtig einzuordnen und zu bewerten sowie Interpretationen und eigene Urteile dazu zu entwickeln. Die Kernfrage dabei: Wo und wie lernen wir diese grundlegenden Fähigkeiten? Ich würde natürlich sagen, bei uns an der Hochschule.

In der Universität geht es auch um Lernerfahrungen zusammen mit anderen

Menschen, durch Infragestellen, durch Diskussionen in Gruppen, durch ästhetisches und ethisches Argumentieren, durch Lernen von anderen Menschen, durch das Zwischenmenschliche – das alles kann KI nicht allein.

**c't: Sie schlagen vor, ChatGPT als Teilnehmer in kreativen Gruppendiskussionen einzusetzen. Wie funktioniert das?**

**Lepenies:** Einige unserer Lehrenden haben das bereits probiert: Sie taten so, als sei GPT ein Teilnehmer in einer Diskussionsrunde – das war ko-kreativ und anregend. Man muss GPT am besten in der Gruppe gemeinsam nutzen – und damit diese bilaterale Mensch-Maschine-Beziehung auflösen: über die KI diskutieren, aber auch mal spaßen.

**c't: Über die Lehre hinaus: Wo glauben Sie, werden Systeme wie ChatGPT die größten Veränderungen bewirken werden?**

**Lepenies:** Im baden-württembergischen Landtag hat Alex Salomon (die Grünen, Anm. d. Red.) gerade die erste von KI geschriebene Rede gehalten. Das überlege ich mir natürlich jetzt auch für kommende Festreden ...

Generell vermute ich, dass KI alle Tätigkeiten, die mit Text oder Bild zu tun haben, revolutionieren wird, auch in verknüpfter Form: „Schreibe mir in folgenden Sprachen ein Kinderbuch zu meiner Masterarbeit, verfilme es und komponiere die Filmmusik dazu“ – so etwas wird möglich sein.

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

**Studie Dennett vs. GPT-3: [ct.de/yneu](https://ct.de/yneu)**

**Sichern Sie Ihr gesamtes Bürogebäude mit nur EINEM System**  
IoT-basiert ■ Zutrittskontrolle ■ Einbruchalarmierung ■ Videoüberwachung

**Sicherheitstechnik wird einfach und digital.** .....

Jedes Unternehmen hat einen Bedarf an physischer Sicherheit. Darauf hat Kentix eine revolutionär einfache Antwort entwickelt.

**Lernen Sie diese jetzt kennen – [kentix.com](https://kentix.com)**



**KENTIX**



# Digitaler Schein

## Die elektronische Krankschreibung läuft holprig an

**Schluss mit der Zettelwirtschaft, verspricht die elektronische Arbeitsunfähigkeitsbescheinigung. Doch zum Start am 1. Januar hatte die Digitalisierung des Gesundheitssystems erneut mit Ausfällen zu kämpfen.**

Von Detlef Borchers

Es sollte so schön werden: Zum Start der elektronischen Arbeitsunfähigkeitsbescheinigung (eAU) am 1. Januar meldete die Vorstandsvorsitzende des Spitzenverbandes der gesetzlichen Krankenkassen Doris Pfeiffer euphorisch: „Die elektronische Arbeitsunfähigkeitsbescheinigung ist eine Erfolgsgeschichte und zeigt, dass die Digitalisierung des Gesundheitswesens gelingen kann.“ Vor allem die Krankenkassen sehnen das Ende der Zettelwirtschaft herbei. Immerhin stellen Arztpraxen nach Angaben der Kassenärztlichen Bundesvereinigung (KBV) jährlich 77 Millionen Krankmeldungen aus. Da zählt jede noch so kleine Vereinfachung.

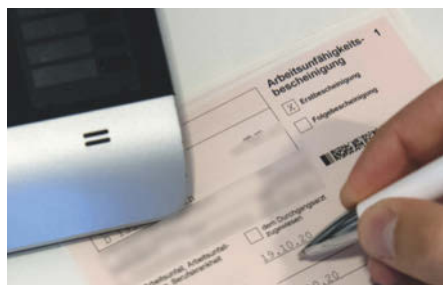
Bislang wurde der „gelbe Schein“ in dreifacher Ausfertigung gedruckt: Ein Exemplar (mit der ärztlichen Diagnose) behielt der Arbeitnehmer, ein Exemplar musste er seinem Arbeitgeber schicken, ein weiteres Exemplar sandte er seiner Krankenkasse. Seit dem 1. Januar fallen davon ein bis zwei Ausdrücke weg: Nur der Arbeitnehmer bekommt noch ein gedrucktes Exemplar für seine Unterlagen. Das Exemplar für die Krankenkasse übermittelt die Praxis nun elektronisch als eAU über die Telematische Infrastruktur (TI) des Gesundheitssystems. Die Krankenkasse stellt wiederum eine Bescheinigung für den Arbeitgeber aus, die dieser von einem Server abrufen kann. Es kann je-

doch bis zu neun Tage dauern, bis die eAU dort zum Abruf bereitsteht. Die bisherigen Ausdrücke für den Arbeitgeber stellen Ärzte nur noch auf „besonderen Wunsch“ der Patienten aus.

### Technische Probleme

Einen solchen zweiten Ausdruck sollten Patienten bis auf Weiteres grundsätzlich von ihrem Arzt verlangen, denn die elektronische Übermittlung der eAU hat noch ihre Tücken: Zum Start der eAU ab dem 1. Januar konnten zahlreiche Arztpraxen keine Verbindung zur TI aufbauen, weil ihre Konnektor-Router ausfielen. Betroffen waren laut Statusreport der Gematik die KoCoBox-VPN-Router der Produktversion 4 (PTV4) des Herstellers CGM in Verbindung mit Heilberufsausweiskarten der Anbieter T-Systems und D-Trust.

Die Konnektoren, die noch RSA als Verschlüsselung einsetzen, quittierten Verbindungsversuche mit der Fehlermeldung „Algorithmen seit 2023 als unsicher eingestuft“. Nun müssen betroffene Ärzte und Praxen warten, bis ihre Anbieter die PTV4-Konnektoren auf Kryptografie mit elliptischen Kurven (ECC) umgestellt haben. Unklar bleibt, warum die Gematik die RSA-Verschlüsselung der Geräte überhaupt als unsicher einstuft. Denn das Bundesamt für Sicherheit in der Informations-



**Mit Einführung der eAU bekommen viele Patienten seit dem 1. Januar 2023 nur noch einen Ausdruck ihrer Krankschreibung. Sie sollten zur Sicherheit aber einen zweiten verlangen.**

technik (BSI) hält RSA-Schlüssel mit 2048 Bit bis Ende 2025 durchaus für vertretbar.

Eine zweite Fehlerquelle ist der bislang nicht immer zuverlässig laufende Mailedienst KIM (Kommunikation in der Medizin), über den die Ärzte die eAUs an die Krankenkassen übermitteln sollen. Fällt KIM länger aus, müssen Praxen die Krankmeldungen per Post an die Kassen verschicken, damit keine wichtigen Fristen verstreichen.

### Höhere Kosten

Aufseiten der Ärzteschaft ist das Echo auf die eAU noch sehr verhalten, zumal die Kassen für eine Krankmeldung lediglich 5,36 Euro erstatten. Die Ausfertigung einer eAU dauert laut Kassenärztlicher Bundesvereinigung (KBV) im Vergleich zum herkömmlichen Dreifachausdruck sogar eine Minute länger. Das klingt nach nicht viel. Für große Hausarztpraxen, die leicht 60 AU-Bescheinigungen pro Tag ausstellen, bedeutet die Teildigitalisierung jedoch eine Stunde Mehrarbeit am Tag.

Ebenso wenig begeistert dürften kleinere Arbeitgeber sein, die die Auszahlung der Löhne und Gehälter über Lohnbüros oder Steuerberater organisieren. Auf Nachfrage von c't gaben zwei solcher Abrechnungsdienstleister an, dass sie den Firmen pro eAU-Abfrage 8,90 bis 10 Euro in Rechnung stellen. Da ist es oft billiger, wenn die Beschäftigten weiterhin einen zweiten Papiausdruck vom Arzt mitbringen. Größere Unternehmen können mit ihrer aktualisierten Lohnbuchhaltungssoftware hingegen direkt auf die eAU-Server zugreifen, ohne weitere Gebühren zu zahlen.

Zudem hat die eAU noch Ausnahmen: So benötigen Empfänger von Bürger- oder Arbeitslosengeld vom Arzt stets zwei ausgedruckte Krankschreibungen. Jobcenter und Arbeitsagenturen bleiben vom Abrufverfahren nämlich noch ein Jahr lang ausgenommen. Unter Umständen benötigen Arbeitnehmer weiterhin sogar drei Ausdrücke, weil die eAU für sie noch gar nicht gilt: Dazu gehören Privatversicherte und Betreuer erkrankter Kinder ebenso wie im Ausland oder während eines Beschäftigungsverbots in der Schwangerschaft Erkrankte. Gehen dem Arzt die bisherigen gelben Formulare aus, druckt er Style-sheets aus und unterschreibt sie. Der digitale Fortschritt liegt hier in einem kleinen Detail: Dank eines aufgedruckten Bar-codes kann das Papier später schneller digitalisiert werden. (hag@ct.de)

Bild: Paul Zinken/dpa

# M-net schließt Partnerschaft mit noris network

## Rechenzentrum und Datenanbindung – alles aus einer Hand

Der Bedarf an modernen, nachhaltigen und zukunftssicheren Rechenzentrumskapazitäten wächst. Um dieser Entwicklung gerecht zu werden, setzt Bayerns führender Glasfaseranbieter M-net auf eine Kooperation mit dem Premium-IT-Dienstleister noris network. Das erweiterte Leistungsangebot ermöglicht Unternehmen Zugang zu modernsten Rechenzentren – und gleichzeitig zu einer sicheren und hoch performanten Datenanbindung über das Glasfasernetz von M-net. Das Beste dabei: M-net Geschäftskunden erhalten alles bequem aus einer Hand.

In Zeiten stetig steigender Sicherheitsanforderungen und wachsender Datenmengen setzen immer mehr Unternehmen auf Rechenzentren von externen IT-Dienstleistern. Bei der Wahl des richtigen Partners gilt es jedoch, eine ganze Reihe von Faktoren zu beachten. Überlegungen zu betrieblicher Effizienz, Kosten und Datensicherheit sollten ebenso einbezogen werden wie das Thema Nachhaltigkeit. Eine wichtige Rolle spielen zudem Flexibilität und Skalierbarkeit. Ideal ist ein Dienstleister, der alles aus einer Hand bietet – vom Rechenzentrum, über die Datenanbindung bis hin zur notwendigen Netzinfrastruktur. Genau dafür steht Bayerns führender Glasfaseranbieter M-net. Seinen Kunden steht ein Rundum-Sorglos-Paket zur Verfügung, maßgeschneidert für jeden Bedarf.

Um sein Leistungsangebot für Rechenzentren noch weiter zu verbessern, hat M-net eine strategische Partnerschaft mit dem Premium-IT-Dienstleister noris network geschlossen. Damit kooperieren zwei regionale Partner mit gemeinsamen Werten, die als serviceorientierte Wegbereiter für die Digitalisierung die bayerische Wirtschaft vernetzen und für eine nachhaltige Zukunft der Internet-Industrie stehen. M-net Geschäftskunden erhalten ab sofort Zugang zu modernsten Rechenzentren nach höchsten technologischen und ökologischen Standards. Die noris Rechenzentren verfügen über redundante Anbindungen an Energieversorger. Für Stromversorgung, Klimatisierung und die eigene Dateninfrastruktur garantiert noris eine Verfügbarkeit von über 99,999 Prozent pro Jahr.

### Skalierbare Rechenzentrumsdienstleistungen für jeden Bedarf

Durch die Kooperation erweitert M-net sein Angebot an Rechenzentrumsdienstleistungen. Diese werden durch ein breites Spektrum an Services für Datenanbindungen und Internet-Zugänge verknüpft zu einer voll skalierbaren Lösung im

Hinblick auf Platz, Leistung und Anbindung. Unterschiedlich große Datenschränke bieten den bedarfsgerechten Platz für kundeneigene IT-Systeme in einer hochsicheren und hochverfügbaren Umgebung. Das M-net eigene Glasfasernetz bietet Unternehmen zudem eine sichere und hoch performante Anbindung an die Rechenzentren von noris network inklusive 24-Stunden-Entstörservice – und das bequem aus einer Hand über einen regionalen Vertrags- und Ansprechpartner vor Ort in der Nähe des Kunden.

### Breites Angebot an Vernetzungslösungen

Bei der Datenanbindung profitieren Unternehmen vom umfangreichen Vernetzungs-Portfolio von M-net: Die Datenanbindungen bieten je nach Bedarf höchste Bandbreiten bis 100 Gbit/s, maximale Verfügbarkeit sowie zusätzliche Security Services. Geschäftskunden vom kleinen Büro bis hin zu Großunternehmen, Behörden oder Kliniken erhalten somit über M-net ein Komplettpaket – egal ob der Serverstandort in ein virtuelles Firmennetzwerk integriert, eine exklusive Direktverbindung zu globalen Cloud-Providern erhalten oder über hoch performante Ethernet-Festverbindungen angebunden werden soll.

### Datenanbindungen von M-net harmonisieren mit Rechenzentren von noris:

- *Connect-LAN: Die einfache und zuverlässige Lösung zur leistungsstarken Vernetzung von zwei lokalen Unternehmensnetzwerken.*
- *IP-VPN: Die kostengünstige Komplettlösung zur hocheffizienten Vernetzung sämtlicher Standorte zu einem Netzwerk.*
- *Connect-Cloud: Der stabile und sichere Übertragungsweg für den Datenverkehr zu allen großen Cloud- und Anwendungsanbietern.*

Mehr zum Thema unter:

**[m-net.de/geschaeftskunden/rechenzentrum](http://m-net.de/geschaeftskunden/rechenzentrum)**



Die Serverschränke im Rechenzentrum der noris network AG  
(© noris network AG)

**m-net** M-net Telekommunikations GmbH  
Frankfurter Ring 158 | 80807 München

M-net ist klimaneutral\*

\*Bereits erreicht und noch viel vor: [m-net.de/klimaneutral](http://m-net.de/klimaneutral)



# GitHub: Secret Scanning kostenlos für alle öffentlichen Repositories

**Zugangsdaten, SSH-Schlüssel und API-Token, die versehentlich in Code-Repositories landen, sind für Hacker ein gefundenes Fressen. GitHub will Software-Lieferketten besser absichern und bietet die automatische Suche nach Geheimnissen jetzt allen Nutzern an.**

Die Codeverwaltungsplattform GitHub stellt das automatisierte Scannen von Geheimnissen wie Passwörtern oder API-Token allen Besitzern von öffentlichen Repositories kostenlos zur Verfügung. Bislang war das Feature namens Secret Scanning Unternehmenskunden im Rahmen des Programms „Advanced Security“ vorbehalten. Um Geheimnisse, die nicht in den Code gehören, zu identifizieren, arbeitet GitHub mit Unternehmen zusammen. Sie teilen mit GitHub beispielsweise Informationen darüber, wie ausgestellte API-Schlüssel aussehen. Bis jetzt kann GitHub so über 200 Token-Formate erkennen. Wenn der Scan ein Geheimnis findet, benachrichtigt GitHub die Administratoren des Repositories und der Organisation sowie den Entwickler, dessen Beitrag (engl. „Commit“) das Geheimnis enthält, damit Zugangsdaten schnell aus dem Code verschwinden.

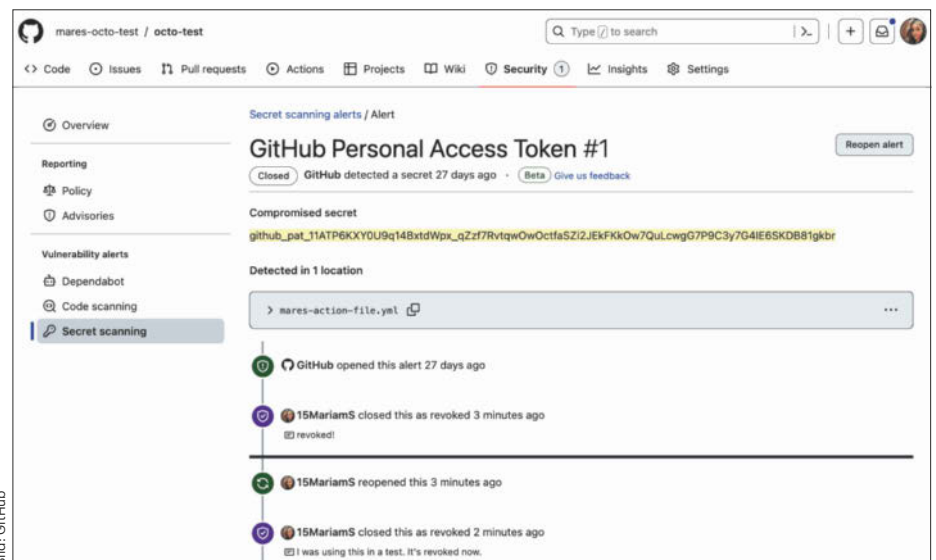
Der gefundene String wird zusätzlich an die Partner übertragen, damit die prüfen, ob es sich tatsächlich um ein Geheimnis handelt und entscheiden können, das Zugangstoken zu deaktivieren. Im Jahr 2022 hat GitHub 1,7 Millionen Mal Partner über möglicherweise kompromittierte Ge-

heimnisse informiert. Das Unternehmen führt Secret Scanning für alle bei einer Beta bis Ende Januar sukzessive ein. Wer es eiliger hat, kann auch früher einen Zugang beantragen (siehe [ct.de/y8wp](https://ct.de/y8wp)). Man kann Secret Scanning in der GitHub-Web-Oberfläche in den Repository-Einstellungen unter „Code security and analysis“ aktivieren. Gefundene Geheimnisse listet GitHub unter dem Reiter „Security“.

Damit Geheimnisse gar nicht erst in den Code wandern und Software angreifbar macht, bietet GitHub Kunden des kostenpflichtigen Programms „Advanced Security“ an, innerhalb von Repositories,

Organisationen oder unternehmensweit selbst Muster festzulegen, um sensible Daten zu erkennen und Beiträge, die Geheimnisse enthalten, damit automatisch zu verhindern. Eigene Muster für die Funktion namens „Push Protection“ lassen sich in den Sicherheitseinstellungen von Organisationen erstellen, vorausgesetzt Secret Scanning ist ebenfalls aktiviert. Mehr Informationen finden Sie in der GitHub-Dokumentation, die wir unter [ct.de/y8wp](https://ct.de/y8wp) verlinkt haben. (ndi@ct.de)

**GitHub-Dokumentation, Vorabzugriff auf Secret Scanning: [ct.de/y8wp](https://ct.de/y8wp)**



**Nutzer können Secret Scanning jetzt in den Repository-Einstellungen aktivieren. Dort kann man beispielsweise auch Entwarnung geben, sobald ein kompromittiertes Token gesperrt ist.**

## MariaDB ist an der Börse

Die New Yorker Börse (NYSE) begrüßt ein weiteres Tech-Unternehmen: Unter dem **Tickerkürzel MRDB** werden seit Ende Dezember die Papiere der Firma MariaDB plc gehandelt. Damit hat ein weiteres Unternehmen, dessen Geschäftsmodell auf Open-Source-Software basiert, den Weg an die Börse geschafft. An der Open-Source-Lizenz der Datenbank ändert sich nichts. Die MariaDB Foundation mit Sitz in Delaware wird auch weiterhin den Code verwalten und sicherstellen, dass er Open Source bleibt.

Das jetzt börsennotierte Unternehmen MariaDB plc mit Sitzen in Kalifornien und Dublin hingegen verdient Geld mit MariaDB Enterprise sowie mit der Database-as-a-Service (DBaaS) namens SkySQL, die bei AWS (Amazon) oder in der Google Cloud läuft.

Eingefädelt wurde der Börsengang durch ein Manöver, das sich gerade in den USA wachsender Beliebtheit erfreut: Formal handelte es sich um einen Firmenzusammenschluss der finnischen „MariaDB Corporation Ab“ mit der „Angel Pond

Holdings Corporation“, einer sogenannten SPAC (Special Purpose Acquisition Company). Das war eine börsennotierte leere Hülle mit Sitz auf den Cayman Islands, deren Zweck nur darin bestand, mit einem anderen Unternehmen zu fusionieren, um es an die Börse zu bringen.

Zu den Investoren bei MariaDB gehören auch große Fische: Wie aus einer Mitteilung an die US-Börsenaufsicht hervorgeht, hält Intel seit Ende Dezember 9,4 Prozent der Anteile. (jam@ct.de)



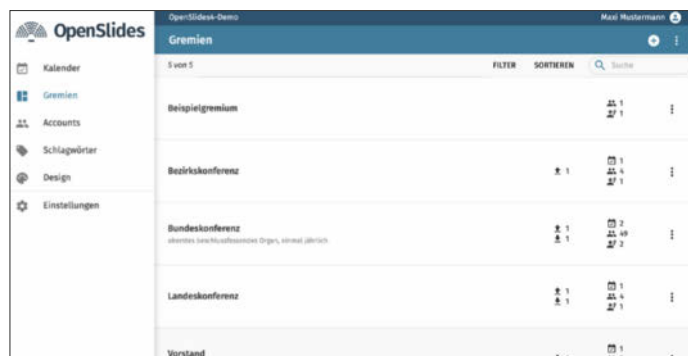
# OpenSlides 4: Sitzungsverwaltung für Vereine

**Mit der Open-Source-Software OpenSlides halten Vereine und Verbände kleine und große Versammlungen ab. Bisher installierte man für jede Veranstaltung eine Instanz auf einem Server – mit Version 4 ändert sich das.**

Ob kleiner Sportverein oder große Partei – Versammlungen laufen immer ähnlich ab und Anträge, Diskussionen darüber und Wahlen sind feste Bestandteile. Und ganz egal, ob man sich in einer Gaststätte trifft, in einer großen Halle oder per Videokonferenz: Tagesordnungen, Rednerlisten und Dokumentenverwaltung erleichtern die Arbeit. Als Spezialist für diese Aufgaben steht seit dem Jahr 2011 OpenSlides unter MIT-Lizenz bereit, das als Webanwendung im Browser bedient wird. Sitzungsteilnehmer können auf ihren eigenen Geräten in Anträgen und in der Tagesordnung navigieren, mit Browserfenstern im Vollbildmodus erzeugen die Veranstalter Bildsignale für Beamer im Tagungsraum. Wer den zugehörigen Serverdienst nicht selbst betreiben will, kann Support und Hosting bei der Firma der Entwickler buchen (openslides.com).

Bisher waren die meisten OpenSlides-Instanzen flüchtige Installationen und dienten nur zur Verwaltung einer einzelnen Veranstaltung. Mit Version 4, im Dezember 2022 freigegeben, ändert sich das grundsätzlich. Kern der Neuerungen ist das Gremienmanagement: Darin richten die Admins der Organisation Benutzeraccounts ein, erstellen Veranstaltungen und verknüpfen Benutzer und Veranstaltungen; alle Mitglieder dürfen zum Beispiel auf die nächste Mitgliederversammlung zugreifen, der Vorstand zusätzlich auf die Vorstandssitzung. Die OpenSlides-Instanz der Organisation kann also das ganze Jahr als zentrale Anlaufstelle unter einer URL bereitstehen und vergangene Sitzungen können als Archiv erhalten bleiben. Drei Jahre haben die Entwickler nach eigenen Angaben an diesem Umbau gearbeitet und sie haben auch Interaktionen zwischen Versammlungen eingeplant – so kann man einen Antrag zum Beispiel aus der Mitgliederversammlung in einen Ausschuss verweisen und später dort bearbeiten.

Mit dem neuen Gremien-Überbau gibt es auch neue Hosting-Preismodelle für ein ganzes Jahr; an der Open-Source-Lizenz für den Selbstbetrieb ändert sich derweil nichts. Wer von Version 3.4 umsteigt, kann exportierte Veranstaltungen in OpenSlides 4 importieren. (jam@ct.de)



**In der Gremienverwaltung von OpenSlides 4 legen Admins der Organisation Benutzer und Veranstaltungen an und verknüpfen beide. Die Software wird damit zur zentralen Anlaufstelle für die Gremienarbeit.**

## Vielseitiges Know-how von dpunkt



3. Auflage  
366 Seiten · in Farbe · 36,90 €  
ISBN 978-3-86490-867-5



494 Seiten · in Farbe · 34,90 €  
ISBN 978-3-86490-936-8



254 Seiten · in Farbe · 24,90 €  
ISBN 978-3-86490-825-5



176 Seiten · in Farbe · 24,90 €  
ISBN 978-3-86490-949-8



3. Auflage · 388 Seiten · 37,90 €  
ISBN 978-3-86490-880-4



424 Seiten · 34,90 €  
ISBN 978-3-86490-874-3



244 Seiten · 24,90 €  
ISBN 978-3-86490-863-7



124 Seiten · 16,95 €  
ISBN 978-3-86490-869-9

# Bit-Rauschen

## Vermisste Chips des Jahres 2022 und ein RISC-V-Rechnerlein



**Apple M2 Pro, 3-Nanometer-Chips und Tachyum Prodigy haben eines gemeinsam: Sie kommen später als erwartet. Raspberry-Pi-Mastermind Eben Upton sieht bisher zu geringe RISC-V-Vorteile, aber ein Raspi-Konkurrent mit RISC-V legt los.**

Von Christof Windeck

Schaut man zu Jahresbeginn zurück, fallen die nicht eingelösten Versprechen fürs Vorjahr ins Auge. Intel will nun endlich den Xeon SP Gen 4 mit 10 Nanometern (Intel 7) liefern (siehe S. 40). Aber wo bleiben die eigentlich längst erwarteten 3-Nanometer-Chips? Samsung hatte im Juni 2022 den Start der Fertigungstechnik 3GAE mit Gate-All-Around-(GAA-)Transistoren verkündet. Ende Juli wurden demnach solche Chips bereits an ungenannte Kunden ausgeliefert. Auch TSMC hat im vierten Quartal 2022 mit der Serienfertigung von N3-Chips losgelegt. Doch bisher hat noch kein Chiphersteller ein

konkretes 3-Nanometer-Produkt angekündigt.

Vielleicht warten die TSMC-Kunden auf die weiter optimierte N3E-Technik, die aber erst Ende dieses Jahres – also ein Jahr nach N3 – anlaufen soll. Denn wie Mitte Dezember bekannt wurde, gibt es ein Problem mit dem Flächenbedarf von SRAM-Speicherzellen in N3-Technik: Sie schrumpfen im Vergleich zu N5 nicht. Dass nicht wenigstens ein kleiner SRAM-Flächenvorteil möglich ist, hat es bei vergangenen Generationswechseln der Chipfertigungstechnik wohl noch nie gegeben. Und SRAM belegt bei modernen Prozessoren und Grafikchips einen erheblichen Teil der Chipfläche.

Der Umstieg auf neueste Fertigungstechnik ist sehr teuer, alleine die Belichtungsmasken für einen aktuellen Prozessor kosten um die 30 Millionen US-Dollar. Daher kalkulieren Chipfirmen sehr genau, unter welchen Bedingungen sich der Aufwand lohnt. Chiplet-Technik kann helfen, die Auswirkungen des SRAM-Skalierungsproblems abzumildern. Dabei stapelt man etwa einen Teil des Cache als Chiplet auf, das man mit älterer und billigerer Technik produzieren lässt. Das nutzt beispielsweise AMD bei den Ryzens und Epycs mit „3D

V-Cache“. Doch der Aufwand fürs komplizierte (3D-)Packaging mehrerer Chiplets etwa mithilfe von Through Silicon Vias (TSV) kostet ebenfalls einen Aufpreis.

Fest steht jedenfalls: Apple brachte 2022 keinen M2 Pro und nutzt beim M2 weiterhin TSMC N5, ebenso wie beim Vorgänger M1 aus dem Herbst 2020. Die Fertigungstechnik N3 oder N3E würde vom Namen her jedenfalls gut zum M3 passen.

Auch der spannende, weil angeblich superschnelle Tachyum Prodigy ist 2022 nicht erschienen und soll also erst im laufenden Jahr gegen Intel Xeon, AMD Epyc und Nvidia H100 antreten.

### Pro und contra RISC-V

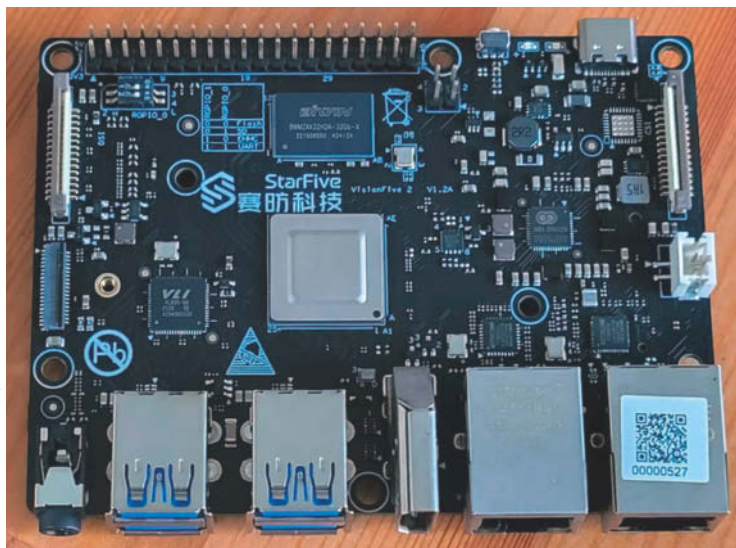
Dass im Jahr 2023 ein Raspberry Pi 5 erscheinen wird, ist unwahrscheinlich. In einem Interview mit dem britischen YouTuber Chris Barnatt nannte Raspi-Mastermind Eben Upton 2023 ein „Erholungsjahr“. Die Raspi-Macher wollen nach den Lieferengpässen wieder in normales Fahrwasser kommen. Auch einem RISC-V-Raspi erteilte Upton vorerst eine Absage: Er erwartet bei Kosten, Performance und Software noch auf Jahre hinaus keine relevanten Vorteile im Vergleich zu ARM-Rechenkernen, jedenfalls bezogen auf Einplatinencomputer wie den Raspi.

Das sieht die Europäische Union ganz anders: Sie fördert bereits im Rahmen des EuroHPC Joint Undertaking (EuroHPC JU) die Entwicklung des „Rhea“-Prozessors mit ARM-Kernen und unter anderem RISC-V-Beschleunigern. Nun vergibt die EU weitere 270 Millionen Euro an Fördermitteln ausdrücklich für die Entwicklung starker RISC-V-Chips.

Ursprünglich hatte man schon 2021 den Europaprozessor Rhea der European Processor Initiative (EPI) erwartet, doch die mit seiner Entwicklung betraute Firma SiPearl lieferte auch 2022 nicht. Dabei ist Rhea eher als Testvehikel gedacht, erst der Nachfolger Cronos ist für den praktischen Einsatz etwa in EU-Supercomputern vorgesehen. Der hätte zwei Jahre nach Rhea starten sollen und ist nun also wohl erst 2025 zu erwarten.

Vom Raspi-Konkurrent StarFive VisionFive V2 mit dem chinesischen RISC-V-Chip JH7110 wurden erste Vorabversionen geliefert, bei denen es mit Linux aber noch deutlich hakt. Wir warten auf unser bestelltes Exemplar, das für Anfang Dezember versprochen war. (ciw@ct.de) **ct**

Podcast Bit-Rauschen: [ct.de/ya9a](https://ct.de/ya9a)



**Erste Exemplare des Raspi-Konkurrenten StarFive VisionFive V2 mit RISC-V-Chip sind in Deutschland eingetroffen. Es gibt aber noch Probleme mit der Firmware.**





## B1 Consulting Managed Service & Support

individuell – umfassend – kundenorientiert

Neue oder bestehende Systemlandschaften stellen hohe Anforderungen an Ihr IT-Personal. Mit einem individuellen Support- und Betriebsvertrag von B1 Systems ergänzen Sie Ihr Team um die Erfahrung und das Wissen unserer über 150 festangestellten Linux- und Open-Source-Experten.

Unsere Kernthemen:

**Linux Server & Desktop · Private Cloud (OpenStack & Ceph) · Public Cloud (AWS, Azure, OTC & GCP) · Container (Docker, Kubernetes, Red Hat OpenShift & Rancher) · Monitoring (Icinga, Nagios & ELK) · Patch Management · Automatisierung (Ansible, Salt, Puppet & Chef) · Videokonferenzen**

Unser in Deutschland ansässiges Support- und Betriebsteam ist immer für Sie da – mit qualifizierten Reaktionszeiten ab 10 Minuten und Supportzeiten von 8x5 bis 24x7!



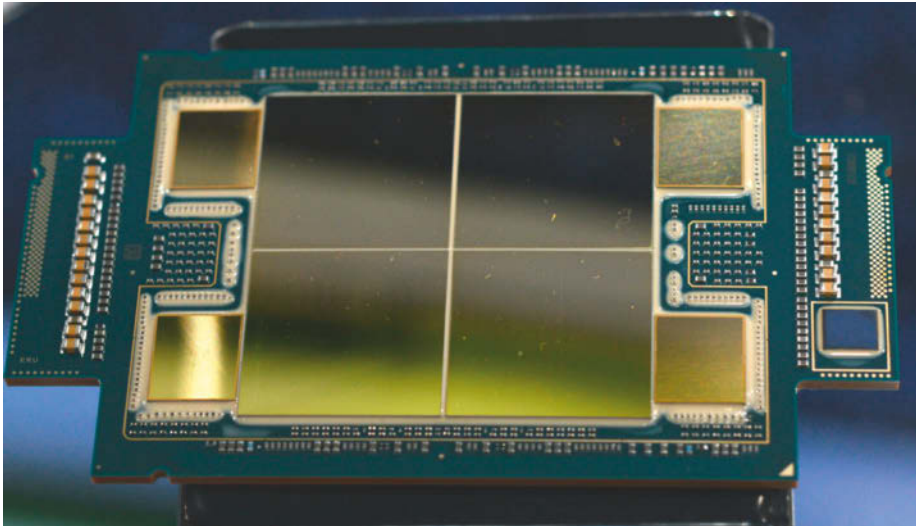
**B1 Systems GmbH - Ihr Linux-Partner**

Linux/Open Source Consulting, Training, Managed Service & Support

ROCKOLDING · KÖLN · BERLIN · DRESDEN · JENA

[www.b1-systems.de](http://www.b1-systems.de) · [info@b1-systems.de](mailto:info@b1-systems.de)





# Mammutaufgabe

## Intels neue Xeon-Prozessoren für Server und Rechenzentren

**Intel bringt die „4th gen Xeon Scalable Processors“ gegen den übermächtig erscheinenden AMD Epyc 9004 in Stellung. Viele Spezialfunktionen sollen die bis zu 60 CPU-Kerne entlasten.**

Von Carsten Spille

Die vierte Generation skalierbarer Xeon-Prozessoren steht in den Startlöchern: Intel hat 52 verschiedene Modelle des Xeon SP Gen 4 alias Sapphire Rapids mit 8 bis 60 Kernen in Planung. Sie kosten von 415 bis 17.000 US-Dollar. Doch die Zauberzutat – oder je nach Sichtweise der Notnagel – sind integrierte Beschleunigerfunktionen, mit denen Intel die Allzweckrechenkerne entlasten will.

Die Xeons sind je nach Performance als Platinum (8400), Gold (6400), Silver (5400) und Bronze (3400) sowie neuerdings Max (9400) klassifiziert. Die 8-Sockel-H-Varianten mit allen Beschleunigern sind mit Abstand am teuersten – vor

allem wohl, weil es in diesem Segment keine Konkurrenz von AMD gibt, der Epyc läuft nur einzeln oder paarweise.

Die neuen Xeons sollen das Wachstum der Epyc-Marktanteile in Rechenzentren und Servern bremsen. Endlich hat Intel die Xeon-Plattform modernisiert und bietet außer mehr auch schnelleren Speicher im DDR5-Standard, CXL- und Optane-Unterstützung sowie bis zu 80 PCIe-5.0-Lanes für SSDs und Beschleunigerkarten. Die Prozessoren sind mit bis zu 350 Watt unter Volllast knapp 30 Prozent stromdurstiger als die Vorgänger.

### Heißkleber

Intel fertigt zunächst drei verschiedene Chips. Für den Einstieg handelt es sich um einen monolithischen 34-Kerner alias „Medium Core Count“ (MCC). Bei den High-End-Varianten nutzt Intel hingegen ein Design mit nur 15 Kernen, bezeichnet es aber trotzdem als „Extreme Core Count“ (XCC). Denn bis zu vier von ihnen werden durch die „Embedded Multi-Die Interconnect Bridge“ (EMIB) miteinander verbunden. Die dritte Xeon-Variante ist für die „Xeon CPU Max Series“ gedacht und besitzt zusätzlich zu den DDR5-Speichercontrollern auch welche für 64 GByte des

Hochgeschwindigkeitsspeichers HBM2e. Die Xeon CPU Max können auch ganz ohne DDR5-Speicher betrieben werden. Alternativ dient der HBM als schneller, transparenter Cache für den Hauptspeicher oder – mit etwas Programmieraufwand – als separater Speicherbereich.

Während Intel die Xeon Max nur für 1- und 2-Sockel-Systeme validiert, wird es die MCC-Versionen für bis zu vier Sockel und die XCC-Varianten auch für 8-Sockel-Systeme geben.


### Beschleunigstens

Mit „nur“ 60 CPU-Kernen kommt Intel trotz dedizierter AVX512-Einheiten nur in Ausnahmefällen an AMDs Epyc 9004 heran, weil der bis zu 96 Kerne hat. Aber Intel hat in den Sapphire-Rapids-Chips einige Beschleunigerfunktionen integriert. Manche sind direkt in der ISA enthalten, stehen also in jedem Core zur Verfügung. Das ist zum Beispiel die Advanced Matrix Extension AMD für Matrix-Multiplikationen für den Machine-Learning-Einsatz (Inferencing) oder die zusätzlichen Instruktionen im Rahmen der AVX-Einheiten. Dazu kommen vier Hardwareblöcke für Spezialfunktionen: Quick Assist Technology (QAT), Dynamic Stream Acceleration (DSA), Dynamic Load Balancer (DLB) und der In-Memory Analytics Accelerator (IAA).

Die Anzahl der Funktionsblöcke ist abhängig von den jeweiligen Xeon-Modellen. Das Maximum sind vier Stück, also einer pro XCC-Die. In den MCC-Varianten gibt es maximal je zwei QAT- und DLB-Blöcke sowie je einen IAA und DSA. Die Xeon Max haben nur die vier DSAs.

### Generationenvergleich

Die normalen neuen Xeons sind laut Intel im Vergleich zu den Vorgängern Xeon Platinum 8380 30 bis 80 Prozent schneller, die Max-Versionen mit HBM schaffen in manchen Fällen gar 270 Prozent. Kommen die Beschleuniger zum Einsatz, steigt der Vorteil sprunghaft an, ist aber vom Einzelfall abhängig. Bei AI-Inferencing etwa, welches von den AMX-Einheiten und den sparsameren Datentypen (BFloat16) profitiert, ist laut Intel gar Faktor 10 möglich. DSA ermöglicht 70 Prozent höhere IOPS in NVMe-Storage-Benchmarks.

Den Vergleich mit AMDs Epyc-CPU scheute Intel bei der Vorstellung der Xeon-Prozessoren jedoch weitgehend und wagte sich nur bei den Beschleunigerfunktionen aus der Deckung. (csp@ct.de) 



# Die Konferenz für Enterprise-JavaScript

21.-22. Juni 2023  
Darmstadt

[enterjs.de](http://enterjs.de)

**Call for  
Proposals**  
Jetzt  
einreichen!



# Web-Performance Day

Tipps, Tricks und Tools für schnellere Webanwendungen

15. Februar 2023  
Online

[enterjs.de/web-performance.php](http://enterjs.de/web-performance.php)

Jetzt  
**Frühbucher-  
rabatt**  
sichern!

Plus 2-Tages-Highspeed-Workshops: JavaScript (6./7.2.2023), Angular (13./14.2.2023)

Veranstalter



@ heise **Developer**

 dpunkt.verlag

# Ein Sieb für Algorithmen

## Suche nach Quantencomputer-sicherer Kryptografie

**Quantencomputer der nächsten Generation würden heute übliche asymmetrische kryptografische Schlüssel und Signaturen schnell knacken. Das gefährdet auch das weltweite Domain Name System. Es gibt zwar neue kryptografische Methoden, aber noch ist unklar, welche den essenziellen Internetdienst schützen können.**

Von Monika Ermert  
und Dušan Živadinović

Wer das Domain Name System (DNS) kontrolliert, bestimmt, welches Ziel ein Browser nach dem Auflösen des Servernamens tatsächlich ansteuert. Das bedeutet: Wenn Angreifer Internetnutzern falsche IP-Adressen unterschieben, können sie diese in Fallen locken, um Zugangsdaten zu Onlinediensten zu erbeuten (siehe c't 7/2019, S. 52).

Deshalb werden zumindest der Startpunkt des DNS (Root-Zone) und die meisten Top-Level-Domains wie .de oder .com mittels DNS Security Extensions geschützt

(DNSSEC). Dabei signiert man die im Klartext übertragenen DNS-Informationen kryptografisch (z. B. IP-Adressen). So können Empfänger per Signaturprüfung sicherstellen, dass die Daten nicht manipuliert wurden und dass sie von einer befugten Quelle kommen (c't 12/2022, S. 126). Mit Verschlüsselungen wie DNS-over-HTTPS kann man die Daten zwar ebenfalls vor Manipulation schützen, aber die Methoden sind nur für einen Teil der Strecke ausgelegt und sie eignen sich nicht, um den Absender zu authentifizieren, weshalb DNSSEC unverzichtbar ist.

### Vorgetäuschte Befugnis

Doch die Signaturen gründen auf herkömmlichen Algorithmen wie RSA und ECDSA, die Attacken mit künftigen Quantencomputern wahrscheinlich nicht standhalten werden. Der Knackpunkt ist die Prüfung der Vertrauenswürdigkeit: Wer die dafür verwendeten Signaturen bricht, kann falsche, aber technisch korrekt signierte DNS-Antworten unterschieben und damit etwa Browser auf präparierte Server umleiten.

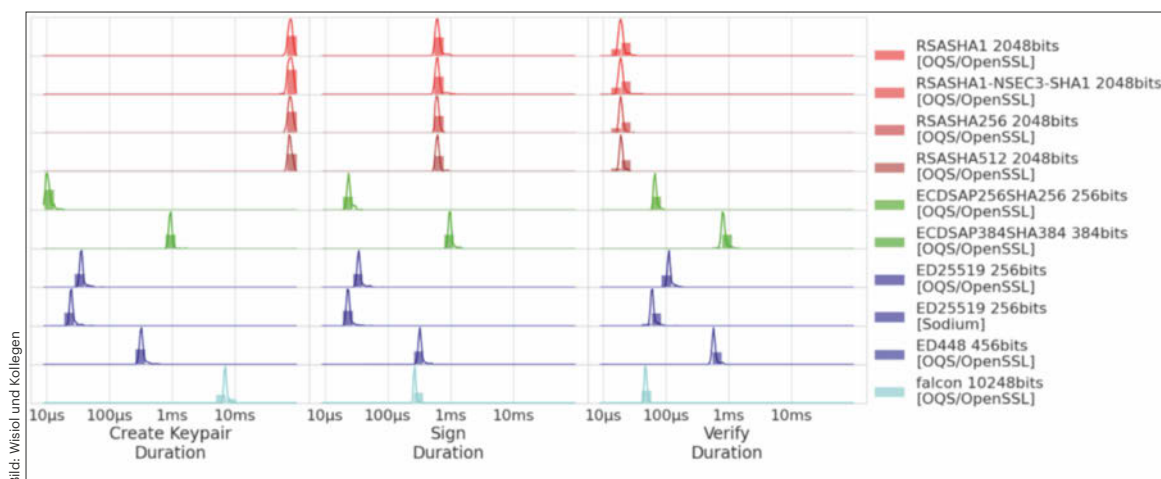
Gegen solche Angriffe sollen neue, Quantencomputer-sichere Algorithmen helfen (Post-Quantum Cryptography, PQC). Die laufende Suche nach Kandidaten koordiniert das US-amerikanische

National Institute of Standards and Technology (NIST). Beispielsweise hält das NIST das TLS-Protokoll für besonders wichtig, weil viele Internetanwendungen darauf aufsetzen. Wenn Angreifer komplette Dialoge zwischen Client und Server mitschneiden, könnten sie die aktuellen TLS-Chiffren in einigen Jahren mit leistungsfähigen Quantencomputern knacken. Dagegen könnten einige vom NIST ausgewählte neue Chiffrieralgorithmen helfen (siehe ct.de/yzhd).

Offen blieb zunächst, wie gut sich diese Algorithmen für DNSSEC eignen. Um das zu untersuchen, haben Nils Wisiol, Matthieu Grillere und Peter Thomassen das Toolset PQ-DNSSEC entwickelt und auf GitHub veröffentlicht. Die EU-Kommission fördert das Projekt über den niederländischen NGI Assure Fund.

### Feldtest in Sicht

Zum Toolset gehören autoritative DNS-Server und Resolver, die Signaturen neuer Algorithmen erzeugen und prüfen. Auch lässt sich damit und anhand von Beispieldatensätzen die Kompatibilität von Implementierungen mit der öffentlichen DNS-Infrastruktur prüfen. Dazu planen Wisiol und Thomassen eine Feldstudie mit diversen Algorithmen und suchen weitere Mitstreiter.



**DNS-Informationen werden aktuell mit Verfahren wie RSA und ECDSA geschützt, die aber Angriffen durch Quantencomputer vermutlich nicht standhalten werden. Das neue Falcon512 schneidet leider nur in Geschwindigkeitsvergleichen gut ab.**



**Mit Falcon512 erzeugte Signaturen belegen rund doppelt so viel Platz wie jene, die man herkömmlich per RSA erzeugt. Betreiber großer DNS-Server müssen dafür höhere Kosten in Kauf nehmen.**

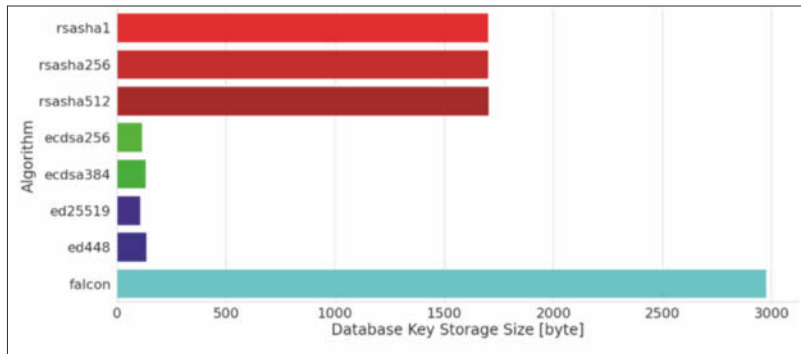


Bild: Wisiol und Kollegen

Bisher haben sie den Algorithmus Falcon512 untersucht, der ersten Analysen aus dem Jahr 2020 zufolge hohe Geschwindigkeit und gute Leistung liefern sollte. In ihrem Blog-Beitrag vom April 2022 stellten sie die Schlüsselzeugung, Signierung und Validierung mit Falcon512 vor. Unterm Strich kam heraus: Schlüsselpaare und Signaturen erzeugt Falcon512 etwas schneller als das lange Zeit gängige RSA mit 2048 Bit und nur wenig langsamer als ECDSA. Bei der Validierung muss sich Falcon512 nur RSA geschlagen geben.

### Sorgenkind Paketgrößen

Doch die mit Falcon512 signierten DNS-Pakete dürften zu groß sein. Die Paketgröße ist aus zwei Gründen bedeutsam: Betreiber von autoritativen DNS-Servern müssen für die signierten Daten genügend Speicherplatz bereitstellen. Je länger die Schlüssel und je mehr signierte DNS-Zonen ein autoritativer Server enthält, desto größer der Platzbedarf. Daher sehen Betreiber großer DNS-Server lange Signaturen skeptisch.

Schwerwiegender ist der zweite Grund: Für die DNS-Kommunikation wird überwiegend das schnelle User Datagram Protocol verwendet (UDP). Doch in vielen altmodisch ausgelegten Heimroutern und manchen Firewalls dürfen per UDP übertragene DNS-Pakete nicht größer als 1232 Bytes sein. Sind sie es doch, dann müssen sie fragmentiert werden, aber die veralteten Systeme werfen UDP-Fragmente aus vermeintlichen Sicherheitsgründen. Nun könnten DNS-Server ersatzweise auf das Transmission Control Protocol (TCP) umschalten, aber manche sind dafür nicht ausgelegt. Deshalb können übergroße DNS-Antworten versandt, sodass der Verbindungsaufbau scheitert.

Abhilfe ist in Sicht: Zwei Forscher haben kürzlich einen Mechanismus vorgeschlagen, mit dem ein Resolver übergroße DNS-Nachrichten stückweise vom DNS-Server abrufen kann (siehe [ct.de/yzhd](https://ct.de/yzhd)). Damit ließe sich die aus Empfängersicht unangekündigte Fragmentierung vermeiden. Doch bis eine solche

Methode standardisiert wird, kann es Jahre dauern.

Deshalb kann man die Zwischenergebnisse von Wisiol und Kollegen zurzeit als gelbe Ampel für Falcon512 sehen: Sie fanden heraus, dass nur ein Teil der Falcon512-signierten DNS-Antworten unterhalb der wünschenswerten UDP-Grenze blieb und raten dazu, für DNSSEC weitere Alternativen zu suchen. Wisiol sieht die schon 2013 beschriebenen Algorithmen Bimodal Lattice Signature Schemes (BLISS) als gute Inspirationsquelle. BLISS sei das erste kommerziell eingesetzte Quantencomputer-sichere Signaturverfahren. Doch in Analysen des NIST schneidet BLISS schlecht ab, weil die geprüften Varianten das geforderte Sicherheitsniveau 5 nicht erreichen. Dafür fordert das NIST unter anderem, dass Kandidaten mindestens so schwer zu knacken sind wie AES 256 (exhaustive key search). Da hilft es wenig, dass BLISS kleinere Signaturen erzeugt als Falcon.

### Hash-Bäume als Notnagel

Burt Kaliski, Chief Technology Officer von VeriSign, schlägt in einem Blogpost Signaturen auf Basis von Merkle Trees vor. Geht es nach Kaliski, könnte man bei einem solchen Hash-Baum aus DNS-Einträgen kürzere Signaturen erhalten.

Unterdessen hat das NIST im Dezember 2022 auf seiner vierten Konferenz die nächste Runde zur Algorithmensuche eingeläutet. Vorschläge nimmt das Institut bis zum 1. Juni 2023 an. Hauptsächlich sei man an zusätzlichen Signaturmethoden für „allgemeine Zwecke“ interessiert. Aber spezielle Methoden „kommen auch in Frage, beispielsweise solche, die sehr kurze Signaturen erzeugen“. Das klingt nach einer weiteren Tür für neue DNSSEC-Algorithmen. Die genaue Standardisierung der ersten PQC-Methoden will das NIST jedenfalls erst 2024 in Angriff nehmen. (dz@ct.de) **ct**

**DNS-Falcon GitHub-Projekt, PQC-Infos:**  
[ct.de/yzhd](https://ct.de/yzhd)

## Verlässlich zählt

W&T verbindet Ihre Geräte und IOs.



Schnell informiert,  
entspannt getestet,  
langelig im Einsatz:



**W&T**  
[www.WuT.de](http://www.WuT.de)

# Neues FritzOS: Mehr VPN-Tempo für alte Fritzboxen

**AVMs einstiges Topmodell Fritzbox 7490 ist zwar schon fast zehn Jahre alt, aber wegen seiner weiten Verbreitung bekommt es dennoch das jüngste FritzOS. c't hat den Tempozuwachs im VPN gemessen.**

Die erste Beta-Version von AVMs neuem Routerbetriebssystem FritzOS 7.50 für die Fritzbox 7590 erschien im Januar 2022 (Test in c't 4/2022, S. 35). Sie bringt zwei grundlegende Erweiterungen des VPN-Systems mit: Das auf IPsec bauende FritzVPN läuft nun auch mit IPv6 als Transportprotokoll und als VPN-Alternative kommt das moderne WireGuard hinzu. Weitere nützliche Verbesserungen von FritzOS 7.50 haben wir im Schwerpunkt der Ausgabe 23/2022 ab Seite 62 beschrieben; eine ausführliche Anleitung zum Umgang mit dem WireGuard-VPN auf Fritzboxen folgt dort ab Seite 68.

Inzwischen existiert die Labor-Firmware für fast 20 Routermodelle und Anfang Dezember erschien die finale Version für die 7590. Kurz vor Weihnachten hat AVM auch den Besitzern des längst nicht mehr gefertigten, aber weit verbreiteten Vorgängers 7490 eine Beta-Firmware beschert. Wir haben den Vorher/Nachher-VPN-Test gemacht.

Unter FritzOS 7.29 transportierte das Fritz-VPN der 7490 in unserem Aufbau (Roadwarrior-Szenario, 7490 hinten in

Router-Kaskade mit DHCP-WAN) 15 Mbit/s im Downstream (DMZ ins 7490-LAN) und 5 Mbit/s in Gegenrichtung (Durchsatz eines TCP-Streams gemessen mit iperf3). Mit der Laborversion 7.51-102214 kletterten die Werte auf 20 und 13 Mbit/s. Verglichen mit neueren Fritzboxen sind das keine weltbewegenden Datenraten, aber mittelt man die Richtungen, verbessert FritzOS 7.51 den IPsec-Durchsatz der 7490 um rund 70 Prozent.

Mit dem WireGuard-VPN legt die 7490 eine Schippe drauf: Im Downstream

fließen 50 Mbit/s, in die andere Richtung 42, was gemittelt fast das Dreifache gegenüber dem IPsec-VPN ist. Ein kleines Bonbon gibts obendrein: Arbeitet der LAN1-Port wie in unserem Aufbau als Internetanschluss, dann kann der LAN4-Port mit FritzOS 7.51 auch das Gastnetz ausleiten. Leider verbessert die neue Firmware die Schwuppdizität der Browseroberfläche nicht so sehr wie das VPN: Wer FritzOS 7.51 auf der Fritzbox 7490 konfigurieren will, muss Geduld für ihren gerade mal 0,5 GHz schnellen Dualcore-Prozessor aufbringen. (ea@ct.de)

**Kurz vor Weihnachten 2022 hat AVM die erste Beta-Version von FritzOS 7.51 für den Router-Oldie 7490 veröffentlicht. Damit ist ihr WireGuard-VPN fast dreimal so schnell wie die IPsec-Variante.**

## Dual- und Quad-Heim-NAS

Der Netzwerkspeicherhersteller QNAP hat seine neue Serie TS-x62 in den Handel gebracht. Sie besteht aus zwei Geräten

mit zwei oder vier 3,5-Zoll-Laufwerkschächten (TS-262, TS-462). Die Ausstattung gleicht sich: Der eingesetzte

Intel-Celeron-Prozessor N4505 verfügt ab Werk über wahlweise 2 oder 4 GByte DDR4-Arbeitsspeicher; beim TS-462 kann man mit SODIMM-Modulen auf bis zu 16 GByte ausbauen. Die Serie hat zwei M.2-Slots (PCI-Express, PCIe), einen PCIe-Erweiterungsslot (Gen 3), zwei USB-Ports (10 Gbit/s) und einen HDMI-Anschluss. Flott ins Netzwerk gehts per NBase-T-Ethernet mit bis zu 2,5 Gbit/s.

QNAP liefert seine TS-x62-Serie mit der aktuellen Version 5.0 seines NAS-Betriebssystems QTS. Es bietet neben den Standard-NAS-Diensten auch Erweiterungsoptionen über QNAPs App-Store. Das TS-262 ist für rund 430 Euro erhältlich, das TS-462 ab rund 500 Euro.

(amo@ct.de)

Bilder: QNAP



**QNAPs frische TS-x62-NAS-Serie besteht aus zwei Geräten für anspruchsvollere Heimanwender. Neben Erweiterungsoptionen via PCIe gibt es auch einen flotten Netzwerkanschluss für bis zu 2,5 Gbit/s.**

# Core i-13000 und Ryzen 7000 jetzt auch sparsamer

**AMD und Intel schieben für ihre aktuellen Desktop-Plattformen preisgünstige Prozessoren nach. Dank niedrigerer Power-Limits lassen sie sich leiser kühlen.**

Seit rund drei Monaten stehen die ersten Prozessoren der Baureihen AMD Ryzen 7000 und Intel Core i-13000 in den Läden, bislang jedoch nur High-End-Varianten. Zum Jahresanfang ergänzten die CPU-Hersteller genügsamere Varianten mit 65 Watt Thermal Design Power, die zudem weniger kosten als die bisherigen X- und K-Modelle.

AMD schickt zusätzlich zu den bisherigen vier X-Varianten den Zwölfkerner Ryzen 9 7900, den Achtkerner Ryzen 7

7700 und den Sechskerner Ryzen 5 7600 ins Rennen. Wegen des geringen Power-Budgets takten die drei 65-Watt-CPU-s nominal 700 bis 1000 MHz langsamer als die 105- und 170-Watt-Varianten. Im Vergleich zum Ryzen 9 7900X soll der Ryzen 9 7900 laut AMD den Rendering-Benchmark Cinebench R23 47 Prozent effizienter absolvieren. Beim Ryzen 7 und 9 liefert AMD den Wraith-Prism-Kühler mit RGB-LED-Beleuchtung mit. Der Ryzen 5 7600 erhält den einfacheren Wraith Stealth. Einen Test der Prozessoren können Sie in der kommenden c't 4/2023 lesen.

Die übertaktbaren K-Prozessoren der 13. Core-i-Generation ergänzt Intel um weitere CPUs der Serien Core i3, i5, i7 und i9. Dank 65 Watt Thermal Design Power stel-

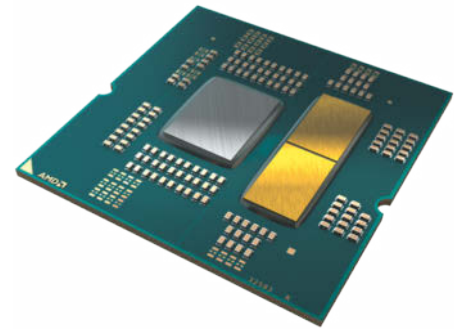


Bild: AMD

**Der Zwölfkerner Ryzen 9 7900 besteht aus drei separaten Chips, dem IO-Die und zwei CPU-Core-Dies.**

len Sie geringe Ansprüche an Netzteil und Kühlung, takten dafür aber auch langsamer. Für den 24-Kerner Core i9-13900 verspricht Intel eine um 11 Prozent höhere Singlethreading- und eine um 34 Prozent höhere Multithreading-Performance zum Vorgänger Core i9-12900. Der vergleichsweise große Zuwachs liegt an der gewachsenen Zahl der E-Cores, die sich von 8 auf 16 verdoppelt hat. Dies betrifft allerdings nur die Core-i7- und Core-i9-Varianten. Diese verwenden die Raptor-Lake-Architektur mit großen Caches. Für die preiswerteren CPUs der Serien Core i3- und Core i5-13000 setzt Intel weiterhin auf Alder-Lake-Dies, die schon bei der 12. Core-i-Generation zum Einsatz kamen. (chh@ct.de)

## 65-Watt-Prozessoren von AMD und Intel

Prozessor	Kerne / Threads	Takt / Turbo	L3-Cache	Shader-Kerne	Preis
<b>AMD „Raphael“, Fassung AM5, TSMC N5</b>					
Ryzen 9 7900	12 / 24	3,7 / 5,4 GHz	64 MByte	128	480 €
Ryzen 7 7700	8 / 16	3,8 / 5,3 GHz	32 MByte	128	370 €
Ryzen 5 7600	6 / 12	3,8 / 5,1 GHz	32 MByte	128	260 €
<b>Intel „Raptor Lake“, Fassung LGA1700, Intel 7</b>					
Core i9-13900(F)	8P+16E / 32	2,0 / 5,6 GHz	36 MByte	256	620 €
Core i7-13700(F)	8P+8E / 24	2,1 / 5,2 GHz	30 MByte	256	430 €
Core i5-13500	6P+8E / 20	2,5 / 4,8 GHz	24 MByte	256	260 €
Core i5-13400(F)	6P+4E / 16	2,5 / 4,6 GHz	20 MByte	192	250 €
Core i3-13100(F)	4P+0E / 8	3,4 / 4,5 GHz	12 MByte	192	150 €
F-Varianten ohne GPU, k. A. keine Angabe					



Bundeskriminalamt

Hallo!



*Kommen vorbei!*

## IT Recruiting-Day

am Samstag, den 28.01.2023 ab 11 Uhr  
im Bundeskriminalamt, Kynaststraße 3 in 10317 Berlin

Alle Infos und Anmeldung unter [www.bka.de/it-recruiting-day](http://www.bka.de/it-recruiting-day)

**BKA**  
*mach das Richtige!*





# WLAN-Router überwacht die Atmung

**Eine schwankende Übertragungsqualität verrät einem WLAN-Router nicht nur, ob sich die räumlichen Verhältnisse verändern. Deep-Learning-Methoden können sogar ermitteln, ob eine anwesende Person akute Atemprobleme hat.**

Ein Forscherteam um Jason Coder am National Institute of Standards and Technology (NIST) in Gaithersburg/Maryland setzt handelsübliche WLAN-Router ein, um die Atmung einer im Raum anwesenden Person zu überwachen. Die Forscher nutzen den Austausch der Channel State Information (CSI), also der Kanaleigenschaften zwischen dem Router und einem Endgerät wie etwa einem Smartphone oder einem Laptop. Die festgelegte Signalfolge dient als Feedback zur Übertragungsqualität und verrät dem Router, ob Veränderungen im Raum neue Interferenzen erzeugen, die der Router ausgleichen muss.

Bereits in früheren Arbeiten hatten Forscher gezeigt, dass sie mit WLAN- Routern anhand der Signalschwankungen Be-

wegungen im Raum und anwesende Personen detektieren können. In ihrer jüngsten Veröffentlichung (siehe [ct.de/ya5h](https://ct.de/ya5h)) demonstrierten die NIST-Forscher, dass Schwankungen im CSI-Signal selbst Atemprobleme einer anwesenden Person verraten können.

Zu diesem Zweck entwickelten sie einen Deep-Learning-Algorithmus mit der Bezeichnung BreatheSmart. Diesen fütterten sie mit Daten aus einem Testszenario mit einem Router, einem Endgerät und einer medizinischen Übungspuppe in

einem reflexionsarmen Raum. Die Forscher passten die Firmware des WLAN-Routers so an, dass sie CSI-Signale bis zu zehnmal in der Sekunde abfragte. Die Übungspuppe simulierte normale Atmung und veränderte Atemfrequenzen. Es gelang den Forschern mit etwa 99-prozentiger Genauigkeit, aus den Bewegungen des Brustkorbs diese Frequenzen und auffällige Muster in der Atmung abzulesen. Weitere Forschungen sollen helfen, auf diese Weise spezifische Erkrankungen zu bestimmen. (agr@ct.de)



Bild: NIST/R. Jacobson

**Im reflexionsarmen Raum richtet Jason Coder einen WLAN-Router ein. Signalschwankungen können dazu dienen, die von einer medizinischen Simulationspuppe vorgeführten Atemprobleme zu erkennen.**

## Robo-Inspekteur erklimmt Stahlwände

Ein vierbeiniger Inspektionsroboter, entstanden am Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST) in Daejeon/Südkorea, klettert senkrechte Stahl-



Bild: KAIST

**Mit schaltbaren Magnetsohlen stakt MARVEL eine Stahlwand hinauf und läuft dabei 70 Zentimeter in der Sekunde.**

wände hinauf und hangelt sich an Stahldecken entlang. Dabei hat das Entwicklerteam um Hae-Won Park rekordverdächtige Geschwindigkeiten gemessen: Der Magnetically Adhesive Robot for Versatile and Expeditious Locomotion (**MARVEL**) läuft Wände mit 70 Zentimeter pro Sekunde hinauf und mit 50 Zentimeter pro Sekunde die Decke entlang (Video: [ct.de/ya5h](https://ct.de/ya5h)).

Das Erfolgsgeheimnis steckt in den Fußsohlen: Darin setzen die Forscher Elektropermanentmagneten (EPM) und magnetorheologische Elastomere (MRE) ein. Strom fließt im EPM nur bei Umschaltvorgängen, also beim Magnetisieren beziehungsweise um die Magnetwirkung aufzuheben. Die MRE an den Sohlen erhöhen deren Haftreibung, ohne das Magnetfeld zu dämpfen. So maßen die Forscher an jedem Fuß eine Haftkraft des Magneten bis zu 535 Newton und zusätzlich für jede Sohle eine Haftreibung von bis zu 445 Newton – genug für einen 8-Kilogramm-Roboter. (agr@ct.de)

## Scanner für Leben unterm Mondeis

Ein internationales Forscherteam hat Spuren von DNA, Lipiden und selbst von metabolischen Zwischenprodukten von Bakterien in Eisparkiteln mit einem Massenspektrometer nachweisen können. „Raumfahrzeuge könnten so die Bausteine für das **Leben in aufgefangenen Eiskörnern nachweisen**“, sagt Bernd Abel vom Institut für Technische Chemie der Universität Leipzig und einer der Autoren der Studie (siehe [ct.de/ya5h](https://ct.de/ya5h)).

Der Saturnmond Enceladus und der Jupitermond Europa haben unter der gefrorenen Oberfläche Wassermere. Enceladus ist für vulkanische Geysire bekannt, die Material bis in den Weltraum schleudern. Eine Raumsonde könnte darin nach Lebenszeichen suchen. Für Oktober 2024 plant die NASA den Start einer Raumsonde zum Jupitermond Europa mit entsprechendem Massenspektrometer an Bord. (agr@ct.de)

**Video und Papers zu den Meldungen:** [ct.de/ya5h](https://ct.de/ya5h)



# 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



**35%  
Rabatt**



**Jetzt bestellen:**

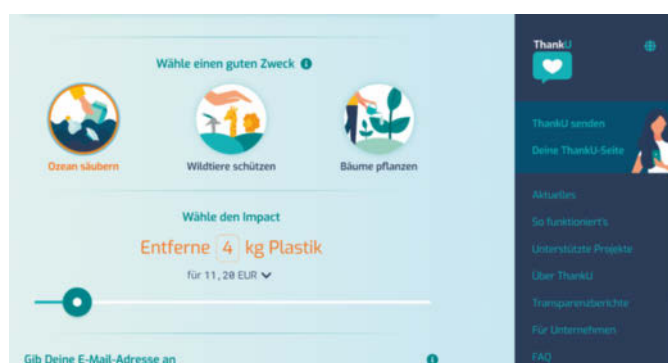
**[www.ct-foto.de/miniabo](http://www.ct-foto.de/miniabo)**



## Spende statt Schokolade

[thanku.social](https://thanku.social)

„Kannst du mir mal kurz helfen? Mein Computer spinnt.“ Alle Jahre wieder hört man diesen Spruch in der Weihnachtszeit. Da man Verwandte oder Freunde nicht hängen lassen will, hilft man natürlich wieder einmal weiter. Was aber tun, wenn die sich hinterher erkenntlich zeigen wollen? Geld scheidet aus, die x-te Packung Schokolade, die am Ende doch niemand mag, soll es auch nicht sein. Stattdessen könnte man den Link zu **ThankU** verteilen und sich darüber freuen, dass anderen geholfen wird.



Die gemeinnützige Organisation aus Berlin bietet die Möglichkeit, an drei Tier- beziehungsweise Umweltschutzorganisationen zu spenden: Seven Clean Seas (Strandreinigungsaktionen in Südostasien), Fundación de Conservación Jocotoco (Wildtierschutz in Ecuador) und One Tree Planted (Wiederaufforstung weltweit). Falls man zu einem besonderen Anlass, beispielsweise zum Geburtstag, Spenden sammeln möchte, erstellt man im Vorfeld eine eigene ThankU-Seite und verteilt den Link an Freunde und Verwandte. In ihren Transparenzberichten veröffentlicht die Organisation eine Aufstellung über erhaltene Gelder und wie sie verteilt wurden. Erklärtes Ziel ist es, mindestens 80 Prozent der Spendengelder weiterzuleiten. (abr@ct.de)

## Stimmungsvolle Bildersuche

[same.energy](https://same.energy)

Wer ein Bild als Vorlage hat und ein ähnliches Motiv sucht, nutzt beispielsweise Googles Bildersuche. Schwieriger wird es, wenn einem vor allem die Komposition gefällt und man weitere Bilder mit einer ähnlichen Stimmung sammeln möchte. Hier setzt das Projekt **Same Energy** von Jakob Jackson an. Mit den Ergebnissen visualisiert man in Windeseile seine Ideen zu bestimmten Themen auf Moodboards.

Auf der Startseite präsentiert die Webanwendung eine wechselnde Bildauswahl. Falls man sich nur inspirieren lassen will, stöbert man durch diesen Foto-Feed. Nach einem Klick auf eines der Bilder sucht Same Energy dazu stilistisch passende Aufnahmen. Alternativ nutzt man die Freitextsuche, um zu



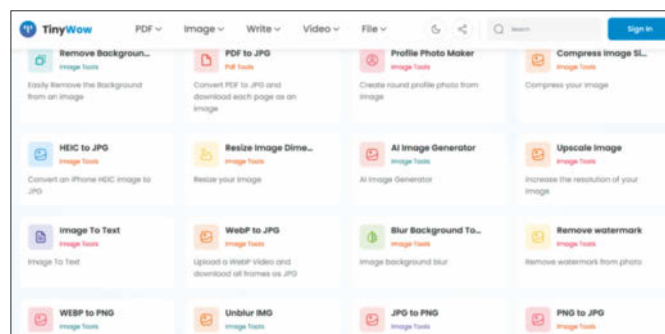
einem neuen Feed zu gelangen oder lädt ein eigenes Foto als Vorlage hoch. Auf Wunsch zeigt die Website nur CC-BY-lizenzierte Bilder an. Ein Rechtsklick verrät mehr Details zum Wunschbild, beispielsweise den originalen Speicherort und von wem es stammt. (abr@ct.de)

## Digitales Werkzeugkästchen

[tinywow.com](https://tinywow.com)

Die zugeschickte Datei ist im falschen Format? Der Ton im Video stört? Der Hintergrund des Fotos soll weg? Wer sich Rechner oder Smartphone nicht mit zig Spezialprogrammen für solche Fälle vollramschen will, greift am besten zu einer Web-App. Die Website **TinyWow** versammelt solche Tools. Sie sind alle kostenlos, die Site präsentiert lediglich dezente Werbeeinblendungen am unteren Bildschirmrand.

Auf TinyWow gibt es mehr als 200 kleine Anwendungen. Zur besseren Übersicht sind sie in fünf Kategorien sortiert: PDF, Image, Write, Video, File. Einige der Tools können unter anderem die Bildgröße ändern oder Hintergrundunschärfe einfügen, Objekte aus dem Bild entfernen und vieles mehr. Außerdem gibt es verschiedene KI-Schreibanwendungen. Der Anbieter gibt an, hochgeladene und erzeugte Dateien jeweils nach einer Stunde



zu löschen. Anders sieht es beispielsweise aus, wenn man Texte von einer KI erzeugen oder umschreiben lassen will. Hier erfolgt der Hinweis, dass sowohl Ein- als auch Ausgabe zu Auswertungszwecken gespeichert werden können. (abr@ct.de)

Diese Seite mit klickbaren Links: [ct.de/yp9f](https://ct.de/yp9f)



secIT by Heise

HANNOVER 2023

meet.  
learn.  
protect.

14.–16. März 2023

Jetzt  
anmelden:



## Erste Programm-Highlights online

- Die neuen quantensicheren Kryptoalgorithmen und die Tücken, sie zu implementieren (Klaus Schmeh, Vortrag)
- Wenn der Deepfake zweimal klingelt (Tobias Schrödel, Live-Demonstration)
- Pentest Top 10: Die häufigsten und schwerwiegendsten Lücken und was man dagegen tun kann (Jörg Schneider, Halbtagsworkshop)
- Open Source Intelligence – Die Toolbox der Geheimdienste und HR-Abteilungen (Maximilian Haselberger, Halbtagsworkshop)
- Angriffe auf und Absicherung von Azure und Azure Active Directory (Frank Ullly, Ganztagsworkshop)

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

Partner der secIT



Be ready



Kooperationspartner



Partner der Recruiting-Area



# Freischaffend

## Freenet ignoriert vertragliche Zusagen



**Wer Vertragsangebote macht, ist daran gebunden, sobald der Vertragspartner sie annimmt. Beim Mobilfunk-Vermittler Freenet kann man darauf aber nicht immer vertrauen.**

Von Tim Gerber

**T**obias A. wollte seinen Mobilfunkvertrag bei Freenet zu dessen Ablauf Ende November kündigen und hatte dies dem Unternehmen auch bereits mitgeteilt. Am 13. November erhielt er den Anruf eines Mitarbeiters, der ihm im Rahmen einer Rückgewinnungsaktion zwei verschiedene Vertragsoptionen anbot. Bestandteil beider war eine Abschlussprämie in Form einer Apple Watch. Den angebotenen Tarif „Magenta Mobil XL 5G Vorteil mit Smartphone 10 Zoll“ für monatlich 86,46 Euro fand Tobias A. reizvoll, weil darin auch die von ihm präferierte MultiSIM enthalten war. Also nahm er das Angebot direkt im Gespräch an, was Freenet zu Nachweiszwecken aufzeichnete.

Wenige Tage später erhielt Tobias A. auch eine schriftliche Vertragszusammen-

fassung, in welcher allerdings die beiden MultiSIM des Kunden zu jeweils 4,95 Euro im Monat zusätzlich aufgeführt waren. Das wich zwar von den telefonisch besprochenen Konditionen ab, war für den Kunden aber immer noch günstig, sodass er keinen Einwand erhob.

Das änderte sich aber schlagartig, als am 18. November eine Rechnung von Freenet über insgesamt knapp 160 Euro eintraf. Die enthielt neben vielen vereinbarten Posten auch Gebühren von zwei MultiSIM. Anstelle der vereinbarten 4,95 Euro sollten diese aber nun jeweils knapp 30 Euro kosten. Zunächst wandte sich der Kunde telefonisch an Freenet und schilderte dem Kundendienst, zu welchen Bedingungen er den Vertrag geschlossen



hatte und welche Beanstandungen er an der Rechnung folglich geltend zu machen hätte. Auf die Aufzeichnungen des Gesprächs zu dem Vertragsabschluss habe man leider keinen Zugriff, bekam er bei seinen Anrufen am 22. und 26. November zu hören, der Kundenservice wolle sich aber um sein Anliegen kümmern.

Doch die erwartete Nachricht über eine Rechnungskorrektur blieb aus. Deshalb wandte sich Tobias A. am 29. November per E-Mail an das Unternehmen und schilperte abermals seine Beschwerde über die zu hohe Rechnung. Am 1. Dezember erhielt er eine Antwort. Darin entschuldigte sich Freenet zunächst für „die Fehlinformationen im Zuge der Beratung“. Der zuständige Vorgesetzte sei bereits informiert worden, um entsprechende Maßnahmen einzuleiten. Von den nachweislich vereinbarten 4,95 Euro pro MultiSIM wollte Freenet nun aber nichts mehr wissen. Stattdessen hieß es nun: „Wie auf der Servicepreislise ersichtlich, fällt je MehrfachSIM-Karte im Tarif ‚Magenta Mobil XL Vorteil‘ eine monatliche Gebühr von 29,95 Euro an.“

## Unkulant

Aus „Kulanz“ bot man dem Kunden einen Rabatt von jeweils 5 Euro pro MultiSIM an, statt der vereinbarten 4,95 Euro sollte er also immer noch 24,95 Euro pro Karte und Monat zusätzlich zum Grundpreis bezahlen. Die eSIM in der Apple Watch kann er mit diesen Konditionen gar nicht nutzen, weil maximal zwei MultiSIM zu bekommen sind.

Wenn er mit diesem Kulanzangebot nicht einverstanden sei, könne er seine Vertragsverlängerung stornieren, müsste dann freilich auch die erhaltene Smartwatch zurücksenden. Zudem würde sein Mobilfunkvertrag dann zu den bisherigen Konditionen fortgeführt.

Darüber war Tobias A. ziemlich erbost und antwortete Freenet noch am selben Tag: Er sehe in dem Telefonat vom 14. nicht etwa einen „Beratungsfehler“, wie der Kundendienst es bezeichnet hatte, sondern eine wirksam geschlossene vertragliche Vereinbarung. „Ihr heutiges Schreiben deute ich als Versuch, die Vertragsbedingungen erneut nachträglich zu meinem Nachteil zu verändern“, entrüstete sich der Kunde. Man solle ihm daher zunächst bestätigen, dass der am 14. November telefonisch geschlossene Vertrag zu den von ihm beschriebenen Konditionen wirksam zustande gekommen sei.

Eine Woche später, am 7. Dezember, erhielt Tobias A. die Antwort: Man müsse ihn erneut darauf hinweisen, dass eine Umsetzung der vereinbarten Konditionen nicht möglich sei. Bei diesen Vereinbarungen handelt es sich nach Auffassung von Freenet „eindeutig um eine Fehlinformation im Zuge der Beratung“. Dem Wunsch des Kunden entsprechend habe man dessen Widerruf aber nun umgesetzt. Er möge die erhaltene „Apple Watch S8 Ultra Titan ocean midnight“ zurücksenden.

Sofern sie nicht spätestens 16.12.2022, also innerhalb einer Woche, bei Freenet eingehe, ginge man davon aus, dass er die Apple-Watch behalten möchte. Dann würde man sie ihm zum regulären Listenkaufpreis in Rechnung stellen. „Der Betrag in Höhe von 1.009,00 Euro abzüglich Ihrer bereits geleisteten Zuzahlung von 1,00 € wird, mit einem Zahlungsziel von 30 Tagen, von Ihrem Bankkonto eingezogen“, war die unmissverständliche Drohung, sollte sich der Kunde dem Diktat nicht beugen wollen.

## Fragen zur Verbindlichkeit

Tobias A. leuchtete nicht ein, dass Freenet sich so mir nichts, dir nichts aus dem wirksam abgeschlossenen Vertrag verabschieden wollte. Umgekehrt würde man den Kunden solche Irrtümer ja auch nicht durchgehen lassen, sondern auf die vereinbarte Zahlung für die gesamte Vertragslaufzeit bestehen. Am 10. Dezember wandte sich Tobias A. deshalb mit der Sache an c't und reichte sämtliche schriftliche Unterlagen zu dem Vorgang ein.

Da die Vertragszusammenfassung eindeutig war, wandten wir uns am 12. Dezember an die PR-Abteilung von Freenet mit der Frage, warum sich das Unternehmen nicht an seine vertraglichen Zusagen gebunden fühlte. Am 16. Dezember

antwortete uns ein Unternehmenssprecher: In diesem Fall liege offenkundig eine falsche Beratung und Administration des gewünschten Vertragsverhältnisses vor. Selbstverständlich sei der Kunde nur zur Zahlung der bei der Vertragsverlängerung vereinbarten Konditionen verpflichtet. Man habe den Fall dem Qualitätsmanagement zur Verfügung gestellt, mit der Bitte den Sachverhalt zu prüfen und geeignete Maßnahmen wie Nachschulungen und Prozessoptimierungen zu veranlassen.

Man habe bereits erneut mit Tobias A. gesprochen und seine Vertragsverlängerung zu den vereinbarten Konditionen wieder aktiviert. Er bekomme zwei neue MultiSIM-Karten, die zwischenzeitlich bereits versendet worden seien. Nach deren Aktivierung je SIM-Karte würden ihm für 24 Monate je 4,95 Euro berechnet werden. Für die ihm entstandenen Unannehmlichkeiten habe der Kunde noch eine Gutschrift in Höhe von 50 Euro erhalten.

Tatsächlich hatte Tobias A. bereits am Tag zuvor einen Anruf erhalten, bei dem ihm derartiges zugesagt worden sei. In der anschließend versandten Bestätigung habe davon allerdings nichts gestanden, sondern sei lediglich der Basistarif enthalten gewesen. Ob sich Freenet diesmal vollständig an seine Zusagen halten wird, stand zu Reaktionsschluss noch nicht fest. Immerhin hat Freenet den eigenen Fehler am Ende unumwunden zugestanden. Allerdings erst, nachdem wir als Presseorgan nachgefragt haben und eine Veröffentlichung anstand. Dem einzelnen Kunden gesteht man derartige Einsichten in aller Regel nicht zu. Dabei sind es unternehmerische Entscheidungen, die dazu führen, dass unzureichend geschulte Mitarbeiter Verträge um jeden Preis abschließen, und dabei allerhand Zusagen machen, von denen dann später niemand mehr etwas wissen will. Wer solche Unternehmensstrategien verfolgt, muss am Ende auch das unternehmerische Risiko selbst tragen. (tig@ct.de) **ct**

Preise (in Euro inkl. MwSt)

	monatlich	einmalig	Anmerkungen
Magenta Mobil XL 5G Vorteil mit Smartphone 10	86,46	-	
Gutschrift auf den Gerätepreis	-	-48,00	
T-Mobile MultiSIM 1	4,95	-	
T-Mobile MultiSIM 2	4,95	-	
Tarifwechsel	-	9,99	
Versandkostenpauschale	-	4,95	
Smartphone: Apple Watch S8 Ultra Titan ocean midnight	-	49,00	

**Die Vertragszusammenfassung, die Tobias A. im Anschluss an das Vertragsgespräch am Telefon erhalten hatte, weist die Preise für seine MultiSIM unmissverständlich aus. Gegenüber allgemeinen Preislisten hat sie als individuelle Vereinbarung eindeutig Vorrang.**



# Die perfekte Videowelle

Abo-Videostreamingdienste im Vergleich



Videostreamingdienste im Vergleich .....	Seite 52
Erster Blick auf Paramount+ .....	Seite 62

## Mehr Dienste, mehr Tarife, mehr Werbung: Netflix, Disney+ & Co. ändern in jüngster Zeit viel. Und weitere Veränderungen stehen an, selten zum Vorteil der Kunden. Da lohnt sich ein genauerer Blick auf die einzelnen Angebote.

Von Nico Juran

**K**önnen Sie auf Anhieb sagen, wie viele Videostreamingdienste man in Deutschland mittlerweile abonnieren kann? Tatsächlich fällt die Antwort schwer – selbst wenn man Special-Interest-Angebote außen vor lässt und nur Dienste zählt, die internationale Filme, Serien und Dokumentationen im Sortiment haben und auch „Originals“ bieten, also eigene Inhalte produzieren beziehungsweise Titel zur exklusiven Verwertung einkaufen.

Spontan fällt den meisten wohl der Streaming-Pionier „Netflix“ ein, das Schwergewicht „Disney+“ und der Amazon-Dienst „Prime Video“, der mit dabei ist, wenn man bei Amazon ein Prime-Abo unter anderem für bevorzugten Versand abschließt. „Paramount+“ ist im Gespräch, weil der Dienst hierzulande jüngst startete und dabei für seine magere HD-Auflösung und unzeitgemäßen deutschen Stereotop Kritik einfiel (siehe auch S. 62). „Apple TV+“ kennt vor allem, wer beim Kauf eines Apple-Geräts ein Probeabo erhalten hat – obwohl jeder den Dienst über Smart TVs und Streamingplayer nutzen kann. Noch weniger Leute haben wohl „Lionsgate+“ auf dem Schirm, der früher unter dem Namen „Starzplay“ als Partnerkanal bei Prime Video hinzubuchbar war.

Die US-Dienste „HBO Max“ von Warner und „Peacock“ von NBCUniversal zählen zwar nicht direkt dazu, da sie nicht mit eigenen Diensten in Deutschland auftreten. Sky vertreibt Inhalte (mit Ausnahmen) hierzulande aber über seine Dienste „Sky Q“ und „Wow“. Diese Rolle kommt der Sky-Gruppe zu einem zu, weil sie wie NBCUniversal zu Comcast gehört, zum anderen durch Exklusivverträge mit Warner.

Und schließlich spielen auf dem deutschen Markt noch „RTL+“ und „Joyn“ der beiden großen Privatsendergruppen RTL und ProSiebenSat.1 mit – sowie „Magenta TV“ von der Telekom, für den man keinen Internetanschluss bei dem Provider haben muss. Die drei starteten als Plattformen für Live-TV-Streams beziehungsweise als Sender-Mediatheken; heute sind sie nicht nur wegen der Vorabausstrahlung von TV-Sendungen beliebt, sondern punkten auch mit Eigenproduktionen und Exklusivtiteln.

Damit sind wir bei sage und schreibe zehn Diensten. Der Zugriff auf alle Inhalte wird da schnell kostspielig, wie auch die Übersicht der Monatspreise in der Illustration auf Seite 54 zeigt: Selbst, wer sich auf die US-Dienste beschränkt, zahlt inzwischen über 40 Euro pro Monat – und bekommt bei Netflix dann nicht einmal 4K-Auflösung und 3D-Sound.

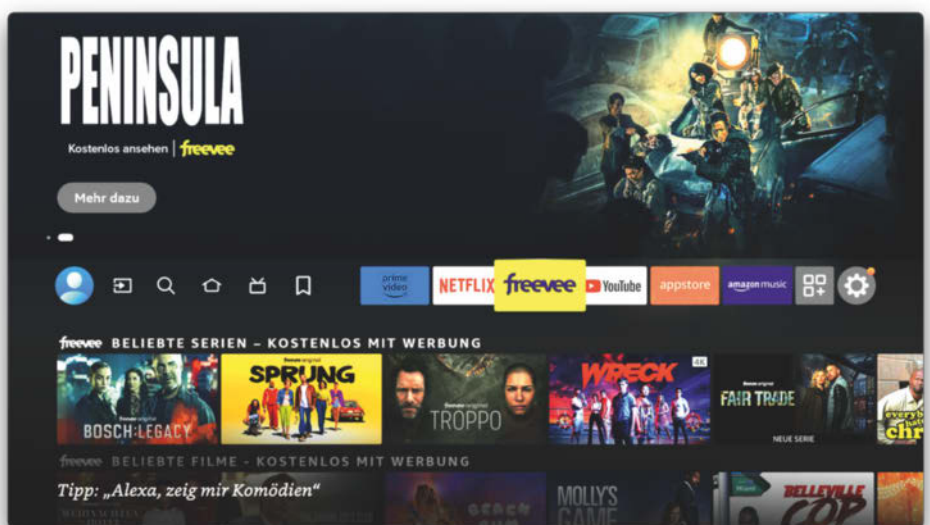
### Steigende Abo-Preise

In die Rechnung spielt nicht nur hinein, dass man durch die Aufsplitterung der

Inhalte immer mehr Dienste abonnieren muss, um an alle guten Filme und Serien zu kommen. Im vergangenen Jahr haben auch mehrere Anbieter ihre Abopreise erhöht. So zahlt man bei Apple TV+ nun 6,99 Euro statt 4,99 Euro pro Monat – ein Anstieg um satte 40 Prozent. Zudem erhält man den Dienst bei Kauf eines Apple-Geräts nur noch einmalig für drei Monate kostenfrei und nicht mehr für ein ganzes Jahr.

Prime Video hatte bis September 2022 zwar einen offiziellen Preis von 7,99 Euro pro Monat, tatsächlich dürften die meisten Kunden aber die angesprochene Amazon-Prime-Mitgliedschaft für 69 Euro im Jahr abgeschlossen haben – und bezahlten so umgerechnet 5,75 Euro pro Monat. Jetzt gibt es Prime Video nur noch im Paket mit Prime, für 8,99 Euro im Monat oder 89,90 Euro im Jahr. Letzteres entspricht umgerechnet auf den Monat 7,49 Euro, eine Steigerung von 30 Prozent.

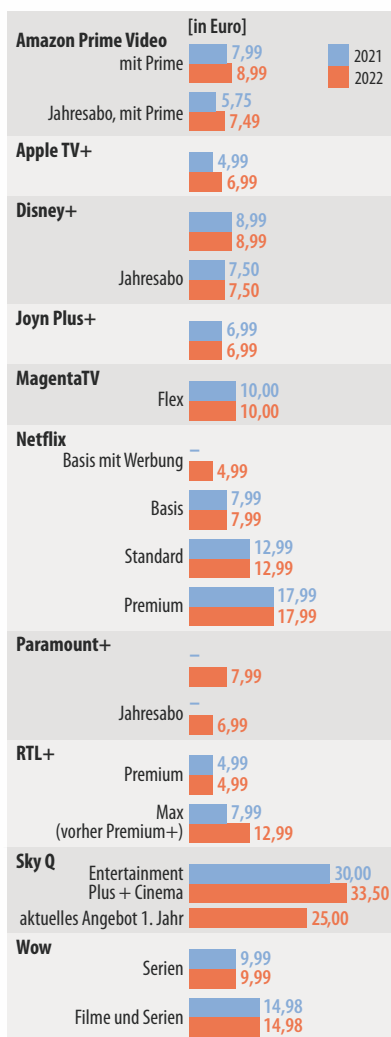
In den USA hob Disney+ bereits im Dezember den Preis um 3 Dollar auf 10,99 Dollar pro Monat an, der deutsche Ableger dürfte in Kürze folgen. Dagegen spricht auch nicht, dass Disney+ hierzulande mit 8,99 Euro im Monat oder 89,90 Euro im Jahr bislang teurer war als in den USA. Denn das deutsche Angebot enthält im Unterschied zum US-Dienst den Erwachsenenbereich „Star“. In den USA muss man für nicht jugendfreie Inhalte hingegen Hulu hinzubuchen – und kam somit monatlich auf mindestens 9,99 Dollar. Bis 11,99 Euro pro Monat sind hierzulande also zu befürchten.



Amazons werbefinanzierter Videostreamingdienst Freevee hat auf den Fire-TV-Geräten des Unternehmens eine eigene App. Auf anderen Playern schaut man die Inhalte einfach über die Prime-Video-App an.

## Monatspreise

Unten ist aufgelistet, wie viel man aktuell monatlich für die einzelnen Dienste zahlt – und wie hoch die Preise jeweils im vergangenen Jahr waren. Einige Anbieter sind mit mehreren Tarifen am Start. Amazon Prime Video, Disney+, Paramount+ und Sky bieten (zusätzlich) Jahresabos an, bei denen wir den Preis dann auf den Monat umgerechnet haben. Sky Q enthält stets ein Netflix-Basis- und eine Paramount+-Abo. Wow war vorher Sky Ticket Entertainment.



Auch Sky hat die Preise für Sky-Q-Bestandskunden hochgesetzt, bietet Neukunden aber vergünstigte Abos an. Wichtig: Sky Q bekommt man nur mit Jahresvertrag. Den kann man zwar nach zwölf Monaten monatlich kündigen, parallel steigt aber der Preis – beim Abo „Entertainment Plus & Cinema“ etwa von 25 auf 41 Euro pro Monat. Was man konkret für sein Geld bei den einzelnen Diensten bekommt, steht in den Kästen



### Amazon Prime Video / Freevee

Seit Amazon für die erste Staffel der Herr-der-Ringe-Serie über 450 Millionen hinblättert, betrachtet wohl niemand Prime Video mehr als Anhängsel des Prime-Abos. Mit Serien wie „The Boys“ und der deutschen Produktion „Die Discounter“ baut der Dienst konsequent eine Fan-Basis auf. Neu ist der Ableger „Freevee“, der sich mit Werbung finanziert – etwa alle 15 Minuten gibt es davon 1,5 bis 2 Minuten. Er bietet sogar auf Prime nicht ausgespielte Exklusivtitel (wie die Krimiserie „Bosch: Legacy“) und manchmal 4K/HDR.

Freevee ist dennoch nicht mit Prime Video vergleichbar. Dort bekommt man für monatliche 8,99 Euro tausende Titel werbefrei. Eigenproduktionen laufen in 4K/HDR mit 5.1-Ton, bei Dolby Vision und Dolby Atmos ist Amazon weiter recht unentschlossen. Bei lizenzierten Titeln gibt es hingegen HD-Auflösung und teilweise keine englischen Untertitel.

- ↑ großer Katalog mit einigen Perlen
- ↑ Originals üblicherweise in 4K/HDR
- ↓ einige Filme ohne englische UT

auf den folgenden Seiten und in der Tabelle auf Seite 60.

### Teure Schieflage

Nun könnte man meinen, dass sich die Dienstbetreiber mit den Preiserhöhungen schlicht die Taschen vollstopfen. Die Geschäftsberichte sprechen jedoch eine andere Sprache: Das Konzept der großen Studios, statt ihre Inhalte zu lizenzieren lieber eigene Plattformen aufzubauen und die Nutzer somit dazu zu bringen, mehr Dienste zu abonnieren, funktioniert schlichtweg nicht. Denn zum einen vermehren sich die verfügbaren Inhalte durch das Aufsplitten nicht – und auch nicht die Zeit der Nutzer zum Konsumieren. Zum anderen steigt mit jedem neuen Dienst die Gefahr, dass die Kunden mit



### Apple TV+

Apple TV+ greift als einziger Dienst nicht auf Katalogtitel zurück, sondern streamt nur Originals und Exklusivtitel. In der Folge wächst das Titelangbot langsam, aber kontinuierlich – und bringt immer wieder Perlen wie die Spionageserie „Slow Horses“ und die Sci-Fi-Thrillerserie „Severance“ hervor, die die Wertung „Klasse statt Masse“ rechtfertigen. Die letzte Preiserhöhung von 4,99 auf 6,99 Euro darf man dennoch als steil bewerten.

Auch bei Bild und Ton sticht Apple TV+ heraus, und zwar positiv: Man bekommt 4K-Auflösung mit Dolby Vision ebenso selbstverständlich wie 3D-Sound beim Originalton und deutscher Synchronfassung. Einige Titel lassen sich nun auch in HDR10+ abrufen, im Einklang mit dem neusten Apple TV 4K, das das Format erstmals beherrscht. Anschauen lässt sich Apple TV+ aber auch auf Playern und TVs, die nicht von Apple kommen.

- ↑ einige sehenswerte Originals
- ↑ beste Bild- und Tonqualität
- ↓ vergleichsw. magere Titelauswahl

Blick auf ihre Portemonnaies nur noch die attraktivsten Angebote abonnieren – und dann eventuell auch nur monatsweise.

Jeder Dienst versucht daher, Kunden mit Originals und Exklusivtiteln zu locken beziehungsweise dauerhaft zu binden. In der Folge tobt eine wahre Schlacht um verfilmte Stoffe – darunter Romane, Comics, alte Serien und Podcasts – und um Lizenzen für Inhalte, die nicht schon vorab einem Abnehmer versprochen sind. Laut Jason Killar, Ex-CEO von Warner-Media, müssen Dienste heute mindestens 10 Milliarden US-Dollar pro Jahr in Originals und Exklusivtitel investieren, um in der ersten Liga mitzuspielen. Hinzu kommen oft Kosten für „Katalogtitel“ – ältere Filme und Serien für Fans und als Füll-



# Agile Softwareentwicklung im Unternehmen

Der nächste Schritt:  
Von der Software- zur  
Produktentwicklung

Online – 26. Januar 2023



Jetzt  
Tickets  
sichern!

## Coden ist gut – mit der Produkt-Denke wird's noch besser

Viele Unternehmen entwickeln ihre Software **agil** – mal mehr, mal weniger, meist mit Erfolg und dem Gefühl, auf dem richtigen Weg zu sein. Aber das ist nur eine Seite der Medaille. Denn wenn das, was da entsteht, auch **erfolgreich** sein soll, dann muss die Software **als Produkt gedacht** und entwickelt werden.

### Highlights aus dem Programm:

- ✓ Runter von der Insel! Agile Softwareentwicklung zu Ende gedacht  
Konstantin Diener
- ✓ Das Produkt richtig bauen: 10-mal schneller von der Idee bis zum Kunden – ein Erfahrungsbericht  
John Fletcher, Till Voß
- ✓ Das richtige Produkt finden: Product Discovery für mobile Whiteboards  
Miriam Soltwedel
- ✓ Das richtige Produkt bauen: Stoppen wir den Feature-Wahn und schaffen echten Wert für Kunden!  
Steffen Oehme

Ein Event für alle, die in ihrem Team Verantwortung dafür übernehmen, dass Software nicht nur agil, sondern auch erfolgreich entwickelt wird: für **Softwareentwickler:innen**, **Softwarearchitekt:innen** und **Teamleads**.

**asu.inside-agile.de**

Workshop am 2. Februar: Product-Discovery-Techniken für Entwickler



## Disney+

Für Fans von Disney, Pixar, Marvel und Star Wars führt kein Weg an Disney+ vorbei – und der Dienst schaffte es, mit der Serie „Andor“ der Geschichte ums Sternenimperium einen neuen Dreh zu geben. Zum aktuellen Preis von 8,99 Euro holt Disney+ zudem auch diejenigen ab, die Titel aus dem Erwachsenenbereich „Star“ anschauen, obwohl darin neue Highlights wie die Comedy-Krimi-Serie „Only Murders in the Building“ recht dünn gesät sind. Will Disney+ künftig einen höheren Abopreis verlangen, müsste der Dienst an dieser Stelle nachbessern – auch was die Einbindung der Star-Inhalte auf der Oberfläche angeht.

Wenig Kritik gibt es hingegen an der Präsentation der Videos: Viel läuft in 4K/HDR, teilweise auch mit Dolby Vision und in IMAX Enhanced mit mehr Bildinhalt. Selbst 3D-Sound in Dolby Atmos wird regelmäßig geboten, allerdings leider nur beim englischen Ton.

- ↑ für Fans von Star Wars und Marvel
- ↑ 4K/DV mit englischem 3D-Ton
- ↓ „Star“ verbesserungswürdig



## Joyn Plus+

Joyn Plus+ richtet sich an die Fans von ProSiebenSat.1: So lassen sich darüber die Mediatheken der Sender der Gruppe ansteuern und ausgewählte Serien im Voraus abrufen. Zudem ist Live-TV-Streaming von über 70 Sendern möglich, davon acht Pay-TV-Kanäle. Die Werbeclips, die Joyn (ohne Plus+) zum Start jedes Live-TV-Streams und bei jedem Programmwechsel einspielt, entfallen hier. Schließlich gewährt die Bezahlversion für 4,99 Euro im Monat Zugriff auf eine große Auswahl an Filmen und Serien – darunter sehenswerte Eigenproduktionen.

Bei einigen neueren US-Serien hört man 5.1-Ton, üblich sind aber HD-Bild und Stereoton. Das ist ebenso wenig zeitgemäß wie ein einziges Nutzerprofil. Immerhin gibt es teilweise englischen Originalton, allerdings komplett ohne Untertitel.

- ↑ einige interessante Originals
- ↓ oft nur HD-Bild und Stereoton
- ↓ keine Untertitel



## MagentaTV

Für Kunden ohne Internetanschluss des Unternehmens fächerte die Telekom ihr Videostreaming-Angebot in fünf Tarife auf, darunter mehrere mit 24 Monaten Laufzeit. Für Videos auf Abruf reicht „MagentaTV Flex“ für monatlich 10 Euro, bei den anderen geht es darum, wie viele TV-Sender als HD-Streams und welche weiteren Dienste (RTL+ Premium, Netflix oder Disney+) enthalten sind.

MagentaTV glänzt mit einigen Originals und Exklusivtiteln wie den Serien „A Spy Among Friends“ und „A Handmaid's Tale“. Neuere Filme sind aber oft TV-Produktionen und B-Movies, die Blockbuster haben schon einige Jahre auf dem Buckel. Da die Abo-Inhalte teilweise mit Bezahlhalten vermischt sind, findet man gute Titel nur schwer. Eigenartig: Einige Titel sind in 4K/HDR verfügbar, doch Eigenproduktionen hält MagentaTV nur in HD-Auflösung mit Stereoton vor.

- ↑ einige Exklusivtitel
- ↓ meist nur HD-Bild Stereoton
- ↓ Vermischung mit Bezahltiteln

stoff, um ein großes Angebot präsentieren zu können. Und Infrastruktur, Personal und Marketing wollen ebenfalls bezahlt werden.

Bei Lionsgate geht die Rechnung schon nicht mehr auf: Im zweiten Geschäftsquartal 2022 fuhr das Studio einen operativen Verlust von 1,75 Milliarden US-Dollar ein und zog daraufhin die Reißleine. Nur rund zwei Monate nach dem Rebranding gab das Unternehmen bekannt, Lionsgate+ 2023 in sieben Märkten wieder einzustellen, darunter Deutschland. Wir lassen den Dienst daher in diesem Test außen vor.

Auch Disney+ musste erkennen, dass nicht nur der Abonnentenzuwachs zählt,

sondern vor allem, wie teuer man diesen erwirbt. So gewann der Dienst im dritten Quartal 2022 weltweit zwar 12,1 Millionen neue Kunden hinzu, zugleich fuhr die Streaming-Sparte aber einen Verlust von rund 1,5 Milliarden US-Dollar ein – mehr als das Doppelte des Vergleichsquartals des Vorjahres.

### Jemand muss bezahlen

Nun setzt Disney+ alles daran, profitabel zu werden – unter anderem mit besagter Preiserhöhung. Doch Abopreise lassen sich nicht unbegrenzt nach oben schrauben: Irgendwann wenden sich so viele Kunden ab, dass es sich am Ende für den Dienst nicht mehr rechnet. Auf der Suche

nach neuen Einnahmequellen führte Disney+ daher in den USA parallel zur Preiserhöhung einen neuen Tarif ein: Kunden zahlen weiter monatlich 7,99 Dollar, bekommen aber pro Stunde durchschnittlich vier Minuten Werbung vorgesetzt.

Die Videoqualität entspricht der Vollpreis-Variante – also 4K-Auflösung inklusive HDR-Bild im dynamischen Format Dolby Vision und bei einigen Titeln mit optionaler „IMAX Enhanced“-Version, die mehr Bildinhalt liefert. Die Soundqualität schränkt Disney+ ein: Zu hören gibt es bestenfalls 5.1-Ton, aber keinen 3D-Sound in Dolby Atmos. Dieses Abo mit Werbung will Disney+ 2023 auch in Deutschland einführen.

# NETFLIX

## Netflix

Auch nach dem Abgang vieler Hollywoodstudios als Inhaltelieferanten bleibt der Streaming-Pionier ein „Vollsortimenter“, der Videos für alle möglichen Geschmäcker liefert. Doch Hits wie die Comedy-Horrorserie „Wednesday“ und Filme wie „Knives Out 2“ können nicht verbergen, dass der Dienst seinen riesigen Katalog zuletzt mit zweitklassigen Dokus, Shows und Serien auffüllte. Die einst gefeierte Oberfläche nervt zudem, wenn man wieder mal lange nach neuen Inhalten sucht.

Positiv ist anzumerken, dass nicht nur 4K/HDR bei Originals Standard ist, sondern auch 3D-Sound. Und den gibt es mittlerweile auch häufiger für die deutsche Synchronfassung. Allerdings muss man für bestes Bild und besten Ton monatlich auch gleich 17,99 Euro anlegen, ein gepfeffelter Aufpreis gegenüber den kleineren Abos, die es mit Werbung ab 4,99 Euro und ohne ab 7,99 Euro gibt.

- 👉 originelle Originals-Serien
- 👉 4K/DV und englischer 3D-Sound
- 👉 4K und 3D-Ton nur im teuersten Tarif

Während Paramount+ in Deutschland werbefrei läuft, offeriert der Dienst in den USA einen Tarif namens „Essential“ mit Werbung bei Abrufinhalten für 4,99 US-Dollar monatlich. Die „Premium“-Variante für 9,99 US-Dollar verzichtet hingegen auf Werbung – so zumindest das Versprechen. Zuletzt machten im Internet jedoch Screenshots die Runde, die zeigten, wie Paramount+ auch Premium-Kunden Werbung unterschiebt – in Form von Einblendungen, wenn der Nutzer die Wiedergabe eines Videos pausiert. Die Kunden reagierten verständlicherweise sauer.

Sky zeigt schon lange vor den Abrufinhalten nicht überspringbare Werbung,



## Paramount+

Paramount+ dürfte sich zur Pilgerstätte für Star-Trek-Fans entwickeln, auch wenn der Katalog zum Start einige Lücken aufweist. Auch sonst steht der Dienst mit Originals wie der Thrillerserie „Your Honor“ und gelegentlichen Blockbustern inhaltlich gut da. Bereits zum Start hat er mit der Serie „Der Scheich“ sogar eine deutschsprachige Eigenproduktion im Sortiment. Alles in allem ist die Titelauswahl aber etwas mager.

Eigentlich müssten die 7,99 Euro pro Monat also gut angelegt sein. Doch schnell tritt Ernüchterung ein: Mehr als HD-Auflösung ist momentan nicht drin, in 5.1 gibt es nur englischen Originalton. Deutschen Ton hört man aktuell nur in Stereo – womit Paramount+ hinter allen anderen US-Diensten liegt. Hinzu kommt eine Bedienoberfläche, die an einigen Stellen wirkt, als wäre sie schnell zusammengeschustert worden.

- 👉 interessante Originals-Serien
- 👉 nur HD-Bild, deutscher Ton in Stereo
- 👉 vergleichsw. magere Titelauswahl

ebenso muss man bei RTL+ Premium trotz Bezahlung vor Videos aus der Mediathek Reklame ertragen. Von Joyn und RTL gibt es aber auch komplett werbefinanzierte Varianten, „RTL Free“ jedoch nur im Web. In beiden Fällen muss man dann mit SD-Auflösung vorliebnehmen. Bei Amazons komplett werbefinanziertem Streamingdienst „Freevee“ bekommt man hingegen bis hin zu 4K und sieht sogar einige Exklusivtitel. Alle spielen die Werbung wie vom linearen Fernsehen gewohnt an den Stellen ein, die schnitttechnisch dafür vorgesehen sind – anders als beispielsweise YouTube, das Videos manchmal mitten im Wort unterbricht.



## RTL+

Das Positive vorweg: RTL+ Premium enthält jetzt Audio-Podcasts von RTL+ Musik – bei einem unveränderten Preis von 4,99 Euro, inklusive bis zu einer Minute Werbung vor Beginn eines Videos. Dafür schraubte RTL kräftig an seinem höchsten Tarif: Der heißt jetzt „RTL+ Max“, kostet im ersten Halbjahr 9,99 und danach 12,99 Euro im Monat und schließt das Angebot von RTL+ Musik ein. Das ist schön, wenn man ohnehin eine Musik-Flatrate wollte. Doch was, wenn es nur darum geht, die Werbung ganz loszuwerden, zwei parallele Streams anzuschauen und Originalton bei ausländischen Produktionen zu bekommen?

Beide Bezahlabos gewähren den vollen Zugriff auf die Mediatheken der Sender der Gruppe und auf Livestreams von 14 Sendern. An der Ton- und Bildqualität ändert sich durch den Wechsel von Premium auf Max nichts: Sie bleibt mit HD-Auflösung und Stereo-Sound dürftig.

- 👉 Originals und große RTL-Mediathek
- 👉 nur HD-Bild und Stereoton
- 👉 werbefreier Tarif ist teuer

## Wenig Bock auf Werbung

Aus Sicht vieler Kunden steht Netflix preislich bereits am oberen Ende. Zwar gibt es ein „Basis“-Abo für monatlich 7,99 Euro, das liefert aber nur einen Stream in der kleinen HD-Auflösung 720p. Zwei parallele Full-HD-Streams kosten schon 12,99 Euro, für vier Streams bis 4K-Auflösung und mit 3D-Sound zahlt man sogar 17,99 Euro pro Monat. Letzteres „Premium“-Abo buchen manche bekanntermaßen, um es entgegen den Nutzungsbedingungen mit Personen außerhalb des eigenen Haushalts zu teilen. Dagegen geht Netflix künftig vor.

Zudem hat Netflix eine vierte Abostufe mit Werbung ins Leben gerufen:





## Sky Q

Sky richtet seine Abos nach der Art der Inhalte aus: „Entertainment Plus“ liefert Serien, Dokus und Shows, für Filme muss man das Paket „Cinema“ hinzubuchen – und zahlt dann 25 Euro im Monat. Immerhin ist ein Basis-Abo von Netflix stets dabei, im Cinema-Paket zudem Paramount+. Jedoch muss man für ein Jahr abonnieren – und bekommt vor VoD-Inhalten schon mal sechs Werbeclips vorgesetzt.

Mit Eigenproduktionen wie der Crime-Serie „Gangs of London“ und Exklusivtiteln von Warner (mit DC-Comic-Verfilmungen), HBO und Peacock bietet Sky Q eine ansprechende Mischung, präsentiert sie aber uneinheitlich: Mal muss man sich mit HD und deutschem Ton in Stereo begnügen, mal bekommt man 4K/HDR mit deutschem und englischem 3D-Sound. Letzteres gilt aber nur, wenn man über die Sky-Q-Receiver für Kabel und Satellit schaut, sonst gibt es HD und 5.1-Ton.

- 👆 große Auswahl an Exklusivtiteln
- 👆 mit Netflix und teils Paramount+
- 👇 Werbung trotz Bezahlangebot



## Wow

Trotz der Umbenennung von „Sky Ticket“ in „Wow“ wirkt der zweite Sky-Dienst zunächst wie Sky Q mit monatlicher Kündigungsfrist. Dafür sorgt auch die identische Unterteilung der Tarife in ein Paket, das nur Serien enthält (für 9,99 Euro pro Monat), und eines, bei dem man zusätzlich Filme schauen kann (für monatlich 14,99 Euro). Das ist ein Trugschluss: Sky-Originals und Inhalte von Peacock und Warner/HBO bekommt man zwar auch über Wow, aber Netflix oder Paramount+ sind nicht enthalten. Auch neue Serien von Paramount sollen nicht mehr hinzukommen.

Vor allem liefert Wow nur HD-Auflösung. Schräg: Auf Fire-TV-Playern und ausgewählten Smart TVs von Samsung und Sony erschallt deutscher 5.1-Ton, ansonsten hört man lediglich mageren Stereoton. Für die Originalfassung ist Stereo stets das Maximum. Anders als bei Sky Q mussten wir im Testzeitraum eine Vorab-Werbung gucken.

- 👆 große Auswahl an Exklusivtiteln
- 👇 oft nur HD-Bild und Stereoton
- 👇 Film- und Serien-Paket recht teuer

„Basis mit Werbung“ für 4,99 Euro enthält vier bis fünf Minuten Reklame pro Stunde, die Clips laufen nicht überspringbar vor und während der Serien und Filme. Weitere Abstriche im Vergleich zu den teureren Abos: Es fehlen laut Netflix 5 bis 10 Prozent der sonst verfügbaren Filme und Serien – angeblich aus lizenzrechtlichen Gründen. Der Dienst streamt es hat eine Liste mit den betroffenen Titeln zusammengestellt (siehe ct.de/yp3m).

Wenn Werbung einen Teil der Kosten einspielen soll, muss diese aber auch viele Zuschauer erreichen. Die Branchen-Website Digiday berichtete Mitte Dezember 2022 unter Berufung auf Marketingagenturen jedoch, Netflix habe 20 Prozent weniger Basis-Abos mit Werbung verkauft als zunächst zugesichert – weshalb der Dienst ein Teil der Werbeeinnahmen zurückzahlen musste. Netflix kommentierte dies bislang nicht.

Was wir in Deutschland bislang an Entwicklungen bei den Abo-Streamingdiensten gesehen haben, dürfte nur der Anfang gewesen sein. Bei all den aktuellen Verwerfungen ist Lionsgates Rückzug wahrscheinlich nur der Vorbote einer Entwicklung, an dessen Ende Fusionierungen oder gar Pleiten großer US-Dienste stehen. Davon wären auch Sky und die Telekom betroffen, die ihre eigenen Dienste wiederum mit den US-Angeboten aufpolstern. Hierzulande könnten in Bezug auf HBO Max und Peacock die Karten auf Dauer wiederum neu gemischt werden, wenn sich die Gerüchte um den Verkauf von Sky Deutschland bestätigen sollten.

## Fazit

Weitere Preiserhöhungen wird es in diesem Jahr auf jeden Fall geben. Als Nutzer sollte man daher genau darauf achten, was man für sein Geld bekommt – und im Zweifel statt dauerhaft nur monatsweise abonnieren, wenn ein Wunschfilm anläuft oder eine begehrte Serie komplett verfügbar ist. Schon aufgrund der vergleichsweise geringen Titelauswahl sind Apple TV+ und Paramount+ Topkandidaten für diese Strategie.

Ähnlich könnte es bald für Disney+ laufen: Die angekündigte Preiserhöhung dürfte alle aufrütteln, die nicht jede Folge einer neuen Star-Wars- oder Marvel-Serie sofort schauen müssen und das Angebot an neuen Filmen für Erwachsene berechtigterweise als etwas mager emp-

SCHRITT 2 VON 3

**Wählen Sie das Abo, das Ihren Bedürfnissen am besten entspricht**

- ✓ Ansehen, so viel Sie wollen.
- ✓ Speziell auf Sie zugeschnittene Empfehlungen.
- ✓ Sie können Ihr Abo jederzeit ändern oder kündigen.

	Basis-Abo mit Werbung	Standard	Premium
Monatlicher Preis	4,99 €	12,99 €	17,99 €
Videoqualität	Gut	Besser	Top
Auflösung	720p	1080p	4K+HDR
Auf dem Fernseher, Computer, Smartphone und Tablet schauen	✓	✓	✓
Downloads	—	✓	✓

Beim Basis-Abo mit Werbung gibt es eine begrenzte Anzahl von Filmen und Serien, die aus Lizenzgründen nicht verfügbar sind. Es gelten auch einige Einschränkungen in Bezug auf Standort und Endgerät. [Weitere Infos.](#)

Sie wollen mehr Optionen? [Alle Abos anzeigen.](#)

Wenn Sie sich für das Basis-Abo mit Werbung entscheiden, müssen Sie die Geburtsdatum für die Personalisierung von Werbung und andere Zwecke im Einklang mit der [Datenschutzerklärung](#) von Netflix angeben.

Die Verfügbarkeit von HD (720p), Full HD (1080p), Ultra-HD (4K) und HDR ist abhängig von Ihrem Internetdienst und Gerät. Nicht alle Inhalte stehen in allen Auflösungen zur Verfügung. Weitere Details entnehmen Sie bitte unseren [Nutzungsbedingungen](#).

Nur Personen, die gemeinsam mit Ihnen leben, dürfen Ihr Konto nutzen. Das Premium-Abo ermöglicht das gleichzeitige Ansehen von Netflix auf 4 verschiedenen Geräten, das Standard-Abo auf 2 und das Basis-Abo bzw. Basis-Abo mit Werbung auf jeweils 1 Gerät gleichzeitig.

**Weiter**

**Ist das ein Vorbote kommender Entwicklungen? Netflix bietet Neukunden das Basis-Abo ohne Werbung erst an, wenn diese auf „Alle Abos anzeigen“ klicken.**

# Die volle Ladung



## **c't** **E-AUTOS** Richtig konfigurieren • kaufen • laden

### Fahrberichte und Tests

BMW i4: Der rasante Kurvenkönig  
VW ID.5: Baustelle Software abgearbeitet?  
Tesla Model Y: Hoffnungsträger mit Schwächen

### Was beim Kauf wichtig ist

Leitfaden zum Kauf: Warten oder nicht?  
Kostenvergleich: Strom vs. Sprit  
E-Auto-Förderung: Kauf, Steuer, THG-Quote

### Ratgeber: Optimales Laden

Wie die Batterie besonders lange hält  
Das Elektroauto als Hausspeicher verwenden  
Überschussladen – Strom aus Photovoltaik nutzen

### Was aktuelle E-Autos leisten

Wettrennen Tesla gegen Kia • E-Auto zieht E-Wohnwagen  
Dacia Spring – die Kunst des Weglassens

## **c't** **E-AUTOS** Richtig konfigurieren • kaufen • laden

### Fahrberichte und Tests

BMW i4: Der rasante Kurvenkönig  
VW ID.5: Baustelle Software abgearbeitet?  
Tesla Model Y: Hoffnungsträger mit Schwächen

### Was beim Kauf wichtig ist

Leitfaden zum Kauf: Warten oder nicht?  
Kostenvergleich: Strom vs. Sprit  
E-Auto-Förderung: Kauf, Steuer, THG-Quote

### Ratgeber: Optimales Laden

Wie die Batterie besonders lange hält  
Das Elektroauto als Hausspeicher verwenden  
Überschussladen – Strom aus Photovoltaik nutzen

### Was aktuelle E-Autos leisten

Wettrennen Tesla gegen Kia • E-Auto zieht E-Wohnwagen  
Dacia Spring – die Kunst des Weglassens

**EBOOK  
ZUM  
SONDERHEFT**

**Auch als Heft + PDF  
mit 29 % Rabatt**

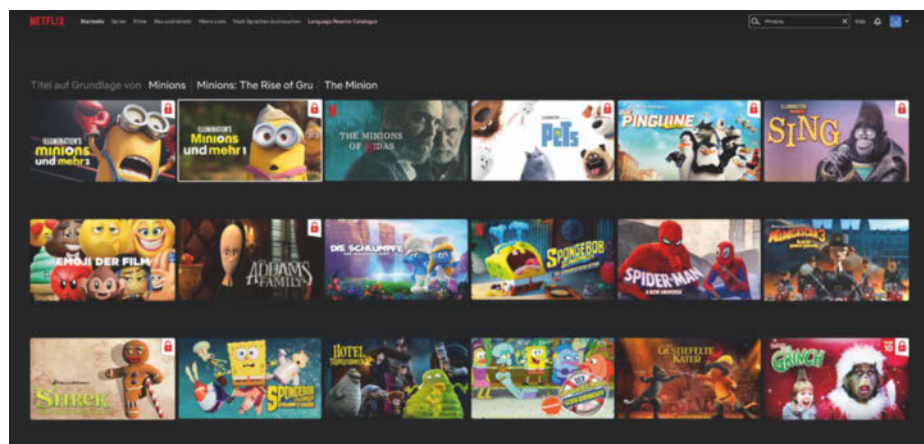
Dieses c't-Sonderheft räumt auf mit Mythen rund ums E-Auto und schafft einen realen Überblick zu Vor- und Nachteilen der E-Mobilität

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

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



[shop.heise.de/ct-eautos22](https://shop.heise.de/ct-eautos22)



**Weggesperrt:** Bei Netflix sind die Inhalte mit einem Schloss versehen, auf die man keinen Zugriff hat, wenn man ein Abo mit Werbung abgeschlossen hat. Darunter befinden sich viele Dreamworks-Titel.

finden. Bei Paramount+ kommt erschwerend hinzu, dass seine Bild- und Tonqualität für User mit gehobenen Ansprüchen nicht ausreicht; selbst mancher Star-Trek-Fan mag ins Grübeln kommen und nach dem Binge-Watching einer neuen Season wieder kündigen. Schon jetzt machen Heimcineasten einen großen Bogen um MagentaTV und Wow. Und auch Joyn und RTL+ sind eher Dienste für die Fans der jeweiligen Senderketten und deren Produktionen denn eine Anlaufstelle für internationale Film- und Serienproduktionen.

Was bleibt ist der Kampf der Giganten Amazon Prime Video und Netflix. Noch hat Netflix ein wenig die Nase vorn, weil der Dienst eine sehr große Bandbreite von Genres bedient und auch

## Flatrate-Videostreamingdienste

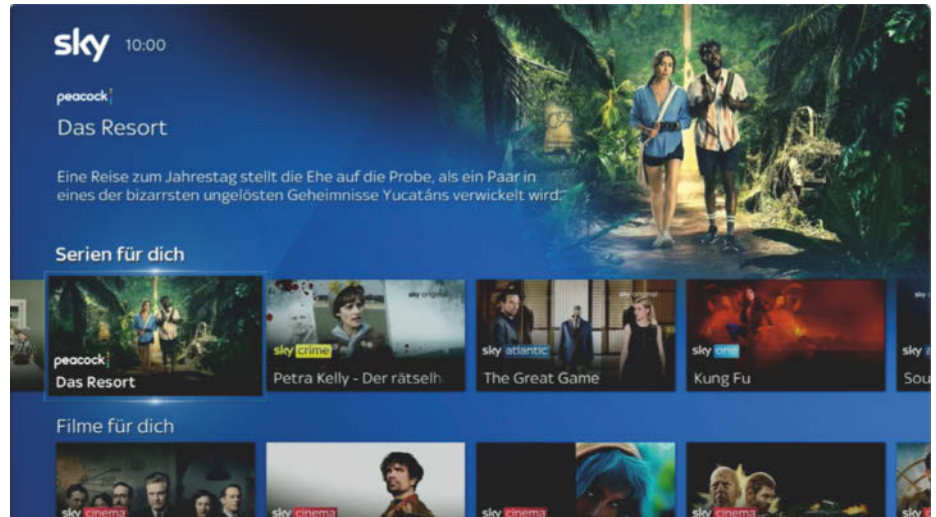
Betreiber	Amazon	Apple	Disney	Netflix
Name	Amazon Prime Video / Freevee	Apple TV+	Disney+	Netflix
Website	www.primevideo.com	http://tv.apple.com	www.disneyplus.com	www.netflix.de
Varianten: ohne Werbung / mit Werbung / voll werbefinanziert	✓ (nur Eigenwerbung, überspringbar) / – / ✓ (Freevee)	✓ (nur Eigenwerbung, überspringbar) / – / –	✓ / – / –	✓ (Basis, Standard, Premium) / ✓ (Basis mit Werbung) / –
<b>Programmangebot</b>				
Filme / Serien / Dokus / Shows	alles für alle Abonnenten	alles für alle Abonnenten	alles für alle Abonnenten	alles für alle Abonnenten
Umfang Vollpreisabo circa <sup>1</sup>	924 Serien / 4161 Filme (Freevee 170 / 708)	99 Serien / 54 Filme	641 Serien / 1700 Filme	2126 Serien / 5021 Filme
Live-TV-Streaming / Pre-TV	✓ (nur Sport-Events) / entfällt	– / entfällt	– / entfällt	– / entfällt
„FSK“ ab 0 / 12 J. / 16 J. / ab 18 J.	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓ („Star“-Bereich)	✓ / ✓ / ✓ / ✓
deutsche / europäische Produktionen	✓ / ✓	– / ✓	✓ (von Drittanbietern) / ✓	✓ / ✓
Eigenproduktionen / Drittanbieter	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓ (deutsche Produktionen)	✓ / ✓
<b>Abspielgeräte</b>				
Smart TVs / Medienplayer	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Webbrowser / Android / iOS	✓ / ✓ / ✓	✓ / – / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Airplay / Chromecast	✓ / ✓	✓ / –	✓ / ✓	– / ✓
Gruppengucken (ohne Zusatzsoftw.)	✓ (Watch Party)	✓ (SharePlay)	✓ (Group Watch)	–
Downloads / Staffeln am Stück	✓ (Mobilgeräte-App, Windows) / ✓	✓ (Mobilgeräte-App und Web) / –	✓ (Mobilgeräte-App) / ✓	✓ (Mobilgeräte-App, Windows) / –
<b>Technische Daten</b>				
Profile / Kindersicherung	6 / ✓ (im Profil)	5 / ✓ (für kompletten Account)	7 / ✓ (im Profil)	5 / ✓ (im Profil)
gleichzeitige Streams	3 bzw. 2 vom gleichen Titel	6	4	je nach Abo 1, 2 oder 4
beste Auflösung / im Abo mit Werbung	Ultra HD / HD	Ultra HD / entfällt	Ultra HD / entfällt	Ultra HD / HD
HDR10 / HDR10+ / Dolby Vision	✓ (Standard) / ✓ / ✓ (extrem selten)	✓ (Standard) / ✓ (selten) / ✓ (Standard)	✓ (Standard) / – / ✓ (häufig)	✓ (Standard) / – / ✓ (sehr häufig)
deutscher Ton: 5.1 / Atmos	✓ (Standard) / –	✓ (Standard) / ✓ (Standard)	✓ (Standard) / –	✓ (Standard) / ✓ (selten)
Originalton: 5.1 / Dolby Atmos	✓ (Standard) / ✓ (extrem selten)	✓ (Standard) / ✓ (Standard)	✓ (Standard) / ✓ (recht häufig)	✓ (Standard) / ✓ (recht häufig)
Untertitel deutsch / englisch	✓ / ✓ (für Hörgeschädigte)	✓ / ✓	✓ / ✓ (für Hörgeschädigte)	✓ / ✓ (für Hörgeschädigte)
<b>Bedienung / Empfehlungen VoD</b>				
Intro überspr. / Autostart nächste Ep.	✓ (nicht bei allen Titeln) / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓ (abschaltbar)	✓ / ✓ (abschaltbar)
personalisierte Empfehl. / Trending	✓ / ✓	– / ✓ (inklusive Charts)	✓ / ✓	✓ / ✓ (inkl. Charts)
Hintergrundinfos im laufenden Video	✓ („X-Ray“-Funktion)	–	–	–
<b>Bezahlung</b>				
Probezeitraum (einmalig)	30 Tage	7 Tage	–	–
Bezahlmöglichkeiten	Kreditkarte, PayPal, Lastschrift, Gutscheinkarte	Kreditkarte, PayPal, Gutscheinkarte, Handyrechnung	Kreditkarte, PayPal, Lastschrift	Kreditkarte, PayPal, Lastschrift, Gutscheinkarte, 02-Handyrechnung
Kündigungsfrist	30 Tage bei Monatsvertrag	30 Tage	30 Tage bei Monatsvertrag	30 Tage
Preis(e)	8,99 € pro Monat (Amazon-Prime-Mitgliedschaft) / 69 € im Jahr (Amazon-Prime-Mitgliedschaft) / Freevee: kostenlos	6,99 pro Monat / kostenlos für 3 Monate bei Neuerwerb bestimmter Apple-Geräte	8,99 € pro Monat / 89,90 € pro Jahr	Basis-Abo mit Werbung: 4,99 € pro Monat (1 HD-Stream), Basis: 7,99 € pro Monat (1 HD-Stream), Standard: 12,99 € pro Monat (2 Full-HD-Streams), Premium: 17,99 € pro Monat (4 UHD-Streams)

<sup>1</sup> Angaben zu Joyn Plus+, RTL+ und den Sky-Diensten von werstreamt.es, alle anderen Dienste von justwatch.com. Stand 20.12.2022

✓ vorhanden – nicht vorhanden



hinsichtlich Bild- und Tonqualität mehr zu bieten hat. Den einen oder anderen mögen vielleicht die auf Smartphones und Tablets nutzbaren Spiele im Abo halten. Allerdings holte der Amazon-Dienst mit großen Schritten auf und ist nicht mehr weit entfernt, das bessere Preis-Leistungs-Verhältnis zu bieten. Wen Werbung nicht stört, der dürfte sich zudem mit Freevee schnell anfreunden. Als User kann man die Entwicklung beruhigt abwarten: Am Ende kann man sich dank monatlicher Kündigungsfrist ein eigenes Menü aus den besten Inhalten mehrerer Dienste zusammenstellen. (nij@ct.de) **ct**



**Liste der im Netflix-Abo mit Werbung fehlenden Titel:** [ct.de/yp3m](https://ct.de/yp3m)

Bei Sky Q haben die US-Dienste HBO Max und Peacock keine eigene Oberfläche, vielmehr flicht der Dienst deren Inhalte in seine eigene Oberfläche ein.

Paramount Global	ProSiebenSat.1	RTL	Sky	Sky	Telekom
Paramount+	Joyn	RTL+	Sky Q	Wow	MagentaTV
<a href="https://www.paramountplus.de">www.paramountplus.de</a>	<a href="https://www.joyn.de">www.joyn.de</a>	<a href="https://www.tvnow.de">www.tvnow.de</a>	<a href="https://www.sky.de">www.sky.de</a>	<a href="https://www.wowtv.de">www.wowtv.de</a>	<a href="https://www.magenta.tv">www.magenta.tv</a>
✓ / – / –	✓ (Joyn Plus+) / – / ✓ (Joyn)	✓ (RTL+ Max) / ✓ (RTL+ Premium) / ✓ (RTL Free, nur im Web)	– / ✓ / –	– / ✓ / –	✓ (Flex, Smart, Entertain, Netflix, Megastream) / – / –
alles für alle Abonnenten	alles für alle Abonnenten	alles für alle Abonnenten	je nach Paket	je nach Paket	alles für alle Abonnenten
151 Serien / 451 Filme	1032 Serien / 1771 Filme	1466 Serien / 804 Filme	1027 Serien / 2934 Filme (mit Cinema)	1004 Serien / 1879 Filme	905 Serien / 1240 Filme
– / entfällt	✓ (72 bzw 78 Sender) / ✓	✓ (14 Sender, nicht Free) / ✓	✓ (>80 Sender) / –	✓ (23 plus Sport) / entfällt	✓ (>180 Sender) / –
✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓
✓ / –	✓ / ✓ (von Drittanbietern)	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
✓ / ✓ (deutsche Produktionen)	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓ (jeweils nicht RTL Free)	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	– / ✓ / ✓ (Sky-Go-App)	– (Player für PC) / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	– / –	– / ✓	✓ / ✓
–	–	✓ (Couchparty)	–	–	–
✓ (Mobilgeräte-App) / –	– / entfällt	nur bei Max / –	✓ (über Sky-Go-App) / ✓	✓ (Mobilgeräte-App) / –	✓ / –
6 / ✓ (im Profil)	1 / ✓ (für kompletten Account)	3 / ✓ (im Profil)	1 / ✓ (für kompletten Account)	1 / ✓ (für kompletten Account)	1 / ✓ (für kompletten Account)
3	1	1 (Premium) oder 2 (Max)	2	2	3
HD / entfällt	HD / SD	HD / SD	Ultra HD / Ultra HD (nur Sky-Q-Rec.)	HD / HD	Ultra HD / entfällt
– / – / –	– / – / –	– / – / –	✓ / ✓ / ✓	– / – / –	✓ (sehr selten) / – / –
– (nur Stereo) / –	✓ (selten, sonst Stereo) / –	– (nur Stereo) / –	✓ (Standard) / ✓ (selten)	– (nur Fire-TV, sonst Stereo) / –	– (nur Stereo) / –
✓ (Standard) / –	✓ (selten, sonst Stereo) / –	nur bei Max, dort nur Stereo / –	✓ (Standard) / ✓ (selten)	– (nur Stereo) / –	– (nur Stereo) / –
✓ / ✓	– / –	✓ (selten) / –	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
– / –	– / ✓	✓ / ✓	– / ✓	– / ✓	✓ / ✓
– / –	✓ / ✓	– / ✓ (inkl. Charts)	✓ / ✓ (inkl. Charts)	– / ✓ (inklusive Charts)	– / ✓
–	–	–	–	–	–
7 Tage	7 Tage	30 Tage	–	–	–
Kreditkarte, andere nur über Plattformen	Kreditkarte, PayPal, Lastschrift	Kreditkarte, PayPal, Lastschrift	Kreditkarte, PayPal, Lastschrift	Kreditkarte, PayPal, Lastschrift	PayPal, Kreditkarte
30 Tage	30 Tage	30 Tage	30 Tage zum Ende der akt. Laufzeit	30 Tage zum Ende der akt. Laufzeit	30 Tage
7,99 pro Monat / 79,99 pro Jahr	6,99 € pro Monat	Free: kostenlos, Premium: 4,99 € pro Monat, Max: 12,99 € pro Monat (ersten 6 Monate 9,99 € pro Monat)	Entertainment Plus: 15 € pro Monat (bei Jahresvertrag), Entertainment Plus & Cinema: 25 € pro Monat (bei Jahresvertrag), mehr Kinderinhalte zusätzlich 5 € pro Monat	Serien: 9,99 € pro Monat (bei 6-Monats-Abo 7,99 € pro Monat) / Filme & Serien: 14,98 € pro Monat (bei 6-Monats-Abo 9,99 €)	Flex: 10 € pro Monat, Smart Flex (mit RTL+ Premium): 15 € pro Monat (Monatsvertrag) / durchschn. 7,50 € pro Monat (2-Jahresvertrag)



# Kalte Dusche

## Videostreamingdienst Paramount+ mit ernüchterndem Start

**Das Hollywood-Studio Paramount ist mit seinem Abo-Videostreamingdienst hierzulande spät dran, will es nach eigenen Angaben aber unter die Top 4 schaffen. Dass dies auf Anhieb klappt, bezweifeln wir in Anbetracht dessen, was der Dienst aktuell bietet.**

Von Nico Jurrán

**P**aramount+ startete Anfang Dezember als der vorerst letzte Abo-Videostreamingdienst eines großen Hollywoodstudios in Deutschland – und das durchaus ambitioniert: Die hiesige Streaming-Chefin Sabine Anger erklärte in einem „Welt“-Interview, es hier in die oberste Liga der Streamingdienste schaffen zu wollen – vor Sky und Apple TV+ und zumindest direkt hinter Netflix, Amazon Prime Video und Disney+ (siehe Vergleichstest auf Seite 52).

Paramount+ Deutschland ist etwas anders als der US-Dienst: Der bietet je einen Tarif mit und ohne Werbung an,

zudem ein Bundle mit Live-TV-Streams des konzerneigenen Bezahlenders Showtime. Hier gibt indes nur einen Tarif für 7,99 Euro pro Monat für alle Inhalte und ohne Werbung – mit bis zu drei Streams parallel, aber ohne Live-TV.

Buchbar ist das monatlich kündbare Abo auf der Website des Dienstes oder über die TV-App auf Streamingplayern. In letzterem Fall läuft die Abrechnung gewöhnlich über die Plattform des Herstellers, also etwa Amazon oder Apple. Paramount+ bietet auch ein Jahresabo für 79,99 Euro an, aktuell jedoch nur über die offizielle Website und nur mit Bezahl-



lung über Kreditkarte. In beiden Fällen gibt es eine Probeweche. Umständlich: Vom Monats- zum Jahresabo kann man nur umschwenken, indem man das Monatsabo kündigt und einen neuen Account anlegt.

Eine weitere Alternative gibt es über Sky: Dank einer Kooperation bekommt den neuen Dienst neben HBO Max und NBCUniversal im Sky-Q-Abo, wer das Paket „Entertainment Plus & Cinema“ bucht (siehe auch Seite 52). Die Inhalte von Paramount+ erscheinen dann auch auf der Sky-Q-Oberfläche.

## Geräteunterstützung

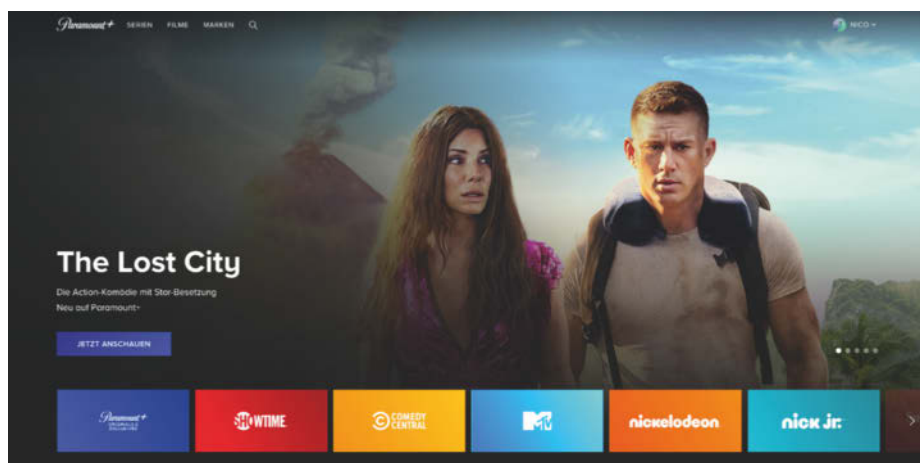
Paramount+ hält TV-Apps unter anderem für Amazons Fire-TV-Geräte ab Modelljahr 2021, alle Apple TV 4Ks, Roku-Player und Nvidias Shield TVs (Pro) sowie Googles Chromecast Ultra bereit. Fernseherseitig sind Samsung und Android TV dabei. Ebenso lässt sich der Dienst im Browser am Rechner und unterwegs über Apps auf Android- und iOS-Mobilgeräten (mit Download-Funktion) anschauen. Unverständlicherweise bleiben Microsofts Xbox One und Series sowie Sonys Playstation 4 und 5 als Wiedergabegeräte bislang ebenso außer vor wie LG-Fernseher – und das, obwohl Paramount+ in den USA alle genannten Konsolen und LG-TVs ab Modelljahr 2018 unterstützt.

Es gibt aber einen Kniff: Sie können Paramount+ nicht nur als TV-App installieren, sondern auch als „Channel“ (Kanal) in der App oder Weboberfläche von Apple TV und Amazon Prime, die es für LG-TVs und die Konsolen gibt. Die Sache hat jedoch einen Haken: Der Dienst kennt keine „Cross-Autorisierung“, mit einem über App oder Browser erstellten Konto kann man sich also nicht bei dem Channel anmelden oder umgekehrt. Das ist eventuell blöd, wenn man mehrere Geräte nutzen will.

Ab Start bietet der Dienst Start PIN-gesicherte Profile für mehrere Nutzer, darunter speziell für Kinder, die dann nur altersgerechte Inhalte sehen: Die erste Stufe zeigt dabei nur Videos mit der Freigabe bis einschließlich „ab 6 Jahren“, die zweite für ältere Kinder auch solche mit der Einstufung „ab 12 Jahren“.

## Was gibt es zu sehen?

Star-Trek-Fans fieberten dem Deutschlandstart von Paramount+ vor allem wegen des neuen (und sehenswerten) Se-



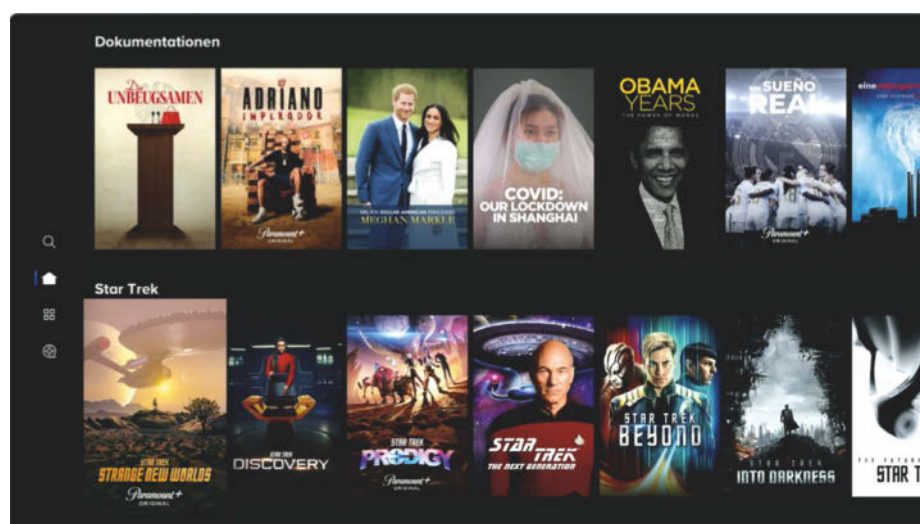
Der Startbildschirm von Paramount+ erinnert aufgrund der Reiter, die zu den verschiedenen Marken führen, an Disney+.

rien-Ablegers „Strange New World“ entgegen (siehe [ct.de/yq7p](https://ct.de/yq7p)). Den serviert der Dienst häppchenweise, mit einer neuen Folge pro Woche – wie andere Eigenproduktionen auch, darunter der Western „1883“, das SciFi-Drama „The Man Who Fell to Earth“ und den SciFi-Horror „From“. Diese Taktik, um Zuschauer im Abo zu halten, kennen wir von Amazon Prime Video, Apple TV+ und Disney+.

An Filmen offeriert Paramount+ neben vielen Katalogtiteln aus Reihen wie „Transformers“ und „Mission: Impossible“ zum Start unter anderem die Neuheiten „Sonic the Hedgehog 2“, „Scream 5“ und „The Lost City“. Kurz vor Weihnachten kam der Blockbuster „Top Gun: Maverick 2“ hinzu. Für Kinder steht als

Highlight der Kinofilm von „Paw Patrol“ bereit.

Auch schillernde Eigenproduktionen und Blockbuster täuschen jedoch nicht darüber hinweg, dass die Titelauswahl aktuell vergleichsweise mager ist (es gibt laut JustWatch rund 400 Filme und 150 Serien, darunter immerhin „Star Trek: Discovery“, deren vierte Staffel hierzulande nicht mehr bei Netflix lief) und eine Reihe von Lücken aufweist. Einige Inhalte hängen aus Lizenzgründen bei anderen Diensten fest oder werden wohl für eine spätere Veröffentlichung zurückgehalten – wie die letzte Staffel von „South Park“. Doch wieso fehlen der erste Sonic-Film und einige Episoden aus der ersten Staffel der Serie „Star Trek: Prodigy“?



Dem Star-Trek-Franchise spendiert Paramount+ keinen eigenen Reiter, sondern listet die Filme und Serien unter einer Kategorie auf der Startseite auf. Aktuell gibt es noch einige Lücken, da Inhalte bei anderen Diensten aufgrund laufender Lizenzvereinbarungen festhängen.

## Mäßig aufbereitet

Die vorhandenen Inhalte präsentiert Paramount+ leider nur mittelmäßig. Das fängt bei der Startseite an, wo man über mehrere Reiter am oberen Rand die Inhalte verschiedener Marken des Mutterkonzerns Paramount Global ansteuert – Disney+ lässt grüßen. Zur Auswahl stehen neben „Paramount+“ noch Showtime, Comedy Central, MTV, Nickelodeon, Nick Jr. und der Smithsonian Channel. Unverständlicherweise passen die Reiter nicht komplett auf den Bildschirm, sondern ragen rechts etwas aus dem Bild.

Damit nicht genug: Klickt man auf die Reiter, gelangt man in Untermenüs, die am TV jeweils alle Titel alphabetisch in einer einzigen langen Reihe auflisten. Das ist sehr unübersichtlich und wirkt, als sei die TV-Oberfläche vor Start des Dienstes nicht fertig geworden. Dafür spricht auch, dass die Titel im Webbrowser in Reihen erscheinen.

Vor allem aber gelangt man über die Reiter nicht zu allen Inhalten. Katalogtitel stehen etwa auf der Startseite unter Kategorien wie „Film-Highlights“ oder „Crime-Serien“, aber unter keinem der oberen Reiter – auch nicht „Paramount+“, weil dort nur Eigenproduktionen und Exklusivtitel aufgelistet sind. Dafür findet man dort unter anderem MTV-Dokumentationen, die unter dem MTV-Reiter ebenfalls stehen – weil es sich auch um Eigenproduktionen handelt.

## Magerkost bei Bild und Ton

Wir ärgerten uns jedoch vor allem über die Bild- und Tonqualität, die Paramount+ bislang liefert: Anders als in den USA sieht man hierzulande statt 4K mit HDR lediglich Full-HD-Auflösung und Standardkontrastumfang. Damit liegt der Dienst hinter Amazon Prime Video, Apple TV+ und Disney+, die ihre Eigenproduktionen bei ähnlichen Abogebühren üblicherweise in 4K/HDR ausliefern (siehe Seite 52).

Beim Ton haben diejenigen Glück, die Filme und Serien im englischen Original schauen: Sie hören zwar keinen 3D-Sound wie bei anderen Diensten, aber immerhin Mehrkanalton in Dolby Digital Plus 5.1. Bevorzugt man die deutsche Synchronfassung, serviert Paramount+ hingegen allen Ernstes Stereoton. Das ist umso absurder, wenn man bedenkt, dass das Studio selbst „Top Gun: Maverick“ parallel über iTunes als Miet- und Kauftitel in 4K/Dolby Vision mit deutschem und englischem Dolby-Atmos-Ton vertreibt.



**Am Fernseher wirkt die Bedienoberfläche von Paramount+ teilweise unfertig. So werden unter Reitern zu den verschiedenen Marken alle Titel nur in einer langen Reihe aufgelistet.**

Paramount+ gelobt inzwischen Verbesserung und will 2023 die Qualität anheben, nannte dafür aber bis zum Redaktionsschluss noch keinen Termin. Wir hoffen, dass der Dienst auch seinen Player für Fire-TV-Geräte überarbeitet, damit dieser beim Spulen ein Vorschaubild anzeigt, wenn man durch ein Video spult.

## Fazit

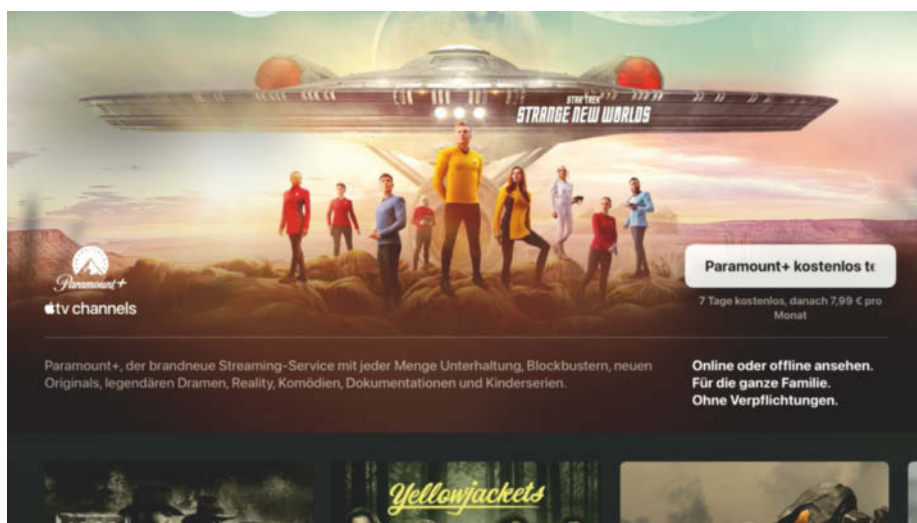
Mit der schwachen Bild- und Tonqualität und der mittelmäßigen Bedienoberfläche liefert Paramount+ aktuell ein Essen, bei dem zwar die Zutaten stimmen, der Koch aber einfach nicht die Fähigkeiten hat,

daraus etwas wirklich Schmackhaftes zuzubereiten. Damit kostet Paramount+ mit 7,99 Euro pro Monat zuviel.

Um bei dem Bild zu bleiben: Die Zutaten von Paramount+ sind von ordentlicher Qualität, sodass sich daraus durchaus ein ansprechendes Menü zaubern ließe. Insofern kann man nur hoffen, dass Paramount+ schnellstmöglich nachbessert, bevor die potenziellen Kunden dauerhaft den Appetit verlieren.

(nij@ct.de) **ct**

**Review zu „Star Trek: Strange New Worlds“:** [ct.de/yq7p](https://ct.de/yq7p)



**Auf Playern und Fernsehern, für die Paramount+ keine passende TV-App bereitstellt, lässt sich der Dienst trotzdem abonnieren – wenn das Gerät Amazon Prime Video oder Apple TV unterstützt. Über deren Apps kann man den neuen Dienst als Kanal hinzubuchen.**



**01. – 02.02.23**

## Dienste mit SELinux absichern

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

**29.03.23**

## 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. Der Workshop beinhaltet auch eine Auffrischung des DHCPv4-Protokolls und erklärt DHCPv6 für IPv6-Netzwerke.

**09. – 10.05.23**

## Docker und Container in der Praxis

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



Sichern Sie sich Ihren Frühbucher-Rabatt:

**[www.heise-events.de/workshops](http://www.heise-events.de/workshops)**





# Rechner-Rohling

## Der Einplatinencomputer Hardkernel Odroid-H3 mit Intel Celeron N5105

**Der Bastelcomputer Odroid-H3 mit Intel-Stromsparprozessor eignet sich für Heimserver, NAS, Firewalls oder als Medienspieler. Dazu bringt er SATA-, SSD- und 2,5-Gigabit-Ethernet-Ports mit. Im Test zeigen sich einige raue Kanten.**

Von Christof Windeck

Die koreanische Firma Hardkernel verkauft seit Jahren Einplatinencomputer namens Odroid mit ARM-Prozessoren. 2018 kam der Odroid-H2 mit dem x86-Chip Intel Celeron J4105 auf den Markt. Davon gab es zwar noch einen stärkeren Nachfolger, aber dann passierte lange nichts. Nun endlich sind Odroid-H3 und -H3+ mit (noch) aktuellen Celerons und

Pentiums aus der 10-Nanometer-Generation Jasper Lake erhältlich. Wir haben den rund 190 Euro teuren Odroid-H3 mit Celeron N5105 gekauft und getestet.

### Bastelbasis

Anders als viele ARM-Einplatinencomputer hat der Odroid-H3 zwei SATA-Ports, die ihn für Netzwerkspeicher (NAS) attraktiv machen. Hardkernel verkauft zwei dazu passende Gehäuse, die man eigentlich kaum als solche bezeichnen kann: Es handelt sich um einige Platten aus Platinenmaterial plus Schrauben und Distanzhülzen. Aber immerhin: Sie kosten weniger als 30 Euro und man kann darin jeweils zwei Laufwerke oder SSDs in den Bauformen 2,5 Zoll (Gehäuse Typ 3) oder 3,5 Zoll (Gehäuse Typ 5) festschrauben. Passende Lüfter gehören zum Lieferumfang und sie sind nicht nur für Magnetfestplatten sinnvoll, sondern auch um den vergleichsweise großen CPU-Kühlkörper anzublasen: Ohne Ventilator heizt er sich unter CPU-Vollast

nämlich auf bis zu 70 Grad Celsius auf. In Mini-ITX- oder ATX-Gehäuse passt der Odroid-H3 nicht, weil ihm die zur Befestigung nötigen Bohrungen fehlen und wegen der RAM-Module auf der Unterseite.

Hardkernel liefert den Odroid-H3 fast ohne Zubehör aus, lediglich eine ansteckbare und per Schrumpfschlauch isolierte CR2023-Pufferbatterie liegt bei. Man muss noch ein Netzteil (mit 5,5-mm-Hohlstecker) beschaffen, das 14 bis 20 Volt und mindestens 4 Ampere leistet. Wir haben mit einem 19-Volt-Netzteil (4 A) getestet. Wer zwei 3,5-Zoll-Platten anschließen will, dem empfiehlt Hardkernel ein 130-Watt-Netzteil (19 V/7 A). Je nach Stromdurst der Platten – vor allem beim Anlaufen – genügt auch ein schwächeres. Auf jeden Fall aber muss man für die Platten oder SSDs auch SATA-Stromkabel dazubestellen, leider mit proprietärem Stecker auf der Odroid-Seite: Die Betriebsspannungen für die Laufwerke erzeugt der Odroid-H3 selbst.

Auch RAM und Bootmedium muss man separat kaufen. Die beiden DDR4-SODIMM-Slots an der Unterseite nehmen bis zu 64 GByte auf (2 × 32 GByte). Die M.2-Fassung trägt ausschließlich NVMe-SSDs und ist mit vier PCIe-3.0-Lanes schnell angebunden. Alternativ bootet der Odroid von einem SATA-Medium, einem USB-Stick oder einem eMMC-Steckmodul von Hardkernel. Einen microSD-Steckplatz gibt es ebenso wenig wie einen WLAN-Adapter.

Dank seiner beiden Netzwerkchips (Realtek RTL8125B mit 2,5 Gbit/s) eignet sich der Odroid-H3 auch für Software-Firewalls wie OPNsense. Hier droht aber das Problem, dass erst jüngere FreeBSD- und Linux-Distributionen die nötigen Netzwerktreiber mitbringen. Ubuntu 22.10 bindet den RTL8125B ein, allerdings lag die Datentransferrate beim Senden mit 1,63 Gbit/s um 700 Mbit/s niedriger als beim Empfangen (2,37 Gbit/s). Unter Windows brachten beide Ports volle Leistung.

Außer der M.2-Fassung gibt es keine Erweiterungsmöglichkeiten per PCI Express. Für externe Geräte stehen vier USB-A-Buchsen bereit, je zwei der Generation USB 2.0 und 3.0 (USB 3.2 Gen 1 mit 5 Gbit/s). Die Datentransferraten via USB 3.0 und NVMe entsprachen dem Üblichen.

### Rechenkraft

Der Celeron N5105 hat vier Kerne mit Tremont-Mikroarchitektur, die auf bis zu 2,9 GHz hochtakten. Dann wird der Kühler


ordentlich heiß, weil sich der Odroid-H3 bis zu 23 Watt genehmigt. Beim lüfterlosen Betrieb ohne Gehäuse drosselte sich der Celeron aber nicht. Im BIOS-Setup gibt es zahlreiche unübersichtliche Optionen für „Power Limits“, mit denen man die Leistungsaufnahme des Prozessors begrenzen kann. Erfahrungsgemäß sinkt die Rechenleistung dadurch nur wenig.

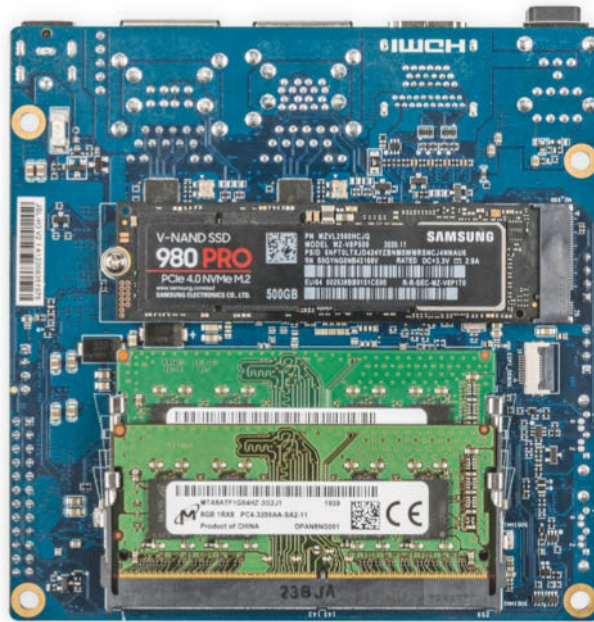
Der Celeron N5105 ist viel schneller als ein Raspberry Pi 4. Im Cinebench R23 liegt er bei Single- und Multithreading ungefähr auf dem Niveau des fünf Jahre alten Billigprozessors Athlon 200GE, braucht aber weniger als halb so viel elektrische Leistung. Die Rechenleistung genügt für viele einfache Serverdienste, „Atom-Celerons“ dieser Klasse arbeiten auch in vielen NAS-Boxen von Firmen wie Synology und QNAP.

Zum Celeron N5105 gehört eine relativ moderne GPU, deren Signale über je eine DisplayPort- und HDMI-Buchse nutzbar sind. Sie steuert zwei 4K-Displays gleichzeitig mit 60 Hz an. Die 3D-Performance ist sehr niedrig, aber es gibt Videodecoder für H.264, H.265 und VP9 – leider nicht für AV1. Im Browser unter Windows ruckeln YouTube-Videos in 4K-Auflösung gelegentlich trotz niedriger CPU-Last; in Full HD laufen sie flüssig. In Firefox unter Ubuntu 22.10 ruckeln YouTube-Videos mit mehr als Full-HD-Auflösung erheblich.

Der Odroid-H3 arbeitet im Leerlauf mit Ubuntu sparsamer als mit Windows. Im Leerlauf ohne Display, aber mit einer Gigabit-Ethernet-Verbindung, begnügt er sich unter Ubuntu mit 2 Watt, unter Windows sind es 2,5 Watt. Ist ein 4K-Display angeschlossen, sind es ohne Ethernet 3,1 beziehungsweise 3,3 Watt, mit Netzwerk jedoch 4,3 respektive 6,2 Watt.

## Fazit

Der Odroid-H3 liefert deutlich mehr Rechenleistung als viele bezahlbare ARM-Einplatinencomputer. Inklusive RAM, SSD und Netzteil kostet er jedoch mindestens 250 Euro und zieht unter Last mehr als 20 Watt. Das verlangt ausreichende Kühlung und schränkt den Einsatzbereich ein. Im Leerlauf kann der Odroid-H3 ähnlich sparsam sein wie ARM-Boards. Mit bis zu 64 GByte RAM laufen auch größere (Docker-)Projekte. Weitere Vorteile sind SATA- und NVMe-SSD-Anschlüsse sowie zwei Netzwerkports. Damit ist der Odroid-H3 ein flexibles Computermodul für Basteleien. (ciw@ct.de) 



An der Unterseite des Odroid-H3 sitzen die Fassungen für zwei SODIMMs und eine M.2-SSD.

## Hardkernel Odroid H3

Einplatinencomputer mit Intel Celeron N5105	
Hardware-Ausstattung	
CPU / Kerne / Takt (Turbo)	Intel Celeron N5105 (Jasper Lake) / 4 / 2,0 (2,9) GHz
RAM-Slots	2 × DDR4-SODIMM (maximal 2 × 32 GByte DDR4-3200)
Grafik (-speicher)	Intel UHD (vom Hauptspeicher)
Mainboard (-format) / Chipsatz	proprietär / im CPU-SoC integriert
SSD-Steckplatz	1 × M.2 2280 (PCIe 3.0 x4)
Sound-Chip (Chip) / TPM	Realtek ALC1200 (HDA) / fTPM 2.0
Netzwerk-Interface (Chip, Anbindung)	2 × 2,5 Gbit/s (Realtek RT8125B, PCIe)
Abmessungen	11,0 × 4,5 × 10,7 cm (Tiefe 13,5 cm mit Stromstecker)
Spannungsversorgung	14 bis 20 Volt Gleichstrom, minimal 4 A (60 W)
Anschlüsse hinten	1 × HDMI 2.0b, 1 × DisplayPort 1.2, 2 × USB-A 5 Gbit/s, 2 × USB-A 2.0, 2 × LAN, 2 × Audio-Klinke, 1 × TOS-Link, 1 × Stromanschluss (Hohlbuchse 5,5/2,1 mm)
Anschlüsse onboard	2 × SATA 6G, 2 × SATA-Strom (proprietär), 1 × Lüfter (4-pol), 1 × eMMC (proprietär), 2 × Taster (Ein/Reset), 24-poliger I/O-Header mit USB 2.0, I2C, UART
Steckfassungen unten	2 × SODIMM, 1 × M.2 2280
Zubehör	CR2032-Pufferbatterie
Elektrische Leistungsaufnahme, Datentransfer-Messungen und Geräuschentwicklung	
Soft-Off / Energie Sparen	0,7 / 0,9 W
Leerlauf mit 4K-Monitor an HDMI	3,3 W (ohne Display: 2,5 W; mit Display & 2 × Ethernet: 7 W)
Volllast: CPU / CPU und Grafik	21 / 23 W
M.2-SSD lesen (schreiben)	3,5 (2,9) GByte/s
USB 5 Gbit/s lesen (schreiben)	455 (446) MByte/s
LAN RX (TX)	2386 (2371) Mbit/s
Leerlauf Ubuntu 22.10 mit (ohne) Mon.	3,1 (2,0) W; mit Monitor & 2 × Ethernet: 4,6 W
Funktionstests	
BIOS-Version	AMI JSL-H3 1.02 (23.08.2022)
Secure Boot ab- / CSM einschaltbar	✓ / – (nur UEFI-Bootmodus)
Wake on LAN: Standby / Soft-Off	✓ / ✓
Wecken per USB-Tastatur Standby / Soft-Off	✓ / –
Boothdauer bis Login m. Fastboot	21 s
Parallelbetrieb Monitore (Ports)	2 × 4K 60 Hz (HDMI + DP)
analog Mehrkanalton / 2. Audiostrom	– / – (nur Stereoton)
Systemleistung	
Cinebench R23: 1 / alle Threads	601 / 1986 Punkte
3DMark: Fire Strike	1009 Punkte
Bewertung	
Systemleistung: Office / Rendering / Spiele	⊖ / ⊖ / ⊖⊖
Geräuschentwicklung / Systemaufbau	⊕⊕ / ⊕⊕
Preis / Garantie	190 € / k.A.
✓ funktioniert – funktioniert nicht ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht k.A. keine Angabe	

# Büroschlafwächter

## Mausbeweger und Maus-Simulatoren gaukeln PC-Aktivität vor



**Software, Jiggler mit USB-Anschluss oder mechanische Drehscheiben bewegen den Mauszeiger des Computers. Damit täuschen lustlose Angestellte und Schüler vor, dass sie vor dem PC sitzen, während sie den Tag anderweitig genießen. Wir fühlen zwei Geräten auf den Zahn.**

Von Christof Windeck

Manche Menschen tricksen, um langweilige Onlineschulungen und Homeoffice-Arbeiten unbemerkt zu schwänzen. Etwa mit dem Tool AutoClicker, das unter Windows, macOS und Android Mausklicks simuliert und aufgezeichnete Cursorbewegungen wiederholt (siehe [ct.de/y9ud](https://ct.de/y9ud)). Dadurch schaltet der PC nicht in den Standby-Modus um und auch die Anwesenheitsanzeige der Videokonferenz-Software leuchtet stets grün, selbst wenn niemand vor dem Rechner sitzt. Im Lauf der Pandemie wurde AutoClicker zum beliebtesten Programm bei heisse Downloads.

Wer auf seinem Firmencomputer keine Software installieren kann oder keine Spuren hinterlassen möchte, findet andere Methoden, um den Rechner wachzuhalten. Man öffnet zum Beispiel ein Textdokument zum Editieren und klemmt eine Buchstabentaste fest – oder schließt per USB einfach einen sogenannten Jiggler [1] an, der Mausbewegungen simuliert. Solche externen Geräte nutzen auch Ermittlungsbehörden, wenn sie Täter an einem Computer überraschen und verhindern wollen, dass dieser in den passwortgeschützten Sperrmodus wechselt. Jiggler kommen auch bei Tests zum Einsatz, etwa

um Akkulaufzeiten zu messen, und es gibt programmierbare Versionen [2].

### Fake-Mäuse

Jiggler melden sich am System als standardisiertes „Human Interface Device“ (HID) an. Alle aktuellen Betriebssysteme haben dafür eingebaute Treiber, man muss also nichts installieren. Weil aber vermeintlich eine zusätzliche Maus angeschlossen ist, kann der Admin eines fernverwalteten Rechners diese auch entdecken. Außerdem deaktivieren manche Firmen an ihren Computern die USB-Geräteerkennung; dann funktionieren USB-Jiggler gar nicht. An solchen Rechnern kann man mechanische Mausbeweger verwenden, auf die man die vorhandene Maus auflegt.

Wir haben zwei Maustrickser bei Amazon gekauft, die dort Tausende Käuferbewertungen haben: den Vaydeer Computer Mouse Jiggler mit USB-A-Anschluss sowie den Vaydeer Mouse Mover.

Der Mouse Jiggler passt dank beiliegendem USB-C-Adapter auch an Notebooks und Tablets. Mit höchstens 50 Milliwatt Leistungsaufnahme arbeitet er sehr sparsam. Über eine Taste aktiviert der Nutzer die Simulation; dabei leuchtet eine nur schwach sichtbare LED auf. Der Mauszeiger bewegt sich dann wie von Geisterhand langsam hin und her, jeweils nur wenige Zentimeter und in zufälligen Zeitabständen. Die normale Maus lässt sich parallel verwenden, aber die Jiggler-Bewegungen stören; daher schaltet man sie per Taste besser ab. Jiggler ohne Taste bekommt man von anderen Herstellern deutlich billiger.

Der Mouse Mover braucht eine Stromversorgung, ein USB-Netzteil liegt bei. Alternativ bezieht er Strom aus einer USB-A-Buchse des Rechners, wozu er sich aber nicht anmeldet. Dadurch bleibt sein Anschluss unbemerkt. Im Betrieb zieht er weniger als 0,4 Watt.

Nach Druck auf den seitlichen Taster des Movers dreht sich auf seiner Oberfläche eine runde Scheibe langsam nach rechts und links, ebenfalls in zufälligen Zeitintervallen. Der Sensor einer aufgelegten Computermaus – das Gerät funktioniert nur mit optischen Mäusen – erkennt die Bewegung, sodass sich auch der Mauszeiger bewegt. Das gelang im Test mit mehreren Mäusen, aber nicht mit allen und nicht gleich gut. Bei manchen klappt es nur in einer einzigen Position, die man durch Ausprobieren finden und sehr genau treffen muss. Einige Amazon-Rezensionen weisen auf störende Motorgeräusche hin, die wir bei unserem Testexemplar aber nicht hörten.

Jiggler und mechanische Mausbeweger gaukeln dem PC vor, dass jemand die Maus bedient. Wer solche Geräte benutzt, um seinen Arbeitgeber zu täuschen, muss an die Konsequenzen denken. Fliegt die Trickserie auf, droht beispielsweise eine Abmahnung. Arbeitgeber und Schulen sollten wissen, dass solche Tools verbreitet sind. (ciw@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Ronald Eikenberg, Fieser Mauswackler, AirDrive Mouse Jiggler, c't 8/2019, S. 23
- [2] Christof Windeck, Mauskolbolde, Mouse Jiggler emulieren bewegte USB-Mäuse, c't 15/2015, S. 64

**AutoClicker:** [ct.de/y9ud](https://ct.de/y9ud)

## Maussimulator und Mausbeweger

Modell	Computer Mouse Jiggler	Mouse Mover
Hersteller, URL	vaydeer.com	vaydeer.com
Funktion	USB-Mausemulator	mechanischer Mauszeigerbeweger
Anschluss	USB-A (Adapter auf USB-C liegt bei)	– (USB-Netzteil liegt bei)
Leistungsaufnahme	20 bis 50 mW	40 bis 380 mW
Preis	17 €	30 €



heise +

ct

iX

Mac&i

Make:

MIT  
Technology  
Review  
Das Magazin für Innovation von Heise

ct **Fotografie**

c't-Abonnenten  
lesen bis zu  
**75%**  
günstiger

## Das digitale Abo für IT und Technik.

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

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

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

**heise.de/plus-testen**

✉ [leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de) ☎ 0541 80009 120

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

# Freiheit zum Einstecken

## Nachrüst-eSIM für Smartphones & Co.

**eSIM-Funktion, auch ohne Android-Topmodell, verspricht die Firma TelcoVillage. Deren eSIM.me getaufte Hardware-eSIM sieht wie eine klassische SIM aus und schluckt bis zu 15 eSIM-Profilen, hinzugefügt per Android-App. Ob das ein eSIM-fähiges Smartphone wirklich ersetzt, haben wir ausprobiert.**

Von Andrijan Möcker

**W**er außerhalb des europäischen Gratis-roamings reisen will, stellt schnell fest, wie teuer und kompliziert es werden kann, wenn das Smartphone keine eSIM hat.

Die eSIM.me von TelcoVillage stellt eine Alternative dar. Sie steckt man wie eine Hardware-SIM ins Smartphone und beschreibt sie über eine Android-App mit eSIM-Profilen. Dabei ist sie auch für iOS-Geräte, Mobilrouter und andere Mobilfunkgeräte interessant: Das zuletzt per App aktivierte eSIM-Profil bleibt auch beim Entnehmen der eSIM.me aktiv und ist somit in beliebigen Mobilfunkgeräten nutzbar. Die Einschränkung auf Android bezieht sich lediglich auf das Verwalten – also Hinzufügen, Aktivieren, Wechseln und Löschen – von eSIM-Profilen. Dafür nutzt der Hersteller eine SIM-Schnittstelle, die nur unter Android für Apps zugänglich ist.

### Kauf und Einrichtung

Das Angebot von TelcoVillage ist auf den ersten Blick etwas unübersichtlich, denn der Hersteller bietet die eSIM.me in vier Lizenzmodellen und mit unterschiedlich vielen eSIM-Profilenspeicherplätzen und Verwaltungsrechten an: „Single“ rüstet zwei respektive fünf Profilspeicherplätze nach (28/40 Euro) und ist an ein Smartphone gebunden. Mit „Multi“ hat man fünf, sieben oder zehn Speicherplätze (50–62 Euro) und kann diese in beliebigen Androiden einer Marke verwalten. Möchte

man mit einer Single-SIM das Gerät beziehungsweise mit einer Multi-SIM die Smartphonemarle wechseln, verlangt TelcoVillage dafür rund 11 Euro. „Omni“ (85 Euro) schluckt 15 Profile und kann mit jedem kompatiblen Android-Gerät verwaltet werden; „Dual“ beinhaltet zwei Omni-SIMs für Dual-SIM-Smartphones mit zusammen bis zu 30 Profilen (150 Euro).

Ob ein Gerät kompatibel ist, erfährt man über den Online-Shop des Herstellers.

Die einfachen Einrichtungsschritte erklärt die Kurzanleitung im Pappkuvert: eSIM.me einlegen, eSIM.me-App installieren, registrieren und die Mailadresse bestätigen. Dann importiert man eSIM-Profile per Aktivierungs- oder QR-Code (Kamera oder Galerie).

### Praxistest

Wir testeten die TelcoVillage-eSIM zuerst mit Airalo. Die App des Roaming-Discounters wies zwar darauf hin, dass unser Motorola Edge 20 nicht eSIM-fähig sei, rückte aber dennoch einen QR-Code zur Installation heraus, den die eSIM.me-App anschließend ohne zu murren von einem Screenshot aus der Fotogalerie des Smartphones installierte.

Auch mit einer Vodafone-Prepaid-Karte klappte der Import eines QR-Codes

aus der Mail anstandslos. Den separat in einem verschlüsselten PDF versandten Bestätigungscode konnten wir direkt in der App eingeben. Auf einem OnePlus Nord CE 5G testeten wir den Import von Sipgate- und O2-eSIM-Profilen. In beiden Fällen klappte das auf Anhieb über eine Internetverbindung per WLAN.

Kritisch ist bei manchen Geräten lediglich der Profilwechsel: Das Motorola-Gerät erledigte diesen im Test klaglos. Auch das OnePlus buchte sich nach dem Profilwechsel problemlos im neuen Netz ein, die TelcoVillage-App zur Verwaltung der eSIM stürzte jedoch stets mit einer Fehlermeldung ab und arbeitete erst nach dem Neustart des Geräts wieder korrekt.

Auf dem Motorola holperte indes die App auch einmal, als wir ohne WLAN-Verbindung vom Airalo- auf das Vodafone-Profil wechselten. Laut Hersteller ist daran ein Bug in der App schuld: Sie kommt nicht mit schlechten oder netzseitig blockierten Datenverbindungen klar und das traf auf unsere Vodafone-Prepaid-SIM ohne Guthaben zu. TelcoVillage will das zeitnah mit einem App-Update beheben. Mit dem Flugmodus konnten wir das Problem umschiffen.

### Fazit

Die eSIM.me rüstet eSIM-Komfort günstig bei Mobilfunkgeräten nach – sogar bei Einsteigersmartphones. Voraussetzung: Ein Android-Gerät zur Verwaltung. Profile zu laden und zu verwalten klappt meist so einfach und schnell wie bei echten eSIM-Geräten. Wer nicht täglich die EU-Außengrenze überquert, wird die nötigen Neustarts bei manchen Smartphones als eher kleines Manko empfinden. Verbessert TelcoVillage noch die App, ist die eSIM.me ein rundes, nützliches Produkt, das gegenüber dem Smartphone- oder Router-Neukauf viel Geld spart. (amo@ct.de) **ct**



**Mit der eSIM.me von TelcoVillage können auch eSIM-unfähige Geräte eSIM-Profile nutzen. Für die Verwaltung benötigt man ein Android-Smartphone.**

### Literatur

- [1] Urs Mansmann, Andrijan Möcker, eSIMpel, Günstig im Ausland surfen & chatten mit eSIMs, c't 14/2022, S. 108





## TV-Klang-prozessor

**Der HDSX TV Sound Optimizer von Kronoton soll die Sprachverständlichkeit von TV-Ton verbessern. Das klappt jedoch nur bei sehr speziellen Konfigurationen.**

Die Herstellerbeschreibung klingt nach akustischem Schlangenöl: Die kleine HDSX-Box soll Lautstärkeschwankungen beim Fernsehton verringern und die Sprachverständlichkeit verbessern. Über einen HDSX.360-Knopf auf der Rückseite soll man zudem das Stereopanorama verbreitern können.

Viele Smart-TVs, Streamingboxen und AV-Verstärker passen Lautstärkeschwankungen inzwischen automatisch an. Dazu reduziert der Nutzer im Setup die Dynamik oder schaltet einen „Nachtmodus“ ein. Ein Dynamikkompressor kappt dann Lautstärkespitzen, sodass Action-Explosionen nicht mehr den Nachbarn aus dem Bett reißen. Bei der Musikwiedergabe stören solche Kompressoren jedoch, weil die Dynamikabschwächung der Musik häufig die Kraft raubt.

Die HDSX-Box arbeitet mit einem laut Hersteller „intelligenten“ Dynamikkompressor, der sich im Test im Wesentlichen auf Dialoge im Mittenanteil des Stereosignals konzentrierte und den Lautstärkepegel von Stimmen nivellierte. Zudem hob die Box den zur Verständlichkeit wichtigen Präsenzbereich von Stimmen bei etwa 2 bis 3 kHz an, sodass sie etwas klarer klangen.

Der Unterschied zum unbearbeiteten Signal war subtil und fiel uns nur im direkten A/B-Vergleich auf. Bei der Musikwiedergabe blieb die Dynamik aber weitgehend erhalten und wurde nicht so stark komprimiert, wie man es von anderen

Nachtmodusschaltungen her kennt. Die Stereoverbreiterung im zuschaltbaren Modus HDSX.360 machte sich auf unserer 5.1-Testanlage hingegen nicht bemerkbar. Laut Hersteller soll sie sich lediglich auf kleine Soundbars mit geringem Abstand der Stereolautsprecher auswirken.

Für die Konfiguration gelten enge Vorgaben: Obwohl die Box einen Ein- und einen Ausgang für HDMI hat, kann man sie nicht direkt zwischen Zuspäler und Fernseher schalten. Stattdessen muss man sie zwingend über den Rückkanal (Audio Return Channel, ARC) der HDMI-Verbindung vom Fernseher zur Soundbar oder zum AV-Receiver einklinken. Streaming-Boxen, Spielkonsolen & Co. müssen direkt am Fernseher angeschlossen sein, wenn ihr Ton von der HDSX-Box verändert werden soll. Zudem ist die Tonbearbeitung nur bei Signalen in Stereo-PCM aktiv. Surround-Formate in Dolby oder DTS mit mehr als 2.0-Kanälen werden im besten Fall durchgeschleift.

Die eher subtilen Klangbearbeitungen der Stimmen sind aus Sicht eines Toningenieurs durchaus gelungen und arbeiteten weitgehend ohne die sonst üblichen negativen Nebeneffekte. Im Alltag fielen uns die Unterschiede aber kaum auf. Anschluss- und Formateinschränkungen lassen zudem viele moderne Audio-Setups und Surround-Formate außen vor. Knapp 140 Euro sind ein zu hoher Preis für diese geringfügigen Verbesserungen. Das Geld sollte man eher in bessere Lautsprecher oder Soundbars investieren. (hag@ct.de)

### Kronoton HDSX TV Sound Optimizer HDMI ARC

HDMI-Klangoptimierer für Fernseher	
Hersteller, URL	Kronoton, hdsx.com
Anschlüsse	HDMI ARC in/out, 3,5-mm-Stereo-Klinke in, Micro-USB (Stromversorgung)
Preis	139 €

## Der wertvolle Boost für Ihr Netzwerk!



**+ GRATIS Online-Kurs im Wert von 99,- €**

Wie baut man in der Firma oder zu Hause leistungsfähige Netzwerke, welche Elemente müssen modernisiert werden, wie hält man sie in Gang? Diese Fragen beantwortet Ihnen das Sonderheft c't Admin 2022.

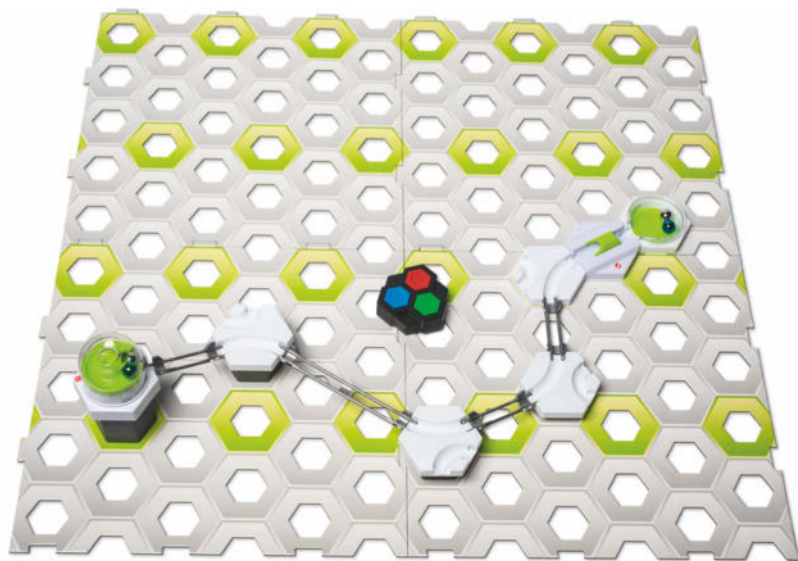
- Was das große Gratis-Update FritzOS 7.50 bringt
- Vernetzen mit Funk und Kabel
- Glasfaseranschluss richtig auswählen
- Schwachstellen im Netz finden
- Active Directory beherrschen
- inkl. GRATIS-Onlinekurs Active Directory mit 47 Lektionen

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

[shop.heise.de/ct-admin22](https://shop.heise.de/ct-admin22)

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.





## Wenn-dann

**Die Kugelbahnfamilie Gravitrax von Ravensburger hat Zuwachs bekommen. In der Power-Serie kommunizieren einzelne Komponenten per Funk miteinander.**

Mit den Gravitrax-Elementen aus Kunststoff baut man unterschiedlich lange und komplexe Murmelbahnen. Seit Kurzem gibt es die Power-Serie, die erstmals elektronische Bauteile mitbringt, die miteinander im 2,4-GHz-Band kommunizieren und unterschiedliche Aktionen auslösen. Ganz nach dem Schema: Wenn die Kugel hier entlang kullert, soll dies dort passieren.

Zum von uns getesteten „Starter-Set Launch“ gehören außer den normalen Bahnbauteilen nur drei Power-Komponenten: eine Fernbedienung mit drei Farbtasten, ein „Ziel-Trigger“ und ein „Dome-Starter“, jeweils ohne Batterien. Dafür verlangt Ravensburger stolze 100 Euro.

Die Power-Komponenten kommunizieren auf einem von drei Funkkanälen miteinander, den man am jeweiligen Bauteil einstellt, indem man mehrfach auf den kleinen Knopf mit eingebauter LED drückt. Aktiviert man beispielsweise beim Ziel-Trigger (Sender) und Starter (Empfänger) jeweils die rote LED, schickt der Starter immer dann eine neue Kugel auf die Reise, wenn die vorherige den Ziel-Trigger passiert. Mit der Fernbedienung sendet man jederzeit weitere Signale an Empfänger auf der Strecke und gibt zum Beispiel den Startimpuls für die erste

Kugel, indem man im beschriebenen Szenario die rote Taste drückt.

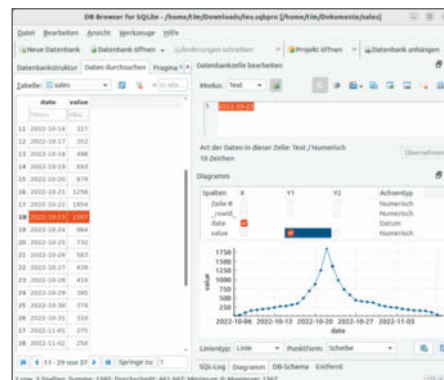
Das ist zwar lustig anzuschauen, viel mehr kann man mit dem Starter-Set Launch aber auch nicht machen – jenseits vom reinen Bahnenbau. Um mehr aus dem System herauszukitzeln, benötigt man weitere Power-Komponenten, die es einzeln oder im Set gibt. Der Lift (Elevator) befördert die Kugel zum Beispiel wieder zurück nach oben. Kombiniert man verschiedene Power-Elemente, könnte man beispielsweise eine Bahn bauen, bei der man einmal den Startimpuls gibt und bei der die Kugeln immer und immer weiterrollen – zumindest bis die Batterien der elektronischen Bauteile leer sind.

Gravitrax Power hebt das Kugelbahnsystem auf ein neues Level, aber nur dann, wenn man bereit ist, einiges zu investieren. Mit dem von uns getesteten Starter-Set bekommt man bestenfalls einen kleinen Vorgeschmack. Besser bedient ist man mit einer Kombination aus einem der vielen normalen Gravitrax-Sets (ohne Power-Zusatz) und dem Power-Erweiterungsset: Dann kann man die Komponenten geschickt so miteinander verschalten, dass immer ausgefeiltere Bahnsysteme entstehen.

(abr@ct.de)

## Ravensburger Gravitrax Power

Kugelbahn mit Funkkomponenten	
Hersteller, URL	Ravensburger, ravensburger.de
Preis	Starter-Set Launch: 100 €, Starter-Set XXL: 210 €, Erweiterungset: 160 €, einzelne Elemente: 27 €



## Tiefe Einblicke

**Der quelloffene DB Browser for SQLite öffnet, ändert und konvertiert komfortabel SQLite-Datenbanken. Jetzt gibt es das Tool auch für macOS-Geräte mit Apples M1/M2-Chips.**

Der DB Browser for SQLite (DB4S) kann SQLite-Dateien öffnen und bearbeiten. Mit wenigen Klicks sind Werte korrigiert oder neue Tabellen angelegt.

Inhalte ex- und importiert DB4S als CSV-Datei oder als SQL-Statements, Tabellen gibt das Tool zusätzlich im JSON-Format aus. Mehrere Datenbanken kann das Werkzeug zu einer verschmelzen. Die Datenbankstruktur erscheint übersichtlich als Baum, DB4S zeigt jedoch immer nur den Inhalt genau einer Tabelle. Den wiederum durchsuchen und filtern WHERE-Klauseln oder reguläre Ausdrücke. Das Kontextmenü bietet schnellen Zugriff auf Standardfilter. Auf Wunsch erzeugt DB4S aus dem aktuellen Filter eine View.

Zu fast allen Aktionen liefert das Werkzeug den zugehörigen SQL-Befehl, umgekehrt kann DB4S auch eingetippte SQL-Befehle ausführen. Numerische Wertereihen in Tabellen präsentiert das Programm als Linien- oder Balkendiagramm und speichert es bei Bedarf als Bild. Das Tool kann Datenbanken zudem komprimieren, nachträglich verschlüsseln, auf ihre Integrität prüfen und optimieren sowie Indexe anlegen.

(Tim Schürmann/lmd@ct.de)

## DB Browser for SQLite 3.12

SQLite-Datenbankverwaltung	
Hersteller, URL	René Peinhor, Martin Kleusberg, Justin Clift u. a., <a href="https://sqlitebrowser.org">sqlitebrowser.org</a>
Systemanf.	Linux, macOS (Intel/Apples Silicon), Windows (32-/64-Bit)
Preis	kostenlos (MPL 2 und GNU GPL v3)

# Polymerfiedel

## Geige aus dem 3D-Drucker

**Die Hovalin ist eine Geige, deren Korpus, Hals und Steg ein 3D-Drucker produziert. Wir haben sie für den Test gebaut und von einem Profi spielen lassen.**

Von Pina Merkert

**D**er Bau einer Geige ist eine hohe Handwerkskunst, denn für einen guten Klang muss der Korpus mit den Schwingungen der Saiten resonieren. Die meisten Geigen werden daher auch heute einer jahrhundertealten Tradition folgend aus Holz gebaut. Violinisten wird es jedoch überraschen, dass man eine funktionierende Geige (volle Größe: 4/4) weitgehend automatisch mit einem 3D-Drucker produzieren kann. Das 3D-Modell kommt von Hovalabs, von deren Webseite man es kostenlos herunterladen kann. Zusätzlich benötigt man noch ein Carbonrohr, vier Saiten und vier Gitarrenwirbel. Die Gesamtkosten belaufen sich auf rund 50 Euro.

Für die Geige braucht man einen 3D-Drucker mit einem größeren Bauraum als üblich: Sein Druckbett sollte in einer Richtung mindestens 30 Zentimeter Kantenlänge haben und er muss ein 36 Zentimeter hohes Objekt produzieren können. Als Material empfiehlt Hovalabs normales PLA („polylactic acid“, ein aus Pflanzen hergestellter Kunststoff, aus dem auch viele Verpackungen mit dem Recycling-

code 1 bestehen), das auch günstige Drucker ohne Gehäuse verarbeiten. Den Korpus der Geige druckt man stehend, den Hals seitlich liegend.

Hals und Körper greifen mit einer Schwalbenschwanzverbindung ineinander. Ein 50 Zentimeter langes Carbonrohr mit 8 Millimetern Durchmesser gibt zusätzliche Stabilität und verhindert, dass etwas verrutscht. Statt der bei Geigen üblichen Wirbel kommen vier von einer Gitarre zum Einsatz, mit denen sich das Instrument schneller und leichter stimmen lässt als die traditionelle Konstruktion. Damit die passen, muss man ein Metallfährchen abbrechen, was mit einer Zange geht. Außer dieser Zange braucht man kein weiteres Werkzeug für den Zusammenbau.

### Schwere Schnecke

Als wir den Profi-Violinisten Max Eisinger die Geige stimmen und spielen ließen, stellte dieser allerdings die Frage, für wen das Instrument nützlich ist. Die Wirbel aus Metall machen sie kopflastig, wodurch es anstrengend wird, sie zum Spielen zwischen Schulter und Kinn einzuklemmen. Damit sich die Geige auf üblichen 3D-Druckern fertigen lässt, ist das Griffbrett kürzer als üblich, wodurch sich manche hohen Töne gar nicht spielen lassen. Ein geringer Abstand zwischen Saiten und Griffbrett verursacht unangenehme Surrgeräusche, wenn man laut spielt. In unserem Test kam der Hals zudem mit unangenehm scharfen Kanten aus dem Drucker.



**Wir haben den Körper der Hovalin mit transparentem PLA gedruckt, wodurch er diffus durchsichtig wird. Hals und Steg bestehen aus schwarzem PLA. Das Carbonrohr zur Verstärkung, die Gitarrenstimmer und die Saiten kauft man für knapp 40 Euro dazu.**

Klanglich bricht die Hovalin bei mittleren Tönen ein, die hohen Töne werden arg dünn. Überraschenderweise klingt sie nicht nach Plastik. Den warmen, charaktervollen Klang guter Holzinstrumente kann sie aber nicht imitieren. Sie steht damit in Konkurrenz zu den billigsten Geigen aus dem Handel, die Bedürfnisse erfahrener Violinisten kann sie keinesfalls erfüllen.

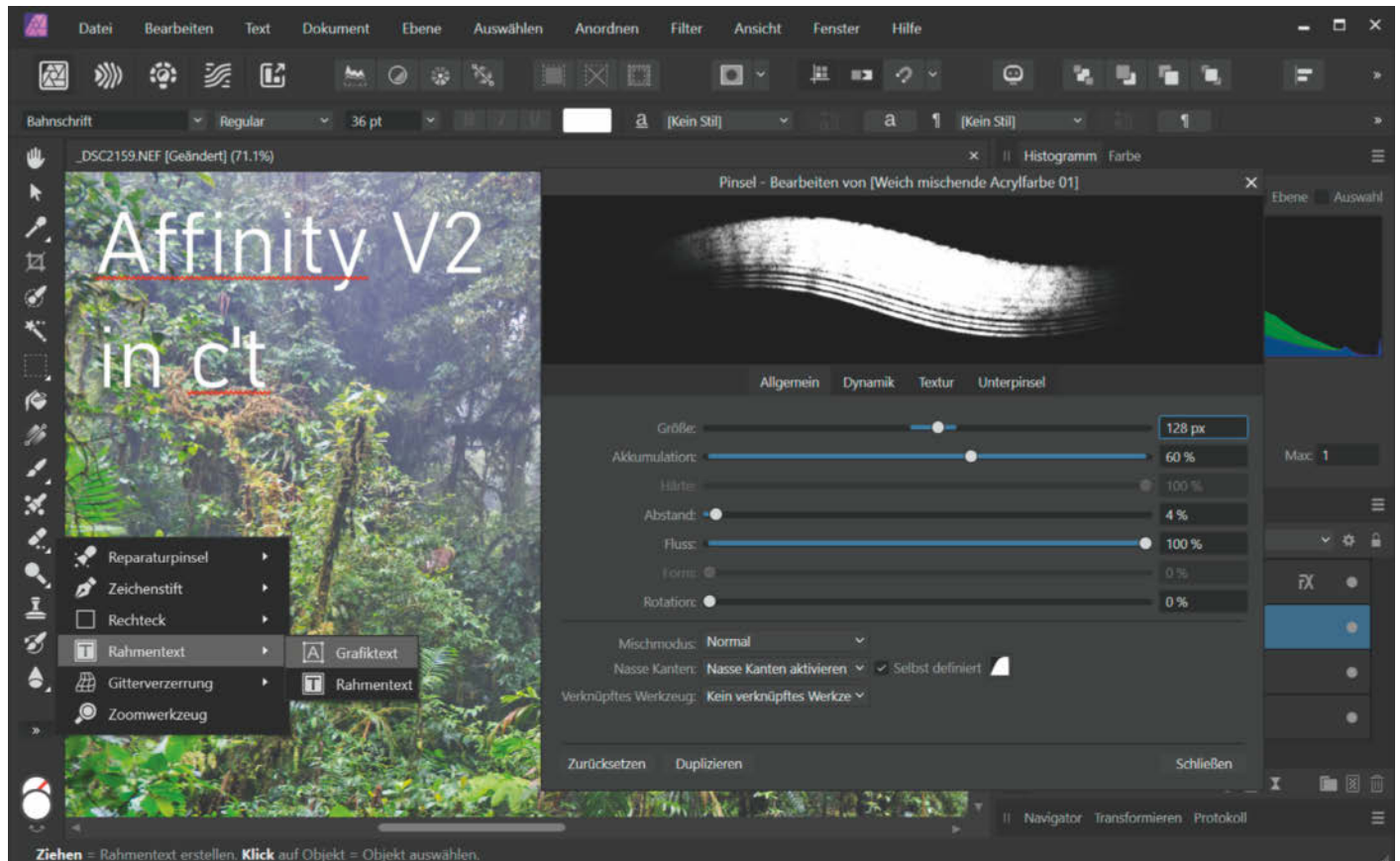
Aber auch Anfänger tun sich wegen der kopflastigen Konstruktion mit der Hovalin keinen Gefallen. Gerade Kindern würde das 3D-gedruckte Instrument den Einstieg ins Geigelnern unnötig schwer machen. Damit eignet sie sich eigentlich nur für fiedelnde Maker, die mal ein paar Töne damit streichen, bevor sie wieder zu ihrem besseren Instrument wechseln. (pmk@ct.de) **ct**

### Hovalibs Hovalin

Geigenbauplan für 3D-Drucker	
Hersteller, URL	Hovalibs, <a href="https://hivalabs.com/hovalin">hivalabs.com/hovalin</a>
Druckraum	mindestens 30 cm breit, 36 cm hoch
Preis	kostenlose Druckdatei, Materialkosten ca. 50 €



**Sie können die Geige aus dem 3D-Drucker im Video in unserem YouTube-Kanal c't 3003 ([@ct3003](https://youtube.com/ct3003)) im Vergleich zu einer Holzgeige für ebenfalls 50 Euro hören. Der Violinist Max Eisinger erklärt dort auch, worauf es bei Geigen ankommt.**



# Geballte Grafikpower

## Affinity V2: Bildbearbeitung, Grafikdesign und DTP

Serif hat seine erfolgreiche Affinity-Reihe aktualisiert. Erstmals erscheinen Affinity Photo, Affinity Designer und Affinity Publisher simultan in einer neuen Version für Windows, macOS und iPadOS. Der Test zeigt, ob das Paket hält, was der Hersteller verspricht. Wenn dem so ist, kann Adobe sich warm anziehen.

Von André Kramer und Monika Gause

Die britische Softwareschmiede Serif hat mit ihrer Affinity-Suite einen Kraftakt hingelegt, der mehrere Jahre dauerte. Nun steht Affinity V2 zur Verfügung. Die Grafiksuite besteht aus der Bildbearbeitung Affinity Photo 2, dem Zeichenprogramm Affinity Designer 2 und der DTP-Anwendung Affinity Publisher 2. Neben den drei neuen PC-Versionen erschien nun auch erstmals Affinity Publisher 2 für das iPad. Damit ist das Dreifach-Trio der Apps für jeweils macOS, Windows und iPadOS vollständig, nur von Android-Versionen ist noch nichts zu sehen.

Mit der Affinity V2 Universallizenz für 199,99 Euro (bis 25. Januar 119,99 Euro) können Kunden alle drei Programme im Paket erwerben und selbst entscheiden, auf welchen der drei Plattformen sie es

nutzen. Nach wie vor bietet Serif die Affinity-Programme als Dauerlizenzen und nicht im Abo an.

### Nahtlos integriert

Das Paket vereint Fotobearbeitung, Grafikdesign und DTP in einem Workflow, den auch große Softwarehäuser wie Adobe oder Corel so nicht hinbekommen. Über „Studio Link“ bindet das DTP-Programm Affinity Publisher die Werkzeuge der anderen zwei Affinity-Apps direkt ein. Alle drei Affinity-Programme nutzen dafür dasselbe Dateiformat, nicht nur untereinander, sondern auch plattformübergreifend unter Windows, macOS und iPadOS. Nur die Endungen unterscheiden sich, damit beim Aufruf per Doppelklick das richtige Programm startet.



Eine Grafik oder ein Foto kann man innerhalb von Affinity Publisher mit den Werkzeugen und Paletten von Affinity Designer oder Affinity Photo bearbeiten, sofern diese Programme installiert sind. Ein Klick auf die passende, sogenannte Designer- oder Photo-Persona und Menüs und Werkzeuge wechseln dank Studio Link zur jeweiligen nativen Oberfläche. Das funktioniert unter Windows sowie macOS und auch auf dem iPad.

Die Oberfläche aller Programme lässt sich nun komplett auf Graustufen umstellen, damit nichts die Farbwirkung der eigenen Arbeit beeinflusst. Die schwebenden Paletten findet man im Hauptmenü unter „Fenster“. Große Aufregung gab es in letzter Zeit um die Pantone-Farbbibliotheken, für die in der Adobe Creative Cloud inzwischen ein zusätzliches Abonnement von Pantone Connect nötig ist. In Affinity V2 sind sie noch vorhanden. Wer produktions sicher mit Sonderfarben arbeiten will, braucht jedoch auch eine Separationsvorschau und muss das exportierte PDF überprüfen. Dazu ist man auf Adobe Acrobat Pro oder andere teure Druckvorstufensoftware angewiesen.

Ein Manko der Affinity-Produkte bleibt die dürftige Dokumentation. Die eingebauten Handbücher sind oberflächlich gehalten. Abbildungen fehlen, Handlungsanweisungen lassen wichtige Schritte aus. So ist man auf die englischsprachigen Videos des Herstellers angewiesen. Selbst die sind bei komplexen Funktionen dürftig, wie dem automatischen Einfließen mehrerer Bilder oder mehrseitiger PDFs in ein vorgegebenes Raster in Affinity Publisher.

### Vollständig auf dem iPad

Die Affinity-Programme lassen sich mit derselben Lizenz auf verschiedenen Systemen einsetzen – auch auf dem iPad. Affinity Photo leistet bei der Fotobearbeitung unterwegs gute Dienste. Kein anderes Programm ist in Sachen Bildbearbeitung auf dem iPad derart breit aufgestellt. Spezialisten wie Lightroom CC erledigen die auf sie zugeschnittene Aufgabe aber besser. Affinity Designer eignet sich gut fürs Festhalten von Grafikideen, gegenüber der Desktop-Version ist die iPad-Version nur unwesentlich reduziert. Die App unterstützt den Apple Pencil. Die gezeichneten Kurven sind nicht so glatt, wie sie sein könnten. Hier leisten Adobe Illustrator und Fresco mehr. Wer sich auf dem

Desktop auf die Affinity-Programme eingeschossen hat und die iPad-Apps eh mitnimmt, findet in beiden willkommene mobile Begleiter.

Bei DTP-Aufgaben sieht es etwas anders aus. Dass Serif die komplexe Oberfläche eines Layoutprogramms auf den kleinen iPad-Bildschirm bringt, ist an sich schon bewundernswert. Die Zugänge zu allen Panels sind durchdacht. Layout braucht jedoch Platz. Nicht nur, um Doppelseiten darstellen zu können, sondern auch für die Bedienpanels, in denen man ständig mehrere Dinge gleichzeitig prüfen und einstellen muss. Man kann in Publisher auf dem iPad keine zwei Panels gleichzeitig geöffnet haben, also nicht gleichzeitig die Liste der Textstile mit deren Hierarchie im Blick haben und dabei die Definitionen eines Stils überprüfen. Man muss bei der Arbeit am iPad also entweder einen detaillierten Überblick im Kopf haben oder viel hin und her tippen. Auf diese Art kann man ein erstes Layout skizzieren, aber kein Magazin layouten.

### Affinity Photo

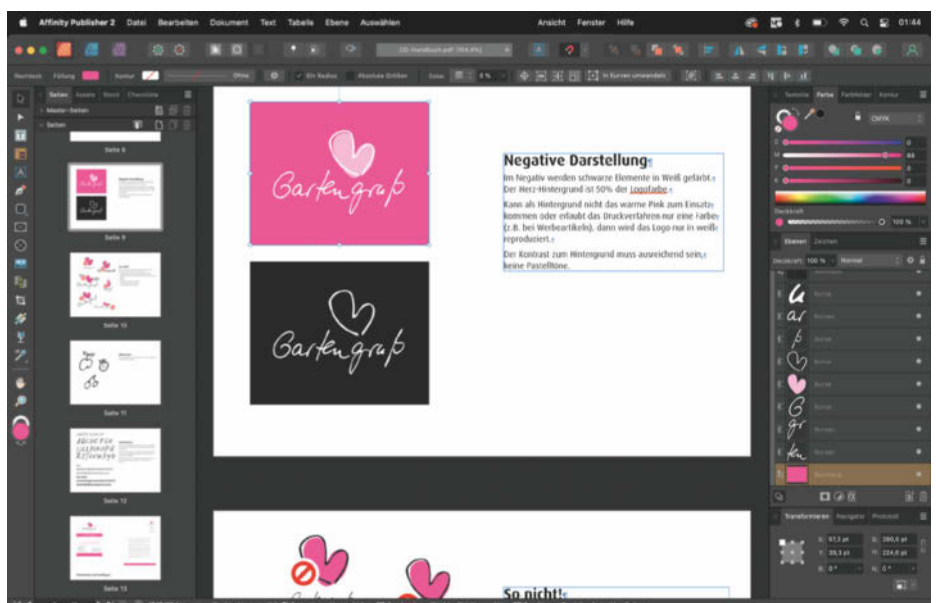
Affinity Photo importiert und entwickelt Raw-Fotos in 16 Bit Farbtiefe, unterstützt ICC-Farbmanagement, die Farbmodi RGB und CMYK, Farbkorrektur im Lab-Modus und nichtdestruktive Werkzeuge für Farb- und Belichtungskorrektur. Selbst Effektfiler wie Weich- und Scharfzeich-

ner wendet es anders als Photoshop nicht-destruktiv an. Außer Raw-Fotos und anderen Standardformaten kann es PSD-Dokumente umfangreich editieren – manche Programme anderer Hersteller beschränken sich auf Ebenen und Masken. Version 2 exportiert nun auch im Format JPEG XL. Der Basisrahmen, den professionelle Bildbearbeiter erwarten, ist damit abgedeckt.

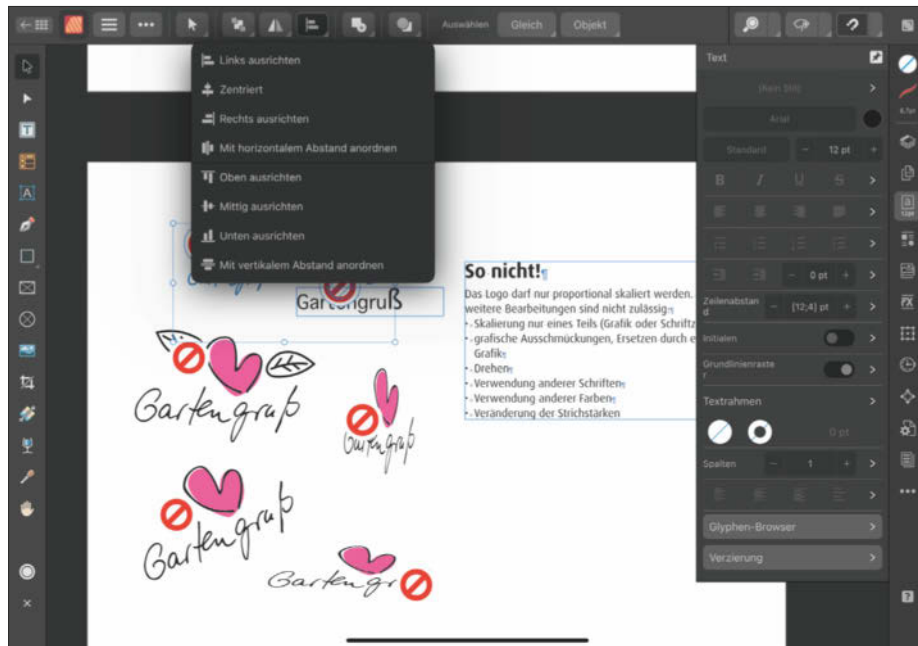
Die vollgestopfte Werkzeug- und Dialogpalette sowie insbesondere das Menü sind so gestaltet, dass Photoshop-Nutzer schnell zurecht kommen, anders als bei Gimp, das für vieles eine eigene Klickroutine vorsieht. Eine große Hilfe sind die kontextabhängigen Werkzeugeinstellungen in der Kopfzeile. Arbeitsbereiche, die sogenannten Personas, reorganisieren die Oberfläche für unterschiedliche Aufgaben. Sie heißen nach wie vor Photo, Liquify, Develop, Tonemapping und Export – die Photo-Persona dürfte die Oberfläche für die meisten Aufgaben sein beziehungsweise die Develop-Persona zur Fotobearbeitung.

Schon im Grundbetrieb braucht Affinity Photo ein GByte weniger Arbeitsspeicher als Photoshop. Nicht nur bei Berechnungen, sondern auch bei Schwenk und Zoom reagiert die Anwendung äußerst schnell. Das gilt sowohl für Windows-PCs als auch für Macs mit M-Prozessoren.

Die Develop-Persona bearbeitet Belichtung, Bildrauschen, Farbe und Schärfe



Mit Affinity Publisher 2.0 entstehen mehrseitige Layouts für Broschüren, Magazine oder Bildbände. Bei Magazinen mit komplexen Layouts stößt es aber an Grenzen.



**Alle Affinity-Programme stehen mit derselben Lizenz unter Windows, macOS und iPadOS zur Verfügung. Affinity Publisher bringt ein komplettes DTP-Programm auf dem iPad unter.**

auf natürliche Weise, jedoch mit etwas weniger gutem Ergebnis als Photoshop Camera Raw. Das ist Jammern auf hohem Niveau: Mit Affinity Photo gelingt es durchaus, ein Foto zu entwickeln. Bei starken Belichtungsänderungen kann aber ein unschöner milchiger Eindruck entstehen, den man mit Reglern für Kontrast, Schatten und Lichter abfedern muss.

Einstellungsebenen und Ebenenmodi stehen Photoshop in nichts nach. Effekte kann man in einem unkomplizierten Workflow sogar als nichtdestruktive Live-Filterebenen anwenden, die die Originalpixel erhalten. Selbst anspruchsvolle Filter wie Gitterverzerrung wendet das Programm jetzt nichtdestruktiv und in Echtzeit an. Bei den Ebenenstilen wie Schatten, Umrandung, Schein oder Glühen hat Serif in Version 2 deutlich nachgebessert.

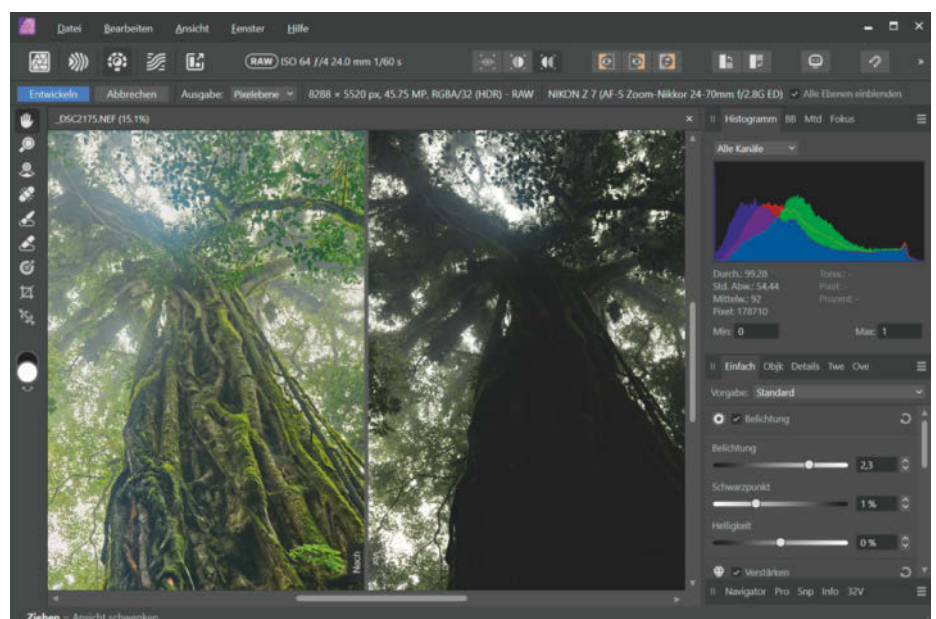
Die Pinsel-Einstellungen hat Serif erweitert. An die Pinsel-Engine von Photoshop reichen sie jedoch weiterhin nicht heran. Auftrag und Größe kann man über Druck, Neigung und Geschwindigkeit variieren. Simulierte Bürstenpinsel und Ähnliches bietet Affinity Photo nicht. Der Auswahlpinsel hilft mit Kantenerkennung und einem Dialog zur Feinabstimmung beim Freistellen. Auch Haare in Porträts kann man mit einem bisschen Fingerspitzengefühl gut vom Hintergrund separieren. Masken kann man nun auf Grundlage

einer bestimmten Farbe, eines Helligkeitsbereichs oder von Kontrastgrenzen erstellen und als „Live-Maske“ dynamisch aus darunterliegenden Ebenen generieren. Die Funktion ist beispielsweise bei der Porträtretusche per Frequenztrennung hilfreich. Photoshop hat auch hier weiterhin die besseren KI-gestützten Freistellhilfen an Bord.

## Affinity Designer

Affinity Designer kombiniert Vektorgrafik mit Rastergrafik. So kann man Illustrationen mit organischen Elementen, Oberflächen oder Masken versehen, um ihnen den typischen sterilen Look zu nehmen. Das Programm bringt eine Vielzahl geometrischer Grundformen und Zeichenwerkzeuge mit umfangreichen Optionen mit, die auch Profis zufriedenstellen. Zwei neue Werkzeuge helfen beim Konstruieren von Logos und Symbolen: ein Messer zum intuitiven Zerschneiden geometrischer Formen und der Formkonstrukteur zum intuitiven Addieren und Subtrahieren von Formen. Leider ist das Ergebnis nicht wie bei Illustrators „Interaktiv malen“ editierbar – nach einer Korrektur beginnt man also wieder von vorn. Alleine die verbesserten Geometrie-Funktionen und der Formkonstrukteur sind aber das Programm wert.

Für isometrische Zeichnungen bietet das Programm ein spezielles Dokumentraster an. Objekte werden automatisch entsprechend der jeweiligen Ebene verzerrt. Affinity Designer 2 kann AutoCAD-Dateien importieren und mit dem Maß- sowie Flächenwerkzeug Objekte vermessen. Er generiert allerdings keine Beschriftungen aus den Daten. Ebenfalls neu sind Verzerrungshüllen, mit denen man Texte und Vektorobjekte in beliebige Formen einpassen kann. Das funktioniert aber nicht mit Pixelbildern oder Masken.



**Die Develop-Persona von Affinity Photo 2.0 ermöglicht drastische Belichtungskorrekturen.**



Pfaden kann man über das Darstellungspanel mehrere Flächen und Konturen sowie über das Ebenenpanel Effekte und Einstellungsebenen zuweisen. Mit Gruppen oder Ebenen funktioniert das wiederum nicht.

Affinity Designer besitzt auch keinen Vektorisierer. Das Programm kombiniert zwar Pixel und Vektorgrafik sehr intuitiv, erzeugt aber oft auch unbeabsichtigt Pixel, zum Beispiel beim Einsatz der praktischen Einstellungsebenen, Kachelfüllungen oder der meisten Pinsel.

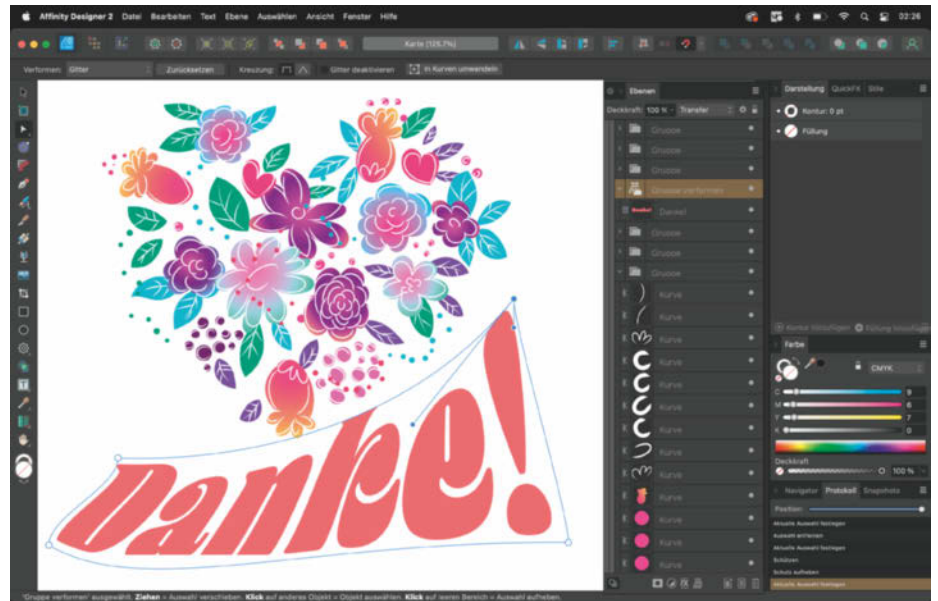
Im Grafikalltag entscheidet der Faktor Produktivität. Bei mehreren editierbaren Objekten ist Illustrator mit seinen Vektoreffekten und -pinseln im Vorteil. Beim Anlegen von Infografik, Plänen und vergleichbarer Grafik kann man dort sehr viel Mühe sparen und ist bei Änderungswünschen sehr flexibel. Den Abo-Preis für die Creative Cloud hat man durch die Zeitersparnis so sehr schnell erwirtschaftet. Nicht zuletzt ist Adobe-Software ausführlicher dokumentiert. Von den drei Affinity-Apps reicht der Funktionsumfang von Designer am wenigsten an das Adobe-Pendant heran.

## Affinity Publisher

In Affinity Publisher kann man mehrseitige Layouts mit Masterseiten, Absatz-, Zeichen-, Zellen- und Tabellenformaten sowie neuerdings mit Objektformaten anlegen. In den Formaten lassen sich jedoch keine Tags anlegen, die für barrierefreie PDFs nötig sind. Neu ist auch, dass man mehrere Dokumente zu einem „Buch“ kombinieren und dabei die Formatierungen vereinheitlichen kann. Man muss jedoch selbst darauf achten, dass die Dokumente passend mit einer rechten beziehungsweise linken Seite beginnen. Auch Masterseiten werden nicht korrekt synchronisiert; so kann es vorkommen, dass eine synchronisierte Masterseite mit Hintergrund dann das gesamte folgende Kapitel verdeckt.

Wichtig für Facharbeiten und Fachbücher ist die Fuß-, Seiten- und Endnotenfunktion. Beim Import von Word-Dateien übernimmt Publisher vorhandene Noten. Man findet die Optionen in einem praktischen Panel, das immer offenbleiben kann.

Mit den vorhandenen Werkzeugen entstehen Broschüren, Magazine, Bildbände und andere Publikationen. Funktionen für Inhaltsverzeichnisse und lebende Kolumnentitel ermöglichen grundsätzlich



**Affinity Designer 2.0 kombiniert Vektor- und Rastergrafik, bringt etliche geometrische Formen und viele Zeichenwerkzeuge mit.**

auch umfangreichere Publikationen, in der Praxis wird das jedoch schwierig. Um Magazine mit einem komplexen Layout, mehreren Redakteuren und einem schnellen Erscheinungsrhythmus zu erstellen, sollte man die Formatierung zum Beispiel automatisieren können. Bei Affinity Publisher stößt man schnell an Grenzen. So müssen Ebenen für einzelne Seiten definiert werden, Tabellen können nicht über mehrere Seiten laufen. Das Programm lässt sich weder mit Plug-ins noch mit Skripten an eigene Bedürfnisse anpassen.

Zum Vergleich: InDesign enthält Funktionen für den Satz langer Dokumente sowie das Erstellen barrierefreier PDFs und lässt sich an Redaktionssysteme anbinden. Auch in der Druckvorstufe hat Adobe die Nase vorn. Eine jederzeit mit Separationsvorschauen überprüfbare Produktion, die CMYK-Transformationen von sich aus unterbindet, ist in Publisher und auch in Designer nicht möglich. Auch senden beide bei einem direkten Ausdruck keine CMYK-Daten an den Drucker, feine Typografie lässt sich also schwer beurteilen.

## Fazit

Grafik-Profis, die täglich acht Stunden Vektorzeichnungen und Schriftsatz erzeugen und dabei im Austausch mit Druckereien und Agenturen stehen, sind nach wie vor auf die Creative Cloud angewiesen. Mit Illustrator arbeitet es sich effizienter, InDesign hat notwendige Funktionen für Satz und Druck großer Dokumente an

Bord, Photoshop bringt qualitativ hochwertige Raw-Entwicklung. In essenziellen Bereichen bietet Adobe die professionelleren Werkzeuge mit. Im Großen und Ganzen wartet die Affinity-Suite aber mit einem umfangreichen Werkzeugkasten für Foto, Grafik und DTP auf.

Serif hat Erfahrung mit Grafiksoftware und seine Suite von Grund auf neu entwickelt. Das hat sich ausgezahlt: Die Affinity-Apps brauchen deutlich weniger Arbeitsspeicher und Prozessorkraft als die vergleichbaren Adobe-Programme Photoshop, Illustrator und InDesign. Zwar kommt man auch mit den Open-Source-Programmen Gimp, Inkscape und Scribus ans Ziel. Affinity hat aber zwei wichtige Alleinstellungsmerkmale. Die dynamische Verknüpfung von Photo und Designer in Publisher und die Desktop- sowie iPad-Apps unter einer Lizenz sucht ihresgleichen. So bietet sich die Affinity-Suite als Alternative für Nutzer an, die kein teures Adobe-Abo bezahlen können oder wollen. Vor allem Hobby- und Gelegenheitsnutzern macht Serif damit ein faires Angebot. (akr@ct.de) **ct**

## Affinity V2

Grafikpaket	
Hersteller, URL	Serif, affinity.serif.com/de
Systemanf.	Windows ab 10, macOS ab 10.15, iPadOS ab 15
Preise (bis 25.1.2023): Suite / einzeln / iPad	199,99 € (119,99 €) / 84,99 € (48,99 €) / 23,99 € (14,99 €)



# Pragmatischer Ordnungshüter

## CompuDMS 9.0 mit verbesserter Suche

**CompuDMS 9 verwaltet digitale Unterlagen revisionssicher – mit bis zu zwei Clients sogar kostenlos. Im Test überzeugt die Software mit ihrer klaren Struktur, nur bei der Dokumentenvorschau ist noch Luft nach oben.**

Von Hans-Peter Schüler

Das Dokumentenmanagementsystem CompuDMS eignet sich gleichermaßen für Privatanwender wie für kleine und mittlere Unternehmen. Entsprechend ihrer Zugriffsrechte können Nutzer des Systems digitale Dokumente ablegen und verschlagworten sowie den Dokumentenbestand nach Schlagwörtern oder per Volltextsuche durchforsten.

Zusätzlich zum Server wird ein Client auf demselben PC mitinstalliert. Geschäftskunden können das System alternativ als Webdienst abonnieren; der Dienst wird in Deutschland gehostet. Zur Dokumentenablage auf dem PC richtet der Installer standardmäßig eine PostgreSQL-Datenbank ein, alternativ ge-

währt man Zugriff auf eine externe SQL-Engine. Für den Zugang von unterwegs gibt es Mobil-Apps. Die aktuelle Version bietet jetzt auch die Möglichkeit, Benutzerkonten per 2FA abzusichern.

### Simple Eleganz

Nach dem Start präsentiert der Client eine Übersichtsseite mit vier Schaltflächen für Dokumentenmanagementsystem (DMS), Kontaktverwaltung, Erweiterungen und Programmhilfe.

Die Oberfläche ist ebenso schlank wie elegant: Die Dateiansicht zeigt Dokumente in einem virtuellen Dateisystem ähnlich dem Windows Explorer. Dateien finden den Weg ins DMS per Drag & Drop oder Copy & Paste; für den Import von Office-Dokumenten verwendet CompuDMS MS-Office-Plugins. Nach dem Import kann man nur noch mithilfe des DMS auf die Unterlagen zugreifen, indem man diese zum Bearbeiten auscheckt. Nach der Änderung landet eine zusätzliche, neue Version im Datenbestand – das garantiert ein revisionssicheres Archiv. Die Software bietet keine Optionen, um eine Dokumentenvorschau mit virtuellen Eingangsstempeln oder anderen Anmerkungen zu versehen und ihre Texterkennung verwandelt PDF, aber keine Bilddateien in durchsuchbaren Text.

Per Volltextsuche und anhand des automatisch erfassten Importdatums findet der Anwender Unterlagen wieder. Über ein Kontextmenü kann er Freitext-Stichwörter oder Kommentare ergänzen. Wer oft mit gleichartigen Dokumenten zu tun hat, definiert individuelle Datenfelder und gibt Inhalte dafür vor – beispielsweise ein Auswahlfeld für Sparten im DMS eines Sportvereins. Der Suchassistent kann mehrere Filterkriterien kombinieren, wobei die Volltextsuche außer dem üblichen „muss ... enthalten“-Kriterium auch „darf ... nicht enthalten“ zulässt.

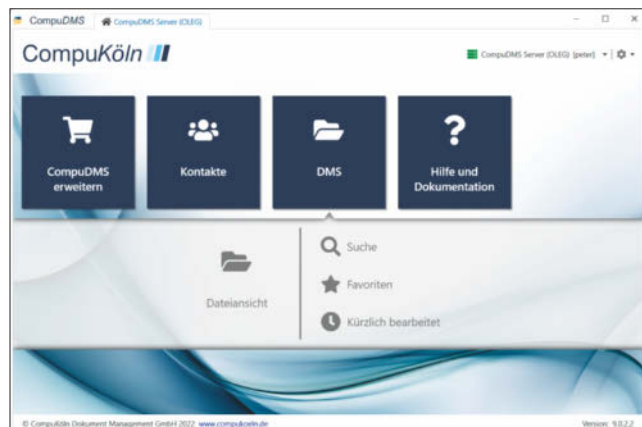
DMS-Archive bestehen aus Einträgen in der Datenbank des CompuDMS-Servers. Außerdem exportiert die Software sogenannte DMSx-Archive. Das sind verschlüsselte Zip-Archive der Originaldateien. Diese kann man zusammen mit dem Client auf einem USB-Stick ablegen und dann auch unterwegs darauf zugreifen.

Das Paket aus Server und Client sowie einen separaten Client gibt es auf der Website des Herstellers zum Download. Mit maximal zwei Benutzern darf die Software sogar kommerziell kostenlos eingesetzt werden. Für größere Installationen verkauft der Hersteller Lizenzen für jeweils fünf Benutzer. Insbesondere an Unternehmen richtet sich eine Reihe von Erweiterungen, die etwa den automatischen Mail-Import von einem Exchange-Server, das Bewerbermanagement oder den automatischen Workflow von Eingangs- und Ausgangsrechnungen organisieren.

### Fazit

Vom mobilen Kleinarchiv bis zum großen, in eine Unternehmensumgebung eingebundenen System verwaltet das pragmatische CompuDMS Unterlagen zuverlässig. Die Dokumentenvorschau ist verbesserungsfähig. Dank der Beschränkung auf das Wesentliche fällt der Einstieg jedoch leicht und das unkomplizierte Bedienkonzept erlaubt zügiges Arbeiten.

(dwi@ct.de) 



**Wegen der auf das Wesentliche beschränkten Bedienoberfläche gelingt der Einstieg in CompuDMS leicht.**

## CompuDMS 9.0

Dokumentenmanagementsystem	
Hersteller, URL	CompuKöln, <a href="http://compukoeln.de">compukoeln.de</a>
Systemanf. Server	Windows ab 10 (64-bit) / Windows Server 2012 R2, .NET 4.7
Systemanf. Client	Windows ab 10, .NET 4.6.2, 8 GByte RAM
Mobil-Apps	iOS ab 13 / Android ab 7.1
Preise	max. 2 Benutzer <b>kostenlos</b> , je 5 Benutzer: 1980 € (netto), als Webdienst: 138 €/Monat (bis 10 GByte)

**JETZT  
KOSTENLOS  
TESTEN**

# DIE NEUE LERNPLATTFORM FÜR IT-PROFESSIONALS

Wir machen IT-Weiterbildung digital



## IT-Kurse aus der Praxis

Lerne in Online-Kursen und -Trainings, wie Techniken funktionieren und wie du Aufgaben löst.



## Triff erfahrene IT-Experten

Profitiere von der Erfahrung unserer IT-Experten und hole dir hilfreiches Praxiswissen aus erster Hand.



## Lerne, wie es für dich passt

Nutze das Kursangebot überall und auf jedem Gerät und lerne immer dann, wenn du es brauchst.



## Übungen zum Ausprobieren

Probiere das gelernte Wissen selbst aus – mit Beispielaufgaben, Coding-Segmenten und Praxisübungen.



## Überprüfe dein neues Wissen

Teste das Gelernte mit interaktiven Quizzes und löse die Programmieraufgaben deiner Trainer spielerisch.



## Individuelle Lernumgebung

Lerne in deinem eigenen Tempo, inklusive Notizen, Transkript und Fragen-Modul.

Hier geht's zu deiner Weiterbildung: **heise-academy.de**



# Wann denn?

## Termine finden und dazu einladen mit Kulibri

**Termine finden und Antworten zur Partyeinladung sammeln – das soll die kostenlose Webanwendung Kulibri vereinfachen. Dank eingebauter To-do-Liste behalten die Teilnehmer und der Initiator wichtige Aufgaben im Blick.**

Von Anke Brandt

Die Mitarbeitergespräche stehen an und das kommende Sommerfest ist zu planen. Da heißt es im Vorfeld: Termine mit vielen verschiedenen Kollegen abgleichen. Das geht mit dem Webdienst Kulibri, der zudem eine Abstimmungsfunktion mitbringt, mit der man beispielsweise eine Location oder das nächste Reiseziel bestimmt.

Wer nicht will, muss sich nicht registrieren. Die Daten landen laut Anbieter auf Servern in Deutschland und werden nicht an Dritte weitergegeben. Spätestens, wenn man Kulibri häufiger nutzen will, lohnt es sich, ein Konto anzulegen. Dann listet die Anwendung alle Abstimmungen im Dashboard auf. Zusätzlich zur kostenlosen Version gibt es Kulibri Premium, das jährlich 24 Euro kostet. Es lohnt vor allem für Firmen, die ihre Logos und Designs einbinden, sowie viele Punkte auf die To-

do-Liste schreiben wollen. In der kostenlosen Version finden maximal zehn Aufgaben Platz.

Kulibri bietet drei Umfragemodule an: „Termin suchen“, „Abstimmung starten“ oder „Zu einem Event einladen“. Die ersten zwei unterscheiden sich vor allem bezüglich der Datenform. „Termine finden“ entspricht dem, was man von Doodle & Co. kennt, hier gibt der Nutzer verschiedene Zeiten vor, zu denen er eine Rückmeldung wünscht. „Abstimmungen starten“ enthält keinen Kalender, sondern Freitextfelder, damit die Teilnehmer beispielsweise über das nächste Reiseziel oder die Eventlocation abstimmen. Wer „Zu einem Event einladen“ will, sammelt über dieses Modul Zu- oder Absagen.

Auf Wunsch passt man auch das Hintergrundbild an. Die Anwendung liefert 9 Farbverläufe, 3 Muster und 57 Fotos mit, zum Beispiel Cocktailgläser fürs Sommerfest, Billardkugeln fürs After-Work-Meeting und ein Strandfoto für die Urlaubsplanung. Typische Büroszenen fehlen. Alternativ lädt man ein eigenes Bild hoch.

In den Termin- und Abstimmungsmodulen findet man alle Optionen, die man von anderen Diensten kennt: Vielleicht-Antworten, Mehrfachauswahl, verdeckte Antworten. Der Clou der Eventeinladungen liegt darin, dass Gäste nicht nur zu- oder absagen, sondern auch die Anzahl der Begleitpersonen angeben können. Im Kommentarfeld ergänzen sie bei Bedarf

weitere Informationen, zum Beispiel, dass sie erst später dazustoßen werden.


Auf der To-do-Liste notiert man anstehende Aufgaben und weist sie auf Wunsch zu. Noch offene Punkte können Teilnehmer selbst übernehmen. Das ist insbesondere für Eventeinladungen nützlich, da man sich zumindest bei kleineren Festen ein weiteres Planungsinstrument sparen kann. Schön wäre es, wenn der Initiator auf ein Verlaufsprotokoll zugreifen könnte und sich nicht durch die E-Mail-Benachrichtigungen wühlen müsste, um zu schauen, ob eine Aufgabe bereits einmal vergeben war oder er sich nur verguckt hat.

### Teilen und speichern

Fertige Umfragen teilt man mit anderen, indem man den öffentlichen Link kopiert und via Messenger oder per Mail verteilt. Alternativ kann Kulibri Einladungsmails versenden. Dazu lädt man unter Kontakte eine Adressliste im XLS-, XLSX- oder CSV-Format hoch oder gibt die Kontaktdaten alternativ in Felder ein. So behält man leichter den Überblick, wenn man schon eingeladen hat und wer noch fehlt. Die Nachrichtenfunktion verschickt Mails an die Teilnehmer, falls der Initiator zum Beispiel an den Termin erinnern will oder es Updates zu Umfragen gibt. Besonders charmant: Man kann die Auswahl mit einem Klick auf alle diejenigen beschränken, deren Antwort noch fehlt.

Wenn man Kulibri häufig nutzt, wird es schnell unübersichtlich auf der Startseite, denn es gibt keine Ordnerstruktur oder ein Archivverzeichnis. Dann hilft nur noch ausmisten: abgelaufene Projekte schließen, Ergebnisse exportieren (XLS-Datei) und Umfrage löschen.

### Fazit

Kulibri bringt clevere Werkzeuge zur Planung mit, die über die reine Terminfindung hinausgehen. Insbesondere die To-do-Liste und der Eventplaner sind schöne Extras, die in vergleichbaren Anwendungen fehlen. Für noch mehr Übersichtlichkeit würden wir uns eine Ordnerfunktion wünschen, mit der man geplante, aktuelle und abgelaufene Projekte sortieren könnte. (abr@ct.de) 



Offen	Zusagen	Absagen			
1	12	1			
7 Eingeladen	Kommt	Bringt mit	Anmerkung		
Anke <small>abgelaufen</small>	✓	+3			
Carmen	✗				
Jan-Timo	✓	+1	Kann der Hund auch mitkommen?		
Jonas			Hier antworten		
Lennart	✓		Ich komme etwas später		
Martin	✓	+1			
Theresa	✓	+2			

**Mit der Webanwendung Kulibri findet man nicht nur Termine, man sammelt außerdem Zu- und Absagen zu Eventeinladungen.**

### Kulibri

Terminungs-Webdienst	
Hersteller, URL	i-ruck GmbH, kulibri.com
Systemanf.	Webbrowser
Preis	kostenlos (Standard), 24 €/Jahr (Premium)



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)



MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE  
INFORMATIONSTECHNIK



# Großraumbüros

## 16-Zoll-Notebooks zum Arbeiten um 1000 Euro

**Sie suchen einen großen Laptop zum Arbeiten, wollen aber kein aufgebrezeltes Gaming-Notebook mit lauten Lüftern? Da hätten wir etwas für Sie, nämlich einen Vergleichstest von fünf 16-Zoll-Notebooks mit matten Bildschirmen im ergonomischen 16:10-Format.**

Von Florian Müssig

**B**ei kompakten Notebooks verwenden die Hersteller üblicherweise die in den Prozessoren von AMD und Intel integrierten Grafikeinheiten: Die arbeiten energiesparend und genügen fürs Arbeiten genauso wie fürs Videogucken. Bei größeren Notebooks vergessen die Hersteller diese Vorzüge allerdings meistens und packen stattdessen zusätzliche Grafikchips dazu. Solche taugen dann zwar mitunter für 3D-Spiele, sind für all diejenigen, die einfach nur ein Arbeitsnotebook mit großem Bildschirm wollen, aber ein unnötiger Kostenfaktor. Wir haben uns deshalb auf die Suche nach großen Notebooks ohne Zusatz-GPUs gemacht.

Ein weiteres Kriterium war, dass die Bildschirme nicht nur matt sein sollten, sondern auch dem nutzerfreundlichen Trend zu mehr Bildhöhe folgen – also kein 16:9-Format mehr haben. Diese Anforderung dampft die Auswahl an Geräten im an sich riesigen Markt massiv ein. Wir haben die fünf günstigsten ins c't-Labor geholt: Asus VivoBook 16X (X1603), Dell Inspiron 16 (5625), Huawei MateBook D 16 (2022), Lenovo IdeaPad 5 Pro (16IAH7) und LG UltraPC 16" (16U70Q). Die getesteten Ausstattungsvarianten kosten zwischen 930 und 1100 Euro und sind allesamt mit 16 GByte Arbeitsspeicher und 512-GByte-SSDs ausgestattet. Dass alle fünf Notebooks 16-Zoll-Bildschirme

## Leser-Testwunsch

Diesen Test hat sich c't-Leser David Law gewünscht. Wenn Sie ebenfalls einen Testwunsch haben, schreiben Sie uns an [testwunsch@ct.de](mailto:testwunsch@ct.de).

haben, war kein explizit gewähltes Kriterium, sondern hat sich aus dem oben genannten Anforderungsprofil ergeben.

Dahinter stecken zwei Ursachen. Zum einen entstammt der Trend zum 16:10-Seitenverhältnis dem zu immer schmaleren Bildschirmrändern. Alle Kandidaten haben deshalb keine besonders ausladenden Gehäuse, sondern die Abmessungen, die bei 15,6-Zoll-Notebooks üblich waren und sind – nur halt mit weniger Rand rund um den Bildschirm respektive mehr nutzbarer Anzeigefläche. Traditionell ist diese Gerätegröße die mit der meisten Auswahl an Modellen.

Kleine Randnotiz: Korrekt gerundet sind 15,6-Zöller ebenfalls 16-Zöller. Dass alle Welt dennoch von 15-Zöllern spricht, liegt daran, dass vor über zehn Jahren 15,4 Zoll Diagonale üblich war und dessen Rundungswert als Klassenbezeichnung beibehalten wurde. Erst jetzt spiegelt sich die größere Diagonale in den Modellzeichnungen der Hersteller und damit auch in den Köpfen wider.

### Groß stirbt aus

Zum anderen liegt es aber auch daran, dass noch größere Notebooks aussterben: 17-Zöller sind zwar in Deutschland beliebt, verkaufen sich aber sonst nur noch in wenigen (und ebenfalls europäischen) Ländern in signifikanten Stückzahlen. Apple als US-fokussiertes Unternehmen hat bereits anno 2012 das MacBook Pro 17" ersatzlos eingestampft; etliche Baureihen anderer Hersteller folgten seitdem.

Wegen der kleinen Stückzahlen großer Notebooks kommen Trends bei diesen viel später an: 17 Zoll im 16:10-Format

**Die Netzteile von Huawei und LG liefern beide 65 Watt, könnten sonst aber kaum unterschiedlicher sein: Das LG-Modell ist ein klobiger Klotz mit herstellerspezifischem Rundstecker, während man das nur halb so große und halb so schwere Stecker-Netzteil von Huawei viel besser verstauen und dank USB-C auch für viele andere Geräte verwenden kann.**



findet man nur bei wenigen hochpreisigen mobilen Workstation-Notebooks. Bei leistungsstarken Gaming-Notebooks mit hohen Bildwiederholraten dominierte bislang weiterhin niedrigeres 16:9; das ändert sich erst 2023 (siehe auch S. 14 CES-aktuell). Üblich sind bei solchen Notebooks dann Preise jenseits der 2000-Euro-Marke (auch mehr als das Doppelte ist möglich) und potente Gaming-GPUs. Für Büronutzung gedachte 17-Zöller um 1000 Euro mit 16:10-Bildschirm gibt es nicht.

### Prozessorfeatures

In den getesteten Notebooks von Asus, Huawei und Lenovo arbeiten Intel-Prozessoren der zwölften Core-i-Generation, in den Geräten von Dell und LG hingegen AMDs Ryzen-CPU. Letztere entstammen zwar der 5000er- und nicht der aktuellen 6000er-Generation, doch das ist hier irrelevant: In beiden Generationen gibt es bis zu acht Zen-3-Kerne. Die Intel-CPU sind im Testfeld schneller, weil sie noch mehr Kerne (6 Performance- plus 8 Effizienzkerne) haben und auch ein höheres Energiebudget: Die Intel-CPU kommen aus der H-Baureihe (45 Watt), während die Ryzen U-CPU (15 Watt) sind.

Die wichtigste Neuerung von Ryzen 6000, nämlich USB4 mit 40 Gbit/s, ist wie Thunderbolt ein Oberklasse-Feature und im Preisbereich des Testfelds unüblich:

Von den drei Intel-Notebooks beherrscht nur Lenovo Thunderbolt mit ebenfalls 40 Gbit/s. Die anderen – egal ob mit AMD- oder Intel-CPU – liefern bestenfalls 10 Gbit/s (USB-3.1-Geschwindigkeit). Kurioserweise scheint selbst das den Herstellern nicht wichtig zu sein – anders lässt sich jedenfalls nicht erklären, wieso Asus und LG zwar 10 Gbit/s liefern, anders als Dell in den Datenblättern aber nur 5 Gbit/s spezifizieren. Einzig das MateBook von Huawei bietet tatsächlich maximal 5 Gbit/s, also althergebrachte USB-3.0-Geschwindigkeit. Bei eckigen USB-A-Buchsen ist mitunter noch weniger drin: Je eine bei Asus und Huawei spricht nur lahmes USB 2.0 (480 Mbit/s).

Während die USB-C-Buchse am Asus-Notebook nur USB-Datentransfers beherrscht, liefern die der anderen vier Kandidaten auch DisplayPort-Signale und nehmen Ladestrom von Netzteilen entgegen, womit sie sich für USB-C-Docking eignen (bei Lenovo auch für Thunderbolt). Nur Huawei und Lenovo legen aber auch anderweitig nutzbare USB-C-Netzteile mit in den Karton; die von Asus, Dell und LG kommen mit herstellerspezifischen Rundsteckern daher. Bei allen fünf Kandidaten kann man den Ladestand begrenzen, wodurch der Akku langsamer altert, wenn das Notebook hauptsächlich am Netzteil betrieben wird.

## Mittelklasse-Notebooks mit 16-Zoll-Bildschirmen im 16:10-Format

Modell	CPU (Kerne) / GPU	Gewicht [kg]	Lautstärke (idle / Last) [sone]	Laufzeit (Last / idle) [h]	CineBench R23 (1T / nT)	3DMark (Time Spy)
		◀ besser	◀ besser	▶ besser	▶ besser	▶ besser
Asus VivoBook 16X (X1603)	Core i7-12700H (6P + 8E) / Iris Xe	1,88	<0,1/2	1,9/12,1	1683/13470	1653
Dell Inspiron 16 (5625)	Ryzen 7 5825U (8P) / Radeon Vega 8	1,81	<0,1/1	2,2/11,3	1450/9525	1231
Huawei MateBook D 16 (2022)	Core i7-12700H (6P + 8E) / Iris Xe	1,69	<0,1/1,4	2/10,6	1817/13576	1875
Lenovo IdeaPad 5 Pro (16IAH7)	Core i5-12500H (4P + 8E) / Iris Xe	1,94	<0,1/2,6	1,8/14,7	1711/11990	1538
LG UltraPC 16" (16U70Q)	Ryzen 5 5625U (6P) / Radeon Vega 7	1,58	<0,1/0,9	3,1/21,8	1403/7567	1343





## Asus VivoBook 16X (X1603)

Asus nutzt die Gehäuseabmessung sowohl für ein großes Touchpad als auch für eine Tastatur mit zusätzlichem Ziffernblock aus. Dessen Layout erfordert allerdings Eingewöhnung, weil es drei statt vier Spalten hat und die Tasten obendrein schmaler ausfallen als das Hauptfeld. Asus führt zudem Cursorblock und Enter-Taste nur einzeilig aus.

Laut Datenblatt beherrscht das VivoBook USB-3.0-Geschwindigkeit mit 5 Gbit/s, tatsächlich konnten wir Daten aber mit 10 Gbit/s bewegen. Aus der USB-C-Buchse kommt aber lediglich USB: Wer Monitore ansteuern will, muss den HDMI-Ausgang verwenden; der Akku lässt sich bloß über das mitgelieferte Rundsteckernetzteil betanken – was zügig geht. Die USB-A-Buchse rechts spricht gerade einmal USB 2.0. Ein mechanischer Schieber verdeckt die Webcam; wer die Linse einzig für Videokonferenzen offenlegt, beugt Spähversuchen vor.

Beim Testgerät waren 8 GByte Arbeitsspeicher auf die Hauptplatine gelötet und genauso viel als SODIMM gesteckt. Es gibt keine Serviceklappe, um ins Innere zu gelangen. Das Kühlsystem übersteht kurze Lastspitzen ohne Aufheulen; bei anhaltender Rechenlast rauscht der Lüfter allerdings mit bis zu 2 sone.

Asus verkauft das VivoBook 16X (X1603) im Fachhandel wie getestet für 1000 Euro oder mit Core i5-12500H und auf 8 GByte halbiertem Arbeitsspeicher für 800 Euro. Die Kombination aus Core i5 und 16 GByte Arbeitsspeicher gibt es für 900 Euro nur im Asus-eigenen Webshop; dieses Modell hat ein silbernes statt ein blaues Gehäuse. Das Schwestermodell VivoBook Pro 16X hat zwar einen sehr ähnlichen Namen, ist mit zusätzlichem GeForce-Grafikchip und höher auflösenden Bildschirmen samt OLED-Option aber ein ganz anderes Gerät: Das hier getestete Notebook gibt es nur mit mattem 1920er-IPS-Bildschirm.

- ↑ hohe Rechenleistung
- ↑ Arbeitsspeicher teilweise gesteckt
- ↓ gewöhnungsbedürftiges Tastenlayout
- ↓ USB-C-Buchse kann nur USB

Preis Testkonfiguration: 1000 Euro



## Dell Inspiron 16 (5625)

Dell steckt sein Inspiron 16 (5625) in ein Vollmetallgehäuse, was schick aussieht und sich wertig anfühlt – erst recht ob des aufgerufenen Preises: Bei Redaktionsschluss kostet das Testgerät mit Ryzen 7 5825U, 16 GByte Arbeitsspeicher und 512-GByte-SSD 1000 Euro. Während Aktionen wie dem Black-Friday-Wochenende bekommt man es schon für unter 900 Euro, was sonst der reguläre Preis für eine schwächere Ausstattungsvariante mit Ryzen 5 5625U ist, der nur sechs statt acht Kerne hat. Mit 8 GByte Arbeitsspeicher starten die Preise bei 800 Euro; mehr als 512 GByte SSD-Speicherplatz bekommt man allerdings nur im etwas teureren Intel-Schwestermodell Inspiron 16 (5620).

Das RAM ist immer gesteckt und somit aufrüstbar. Das Gehäuse hat zwar keine Serviceklappen, ist aber dennoch bastlerfreundlich entworfen: Zwei Schrauben am hinteren Ende sind mit Sperrscheiben gesichert und drücken bei Rausdrehen die Bodenplatte hoch, sodass man einfach darunter kommt, um die restlichen Haltenasen auszuklipsen.

Ebenso überzeugend ist, dass die seitliche USB-C-Buchse nicht nur USB-Peripherie anbindet, sondern auch Monitore ansteuert und Netzteile annimmt. Ab Werk wird letzteres aber nicht genutzt: Dell legt ein klassisches Rundsteckernetzteil mit in den Karton. Dank HDMI-Ausgang kann man ältere Monitore auch ohne USB-C-Adapter anschließen. Die Freude darüber, dass das Inspiron 16 eines der wenigen Notebooks ist, die noch einen normalgroßen Kartenleser haben, trübt in der Praxis leider dessen Lahmheit: Er bremst rasante UHS-II-Karten auf nicht einmal USB-2.0-Geschwindigkeit aus.

Die beleuchtete Tastatur gefällt mit gutem Tippgefühl und bis auf den einzeiligen Cursorblock gelungenem Layout. Der in die Tastatur eingelassene Einschaltknopf enthält einen Fingerabdruckleser, mit dem man sich komfortabel einloggen kann. Ein Ziffernblock fehlt: Links und rechts der Tastatur findet man krümel- und staubfangende Gitter, unter denen die Lautsprecher stecken. Der Lüfter verrichtet seinen Dienst unauffällig und wird maximal 1 sone laut.

- ↑ leiser Lüfter
- ↑ Arbeitsspeicher gesteckt
- ↓ kein Ziffernblock
- ↓ sehr lahmer Kartenleser

Preis Testkonfiguration: 1000 Euro



## Huawei MateBook D 16 (2022)

Beim hier getesteten 2022er-Modell des MateBook D 16 ist Huawei von den vormals verwendeten AMD-Prozessoren auf Intel-CPUs umgeschwenkt. Die Gründe dafür sind nicht öffentlich bekannt, hängen aber sicherlich nicht mit US-Sanktionen hinsichtlich Hard- und Software zusammen: Anders als Smartphones oder Mobilfunkausrüstung sind Huawei Notebooks nicht davon betroffen – weshalb das Notebook auch wie üblich mit einer Windows-11-Vorinstallation ausgestattet ist.

Huawei verkauft das Notebook wie hier getestet für 1100 Euro mit dem rasanten Core i7-12700H (6P + 8E) oder für 800 Euro mit dem etwas schwächeren Core i5-12450H (4P + 8E). Abseits der Rechenleistung muss man keine Abstriche machen: Beide Ausstattungsvarianten bieten eine 512-GB-SSD und 16 GByte (nicht erweiterbaren) Arbeitsspeicher. Die Akkulaufzeit ist die kürzeste im Testfeld.

Das sehr kompakte und leichte USB-C-Steckernetzteil wird von beiden USB-C-Buchsen am Notebook akzeptiert, Display-Port-Signale kommen aber nur aus der vorderen. Daten fließen bestenfalls mit USB-3.0-Geschwindigkeit (5 Gbit/s). Im Test wurde eine USB4-taugliche externe SSD nur an der vorderen USB-C-Buchse erkannt, ein älterer USB-3.0-Stick hingegen an beiden. Die hintere der beiden USB-A-Buchsen liefert nur lahmendes USB 2.0.

Der Einschalter beherbergt einen Fingerabdruckleser, die Webcam taugt hingegen nicht für Windows Hello. Sie sitzt sinnvollerweise im Bildschirmrahmen oberhalb des Displays, was bei Huawei nicht selbstverständlich ist. Dass die Linse bei vergangenen Generationen unschön in der Tastatur platziert wurde, hat bis heute Nachwirkungen: Eine Sondertaste, die das WLAN (de)aktiviert, füllt just den ehemaligen Kamerabauraum zwischen F6 und F7 aus. Die beiden F-Tasten sind somit keine Nachbarn; wer ohne Training blind gen F7 oder höher tippt, erwischt nicht die gewünschte Taste. Sieht man davon und von dem wie so oft in eine Zeile gequetschten Cursor-Block ab, gefällt das Layout: Die Enter-Taste ist zweizeilig ausgeführt, der Ziffernblock hat wie bei Desktop-PC-Tastaturen vier Spalten.

- ↑ hohe Rechenleistung
- ↑ sehr kompaktes USB-C-Netzteil
- ↓ nur USB-3.0-Geschwindigkeit
- ↓ kurze Akkulaufzeit

Preis Testkonfiguration: 1100 Euro



## Lenovo IdeaPad 5 Pro (16IAH7)

Das IdeaPad 5 Pro (16IAH7) – von Lenovo mitunter auch als IdeaPad 5i Pro Gen 7 bezeichnet – setzt sich in etlichen Aspekten vom restlichen Testfeld ab. So hat der matte Bildschirm nicht nur eine höhere Auflösung, sondern stellt Bilder auch mit 120 statt 60 Hertz dar. Das sorgt für einen flüssigeren Eindruck beim Mauszeigerschubsen und Scrollen. Das Notebook nutzt zudem die Windows-11-Funktion Dynamic Refresh Rate (DRR) und aktiviert die 120 Hertz nur, wenn es der Bildinhalt erfordert – die restliche Zeit läuft das Panel mit 60 Hertz, was Strom spart.

Als einziges Notebook im Testfeld hat das IdeaPad 5 Pro eine USB-C-Buchse, die Thunderbolt spricht. Lenovo ergänzt die Windows-Hello-taugliche Webcam obendrein um einen Annäherungssensor: Darüber kann das Notebook sich sofort schlafen legen, wenn man den Arbeitsplatz verlässt, und sich wieder einschalten, wenn man zurückkehrt. Ab dem Punkt übernimmt dann die Hello-Kamera und loggt einen ein, bevor man die Hände wieder auf die Tastatur gelegt hat.

Apropos Tastatur: Sie überzeugt nicht nur mit Beleuchtung und gutem Tippgefühl, sondern auch mit exzellentem Layout. Der Ziffernblock ist vierspaltig ausgeführt und die Enter-Taste zweizeilig – und der Cursor-Block wurde nach vorne gezogen, sodass vier gleich- und ausreichend große Pfeiltasten bereitstehen. Der Lüfter dreht bei anhaltender Rechenlast auf bis zu 2,6 sone auf; so laut wird kein Konkurrent.

Die getestete Ausstattungsvariante mit Core i5-12500H war bei Redaktionsschluss nicht im Fachhandel erhältlich; dort fanden wir nur Modelle mit dem flotteren Core i7-12700H ab 1200 Euro. Man kann die Testkonfiguration aber in Lenovos Webshop individuell zusammenklicken und landet dann je nach gerade aktiver Rabattaktion bei etwa 1100 Euro (Listenpreis 1380 Euro). Der Standardbildschirm schafft nur 60 Hertz; die 40 Euro Aufpreis für das 120-Hz-Panel sollte man sich gönnen. Der (nicht erweiterbare) LPDDR5-Arbeitsspeicher fasst immer 16 GByte. Im Lenovo-Konfigurator gibt es nur Modelle mit Iris-Xe-Grafik, während das teuerste Fachhandelsmodell zusätzlich den (praktisch unsinnigen) Low-End-Grafikchip Arc A370M mitbringt.

- ↑ hochauflösender 120-Hz-Bildschirm
- ↑ tolles Tastaturlayout
- ↑ rasante Thunderbolt-Buchse
- ↓ unter Last laut

Preis Testkonfiguration: 1100 Euro



## LG UltraPC 16" (16U70Q)

Während LG mit seinen Intel-Notebooks der Gram-Familie hierzulande schon ein paar Jahre in Geschäft ist, kamen die UltraPC-Notebooks mit AMD-Innenleben erst kürzlich hinzu. Sie sind nicht ganz so leicht wie die Grams, obwohl das Testgerät trotzdem das geringste Gewicht im Testfeld hat. Vor allem sind sie aber günstiger: Die getestete Konfiguration mit Ryzen-5-Sechskerner – der schwächste Prozessor im Testfeld – geht schon für 930 Euro über die Ladentheken.

Mit noch langsamerem Ryzen-3-Vierkerner und nur 8 GByte (nicht aufrüstbarem) Arbeitsspeicher bekommt man das UltraPC 16" für unter 800 Euro, mit flotterem Ryzen-7-Acht-kerner sowie 1-TByte-SSD kostet es einen Tausender. Noch teurere Modelle haben kein besseres technisches Innenleben, aber eine Vorinstallation von Windows 11 Pro statt Home. Der Lüfter wird selbst bei anhaltender Rechenlast nicht unangenehm laut (0,9 sone).

LG sieht eine dockingfähige USB-C-Buchse vor. Das mitgelieferte Netzteil nutzt diese Fähigkeit aber nicht aus, sondern ist ein herkömmliches Rundsteckermodell – noch dazu ein arg klobiges. Mit knapp 22 Stunden setzt sich LGs Notebook bei den Akkulaufzeiten an die Spitze des Testfelds; in diesen Bereich stoßen viele teurere und kompaktere Notebooks nicht vor. Der nicht selbstverständliche Kartenleser bremst besonders flotte MicroSD-Kärtchen aus.

Abgesehen vom matten 16-Zoll-Bildschirm im 16:10-Format, der ein Auswahlkriterium für diesen Vergleichstest war, fehlen besondere Komfortmerkmale. So gibt es weder einen Fingerabdruckleser noch eine IR-Kamera, über die man sich biometrisch mittels Windows Hello einloggen könnte. Schwerer wiegt, dass man in dunklen Umgebungen ohne Tastaturbeleuchtung auskommen muss – so eine ist schon bei so manchem noch günstigeren Notebook Standard. Auch gibt sich das Tastenlayout nicht sonderlich nutzerfreundlich: Cursor-Block und Enter-Taste sind einzellig ausgeführt, der Ziffernblock hat nur drei statt vier Spalten – das erfordert Eingewöhnung.

- 👆 leicht
- 👆 sehr lange Akkulaufzeit
- 👆 leiser Lüfter
- 👇 keine Tastaturbeleuchtung

Preis Testkonfiguration: 930 Euro

## Komfortaspekte

Die Kandidaten unterscheiden sich deutlich in einigen Komfortmerkmalen. Eine Windows-Hello-taugliche Webcam findet man nur bei Lenovo – dort sogar ergänzt um einen Annäherungssensor für noch mehr Komfort. Fingerabdruckleser haben Dell und Huawei, wohingegen man sich bei Asus und LG nicht biometrisch einloggen kann.

Der LG UltraPC 16" hat sowohl die mit Abstand längste Laufzeit (fast 22 Stunden) und auch das geringste Gewicht (1,6 Kilogramm). Das nächstschwerere Huawei MateBook D 16 muss hingegen am schnellsten zurück ans Netzteil (maximal zehneinhalb Stunden), die drei anderen ziehen mit Gewichten zwischen 1,8 und 1,9 Kilogramm beim Tragen merklich stärker an den Schultern. Selbst das ist aber immer noch viel besser als die 2,3 bis 2,6 Kilogramm, die große Notebooks mit Zusatz-GPUs wegen ihrer ausladenden Kühlsysteme wiegen.

Dem LG fehlt die sonst obligatorische Tastaturbeleuchtung – und Dell hat keinen Ziffernblock neben dem Buchstabenfeld. Die Ziffernblöcke von Asus und LG haben nur drei Spalten, während man bei Huawei und Lenovo wie von Desktop-PC-Tastaturen gewohnt vier Spalten vorfindet. Kartenleser fehlen bei Asus und Huawei, doch die, die Dell, Lenovo und LG einbauen, bremsen flotte Speicherkarten aus. Bei Dell gibt es mit 33 MByte/s nicht einmal USB-2.0-Geschwindigkeit, und auch die beiden anderen sind weit von den über 200 MByte/s entfernt, die unsere Testkärtchen können. WLAN gibt es überall gemäß Wi-Fi 6, also ohne Funk in 6-GHz-Bändern, die Wi-Fi 6E erschließt.

Hinsichtlich der Verarbeitung müssen wir keines der fünf Notebooks an den Pranger stellen. Die Kühlsysteme verrichten ihren Dienst recht unauffällig, und selbst das lauteste Notebook (Lenovo kommt unter Last auf bis zu 2,6 sone) bleibt immer noch viel angenehmer als ähnlich große Gaming-Notebooks mit Zusatz-GPUs: Dort sind störend laute 6 sone und mehr keine Seltenheit [1].

## Fazit

Alle fünf getesteten Notebooks eignen sich mit matten 16-Zoll-Bildschirmen im 16:10-Format gut für Schreibtischarbeiter, die viel Bildschirmfläche brauchen. Dennoch herrscht alles andere als ein Einheitsbrei. So hebt sich Lenovos IdeaPad 5 Pro (16IAH7) mit viel Biometrie-Komfort, rasanter Thunderbolt-Schnittstelle, 120-Hz-Panel und tollem Tastaturlayout aus dem Testfeld heraus. Das günstige Notebook, LGs UltraPC 16", ist wiederum das leichteste und hat mit fast 22 Stunden die mit Abstand längste Akkulaufzeit.

Dells Inspiron 16 (5625) ist das einzige ohne Ziffernblock. Man kann dort aber den Arbeitsspeicher aufrüsten, was sonst nur teilweise beim Asus VivoBook 16 (X1603) geht. Die USB-C-Buchse des VivoBook ist wiederum die einzige im Testfeld, die weder DisplayPort-Signale ausgibt noch Netzteile annimmt – das ist nicht zeitgemäß. Beim MateBook D 16 (2022) lässt sich USB-Peripherie nur mit überholter USB-3.0-Geschwindigkeit ansprechen, doch das von Huawei beigelegte USB-C-Netzteil ist so klein und leicht, dass man es gerne auch für andere Geräte einpackt.

(mue@ct.de) 

## Literatur

- [1] Florian Müssig, Tragbares zum Zocken, Gaming-Notebooks mit Nvidias High-End-Grafikchip GeForce RTX 3070 Ti, c't 18/2022, S. 94



Mittelklasse-Notebooks mit 16-Zoll-Bildschirmen im 16:10-Format:  
Daten und Testergebnisse

Modell	Asus VivoBook 16X (X1603)	Dell Inspiron 16 (5625)	Huawei MateBook D 16 (2022)	Lenovo IdeaPad 5 Pro (16IAH7)	LG UltraPC 16" (16U70Q)
getestete Konfiguration	X1603ZA-MB014W	86THP	53013DCT	82SK006UGE	16U70Q-G.AA56G
Lieferumfang	Windows 11 Home, Netzteil	Windows 11 Home, Netzteil	Windows 11 Home, Netzteil	Windows 11 Home, Netzteil	Windows 11 Home, Netzteil
Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)					
HDMI / DisplayPort / Kamera (Hello)	R / – / ✓ (–)	L / – / ✓ (–)	L / – / ✓ (–)	L / – / ✓ (✓)	L / – / ✓ (–)
USB / LAN / Klinke	1 × L, 3 × R (1 × Typ C) / – / R	2 × L (1 × Typ C), 1 × R / – / R	2 × L (2 × Typ C), 2 × R / – / L	2 × L (2 × Typ C), 2 × R / – / L	1 × L (1 × Typ C), 2 × R / – / L
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	– / R / –	R (SD) / L / –	– / – / –	R (SD) / – / –	R (MicroSD) / L / –
USB-C: 40 Gbit/s / 10 Gbit/s / DisplayPort / Laden	– / ✓ / – / –	– / ✓ / ✓ / ✓	– / – / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	– / ✓ / ✓ / ✓
Ausstattung					
Display	16 Zoll (40,7 cm), 1920 × 1200, 16:10, 141 dpi, 60 Hz, 15 ... 248 cd/m², matt, IPS	16 Zoll (40,7 cm), 1920 × 1200, 16:10, 141 dpi, 60 Hz, 14 ... 225 cd/m², matt, IPS	16 Zoll (40,7 cm), 1920 × 1200, 16:10, 141 dpi, 60 Hz, 4 ... 295 cd/m², matt, IPS	16 Zoll (40,7 cm), 2560 × 1600, 16:10, 188 dpi, 120 Hz, 11 ... 332 cd/m², matt, IPS	16 Zoll (40,7 cm), 1920 × 1200, 16:10, 141 dpi, 60 Hz, 16 ... 230 cd/m², matt, IPS
Prozessor	Intel Core i7-12700H (6 P-Kerne + 8 E-Kerne)	AMD Ryzen 7 5825U (8 P-Kerne)	Intel Core i7-12700H (6 P-Kerne + 8 E-Kerne)	Intel Core i5-12500H (4 P-Kerne + 8 E-Kerne)	AMD Ryzen 5 5625U (6 P-Kerne)
Hauptspeicher	16 GByte DDR4	16 GByte DDR4	16 GByte LPDDR4	16 GByte LPDDR5	16 GByte LPDDR4x
Grafikchip (Speicher)	Intel Iris Xe (vom Hauptspeicher)	AMD Radeon Vega 8 (vom Hauptspeicher)	Intel Iris Xe (vom Hauptspeicher)	Intel Iris Xe (vom Hauptspeicher)	AMD Radeon Vega 7 (vom Hauptspeicher)
Sound	Realtek ALC256	Realtek ALC295	Senary	Realtek ALC257	Realtek ALC256
LAN / WLAN	– / Intel AX201 (Wi-Fi 6, 2 Streams)	– / MediaTek MT7921 (Wi-Fi 6, 2 Streams)	– / Intel AX201 (Wi-Fi 6, 2 Streams)	– / Intel AX201 (Wi-Fi 6, 2 Streams)	– / Intel AX200 (Wi-Fi 6, 2 Streams)
Mobilfunk / Bluetooth	– / Intel	– / MediaTek	– / Intel	– / Intel	– / Intel
Touchpad (Gesten) / Finger-abdruckleser	HID (max. 4 Finger) / –	HID (max. 4 Finger) / Goodix	HID (max. 4 Finger) / Goodix	HID (max. 4 Finger) / –	HID (max. 4 Finger) / –
SSD	Micron 2210 (512 GByte)	SKHynix BC711 (512 GByte)	YMA (512 GByte)	Micron 3400 (512 GByte)	Samsung PM991a (512 GByte)
Gewicht, Maße, Stromversorgung					
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,88 kg / 35,8 cm × 25 cm / 2,1 ... 2,6 cm	1,81 kg / 35,6 cm × 25,4 cm / 1,9 cm	1,69 kg / 35,6 cm × 24,8 cm / 2 ... 2,3 cm	1,94 kg / 35,6 cm × 25,1 cm / 1,9 ... 2,2 cm	1,58 kg / 35,5 cm × 25,8 cm / 1,7 ... 2 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster / Beleuchtung	1,4 cm / 19 mm × 18,5 mm / ✓	1,2 cm / 19 mm × 18 mm / ✓	1,4 cm / 18,5 mm × 18,5 mm / ✓	1,9 cm / 18,5 mm × 18 mm / ✓	1,1 cm / 19 mm × 18,5 mm / –
Akku (Ladestopp < 100% einstellbar)	50 Wh Lithium-Ionen (✓)	54 Wh Lithium-Ionen (✓)	60 Wh Lithium-Ionen (✓)	75 Wh Lithium-Ionen (✓)	72 Wh Lithium-Ionen (✓)
Netzteil (Notebookzuleitung abnehmbar)	90 W, 332 g (–)	65 W, 308 g (–)	65 W, 178 g (✓)	100 W, 379 g (–)	65 W, 389 g (–)
bei USB-PD: 5 / 9 / 12 / 15 / 20 Volt mit ...	–	–	2 / 2 / 2 / 3 / 3,25 Ampere	3 / 3 / – / 3 / 5 Ampere	–
Leistungsaufnahme					
Suspend / ausgeschaltet	1,7 W / 0,3 W	0,5 W / 0,4 W	2 W / 0,5 W	0,6 W / 0,3 W	0,5 W / 0,2 W
ohne Last: Display aus / 100 cd/m² / max.	2,7 W / 4,8 W / 7,8 W	3,6 W / 6,3 W / 7,8 W	5,4 W / 8,6 W / 11,5 W	5,2 W / 6,3 W / 8,7 W	1,8 W / 4,6 W / 6,8 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	94 W / 16 W / 47 W	52 W / 15 W / 41 W	68 W / 16 W / 64 W	103 W / 16 W / 43 W	47 W / 12,4 W / 34 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	94 W / 0,94	70 W / 0,56	68 W / 0,55	103 W / 0,92	68 W / 0,62
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks					
Laufzeit Idle (100 cd/m²) / Video (200 cd/m²) / 3D (max.)	12,1 h / 5 h / 1,9 h	11,3 h / 7,4 h / 2,2 h	10,6 h / 6,1 h / 2 h	14,7 h / 7 h / 1,8 h	21,8 h / 11,1 h / 3,1 h
Ladestand nach 1 h Laden	78 %	80 %	70 %	78 %	60 %
Geräusch ohne / mit Rechenlast	<0,1 sone / 2 sone	<0,1 sone / 1 sone	<0,1 sone / 1,4 sone	<0,1 sone / 2,6 sone	<0,1 sone / 0,9 sone
Massenspeicher lesen / schreiben	1877 / 1105 MByte/s	3403 / 2101 MByte/s	3153 / 2282 MByte/s	4206 / 4065 MByte/s	2216 / 1755 MByte/s
Leserate SD-Karte	–	34 MByte/s	–	85 MByte/s	79 MByte/s
WLAN 6 GHz / 5 GHz / 2,4 GHz (20m)	– / 462-768 / 297-380 Mbit/s	– / 295-429 / 136-227 Mbit/s	– / 204-342 / 267-323 Mbit/s	– / 211-412 / 211-240 Mbit/s	– / 234-434 / 234-312 Mbit/s
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 99,5 dBA	⊕ / 92 dBA	⊕⊕ / 101,8 dBA	⊕⊕ / 100 dBA	⊕ / 90,9 dBA
Cinebench R23 Rendering (1T / nT)	1683 / 13470	1450 / 9525	1817 / 13576	1711 / 11990	1403 / 7567
Geekbench 5 (Single / Multi)	1731 / 8339	1450 / 6603	1774 / 11343	1648 / 10073	1438 / 6377
3DMark: Night Raid / Fire Strike / Time Spy	15737 / 4131 / 1653	13751 / 3166 / 1231	19672 / 5036 / 1875	15789 / 4411 / 1538	14713 / 3573 / 1343
Bewertung					
Laufzeit	○	○	○	⊕	⊕⊕
Rechenleistung Büro / 3D-Spiele	⊕⊕ / ○	⊕ / ○	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ○	⊕ / ○
Display / Geräuschentwicklung	⊕ / ○	⊕ / ⊕	⊕ / ○	⊕⊕ / ○	⊕ / ⊕
Preis und Garantie					
Straßenpreis Testkonfiguration	1000 €	1000 €	1100 €	1100 €	930 €
Garantie	2 Jahre	1 Jahr	2 Jahre	2 Jahre	2 Jahre
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe					



# Plattenkarussell

## Festplatten für NAS und Server im Vergleichstest

**Magnetfestplatten für den Dauerbetrieb gibt es für Server und für NAS-Systeme. Wo aber liegen die Unterschiede und warum sind die wahrscheinlich doch besseren Server-Platten manchmal so viel billiger? Wir haben uns 18-TByte-Modelle genau angeschaut.**

Von Lutz Labs

**F**estplatten sterben aus in Desktop-PCs und Notebooks, bleiben im NAS oder im Serverschrank jedoch unverzichtbar.

Die Festplattenhersteller haben verschiedene Versionen im Programm: Desktop-Platten, NAS-Laufwerke, Server-Modelle und Surveillance-Festplatten. Desktop-Platten sind nicht für den Dauerlauf spezifiziert und sollten allein schon aus

diesem Grund nicht in einem NAS zum Einsatz kommen. Surveillance-Festplatten sind zwar dauerlauffegeeignet, aus diesem Vergleich lassen wir sie jedoch ebenfalls heraus: Ihre Firmware ist auf die Aufzeichnung möglichst vieler gleichzeitiger Videoströme optimiert, sie kommen vornehmlich in Überwachungsanlagen zum Einsatz.

Bleiben NAS- und Server-Festplatten. Wir haben uns von jedem Hersteller zwei Laufwerke besorgt, je eins für NAS und eins für Server. Alle haben eine Kapazität von 18 TByte und sind damit direkt vergleichbar. Zwar hat Western Digital schon Laufwerke mit 22 TByte im Programm und Seagate und Toshiba mit 20, aber bei den NAS-Modellen hängt Toshiba noch etwas hinterher – 18 TByte ist also der größte gemeinsame Nenner.

Im Test sind damit die Ironwolf Pro und die Exos X18 von Seagate, von Toshiba haben wir die NAS N300 und die MG09ACA18TE und Western Digital ist mit der Red Pro und der Ultrastar dabei. Alle Festplatten kommen im typischen 3,5-Zoll-Ge-

häuse mit einer Höhe von rund 2,5 Zentimetern, als Anschluss dient jeweils der bewährte SATA-Port mit 6 Gbit/s.

Merkwürdigerweise sind die Server-Festplatten häufig deutlich preiswerter als die NAS-Modelle – zumindest, wenn man sich Kapazitäten ab etwa 10 TByte anschaut. Die Preise für unsere 18-TByte-NAS-Festplatten liegen zwischen 400 und 500 Euro, während die gleich großen Server-Laufwerke nur rund 300 Euro kosten.

NAS- und Server-Modelle der einzelnen Hersteller unterscheiden sich nicht nur in der Firmware: Die Gehäuse sind zwar ähnlich, einzelne Details aber offenbaren kleine Unterschiede. Am nächsten verwandt scheinen uns die Gehäuse der Toshiba-Festplatten. Die Platinen mit der Laufwerkselektronik hingegen sind augenscheinlich gleich.

### Laufwerke für das NAS

In den Kompatibilitätslisten der NAS-Hersteller sind sowohl NAS-Festplatten als auch Server-Laufwerke vertreten, meis-

tens bunt gemischt. Eigentlich könnte man also zum günstigsten Modell mit der gewünschten Kapazität greifen.

Fragt man bei den Festplattenherstellern nach, warum die Server-Laufwerke billiger sind, so bekommt man keine zufriedenstellende Antwort. Man kommentiert die Angebote einzelner Händler nicht, heißt es etwa bei Toshiba, jeder Wiederverkäufer sei für die Preisgestaltung selbst verantwortlich. Zusätzlich verzerren im Einzelhandel verkaufte Platten für OEM-Kunden die Preise: Für sie gilt die Herstellergarantie nicht, sondern nur die gesetzliche Gewährleistungspflicht des Händlers von 24 Monaten Dauer.

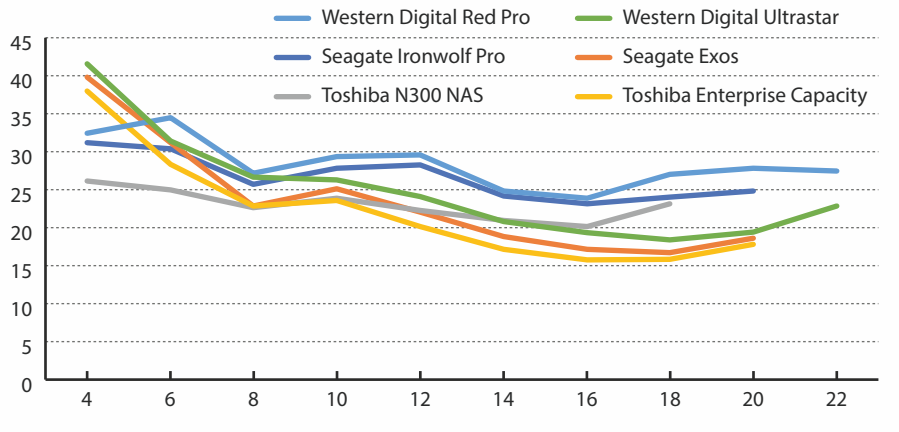
Die NAS-Hersteller führen Listen, welche Laufwerke mit ihren NAS-Systemen kompatibel sind. Bei einigen haben wir nachgefragt, welche Kriterien sie an die Laufwerke für die Aufnahme in diese Listen haben. Von Synology und QNAP haben wir bis Redaktionsschluss keine Antwort erhalten. Asustor war etwas offener: Unter Berücksichtigung der Spezifikationen könnten Privatanwender durchaus zu den günstigeren Festplatten greifen, schreibt das Unternehmen. Kriterien für die Prüfung aber nannte das Unternehmen ebenfalls nicht.

## Warenkunde NAS-Festplatten

Toshiba verkauft als einzige NAS-Serie die NAS N300. Bei Seagate gibt es zwei Serien, Ironwolf und Ironwolf Pro. Letztere gibt es zudem noch in verschiedenen Versionen: Unser 18-TByte-Muster ist eine ST18000NT001, daneben gibt es noch eine ST18000NE000. Diese ist nicht nur rund zwei Jahre älter, sondern auch weniger belastbar und etwas langsamer: Statt 550 TByte darf sie pro Jahr nur 300 TByte Daten bewegen, die maximale Geschwindigkeit liegt rund 10 Prozent niedriger. Weitere Einschränkungen liegen in der maximalen Anzahl von 24 Festplatten pro Gehäuse und einer niedrigeren geschätz-

## Festplattenpreise im Vergleich

Der Preis pro TByte Speicherplatz schwankt zwischen 16 und mehr als 40 Euro, je nach Kapazität. Server-Platten sind bei gleicher Ausstattung meistens günstiger als die NAS-Modelle der Hersteller.



ten Zeit bis zum Ausfall: Während eine NT001 mit 2,5 Millionen Stunden protzt, liegt die NE000 nur bei 1,2 Millionen Stunden – das entspricht eher der rechnerischen Lebenserwartung, wie man sie von Desktop-Festplatten kennt. Einziger Vorteil der NE000: Sie kostet rund 100 Euro weniger als die NT001. Ähnliche Konstellationen gibt es auch bei den Pro-Modellen mit 12 und 20 TByte Speicherplatz.

Bei Western Digital gibt es zwar sogar drei NAS-Reihen, die Aufteilung ist jedoch klarer. Die einfachsten Modelle heißen Red und sind mit Kapazitäten von 2 bis 6 TByte erhältlich. Sie arbeiten mit Shingled Magnetic Recording (SMR) und sind damit für einige Einsatzzwecke weniger geeignet: Wenn das NAS als Dateisystem ZFS nutzt oder ein RAID 5, kann ein Rebuild aufgrund der SMR-Aufzeichnung scheitern. Der NAS-Hersteller Synology führt die einfachen Red-Laufwerke daher nicht mehr in seinen Kompatibilitätslisten.

Dort stehen aber die Red-Plus-Laufwerke mit Conventional Magnetic Recording (CMR) und Kapazitäten bis 14 TByte.

Sie sind nur unwesentlich teurer als die einfachen Red-Platten, die man deswegen bei der Auswahl mittlerweile getrost außen vor lassen kann. Bis zu 22 TByte speichern die Laufwerke aus der Serie WD Red Pro, sie arbeiten ebenfalls mit CMR.

Die Pro-Serien von Seagate und Western Digital eignen sich beispielsweise für größere Installationen: Vibrationssensoren ermitteln die Schwingungen benachbarter Laufwerke und die Firmware der Laufwerke kann damit die Köpfe schneller an die gewünschte Stelle bewegen. Zudem dürfen die Pro-Modelle mehr Daten bewegen und haben auch eine längere Garantiezeit.

Für den RAID-Betrieb mit Redundanz lassen sich alle Festplatten aus diesem Vergleich so einstellen, dass sie bei Leseproblemen nach einer bestimmten Zeit eine Fehlermeldung zurückgeben; das NAS wird sich dann die gewünschten Daten von einer anderen Stelle besorgen. Die Einstellung der Laufwerke sollte man vor dem Einbau mit den Smartmontools (siehe [ct.de/yvpa](http://ct.de/yvpa)) überprüfen. Unsere Muster waren auf Werte zwischen 7 und 10 Sekunden

## NAS- und Server-Festplatten mit 18 TByte: Messwerte

Modell	sequenzielle Transferraten beim Lesen von 128-KByte- Blöcken [MByte/s] <sup>1</sup> min. / mittel / max.	sequenzielle Transferraten beim Schreiben von 128-KByte- Blöcken [MByte/s] <sup>1</sup> min. / mittel / max.	Laufgeräusch Ruhe / Betrieb [Sone]	Leistungsaufnahme off / idle / Lesen / Schreiben [W]	Betriebstemperatur nach 30 Minuten Seek-Betrieb [°C]
Seagate Ironwolf NAS Pro	► besser 118/204/264	► besser 118/203/263	◄ besser 0,1/0,4	◄ besser 0/5/7,9/8	◄ besser 42
Seagate Exos X18	118/205/265	118/204/263	0,1/0,2	0/6,5/8,1/8,6	42
Toshiba NAS N300	125/218/284	125/218/284	0,1/1	0/4,2/7,9/7,5	39
Toshiba Enterprise Capacity	121/212/279	121/212/279	0,2/1	0/5/7,6/7,3	38
Western Digital Red Pro	118/203/265	117/203/265	0,2/1,1	0/6,3/7,7/7,4	40
Western Digital Ultrastar DC HC550	118/208/269	119/209/270	0,1/1,3	0/6,3/7,7/8	39

<sup>1</sup> gemessen mit H2benchw





### Seagate Ironwolf NAS Pro

Die Seagate Ironwolf Pro mit der Typenbezeichnung ST18000NT001 ist eine Klasse besser als die günstigere Ironwolf Pro: geringere Ausfallwahrscheinlichkeit, mehr Geschwindigkeit, höheres Workload-Rating und unbegrenzte Anzahl Platten pro Rack. Man muss genau abwägen, welche Platte man benötigt.

Das Laufwerk stellt über das Ironwolf Health Management über die üblichen SMART-Werte hinausgehende Gesundheitswerte zur Verfügung, die einige NAS-Hersteller auswerten.

- ↑ sehr leise
- ↓ sehr teuer
- ↓ Verwechslung möglich

Preis: circa 502 Euro



### Seagate Exos X18

Die Seagate Exos X18 gibt es mit 16 und 18 TByte, demnächst folgt mit der 2X18 eine Version mit einem geteilten Kopfstapel. Wer eine 18-TByte-Exos Platte haben möchte, könnte aber genauso gut zu einer Exos X20 mit 18 TByte greifen.

Weitere Versionen der Exos X18 haben ein SAS-Interface oder lassen sich schnell und sicher löschen, doch wer nur nach dem geringsten Preis Ausschau hält, erhält wahrscheinlich das Gewünschte: Die 18-TByte-Platte mit SATA-Anschluss ist für weniger als 300 Euro erhältlich.

- ↑ sehr leise
- ↑ günstig
- ↓ hohe Leistungsaufnahme

Preis: circa 298 Euro



### Toshiba NAS N300

Die Toshiba NAS N300 ist nur für kleinere Installationen ausgelegt: Maximal acht Laufwerke dürfen in einem Gehäuse stecken. Zudem liegt die Arbeitslast mit 180 TByte pro Jahr am unteren Ende dieses Vergleichs, auch die Wahrscheinlichkeit für nicht korrigierbare Lesefehler ist eher auf dem Niveau einer Desktop-Platte.

Auf den äußeren Spuren ist die NAS N300 einen Tick schneller als die Laufwerke der anderen Hersteller. Im abgeschalteten Zustand nimmt die Festplatte gerade mal ein Viertelwatt auf.

- ↑ schnell in Außenzone
- ↓ teuer
- ↓ nur 3 Jahre Garantie

Preis: circa 401 Euro

den eingestellt, teils war die Funktion auch abgeschaltet.

### Warenkunde Server-Festplatten

Bei den Server-Laufwerken gibt es zwar jeweils nur ein Modell, die Vielfalt ist dennoch größer. Es gibt Laufwerke mit SATA- und SAS-Anschlüssen und mit verschiedenen Sektorgrößen: Während NAS-Laufwerke lediglich mit 512 Byte großen Sektoren erhältlich sind, bauen Toshiba und Western Digital auch welche mit 4096 Byte, die Seagate-Modelle lassen sich gar vom Anwender umkonfigurieren.

Außerdem liegt die von den Herstellern spezifizierte Wahrscheinlichkeit für nicht korrigierbare Lesefehler bei einigen Serverlaufwerken um den Faktor 10 oder sogar 100 niedriger als bei NAS- und Desktop-PC-Platten.

Weiterhin gibt es Server-Laufwerke mit Verschlüsselung, teils auch mit FIPS-

Zertifizierung (Federal Information Processing Standards Publication 140-2) und mit der Funktion Instant Secure Erase (ISE). Diese löscht Daten sicher innerhalb von Sekundenbruchteilen durch Verwerfen des Schlüssels.

Seagate teilt die Exos-Serie noch in verschiedene Familien auf, etwa die von uns getestete X18-Serie. Diese gibt es mit 18 und mit 16 TByte, beide haben je 9 Scheiben und 18 Schreib-Lese-Köpfe eingebaut. Technisch gibt es keinen Unterschied zwischen den beiden, bei der 16er werden einfach eine Scheibe sowie zwei Köpfe nicht benutzt.

Die Ultrastar-Serie von Western Digital ist vom Hersteller nicht für den Verkauf im normalen Handel bestimmt – die Laufwerke finden aber trotzdem den Weg dorthin. Da stehen sie dann neben den Gold-Laufwerken, welche den einfacheren SATA-Modellen der Ultrastar mit 512-Byte-Sektoren entsprechen.

### Fazit

Dummerweise lässt sich die wichtigste Eigenschaft von Festplatten im Rahmen eines solchen Vergleichstests nicht messen: die Zuverlässigkeit. Denn dazu müsste man sehr viele Platten sehr lange in vielen verschiedenen Geräten betreiben. Wie lange eine individuelle Festplatte in einem bestimmten NAS oder Server fehlerfrei läuft, kann man also nicht vorher sagen. Auch Erfahrungswerte wie jene des Backup-Dienstleisters Backblaze [2] liefern nur wenige klare Empfehlungen, weil die Platten dort unter anderen Bedingungen laufen als im kleinen NAS.

Bei der Auswahl der Festplatte für das eigene NAS sollte man die Kompatibilitätslisten des jeweiligen Herstellers konsultieren. Wenn dort dann nicht nur NAS-Festplatten verzeichnet sind, sondern auch Server-Laufwerke, dann kann man sich am Preis orientieren. Die meisten Server-Festplatten haben bessere Spezifikationen als



### Toshiba Enterprise Capacity

Das Enterprise-Laufwerk vermarktet Toshiba neuerdings auch unter dem Label Cloud-Scale Capacity, bei einer Suche in Preisvergleichern ist man mit dem Begriff MG09ACA18TE auf der sicheren Seite. Die Platte ist wie die NAS-Platte N300 am äußeren Rand etwas schneller als die der anderen Hersteller, auf den Innenringen bei gleichzeitigem Lesen und Schreiben jedoch etwa 10 Prozent langsamer.

Die Wahrscheinlichkeit für Lesefehler liegt mit einem Sektor pro  $10^{16}$  gelesener Bits eine Stufe unter den Serverplatten dieses Vergleichs.

- 👉 günstig
- 👉 schnell in Außenzonen
- 👉 hohe Datensicherheit

Preis: circa 284 Euro



### Western Digital WD Red Pro

Die Western Digital Red Pro gehört zu den teuersten Festplatten in diesem Vergleich. Die technischen Daten ordnen sie irgendwo zwischen den günstigen Desktop-Platten und den Server-Modellen ein: nur geschätzte 1 Million Stunden bis zum Ausfall, nur 300 TByte Arbeitslast pro Jahr und auch die Datensicherheit ist mit einem Lesefehler pro  $10^{14}$  Bits auf dem Niveau einer Desktop-Festplatte.

Die Red Pro darf dank ihrer Vibrationssensoren in einem Gehäuse zusammen mit maximal 23 anderen Red-Pro-Laufwerken arbeiten.

- 👉 Modelle bis 22 TByte
- 👎 sehr teuer
- 👎 hohe Leerlaufleistungsaufnahme

Preis: circa 485 Euro



### Western Digital Ultrastar DC HC550

Western Digital ist aktuell der Hersteller mit den höchsten Festplattenkapazitäten: 22 TByte sind lieferbar. Das Unternehmen setzt dazu auf energieunterstütztes Schreiben und einen Flash-Baustein von 64 GByte Größe, der den Zugriff auf die Metadaten beschleunigt und gleichzeitig als persistenter Laufwerks-cache dient.

Die Ultrastar ist in den Außenzonen etwas schneller als die Red Pro, auch beim gleichzeitigen Lesen und Schreiben liegt sie an der Spitze des Testfeldes.

- 👉 günstig
- 👉 Modelle bis 22 TByte
- 👎 hohe Leerlaufleistungsaufnahme

Preis: circa 327 Euro

ihre NAS-Verwandten, kosten aber trotzdem oft weniger. Den Einsatz günstiger Exemplare, die nicht auf den Listen stehen, erkaufte man sich mit dem etwas höheren Risiko von Inkompatibilitäten.

In Unternehmen stellt sich die Sache unter Umständen anders dar. Sie sollten

von den Empfehlungen des NAS-Herstellers nicht abweichen, weil sie sonst nicht nur eventuelle Garantieansprüche verlieren, sondern weil es sich einfach nicht rechnet, wenn durch den Sparwillen ein längerer Ausfall entsteht.

(ll@ct.de) **ct**

#### Literatur

- [1] Lutz Labs, Massenspeicher, Grundlagenwissen zu Festplatten und warum man sie immer noch braucht, c't 7/2022, S. 24
- [2] Lutz Labs, Cloud-Provider Backblaze: SSDs halten länger als Festplatten: heise.de/-7267752

Download Testprogramme: [ct.de/yvpa](https://ct.de/yvpa)

## NAS- und Server-Festplatten mit 18 TByte

Modell	Ironwolf NAS Pro	Exos X18	NAS N300	Enterprise Capacity	Red Pro	Ultrastar DC HC550
Hersteller, URL	Seagate, <a href="https://seagate.de">seagate.de</a>	Seagate, <a href="https://seagate.de">seagate.de</a>	Toshiba, <a href="https://toshiba-storage.com">toshiba-storage.com</a>	Toshiba, <a href="https://toshiba-storage.com">toshiba-storage.com</a>	Western Digital, <a href="https://wdc.com">wdc.com</a>	Western Digital, <a href="https://wdc.com">wdc.com</a>
Bezeichnung	ST18000NT001	ST18000NM000J	HDWG51JUZSVA	MG09ACA18TE	WD181KFGX	WUH721818ALE6L4
von Windows erkannte Kapazität <sup>1</sup> / Aufzeichnungsverfahren	16.764 GByte / CMR	16.764 GByte / CMR	16.764 GByte / CMR	16.764 GByte / CMR	16.764 GByte / CMR	16.764 GByte / CMR
Workload-Rating <sup>2</sup>	550 TByte/Jahr	550 TByte/Jahr	180 TByte/Jahr	550 TByte/Jahr	300 TByte/Jahr	550 TByte/Jahr
Umdrehungsgeschwindigkeit	7200 min <sup>-1</sup>	7200 min <sup>-1</sup>	7200 min <sup>-1</sup>	7200 min <sup>-1</sup>	7200 min <sup>-1</sup>	7200 min <sup>-1</sup>
nicht korrigierbare Lesefehler <sup>2</sup>	1 Sektor pro $10^{15}$ Bit	1 Sektor pro $10^{15}$ Bit	1 Sektor pro $10^{14}$ Bit	1 Sektor pro $10^{16}$ Bit	1 Sektor pro $10^{14}$ Bit	1 Sektor pro $10^{15}$ Bit
jährliche Ausfallwahrscheinlichkeit <sup>2</sup>	0,35 %	0,35 %	0,73 %	0,35 %	0,87 %	0,35 %
DRAM-Cache <sup>2</sup>	256 MByte	256 MByte	512 MByte	512 MByte	512 MByte	512 MByte
Garantie	5 Jahre	5 Jahre	3 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre
Preis pro TByte	30 €	18 €	24 €	17 €	29 €	20 €
Straßenpreis	502 €	298 €	401 €	284 €	485 €	327 €

<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.

<sup>2</sup> Herstellerangaben



# Das neue Klein

## Sieben kompakte Oberklasse-Smartphones im Test

**Smartphones mit 4-Zoll-Displays und Oberklasse-Ausstattung gibt es nicht mehr. Doch eine Handvoll kompakter Geräte für hohe Ansprüche haben wir trotzdem noch gefunden. Ob Akkulaufzeit, Kameras oder Displays: Die Kleinen brillieren, jedes auf seine Art.**

Von Robin Brand

**A**lles eine Frage der Perspektive: Was vor fünf Jahren bei Smartphones als groß galt, ist heute fast schon klein. In unserem Jahresbesten-Überblick wogen damals alle weniger als 200 Gramm, eines

gar nur 140 Gramm. In Sachen Displaygröße setzte ein Smartphone mit 6,3 Zoll den Superlativ, die anderen reihten sich mit Bildschirmdiagonalen zwischen 5,2 und maximal 6 Zoll dahinter ein, und dennoch gingen die Geräte als „große Brüder“ durch [1]. Dieses Jahr brachten die Jahresbesten im Schnitt mehr als 200 Gramm auf die Waage, die meisten von ihnen waren mit 6,7- respektive 6,8-Zoll-Display ausgestattet [2] – und eine Frage erreichte uns im Nachgang häufig: Gibt es das auch in klein?

Die kleinen Smartphones von heute sind mittlerweile größer als das, was man 2017 als „großen Bruder“ bezeichnete. Bildschirme unter 6 Zoll gibt es in der Oberklasse selten. Doch immerhin haben wir sieben Smartphones gefunden, die ein zumindest einigermaßen kompaktes Gehäuse mit Oberklasse-Ausstattung in Ein-

klang bringen. Leichter als 180 Gramm, kürzer als 15,5 Zentimeter und aktuell – sprich erschienen im Jahr 2022 – sollten die Geräte für diesen Test sein. Apples iPhone 14 erfüllt diese Vorgabe genauso wie Asus mit dem Zenfone 9, Google mit dem Pixel 6a, Samsungs Galaxy S22 und das Xiaomi 12X. Wildcards erhalten das 2021 erschienene iPhone 13 Mini und das Sony Xperia 5 IV; das Mini, das 2022 keine Neuauflage erhielt, weil es tatsächlich als einziges eben das ist: mini. Im hausinternen Vergleich erscheint es uns attraktiver als das iPhone SE, das im größeren Gehäuse einen kleineren Bildschirm beherbergt. Eine andere Vorgabe reißt das Sony Xperia 5 IV: Es übersteigt unsere 15,5-Zentimeter-Grenze um einen Millimeter, ist aber besonders schmal und deswegen gut einhändig bedienbar. Obwohl alle Smartphones Oberklasse-Hardware wie helle



Bildschirme, potente Kameras und schnelle Prozessoren mitbringen, unterscheidet sich ihr Preis erheblich. Das Pixel 6a bildet den Einstieg mit Preisen ab 350 Euro. Je nach Ausstattung fast 1400 Euro kostet das iPhone 14. Faltbare Smartphones, die zumindest zusammengeklappt besonders kompakt ausfallen, bleiben außen vor, da wir ihnen gerade einen Prüfstand gewidmet haben [3].

## Größe und Displays

Die Geräte im Testfeld teilen sich in zwei Lager, auf der einen Seite das iPhone Mini, auf der anderen der Rest. Selbst im Vergleich mit der aktuellen handlichen Oberklasse nimmt sich das kleine iPhone winzig aus. Vor dem Kauf ist Ausprobieren Pflicht, denn Menschen mit großen Händen liegt ein etwas größeres Smartphone besser in der Hand. Viel Glas und Metall, hier und da Kunststoff: Die Gehäuse sind allesamt wertig verarbeitet und erfüllen gehobene Ansprüche – das gilt auch für die Kunststoffrückseiten des Pixel 6a und des Zenfone 9. Einzig das Xiaomi 12X ist nicht mindestens gemäß IP67 gegen Wasser und Staub geschützt.

6,1 Zoll Bildschirmdiagonale – also rund 15,5 Zentimeter – haben die Hersteller für die Kompaktklasse als Gardemaß auserkoren. Dieses erreichen die Displays von iPhone 14, Pixel 6a, Galaxy S22 und Xperia 5 IV. iPhone Mini (5,4 Zoll) und Zenfone (5,9 Zoll) bleiben darunter, Xiaomi bringt im 12X ein 6,3-Zoll-Display unter. Auflösungen von mindestens 2340 × 1080 Pixeln ergeben durch die Bank hohe Punktdichten von mehr als 400 dpi. Damit stellen die Panels auch kleine Schriften gestochen scharf dar und Bewegtbilder in Full-HD, sofern sie in ausreichender Qualität vorliegen.

Alle Hersteller verwenden kontraststarke und sehr farbenfrohe OLED-Bildschirme, wie es in der Oberklasse mittler-

**Auch unter Kompakten fällt das iPhone Mini (im Bild das iPhone 12 Mini, links) kleiner aus als der Rest. Im Unterschied zu normal großen High-End-Smartphones wie dem Google Pixel 7 Pro (rechts) ist aber auch das Samsung Galaxy S22 (Mitte) eher hosentaschentauglich.**



weile üblich ist. Die ab Werk eher knalligen Farben kann man an die eigenen Vorlieben anpassen – besonders viele Möglichkeiten offeriert das Xperia 5 IV. Die Displays strahlen mit Helligkeiten von 750 cd/m² und mehr und sind auch in soniger Umgebung gut ablesbar. Relevante Unterschiede machen wir mit Blick auf die Bildraten aus: Ausgerechnet das teure iPhone 14 aktualisiert die Anzeige nur 60 mal pro Sekunde, genau wie sein kleines Geschwisterlein und das Pixel 6a. Alle anderen schaffen bis zu 120 Hertz. Spiele, die das unterstützen, sind in der hohen Bildrate besonders flüssig animiert und beim Lesen von News bleiben Schriften dann auch während des Scrollens scharf. Auf Wunsch passt das Betriebssystem die Aktualisierungsrate automatisch an den Inhalt an, um Akku zu sparen, und regelt sie dann herunter, wenn nicht mehr als 60 Hertz nötig sind. Nur das Sony-Smartphone weist jede Verantwortung von sich: Hier muss man selbst entscheiden, ob das Display mit 60 oder 120 Hertz flimmern soll.

## Zwei kleine Langläufer

Außer kleineren Displays bringen handliche Gehäuse auch spartanischer bemes-

sene Akkus mit sich – sollte man meinen. Doch das ist nicht in allen Fällen so. Sony steckt ins flunderflache Xperia 5 IV einen 5000-mAh-Akku. Zumindest, wenn man das Gerät nicht allzu sehr fordert, reicht sein Atem für zwei Tage. Unter Last zeigt sich dagegen das Zenfone 9 ausdauernder. Beide Geräte liefen auf unseren diversen Laufzeitprüfständen so lange wie die größeren High-End-Smartphones. Die anderen Kandidaten hielten nicht so lange durch und vor allem beim iPhone Mini mit seinem 2438-mAh-Akku ist Nachtanken am Ende des Tages Pflicht. Unter Last wiederum ist das S22 besonders kurzatmig.

Asus, Google und Xiaomi opfern der kompakten Form eine Spule zum drahtlosen Laden. Die restlichen Hersteller haben Wege gefunden, sie in den flachen Gehäusen zu integrieren, belassen es aber ohne Kabel bei einer maximalen Ladeleistung von 15 Watt. Die iPhones nehmen nur auf proprietären MagSafe-Ladern 15 Watt entgegen. Auf Qi-Ladern, die ebenfalls Ladeleistungen von 15 Watt zulassen, beschränkt Apple die Aufnahme auf 7,5 Watt.

Kabelgebunden lassen es alle Geräte eher gemächlich angehen. Selbst das schnellste unter ihnen, das Xiaomi 12X braucht 42 Minuten von 0 auf 100 und

## Laufzeiten & Benchmarks

Modell	Geekbench 5 Single-Core [Punkte]	Geekbench 5 Multi-Core [Punkte]	GFXBench Manhattan 3.0 offscreen [fps]	3DMark Wild Life Extreme [Punkte]	YouTube-Stream (normale Helligkeit) <sup>1</sup> [h]	Video 720p (normale Helligkeit) <sup>1</sup> [h]	Video 4k/120 fps (normale Helligkeit) <sup>1</sup> [h]	3D-Spiel (normale Helligkeit) <sup>1</sup> [h]	Laden 50 % / 100 % [min]
	► besser	► besser	► besser	► besser	► besser	► besser	► besser	► besser	◄ besser
Apple iPhone 13 Mini	1686	4473	216	2370	12,6	15,8	9,1	8,4	27/86
Apple iPhone 14	1734	4579	252	2683	15,6	17,1	11,2	9,8	37/110
Asus Zenfone 9	1315	4384	260	2788	18,6	19,5	12,7	14,6	27/82
Google Pixel 6a	1055	2956	147	1895	16,8	16,6	10	8,9	35/109
Samsung Galaxy S22	924	3461	146	1995	16,2	17,2	7,4	7,1	25/73
Sony Xperia 5 IV	1188	3501	198	2476	18,3	21,3	10,4	11,8	29/99
Xiaomi 12X	990	3234	134	1246	18,3	17	10	8,9	15/42

<sup>1</sup> gemessen bei 200 cd/m²

damit mehr als doppelt so lang wie die Blitztanker im High End. Alle anderen Smartphones hängen deutlich länger als eine Stunde an der Steckdose. Ein Netzteil legen Asus und Xiaomi bei.

### Kameras mit und ohne Tele

Alle Smartphones im Testfeld sind mit entweder zwei oder drei rückwärtigen Kameras ausgestattet. Für die weitwinkligen Hauptkameras verwenden die Hersteller entweder 12- oder 50-Megapixel-Sensoren. Asus, Samsung und Xiaomi vertrauen der höheren Auflösung aber selbst nicht so recht: Standardmäßig legen ihre Smartphones vier Pixel zusammen, sodass auch sie 12-Megapixel-Fotos ausgeben. Schnappschusstauglich sind sie alle und vor allem bei Tageslicht unterscheidet sich die Qualität der Aufnahmen nicht sonderlich. Im Vergleich schießt das Sony Xperia die Fotos mit der natürlichsten Farb- und Detailwiedergabe, zudem ist sein Autofokus besonders treffsicher. Auch das Pixel 6a gefällt, das mehr Details in den Schatten wahr, aber auch stärker rauscht als das Sony-Smartphone. Die iPhones und das Zenfone schärfen teilweise etwas zu stark nach, was unruhige, tanzende Linien und Schärfeartefakte hervorruft. Subtiler schärfen Xiaomi 12X und Samsung Galaxy S22. Dem 50-Megapixel-Modus von Asus, Samsung und Xiaomi sollte man nur für ruhige Landschaftsaufnahmen den Vorzug geben. Bei bewegten Motiven hatten wir häufiger ungewollte Bewegungsunschärfe im Bild.

Für enge Innenräume und spektakuläre Landschaftsaufnahmen haben alle Geräte ein Ultraweitwinkelobjektiv. Fürs Teilen auf Social Media taugen vor allem die bei Tageslicht aufgenommenen Fotos. Dass die Hersteller für die Ultraweitwinkel kleinere Sensoren und lichtschwächere Optiken verwenden, macht sich bemerkbar, wenn man in die Bilder hineinzoomt oder sie auf größeren Monitoren betrachtet. Die Ultraweitwinkel fangen deutlich weniger Details ein, die Abertausenden Grashalme einer Wiese werden so schonmal zu einem matschigen Einerlei.

Lange Telebrennweiten bleiben im Unterschied zu den Ultraweitwinkeln meist den größeren Topmodellen vorbehalten. Fast alle kompakten Smartphones haben größere Geschwister, die sich mit noch etwas potenteren Kamerasystemen schmücken. Für Fünf- oder Zehnfach-Teles oder gleich beides wie in so manchem fast Tablet-großen Smartphone ist kein Platz in der Kompaktklasse. Nur das

S22 und das Xperia 5 IV sind zusätzlich zu Ultraweitwinkel und weitwinkliger Hauptkamera überhaupt mit Telekamera ausgerüstet, um weiter entfernte Motive einzufangen. Das 5-MP-Telemakro des Xiaomi 12X trägt „Tele“ zwar im Namen, fokussiert aber nur auf Objekte im Nahbereich. Apple stellt dem iPhone 14 das fast identisch große, aber deutlich schwerere 14 Pro zur Seite, das mit einer Telekamera ausgestattet ist.

Sowohl Samsung als auch Sony platzieren schwächere Teles in den kompakten Gehäusen. Das S22 ist mit einer 70-Millimeter-Linse (alle Angaben im KB-Äquivalent) ausgestattet, die zusätzliche 230-Millimeter-Periskop-Optik des großen Ultra fehlt. Im Xperia 5 IV ist kein Platz für das aufwendige optische Zoom des Xperia 1 IV, stattdessen greift der Hersteller auf eine 60-Millimeter-Brennweite zurück. Mit beiden Kameras gelingen bei gutem Licht detailreiche Fotos, die natürliche Farbwiedergabe des Sony gefällt besser als der knallige „Smartphone-Look“ des S22. Bei schummrigem Licht wechseln beide Smartphones zur lichtstärkeren Hauptkamera und zoomen digital.

### Schnelle SoCs

In Sachen Performance muss man im kompakten High End keine Abstriche machen. Im Zenfone steckt mit Qualcomms Snapdragon 8+ Gen 1 das derzeit schnellste Android-SoC, die ersten Geräte mit dem Nachfolger 8 Gen 2 werden erst demnächst den deutschen Markt erreichen. Sowohl im Einkern- als auch im Mehrkernbetrieb ist die Plus-Variante des 8 Gen 1 leicht im Vorteil gegenüber dem Basismodell, das im Xperia 5 IV steckt – derzeit macht sich das aber nur in synthetischen Benchmarks und nicht im Alltag bemerkbar. CPU- und GPU-Performance der Asus- und Sony-Smartphones sind auf dem hohen Niveau des Apple A15 Bionic, der im iPhone 13 Mini und im aktuellen iPhone 14 steckt. Obwohl das 14er-iPhone ein Jahr jünger ist als das 13 Mini, hat Apple ihm eine Frischzellenkur verwehrt. Der aktuelle A16 bleibt den teureren Pro-Modellen vorbehalten.

Dahinter reihen sich der Tensor- und der Exynos-Chip im Pixel und S22 ein. Die GPU-Performance des 12X fällt etwas ab, Xiaomi bestückt es mit dem Snapdragon 870, einer etwas schnelleren Variante des 2019 vorgestellten Snapdragon 865. Im Unterschied zu den anderen Smartphones ruft das 12X die Leistung seines Chips aber



### Apple iPhone 13 Mini

Dass High-End-Smartphones im Miniaturformat kein Produkt für die Massen sind, demonstriert unter aktuellen Geräten keines so eindrücklich wie das iPhone Mini. Oberklasse-Feeling gibt es nirgendwo kompakter. So hat das Smartphone (13,2 × 6,4 × 0,8 cm) eine treue Fangemeinde gefunden – aber eine zu kleine. Denn nach nur zwei Auflagen hat Apple das iPhone Mini beendet, das 13 Mini hat keinen Nachfolger erhalten. Macht nichts: Das Ende 2021 erschienene Smartphone führt Apple nach wie vor regulär im Programm. Wenn möglich sollte man es im Laden vor dem Kauf ausprobieren, denn nach heutigen Maßstäben und sogar verglichen mit der hier getesteten kompakten Konkurrenz fällt das Smartphone geradezu winzig aus – für manche Hände womöglich zu klein.

Mit dem A15 Bionic gehört das 13 Mini noch immer zu den schnellsten Smartphones. Weitwinklige Hauptkamera und Ultraweitwinkel genügen auch gehobenen Smartphone-Ansprüchen, genau wie die Ausstattung mit Dual-eSIM, Drahtlosladen und IP68-Schutz gegen Wasser und Staub. Der 5,4-Zoll-OLED-Bildschirm strahlt hell genug für alle Lebenslagen und ist größer als der des iPhone SE, obwohl letzteres das größere Gerät ist. Auch deswegen bleibt das Mini für Freunde von High End im kleinsten Format die erste Wahl.

👆 Oberklasse im Miniaturformat

👆 helles OLED

👇 kurze Laufzeiten

Preis: 760 Euro bis 1000 Euro

auch unter Dauerlast konstant ab. Alle anderen Geräte drosseln mitunter stark. Dass die Abwärme besonders in den kleinen Modellen zum Problem werden kann, zeigt unfreiwillig das S22: Darin drosselt



## Apple iPhone 14

Angesichts des kleinen iPhone Mini geht manchmal unter, dass auch das reguläre iPhone nach heutigen Maßstäben als einigermaßen kompakt durchgeht. Das 14,7 × 7,2 Zentimeter große Gehäuse bestückt Apple mit einem hell leuchtenden 6,1"-OLED-Bildschirm. Dass dieser statisch 60 Hertz anzeigt, ist dem Preis nicht angemessen. Denn für 1000 Euro bekommt man schon ein Android-Smartphone mit besserem Display und Telekamera – die dem iPhone 14 ebenfalls fehlt.

Geht es nur um die Gehäusegröße, geben sich iPhone 14 und 14 Pro nicht viel. Allerdings ist das Pro-Modell mit mehr als 200 Gramm deutlich schwerer. Das etwas schnellere SoC, ein helleres 120-Hertz-OLED und eine zusätzliche Telekamera heben es vom regulären 14 ab – und der um 300 Euro teurere Einstiegspreis. Dagegen spart rund 100 Euro, wer statt zum iPhone 14 zum fast identischen iPhone 13 greift. Display, SoC und Akkulaufzeit sind gleich geblieben. Nur das Innenleben des 14er-Modells hat Apple in größerem Stil angefasst und das aktuelle Modell reparaturfreundlicher gebaut. Anders als bisherige iPhones lässt sich das iPhone 14 von beiden Seiten öffnen, dafür muss man zwei Schrauben und weiterhin etwas Kleber lösen. Display und Glasrückseite sind im Fall der Fälle einigermaßen schnell gewechselt.

- 👆 reparaturfreundlicher als Vorgänger
  - 👆 langer Support
  - 👇 kaum Unterschiede zum Vorgänger
- Preis: 950 Euro bis 1300 Euro



## Asus Zenfone 9

Alle Smartphones im Testfeld sind kleine Geschwister eines größeren Modells des gleichen Herstellers. Nicht so das Zenfone 9. Es ist das stärkste Asus-Smartphone – und bringt alle Annehmlichkeiten mit, die dem Hersteller so einfallen. Da wären zuvorderst der schnelle Snapdragon 8+ Gen 1 und wahlweise viel Speicher: Bis zu 16 GByte Haupt- und 256 GByte Flashspeicher stopft Asus ins kleine Gehäuse. Unter Last erwärmt sich das Smartphone zwar spürbar, den Laufzeiten tut das aber keinen Abbruch. Ob man es beim Spielen fordert oder mit Surfen langweilt: Das Zenfone hält stets lange durch. Einen Mangel des Vorgängers hat die neunte Auflage übernommen: Es lässt sich nicht induktiv aufladen. Positiv dagegen: Das Zenfone ist im Unterschied zu den meisten anderen Oberklasse-Smartphones mit Kopfhörerbuchse ausgestattet.

Gut gefällt uns die Kamera – trotz fehlendem Tele. Das Ultraweitwinkel wahrt mehr Details als die Linsen von iPhone und Pixel. Die Hauptkamera kommt auch mit schwierigen Situationen wie etwa Gegenlicht gut zurecht. Da sie wie ein Gimbal komplett beweglich gelagert ist, eignet sie sich besonders gut für ruhige Videoaufnahmen aus der Hand. Das Betriebssystem belässt Asus nahe am Google-Original, das Update-Versprechen über zwei Jahre ist allerdings deutlich zu kurz.

- 👆 lange Laufzeit
  - 👆 Power satt
  - 👇 nur zwei Jahre Updates
- Preis: 800 Euro bis 900 Euro



## Google Pixel 6a

Das Pixel 6a ist das mit Abstand günstigste Smartphone im Testfeld, zwischenzeitlich war es für weniger als 350 Euro zu haben. Trotz des geringen Preises erfüllt es die meisten Anforderungen an ein Oberklasse-Smartphone. Zwar zählen wir bereits die siebte Pixel-Generation, doch unter den abgespeckten a-Varianten ist das 6a das aktuelle Modell. Google hat ihm das schnelle Tensor-SoC verpasst, das auch in den teureren Pixel 6 und 6 Pro steckt. Dazu packt der Hersteller alle aktuellen Funkstandards wie 5G und Wi-Fi 6E sowie einen schnellen USB-Anschluss ins Smartphone. Dual-SIM-fähig ist es per Kombination aus physischer SIM-Karte und eSIM. Drahtlos laden lässt es sich nicht.

Das Gehäuse aus Kunststoff und Metall dichtet Google gemäß IP67 gegen Wasser und Staub ab. Das heißt, es übersteht vollständiges Untertauchen in Süßwasser. Allerdings kann man es dort nur bis zu einer halben Stunde in maximal 50 Zentimeter Tiefe aufbewahren (IP68: anderthalb Stunden in 1,5 Meter Tiefe). Kompromisse macht Google bei der Kameraauswahl (kein Tele), nicht aber bei der Qualität der verwendeten Kameras. Diese liefern – typisch für Google – vor allem in schwierigen Lichtverhältnissen mit die besten Smartphone-Fotos. Updates will der Hersteller bis Juli 2027 liefern.

- 👆 Android ohne Bloatware
  - 👆 fünf Jahre Updates
  - 👆 viel Leistung fürs Geld
- Preis: 350 Euro

der Exynos-Chip noch etwas stärker als im größeren S22 Ultra.

Deutliche Unterschiede fallen bei der Ausstattung auf. Sony schickt das Xperia 5 IV mit eSIM, IP68-Rating, Kopfhörer-

buchse, erweiterbarem Speicher und schneller USB-Buchse samt DisplayPort auf die Reise, Xiaomi-Käufer müssen auf alles davon verzichten. Die anderen Smartphones reihen sich dazwischen ein,

Details entnehmen Sie der Tabelle. Mindestanforderungen an die Oberklasse wie schnelles Wi-Fi 6, 5G und mindestens Bluetooth 5.0 erfüllen alle Testkandidaten.





## Samsung Galaxy S22

Wenn Samsung eine neue Smartphone-Generation der Galaxy-S-Serie vorstellt, gehört das Rampenlicht dem top ausgestatteten Ultra; Plus- und Einsteigermodell stehen im Halbschatten. Doch gerade das normale S22 ohne Plus und Ultra hebt sich von der Android-Masse ab. So klein und so gut ausgestattet ist ansonsten nur das Zenfone 9. Von diesem unterscheidet sich das Samsung durch die längere Updateversorgung und die Telekamera. Die Triple-Kamera weiß insgesamt zu gefallen, das 70-Millimeter-Tele macht das Setup zum flexibelsten im Vergleich. Fünf Jahre Updates sind weit über Android-Durchschnitt – unser S22 lief zum Testzeitpunkt bereits mit Android 13 und dem Dezemberpatch.

Das strahlend helle OLED-Display ist schön anzusehen und stellt Inhalte mit bis zu 120 Hertz dar. Will man mit einem Stift darauf herumkritzeln, muss man allerdings zum deutlich teureren (und größeren) S22 Ultra mit Digitizer greifen. Der Exynos 2200 im Inneren fällt im Vergleich zum Snapdragon 8 Gen 1 in grafiklastigen Tests zurück und drosselt unter Dauerlast kräftig – im kleinen S22 noch etwas stärker als in den größeren Geschwistern. Ab der kommenden, im ersten Quartal dieses Jahres erwarteten Auflage sind die Exynos-Prozessoren in den S-Geräten hierzulande Geschichte, dann sattelt Samsung auf Qualcomms 8 Gen 2 um.

- ↑ strahlend helles OLED
- ↑ fünf Jahre Updates
- ↓ sehr kurze Laufzeit unter Last

Preis: 670 Euro



## Sony Xperia 5 IV

Noch heute haben viele Fans kompakter Oberklasse-Smartphones das Xperia Compact XZ2 in guter Erinnerung. Ganz so klein ist das Xperia 5 IV zwar nicht, dennoch stellt der Hersteller es in die Tradition des XZ2. An unserem Prüfstand nimmt es per Wildcard teil, da es an der Vorgabe von 15,5 Zentimetern Baulänge scheitert. Da es mit nur 6,7 Zentimetern schmaler baut als alle anderen Android-Modelle mit Oberklasseanspruch, darf es sich dennoch mit den Kleinen messen. Mit einer Hand ist es besonders gut zu bedienen – besser auch als die kürzeren, aber breiteren Konkurrenten –, weil man per Android-Gestensteuerung fast alle Befehle über die untere Displayhälfte geben kann.

Im Vergleich zum Topmodell 1 IV verzichtet Sony für das 5 IV auf das hochauflösende OLED-Panel, was der Laufzeit zugutekommt. Während das Xperia 1 IV in der Videodauerschleife nach 13 Stunden den Dienst quittierte, hielt das 5 IV 21,3 Stunden durch. Die Dreifachkamera überzeugt Sony-typisch mit natürlichen Farben und einer zurückhaltenden JPEG-Aufbereitung. Benachrichtigungs-LED, Kopfhörerbuchse – zudem mit erfreulich hohem Dynamikumfang – und Speichererweiterung bieten im High End nur Sony-Smartphones. Ärgerlich ist die kurze Update-Versorgung.

- ↑ tolle Kamera
- ↑ gute Laufzeit
- ↓ mageres Updateversprechen

Preis: 900 Euro



## Xiaomi 12X

Viele Smartphones aus dem Hause Xiaomi sind echte Preisbrecher, das 12X geht nicht mal als Preistipp durch. Für 500 Euro bekommt man einen etwas angestaubten, aber nach wie vor flotten Snapdragon 870, eine gute Triple-Kamera, ordentliche Laufzeiten und 120-Hertz-OLED-Bildschirm – unterm Strich ein solides Gerät, wäre da nicht die Konkurrenz.

Legt man Wert auf ein kompaktes Gehäuse, fällt zwar ein Großteil davon durchs Raster – nicht aber Googles Pixel 6a. Das schnellere Display und das wertigere Gehäuse sprechen im Vergleich für das Xiaomi. Außerdem lädt es schneller und hält mit einer Akkulaufung länger durch. Dass Xiaomi keine Angaben zu Updates macht, wiegt schwer: Sowohl das Pixel (Updates bis Juli 2027) als auch die hausinterne Konkurrenz machen es besser. Laut Googles Enterprise-Recommended-Website will Xiaomi das 12 (ohne X) bis Anfang 2026 auf Stand halten. Dieses ist genauso klein wie das 12X, aber mit schnellerem Snapdragon 8 Gen 1 bestückt und lässt sich überdies drahtlos laden – für den Test erreichte es uns zu spät. 200 Euro teurer gestartet, war das 12 bei Redaktionsschluss nahezu genauso günstig zu haben wie das 12X und bleibt damit die bessere Wahl, bis das 12X seinerseits deutlich im Preis nachlässt.

- ↑ helles OLED
- ↓ viel Bloatware
- ↓ kein Preistipp

Preis: 520 Euro

An anderer Stelle notierten wir unnötige Patzer: So macht Xiaomi keinerlei Angaben, wie lange das 12X mit Updates versorgt werden wird. Auf unsere Nachfrage ließ Xiaomi lediglich ausrichten,

dass es keine Updategarantie gebe. Umso erstaunlicher, dass der Hersteller gegenüber Google für die Schwestermodelle Xiaomi 12 und 12 Lite Sicherheitspatches bis ins erste Quartal 2026 zusichert. Noch

länger als diese erhalten S22 (Februar 2027) und Pixel 6a (Juli 2027) Sicherheitspatches, beide Smartphones sollen zudem Android 16 bekommen. Nur zwei respektive drei Jahre wollen Asus und Sony ihre

Smartphones mit Patches versorgen – zu wenig. Keinerlei Angaben macht Apple, aber die Erfahrung zeigt, dass man mindestens fünf bis sechs Jahre lang mit Softwareupdates rechnen darf.

## Fazit

Soll es wirklich klein sein, gibt es keine Alternative zum iPhone 13 Mini. Apple bringt im Winzling eine gute Kamera, ein rasend schnelles SoC und ein helles 60-Hertz-OLED unter, aber nur einen wenig ausdauernden Akku. Länger läuft das größere iPhone 14, das sich ansonsten aber kaum

vom Mini abhebt. Im Android-Lager sind die kompaktesten Oberklassegeräte das Samsung Galaxy S22 und das Asus Zenfone 9. Gute Kameras und helle OLEDs bringen sie beide mit; für das Zenfone sprechen der noch etwas schnellere Prozessor und die längeren Laufzeiten, während das Samsung-Smartphone deutlich länger Updates erhält. Beste Ausstattung und Kamera kombiniert das Xperia 5 IV im schmalen, aber langen Gehäuse mit langen Laufzeiten. Die zu kurze Updateversorgung verhaegt den ansonsten sehr guten Gesamteindruck. Nur fürs hübsche Xiaomi 12X fällt es schwer,

eine Empfehlung auszusprechen, weil die anderen Android-Smartphones mehr (S22, Xperia 5 IV, Zenfone 9) oder ein ähnliches Gesamtpaket für deutlich weniger Geld (Pixel 6a) bieten. (rbr@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Hannes Czerulla, Alexander Spier, Die großen Brüder, Neun High-End-Smartphones mit Android und das iPhone X im Vergleich, c't 26/2017, S. 100
- [2] Robin Brand, Steffen Herget, Purer Luxus, Von Android bis Apple: Neun High-End-Smartphones im Test, c't 1/2023, S. 16
- [3] Steffen Herget, Eilige Dreifaltigkeit, Fold-Smartphones von Motorola und Samsung im Vergleich, c't 1/2023, S. 28

## Kompakte Oberklasse-Smartphones

Modell	Apple iPhone 13 Mini	Apple iPhone 14	Asus Zenfone 9	Google Pixel 6a	Samsung Galaxy S22	Sony Xperia 5 IV	Xiaomi 12X
Betriebssystem / Patchlevel	iOS 16.2	iOS 16.2	Android 12 / Oktober 2022	Android 13 / Dezember 2022	Android 13 / Dezember 2022	Android 12 / November 2022	Android 12 / November 2022
Funktions-Updates / Sicherheitspatches laut Hersteller bis min.	k. A.	k. A.	Android 14 / August 2024	Android 16 / Juli 2027	Android 16 / Februar 2027	Android 14 / September 2025	k. A.
<b>Ausstattung</b>							
Prozessor / Kerne × Takt / Grafik	Apple A15 Bionic / 2 × 3,23 GHz, 4 × 2,01 GHz / Apple A15 GPU	Apple A15 Bionic / 2 × 3,23 GHz, 4 × 2,01 GHz / Apple A15 GPU	Qualcomm Snapdragon 8+ Gen 1 / 1 × 3,2 GHz, 3 × 2,75 GHz, 4 × 1,8 GHz / Adreno 730	Google Tensor / 2 × 2,8 GHz, 4 × 1,8 GHz, 2 × 2,3 GHz / Mali-G78	Samsung Exynos 2200 / 1 × 2,8 GHz, 3 × 2,5 GHz, 4 × 1,8 GHz / Xclipse 920	Qualcomm Snapdragon 8 Gen 1 / 1 × 3 GHz, 3 × 2,5 GHz, 4 × 1,8 GHz / Adreno 730	Qualcomm Snapdragon 870 / 1 × 3,2 GHz, 3 × 2,4 GHz, 4 × 1,8 GHz / Adreno 650
Arbeitsspeicher / Flash-Speicher (frei) / Wechselspeicher (Format)	4 GByte / 512 GByte (501 GByte) / –	6 GByte / 512 GByte (501 GByte) / –	16 GByte / 256 GByte (230 GByte) / –	6 GByte / 128 GByte (111 GByte) / –	8 GByte / 128 GByte (102 GByte) / –	8 GByte / 128 GByte (103 GByte) / ✓ (MicroSDXC)	8 GByte / 256 GByte (228 GByte) / –
5G: DSS / Band 1/28/77/78/260/261	✓/✓/✓/✓/✓/✓/–/–	✓/✓/✓/✓/✓/✓/–/–	✓/✓/✓/✓/✓/✓/–/–	✓/✓/✓/✓/✓/✓/–/–	✓/✓/✓/✓/✓/✓/–/–	✓/✓/✓/✓/✓/✓/–/–	✓/✓/✓/✓/✓/✓/–/–
SIMs / SAR-Wert	Nano-SIM + 2 × eSIM / 0,97 W/kg	Nano-SIM + 2 × eSIM / 0,98 W/kg	2 × NanoSIM / 1,56 W/kg	NanoSIM + eSIM / 0,990 W/kg	2 × NanoSIM + eSIM / 1,210 W/kg	NanoSIM + eSIM / 0,870 W/kg	2 × NanoSIM / 0,594 W/kg
WLAN (Antennen) / Bluetooth / NFC / Kompass / Standort	Wi-Fi 6 (2) / 5.0 / ✓/✓/ GPS, Glonass, Beidou, Galileo, GNSS	Wi-Fi 6 (2) / 5.3 / ✓/✓/ GPS, Glonass, Beidou, Galileo, GNSS	Wi-Fi 6E (2) / 5.2 / ✓/✓/ GPS, Glonass, Beidou, Galileo	Wi-Fi 6 (2) / 5.2 / ✓/✓/ GPS, Glonass, Beidou, Galileo	Wi-Fi 6 (2) / 5.2 / ✓/✓/ GPS, Glonass, Beidou, Galileo	Wi-Fi 6E (2) / 5.2 / ✓/✓/ GPS, Glonass, Beidou, Galileo	Wi-Fi 6 (2) / 5.1 / ✓/✓/ GPS, Glonass, Beidou, Galileo
USB-Anschluss / Kopfhöreranschluss / Fingerabdrucksensor	Lightning / – / – (FacelID)	Lightning / – / – (FacelID)	USB-C 2.0, OTG, kein DP / ✓/✓ (im Einschalter)	3.1 Gen 1, OTG, kein DP / – / ✓ (im Display)	USB-C 3.2, OTG, DP / – / ✓ (im Display)	USB-C 3.2, OTG, DP / ✓/✓ (im Einschalter)	USB-C 2.0, OTG, kein DP / – / ✓ (im Display)
Akku / drahtlos ladbar	2438 mAh / ✓	3279 mAh / ✓	4300 mAh / –	4410 mAh / –	3700 mAh / ✓	5000 mAh / ✓	4500 mAh / –
Abmessungen (H × B × T) / Gewicht / Schutzart	13,2 × 6,4 × 0,8–0,9 cm / 140 g / ✓ (IP68)	14,7 × 7,2 × 0,8–1 cm / 172 g / ✓ (IP68)	14,7 cm × 6,8 cm × 0,9–1,1 cm / 171 g / ✓ (IP68)	15,2 × 7,2 × 0,9–1 cm / 178 g / ✓ (IP67)	14,6 × 7,1 × 0,8–0,9 cm / 167 g / ✓ (IP68)	15,6 × 6,7 × 0,8–0,9 cm / 172 g / ✓ (IP65/68)	15,3 × 7 × 0,9–1,1 cm / 176 g / –
<b>Kameras</b>							
Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS / Brennweite	12 MP / f/1,6 / ✓/✓ / 26 mm	12 MP / f/1,5 / ✓/✓ / 26 mm	50 MP / f/1,9 / ✓/✓ / 24 mm	12,2 MP / f/1,7 / ✓/✓ / 27 mm	50 MP / f/1,8 / ✓/✓ / 24 mm	12,2 MP / f/1,7 / ✓/✓ / 24 mm	50 MP / f/1,9 / ✓/✓ / 26 mm
Telekamera Auflösung / Blende / OIS / Brennweite	–	–	–	–	10 MP / f/2,4 / ✓/✓ / 70 mm	12,2 MP / f/2,4 / ✓/✓ / 60 mm	5 MP / f/2,4 / – / 50 mm (nur für Makro-aufnahmen)
Ultraweitwinkel Auflösung / Blende / OIS / Brennweite	12 MP / f/2,4 / – / 13 mm	12 MP / f/2,4 / – / 13 mm	12,2 MP / f/2,2 / – / 14 mm	12,5 MP / f/2,2 / – / 17 mm	12 MP / f/2,2 / – / 13 mm	12,2 MP / f/2,2 / – / 16 mm	13,1 MP / f/2,4 / – / 12 mm
Frontkamera Auflösung / Blende / OIS	12 MP / f/2,2 / –	12 MP / f/1,9 / –	12,2 MP / f/2,45 / –	8,1 MP / f/2 / –	10 MP / f/2,2 / –	12,2 MP / f/2 / –	32 MP / f/2,5 / –
<b>Display-Messungen</b>							
Diagonale / Technik / Auflösung / Punktdichte	5,4 Zoll / OLED / 2340 × 1080 Pixel / 476 dpi	6,1 Zoll / OLED / 2532 × 1170 Pixel / 460 dpi	5,9 Zoll / OLED / 2400 × 1080 Pixel / 448 dpi	6,1 Zoll / OLED / 2400 × 1080 Pixel / 429 dpi	6,1 Zoll / OLED / 2340 × 1080 Pixel / 422 dpi	6,1 Zoll / OLED / 2520 × 1080 Pixel / 448 dpi	6,3 Zoll / OLED / 2400 × 1080 Pixel / 419 dpi
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung / max. Bildrate	1,84 ... 990 cd/m² / 97,2 % / 60 Hz	1,9 ... 786 cd/m² (HDR: 1140 cd/m²) / 97,2 % / 60 Hz	2,12 ... 818 cd/m² / 97,3 % / 120 Hz	1,89 ... 912 cd/m² / 93,1 % / 60 Hz	1,86 ... 953 cd/m² / 93,4 % / 120 Hz	1,64 ... 826 cd/m² / 97,3 % / 120 Hz	1,65 ... 921 cd/m² / 93,6 % / 120 Hz
<b>Bewertungen</b>							
Performance / Akku	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕	⊕ / ○	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕	○ / ○
Display / Kamera	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕
Software¹ / Ausstattung	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	○ / ⊕	⊕⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	○ / ⊕⊕	○ / ○
Preis	128 GByte: 760 €, 256 GByte: 860 €, 512 GByte: 1000 €	128 GByte: 950 €, 256 GByte: 1050 €, 512 GByte: 1300 €	8/128 GByte: 800 €, 8/256 GByte: 850 €, 16/256 GByte: 900 €	350 €	670 €	900 €	520 €

¹ bewertet werden Updates, Features, Bloatware etc. ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht



# Leichte Lichtgestalten

Neun kompakte LED-Projektoren von 60 bis 550 Euro für unterwegs

**Wer unterwegs Videos gucken oder spontan eine Gaming-Session einlegen möchte, kann zum kleinen LED-Beamer greifen. Der wird per Streaming-Stick im Handumdrehen zum smarten Display.**

Von Ulrike Kuhlmann

Für das Heimkino braucht es ruhige Projektoren mit satten Farben, möglichst hoher Auflösung und gutem Schwarzwert. Sie sind als echte Schwergewichte oft fest installiert und kosten gern mal 2000 Euro. Für diesen Artikel haben wir uns die andere Seite der Projektorenlandschaft angeschaut: Beamer, die sich für den mobilen Einsatz empfehlen und ab 60 Euro aufwärts zu haben sind. Der leichteste Projektor im Test ist so klein wie ein Stück Butter und wiegt gerade mal 320 Gramm, selbst der größte bleibt unter 3 Kilo. Das Gros unserer Testgeräte kostet um die 100 Euro, nur der Mogo Pro+ von Xgimi ist mit 550 Euro deutlich teurer. Er zeigt in die-

sem Feld, was er besser macht als die günstigen Mobilprojektoren.

Auf Campingplätzen wird man mit solchen Geräten schnell Anschluss finden, im Spielzimmer dienen die kleinen Projektoren als Großbildschirm zum Zocken und abends kann man in geselliger Runde draußen eine Videosession einlegen. Es geht also nicht um den tollsten Bildeindruck, sondern um die Verfügbarkeit in allen Lebenslagen. Man benötigt außer dem Beamer nur eine Energiequelle und Inhalte von USB-Stick, Speicherkarte oder gestreamt aus der Cloud.

Alle neun Kandidaten arbeiten mit LEDs als Lichtquelle und eignen sich nur



für abgedunkelte Umgebungen. Schließt man einen Streaming-Stick an ihren HDMI-Eingang, verwandeln sie sich in ein Smart-TV. Den Stick können die Geräte per USB mit Energie versorgen, sie selbst müssen jedoch an die Steckdose – mit zwei Ausnahmen: Der teure Mogo Pro+ von Xgimi hat einen Akku eingebaut, der günstige Minibeamer YG300 Pro von PVO funktioniert autark mit einer angeschlossenen Powerbank.

Der PVO-Beamer hat mit  $800 \times 480$  Pixeln die geringste Auflösung. Aopens Z10, CR50 von Podoor, T01 von Veemi, BL-89 von Vilinice und Xgimis Mogo Pro+ nutzen Full-HD-Panels mit  $1920 \times 1080$  Pixeln. Die drei anderen, TR23 von Top-Tro, T21 von Topvision und VL208 von Vilinice, projizieren in HD-Auflösung mit  $1280 \times 720$  Pixeln. Alle neun nehmen Full-HD-Inhalte mit 60 Hertz entgegen; dazu gleich mehr.

### Projektionstechnik

Acht der neun Kandidaten nutzen LCD-Technik zur Projektion. Sie haben in ihrem Innern je drei kleine Projektionschips für die roten, grünen und blauen Teilbilder.

Diese werden über teildurchlässige (dichroitische) Spiegel zu einem RGB-Gesamtbild zusammengesetzt und durch das Objektiv auf die Leinwand geworfen. Als Beleuchtung der Flüssigkristallchips dienen kleine Leuchtdioden (Light Emitting Diodes, LEDs), daher die Bezeichnung LED-Beamer. Die Leuchtdioden geben zwar nach außen so gut wie keine Wärme ab, doch der Halbleiterübergang im Innern der LEDs muss kühl gehalten werden, andernfalls sterben die Dioden schnell den Hitzetod. Die Lüfter in den kleinen Bildwerfern pusten jedoch teilweise arg laut.

Der große Vorteil von LED-Beamern: Sie sind nach dem Anschalten sofort bereit und man kann sie nach dem Abschalten gleich wegpacken oder eben mitnehmen. Bei herkömmlichen Lampenprojektoren ist das ein No-Go: Die empfindlichen Leuchtstofflampen gehen sehr schnell kaputt, wenn man sie im noch warmen Zustand bewegt.

Der Xgimi MoPro+ nutzt zwar ebenfalls LEDs, aber zur Projektion die DLP-Technik: Kleine Chips mit winzigen Spiegelchen, sogenannte Digital Mirror Devices

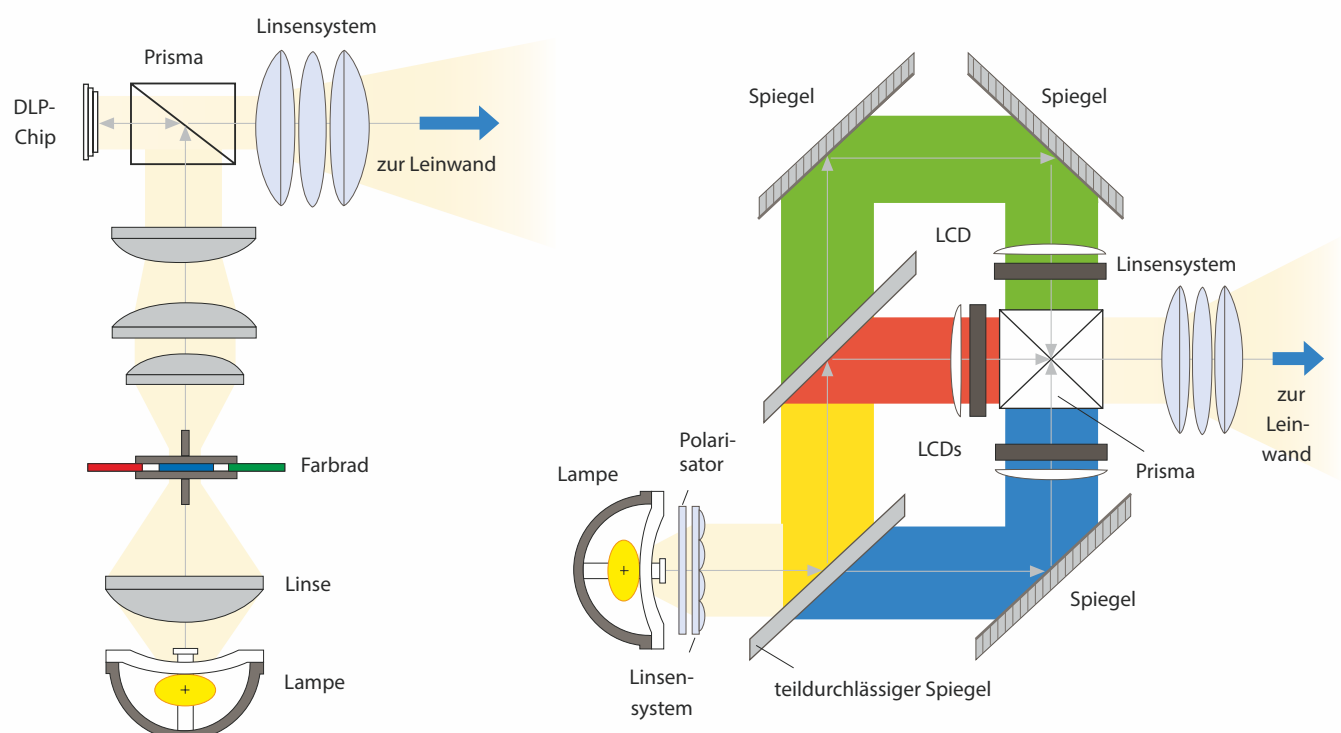
(DMD), werfen das Licht der LEDs nacheinander auf die Leinwand. Während beim Lampenbeamer die RGB-Teilbilder mithilfe eines Farbrads entstehen, das sich sehr schnell zwischen DMD und Lampe dreht, sind LEDs flink genug, den Chip sehr schnell hintereinander mit rotem, grünem und blauem Licht zu beleuchten. Die Spiegelchen werfen es sequenziell durchs Objektiv auf die Leinwand, wo das Auge ein farbiges Gesamtbild sieht. Zumindest meistens: Wer aus den Augenwinkeln auf die Leinwand schaut, nimmt die Teilbilder als RGB-Farbfolge wahr, man spricht deshalb auch vom Regenbogeneffekt. Menschen reagieren unterschiedlich auf den Effekt: Einige stört er enorm, andere nehmen den Farbzerfall nicht wahr oder können darüber hinwegsehen. Bevor Sie sich einen DLP-Beamer zulegen, sollten Sie prüfen, zu welcher Gruppe Sie gehören.

### Auflösung

Alle Geräte können Full-HD-Inhalte mit 60 Hertz wiedergeben – die vier Geräte mit weniger als  $1920 \times 1080$  Pixeln Auflösung rechnen die Inhalte dafür auf ihre

## Beamertechnik: LCD und DLP

**DLP-Projektoren** (links) kommen mit einem Chip aus elektrisch kippbaren Mikrospiegeln aus. Ein sehr schnell rotierendes Farbrad zwischen Lichtquelle und Spiegelchip zerlegt das Licht in Einzelfarben. **LCD-Beamer** (rechts) verwenden drei LCD-Panels für die Grundfarben Rot, Grün und Blau, die über teildurchlässige Filterspiegel aus dem weißen Lampenlicht erzeugt werden.





## Aopen Z10

Der Full-HD-Beamer rückt das Bild automatisch gerade, kann es aber nicht gleichmäßig scharf stellen. Der Lüfter pustet unüberhörbar. Um Hochformate zu projizieren, stellt man den Beamer senkrecht und dreht das Bild über das Menü mit. Fürs Casting liefert der Hersteller ein WLAN-Modul mit. Inhalte nimmt der Z10 zudem per HDMI und USB-C entgegen und synchronisiert sich beim Spielen bis 60 Hertz mit der Grafikkarte (Variable Refresh Rate, VRR). Außerdem kann er Medien von USB-Stick wiedergeben.

- ↑ Hochkantprojektion
  - ↑ kontraststark, farblich ausgewogen
  - ↓ sehr laut
- Preis: ab 130 Euro



## Podoor CR50

Der HD-Beamer projiziert parallele Bildkanten und feine Strukturen nur dann ohne Moiré, wenn man eine starke Trapezkorrektur vornimmt. Der Sound der schwachen Lautsprecher verstärkt sich im Surround-Modus etwas. Der eingebaute Lüfter surrt unangenehm. Die Fernbedienung unseres Testexemplars hatte scharfe Kanten, auf Eingaben reagiert der Beamer verzögert. Das Bild gerät kontrastarm, die Farbmischung lässt sich manuell verbessern. Der CR50 bietet weder WLAN- noch Bluetooth-Verbindungen an.

- ↑ Stativgewinde im Boden
  - ↓ schlechter Klang
  - ↓ kontrastarme Projektion
- Preis: ab 169 Euro



## PVO YG300 Pro

Den kleinen PVO-Beamer kann man über eine Powerbank versorgen, das Bild wird im autarken Betrieb aber dunkler. Der Lüfter zirpt unangenehm und rauscht. Die Lichtausbeute von 38 Lumen reicht für dunkle Umgebungen, der Kontrast ist mit 102:1 okay, die Farbmischung gut. Der niedrig auflösende YG300 Pro gibt Inhalte von HDMI wieder und zeigt über seinen Medienplayer Videos, Bilder, Fotos sowie Textdateien von USB an. Der eingebaute Lautsprecher quäkt ausreichend laut.

- ↑ sehr kompakt und leicht
  - ↑ autarker Betrieb möglich
  - ↓ lichtschwach
- Preis: ab 60 Euro

Pixelauflösung um. Das machen sie durchweg ordentlich, aber sehr feine Strukturen geben die echten Full-HD-Beamer natürlich schärfer wieder. Bemerkenswert gut gelingt die Umrechnung dem Mini-Beamer von PVO: Dessen Bild ist zwar nicht so detailreich, aber dank guter Farbmischung doch ansehnlich.

Vier Testgeräte bieten eine sehr simple Trapezkorrektur an, die nervige Unschärfen zur Folge hat. Wenn die Projektion leicht von unten oder oben auf die Leinwand fällt, wird das Bild trapezförmig verzerrt. Um dies auszugleichen, kann man die Projektionseinheit der Geräte hinter dem Objektiv leicht kippen. Was sich in der Theorie simpel anhört, führt in der Praxis meist dazu, dass sich das projizierte Bild nicht mehr auf der ganzen Fläche scharfstellen lässt – es bleibt oben und unten unscharf.

Um feine Farbverläufe stufenlos auflösen zu können, muss der Beamer seine

LCDs mit 8 Bit pro Farbe ansteuern. Einige Hersteller haben hier jedoch gespart und nur 6-Bit-Treiber eingebaut. Dadurch unterscheiden die Geräte nur 262.000 statt der üblichen 16 Millionen Farben. Unabhängig davon sollte man von den Billig-Beamern aber keine supersatten Farben erwarten und erst recht kein HDR. Letzteres etwa findet sich erst in High-End-Beamern der oberen Preisklassen.

## Helligkeit

Die Hersteller versprechen fast durchweg viel zu hohe Lichtströme, da ist mitunter von 7000 Lumen die Rede. In unseren Messungen ermittelten wir deutlich geringere Werte zwischen 38 und 215 Lumen. Gemessen haben wir die Geräte in ihren Standard-Voreinstellungen, bei einigen haben wir zusätzlich die Farbtemperatur verringert. Sie projizierten standardmäßig mit über 10.000 Kelvin, was entschieden zu kühl ist: Weiß wirkt dann bläulich und Gesichter fahl.

Wer in dunkler Umgebung projiziert, braucht vor allem Kontrast. Wir haben den In-Bild-Kontrast auf einem schwarz-weißen Schachbrettmuster ermittelt. Er ist weitgehend unabhängig vom maximalen Lichtstrom. Bei fünf Geräten lag er um die 100:1, zwei Geräte überboten das mit 136:1 (Aopen) beziehungsweise 186:1 (TopTro), die Beamer von Topvision und Podoor lagen deutlich darunter. Übrigens: Verglichen mit den Kontrastwerten von Monitoren und TVs mögen diese Zahlen erschreckend niedrig klingen, sie gehen im Projektorenbereich aber noch in Ordnung. Selbst hochwertige Heimkinoprojektoren bleiben beim In-Bild-Kontrast unter 350:1. Unser Tipp: Bei Geräten mit ausreichend hohem Lichtstrom kann man den In-Bild-Kontrast etwas verbessern, indem man auf eine graue Leinwand projiziert. Alle Messergebnisse finden Sie in der Tabelle auf Seite 103.



### Toptron TR23

Der elegante TR23 gibt Fotos, Videos, Musik und Textdokumente vom USB-Stick wieder. Das Handydisplay lässt sich per Miracast auf die Projektionsfläche spiegeln, mit Bluetooth-Geräten brachte der TR23 keine Verbindung zustande. Das projizierte Rot ist violett, Grün sehr flau. Versucht man, den Farbton zu korrigieren, wird Rot zwar rot, doch Grün bekommt einen Gelbstich und bleicht aus. Der HD-Beamer gehört zu den helleren und kontraststarken Kandidaten. Sein Preis stieg kurz vor Drucklegung von 160 auf 200 Euro.

- 🟢 ordentlicher Klang
- 🟢 kontraststark
- 🔴 etwas farbstichig

Preis: ab 200 Euro



### Topvision T21

Der HD-Beamer protzt mit vielen Schnittstellen und hat sogar einen Schacht für SD-Karten. Sein Lichtstrom reicht jedoch nur für dunkle Umgebungen. Über dem Bild wird die Leinwand kreisförmig aufgeleuchtet. Die Farbmischung kann und muss man manuell korrigieren, trotz Schärfekorrekturen blieb die Projektion unscharf. Die Lautsprecher kommen gegen das noch akzeptable Lüfterrauschen nicht an. Insgesamt taugt der T21 für Animationsfilme und zum einfachen Zocken.

- 🟢 viele Schnittstellen
- 🔴 Projektion unscharf
- 🔴 streifige Farbverläufe

Preis: ab 100 Euro



### Veemi T01

Der Full-HD-Beamer produziert extrem kühle Bilder, leuchtet die Leinwand sehr ungleichmäßig aus und erzeugt rund ums Bild eine kreisförmige Aufhellung. Die Projektion lässt sich nicht komplett scharf stellen. Beim Spiegeln des Mobilgerätebildschirms kam es in Videos wiederholt zu Rucklern und Tonaussetzern, bei der Medienwiedergabe von USB hängte sich der Beamer zuweilen auf. Das Bild wirkt blass, die Leistungsaufnahme ist hoch, der Lüfter zu laut.

- 🔴 zu kühle Darstellung
- 🔴 sehr laut und energiehungrig
- 🔴 instabiles Casting

Preis: ab 120 Euro

Die Beamer sollten die Projektionsfläche möglichst gleichmäßig ausleuchten. Hier darf man an die Billiggeräte aber keine allzu großen Ansprüche stellen. In unseren Messungen blieben die Kandidaten in Sachen Homogenität durchweg unter 65 Prozent, nur Xgimis Mogo Pro+ schaffte ordentliche 84 Prozent. Damit liegt er im Bereich von Projektoren fürs Heimkino, die teils um die 90 Prozent erreichen, aber auch zehnmals so viel kosten wie die günstigen Mobilgeräte.

Fast alle Testgeräte hellen die Leinwand auch jenseits des eigentlichen Bildes auf. Meist finden sich helle Flecken oberhalb. Das stört in sehr dunkler Umgebung etwas.

Mit dem Lichtstrom steigt der Energiebedarf der Projektoren: Der hellste Beamer zog folglich auch die meiste Leistung. Dennoch zeigten sich auch hier deutliche Unterschiede. So begnügte sich der teure Mogo Pro+ von Xgimi bei einem



Die Beamer können Streaming-Sticks am HDMI-Port per USB mit Strom versorgen. Viele Geräte besitzen einen Klinkenadapter für AV-Signale, einige auch VGA-Buchsen.





### Vilinice BL-89

Der Full-HD-Beamer ist der größte und auch der hellste Projektor dieses Tests, benötigt dafür aber auch die meiste Energie. Für eine Trapezkorrektur wird seine Projektionseinheit zwar hinter dem riesigen Objektiv verkippt, die Bildschärfe geht hier aber trotzdem in Ordnung. Über dem eigentlichen Bild erscheint ein heller Fleck. Die Darstellung ist überstrahlt und zu kühl, Schwarz ungleichmäßig ausgeleuchtet. Die Bewegtbildwiedergabe gelingt dem BL-89 gut.

- ↑ helle Projektion
- ↓ überstrahltes Bild
- ↓ inhomogenes Schwarz

Preis: ab 100 Euro



### Vilinice VL208

Der HD-Beamer projiziert eine farblich ausgewogene, aber arg kühle Darstellung mit guter Graustufenauflösung. Es gelang uns nicht, das Bild gleichzeitig in der Mitte sowie oben und unten scharf zu stellen. Casting vom Handy gelang uns nur mit Samsungs Smart View. Für externe Zuspeler gibt es zwei HDMI-Ports, der Medienplayer gibt Fotos und Videos von USB und SD-Karte wieder. Der eingebaute Lüfter rauscht extrem laut.

- ↑ viele Schnittstellen
- ↓ partiell unscharf
- ↓ sehr laut

Preis: ab 90 Euro



### Xgimi Mogo Pro+

Der unkomplizierte Full-HD-Beamer von Xgimi bringt alles für die mobile Projektion mit, inklusive Akkubetrieb für etwa 2,5 Stunden. Er richtet seine Projektion automatisch gerade, arbeitet leise und erzeugt schöne Farben, aber auch den für DLPs üblichen Regenbogeneffekt. Dank Android TV kommt er ohne externe Streaming-Devices aus, die Netflix-App beendete er im Test jedoch mit Hinweis auf Inkompatibilität. Seine Lautsprecher beschallen kleine Räume gut.

- ↑ Akku, Android TV
- ↑ ausgewogenes Bild
- ↓ teuer

Preis: ab 550 Euro

Lichtstrom von 156 Lumen mit 37,5 Watt, während die Billigeräte von Podoor und Vilinice weniger hell, aber deutlich energiegrüger waren. Sofern man die Beamer nicht rund um die Uhr betreibt, sondern sie nur gelegentlich und kurzzeitig nutzt, kann man über die höhere Leistungsaufnahme hinwegsehen. Sie gewinnt aber an Bedeutung, wenn man den Projektor etwa im Campingwagen als Fernseher-Ersatz nutzen will.

Einen gedimmten Eco-Modus besitzt keines der Geräte. Weniger Licht wäre angesichts der ohnehin nicht besonders hellen Beamer kaum sinnvoll. Der Eco-Modus zielt eigentlich auch auf die Lampenlebensdauer herkömmlicher Beamer, die sich durch geringere Lichtleistung verlängern lässt. Bei LED-Beamern ist das nicht nötig, ihre Leuchtquelle sollte 30.000 Stunden überstehen. Das reicht für täglich fünf Stunden Projektion über 16 Jahre. Dass die LED-Lichtquelle üblicherweise nicht austauschbar ist, scheint angesichts dessen verschmerzbar.

### Ausstattung

Alle Geräte dieses Tests nutzen ein Objektiv mit Festbrennweite, man bekommt ihr Bild also nur größer, indem man den Beamer weiter von der Leinwand abrückt. Doch je größer das Bild, desto dunkler ist es. Einige konnten das Bild innerhalb der Projektion digital verkleinern, der Sinn hat sich uns nicht erschlossen.

Die in den preiswerten Projektoren eingebauten Lautsprecherchen taugen meist nicht viel. Immerhin besitzen unsere Mobilgeräte eine Klinkenbuchse für den Kopfhörer. Für externe Lautsprecher sind die niedrigohmigen Ausgänge nicht gedacht, sie klingen daran zu leise. Es gibt aber kleine Dongles, die das Audiosignal an der Klinkenbuchse abgreifen und per Bluetooth zum Empfänger schicken. Als Empfänger dient dabei beispielsweise eine Bluetooth-Soundbar oder ein Bluetooth-Kopfhörer. Solche Dongles kosten etwa 30 Euro. Im besten Fall beziehen sie die nötige Energie über den USB-Port direkt vom Beamer, was das zusätzliche Netzteil ein-

spart; alternativ legt man eine Powerbank dazu.

Alle Kandidaten besitzen mindestens einen HDMI-Eingang, fünf zusätzlich eine Klinkenbuchse für den mitgelieferten AV-Adapter, über den man Composite-Video und Stereoton ans Gerät legt, drei halten zusätzlich einen Sub-D-Port bereit. Alle bis auf den T21 von Topvision geben mit ihrem Medienplayer von USB-Stick oder SD-Karte Fotos, Videos und Textdokumente wieder.

Fünf Geräte können den Inhalt vom Smartphone spiegeln, beim T21 musste man das Handy dazu allerdings in den Debug-Modus versetzen. Am einfachsten gelang die mobile Übertragung von einem Samsung-Smartphone mit der Samsung-eigenen Casting-App Smart View.

### Fazit

Der Mogo Pro+ von Xgimi sticht sowohl mit seiner Bildqualität als auch dem geringen Betriebsgeräusch heraus – aber auch beim Preis. Dank eingebautem

Akku nebst Android TV kann man ihn wirklich autark betreiben und in gut abgedunkelten Räumen taugt er sogar fürs Heimkino.

Die anderen Kandidaten dieses Tests kosten etwa ein Viertel davon, da darf – und muss – man Abstriche hinnehmen. Der Z10 von Aopen bringt als Besonderheit den Betrieb im Hochformat und als Gimmick VRR fürs Gaming mit. Er ließ

sich mit Smartphones per WLAN verbinden, Notebooks kann man per HDMI oder USB-C anschließen. Das insgesamt unkomplizierte Gerät bringt zudem eine ordentliche Bildqualität auf die Leinwand. Sein echtes Manko ist das laute Lüfterrauschen.

Wer ohne Steckdose beamen will, greift zum YG300 Pro von PVO. Das weißgelbe Leichtgewicht für 60 Euro gibt es

auch unter anderen Produktnamen beziehungsweise von anderen Anbietern wie Vamvo. Achtung: Man findet im Internet preiswertere Varianten wie den YG300 (ohne Pro) mit noch geringerer Pixelauflösung, die an 1080p scheitern wird. Der hier getestete YG300 Pro ist nicht besonders hell und nicht besonders laut, aber einfach in der Handhabung und vor allem sehr klein. (uk@ct.de) **ct**

## Kompakte LED-Projektoren für unterwegs

Gerät	Aopen Z10	Podoor CR50	PVO YG300 Pro	TopTro TR23	Topvision T21	Veemi T01	Vilinice BL-89	Vilinice VL208	XGIMI Mogo Pro+
Hersteller	Aopen	Podoor	PVO	TopTro	Topvision	Veemi	Vilinice	Vilinice	XGIMI
URL	aopen.com	szpodoor.com/en/	via Amazon	via Amazon	topvisiontec.com	aixin-tech.com	vilinice.com	vilinice.com	de.xgimi.com
Projektionstechnik	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	LED	LCD	DLP
Auflösung (Seitenverhältnis)	1920 × 1080 (16:9)	1920 × 1080 (16:9)	800 × 480 (16:9)	1280 × 720 (16:9)	1280 × 720 (16:9)	1920 × 1080 (16:9)	1920 × 1080 (16:9)	1280 × 720 (16:9)	1920 × 1080 (16:9)
Lampentyp	LED	LED	LED	LED	LED	LED	LED	LED	LED
Lebensdauer Lampe	30.000 Stunden	60.000 Stunden	k.A.	45.000 Stunden	90.000 Stunden	60.000 Stunden	100.000 Stunden	80.000 Stunden	30.000 Stunden
Bildhelligkeit laut Hersteller	5000 lm	k.A.	k.A.	8000 lm	5000 lm	8500 lm	7500 lm	5000 lm	300 lm
Lautsprecher (Anzahl / Leistung)	1 / 5 W	2 / 3 W	1 / 2 W	1 / k.A.	2 / k.A.	1 / 3 W	2 / 10 W	2 / 3 W	2 / 3 W
Abmessungen (B × T × H)	23,5 cm × 17 cm × 9,5 cm	12 cm × 13 cm × 15 cm	15 cm × 10 cm × 6 cm	16 cm × 18 cm × 18 cm	19 cm × 15,5 cm × 8 cm	23 cm × 20,5 cm × 14 cm	32,5 cm × 25 cm × 12 cm	21 cm × 15,5 cm × 8,5 cm	95,5 cm × 10,5 cm × 15 cm
Gewicht	1,37 kg	0,9 kg	0,32 kg	1,33 kg	0,91 kg	2,1 kg	2,7 kg	1,02 kg	0,9 kg
<b>Funktionen</b>									
Trapezkorrektur hor. / vert. / autom.	✓ / ✓ / ✓ (vertikal)	– / ✓ / –	– / – / –	– / – / –	– / ✓ (mechanisch) / –	– / ✓ (mechanisch) / –	– / ✓ (mechanisch) / –	– / ✓ (mechanisch) / –	✓ / ✓ / ✓
Bildmodi Presets / User	Standard und Hell / –	Soft, Vivid, Medium / 1	Soft, Vivid, Medium / 1	Standard, Dynamic, Mild / 1	Soft, Vivid, Medium / 1	Soft, Vivid, Medium / 1	Soft, Vivid, Medium / 1	Soft, Vivid, Medium / 1	Energy Saving, Office, Video / 3
<b>Ausstattung</b>									
Anschlüsse	1 × HDMI, 1 × USB-C, Kopfhörer (Klinke), SD-Card-Reader, USB	1 × HDMI, Kopfhörer (Klinke), USB	1 × HDMI, Kopfhörer (Klinke), USB, Micro-USB (Stromversorgung)	1 × HDMI, 1 × AV <sup>1</sup> (Klinke), Kopfhörer (Klinke), USB	1 × HDMI, 1 × VGA (Sub-D), 1 × AV <sup>1</sup> (Klinke), Kopfhörer (Klinke), SD-Card-Reader, 2 × USB	2 × HDMI, 1 × AV <sup>1</sup> (Klinke), Kopfhörer (Klinke), USB	2 × HDMI, 1 × VGA (Sub-D), 1 × AV <sup>1</sup> (Klinke), Kopfhörer (Klinke), 2 × USB	2 × HDMI, 1 × VGA (Sub-D), 1 × AV <sup>1</sup> (Klinke), Kopfhörer (Klinke), SD-Card-Reader, USB	1 × HDMI, Kopfhörer (Klinke), USB
Lieferumfang	Netzteil, WLAN-Adapter, Fernbedienung, Handbuch, Kabel: HDMI, Strom	Netzteil, Ministativ, Fernbedienung, Handbuch, Kabel: HDMI, Strom	Netzteil, Fernbedienung, Handbuch, Kabel: HDMI, HDMI-Verlängerung, Strom	AV-Adapter, Fernbedienung, Handbuch, Kabel: HDMI, Strom	AV-Adapter, Fernbedienung, Handbuch, Kabel: HDMI, Strom	AV-Adapter, Fernbedienung, Handbuch, Kabel: HDMI, Strom	AV-Adapter, Fernbedienung, Handbuch, Staubtuch, Kabel: HDMI, Strom	AV-Adapter, Fernbedienung, Handbuch, Kabel: HDMI, Strom	Fernbedienung, Handbuch, Kabel: HDMI, Strom
Besonderheiten	Casting, Bluetooth-Receiver, Medienplayer, Hochformatprojektion	Medienplayer	Betrieb mit Powerbank möglich, Medienplayer	Casting, Medienplayer	Casting (nur EZCast im Debug-Mode)	BT-Receiver, Medienplayer	Medienplayer	Casting (nur Smart View), Medienplayer	Android TV, Akku eingebaut, Casting, Bluetooth-Receiver, Medienplayer
<b>Messergebnisse<sup>2</sup></b>									
Lichtstrom / Kontrast <sup>3</sup>	100 lm / 136:1	68 lm / 39:1	38 lm / 102:1	134 lm / 186:1	44 lm / 32:1	111 lm / 129:1	215 lm / 103:1	58 lm / 112:1	156 lm / 96:1
Ausleuchtung / mittlere Farbtemperatur	52,2 % / 6600 K	69 % / 7500 K	56,5 % / 6900 K	60 % / 9300 K	57,4 % / 10.100 K	63,8 % / 11.500 K	53,8 % / 7200 K	47,5 % / 11.500 K	84,4 % / 10.000 K
Lüfterlautstärke	4,6 sone	1,6 sone	2,4 sone	2,2 sone	1,8 sone	4,6 sone	3,9 sone	4,7 sone	0,4 sone
Leistungsaufnahme Betrieb / Standby	50,5 W / 4,8 W	55,5 W / 1 W	30,4 W / 0,2 W	52,7 W / 0,4 W	39,6 W / 2,3 W	88,3 W / 0,9 W	130 W / 1,3 W	46,6 W / 1,8 W	37,5 W / 0,4 W
<b>Bewertung</b>									
Helligkeit / Kontrast	○ / ⊕	⊖ / ⊖	⊖⊖ / ○	○ / ⊕	⊖⊖ / ⊖	○ / ○	⊕ / ○	⊖ / ○	○ / ○
RGB-Grundfarben / Farbmischung	⊕ / ⊕	○ / ○	⊖ / ⊕	⊖ / ⊖	○ / ○	○ / ⊖	○ / ○	○ / ⊕	⊕ / ⊕
subj. Bildqualität	⊕	○	○	○	⊖	⊖	⊖	○	⊕
Betriebsgeräusch	⊖⊖	○	⊖	○	⊖	⊖⊖	⊖⊖	⊖⊖	⊕⊕
Bedienung	⊕	○	⊕	⊕	⊕	○	⊖	○	⊕⊕
Ausstattung	⊕⊕	⊖	○	⊕	○	○	⊖	⊕	⊕⊕
Garantie	12 Monate	12 Monate	12 Monate	36 Monate	12 Monate	12 Monate	12 Monate	24 Monate	12 Monate
Preis	120 €	170 €	60 €	160 €	98 €	120 €	100 €	90 €	550 €

<sup>1</sup> Composite-Video plus Audio    <sup>2</sup> ermittelt im Standard-Preset    <sup>3</sup> gemessen gemäß ANSI auf weißem Schirm bzw. Schachbrettmuster  
 ⊕⊕ sehr gut    ⊕ gut    ○ zufriedenstellend    ⊖ schlecht    ⊖⊖ sehr schlecht    ✓ vorhanden    – nicht vorhanden    k.A. keine Angabe



# Zeiger und Zeigen

## Sechs Hybriduhren mit praktischen Extras

**Hybriduhren sehen trotz ihrer smarten Funktionen dank mechanischer Zeiger wie herkömmliche Uhren aus. Sie zeigen aber auf kleinen Displays Nachrichten an, manche zeichnen ein EKG auf und mit einigen kann man sogar drahtlos bezahlen.**

Von Stefan Porteck

Anders als Smartwatches haben Hybriduhren keinen vollflächigen Touchscreen, sondern mechanische Zeiger, die sich über einem physischen Ziffernblatt drehen. Darin liegt der Reiz für alle, die sich lieber eine klassische, elegante oder sportliche Uhr, als ein plumpes Mini-Display am Handgelenk wünschen. Trotzdem überwachen Hybriduhren die Aktivitäten, zeigen Benachrichtigungen vom Smartphone auf integrierten Kleinstdisplays. Manche steuern gar die Musikwiedergabe, ohne dass man das Handy extra aus der Tasche fummeln muss, oder eignen sich zum Bezahlen.

Anders als Smartwatches zeigen die kleineren integrierten Displays der Hy-

bridwatches keine ausgefeilten Grafiken an. Apps kann man auch nicht darauf installieren. Der Funktionsumfang wird somit vom jeweiligen Hersteller festgelegt, von denen jeder geringfügig andere Prioritäten setzt. Daher muss man sich vor dem Kauf dafür entscheiden, ob man eher eine Benachrichtigungszentrale fürs Handgelenk wünscht, eine Uhr, die die Gesundheit überwacht, oder eine, die beim Protokollieren sportlicher Leistungen unterstützt.

Für unseren Test haben wir sechs Hybriduhren in die Redaktion geholt. Zu den Allroundern zählen die Modelle von Fossil und Skagen. Beide Uhren sind abgesehen von der Größe und dem Design technisch



identisch, weshalb wir sie in der Produktbeschreibung zusammengefasst haben. Withings hat zwei Uhren beigesteuert, die mit umfangreichen Scans von Vitalfunktionen aufwarten. Die beiden Testkandidaten von Garmin richten sich eher an Sportler.

### Technische Vielfalt

Hybriduhren haben ein konventionelles Ziffernblatt, das mehr oder weniger dezent ein Display integriert. Withings nutzt bei der ScanWatch und der ScanWatch Horizon ein rundes OLED mit einem Durchmesser von knapp anderthalb Zentimetern. Bei der Horizon fällt es ausgeschaltet auf dem dunklen Ziffernblatt kaum auf, bei der anderen ScanWatch mit weißem Hintergrund umso mehr. Wer sich daran stört, greift besser zum schwarzen Modell. Das einfarbige OLED aktiviert sich auf Knopfdruck oder automatisch beim Drehen des Handgelenks. Der Vorteil: Es ist leuchtstark und lässt sich auch unter Sonnenlicht perfekt ablesen. Ein Helligkeitssensor sorgt dafür, dass es stets nur so hell leuchtet wie nötig, sodass es im Dunkeln nicht zu hell strahlt. Wegen des höheren Stromverbrauchs sollte es aber trotzdem nicht dauerhaft eingeschaltet bleiben.

Fossil und Skagen haben bei ihren Hybriduhren der sechsten Generation einen anderen Weg eingeschlagen. Nahezu die gesamte Fläche des Ziffernblattes ist ein E-Paper-Display, wie man es aus E-Book-Readern kennt. Das bringt gleich zwei Vorteile: Die Anzeigefläche wirkt wie gedruckt und ist praktisch nicht als ein Display zu erkennen – zumindest solange man die Uhr nicht aktiv bedient. Beide Testkandidaten sehen deshalb aus wie herkömmliche Damen- beziehungsweise Herrenuhren.

Zudem verbrauchen E-Ink-Displays nur dann Energie, wenn sich der Bildinhalt ändert. Dafür wird an die an der Oberseite weißen und an der Unterseite schwarzen Mikrokügelchen eine Spannung angelegt, worauf jedes Kügelchen die gewünschte Position einnimmt. Der Bildpunkt erscheint also weiß oder schwarz. Danach verweilen alle Kügelchen ohne weitere Stromzufuhr in dieser Position. Da E-Ink-Displays nicht leuchten, lassen sie sich sehr gut unter Sonnenlicht ablesen, aber nicht im Dunkeln. Fossil und Skagen spendieren den Uhren deshalb vier LEDs als Ziffernblattbeleuchtung, die man durch einen Doppeltipp aufs Uhrglas kurzzeitig aktiviert.

Einen ähnlichen Ansatz verfolgt die Instinct Crossover Solar. Bei ihr hat der Hersteller Garmin noch tiefer in die technische Trickkiste gegriffen: Die Hybriduhr verfügt ebenfalls über ein fast über das gesamte Ziffernblatt reichendes Display. Zum Einsatz kommt ein transflektives LCD mit monochromer Darstellung. Diese Displays haben hinter der bildgebenden Flüssigkristallschicht eine reflektierende Schicht, die einfallendes Licht zurückwirft. Je mehr Licht aufs Display scheint, desto kontrastreicher ist die Darstellung und entsprechend besser lässt es sich ablesen. Deshalb benötigen transflektive LCDs die meiste Zeit kein Backlight, was sie im Alltag ebenfalls wenig am Akku der Uhr nagen lässt. Im Dunkeln aktiviert man die LED-Beleuchtung über einen Knopf. Unser Testexemplar integriert im Display zudem eine Solarzelle. So soll sich die Laufzeit – genug regelmäßiges Sonnenlicht vorausgesetzt – theoretisch auf mehr als zwei Monate ausdehnen lassen.

Die Vivomove Style von Garmin mit ihrem Ziffernblatt in Rillenoptik sieht so

stylish aus, wie sie heißt. Der Clou sind aber die beiden OLED-Displays im oberen und unteren Teil, die man im ausgeschalteten Zustand nicht mal erraten kann. Sofern man die smarten Funktionen der Vivomove Style nicht benutzt, verrät nichts ihre technischen Innereien. Sobald man die Uhr durch Drehen des Handgelenks zum Leben erweckt, ist der Aha-Effekt umso größer, denn die bunten Grafiken wirken durch das geriffelte Ziffernblatt gar nicht wie von einem Display dargestellt.

Zudem hat Garmin sich zwei coole Gimmicks einfallen lassen: Durch die einzelnen Ansichten scrollt man durch Wischen übers Uhrglas, das eine Touch-Erkennung eingebaut hat. Anders als bei den anderen Testkandidaten werden die Zeiger bei der Vivomove Style nicht einfach in eine Position gefahren, in der sie Displays nicht verdecken, sondern in die Anzeige eingebunden. So wird etwa das Erreichen des täglichen Schrittziels auf einer analogen Skala abgetragen, etwa wie bei der Tankanzeige im Auto.

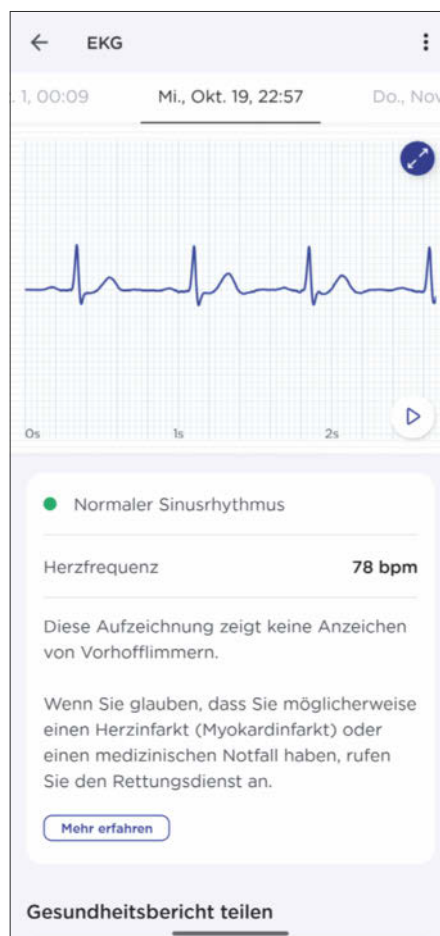
Das größere, farbige Display der Vivomove Style ist offenbar auch etwas leistungshungriger. In unseren Tests hielt die Uhr mit einer Ladung rund eine Woche durch, was sich mit den Angaben des Herstellers deckt. Zum Vergleich: Die Modelle von Fossil und Skagen schaffen rund zwei Wochen und die Modelle von Withings sogar fast vier.

Diese lange Laufzeit erreicht auch die Instinct Solar von Garmin. Wird sie regelmäßig der Sonne ausgesetzt, verlängert ihre Solarzelle die Laufzeit sogar um weitere Wochen.

### Alles im Blick: Withings

Der französische Hersteller Withings hat neben Uhren auch weitere Gesundheitsgadgets wie Waagen, Schlafanalysematratzen, Blutdruckmessgeräte und Fieberthermometer im Angebot. Die Daten aller Withings-Geräte laufen in derselben App namens Health Mate zusammen, die auch die Körperdaten der ScanWatch und der ScanWatch Horizon empfängt und aufbereitet.

Withings versteht Health Mate eher als ein Gesundheits- als ein Fitness-Portal: Funktionen wie das EKG beider Uhren und die Messungen von Puls und Blutsauerstoffsättigung haben eine Zertifizierung als Medizinprodukt. Auch unauffällige Nebenfunktionen der Uhren dienen der Überwachung der Gesundheit. So



**Die ScanWatch-Uhren von Withings zeichnen ein Einkanal-EKG auf.**

wertet Health Mate mit den ScanWatch-Uhren den Schlaf nicht nur nach Dauer und Qualität aus, sondern überwacht in regelmäßigen Messungen die Atemfrequenz und die Sauerstoffsättigung, um eventuelle Atemstörungen zu erkennen. Tagsüber wird die Herzfrequenz kontinuierlich auf zu niedrige und zu hohe Werte und auf Anzeichen von Vorhofflimmern überprüft.

Darüber hinaus tracken beide Uhren die üblichen Körperdaten, wie Schritte, zurückgelegte Strecke, aktive Minuten, erklommene Stockwerke und Workouts. Gängige Trainings wie Laufen und Radfahren erkennen sie automatisch und starten nach wenigen Minuten die Protokollierung. Die Aufzeichnung anderer Sportarten wie Rudern, Ball- und Kraftsportarten oder Yoga startet man manuell. Die unterstützten Aktivitäten sollten den meisten Amateursportlern ausreichen.

Alle Trainings und Vitaldaten zeigt die App Health Mate sehr übersichtlich an: Auf der Startseite präsentiert sie Kacheln mit den aktuellen Messungen. Tippt man sie an, erscheint eine Detailansicht mit weiteren Informationen und eine Auswertung nach Tagen, Wochen und Monaten. Im sogenannten Dashboard fasst die App Schlaf, Aktivität, Herzgesundheit und – sofern man zusätzliche Withings-Geräte besitzt – Daten zum Gewicht, zum Körperfett, der Muskelmasse und dem Blutdruck zusammen.

Die Anbindung ans Smartphone beschränkt sich bei Health Mate dagegen nur aufs Wesentliche: In den Einstellungen lassen sich Apps auswählen, deren Benachrichtigungen sich auf die Uhr pushen lassen. So bekommt man die wichtigsten Informationen dezent aufs Handgelenk geliefert. Sobald die Uhr vibriert, muss man aber fix sein, da sie direkt danach anfängt, den Nachrichteninhalt durchs Display zu scrollen. Ist man zu langsam, muss man auf den zweiten Durchlauf warten. Nachrichten lassen sich auf den ScanWatch-Uhren jedoch nicht beantworten oder als gelesen markieren.

### Alles im Blick: Garmin

Die zu beiden Uhren gehörige App von Garmin schafft den Spagat zwischen vielen Funktionen und einer übersichtlichen und leicht zu bedienenden Oberfläche. Auf der Startseite fasst sie in der Rubrik „Mein Tag“ alle aktuellen Fitness- und Gesundheitsdaten übersichtlich zusammen. Durch Antippen einzelner Werte ge-



### Fossil Machine / Skagen Jorn

Beide Uhren der Fossil-Unternehmensgruppe warten mit Beschleunigungssensoren und einem optischen Sensor zur Messung der Herzfrequenz und der Blutsauerstoffsättigung auf. Eigene GPS-Sensoren haben sie nicht an Bord, sofern man das Handy zum Sport mitnimmt, holen sie sich die Standort- und Entfernungsdaten von dort.

Das E-Paper-Display beider Uhren lässt sich sehr gut ablesen und verleiht beiden Uhren einen edlen und klassischen Look. In der App lässt sich das Aussehen der Ziffernblätter recht flexibel an eigene Wünsche anpassen. Neben vorgefertigten Designs kann man auch eigene Styles kreieren und selbst entscheiden, wo, wie und welche Daten auf dem Ziffernblatt landen.

Gut gefallen hat uns die Bedienung: Die Krone öffnet das Menü, worauf auf jeder Stundenmarkierung ein Icon mit einer Funktion beziehungsweise einem Menüpunkt erscheint. Durch Drücken des oberen und unteren Knopfes rotieren die Zeiger von Icon zu Icon. Hat man die gewünschte Funktion markiert, wird sie durch einen erneuten Druck auf die Krone aufgerufen.

Ebenfalls einzigartig im Test: Die Uhren lassen sich in der Smartphone-App mit dem eigenen Alexa-Account verknüpfen. Dank eingebauter Mikros übermitteln die Uhren Sprachbefehle an den digitalen Assistenten. Anders als bei Smartwatches von Fossil und Skagen läuft auf der Machine und der Jorn nicht Googles Wear OS, sondern ein eigenes Betriebssystem.

- ↑ schickes Aussehen
- ↑ gutes Bedienkonzept
- ↓ wenig Sporttracking

Preis: 200 Euro bis 260 Euro



### Garmin Instinct Crossover Solar

Die Instinct Crossover Solar von Garmin hat ein stoßfestes Gehäuse im Outdoor-Look und ist wasserdicht bis 10 ATM. Im Inneren stecken Beschleunigungssensoren, Sensoren für die Messung von Puls und O<sub>2</sub>-Sättigung sowie für GPS, GLONASS und Galileo, ein Höhenmesser und ein Thermometer.

So ausgerüstet bewältigt die Instinct Crossover Solar Trainings autark und ohne gekoppeltes Smartphone. Die Bedienung erfolgt dann über die Knöpfe an der Uhr. Neben der Aufzeichnung der üblichen Vitaldaten nebst Schlaftracking unterstützt die Hybriduhr sehr viele Sportarten und Trainingsmodi wie Cardio-Training. Darüber hinaus bietet sie unter anderem Modi für Schwimmen, Radfahren und Outdoor-Aktivitäten und wiederum für manche davon auch verschiedene Profile, etwa zum Bergsteigen, Wandern oder Bouldern. Beim Training unterstützt sie mit Planungs- und Analysefunktionen unter anderem durch Angaben der Herzfrequenzvariabilität, der Atemfrequenz, der Trainingsbelastung und der Erholungszeit.

Abseits vom Sport wartet sie mit der Anzeige von Smartphone-Benachrichtigungen auf, die sich sogar mit vorgefertigten Texten auf Knopfdruck beantworten lassen. Sie eignet sich dank Garmin Pay zum drahtlosen Bezahlen überall wo Kreditkarten akzeptiert werden. Die Akkulaufzeit liegt bei mehreren Wochen, sofern man GPS & Co. sparsam benutzt. Die eingebaute Solarzelle verlängert bei genügend Sonnenlicht die Laufzeit noch weiter.

- ↑ sehr viele Funktionen
- ↑ gute Ausstattung
- ↓ teuer

Preis: 600 Euro



### Garmin Vivomove Style

Garmin bietet die Vivomove Style in diversen Farbvarianten und mit verschiedenen Armbändern an, sodass jeder eine Uhr passend zum eigenen Geschmack finden sollte. Eingeschaltet lässt sich die Anzeige gut ablesen und bezieht die analogen Zeiger zur Fortschrittsanzeige ein.

Gut gefallen hat uns die Navigation mittels Touchgesten auf dem Uhrenglas durch die einzelnen Körperdaten. Durch einen Tipp aufs Uhrenglas gelangt man in Untermenüs mit Detailansichten. Trainings und Workouts lassen sich ebenfalls direkt auf der Uhr starten. Währenddessen zeigt die Vivomove Style etwas detailliertere Infos als die Uhren anderer Hersteller, etwa den aktuellen Puls und beim Gehen oder Laufen, die Pace und eine Vibrationsnachricht für jeden zurückgelegten Kilometer. Dank ihres geringen Gewichts von nur 34 Gramm ist sie beim Sport sehr angenehm zu tragen und eignet sich aufgrund ihrer Wasserfestigkeit von 5 ATM auch zum Schwimmen, lässt sich im Wasser über den Touchscreen aber schlecht bedienen.

Praktisch: Sofern man seine Zahlungsinformationen hinterlegt, eignet sich die Vivomove Style zum kontaktlosen Bezahlen. Einziger Wermutstropfen ist, dass die Uhr im Vergleich zu den anderen Testkandidaten mit einer Akkuladung nicht mehrere Wochen durchhält, sondern in unseren Tests nach rund fünf Tagen nach dem Ladekabel rief. Doch damit schneidet sie immer noch besser ab als jede vollwertige Smartwatch.

- 👆 schick und vielseitig
- 👆 Bezahlfunktion
- 👇 kürzere Laufzeit

Preis: 350 Euro



### Withings ScanWatch

Die ScanWatch von Withings präsentiert auf ihrem OLED-Display verschiedene Körper- und Gesundheitsdaten sowie Benachrichtigungen von auswählbaren Apps. Längere Texte werden als Laufschrift gescrollt. Durch das Drehen der Krone scrollt man durch die einzelnen Anzeigen und Menüpunkte.

Ausgestattet mit Bewegungssensoren, einem barometrischen Höhenmesser und einem optischen Sensor, der die Pulsfrequenz und die Sauerstoffsättigung des Blutes (SpO<sub>2</sub>) misst, bietet die Uhr ein solides Sport- und Aktivitätstracking: Standards wie Laufen und Radfahren erkennt sie automatisch und zeichnet ein Workout auf. Darüber hinaus lassen sich andere Sportarten wie beispielsweise Yoga, Rudern oder Ball- und Kraftsport manuell starten. Für die meisten Nutzer dürften die trackbaren Sportarten ausreichen, ganz so umfangreich wie bei Garmin ist das Portfolio aber nicht. Nachts erkennt die ScanWatch die Einschlaf- und Aufwachzeit und wertet den Schlaf nach Leicht-, Tief- und REM-Schlafphasen aus. Die App präsentiert morgens eine Analyse der Schlafqualität.

Wie die meisten Uhren des Tests misst die ScanWatch die Herzfrequenz und die Blutsauerstoffsättigung. Darüber hinaus wartet sie mit einem Highlight auf: Auf Knopfdruck erstellt sie ein Elektrokardiogramm (EKG). Anders als beim Arzt handelt es sich dabei mangels zusätzlicher Elektroden nur um ein Einzelkanal-EKG. Doch auch damit lassen sich Herzrhythmusstörungen und Vorhofflimmern sehr gut erkennen.

- 👆 schick
- 👆 viele Funktionen
- 👆 lange Laufzeit

Preis: 300 Euro



### Withings ScanWatch Horizon

Withings bietet die ScanWatch in verschiedenen Varianten an. Das Modell Horizon empfindet den Look einer Taucheruhr nach und ist klar auf einen edlen Auftritt getrimmt. Die Lünette ist keine Dekoration, sondern lässt sich wie bei anderen Taucheruhren gegen den Uhrzeigersinn drehen.

Wie die reguläre ScanWatch hat auch die Horizon zwei Komplikationen: Im oberen Totalisator steckt das OLED-Display, das Nachrichten und die Körperdaten anzeigt. Im unteren trägt ein Analogzeiger den Fortschritt zum täglich gesetzten Schrittziel an. Das Messingziffernblatt hat einen Sonnenschliff, der das Licht ausgehend vom Mittelpunkt fächerartig bricht. Weil das Uhrenglas aus Saphirglas ist, muss man keine Kratzer befürchten.

Zum Lieferumfang gehört ein Stahlarmband mit einer Faltschließe. Das satinierte Band quietscht und klappert nicht und hinterlässt auch an warmen Tagen keine schwarzen Spuren auf der Haut. Löblich: Die Horizon kommt mit einem Bandklotz, einem Hämmerchen nebst Stifttreiber. Damit kann man das Armband selbst kürzen und spart sich den Gang zum Uhrmacher. Wem die Horizon mit ihren 138 Gramm zu schwer ist, der nutzt alternativ das ebenfalls mitgelieferte Kunststoffarmband.

Von der technischen Ausstattung und vom Funktionsumfang entspricht die Horizon dem Schwestermodell, weshalb deren Beschreibung und Bewertung übertragbar ist.

- 👆 sehr edles Design
- 👆 viele Funktionen
- 👇 teuer

Preis: 500 Euro



langt man zu einer langfristigen Auswertung, die sich komfortabel nach unterschiedlichen Zeiträumen filtern lässt. Dort punktet die App mit aussagekräftigen Diagrammen und hilfreichen Zusammenfassungen.

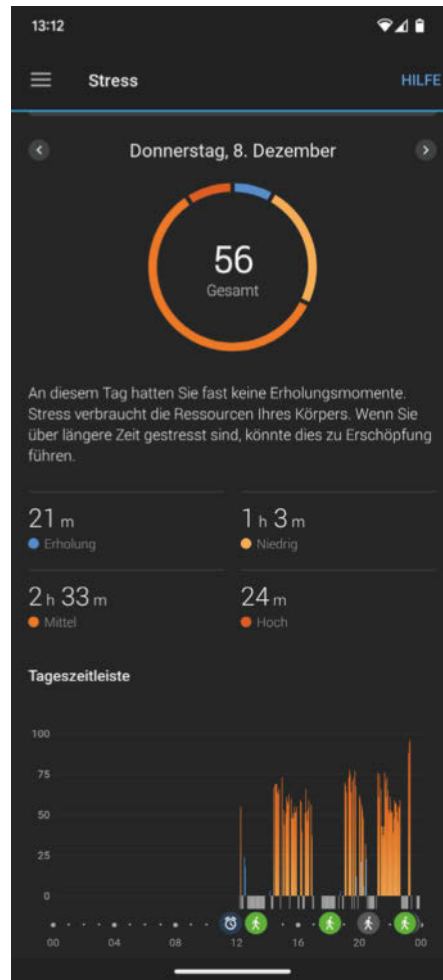
Über das ausklappbare Seitenmenü liefert die App sehr detaillierte Einblicke in sämtliche Gesundheitsdaten und Aktivitätseinheiten – und von denen gibt es mehr als in den Apps der anderen Testkandidaten. Für Sportler finden sich im Seitenmenü zudem Leistungsstatistiken, die unter anderem den Trainingszustand, die Leistungskurve, die Variabilität der Herzfrequenz und weitere Infos aufbereiten. Welche Werte die App ausweist, hängt von der verwendeten Uhr ab.

Sehr gut gefallen hat uns der Abschnitt, in dem man in der App eigene Trainings erstellt. Dort gibt man etwa für Laufen oder Radfahren Segmente zum Aufwärmen, Trainieren und fürs Ausklingen an. Einzelne Segmente lassen sich in der Dauer und der Anzahl der Wiederholungen anpassen. Zudem kann man jeweils spezifische Ziele festlegen, etwa eine Entfernung, eine Herzfrequenz oder die Schrittfrequenz. Die hervorragend auswertbare Aktivitätendatenbank dient als Joggingtagebuch, Urlaubs-GPS und Wanderstreckenarchiv.

Für weniger ambitionierte Sportler wartet die Garmin-App zudem mit zwei praktischen Kennzahlen auf, die sie aus den Gesundheitsdaten, nach einer von Garmin nur allgemein beschriebenen Auswertung, berechnet: Body Battery und Stresslevel. Die Body Battery soll laut Garmin die eigenen Energiereserven widerspiegeln. Pausen am Tag und erholsamer Schlaf laden sie auf, Sport und Stress entladen sie. Obgleich die Berechnung sicher nicht strengen wissenschaftlichen Kriterien standhalten dürfte, zeichnete sie während unseres Tests ein realistisches Bild der gefühlten subjektiven Leistungsfähigkeit – und hat bei Langzeitnutzern in der Redaktion so manches Zipperlein ein paar Tage im Voraus erkannt. Gleiches galt offenbar für den Stressindikator, für den Garmin Ruhepulswerten heranzieht.

### Alles im Blick: Fossil und Skagen

Die Uhren von Fossil und Skagen haben zwar verschiedene Companion-Apps fürs Smartphone, diese unterscheiden sich aber nur im Namen und nicht vom Funktionsumfang. Beide Uhren beziehungsweise Apps erfassen Schritte, die Strecke,



**Die Uhren von Garmin errechnen anhand der Herzfrequenz den persönlichen Stress-Level.**

den Puls und die Blutsauerstoffsättigung und werten mit einem Schlaftracking auf, das zwischen verschiedenen Schlafphasen unterscheidet.

Für Schritte, aktive Minuten, Kalorienumsatz und die Schlafdauer lassen sich individuelle Ziele einrichten. Praktisch: Auf Wunsch passen die Apps die Ziele wöchentlich anhand der individuellen Aktivität dynamisch an. Die Uhren geraten bei den unterstützten Sportarten für ambitionierte Sportler leicht ins Hintertreffen: Für Laufen, Spazieren, Radfahren und Rudern bieten die Uhren von Fossil und Skagen zwar eine automatische Erkennung; in der jeweiligen App lässt sich einstellen, nach wie vielen Minuten der Aktivität ein Workout aufgezeichnet werden soll. Andere Trainings werden direkt an der Uhr gestartet, aber mit Wandern, Gewichtheben, Laufband, Spinning, Crosstraining und generellem Training ist die Anzahl der unterstützten Sportarten geringer als bei den übrigen

Testkandidaten. Die Auswertung in der jeweiligen App ist bei beiden Hybriden übersichtlich und lässt sich nach Tagen, Wochen und Monaten filtern. Beide Apps warten aber nicht mit ausgefeilten Analysefunktionen und Statistiken auf, wie Garmin und Withings.

Während die Uhren von Fossil und Skagen beim Sporttracking nicht ganz mit der Konkurrenz mithalten können, punkten sie dagegen bei der Integration ans Smartphone. So lassen sie etwa das Telefon klingeln, falls man es verlegt hat, rufen Wetterdaten aufs Uhrendisplay und haben sogar einen Sprachassistenten an Bord (siehe Einzelbesprechungen der Uhren).

### Hin und her schieben

Egal wie schön, umfangreich oder übersichtlich die zu den Uhren gehörigen Apps zur Auswertung der Körperdaten auch sind, viele Nutzer haben den Wunsch, dass die Apps die Daten auch exportieren und mit anderen Apps teilen. Beide Wünsche erfüllen die Uhren und Apps unseres Tests in unterschiedlichem Maße. Withings verhält sich im Vergleich lobenswert offen: In der Web-Version des Health-Mate-Portals lassen sich historische Körper- und Gesundheitsdaten importieren und der Withings-Cloud hinzufügen. Die von Withings-Uhren, -Waagen und anderen Geräten des französischen Herstellers aufgezeichneten Werte lassen sich umgekehrt auch als CSV-Datei exportieren und so in andere Apps wieder importieren oder notfalls auch mit Excel auswerten.

Noch besser bewerten wir, dass die Health-Mate-App nativ die Kopplung an andere Fitnessportale unterstützt. So landen von den ScanWatches erhobene Daten nicht nur in Health Mate, sondern auf Wunsch auch automatisch bei Apple Health, Google Fit, Strava, Runkeeper, My Fitness Pal oder Samsung Health.

Während unseres Tests wurde erfreulicherweise ein App-Update veröffentlicht, das die Unterstützung von Google Health Connect unterstützt. Dabei handelt es sich um eine System-App für Android-Smartphones, die die Insellösungen für Gesundheitsdaten zusammenführen soll. Health Connect verbindet sich mit unterstützten Gesundheits- und Fitness-Apps, liest von diesen gewünschte Daten und Aktivitäten aus und speichert sie in einer lokalen Datenbank auf dem Handy. Von dort kann Health Connect sie auch in andere kompatible Apps exportieren. Das ist vor allem praktisch,

wenn man mehrere Apps nutzen und synchronisieren möchte oder auf eine andere App umsteigen will.

Garmin Connect ist nicht ganz so flexibel bei der Einbindung von Drittanbieter-Apps. Mit der Connect App lassen sich immerhin Microsoft Office, MyFitnessPal und Strava verknüpfen. Wie auch Withings erlaubt Garmin den Export aller Körper- und Trainingsdaten. Das klappt allerdings nicht mit der App auf dem Smartphone, sondern über den Browser auf der Garmin-Connect-Website.

Die Uhren von Fossil und Skagen werten die Fitnessdaten in ihren eigenen Apps zufriedenstellend aus, wer sich aber etwas mehr Komfort und Statistiken wünscht, verbindet die Apps mit Google Fit oder


Apple HealthKit. Einen direkten Export der Daten bietet keine der beiden Apps.

### Fazit

Beim Fitnesstracking bieten alle Testkandidaten vergleichbare Funktionen. Sie unterscheiden sich aber stärker beim Auswerten komplexer Trainings und deren Planung und Kontrolle. Sportler kommen mit den Uhren von Garmin am ehesten auf ihre Kosten. Die Hybride zeichnen exakt und vielseitig auf, woraus die App diverse Statistiken errechnet.

Die Uhren von Withings punkten mit einem schönen Aussehen und einem Fokus auf Fitness und Gesundheit. Wer weitere Geräte von Withings besitzt, findet alle Körper- und Gesundheitsdaten

übersichtlich in einer App. Trotz des Fokus auf Vitalparameter unterstützen die Uhren genügend Sportarten, sodass sie sich für Gelegenheitsportler auch zur Trainingsauswertung eignen.

Die Uhren von Fossil und Skagen bieten Aktivitätstracking und werten ebenfalls gängige Sportarten aus. Was die Apps anzeigen, ist aber nicht so ausgefeilt und detailreich wie bei Garmin und Withings. Dafür punkten die Uhren mit großen Displays und einer guten Anbindung ans Smartphone: Dank Benachrichtigungen, Sprachassistent und Musiksteuerung kann das Telefon häufiger in der Tasche bleiben. Ungeschlagen sind beide Hersteller bei der Varianz von Modellen, Größen und Farben. (spo@ct.de) 

## Hybriduhren

Gerät	Machine (Gen. 6)	Instinct Crossover Solar	Vivomove Style	Jorn (Gen. 6)	ScanWatch	ScanWatch Horizon
Hersteller	Fossil	Garmin	Garmin	Skagen	Withings	Withings
<b>Gehäuse</b>						
Durchmesser / Höhe	45 mm / 15 mm	45 mm / 16 mm	42 mm / 12 mm	38 mm / 15 mm	42 mm / 15 mm	43 mm / 14 mm
Gewicht	144 g	65 g	32 g	44 g	78 g	138 g
wasserfest	3 ATM	10 ATM	5 ATM	3 ATM	5 ATM	5 ATM
Laufzeit <sup>1</sup>	zwei Wochen	vier Wochen (70 Tage bei täglich 3 Std. Sonnenschein)	5 Tage	zwei Wochen	vier Wochen	vier Wochen
Druckknöpfe (Anzahl)	1	5	—	1	1	1
Stegbreite	24 mm	22 mm	20 mm	18 mm	20 mm	20 mm
Armband wechselbar	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Varianten	Schwarz, Grau, Silber	Blau, Grau, Schwarz	Weißgold, Rosé, Schwarz, Silber	Gold, Silber	Schwarz, Weiß	Blau, Grün
<b>Eigenschaften</b>						
App Android / iOS	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Display	E-Ink-Display (240 × 240 Pixel)	Transfexives LCD (176 × 176 Pixel)	OLED (240 × 240 Pixel)	E-Ink-Display (240 × 240 Pixel)	OLED (120 × 80 Pixel)	OLED (120 × 80 Pixel)
Sensoren	Beschleunigungsmesser, SpO <sub>2</sub> -Sensor, Puls-Sensor	Beschleunigungsmesser, barometrischer Höhenmesser, Kompass, Thermometer, SpO <sub>2</sub> -Sensor, Puls-Sensor	Beschleunigungsmesser, barometrischer Höhenmesser, SpO <sub>2</sub> -Sensor, Puls-Sensor	Beschleunigungsmesser, SpO <sub>2</sub> -Sensor, Puls-Sensor	Beschleunigungsmesser, barometrischer Höhenmesser, SpO <sub>2</sub> -Sensor, Puls-Sensor, EKG	Beschleunigungsmesser, barometrischer Höhenmesser, SpO <sub>2</sub> -Sensor, Puls-Sensor, EKG
GPS	—	✓ (GPS, Glonass, Galileo)	—	—	—	—
Tracking	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Workouts	✓	✓	✓	✓	✓	✓
weitere Health-Portale	Google Fit, Apple Health	Strava, MyFitnessPal	Strava, MyFitnessPal	Google Fit, Apple Health	Google Fit, Apple Health, Strava, Samsung Health, MyFitnessPal, Runkeeper, Google Health Connect	Google Fit, Apple Health, Strava, Samsung Health, MyFitnessPal, Runkeeper, Google Health Connect
Benachrichtigungen	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Benachrichtigungen beantworten	—	✓	✓	—	—	—
Uhr finden / Telefon finden	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	— / —	— / —
Musiksteuerung	✓	✓	✓	✓	—	—
Erinnerungen / Wecker	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Bezahlfunktion	—	✓ (Garmin Pay)	✓ (Garmin Pay)	—	—	—
Besonderheiten	Amazon Alexa	Solarzelle	—	Amazon Alexa	EKG	EKG
<b>Bewertung</b>						
Tragekomfort	○	⊕⊕	⊕	⊕	⊕	○
Funktionsumfang / Tracking	⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ○	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕
Bedienung	⊕⊕	○	⊕⊕	⊕⊕	⊕	⊕
Preis	260 €	600 €	350 €	200 €	300 €	500 €

<sup>1</sup> Herstellerangabe    ✓ vorhanden    — nicht vorhanden    ⊕⊕ sehr gut    ⊕ gut    ○ zufriedenstellend    ⊖ schlecht    ⊖⊖ sehr schlecht



# Quasselstrippen

## Lizenzfreie Funkgeräte für jedermann

**Walkie-Talkies kosten nur rund 30 Euro pro Paar und eignen sich nicht nur im Katastrophenfall als Mobilfunk-Alternative. Allerdings gibt es mit LPD, PMR, CB und Freenet verwirrend viele Systeme für den Jedermannfunk. Wir beraten, was man kaufen kann und was man von den Geräten praktisch erwarten darf.**

Von Michael Link und Urs Mansmann

**G**egenwärtig sind Funkgeräte wieder im Kommen und werden gern als unverzichtbarer Bestandteil der Vorsorgekiste für alle möglichen Katastrophen genannt – neben Kurbelradio, Taschenlampe und der Dose Ravioli. Für die Kommunikation bei räumlich eng begrenzten Not-

fällen wie etwa bei einem längeren Black-out können Funkgeräte praktisch sein.

Aber sie können auch im katastrophenlosen Alltag ganz nützlich sein. Ohne große Vorbereitung funkt man damit über Hunderte von Metern, bei günstigen Bedingungen über einen Kilometer oder mehr. Praktisch sind die Geräte auch, wenn man zu mehreren unterwegs ist, etwa auf Wanderungen oder Radtouren, aber auch bei gemeinsamen Ausfahrten mit dem Motorrad oder bei Reisen mit mehreren Wohnmobilen. Allerdings ist längst nicht jedes Gerät, das auf Online-marktplätzen angeboten wird, tatsächlich lizenzfrei und legal nutzbar.

Hat man in den Siebzigern noch CB-Funkgeräte für den Klön benutzt, sind heutzutage PMR-Geräte weitaus stärker verbreitet. Diese nutzen den Frequenzbereich von 446 bis 446,2 MHz und haben eine maximale Sendeleistung von 0,5 Watt. Zugelassene PMR-Geräte tragen ein CE-Kennzeichen und funken auf maximal 16 analogen und 32 digitalen Kanälen,

deren Frequenzbereiche sich allerdings überschneiden. Ein Vorteil dieser Geräte: Anders als CB-Funkgeräte sind PMR-Funkgeräten keine Störungen durch die wechselnden Reichweiten bei der Kurzwellenausbreitung ausgesetzt, kurz: Bei PMR funken Ihnen nicht plötzlich brasilianische Taxifahrer dazwischen.

Zwar kann man noch CB-Handfunkgeräte mit 40 oder in Deutschland sogar 80 Funkkanälen auf dem 11-Meter-Kurzwellenband kaufen, die sind aber mit rund 150 Euro vergleichsweise teuer. Die größte Auswahl findet man bei Einbaugeräten fürs Auto. Das ist kein Wunder, denn Lkw-Fahrer tauschen über CB-Funk oft Informationen aus. Dafür benutzen sie vorzugsweise fest installierte Geräte.

Die früher üblichen LPD-Geräte (Low Power Device), die mit maximal 10 Milliwatt effektiver Strahlungsleistung (EIRP) auf 69 analogen Kanälen zwischen 433,05 und 434,79 Megahertz (MHz) funken, werden kaum noch angeboten. Allerdings gibt es Kombigeräte, die PMR und LPD können. Aufgrund der geringeren Sendeleistung haben LPD-Geräte eine deutlich geringere Reichweite. Dazu kursieren auch Witze wie: „Kannst du mich hören?“ „Nein, aber sehen!“ Die Bundesnetzagentur empfiehlt Herstellern, solche Geräte nicht mehr zu verkaufen.

Eine weitere Klasse bilden sogenannte Freenet-Geräte, nicht zu verwechseln mit dem gleichnamigen Mobilfunkanbieter.



ter. Diese arbeiten auf einer viel niedrigeren Frequenz zwischen 149,01875 und 149,11875 MHz. Dieser Bereich ist etwas verwirrend unterteilt: Es gibt Geräte, die sechs Kanäle haben, auf denen man mit herkömmlich analoger Funktechnik – in Frequenzmodulation, wie im UKW-Radio – funkt oder digital in einem Zeitmultiplexverfahren. Bei anderen Freenet-Geräten ist der Frequenzraum feiner unterteilt, und zwar in zwölf ausschließlich digitale Kanäle, bei denen dann der Kanalabstand halbiert ist und die ein Frequenzmultiplexverfahren zur Kommunikation benutzen. Diese Funkgeräte darf man mit 1 Watt Sendeleistung betreiben.

Nicht für normale Anwender geeignet sind Amateurfunkgeräte. Diese besetzen andere Frequenzbereiche und liefern höhere Sendeleistungen. Zwar ist es grundsätzlich zulässig, solche Geräte auch für Jedermannfunk einzusetzen, solange man die zugewiesenen Frequenzbänder und Sendeleistungen einhält. Das richtig einzustellen, ist mit solchen Geräten aber oft alles andere als einfach – denn sie sind ja für fachlich ausgebildete Funkamateure mit Amateurfunkzeugnis (oft Lizenz genannt) gedacht. Laien sollten von solchen Geräten deshalb die Finger lassen und lieber zu den angesprochenen lizenzfreien Modellen greifen. Es nützt ja nichts, wenn man sie zwar kaufen, aber nicht benutzen darf.

## Unverschlüsselte Kommunikation

Funkgeräte nutzen im Analogmodus stets Frequenz- oder Phasenmodulation. Das Empfangssignal hört sich ungefähr so an

wie UKW-Radio und diese Modulationsarten haben den Vorteil, dass sie bei ausreichend starkem Nutzsignal Nebengeräusche weitgehend unterdrücken. Allerdings kann jeder, der einen Empfänger innerhalb der Funkreichweite auf die gleiche Frequenz abstimmt, die Kommunikation vollständig mithören. Vertrauliche Themen sollten Sie also nicht besprechen und sich stets bewusst sein, dass Sie quasi öffentlich unterwegs sind.

Walkie-Talkies scheinen auf den ersten Blick für Abenteuerspiele von Kindern sinnvoll und geeignet, wenn sie im Wald oder im Garten unterwegs sind. Allerdings: Weil sie prinzipiell offen für alle Gesprächspartner sind, können auch Fremde darüber unerwünscht Kontakt aufnehmen, und die sind nicht ohne Weiteres zu lokalisieren. Für Kinder im Grundschulalter eignen sich solche Funkgeräte daher auf keinen Fall ohne enge elterliche Aufsicht. Schärfen Sie Ihren Kindern ein, dass sie beim Spielen keinesfalls persönliche Daten per Funk austauschen, anhand derer sie identifiziert und ausfindig gemacht werden könnten. Stattdessen können sie selbst ein kreatives System zum Benennen von Orten erfinden, das Erwachsene nicht verstehen.

Hersteller komfortabler Geräte werben vielfach mit Verfahren, die augenscheinlich irgendwas digital kodieren. Mit einem verschlüsselten Funksignal hat das aber nichts zu tun und schon gar nichts mit einem Schutz vor unbefugtem Abhören.

Die in vielen PMR-Geräten vorhandene Rauschsperrung mit CTCSS-Tönen – die Abkürzung steht für Continuous Tone Coded Subaudio Squelch – soll nur Funksignale durch die Rauschsperrung lassen, die einen bestimmten Dauerton niedriger Frequenz zwischen 67 und 255 Hertz enthalten. Man vereinbart also nicht bloß einen Funkkanal, sondern auch einen Subaudioton, der bei jeder Aussendung mit ausgestrahlt und aus dem empfangenen Signal herausgefiltert wird, sodass er bei der Tonwiedergabe nicht weiter stört. Das erhöht den Komfort, weil so der Empfänger stumm bleibt, wenn jemand anderes den Kanal ohne den Subaudioton benutzt.

Das löst aber nicht alle Probleme: Ist das Signal eines anderen Senders stärker als das gewünschte, überdeckt das die Funksprüche Ihres Funkpartners. Und: Wenn jemand anderes einen CTCSS-Ton mitsendet und Sie Ihre CTCSS-Funktion nicht eingeschaltet haben, hören Sie zwar seine Funksprüche, er aber nicht Ihre Ant-

wort. CTCSS erhöht also ein wenig den Komfort, sorgt aber nicht für einen besseren Empfang oder eine erhöhte Vertraulichkeit. Es ist auch bei vielen Geräten höhere Magie, die CTCSS-Töne richtig einzustellen.

Alternativ zu CTCSS setzen einige Geräte DCS ein, Digital Coded Squelch, also eine digital verschlüsselte Rauschsperrung. Statt eines sehr tiefen Tonsignals wie bei CTCSS wird im Audibereich unter 300 Hz ein digitales Signal mitgesendet, das einen von insgesamt 52 möglichen Codes enthält. Nur wenn der richtige Code enthalten ist, öffnet der Empfänger die



Die Funkgeräte von Stabo und Retevis in unserem Praxistest sagen den Kanal bei jedem Wechsel auf Englisch an.



Der USB-Ladeanschluss des Retevis RT24V lässt sich im Notfall auch mit einer Powerbank beschicken.


## ct kompakt

- Jedermann-Funkgeräte können Kommunikation im Nahfeld gewährleisten, wenn der Mobilfunk dafür nicht infrage kommt.
- Die Reichweitenangaben aus der Werbung übertreiben maßlos: Mehr als ein paar Hundert Meter sind nur bei annähernder Sichtverbindung möglich.
- Bei der Auswahl sind eine möglichst einfache Bedienung und breit verfügbare Stromversorgung wichtiger als eine lange Liste von Funktionen.

06	79.7	16	110.9	25	150.7	32	233.6
07	82.5	17	114.8	27	162.2	37	241.8
08	85.4	18	118.8	28	167.9	38	250.3
09	88.5	19	123.0	29	173.8	39	250.3
10	91.5	20	127.3	30	179.9		

**1 Einstellen der CTCSS-Pilot-Töne**

- Drücken Sie die C/M Taste um in den LPD(VFO) Modus zu gelangen.
- Drücken Sie die (F) Taste, während angezeigt wird, drücken Sie die T SQL Taste. Bei wiederholtem Drücken der Tasten rotiert die Anzeige im Display.
- Benutzen Sie zum ändern der Frequenz die  $\Delta$  /  $\nabla$  Tasten. Wählen Sie die Frequenzen aus obiger Tabelle. Bitte beachten Sie, T und TSQ (Encoder/Decoder) können separat eingestellt werden. Achten Sie auf korrekte Einstellung.



**Zum Einstellen der CTCSS-Töne muss man bei vielen Geräten einen Parcours von Tastenfolgen durchlaufen, den man sich nicht unbedingt gut merken kann.**

det klang, hinzu kamen offensichtlich Artefakte durch die Digitalisierung. Das Signal war aber so gut wie rauschfrei, und zwar auch dann, wenn man beim Umschalten auf analoge Übertragung fast nur noch Rauschen und Knistern hörte. An der Empfangsgrenze verschlechterte sich zunächst die Empfangsqualität, die Artefakte nahmen hörbar zu, bevor dann Aussetzer die Verständigung zunichtemachten. Ob die Analog- oder Digitalübertragung als angenehmer empfunden wird, dürfte individuell unterschiedlich sein. Für funkgewohnte Ohren klingt die analoge Übermittlung natürlicher.

Erwartungsgemäß hat man mit besseren Antennen einen höheren Wirkungsgrad und somit auch eine höhere Reichweite: Funksprüche aus einem älteren PMR-Funkgerät mit langer Antenne (Alinco DJ-S45) erreichten mühelos den Empfänger, während ein Funkspruch zum gleichen Partner mit einem anderen Funkgerät, nämlich einem Stabo Freetalk, kaum noch zu verstehen war. Wen also eine längere Antenne nicht stört, der profitiert durch eine höhere Reichweite – beim Senden und Empfangen.

Die versprochenen zehn Kilometer Reichweite lassen sich nur erzielen, wenn keinerlei Hindernis im Weg ist, also freie Sicht zwischen Sender und Empfänger besteht. Das wird in der Praxis so gut wie nie der Fall sein. Nach unseren Erfahrungen können Sie in Gebäuden nur mit einigen Metern Reichweite rechnen, in schwierigem Gelände mit vielen Hindernissen mit

Rauschsperr. Auch dieses Verfahren bietet keinerlei Abhörschutz – aus den gleichen Gründen: Es nützt halt nichts, wenn man nur selbst ausfiltern kann, was man nicht hören will.

Einige Geräte mit digitaler Sendetechnik verschlüsseln das Signal tatsächlich. Aber nur ein bisschen. Denn tatsächlich nutzen die Geräte vielfach nur ein einfaches Verfahren mit einem sehr kurzen Schlüssel. Dieser lässt sich leicht knacken. Es gibt zwar auch PMR-Geräte mit hochwertiger Verschlüsselung, die aber im Profibereich angesiedelt sind – auch preislich. Sie sind in der Regel aufwendig zu konfigurieren, und man benötigt teure Spezialkabel sowie Software dafür.

## Kilometerweit? Denkste!

Die Hersteller versprechen für ihre Geräte enorme Reichweiten, oft zehn Kilometer und mehr. Mit der Realität hat das allerdings wenig zu tun. Wir haben handelsübliche PMR- und Freetalk-Geräte einem Praxistest unterzogen und fanden unsere Befürchtungen bestätigt.

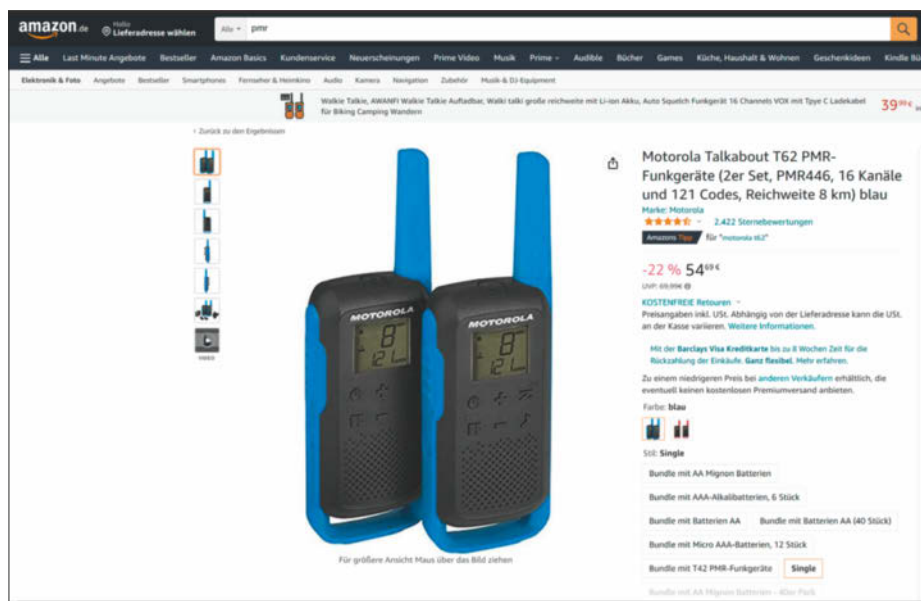
Wir begannen mit einem Reichweitentest in der Eilenriede, Hannovers Stadtwald. Durch dichten spätherbstlichen Baumbestand hindurch konnten wir gerade einmal 200 bis 300 Meter überbrücken. Das ist kein Wunder, denn Baumstämme absorbieren, beugen und reflektieren Funkwellen mit hohen Frequenzen relativ stark. Die Freetalk-Geräte (Retevis RT24V) waren den PMR-Geräten deutlich überlegen. Das dürfte weniger an ihrer höheren Sendeleistung liegen als an der niedrigeren Frequenz. Denn: Je niedriger die Frequenz, desto geringer fällt die Streckendämpfung aus. Den Effekt kennen Sie von WLAN-Routern, bei denen ein Signal auf 2,4 GHz noch zu empfangen ist, wo das 5-GHz-Signal schon ausfällt.

Den nächsten Test absolvierten wir auf dem Kronsberg, einem kleinen Höhen-

zug im Osten von Hannover. Einer der beiden Teilnehmer stand auf dem Hügel, der andere entfernte sich in Richtung des Stadtrands. Hier erreichten wir tatsächlich eine Reichweite von rund einem Kilometer, bis das Signal abbrach. Und wieder bot das Freetalk-Gerät höhere Reichweiten.

Das verwendete PMR-Gerät, ein Stabo Freetalk Digi8, beherrscht sowohl analoges als auch digitales Funk. Beide Modulationsarten erreichten annähernd die gleiche Reichweite. Allerdings verhalten sich beide Modi bei sehr schwachem Signal kurz vor Erreichen der Empfangsgrenze vollkommen unterschiedlich. Beim Analogsignal steigt der Rauschanteil, bis die Stimme des Gegenübers im wahrsten Sinne des Wortes im Rauschen untergeht. Ein bisschen Reichweite kann man noch herauskitzeln, indem man die Rauschsperr manuell öffnet.

Beim Digitalfunk fiel uns auf, dass die übertragene Stimme stets leicht verfrem-



**Fast jede Werbung für Jedermannfunkgeräte übertreibt es mit den Reichweiten. Acht Kilometer sind nur unter den allgünstigsten Umständen erzielbar.**



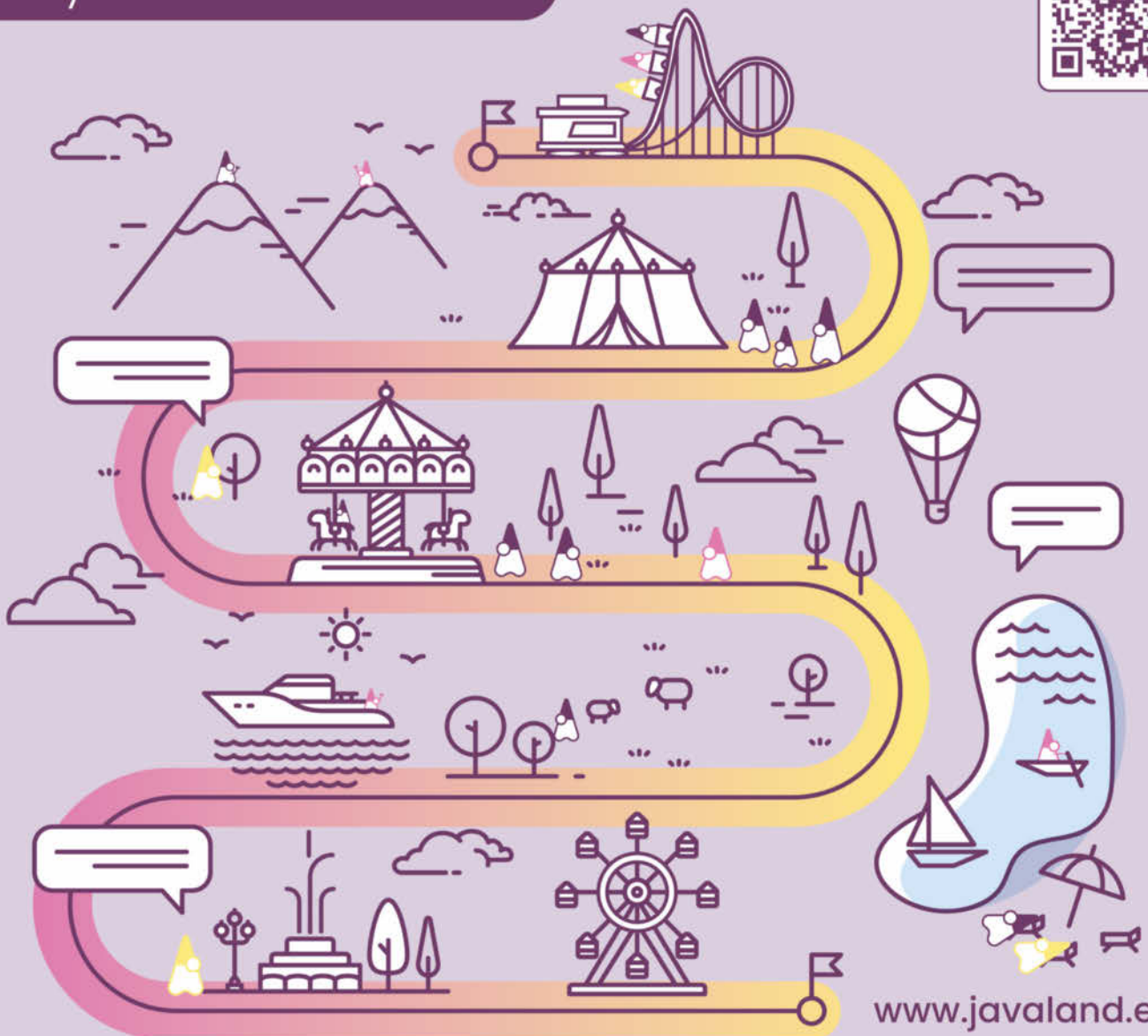
# JavaLand

21. – 23. MÄRZ 2023

im Phantasialand bei Köln

Die Konferenz der Java-Community

Early Bird bis 26.01.2023



[www.javaland.eu](http://www.javaland.eu)

Präsentiert von:



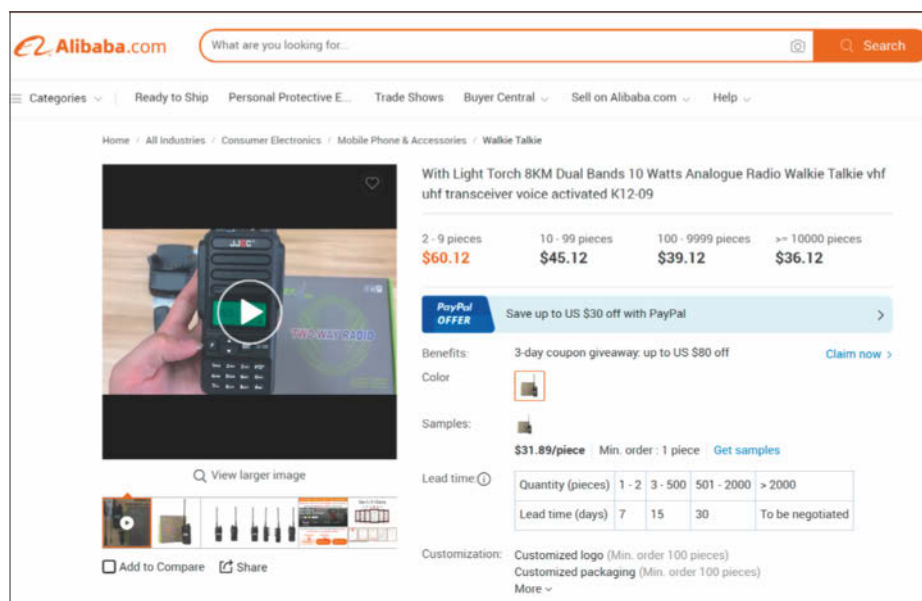
Heise Medien

DOAG

Veranstalter:





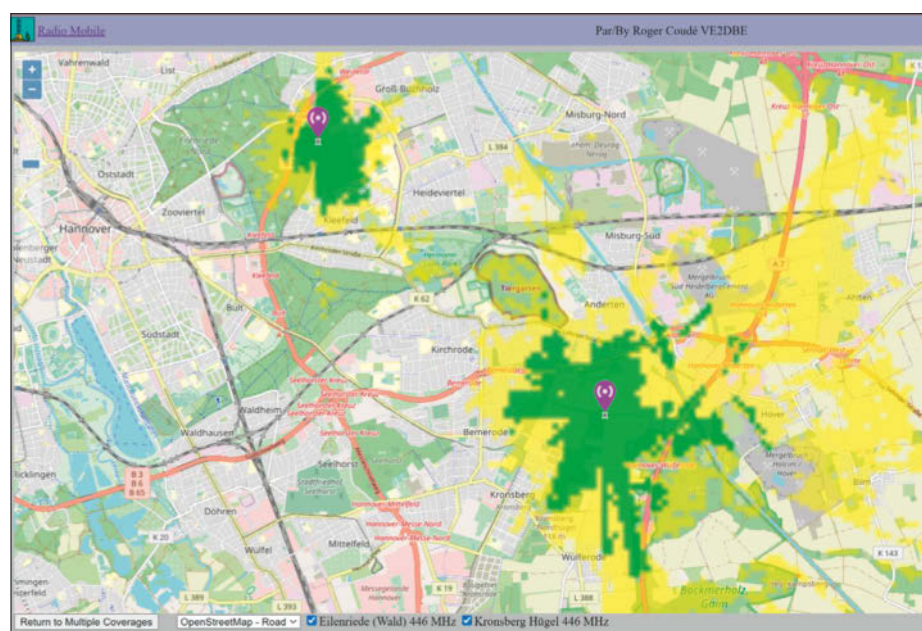


**Auf Einkaufsplattformen bekommt man eine Menge Funkgeräte, die in Deutschland nicht betrieben werden dürfen. Finger weg davon!**

einigen hundert Metern und in freiem Gelände mit rund einem Kilometer. Mehr können Sie nur unter besonders günstigen Bedingungen erreichen, also mit hohen und freien Standorten der beiden Funkpartner, etwa von Berggipfel zu Berggipfel.

Mit einigen Tools kann man schon vor dem Funken sehr grob einschätzen, wie groß die erzielbare Reichweite ist. Füttert man beispielsweise die Website Radio Mobile (siehe ct.de/ymwz) des kanadischen Funkamateurs Roger Coudé (Rufzeichen: VE2DBE) mit den richtigen Parametern

für die verwendeten Geräte und Standorte, spuckt es Abdeckungsdiagramme in einer – zugegeben – recht groben Auflösung aus. Auf die Goldwaage legen sollte man die Ergebnisse nicht, doch bei unseren Versuchen stimmten die Reichweitengrenzen recht gut mit der Praxis überein (siehe Bild). Ähnliche Werkzeuge nutzen Mobilfunkbetreiber für ihre Netzplanung, allerdings mit weitaus feineren Details und mehr Einflussgrößen, etwa unterschiedlichen Dämpfungswerten je nach Geländebedeckung und sogar Wetter –



**Die PMR-Reichweitenprognose der Website von VE2DBE deckt sich gut mit den erzielten Reichweiten im Test. Links oben in Grün die Reichweite im Wald, rechts in Grün die Reichweite auf einem Hügel.**

auch Wassertröpfchen in der Luft dämpfen Funkwellen.

## Tinnet und Sinnvolles

Einige Funkgeräte im Handel sind wie die Pfingstochsen mit hübschem, aber sinnlosem Zierrat behängt. So löst schon mal ein Druck auf einen Knopf eine quäkige Sirene aus. Bei anderen bewirkt ein falsches Abbiegen im kaum lesbaren Geräte-menü die aus Filmen der Achtziger bekannten, nervigen Roger-Piepser am Ende jeder Sendung. Es gibt auch Funkgeräte mit Gürtelclips, die schon bei leichter Belastung sofort abbrechen. Man muss sich aber nur geistig in die Situation eines Notfalls versetzen, damit man weiß, welche Ausstattung man benötigt.

Das wichtigste Merkmal: stets volle Akkus oder einfach auszutauschende Batterien. Liegen die Funkgeräte jahrelang in der Notfallbox, sind im Fall des Falles schon mal die Akkus leer. Daher sollten Sie die Geräte regelmäßig prüfen und laden. Einige Modelle lassen sich auch über ein USB-Netzteil und damit bei Stromausfall über eine Powerbank laden – das kostet aber Zeit, die man möglicherweise nicht hat. Ideal sind Geräte, die sich mit Mignon- oder Microzellen (AA oder AAA) betreiben lassen, denn solche Batterien lassen sich viele Jahre lang lagern. Die Bedienung sollte auch ohne Handbuchstudium möglich sein. Denn so kann jeder, dem man das zweite Funkgerät des Pärchens in die Hand drückt, intuitiv wenigstens die Kanäle und die Lautstärke verstellen.

Noch wichtiger ist vielleicht, dass man nicht aus Versehen digital kodierte Rauschsperren ein- oder verstellen kann. Schön wäre es, wenn auch das manuelle Öffnen der Rauschsperre („Squelch“) ohne Menüstocherei geht. An der Reichweitengrenze kann man so das letzte bisschen Verständlichkeit aus analogen Signalen herauskitzeln. Zum Bedienen bei Dunkelheit haben sich beleuchtete Displays bewährt, einige Geräte melden Kanalwechsel auch durch Ansagen zurück. Das ist praktisch, wenn man keinen Blick fürs Gerät übrig hat, weil es vielleicht in der Jackentasche steckt. Ist das häufiger zu erwarten, sollten auch Headsets mit passenden Kabelverbindungen greifbar sein. Damit kann man beispielsweise das Funkgerät für eine größere Reichweite höher platzieren, hängt aber noch an der Nabelschnur des Headsets. Damit sich nicht aus Versehen die Kanäle oder die Lautstärke verstellen, sind stark rastende Druckknöpfe oder Drehsteller sinnvoll.

Nützlich können Befestigungsmöglichkeiten sein, etwa für Karabiner oder lange Schlüsselbänder beziehungsweise Halterungen fürs Fahrrad oder andere Fahrzeuge. Für Gürtelclips sind Schraubbefestigungen im Gehäuse sinnvoll, denn einerseits kann man gebrochene Clips leichter ersetzen und andererseits die Gewinde auch für eigene Halterungen benutzen. Es versteht sich von selbst, dass Funkgeräte für den Außeneinsatz robust sein müssen, sodass Regen und ein Sturz in eine Pfütze oder ein Fall aus zwei Metern Höhe sie nicht in Elektroschrott verwandeln.

## Zulassungsfragen

Freenet-Geräte dürfen nur in Deutschland verwendet werden. Andere Länder nutzen die Frequenzen für andere Zwecke. Wird man mit solchen Geräten an der Grenze oder noch schlimmer in flagranti beim Funken erwischt, kann es teuer werden. PMR-Geräte sind derzeit in der gesamten EU zugelassen, darüber hinaus im Vereinigten Königreich, Norwegen, Island, der Türkei und der Schweiz. Auf gar keinen Fall mitnehmen sollte man solche Geräte in außereuropäische Länder. Denn dort wird man unter Umständen ganz schnell mit Spionage- oder gar Terrorismusvorwürfen konfrontiert, wenn man damit erwischt wird.

Probleme können auch Dualmode-Geräte machen, die nicht nur den PMR-, sondern auch LPD-Funk beherrschen. Deren Betrieb ist in vielen Ländern eingeschränkt oder verboten. Details kann man der Bedienungsanleitung entnehmen, die eine aktuelle Länderliste umfassen muss. Amateurfunkgeräte sollte man ebenfalls niemals ins Ausland mitnehmen, es sei denn, man kann eine fürs Zielland gültige Amateurfunkgenehmigung vorweisen.

## Fazit

Allzu viel kann man von tragbaren Funkgeräten nicht erwarten, denn die Physik

der Wellenausbreitung lässt sich nicht überlisten. Da weder bezahlbare PMR- noch Freenet-Geräte die gesendeten Funksignale wirksam verschlüsseln, sind damit auch nur Übermittlungen sinnvoll, die Unbefugte nicht zu Ihrem Nachteil verwerten können. Doch für den Ausflug in einer Gruppe oder für die Kommunikation in einem weitläufigen Gelände eignen sich die „Handquetschen“ prima.

Als Notrufmittel bei Katastrophen taugen die Geräte nur dann, wenn man Teil einer größeren Gruppe ist, die mit den zuständigen Behörden kooperiert. In einigen Regionen gibt es dazu Notfunkgruppen, die sich zu Übungen und im Notfall auf einem vorher festgelegten Kanal ohne DCS- oder CTCSS-Codierung zusammenfinden, um dort Informationen auszutauschen. Ob es solche Gruppen auch bei Ihnen gibt, erfahren Sie, wenn Sie im Internet für Ihre Region nach dem dafür oft benutzten Begriff „Bürgerfunk“ suchen.

Achten Sie beim Kauf auf eine gut verfügbare Stromversorgung und darauf, dass nur das an Funktionen eingebaut ist, was Sie jederzeit auch ohne Erklärungen und Einarbeiten in Bedienungsanleitungen nutzen können. Gerade im Notfall hemmen Kinkerlitzchen wie nicht ausschaltbare Sirenen oder versehentlich eingeschaltete Digital-Rauschsperrungen die Kommunikation eher, als dass sie nützen. Für Notfunkgeräte gilt daher: Robust und einfach ist besser als vollgestopft mit Features. Es ist keine schlechte Idee, schon mal nach erhöhten, funkgünstigen Standorten zu suchen. Wer noch dazu darauf achtet, seinem Funkgerät einigermaßen freie Funksicht zum Partner zu ermöglichen, wird sich damit manchen Griff zum Handy sparen können. Und ein bisschen Spaß macht das „Roger, roger, Piep!“ ja auch. (uma@ct.de) **ct**

**Website und Tool für die Reichweiten-schätzung:** [ct.de/ymwz](https://ct.de/ymwz)

## Tipps für mehr Reichweite

**Nicht in das Gerät hineinschreien:** Das vergrößert nicht die Leistung und somit auch nicht die Reichweite. Die Elektronik schneidet dann die lauten Sprachspitzen ab. Darunter leidet die Verständlichkeit.

**Erst den Sendeknopf drücken, dann sprechen:** Klingt selbstredend, aber oftmals wird die erste Silbe verschluckt, weil Ungeübte sofort anfangen zu sprechen.

**Bei schwachem Empfang die Rausch-sperre (Squelch oder Moni) öffnen:** Bei den meisten Geräten liegt der Einsatzpunkt der Rauschsperrung etwas oberhalb der Schwelle, an der man noch ein verständliches Signal empfangen könnte. Also lieber die Gegenstelle ver-rauscht hören als gar nicht.

**Je niedriger die Antennenhöhe gegen-über der Umgebung, desto niedriger ist auch die Reichweite:** Die Antennenhöhe bestimmt auch den Radiohori-zont. Wichtig ist auch, dass man zum Funkpartner wenige Hindernisse hat. Ist die Gegenstation schwach, dann rauf auf einen Hügel! Das ist ein Impe-rativ aus der quasioptischen Ausbrei-tung von ultrakurzen Funkwellen. Es hilft oft schon, bloß zwei, drei Meter höher zu kommen.

**Die Antenne senkrecht halten:** Hält ein Funkpartner die Antenne waagrecht, kann das durch Polarisationsverluste den Empfang empfindlich dämpfen.

**Abstand von Bäumen und Metall-masten halten:** Bäume und Masten in unmittelbarer Nähe dämpfen das Sig-nal, auch wenn sie sich nicht in direkter Sichtlinie zum Partner befinden.

## Lizenzfreie Funksanwendungen für jedermann

	CB-Funk	Freenet	PMR	LPD
Frequenzbereich	Deutschland: 26,565–27,405 MHz, EU: 26,965–27,405 MHz	149,01875–149,11875 MHz	446,000–446,200 MHz	433,075–434,775 MHz
Kanäle	Deutschland: 80 Kanäle, EU: 40 Kanäle	analog und digital : 6 Kanäle, nur digital: 12 Kanäle	FM: 16 Kanäle (viele Geräte: 8), Digital (TDMA): 16, Digital (FDMA): 32	69 Kanäle
Sendeleistung	4 W (SSB: 12 Watt PEP)	1 W	0,5 W, max. 3 Minuten	10 mW
Reichweite (Handgeräte)	typ. 0,5 km (mehr möglich)	theoretisch 27 km, typ. 300 bis 1000 m	theoretisch 27 km, typ. 200 bis 800 m	theoretisch 2 km, typ. 50 bis 100 m
Modulationsarten	AM, FM, SSB, Digitalverfahren	FM (auch PM), FDMA, TDMA	FM (auch PM), FDMA, TDMA	FM
Preis Einzelgerät (Mittelklasse)	150 €	45 €	20 €	nicht empfohlen
nutzbar	weltweit (mit Einschränkungen)	nur in Deutschland	Europa	Europa (mit Einschränkungen)



# Auf Schnäppchenjagd

## Sieben Supermarkt-Apps im Nutzwert-Check

**Jede Discounter- und Supermarktkette bietet eine eigene kostenlose mobile App und verspricht, dass man damit ordentlich Geld spart und viel komfortabler einkauft. Höchste Zeit uns anzusehen, ob die Apps tatsächlich einen Vorteil bei der Einkaufsplanung bieten oder nur Kundenfänger und Datenschnorchler sind.**

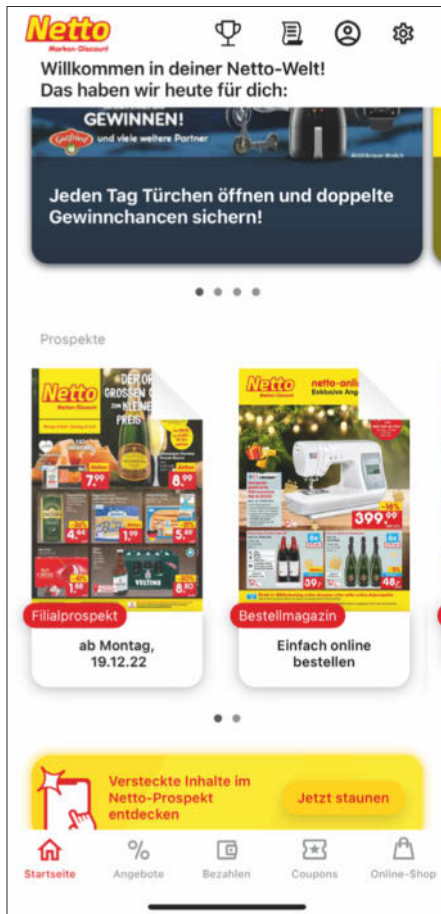
Von Stefan Wischner

Dieser Vergleich stellt die Apps der großen Lebensmittel-Supermarktketten ALDI (Nord und Süd), Edeka, Lidl, Netto Marken-Discount (im weiteren Artikel nur noch „Netto“), Penny und REWE einander gegenüber, die man für iOS und Android über die jeweiligen App-Stores erhält. Die freie App-Auswahl nutzt man in der Praxis jedoch meist nicht, weil man ja zumeist bei einem oder zwei Stammläden einkauft und diese eher nicht wegen der besseren App einer anderen Kette wechselt.

Der Test soll vielmehr klären, ob es sich lohnt, die App der Supermarktkette zu installieren, bei der man ohnehin ein-

kauft. Dabei ist „lohnend“ in mehrfacher Hinsicht zu bewerten. Lohnenswert ist der Einsatz der Apps zweifelsfrei für deren jeweiligen Anbieter: Zum einen erheben sie eine beträchtliche Menge an Daten ihrer App-nutzenden Kunden bis hin zur Erstellung eines vollständigen Profils und machen in ihren Datenschutzerklärungen auch gar keinen Hehl daraus. Dazu weiter unten mehr. Ganz besonders befriedigt man den Datenhunger der Anbieter, wenn man einen Account anlegt und obendrein ein Bezahl- oder Punkterabattsystem nutzt. Letztere hatten wir vor einiger Zeit in [1] untersucht.





Die Supermarkt-Apps sind vor allem digitale Versionen der papiernen Sonderangebots-Flyer, die bei den meisten (hier: Netto) zusätzlich im Originallayout abrufbar sind.

Zum anderen geht es in den Apps vornehmlich darum, Produkte an die Kunden zu bringen, die zu kaufen diese vielleicht gar nicht vorhatten – das liegt in der Natur von Sonderangeboten und Rabatten und ist ein legitimes Anliegen der Anbieter.

### Fairer Deal?

Es stellt sich die Frage, was für eine Gegenleistung Kunden für die umfängliche Datenspende und den eventuellen Extra-Umsatz bekommen, wenn sie die App der Kette nutzen. Dass man damit beim Einkauf ordentlich sparen kann, versprechen zwar alle Hersteller; das ist aber nicht unbedingt wahr. Die gewährten Rabatte – teils mit Punktesystemen und Gamification-Anreizen – sind meist eher gering und setzen einen hohen Umsatz voraus. Und Sonderangebote sparen nur dann Geld, wenn man das jeweilige Produkt zum Vollpreis ohnehin gekauft hätte.

Da Sonderangebote und Aktionen oft auf einzelne Filialen begrenzt sind, bieten alle Apps die Möglichkeit oder schreiben sogar vor, einen bestimmten Markt auszuwählen und zu speichern. Alle zeigen per Smartphone-GPS auf Wunsch die Filialen in der näheren Umgebung an. Verbietet man ihnen über die automatisch erscheinende Nachfrage von iOS oder Android den GPS-Zugriff und enthält den Datensammlern so den eigenen Standort vor, kann man bei allen einen Markt manuell auswählen. Das kann zwar auch auf den eigenen Wohnort schließen lassen, beugt aber möglichem weiteren GPS-Tracking seitens der Apps vor.

Wenn sie einem schon nicht wirklich Geld sparen, könnten die Apps doch wenigstens den Einkauf und dessen Planung komfortabler gestalten und zum Beispiel den handgeschriebenen Einkaufszettel überflüssig machen. Tatsächlich steckt in allen Apps auch eine Einkaufslisten-Funktion. Die meisten sind darauf ausgelegt, Sonderangebote oder Aktionsware möglichst einfach auf die Kaufliste zu setzen. Viel mehr als der Notizblock am Kühlschrank bieten nur wenige, etwa die der beiden ALDI-Konzerne. Die erlauben nicht nur die Produktauswahl per Fingertipp aus dem Ladensortiment, sondern setzen gleich die Preise mit auf die Liste.

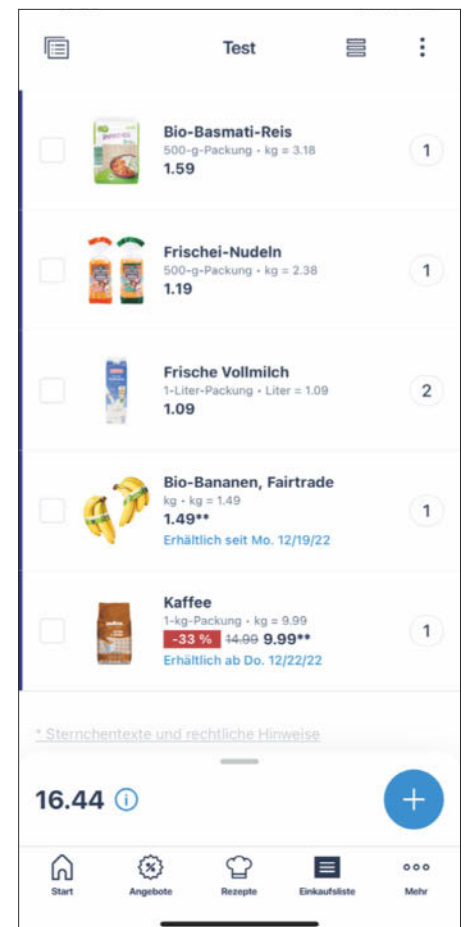
Die in den Apps von Edeka, Netto und REWE integrierten Barcode-Scanner sparen zwar etwas Tipparbeit, wenn man angebrochene oder leere Produktpackungen scannt. Für eine vollständige Einkaufsliste erscheint uns diese Methode aber umständlich.

Den möglichen Vorteil, den Supermarkt-Apps bei der Einkaufsplanung haben könnten, spielen die meisten Kandidaten nur ungenügend aus: der Zugriff auf das jeweilige Produktsortiment und die einzelnen Artikelpreise fehlt oft ganz oder ist umständlich und unvollständig. Lediglich in den Apps von ALDI Nord und ALDI Süd kann man frei im Produktangebot blättern und sich über Preise informieren. Sie zeigten im Test teilweise sogar erst zukünftig geltende Sonderangebote. Die Apps von Edeka, Lidl und REWE bieten zwar eine Suchfunktion aus der Einkaufsliste heraus, die nach Eingabe eines (Teil-)Begriffs eine Produktauswahl aus dem jeweiligen Sortiment erlaubt. Entweder arbeitet diese Suche aber viel zu ungenau oder liefert nur einen Teilauszug des Produktsortiments. Letzteres ist besonders ausgeprägt bei der REWE-App.

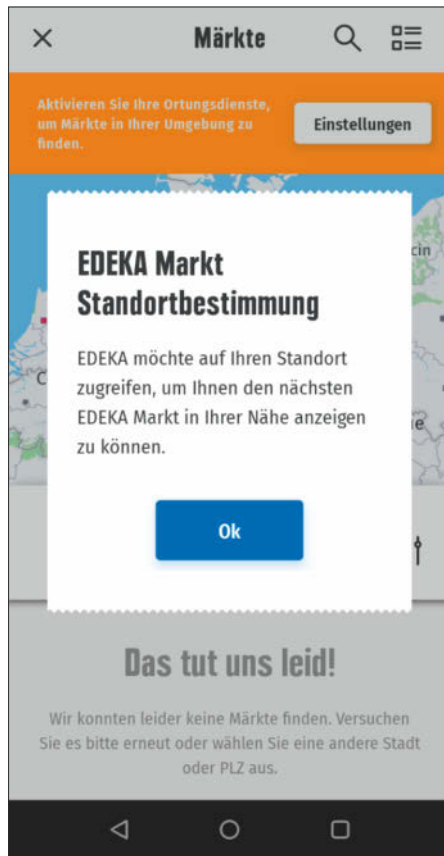
### Über Geld spricht man nicht

Außer bei den Sonderangeboten fehlen bei den Apps mit Zugriff auf das Artikelsortiment jegliche Preisangaben (Ausnahme: ALDI). Das könnte bei Franchise-Unternehmen wie EDEKA oder REWE mit individueller Geschäftsleitung und Freiheiten bei der Preisgestaltung etwas viel verlangt sein. Man könnte aber auch ein gewisses Kalkül unterstellen, denn unter Umständen vom Gesamtpreis abgeschreckt, entfernt man eher ein paar Produkte wieder von der Liste, als noch mehr hinzuzufügen.

Ähnliches gilt für den Preisalarm. Gerade bei den aktuell hohen, teils aber auch stark schwankenden Preisen für manche Produktgruppen wäre es schön zu erfahren, wenn sie im Angebot sind. Manche Apps bieten zwar an, mit Push-Nachrichten über neue Sonderangebote zu infor-



Vorbildlich: Einzig die In-App-Einkaufslisten von ALDI listen nicht nur das umfangreiche Warensortiment auf, sondern zeigen auch die Artikelpreise an. Die App von ALDI Nord berechnet sogar die Gesamtsumme für den geplanten Einkauf.



**Zumeist sind Sonderangebote und Aktionen filialabhängig. Daher kann man in allen Apps (hier: Edeka) einen Lieblingsmarkt wählen, bei manchen muss man das sogar. Immerhin geht das auch ohne Umgebungssuche per GPS.**

mieren, jedoch gibt es nirgends eine Möglichkeit, ganz bestimmte Artikel zu beobachten.

### Der gläserne Kunde

Welchen Zweck die Supermarkt-Apps eigentlich verfolgen, verrät ein Blick in die Datenschutzerklärungen. Aufgrund der DSGVO müssen dort die Anbieter in verständlicher Sprache erklären, welche personenbezogenen Daten sie vom Anwender erheben und auf welcher rechtlichen Grundlage sie dies tun.

Alle Supermärkte erläutern dies auf Deutsch und benennen auch einen Ansprechpartner für Datenschutzfragen. Allerdings geben längst nicht alle Märkte an, wann ihre Datenschutzerklärung zuletzt geändert wurde: Aktuell sind die Erklärungen von Netto und Penny. Edeka und Lidl überarbeiteten ihre Angaben zuletzt vor einem Jahr. Bei REWE ist die Erklärung über vier Jahre alt und die beiden ALDI-Konzerne machen gar keine Anga-

ben zum Datum. Dort lässt sich nicht nachvollziehen, wenn und wann sich bei der Datenverarbeitung und -nutzung etwas ändert.

Die Entwickler halten nicht damit hinter dem Berg, dass die Apps alle möglichen Daten über die Kunden sammeln. Im Unterschied zu den gedruckten Werbeprospekten können sie genau nachverfolgen, welcher Kunde welches Angebot wie lange sieht und eventuell in seine Einkaufsliste legt. Von besonderem Interesse ist dabei das Standort-Tracking der Kunden über GPS-, WLAN- und Bluetooth-Daten. Hierzu verknüpfen sich die Apps meist mit den auf dem Smartphone eingerichteten Kartendienst von Apple, Google oder Huawei.

Alle Apps mit Einkaufs- und Bezahlfunktionen gleichen die Daten der Kunden mit Auskunfteien wie der Schufa oder Infocore ab. Die Daten werden meist pseudonymisiert gespeichert. Dazu zählt unter anderem bei Lidl, Penny und Netto das Geburtsdatum, mit dem die Anbieter sicherstellen, dass sie Werbung für alkoholhaltige Getränke nur an Erwachsene ausspielen. Die Verbindung von Standortdaten und dem exakten Geburtsdatum ermöglicht in den meisten Fällen aber auch bei pseudonymisierten Profilen, Personen eindeutig zuzuordnen.

Über Cookies und Kennnummern auf dem Smartphone verfolgen auch andere Werbewerker wie Adjust, Alphabet und Meta die Kaufinteressen der Nutzer und spielen ihnen im Browser oder anderen Apps Werbung zu. Die Datenweitergabe an Konzerne und Dienstleister mit Sitz in den USA sichern alle App-Anbieter über Standardvertragsklauseln ab.

Am weitesten fortgeschritten ist die Datenauswertung bei REWE: „Wir verarbeiten Ihre Daten automatisiert mit dem Ziel, bestimmte persönliche Aspekte zu bewerten (Profiling). So analysieren wir Ihre Daten mithilfe von mathematisch-statistischen Verfahren, um Werbung auf Ihre individuellen Interessen zuschneiden zu können.“ Dazu arbeitet REWE mit Dutzenden Dienstleistern im In- und Ausland zusammen. „Berechnete Kaufwahrscheinlichkeiten helfen uns dabei, Ihren Bedarf besser zu erkennen. Darüber hinaus ermöglichen uns Ihre Daten, [...] die Häufigkeit der werblichen Ansprache auf Ihre Nutzungsgewohnheiten abzustimmen.“

Ähnliche Ziele verfolgt Lidl, die mit ihren Algorithmen „personenbezogene



### ALDI Nord

Die App von ALDI Nord erbittet zunächst die Einwilligung, Benachrichtigungen zu Sonderangeboten zu aktivieren. Tut man das nicht, drängelt sie bei der weiteren Nutzung immer wieder mal. Ein Nutzerkonto bietet und verlangt ALDI Nord nicht; die Auswahl einer bevorzugten Filiale ist freiwillig. Die Hauptseite listet etwas unübersichtlich aktuelle und kommende Angebote auf und führt zu den gedruckten Prospekten und ein paar Rezeptempfehlungen; der eigene Bereich „Angebote“ ist klarer strukturiert.

Eine Besonderheit der ALDI-App ist, dass sie nicht nur Sonderangebote, sondern das umfangreiche Warenangebot der Kette bereithält, aktuelle Preise inbegriffen. Ob die App tatsächlich das komplette Produktsortiment enthält, konnten wir nicht ermitteln; die Auswahl ist aber sehr groß.

Die integrierte Einkaufsliste ist die beste aller Testkandidaten. Sie lässt sich nicht nur aus den Angebots- und Sortimentseiten befüllen, sondern zeigt nach Eingabe eines Suchbegriffs alle (meist) passenden Artikel nebst Preis inklusive auch erst kommender Sonderangebote mit Datum an, erlaubt die direkte Mengenwahl und – das ist einzigartig im Testfeld – summiert sogar den Gesamtbetrag. Letzteres funktioniert natürlich nur, wenn man konsequent konkrete Produkte gewählt und nicht nur einen Sammelbegriff eingetragen hat. Davon könnten sich andere Apps ein Scheibchen abschneiden.

- 👆 kein Konto- oder Anmeldezwang
- 👆 Warensortiment mit Preisen
- 👆 nützliche Einkaufsliste



## ALDI Süd

Die App von ALDI Süd bittet beim ersten Start um die globale Einwilligung zu allerlei Tracking- und Analysefunktionen. Es ist möglich, alle abzulehnen oder einzelne Funktionen zu selektieren, wobei man für die Filialsuche mindestens den Kartendienst (gegebenenfalls ohne GPS) zulassen sollte. Auch die folgende Aufforderung, ein Kundenkonto anzulegen, kann man ablehnen. Da die App weder Rabattsysteme noch Bezahloptionen oder Lieferdienst anbietet, handelt man sich dadurch keinen Nachteil ein.

Die Hauptseite umfasst ein Sammelurium von Angeboten. Neben dem aktuellen Aktionssortiment – üblicherweise gibt es bei ALDI davon zwei pro Woche – hat man Zugriff auf die kommenden Angebote, themenorientierte Sammlungen, den Onlineshop und die gedruckten Prospekte.

Wie auch bei der App von ALDI Nord führt eine Schaltfläche zum umfangreichen Warensortiment mit Preisangaben und Suchfunktion. Deren Ergebnisse sind aber mindestens befremdlich, denn sie wirft auch Produkte aus, in denen weder der gesuchte Begriff noch ein annähernd ähnliches Wort vorkommen. Besser, man blättert sich durch Produkte und Angebote.

Die ALDI-Süd-App kann durch den übersichtlichen Zugriff auf das Warensortiment nicht nur als digitales Angebotsblättchen, sondern auch als Einkaufsplaner helfen. Schön wäre nur noch, wenn die Artikelpreise der Einkaufsliste wie bei der nördlichen Schwester-App aufsummiert würden.

- ↑ Warensortiment mit Preisen
- ↑ übersichtlich
- ↓ miserable Suchfunktion



## Edeka

Die Edeka-App drängt beim ersten Start dazu, ein Kundenkonto anzulegen, lässt aber zu, das vorerst zu überspringen. Die folgende Auswahl einer Edeka- oder NP-Filiale (manuell oder per Umgebungsuche) ist hingegen verpflichtend.

Die Startseite bewirbt das Edeka-Rabattprogramm und zeigt filialabhängig eine kleine Auswahl von Sonderangeboten; mehr finden sich hinter der Schaltfläche „Vorteile“. Wie üblich landen Angebotsprodukte per Fingertipp auf der integrierten Einkaufsliste, die sich ansonsten nur mit frei eingegebenen Begriffen ergänzen lässt – ein Zugriff auf das Marktsortiment fehlt. Es gibt lediglich mäßig hilfreiche Vorschläge für verfeinerte Suchbegriffe. So tippt man „Nudeln“ ein und könnte aus einer Vorschlagsliste zwar „Bandnudeln“ oder „Schupfnudeln“ wählen, nicht aber „Spaghetti“. Immerhin gibt es einen Barcodescanner. Der funktioniert zwar gut für die Einkaufsliste; die etwas versteckte Sonderfunktion, anhand des Barcodes Informationen zur Produktherkunft zu erhalten, verweigerte in unseren Tests jedoch sowohl unter Android als auch auf dem iPhone seinen Dienst.

Wesentlicher Zweck der App scheinen das von Edeka „Genuss+“ getaufte Rabattsystem und die digitale Bezahlfunktion zu sein. Als Einkaufshelfer eignet sie sich aufgrund der schwachen Einkaufsliste ohne Zugriff auf konkrete Produkte eher nicht.

- ↑ übersichtlich
- ↓ funktionsarm
- ↓ kaum hilfreiche Einkaufsliste



## Lidl Plus

Obwohl Lidl auch bekannt ist für seine umfangreichen Non-Food-Angebote von Autozubehör bis Zangen-Set, beschränkt sich die App weitgehend auf Lebensmittel. Bevor man die zu sehen bekommt, muss man jedoch durch einige Reifen springen. Zwischen zwei immerhin überspringbaren Aufforderungen, ein Kundenkonto anzulegen, nerven eine Tracking-Zustimmung und die Pflichtauswahl einer Lidl-Filiale.

Endlich auf der Hauptseite angelangt, begrüßt einen neben dem üblichen Potpourri aus Sonderangeboten, digitalisierten Prospekten und Coupons auch eine prominente Schaltfläche für die Einkaufsliste. Die funktioniert nicht ohne Konto, rechtfertigt ein solches aber kaum. Eine freie Eingabe von Produkten ist zwar möglich, wenn auch nicht sofort ersichtlich, weil die Bestätigungsschaltfläche immer mit „Suchen“ betitelt ist, obwohl „Speichern“ gemeint ist. Die parallele Suche im Sortiment ist unscharf und bietet zum Begriff „Wein“ auch „Weinblätter“ und „Erbsen fein“ an. Die integrierte Kamera-Scanfunktion erkennt nicht etwa Barcodes, sondern Text. Da landet dann schon mal „3,5 % Fett“ auf der Einkaufsliste statt „Joghurt natur“.

Von der schwachen Einkaufsliste und der integrierten Bezahlfunktion (Lidl Pay) abgesehen, ist die App vor allem ein Launcher für den Onlineshop. Sämtliche Angebote und Digitalprospekte führen auf die Webseite, wo man zwar den dortigen Einkaufskorb befüllen kann, nicht aber die Einkaufsliste der App.

- ↓ Konto erforderlich
- ↓ fast nur Weblinks
- ↓ wenig hilfreiche Einkaufsliste





## Netto

Die App des Discounters Netto begrüßt den Nutzer mit dem Angebot, sich durch die Anmeldeprozedur für Filialwahl, Herstellerkonto und mobiles Bezahlen führen zu lassen. Lehnt man das ab, landet man zwar ohne Umschweife auf der Startseite, darf dann aber nur den Sonderangebotsbereich und die Einkaufsliste nutzen. Ersterer zeigt die filialübergreifenden Angebote in 17 Gruppen wie Mode, Technik und Heimwerken an. Dazwischen versteckt findet sich nur ein einziger Bereich für Lebensmittel.

Der App-Inhalt ändert sich radikal, nachdem man eine Netto-Filiale gewählt hat: Der Startbildschirm füllt sich mit einem unübersichtlichen Sammelurium aus Sonderangeboten, Rabattaktionen, Gewinnspielen, digitalen Prospekten und Werbeatikeln. Vieles führt auf den Netto-Webshop, der zwar innerhalb der App angezeigt wird, aber nicht deren Einkaufsliste, sondern nur seinen eigenen Warenkorb bestücken kann und kurioserweise prominent den Download der App empfiehlt.

In die Einkaufsliste tippt man Einträge entweder direkt ein oder nutzt den etwas hakeligen Barcode-Scanner mit einer vorhandenen Packung aus dem Netto-Sortiment. Das Sortiment lässt sich jedoch nicht durchsuchen; man tippt „Milch“ ein, bekommt aber keine Produktauswahl – weder mit noch ohne Netto-Konto und gewählter Filiale. Beides braucht man für Coupons, App-exklusive Angebote, BezahlDienst und digitale Bons.

- ⬇️ unübersichtlich
- ⬇️ kaum Funktionen ohne Marktauswahl
- ⬇️ magere Einkaufslistenfunktion



## Penny

Die Penny-App namens „Penny Coupons & Angebote“ fokussiert sich tatsächlich stark auf Sonderangebote, enthält aber auch einige der üblichen Zusatzfunktionen wie Filialinformationen und Einkaufslisten. Beim ersten Start muss man zwar Tracker abnicken oder beschränken, danach geht es aber ohne Konto- und Filialwahlgebetel gleich los.

Die Startseite ist nicht überladen mit Gewinnspielen, Aktionen und Werbetexten, sondern kommt zur Sache: Ganz oben stehen etwaige Produktrückrufe, darunter der aktuelle Druckprospekt zum Angucken und eine lange, scrollbare Liste gegenwärtiger Sonderangebote, grob nach Kategorien sortiert. Über eine Filterliste wählt man bestimmte Artikelkategorien direkt an.

Die Einkaufsliste ist zwar hübsch gemacht und ermöglicht es, Produktbezeichnungen frei einzutippen oder aus einer gruppierten Liste mit bunten Bildchen auszuwählen. Jedoch gibt es keine Auswahl bestimmter Artikel aus dem Penny-Sortiment. Man wählt einfach „Mehl“; konkrete Sorten bietet die App nicht an. Einzige Ausnahme sind Sonderangebote, die man direkt von der jeweiligen Produktseite auf die Liste setzt. Die Anzeige im Kachel-Look ohne Listenoption ist zudem nicht sehr übersichtlich.

Immerhin gibt es ein paar Coupons in der App, deren QR-Code man nur an der Kasse vorzeigen muss; eine Anmeldung oder Payback-Konto sind nicht nötig.

- ⬆️ übersichtlich
- ⬆️ kein Kontozwang
- ⬇️ magere Einkaufslistenfunktion



## REWE

Nach dem Abnicken oder Einschränken „optionaler Technologien zu Statistik- und Marketingzwecken“ landet man direkt auf der etwas mageren Hauptseite der REWE-App. Zum Testzeitpunkt zeigte sie nur eine Coupon-Werbung und das „Rezept des Tages“. Die übrigen Funktionen erreicht man über Schaltflächen am unteren Rand. Aktuelle Sonderangebote listet die App immerhin grob gruppiert nach Auswahl einer Filiale auf. Neben Payback-Punkten und App-Coupons bietet REWE ein eigenes Rabattsystem, das ein Kundenkonto erfordert.

Die Einkaufsliste erreicht man nur über den Sonderangebotsbereich. Sie bietet zwar Vorschläge aus dem Marktsortiment, aber viel zu wenige. So förderte „Kaffee“ nur 5 Produkte zutage, obwohl im gewählten Markt um die 30 Sorten im Regal stehen. Der alternativ nutzbare Barcode-Scanner akzeptiert auch Fremdprodukte und Waren, die es garantiert nicht bei REWE gibt. So landete eine testweise gescannte Altausgabe des Duden-Rechtschreibwörterbuchs klaglos auf der Einkaufsliste. Dafür kann man in einigen Filialen die eingekauften Waren selbst scannen und anschließend eine SB-Kasse nutzen (Scan&Go).

Für den von manchen REWE-Märkten angebotenen Liefer- und AbholService nimmt die App Bestellungen entgegen. Über diesen Umweg gelangt man zu einem deutlich größeren Warensortiment, kann damit aber nicht die App-eigene Einkaufsliste, sondern nur einen Warenkorb bestücken – immerhin mit Einzelpreisen und Gesamtsumme.

- ⬆️ relativ übersichtlich
- ⬆️ Sortiment über Bestellservice
- ⬇️ eingeschränkte Einkaufsliste

Daten und Produktinteressen“ ermitteln, und die Kunden dann mit Newslettern und Gewinnspielen ansprechen. Sensible Angaben zur Gesundheit und zur Religionszugehörigkeit sind aus dem Profiling explizit ausgenommen. Im Umkehrschluss muss man daher implizit damit rechnen, dass alle anderen persönlichen Merkmale mit einbezogen werden.

Im Unterschied dazu fallen die Datenschutzerklärungen von Penny recht spärlich aus. Die Supermarktkette arbeitet bei der Datenauswertung eng mit Payback zusammen und erklärt, dass darüber hinaus kein Profiling stattfinden würde. Allerdings teilt Penny seine Daten mit Adjust und dessen Geschäftspartnern, „zum Zweck des Marketings auf Drittseiten, sozialen Kanälen, Suchmaschinen und Seiten von Kooperationspartnern.“ Wenn Sie sich also in der Penny-App für Nussnougatcreme interessieren, steigt die Wahrscheinlichkeit, dass Sie künftig mehr Nutella-Werbung im Browser sehen.

## Fazit

Die Supermarkt-Apps geben sich als Sparhelfer, sind aber ganz offensichtlich darauf ausgelegt, dass man eher mehr Geld ausgibt als geplant. Das ist ein legitimes Anliegen der Handelsketten, die aber in den Apps nur wenig Gegenleistung bieten. Als Helfer für die Einkaufsplanung verschenken sie viel Potenzial – Stichwort fehlende Preisangaben. Das gilt insbesondere für die Einkaufslistenfunktion bei allen Apps. Rühmliche Ausnahme davon sind die ALDI-Apps, wobei ALDI Nord dank Summierung der Einkaufslisten-Preise noch ein paar Punkte mehr einheimst. Ansonsten wird man mit einer unabhängigen Einkaufslisten-App wie zum Beispiel „Bring!“ (getbring.com) für Android und iOS wahrscheinlich glücklicher.

Worüber man sich auch unbedingt im Klaren sein sollte, ist die ausgesprochene Neugier der App. Ob man die Umgebungssuchung per GPS nutzt, ein Kundenkonto einrichtet, um in den Genuss von Rabattaktionen und Gewinnspielen zu kom-

men oder mit der App bezahlt – datenmäßig lässt man dabei ordentlich die Hosen runter.

Wenn man die Bezahlfunktionen nicht nutzt, auf die zumeist wenigen App-exklusiven Coupons verzichten kann und für Kochrezepte bessere Webseiten oder Apps nutzt, bleiben die Supermarkt-Apps bestenfalls eines: Eine Alternative zu den regelmäßig den Briefkasten verstopfenden Sonderangebots-Flyern der Ketten und Märkte, die jedoch weiterhin produziert werden. App-Nutzer können sie nur künftig ungelesen in den Papiermüll überführen – die Prospekte im originalen Drucklayout bieten die meisten Apps ohnehin als Dreingabe. Die Papierversion könnte man aber lesen, ohne dass Tracking-Mechanismen einem dabei über die Schulter gucken. (swi@ct.de) 

## Literatur

- [1] Markus Montz, Rabatte gegen Daten, Vier Supermarkt-Apps mit Bezahlfunktion im Vergleich, c't 2/2022, S. 104

## Supermarkt-Apps

Produkt	Aldi Nord	Aldi Süd	EDEKA	Lidl Plus	Netto	Penny	REWE
Hersteller, URL	ALDI Einkauf SE & Co. oHG, aldi-nord.de	ALDI Süd Dienstleistungs-GmbH & Co. oHG, aldi-sued.de	EDEKA Zentrals Stiftung & Co. KG, edeka.de	Lidl, lidl.de	Netto Marken Discount Stiftung & Co. KG, netto-online.de	Penny Markt GmbH, penny.de	REWE Markt GmbH, rewe.de
Betriebssysteme	Android ab 8.0, iOS ab 13.0	Android ab 7.0, iOS ab 14.0	Android ab 6.0, iOS ab 14.1	Android ab 6.0, iOS ab 12.0	Android ab 7.0, iOS ab 14.0	Android ab 7.0, iOS ab 14.5	Android ab 6.0, iOS ab 14.0
<b>Allgemeine Funktionen</b>							
Marktsuche (Umkreis / ohne GPS)	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Sonderangebote / sortiert	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / –	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Prospekt (digital)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Gesamtsortiment	✓	✓	–	–	–	–	–
<b>Einkaufslisten</b>							
Suche Eigensortiment	✓	✓	✓	✓	–	–	✓ <sup>1</sup>
freie Eingabe	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Barcode-Scanner	–	–	✓	–	✓	–	✓
Preise	✓	✓	– <sup>2</sup>	– <sup>2</sup>	– <sup>2</sup>	– <sup>2</sup>	✓ <sup>1</sup>
Liefer-/Abholdienst	– / –	– / –	– / –	– / –	– / –	– / –	✓ <sup>3</sup> / ✓ <sup>3</sup>
<b>Zusatzfunktionen</b>							
Coupons	–	–	–	✓	✓	✓	✓
Rabatte	–	–	Sammelpunkte (Genuss+), DeutschlandCard	Punkte sammeln via Kundenkarte	Punkte sammeln mit Konto, DeutschlandCard	Payback	Treuepunkte, Payback
Rezepte	✓	✓	–	✓	✓	–	✓
Bezahlen	–	–	✓	✓	✓	–	✓
digitaler Bon	–	–	✓	✓	✓	–	mit Payback
<b>Bewertung und Preis</b>							
Funktionsumfang	⊖	⊖	⊖	○	○	⊖	⊕
Bedienung	⊕	⊕	○	○	⊖	⊕	○
Einkaufsliste	⊕⊕	⊕⊕	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖
Privatsphäre	⊕	⊕	○	⊖⊖	⊖	⊕	⊖
Preis	kostenlos	kostenlos	kostenlos	kostenlos	kostenlos	kostenlos	kostenlos

<sup>1</sup> nur über Bestellservice <sup>2</sup> nur Sonderangebote <sup>3</sup> in ausgewählten Märkten

✓ vorhanden – nicht vorhanden ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht

# Zahlen, Daten, Fakten

## Emojis und Emoticons

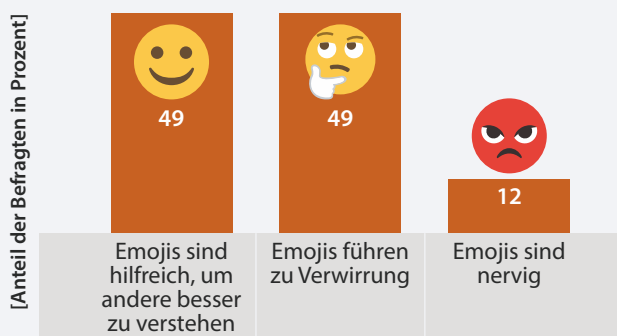
**W**as ist nur aus dem Smiley geworden? So eindeutig seine Aussage auch mal gewesen ist, so sehr ist er dem simplen Gute-Laune-Symbol entwachsen. Mehrere tausend Abwandlungen gibt es mittlerweile, viele davon längst ohne auch nur eine entfernte Ähnlichkeit mit dem ursprünglichen Smiley. Dabei reicht die

Geschichte der „Strichmännchengesichter“ sogar noch weiter zurück, und manche Forscher sehen auch in manchen eigenartigen Zeichenkombinationen früher Drucke die ersten Emoticons. Während sich Emoticons vielfach aus Zeichen gewöhnlicher Schriften zusammensetzen lassen, bilden Emojis eine ganz eigene

Klasse. Mittlerweile stehen Emojis als Unicode-Version 15.0 vor der Haustür. Weil Geräte- und Software-Anbieter die Vorgaben aber – wie Fonts bei Schriften – teils sehr kreativ umsetzen, sind einige Emojis auf verschiedenen Geräten unterschiedlich deutlich. Daraus erwachsen auch Missverständnisse. (mil@ct.de) **ct**

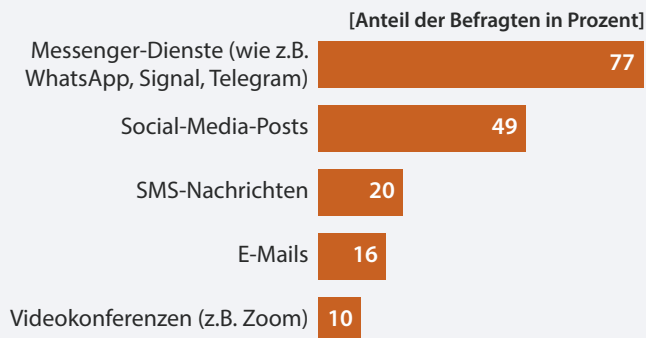
### ► Einstellung gegenüber Emojis

Eine aktuelle Bitkom-Befragung ergab eine indifferente Haltung vieler gegenüber Emojis – Mehrfachnennungen waren möglich.<sup>1</sup>



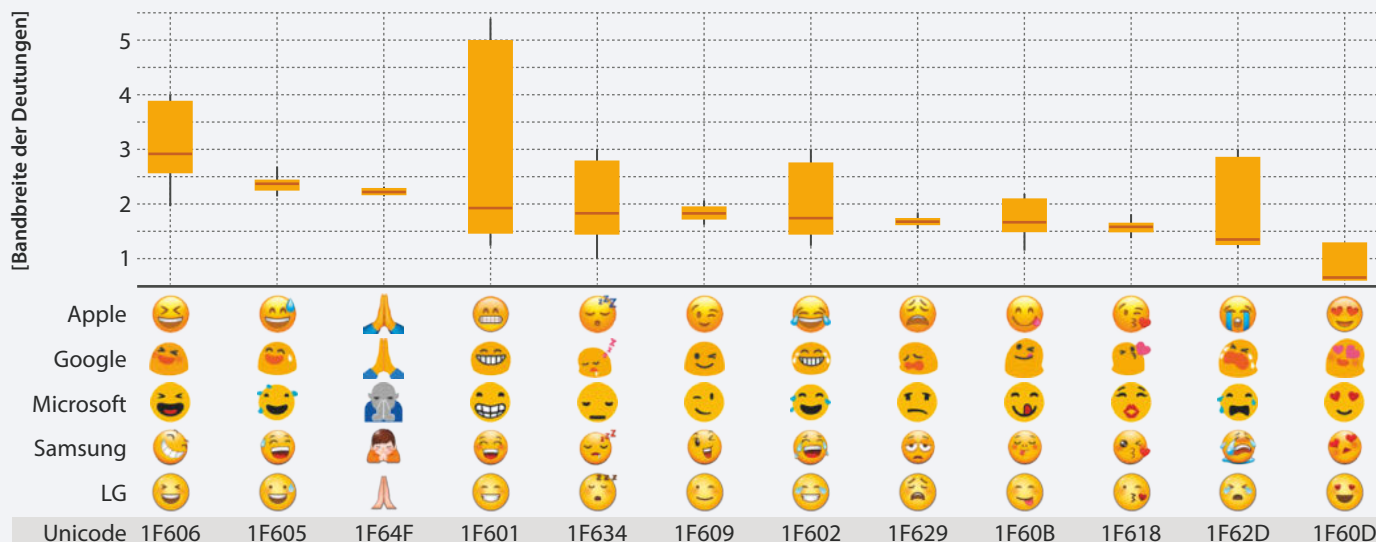
### ► Verwendung

Emojis sind in E-Mails eher selten. Ihr natürliches Habitat sind Messengerdienste. Nur rund ein Viertel aller Messenger-Posts hat kein Emoji.<sup>1</sup>



### ► Missverständnisse

Viele Emojis sind nicht eindeutig zu interpretieren. Das liegt auch daran, dass Hersteller die Unicode-Zeichen grafisch unterschiedlich umsetzen.<sup>2</sup>

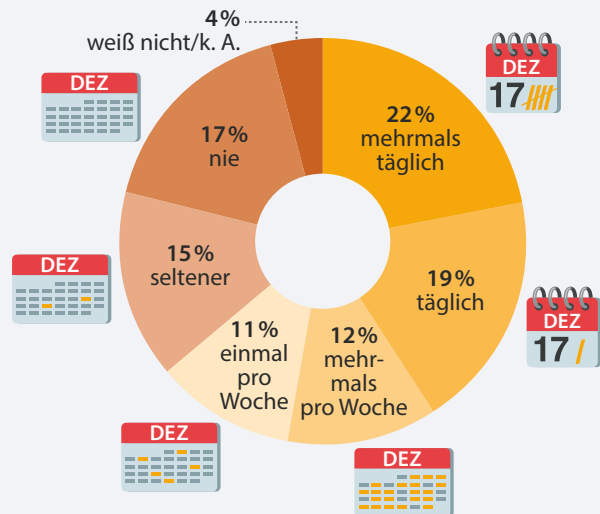


Plattformübergreifende Stimmungsfehlinterpretationen, gruppiert nach Unicode. Jeder Boxplot zeigt die Bandbreite der Fehleinschätzungen der Stimmung auf den fünf Plattformen. Sie sind von links nach rechts nach abnehmender Median-Missinterpretation (dicke braune Linie) der Plattform-Paar-Stimmung geordnet.



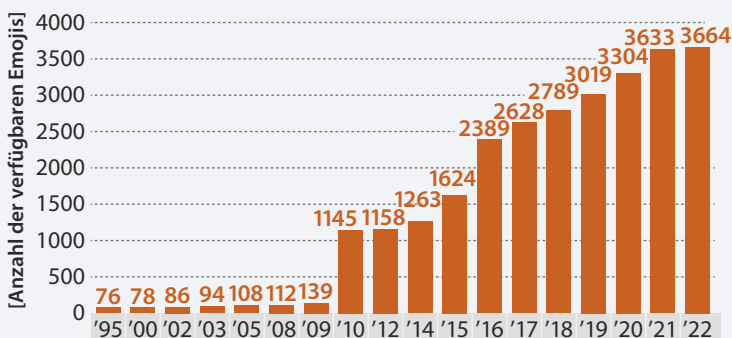
## ► Häufigkeit

Emojis sind im Alltag angekommen: Mehr als die Hälfte der Menschen nutzt sie öfter als einmal wöchentlich.<sup>3</sup>



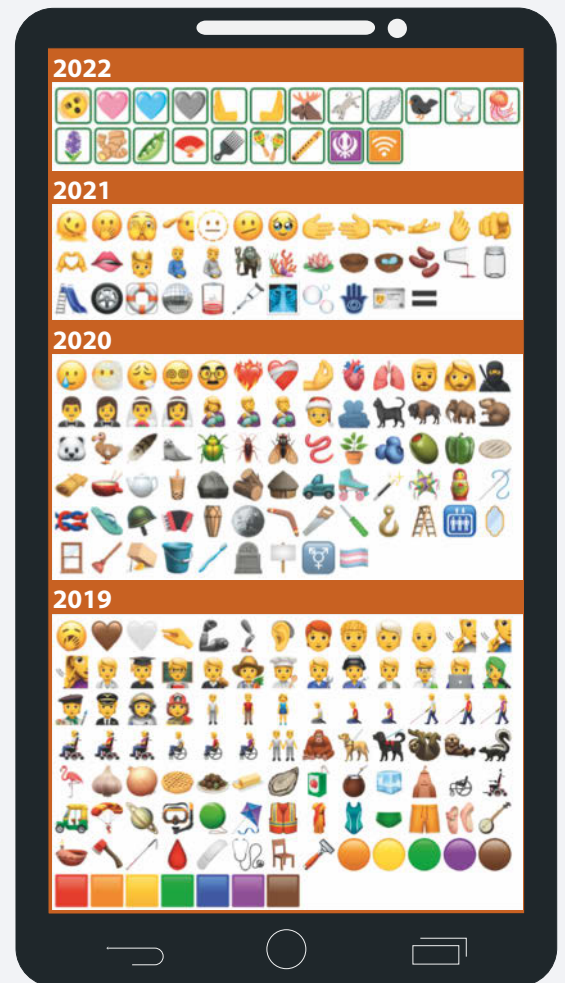
## ► Anzahl

Bis zum Jahr 2009 war die Anzahl der Emojis übersichtlich. Danach stieg sie in Schüben auf das heutige Niveau.<sup>5</sup>

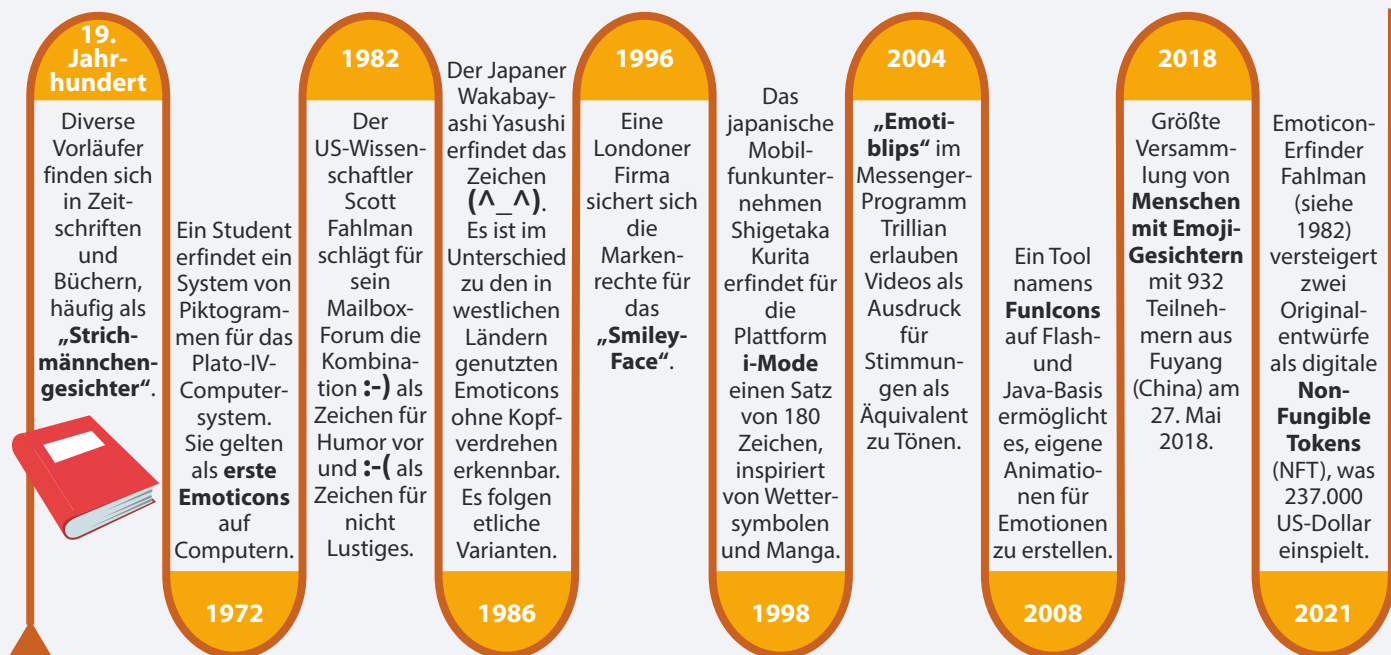


## ► Evolution

Jahr für Jahr kommen neue Symbole hinzu. Es dauert jeweils seine Zeit, bis Computer und Smartphones sie anzeigen.<sup>4</sup>



## ► Geschichte



Quellen: <sup>1</sup> Bitkom Research (2022) <sup>2</sup> Hannah Miller et al., GroupLens Research, University of Minnesota, Minneapolis; Studie: „Bliss-fully happy“ or „ready to fight“: Varying Interpretations of Emoji (2016) <sup>3</sup> Bitkom Research (2021) <sup>4</sup> <https://unicode.org/emoji/charts/emoji-versions.html> <sup>5</sup> Unicode (Stand: 6.12.22)

# Fit und vierzig

c't geht ins fünfte Jahrzehnt



**Hätten Sie's gewusst? c't wird stolze 40 Jahre alt. Wir werden dieses Jubiläum das ganze Jahr lang feiern. Folgendes haben wir geplant.**

Von Jürgen Rink

**D**as Logo zum 40. Geburtstag der c't werden Sie ab sofort häufiger sehen, denn wir wollen das Jubiläum das ganze Jahr über begehen. In jeder c't-Ausgabe 2023 stellen wir einen Artikel aus den letzten 40 Jahren vor, der es wert ist, noch einmal in Erinnerung gerufen zu werden: die größten Erfolge, die größten Fehleinschätzungen und die spektakulärsten Investigativreportagen werden wir aus heutiger Perspektive kommentieren.

Im Mai wird eine Jubiläumsausgabe erscheinen, in der wir Messräume vorstellen, zeigen, wie wir journalistisch arbeiten, welche c't-Produkte wir neben dem Magazin entwickeln und wie groß der Aufwand von Investigativrecherchen ist. In der 40-Jahre-Ausgabe wollen wir aber auch darüber diskutieren, wie es uns gelingt, unabhängig zu bleiben von jeglicher Einflussnahme. Diese Unabhängigkeit hat c't groß gemacht und ist unser höchstes Gut. Genauso wichtig ist uns der genaue Blick auf Themen: Wo andere nur schnorchen, da tauchen wir tief.

## Feiern, bis der Statiker kommt

Wir schauen in diesem Jahr nicht nur zurück, sondern auch nach vorne – beziehungsweise nach oben. Wer schon mal die Gelegenheit hatte, das Verlagsgebäude zu betreten, hat die Kunst im Bau gesehen: Da schrauben sich über 1000 c't-Ausgaben im Foyer empor. Die Skulptur entstand zum 30. Jubiläum und soll auf den aktuellen Stand gebracht werden: Die zusätzlichen zehn Jahrgänge entsprechen gestapelt einer zusätzlichen Höhe von etwa 2,60 Meter. Wenn der Statiker das

zulässt, werden wir publikumswirksam aufstocken.

An einigen Ideen zum 40. basteln wir noch. Derzeit ist ein Hackathon für Open-Source-Projekte bei uns im Verlagsgebäude im Gespräch sowie Preisausschreiben mit Unternehmen, die uns zum Teil schon lange begleiten – nicht jeder Bericht und jeder Test verursacht dort gute Laune, aber die Zusammenarbeit mit den meisten von ihnen verläuft professionell und man schätzt sich.

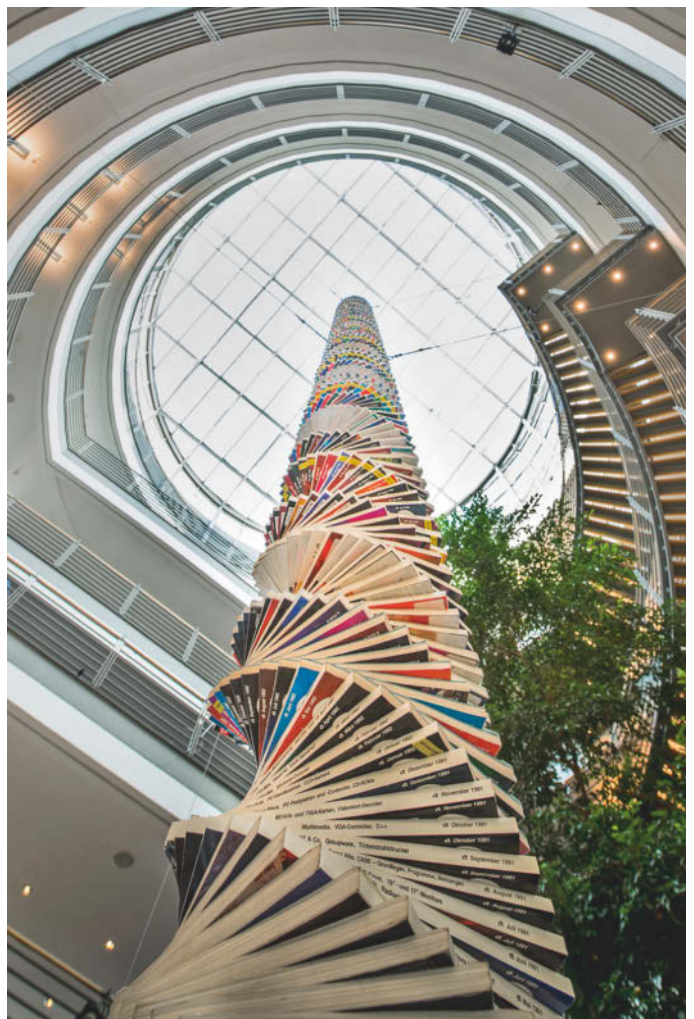
## 40 Jahre Veränderung

Das c't magazin hat sich in 40 Jahren verändert und ist sich trotzdem treu geblie-

ben. Diese Kontinuität hat c't nicht zuletzt dem Umstand zu verdanken, dass ein Führungswechsel selten ist. In den vierzig Jahren gab es nur die Chefredakteure Christian Persson mit Detlef Grell, dann Johannes Endres und mich seit 2017.

Einige Zäsuren fanden dennoch statt. 1996 wurde die c't endgültig mit ihren damals über 600 Seiten zu dick für den üblichen deutschen Briefkasten und wir wechselten vom Monatstakt in den vierzehntäglichen Rhythmus. Die Erweiterung des Printmagazins hin zu digitalen Ausgaben in den Apps und im Browser vor etwas mehr als zehn Jahren war ebenso prägend. In den letzten sechs Jahren haben wir

**Zum 30-jährigen Geburtstag im Jahr 2013 stapelten wir im Foyer des Verlagshauses in Hannover alle bislang erschienenen c't-Ausgaben übereinander. Aus der temporären Skulptur, die sich in die Höhe schraubt, wurde ein dauerhaftes Wahrzeichen. Wir wollen die fehlenden 2,60 Meter bis zum 40. Jahrgang aufstocken – wenn es die Gebäudestatik erlaubt.**







Nicht nur thematisch, sondern auch äußerlich hat die c't einige Veränderungen mitgemacht: links das Titelbild der ersten Ausgabe aus dem Jahr 1983, daneben die Titelseite der Ausgabe 2 von 2023.

zudem einen strikt leserzentrierten Journalismus verfolgt: Die Redaktion macht ein Angebot und Sie als Leser entscheiden, was Sie davon halten. Das messen wir auf unterschiedliche Art und Weise: Indem wir zum Beispiel auswerten, wie häufig die Artikel in den digitalen Ausgaben gelesen werden. Außerdem arbeiten wir eng mit einem Leserbeirat zusammen, der aus etwa 300 Menschen besteht. Damit können wir auch zukünftig neue Themen ausprobieren, um festzustellen, wie diese bei den Lesern ankommen. Eines ist sicher: Durch die Digitalisierung erweitert sich die Themenpalette der c't enorm.

Die Erkenntnisse daraus sind jetzt schon hilfreich: Endlich wissen wir, statt nur zu ahnen, dass die Bastelprojekte von Raspi bis Selbstbau-PCs verschlungen werden, dass Themenerweiterungen wie E-Mobilität und Energieversorgung dem überwiegenden Teil der Leser gefallen. Dabei achten wir darauf, nicht nur auf populäre Themen zu setzen, sondern auch Fangruppen zu bedienen, die sich für Ser-

ver interessieren oder für Linux, Adminspezifisches oder für unsere Hardcore-Artikel, die extrem in die Tiefe gehen.

Diese Leserzentrierung ist für uns der Schlüssel für die Zukunft. Dazu kommt, dass eine Medienmarke wie c't mit Digitalisierung und gesellschaftlichen Veränderungen Schritt halten muss. Das Magazin wird es noch sehr, sehr lange geben, sowohl auf Papier als auch in digitalen Formaten. Das allein genügt heute aber nicht, denn andere Formate wie Audio und Video dürfen wir nicht außen vor lassen, um mehr Menschen vom unabhängigen c't-Journalismus zu überzeugen.

### Mehr c't-Produkte

Wir haben deshalb in den letzten Jahren neue c't-Produkte aus der Taufe gehoben ([ct.de/ynqs](https://ct.de/ynqs)). c't uplink war der erste Podcast der Redaktion und ist nach wie vor unser erfolgreichster. Jede Woche diskutieren c't-Redakteure über IT-Themen, häufig zu Themenschwerpunkten, die wir auch im

Magazin haben. Der Datenschutz-Podcast der c't heißt Auslegungssache. Redakteur Holger Bleich und Heise-Justiziar Joerg Heidrich besprechen aktuelle Entwicklungen zum Thema und laden in jeder Folge einen Experten ein. Der Audio-Podcast Bit-Rauschen komplettiert die c't-Podcast-Riege. Christof Windeck und Christian Hirsch halten ihre Zuhörer zum Thema Chips und IT-Hardware auf dem Laufenden.

Seit rund einem Jahr haben wir den YouTube-Channel c't 3003 am Start. Keno Janssen bringt c't-Themen zielgruppengerecht zu YouTube und wir sind stolz auf zum Teil mehrere Hunderttausend Abrufe pro Folge. Für 2023 planen wir bereits weitere c't-Produkte. Und dabei hören wir auf Sie: Wir freuen uns über Ihre Meinung und über Ihre Glückwünsche und haben dafür die Mail-Adresse [40.Geburtstag@ct.de](mailto:40.Geburtstag@ct.de) eingerichtet – schreiben Sie uns! ([jr@ct.de](mailto:jr@ct.de)) **ct**

**Podcasts und Videokanäle von c't:**  
[ct.de/ynqs](https://ct.de/ynqs)





# Vom Bankentester zum Geldwäscher

## Wie Cyberkriminelle arglose Jobsucher rekrutieren

**Internetbetrüger nutzen oft Konten von Strohleuten, um Geld aus Vorkasse-Überweisungen zu waschen. Wir erklären, wie die Täter mithilfe ahnungsloser Opfer solche Konten eröffnen, welche finanziellen und strafrechtlichen Folgen drohen und wie man sich dagegen schützt.**

Von Markus Montz

**D**ie Anzeigen auf einigen Jobportalen klingen verlockend: einfacher Nebenjob von zu Hause, keine Vorkenntnisse und schnelle Einarbeitung. Es reichen ein Computer, ein Smartphone und eine stabile Internetverbindung. Doch was nach leicht verdientem Geld aussieht, entpuppt sich als böse Falle, wenn die zukünftigen Opfer im Auftrag angeblicher Marktforschungsagenturen Konten bei N26 und anderen Banken eröffnen sollen. Während sie selbst nie Zugriff auf diese Konten haben, verschieben die Täter damit Geld aus krummen Geschäften auf eBay Kleinanzeigen oder in Fake-Shops [1, 2] – bis im schlimmsten Fall die Polizei auf der Matte steht.

Eine Leserin von c't ist auf den Trick hereingefallen. Sie hat aber nicht nur

schnell und überlegt gehandelt und dadurch Schlimmeres verhindert, sondern uns den Fall auch minutiös geschildert. Anhand ihres Beispiels zeigen wir, wie raffiniert die Täter vorgehen, um ihre wahren Absichten zu verschleiern – und wie sie dabei die Unkenntnis selbst vorsichtiger Opfer ausnutzen. Wir erklären außerdem, an welchen Anzeichen man einen kriminellen Hintergrund erkennt und wie man Schaden abwendet, wenn man doch auf den Trick hereingefallen ist.

### Unmoralische Angebote

Franziska E. suchte einen Minijob, den sie bequem von zu Hause erledigen konnte. Auf der Website der Jobbörse Indeed stieß sie auf ein passendes Angebot: Für die

„Datenerhebung im Homeoffice“ bei Firma A. sollten Bewerber laut Stellenbeschreibung einfache Marktforschungstätigkeiten im Internet erledigen. Vorkenntnisse und eine lange Einweisung seien nicht erforderlich, man brauche lediglich einen Computer, ein Smartphone und eine Internetverbindung.

Zur Sicherheit googelte Franziska E. den Firmennamen und stieß auf ein norddeutsches Unternehmen, das mit SEO-Optimierung und Social-Media-Marketing warb. Das Impressum wirkte vollständig, die angegebene Adresse war auf Google Maps zu finden. Auf Franziska E. wirkte das seriös, also klickte sie auf „Schnellbewerbung“. Dabei füllen Nutzer auf Stellenbörsen wie Indeed einige Felder aus; die Börse leitet den Inhalt dann weiter.

Kurz darauf meldete sich ein angeblicher Vertreter von Firma A. per Mail und wollte unter anderem wissen, ob Franziska E. Facebook, Twitter, Instagram und N26 kenne. Die ersten drei Fragen bejahte sie, bei der Digitalbank N26 musste sie passen. Für die Firma schien das aber kein Problem zu sein: Franziska E. bekam umgehend einen ersten Probeauftrag, der bereits mit 50 Euro vergütet werden sollte. Der Arbeitsvertrag würde nach den ersten Einsätzen folgen. Anschließend einigte man sich auf einen ersten Arbeitstermin. Die Firma A. schickte Franziska E. einen Link zu einem Livechat auf der Firmenhomepage, bei dem sie sich zum vereinbarten Zeitpunkt melden sollte. Franziska E. stutzte zwar kurz, weil der Link zu einer anderen Homepage als der gegoogelten führte, hielt diese dann aber für eine Mitarbeiterseite.

## Warnsignale

Die Masche ist in diesem frühen Stadium schwer zu erkennen. Ein Indiz ist aber das Schema der Stellenausschreibungen: Es handelt sich stets um „einfache“ Tätigkeiten, die keine Vorerfahrung erfordern und vollständig digital im Homeoffice stattfinden sollen. Bei Franziska E. hieß das Ganze „Homeoffice/Datenerhebung“, andere Beispiele sind „Kundendienstmitarbeiter/in“ oder „Financial Controller“. Meist geht es um Mini- oder Teilzeitjobs. Stutzig machen sollte außerdem, wenn das Unternehmen beim Arbeitnehmer ein Smartphone oder Tablet sowie eine funktionierende und stabile Internetverbindung voraussetzt.

Prüfen Sie daher stets die angegebene Homepage, so wie es auch Franziska E. tat. Beginnen Sie mit dem Impressum: Ge-

werbliche Internetauftritte müssen ihre Anschrift, Umsatzsteuer-ID und, je nach Unternehmensform, Handelsregisternummer vermerken. Letztere und die Anschrift gleichen Sie auf handelsregister.de ab (ct.de/y6cu). Betrüger setzen allerdings häufig Links zu seriösen Unternehmen oder kopieren Namen und Adressen von anderen Homepages. Auch eine professionell aussehende Fake-Homepage inklusive Livechat kann man mit Baukästen in wenigen Stunden zusammenklicken.

Googeln Sie zusätzlich den Unternehmensnamen und schauen Sie, ob es weitere Unternehmen mit ähnlichen Namen gibt: Betrüger arbeiten gerne mit leicht angepassten Bezeichnungen und URLs, die seriösen Angeboten ähneln. Manchmal ahmen sie sogar das Design der Homepage nach. Auch die Homepage selbst liefert mögliche Hinweise: Wollen die Unternehmensbeschreibung und die angebotene Tätigkeit nicht recht zueinander passen, seien Sie skeptisch.

Erkundigen Sie sich noch vor der Bewerbung beim Unternehmen nach Inhalten der Tätigkeit – mit einer Bewerbung fließen ja bereits Ihre persönlichen Daten. Fragen Sie bei allgemeinen Angaben wie „Marktforschung“, um welche Branchen es geht und ob das Unternehmen Referenzen besitzt. Ein seriöses Unternehmen antwortet sachlich und konkret, andernfalls brechen Sie den Kontakt ab.

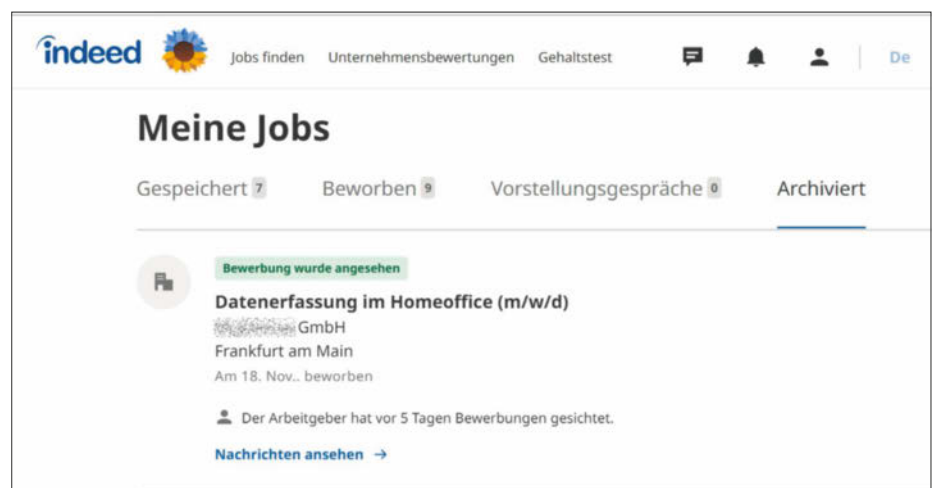
Haben Sie einen vollständig online durchgeführten Bewerbungsprozess begonnen, sollten Sie alle unklaren Namen und Begriffe recherchieren. Geht es darum, Marktforschung oder Produkttests zu Finanzinstituten oder Identifikationsverfahren durchzuführen, brechen Sie ab.

## ct kompakt

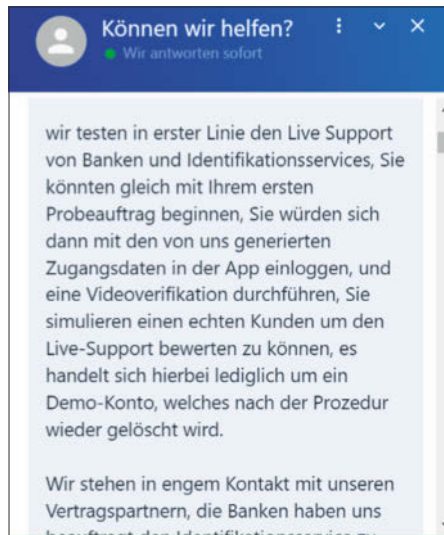
- Internet-Betrüger ködern Arbeitssuchende auf Jobportalen und verleiten sie dazu, bei angeblichen Produkttests „Testkonten“ bei Banken wie N26 zu eröffnen.
- In Wahrheit handelt es sich um echte Girokonten, die auf den Namen der Opfer laufen, während die Täter damit Geld aus Betrugsgeschäften waschen.
- Handeln die Opfer nicht, droht ihnen eine Anklage wegen Geldwäsche und sie haften zivilrechtlich für die Schäden, die Dritten dadurch entstehen.

Abbrechen sollten Sie auch, wenn man im Bewerbungsverlauf eine Ausweiskopie von Ihnen haben will: So etwas ist auf keinen Fall seriös und kann Ihnen weitere Schwierigkeiten bringen [1].

Kommt ohne echtes Auswahlverfahren bereits eine Zusage, ist das ebenfalls kein gutes Zeichen. Manchmal versuchen die Betrüger, zusätzlich durch einen Arbeitsvertrag Vertrauen zu schaffen. Doch auch der kann gefälscht sein. Probeaufträge, bei denen der Arbeitsvertrag lediglich in Aussicht steht, sind noch verdächtiger. Ansonsten gilt dasselbe wie vor der Bewerbung: Gibt es Ungereimtheiten, Verdachtsmomente oder kommt Ihr Gegenüber erst nach der Zusage mit der eigentlichen Jobbeschreibung heraus, bre-



**Mit Jobangeboten für einfache Tätigkeiten aus dem Homeoffice ködern die Täter die Opfer, die später die Bankkonten für sie eröffnen.**



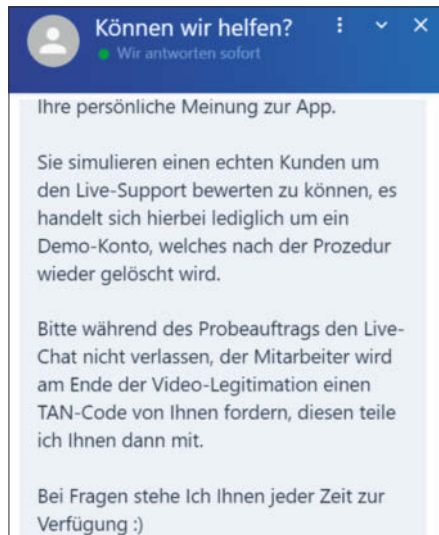
**Geschickt briefen die Täter ihre Opfer im Chat oder Messenger.  
Die wiederum merken oft nichts von dem kriminellen Hintergrund.**

chen Sie ab. Das gilt auch für Jobs, bei denen man Sie lediglich über Mail, Livechats oder Messenger wie WhatsApp begleiten will, aber ein telefonisch erreichbarer Ansprechpartner fehlt. Melden Sie solche Anzeigen bei der Jobbörse, damit sie diesen nachgeht.

### Ein unseriöser Job

Wie vereinbart meldete sich Franziska E. pünktlich im Livechat an. Der Operator erklärte ihr nun erstmals ihre Aufgabe: Man teste „in erster Linie den Live-Support und Identifikationsservice von Banken“ in deren Auftrag. Dazu müsse sie sich mit den Zugangsdaten, die er ihr übermitteln würde, in der App einer Bank registrieren und „eine Videoverifikation durchführen“. Sie würde aber lediglich ein Testkonto eröffnen, das anschließend wieder gelöscht werde, log der Operator weiter.

Anschließend bat er Franziska E., die Daten aus der Bewerbung abzugleichen und eventuelle Zweitnamen entsprechend ihrem Personalausweis anzugeben. Den solle sie überdies bereithalten. Der Auftrag sei „bei der N26 Bank“, sie solle aber nichts von einem Job oder einer Marktforschung erwähnen, „da der Mitarbeiter sich so verhalten soll, als wären Sie ein echter Kunde“. Frage man sie nach dem Grund der Verifizierung, solle sie sagen, dass es sich um „ein Girokonto bei der N26 Bank“ handele. Während des Probeauftrags müsse sie im Livechat bleiben, wo man ihr wichtige Daten und Links zusenden würde. Außerdem solle sie sich Notizen zum Mitarbeiter, dem Ablauf und der Nutzerführung in der App machen.



Nachdem Franziska E. die N26-App installiert hatte, bekam sie vom Operator Zugangsdaten in Form einer Mailadresse, einer Handynummer und eines Passworts zugesandt, mit denen sie sich registrieren sollte. Diese Daten solle sie auf Nachfrage auch dem Mitarbeiter im Videochat mitteilen, so der Operator. Alle anderen Felder füllte Franziska E. mit ihren persönlichen Daten aus. Zum Abschluss sandte ihr der Operator den Link, mit dem sie die Mailadresse bestätigen sollte – wie von N26 vorgegeben auf demselben Gerät, auf dem sie sich registriert hatte.

Es folgte die eigentliche Kontoeröffnung: Als Kontotyp gab der Operator das kostenlose Business-Modell „Standard“ mit virtueller Karte vor, das nur auf Kundenwunsch eine Plastikkarte umfasst. Für den erneuten Login schickte der Operator Franziska E. über den Chat den erforderlichen „SMS Code“, der zuvor auf seinem Handy landete. Danach absolvierte sie das Video-Ident-Verfahren. Die per Mail versandte sechsstellige Bestätigungs-TAN zum Abschluss des Video-Ids bekam sie gleichfalls vom Operator des Livechats – außerdem gab er ihr den vierstelligen „Bestätigungscode“ vor, mit dem man Änderungen im Konto bestätigt.

Zum Abschluss sollte Franziska E. ihre Bewertung abgeben, anschließend informierte man sie über ihre Einstellung – und schlug gleich einen nächsten Termin für den Folgetag vor. Das Konto werde man im Übrigen nach spätestens 72 Stunden schließen. Nun wurde Franziska E. misstrauisch und bat um die Zugangsdaten, um selbst Hand anlegen zu können. Außer-

dem forderte sie den Operator auf, ihre persönlichen Daten zu löschen.

### Straf- und zivilrechtliche Aspekte

Franziska E.s Bedenken waren berechtigt: Sie hatte den Tätern geholfen, ein echtes N26-Girokonto zu eröffnen. Obwohl es auf ihren Namen und ihre Identität lief, hatte sie keinen Zugriff auf das Konto – den besaßen nur die Täter, während sie nicht einmal die IBAN kannte. Geschickt hatten die Täter das Sicherheitsverfahren von N26 ausgetrickst, indem sie Franziska E. überall dort vorschickten, wo N26 Identitäten prüft.

Unser Rat ist daher derselbe wie im Bewerbungsprozess: Brechen Sie spätestens dann den Kontakt ab, wenn Sie bei einer vollkommen unbekannten Agentur Marktforschung oder einen Produkttest für eine Bank durchführen sollen. Das gilt umso mehr, wenn Sie dabei ein Konto eröffnen; insbesondere, aber nicht nur bei N26. Wir haben bereits von ähnlichen Versuchen bei anderen Banken gehört, auch solchen im EU-Ausland.

Stoppen Sie als Betroffener den Prozess nicht, können Sie sowohl straf- als auch zivilrechtlich belangt werden. Die Täter nutzen die Konten in aller Regel, um darüber Geld aus Betrugsgeschäften zu waschen. Im einfachsten Fall eröffnen oder kapern sie Nutzerkonten auf eBay Kleinanzeigen, stellen dort Verkaufsangebote ein und verleiten Interessenten dazu, ihnen Geld auf das für die Betrüger eröffnete Konto zu überweisen.

Während diese Interessenten nie die Ware bekommen, überweisen die Täter das Geld auf Konten im Ausland weiter. Fliegt der Schwindel auf, wenden sich die Strafverfolgungsbehörden zunächst unter dem Verdacht der Geldwäsche an den Kontoinhaber. Damit nicht genug, können die Opfer zivilrechtliche Ansprüche gegen ihn geltend machen. Dabei geht es schnell um viele tausend Euro [1].

### Schadensbegrenzung

Franziska E. wandte sich direkt an N26, um Schlimmeres zu verhindern. Dort stand ihr aber lediglich ein Livechat zur Verfügung. Ob es bei N26 ein Konto auf ihren Namen und ihre Anschrift gebe, wollte sie dort wissen; sie sei Opfer eines Identitätsdiebstahls geworden. Mitarbeiter „S.“ riet ihr knapp, sich an die Polizei zu wenden. Erst als Franziska E. im zweiten Anlauf konkret darauf hinwies, dass mit ihrer Identität und einer fiktiven Mail-



adresse ein Girokonto eröffnet worden sei, bat Mitarbeiter „V.“ sie um eben jene Mailadresse. Weitere Auskünfte bekam sie nicht.

Bei der Polizei ihres Wohnortes ließ man Franziska E. auf Nachfrage zunächst wissen, dass man nichts machen könne, solange ihr kein Schaden entstanden sei. Daraufhin wandte sie sich an heise online und c't. Auf unseren Rat hin fuhr Franziska E. unverzüglich zur nächsten Polizeiwache und erstattete wegen des Identitätsdiebstahls und -missbrauchs Anzeige. Fünf Tage darauf beschwerten sich die Täter in einer letzten Mail, dass sie entgegen der „Richtlinien“ Kontakt zur Bank aufgenommen habe – und bestätigten damit indirekt, dass N26 das Konto geschlossen hatte.

Haben Sie festgestellt, dass Sie selbst oder jemand anderes Opfer dieser Masche geworden sein könnte, handeln Sie schnell. Andernfalls drohen besagte straf- und zivilrechtliche Konsequenzen. Sichern Sie alle Daten wie Telefonnummern und Mailadressen sowie alle Chatverläufe und Mails. Machen Sie Screenshots von Stellenanzeigen, Homepages und Livechats. Mit diesem Material bringen Sie den Identitätsdiebstahl zur Anzeige.

Sie haben das Recht auf eine Anzeige, und zwar auch dann, wenn ein materieller Schaden noch nicht eingetreten ist. Die Behörden veranlassen dann, dass die Bank das Konto schließt. Sie müssen nicht einmal eine Polizeidienststelle aufsuchen, sondern können die Onlinewache Ihres Bundeslandes nutzen; Ihre Rechte können Sie in der sogenannten „Opferfibel“ nachlesen (Links unter ct.de/y6cu). Ab dem Zeitpunkt der Anzeige sind sie vor Ansprü-

**Nutzen Sie am besten die Onlinewache, um Anzeige zu erstatten: Sie können Screenshots und Dateien hochladen und bekommen am Ende eine Vorgangsnummer, genau wie auf dem Revier.**

chen dritter Geschädigter sowie Strafverfolgung weitgehend geschützt.

Geben Sie zu Protokoll, dass Sie über den Ausgang des Verfahrens informiert werden möchten, und stellen Sie außerdem Strafantrag. Normalerweise bietet die Polizei Ihnen beides an. Sie können dies aber noch bis zu drei Monate nach der Anzeige tun. Zum einen informieren Sie Polizei und Staatsanwaltschaft dann über den weiteren Verlauf und Abschluss des Verfahrens. Zum anderen kann ein Rechtsanwalt über den Strafantrag optional Akteneinsicht verlangen.

Zusätzlich sollten Sie Mailadressen beim Mailprovider (beispielsweise Hotmail) und die Stellenanzeige bei der Jobbörse melden. Sie können außerdem ver-

suchen, über eine WhoIs-Abfrage (bei DE-Homepages über die Denic, ct.de/y6cu) den Nameserver/Provider einer Website herauszufinden und sie diesem anzuzeigen. Auch wenn die Täter wahrscheinlich schnell eine neue Homepage und Stellenanzeige online haben, kann man ihnen so zumindest ein paar Steine in den Weg legen. (mon@ct.de) **ct**

#### Literatur

- [1] Markus Montz, Perfektes Schauspiel, Wie Betrüger mit Fakt und Fiktion Gebrauchtäufer abzocken, c't 21/2022, S. 132
- [2] Nick Akinci, Niemals ausgeliefert, Fake-Shops erkennen und vermeiden, c't 1/2023, S. 148

**Handelsregister, Onlinewache, Opferfibel: ct.de/y6cu**

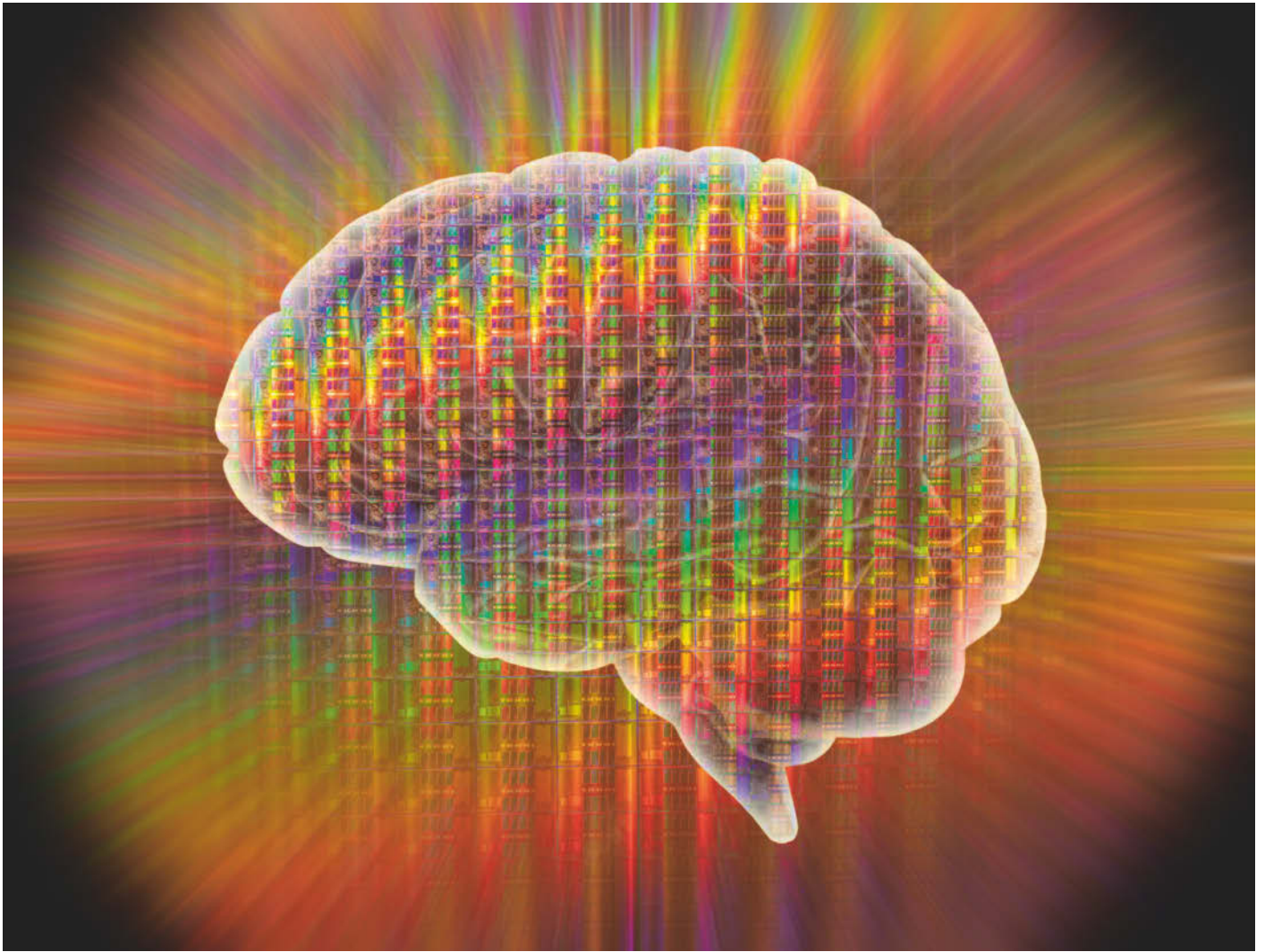
## Schwachstelle N26

N26 ist im Vergleich zu anderen deutschen Banken – auch anderen Digital- sowie Direktbanken – relativ häufig von Identitätsmissbrauch betroffen. Aus Sicht vieler Experten haben die internen Strukturen der Bank zur Abwehr krimineller Aktivität nicht Schritt mit dem Kundenwachstum gehalten. Das Bundesamt für Finanzdienstleistungsaufsicht (BaFin) hat die Bank daher im Mai 2019 erstmals öffentlich wegen Mängeln in der Prävention von Geldwäsche und Terrorismusfinanzierung gerügt und mit einer Geldbuße belegt.

Zwei Jahre später bekam N26 zur Kontrolle zusätzlich einen Sonderbeauftragten der BaFin ins Haus geschickt, seit November 2021 darf die Bank maximal 50.000 Neukunden im Monat aufnehmen.

c't hat N26 nach einer direkten Kontaktmöglichkeit für Opfer der Masche gefragt. N26 antwortete, dass man sich in solchen Fällen „grundsätzlich zunächst an die Strafverfolgungsbehörden wenden“ solle; N26 kooperiere dann mit diesen. Gleichzeitig nehme man Meldungen von potenziell betrügerischen Konten

„außerordentlich ernst“ und folge dabei strengen regulatorischen Vorgaben. Außerdem überarbeite man „im Austausch mit den Behörden laufend [die] Prozesse zur Bearbeitung von Hinweisen Dritter“ und behandle Hinweise auf potenzielle Betrugsfälle „mit hoher Priorität“. Gemessen an den wenig hilfreichen und unstrukturiert wirkenden Reaktionen, die Franziska E. auf ihre Kontaktversuche erhielt, scheint N26 die Überarbeitung allerdings noch nicht gänzlich abgeschlossen zu haben.



# Magnetwellen-KI

## Neuartige Chiptechnik erkennt Muster in schnellen Sensordaten

**Forscher am Helmholtz-Zentrum in Dresden entwickeln eine künstliche Intelligenz, die mit Magnetwellen auf Mikrochips rechnet. Im Projekt mit Halbleiterherstellern wollen sie daraus schnelle KI-Systeme zum Beispiel für autonome Autos zur Industriereife bringen.**

Von Arne Grävemeyer

**K**lassische Rechnerkonfigurationen in der Von-Neumann-Architektur nutzen eine Recheneinheit und davon getrennte Datenspeicher. Insbesondere darauf simulierte neuronale Netze erzeugen viel zeitfressenden Datenverkehr zwischen Prozessor und Speicher. Dieser Zeitbedarf erschwert es, schnelle Sensordaten umfassend in Echtzeit zu verarbeiten und Muster im zeitlichen Ablauf zu erkennen. Das wirkt sich zum Beispiel aus, wenn es darum geht, andere Verkehrsteilnehmer und Hindernisse in den Daten von Radar- und Lidarsensoren eines autonomen Fahr-

zeugs zu entdecken. Gerade bei einer solchen Aufgabe kommt es darauf an, Veränderungen in den aufeinanderfolgenden Signalen zu erkennen und in Echtzeit einzuordnen.

Ein Team um Katrin und Helmut Schultheiß am Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR) entwickelt einen neuen Hardware-Ansatz für künstliche Intelligenz, bei dem Wechselstromsignale im Gigahertzbereich Mikrowellen auf Computerchips abstrahlen. Diese erzeugen magnetische Wellen und beeinflussen diese mit jeder Frequenzänderung. Dabei



entstehen aus nacheinander eintreffenden unterschiedlichen Eingangssignalen magnetische Muster auf dem Chip. Anhand dieser Muster kann man die Eingangssignale in Echtzeit klassifizieren. In einem vom HZDR koordinierten Projekt wollen Forscher gemeinsam mit den Chipherstellern GlobalFoundries und Infineon nach diesem Ansatz eine neuartige neuromorphe Chiptechnik entwickeln.

## Neuromorphe Technik

Im Unterschied zur verbreiteten Von-Neumann-Architektur orientiert sich der Ansatz des neuromorphen Computings am Beispiel von natürlichen Nervennetzen. Diese verarbeiten Eingangssignale dadurch, dass Neuronen untereinander vernetzt sind und Reize nur dann an andere Neuronen weiterleiten, wenn diese festgelegte Schwellwerte überschreiten. Zugleich repräsentiert die Struktur der miteinander vernetzten Neuronen die gespeicherten Erfahrungen – dasselbe System speichert und verarbeitet also die Daten. Dieses Konzept erweist sich in der Natur als erstaunlich leistungsfähig. Das menschliche Gehirn ist heutiger künstlicher Intelligenz in vielerlei Hinsicht überlegen, obwohl seine Neuronen nicht im Gigahertztakt Signale feuern können und obwohl seine Speicherkapazität begrenzt ist. In einer der kommenden Ausgaben geben wir einen Überblick über die gängigen Konzepte für neuromorphe Computer.

Viele heutige KI-Systeme simulieren zwar neuronale Netze, die einmal in Anlehnung an biologische Nervennetze konzipiert worden sind. Die KI läuft aber in der Regel auf klassischen Rechnersystemen, was ein indirekter und energieaufwendiger Weg ist. Insbesondere bei der Verarbeitung schneller Sensorsignale in Echtzeit stoßen solche Architekturen an ihre Grenzen.

Neuromorphe Ansätze beschäftigen sich beispielsweise mit lichtverarbeitenden Computerchips [1]. In einem Forschungsprojekt mit den Universitäten in Oxford und Exeter experimentierte ein Team um Johannes Feldmann schon 2019 an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster mit Lichtwellenleitern und Phasenwechselmaterialien, wie sie sonst auf wiederbeschreibbaren DVDs zum Einsatz kommen. Diese Materialien verändern ihren Zustand unter Lichteinfluss. Chips mit photonischen Schaltkreisen transportieren Daten in Form von Licht

und verarbeiten diese Signale anstelle fließender Elektronen, auf denen verbreitete Chiptechnik beruht.

Mit ihren optischen Elementen bauten die Forscher auf Chips einfache neuronale Netze auf. Die konnten beispielsweise aus einer Reihe optisch eingegebener Buchstaben, Muster wiedererkennen. Durch die schnelle Lichttechnik und die hohe Zahl an Rechenoperationen, die sich mit den optischen Komponenten auf einem Chip verwirklichen lassen, verspricht dieser Ansatz eine schnelle Klassifikation insbesondere optischer Eingangssignale. Mit fest verdrahteten, trainierten neuronalen Netzen ausgestattet, könnten derartige Chips in Zukunft helfen, medizinische Aufnahmen zu bewerten oder Kamerabilder aus autonomen Fahrzeugen in Echtzeit einzuschätzen.

## Magnonen statt Photonen

Der Ansatz der HZDR-Forscher beruht dagegen auf magnetischen Wellen, sogenannten Spinwellen. Diese erzeugen sie auf magnetisierbaren Scheiben, mit nur wenigen Mikrometern Durchmesser.

Zunächst erzeugt eine stromdurchflossene Leiterbahn, die eine solche Scheibe umgibt oder auch einfach unter ihr entlangführt, ein Magnetfeld in der Scheibe. An diesem Feld richtet sich auch das ferromagnetische Material der Mikroscheibe aus. Plötzliche Stromschwankungen lösen nun Störungen dieses Magnetfeldes aus, die als magnetische Welle oder Spinwelle über die Scheibe laufen beziehungsweise darauf ein Muster bilden. Der Begriff Spinwelle rührt daher, dass den Elektronen in der Eisen-Nickel-Legierung der Mikroscheiben ein Spin zugeschrieben wird, im Modell der Teilchenphysik eine Art Eigendrehmoment der atomaren Teilchen. Ein plötzlicher Impuls bringt diesen Spin aus dem Takt und diese Störung überträgt sich an

## c't kompakt

- Neuromorphe Technik entwickelt sich parallel zur Von-Neumann-Architektur gängiger Computertechnik.
- Forscher regen mit Eingangssignalen im Gigahertzbereich Magnetwellen an. An denen lassen sich Muster im zeitlichen Verlauf ablesen.
- Projektpartner wollen mit der neuen KI-Technik schnelle Chips für autonomes Fahren entwickeln.

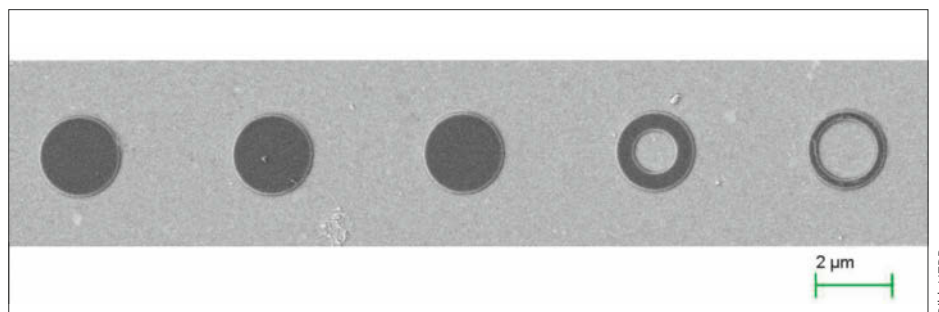
schließlich wie eine Welle von einem Elektron zum nächsten.

Die Spinwellen zeigen übrigens einige Parallelen zu Lichtwellen und vergleichbar zum kleinsten Lichtteilchen, dem Photon, existiert auch ein sogenanntes Magnon, das die unteilbare, kleinste Einheit einer Spinwelle darstellt. Eine Spinwelle kann je nach Energie beliebig viele Magnonen verkörpern. Noch wichtiger aber ist, dass die Zahl der Spinwellen auf einer Mikroscheibe nicht fest begrenzt ist. Auf einer Scheibe von fünf Mikrometern Durchmesser können Hunderte unterscheidbare Spinwellen gleichzeitig existieren und sich gegenseitig beeinflussen.

Unterschiedliche Frequenzen in den Mikrowellensignalen der Leiterbahn können unterschiedliche Informationen tragen. Jede Frequenz regt eigene frequenzspezifische Magnonen an, die sich zu Spinwellen bündeln.

## Wellen mit Reizschwellen

Wie die HZDR-Forscher erkannten, koexistieren die Spinwellen auf einer Scheibe nicht nur, sie beeinflussen auch einan-

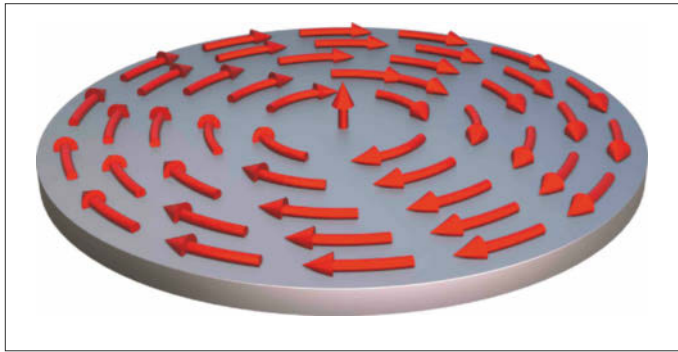


Auf einer Goldleitung liegen verschiedene magnetische Mikroscheiben, hier mit einem Durchmesser von zwei Mikrometern. Mikrowellensignale auf der Leiterbahn können in den Scheiben zahlreiche Spinwellen erregen.

Bild: HZDR



Bild: Helmut Schultheiß



**Das Magnetfeld einer Mikroscheibe richtet sich auf einem Chip am Magnetfeld einer stromdurchflossenen Leiterbahn aus.**

der. Das passiert nichtlinear, was bedeutet, dass die Reihenfolge von Signalen das Ergebnis beeinflusst. Im konkreten Fall ist es so, dass eine Spinwelle in mehrere Spinwellen geringerer Frequenzen zerfällt, wenn sie zuvor durch eine andere Spinwelle mit einer Mindestenergie gezielt angeregt worden ist.

In diesem Verhalten sehen die Forscher eine wichtige Parallele zu den Vorgängen im Gehirn, in dem Neuronen auch erst dann einen Reiz weiterleiten, wenn ihre Reizschwelle überschritten ist. „Wir bezeichnen unsere Technik als ‚brain-inspired‘. Das heißt, wir bauen zwar keine neuronalen Netze nach, nutzen aber Reizschwellen und entwickeln ein energiesparendes KI-System, bei dem Datenspeicher und -verarbeitung gar nicht auseinander-

zuhalten sind“, sagt Helmut Schultheiß, Leiter der Emmy-Noether-Gruppe „Magnonik“ am HZDR.

In ihrer jüngsten Arbeit [2], die bereits bei der Peer-Review-Zeitschrift Nature Communications eingereicht ist, demonstrierten sie im Labor eine künstliche Intelligenz auf der Basis von Spinwellen auf einer Mikroscheibe. In Versuchen zeigten die entstehenden Spinwellenformationen an, wenn vorgegebene Buchstabenfolgen über die Leiterbahn, kodiert in verschiedenen Frequenzen im Gigahertzbereich, eingegeben wurden. Spinwellen überdauern nur Zeiträume von ein paar Nanosekunden oder eben so lange, wie sie angeregt werden. Nur wenige Nanosekunden dauert es auch, bis die Reizschwelle für eine Spinwelle er-

reicht ist. Bei derart schnellen Vorgängen ist es möglich, Eingabesignale im Gigahertzbereich über die Leiterbahn zu schicken. Auch bei diesen Frequenzen macht die Reihenfolge der Eingabesignale noch einen Unterschied.

„Hier liegt eine weitere Parallele zur Gehirntätigkeit. Das Gehirn erkennt zeitliche Veränderungen in Mustern sehr gut. Heutige KI-Systeme sind zumeist auf die parallele Dateneingabe eingerichtet“, unterstreicht Helmut Schultheiß.

Um Spinwellen auf Mikroscheiben auszulesen, setzen die Forscher im Labor heute Lasermikroskope ein. Eine Scheibe mit allen Zuständen der gebildeten Spinwellen zu erfassen, nimmt dann schon mal einen Vormittag in Anspruch und funktioniert nur, wenn man die Mikrowellensignale in Schleifen wiederholt. Das ist der Status der Grundlagenforschung.

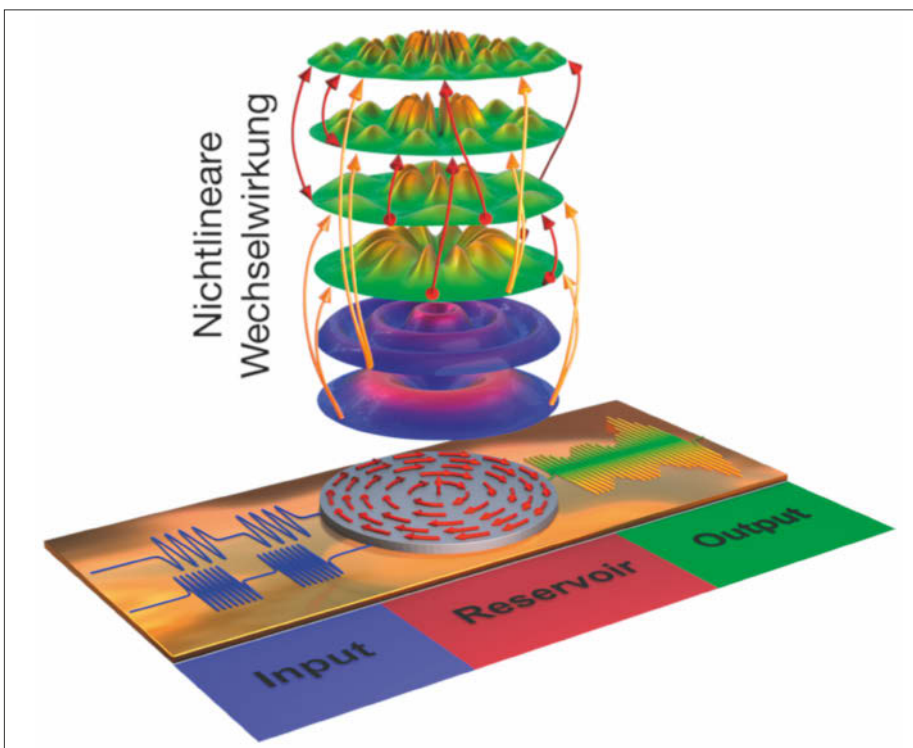
### Industriereife Lösung

Im Oktober 2022 hat Katrin Schultheiß das EU-geförderte Projekt NIMFEIA (Nonlinear Magnons for Reservoir Computing in Reciprocal Space) ins Leben gerufen, um den Ansatz einer KI auf Magnetwellenbasis zur Industriereife weiterzuentwickeln. Dabei bezeichnet „Reservoir Computing“ die nichtlinearen Vorgänge, mit denen in diesem Beispiel die Spinwellen auf einer Mikroscheibe ein Ergebnis ermitteln. Neben weiteren Hochschulen in Mainz, Paris und im niederländischen Nijmegen sind in Dresden die Halbleiterhersteller GlobalFoundries und Infineon an dem Forschungsprojekt beteiligt.

GlobalFoundries kann am Standort Dresden Chips in CMOS-Technik im 300-Nanometer-Prozess fertigen. Für die grundlegenden Strukturen ist die Nanotechnik zunächst kaum erforderlich. Die Dresdner Forscher experimentieren mit Mikroscheiben von zwei bis zehn Mikrometern Durchmesser, um darauf Spinwellen anzuregen und auszulesen. „Für viele überraschend an unseren KI-Systemen ist, dass wir größere Strukturen einsetzen, um mehr Zustände abzubilden, und nicht etwa immer kleinere Mikroscheiben erzeugen wollen“, sagt Katrin Schultheiß.

Für die Zukunft planen die Forscher, eher auf Zehn-Mikrometer-Scheiben zu setzen. Diese können in der Theorie bereits an die tausend Spinwellenzustände parallel fassen. Und auch in dieser Größenordnung könnte ein Chip von 10 × 10 Millimeter Fläche noch Hunderttausende beherbergen. Die Leiterbahn für den Mi-

Bild: HZDR



**Sechs Spinwellen, hier übereinander dargestellt, existieren zugleich auf einer Mikroscheibe und beeinflussen sich gegenseitig.**

krowellen-Input kann sämtliche Mikroscheiben auf einem Chip bedienen. Ebenso ist es denkbar, einen Chip mit mehreren unterschiedlichen Zuleitungen zu entwerfen. Die Mikroscheiben können in Größe, Form und Materialaufbau je nach Aufgabe variieren und zudem unterschiedlich durch die Leiterbahn angesteuert werden. Dahinter verbirgt sich ein weiterer Vorteil: Diese Chiptechnik trägt keine fest verdrahtete KI. Verschiedene Mikroscheiben reagieren auf Eingangssignale unterschiedlich. Dadurch könnten Anwender ein Chiplayout für ganz unterschiedliche Einsatzzwecke nutzen.

Für das Auslesen der Spinwellenzustände auf einem Chip haben die Verantwortlichen bei GlobalFoundries nichtflüchtige Speicherbausteine in MRAM-Technik ins Auge gefasst. Diese kann der Hersteller in 22-Nanometer-Technik herstellen, der einzelne MRAM-Baustein hat dann etwa eine Kantenlänge von 50 Nanometer Baugröße auf dem Chip. Ein Grid von beispielsweise  $100 \times 100$  solcher Bausteine fände also leicht unter einer Mikroscheibe auf dem Chip Platz. Um allerdings die Geschwindigkeit beim Auslesen von Gigahertz-Signalen zu erreichen, muss die MRAM-Technik noch optimiert werden. Im NIMFEIA-Projekt hofft man, innerhalb von drei Jahren funktionierende Chips mit dieser Technik zu sehen. Danach könne man die Entwicklung und Erforschung konkreter Anwendungen beginnen.

### Schnelle Erkennen für autonome Autos

Den Projektbeteiligten schwebt beispielsweise vor, dass ihre Magnetwellen-KI in Zukunft die Sensoreindrücke autonomer Fahrzeuge klassifizieren könnte. Die Verarbeitung von Radar- und Lidarsensoren ist heute ein aufwendiger Prozess. Heutige Systeme müssen analoge Messsignale zunächst durch einen Analog-Digital-Wandler umsetzen, um sie dann auf einer Von-Neumann-Architektur durch ein simuliertes neuronales Netz zu klassifizieren. Diese Aufgabe verursacht heute noch einen erheblichen Stromverbrauch beim autonomen Fahren.

Die magnetische KI könnte analoge Signale in Form eines Mikrowellenstroms direkt verarbeiten. Da sich Spinwellen fortpflanzen und gegenseitig beeinflussen, ohne dass Elektronen fließen, verbraucht diese Technik sehr wenig Energie. Und die Spinwellenzustände reagieren auf zeitliche Abläufe in den Eingangssig-

nalen. Das bedeutet, dass sie direkt auf sich verändernde Eingangsmuster reagieren können, beispielsweise auf plötzlich auftretende Hindernisse vor einem Fahrzeug.

Auch in der Industrie kennen die Projektteilnehmer serielle Datenströme, die wichtige Muster im zeitlichen Ablauf verbergen. Zum Beispiel liefern Motorensensoren kontinuierlich Daten, deren Bedeutung sich erst im Vergleich über die Zeit erschließt. Sich verändernde Widerstände oder Vibrationen an Achsen können erste Schäden verraten oder kommende Ausfälle ankündigen. Das Gleiche gilt für Vibrationen an den Achsen großer Windräder. Eine magnetische KI, die die Daten

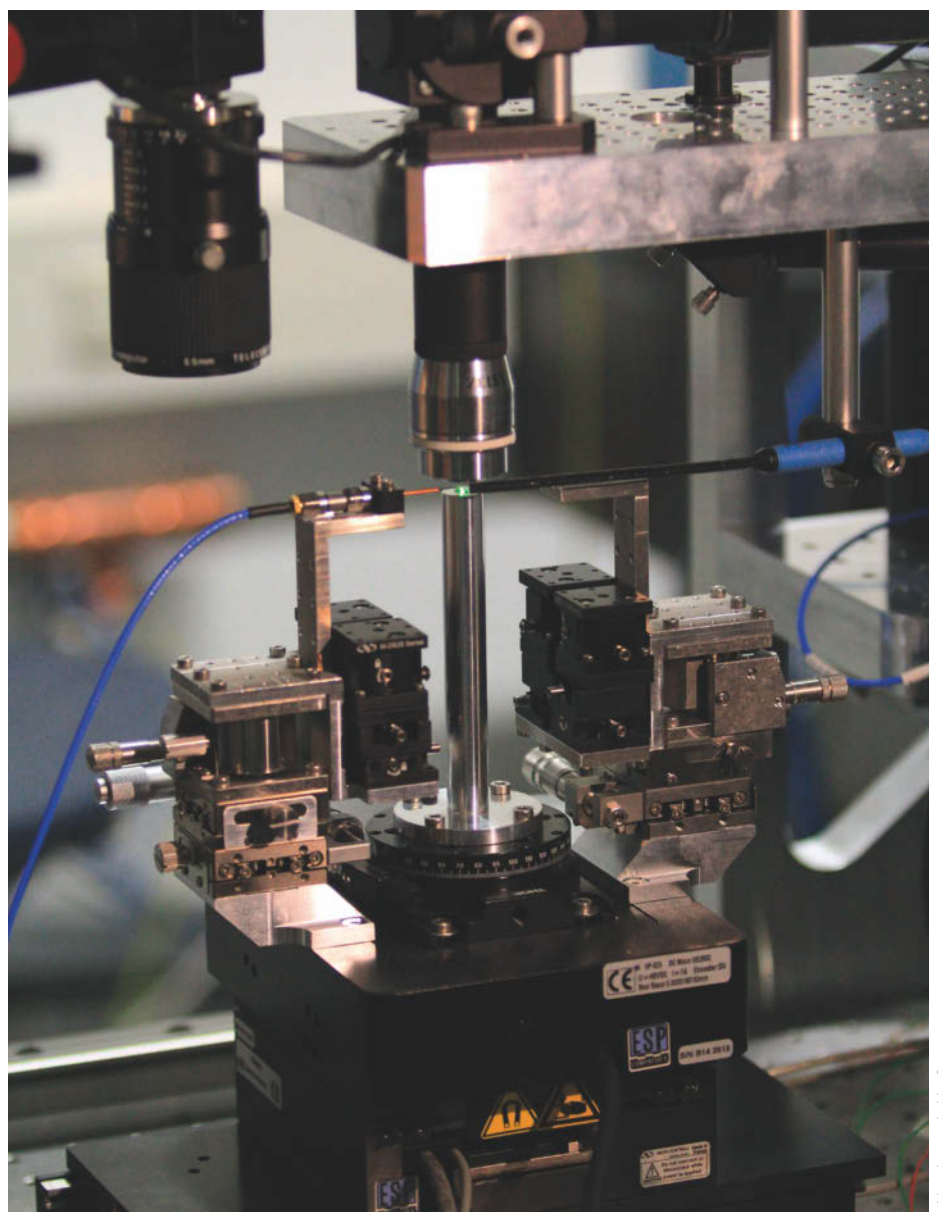
kontinuierlich bewertet, könnte schneller als bisherige Systeme direkt im laufenden Betrieb warnen, wenn sich verändernde Signale künftige Ausfälle ankündigen.

(agr@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] J. Feldmann et al., All-optical spiking neuro-synaptic networks with self-learning capabilities, *Nature*, Mai 2019: doi.org/10.1038/s41586-019-1157-8
- [2] Lukas Körber, Helmut und Katrin Schultheiß et al., Pattern recognition with a magnon-scattering reservoir, Preprint November 2022: doi.org/10.48550/arXiv.2211.02328

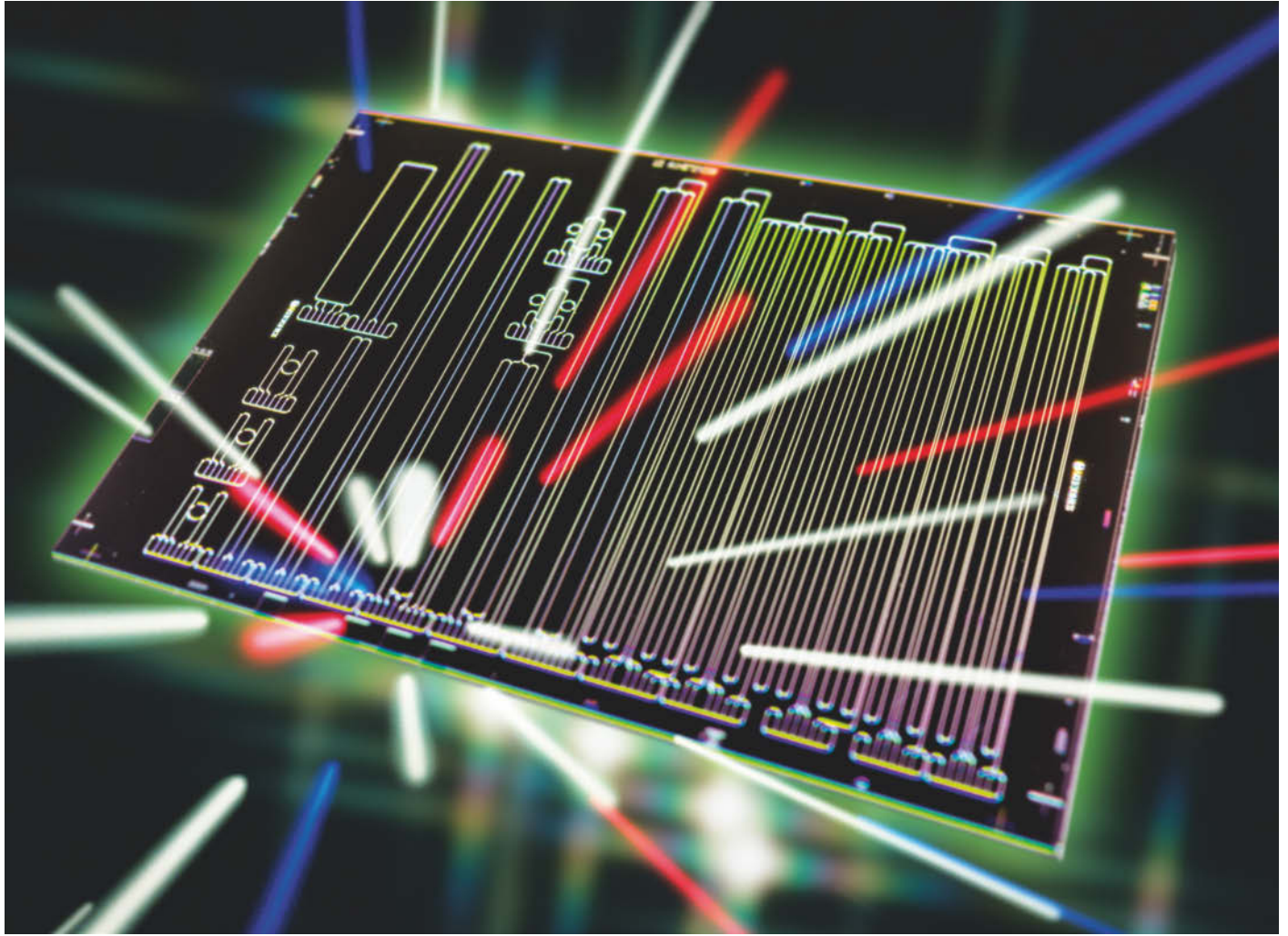
**Projekt NIMFEIA:** [ct.de/ykgh](https://ct.de/ykgh)



Im Labor dient ein Lasermikroskop zum Auslesen der Spinwellenzustände einer Mikroscheibe. Künftig soll das ein Grid aus MRAM-Bausteinen direkt auf dem Mikrochip leisten.

Bild: Helmut Schultheiß





# Lichtschalter

## Aufbau und Elemente superschneller optischer Digitalcomputer

**Photonen statt Elektronen: Optische Prozessoren versprechen enorm hohe Taktfrequenzen bei minimalem Energiebedarf. Sie sollen übernehmen, wo herkömmliche Halbleitertechnik an Grenzen stößt. Mehrere Firmen legen praktische Grundlagen für optische Schaltungen.**

Von Dr. Michael Kissner

**W**er an Computer und Halbleiterchips denkt, hat Elektronik im Sinn. Elektronen und elektrische Signale bilden bisher die Grundlage der digitalen Datenverarbeitung. Das gilt etwa für aktuelle Prozessoren für PCs, Smartphones, Server und Netzwerkrouter, die als Logikschaltungen auf Siliziumwafern produziert werden. Dabei bescherte das „Moore’sche Gesetz“ der Branche jahr-

zehntelang stürmisches Wachstum: Immer kleinere Strukturen ermöglichten es, mit jeder neuen Chipgeneration die Anzahl der Transistoren und somit auch der Funktionen enorm zu steigern. Und die Miniaturisierung der Transistoren minderte viele Jahre lang fast automatisch auch deren Stromdurst oder ermöglichte alternativ höhere Taktfrequenzen, also mehr Rechenleistung.





Doch längst stößt die Entwicklung an Grenzen. Transistoren schrumpfen zwar weiterhin, aber ihr Energiebedarf sinkt nicht mehr stark genug. Um Abermilliarden Transistoren untereinander zu verschalten, sind vergleichsweise lange elektrische Leitungspfade in den Chips nötig. Entlang dieser Leitungen entstehen parasitäre Kapazitäten und Induktivitäten, die Signale verzögern und dadurch den Anstieg der Taktfrequenz bremsen. Wie die jüngsten CPU- und GPU-Generationen von AMD, Intel und Nvidia zeigen, fressen viele neue Chips unter Volllast deutlich mehr Energie als ihre Vorgänger.

Schließlich steigt der Aufwand für Entwicklung und Fertigung von Chips mit feineren Strukturen immer steiler an. Man schätzt die Kosten für die Entwicklung eines komplexen 5-Nanometer-Prozessors auf über 100 Millionen Euro. Ein Satz Lithografiemasken für einen derartigen Chip kostet um die 30 Millionen Euro, ein EUV-Lithographiesystem über 130 Millionen Euro und ein ganzes Fertigungswerk über 5 Milliarden. Nur wenige Hersteller auf der Welt halten da noch mit. Chips der modernsten Bauart rechnen sich nur noch in Millionenstückzahlen oder wenn sie pro Stück mehrere tausend Euro kosten. Anders gesagt schrumpft die Zahl der sinnvollen Einsatzbereiche, je teurer die Entwicklung eines Chips ist.

## Alternative Licht

Angesichts der Nachteile und Beschränkungen klassischer Halbleiterchips suchen Forscher schon lange nach Alternativen – und optische Computer sind eine naheliegende Idee. Bei schneller Datenübertragung haben Elektronen längst ausgedient: Supercomputer, Rechenzentren und Telekommunikationsnetze nutzen Glasfasern, also optische Wellenleiter. Sie übertragen Signale anders als Kupferkabel über mehrere Kilometer nahezu verlustfrei. Nutzt man mehrere unterschiedliche Wellenlängen – quasi unterschiedliche Farben –, lassen sich mehrere Kanäle durch dieselbe Faser leiten. Daher kommt beispielsweise die Glasfaserverkabelung für Haushalte (Fiber to the Home, FTTH) mit Einzelfasern aus: Hin- und Rückleitung nutzen unterschiedliche Wellenlängen.

Optische Verfahren sind auch bei der Speicherung von Daten etabliert, von der CD bis zur Blu-ray Disc. Sie verlieren zwar bei Endverbrauchern rasant an Bedeutung, werden aber in Rechenzentren durchaus noch genutzt. Die optische Da-

## c't kompakt

- Photonische Chips können extrem hohe Taktfrequenzen bei sehr niedriger Leistungsaufnahme erreichen.
- Schlüsselkomponenten photonischer Chips lassen sich allerdings nicht so stark verkleinern wie Siliziumtransistoren
- Designsoftware und Fertigungsverfahren für Photonik-ICs werden zurzeit entwickelt.

tenverarbeitung ist hingegen Neuland, könnte man meinen. Tatsächlich aber erhielt der Computerpionier John von Neumann schon 1957 das Patent für einen optischen Transistor. Es gibt bloß bisher keine Großserientechnik. Zahlreiche Institute und Unternehmen arbeiten an miniaturisierten optischen Funktionselementen sowie an Verfahren, um diese zu komplexen Rechenwerken in Chipgröße zu kombinieren.

Mit der gängigen Fertigungstechnik für Complementary Metal Oxide Semiconductors (CMOS) auf Siliziumscheiben lassen sich solche optischen Prozessoren bisher nicht herstellen. Daher ist es auch nötig, eine kostengünstige Massenfertigungstechnik für optische Digitalschaltungen zu entwickeln. Auch dabei gibt es Fortschritte.

## Leuchtende Vorteile

Optische Rechenwerke haben Vor- und Nachteile im Vergleich zu CMOS-Logik. CMOS-Transistoren schalten umso schneller, je mehr Elektronen durch die Leitungspfade jagen. Daher begrenzen (unter anderem) Widerstand und Isolationsstärke der Leitungspfade im Chip die maximal mögliche Taktfrequenz auf wenige Gigahertz. Optische Schalter hingegen dringen schon heute in den Bereich von Terahertz und sogar Petahertz vor.

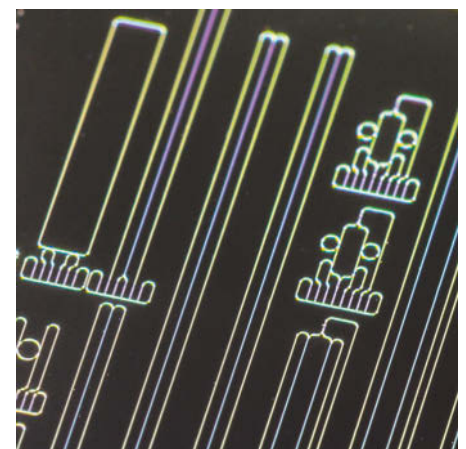
CMOS-Transistoren sind untereinander mit elektrischen Leitungspfaden verbunden, deren Widerstand zu Energieverlusten und Abwärme führt. Kurze optische Wellenleiter lassen sich hingegen sehr einfach so aufbauen, dass sie Licht nahezu verlustfrei leiten. Schließlich können optische Funktionsblöcke viele Datenströme parallel verarbeiten, wenn diese auf verschiedene Wellenlängen (Farben) und

Polarisationen verteilt sind. Zusammengefasst versprechen optische Computer viel höhere Taktfrequenzen beziehungsweise kürzere Latenzen und wesentlich höhere Energieeffizienz.

Diesen Vorteilen stehen Nachteile gegenüber, von denen zwei besonderes Gewicht haben. Bereits erwähnt wurden die bisher fehlenden Massenfertigungsverfahren. Zudem kann man optische Schalt- und Leitungselemente nicht so stark verkleinern wie elektrische. Vielmehr ist ihre minimale Baugröße an die Wellenlänge des Lichts gekoppelt, das sie leiten sollen. Aktuelle optische Komponenten sind für Wellenlängen zwischen 980 und 1550 Nanometern ausgelegt und haben folglich auch mindestens die Hälfte diese Abmessungen, während die kleinsten CMOS-Transistoren bereits Kantenlängen im Bereich von 50 Nanometern erreicht haben.

## Grundlagenforschung

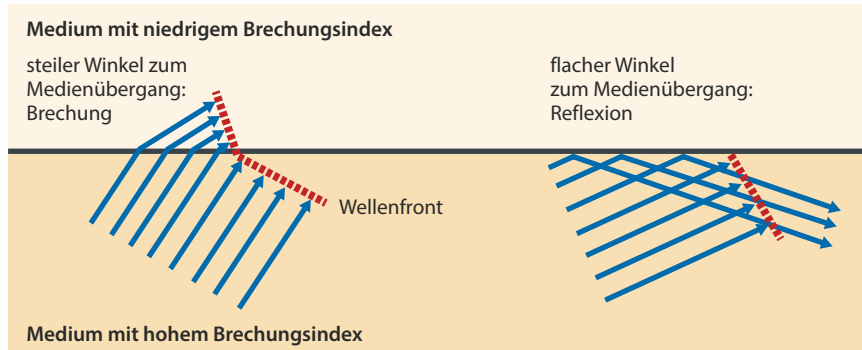
Schon 1990 legte Professor David Miller von der Uni Stanford sechs wesentliche Kriterien optischer Transistoren fest, die sich für Rechenwerke eignen. So muss sich das Ausgangssignal eines solchen Transistors als Eingangssignal des nachgeschalteten Transistors eignen (Kaskadierbarkeit) und ausreichend stark sein, um mindestens zwei folgende Transistoren anschließen zu können (Fan-out). Das ist beispielsweise nötig, um logische Gatter für Funktionen wie AND, OR, NAND oder NOR zu konstruieren. Daraus wiederum



**Die Funktionselemente eines photonischen Chips (hier sind es Teststrukturen, etwa Ringresonatoren) bestehen unter anderem aus Lichtwellenleitern statt wie bei elektronischen Chips aus Halbleitermaterialien und metallischen Leitungspfaden.**

## Brechungsindex und Reflexion

Lichtwellenleiter nutzen den Übergang zwischen Medien mit unterschiedlichen Brechungsindizes gezielt, um die Strahlung per (Total-)Reflexion „einzusperren“. Bei Totalreflexion im Wellenleiter verliert die Strahlung sehr wenig Energie.



setzen sich auch die Rechenwerke in CMOS-Prozessoren zusammen.

Jeder optische Transistor muss die logische Bedeutung der Eingangssignale exakt weitergeben (Logic Level Restoration), damit sich falsche Signale nicht in den Rechenwerken ausbreiten. Das Signal am Ausgang darf nicht auf den Eingang zurückwirken (Input/Output Isolation). Die einzelnen optischen Transistoren dürfen zudem nicht zu empfindlich sein, sondern müssen in einem ausreichend weiten Bereich arbeiten (Absence of Critical Biasing). Zuletzt fordert Miller, dass sich die logische Bedeutung des Signals nicht durch Verluste verändern darf (Logic Level independent of Loss), also ebenfalls eine gewisse Robustheit aufweisen muss.

### Langer Marsch

Schon in den 1980er-Jahren arbeiteten die Bell Labs unter Alan Huang an optischen Rechenwerken und bauten auch funktionsfähige Modelle. Das löste einen Boom in der Forschung aus, der aber in den 1990er-Jahren wieder verebbte. Die damaligen Konstrukte waren riesig, aber trotzdem filigran und stör anfällig, denn es gab erst wenige miniaturisierte optische Komponenten. In den vergangenen 25 Jahren hat sich die Optoelektronik jedoch etabliert, vor allem Glasfaserleitungen sind allgegenwärtig. Optoelektronik steckt zudem in Computermäusen, Laserdruckern und Smartphone-Sensoren wie Tiefen- und Time-of-Flight-(ToF-)Kameras.

Folglich existiert eine Fülle optischer Komponenten und zahlreiche Hersteller konkurrieren um den Markt. Dadurch entwickeln sich einerseits die Komponenten

rasant weiter und andererseits auch deren Fertigungstechnik. Wer heute an optischen Computern forscht, kann auf eine breite Palette miniaturisierter Bauteile zurückgreifen: Sender (Laserdioden, LEDs), Empfänger beziehungsweise Detektoren (Fotodioden), Modulatoren sowie Fertigungsverfahren für Wellenleiter in Chipgröße.

Besonders attraktiv sind „Silicon Photonics“, also auf gängigen Siliziumwafern

herstellbare optische Komponenten, die sich in etablierte CMOS-Produktionsverfahren integrieren lassen. Das ist viel billiger als Spezialfertigungstechnik. Silicon Photonics für die von vielen Fabs angebotenen Strukturbreiten 250 Nanometer und 130 Nanometer eignen sich zur Herstellung von Wellenleitern mit einigen hundert Nanometern Durchmesser. Diese wiederum lassen sich zur Fertigung kompakter Photonic Integrated Circuits (PIC) auf CMOS-Logikchips nutzen. Dabei entstehen auch komplexere optische Logikgatter.

Silicon Photonics taugen aber nicht für alle benötigten Bauteile gleichermaßen. Für miniaturisierte Laser und Verstärker steht beispielsweise Indiumphosphid (InP) als Basismaterial bereit. Um CMOS- und InP-Technik im selben Bauelement zu verbinden, wird mit Chip-let-Fertigungsverfahren experimentiert. Chiphersteller haben diese in den vergangenen Jahren enorm weiterentwickelt und deren Kosten gesenkt. Allerdings ist die optische Verbindung zwischen Chip-let-Bausteinen aufwendiger und teurer als die elektrische.

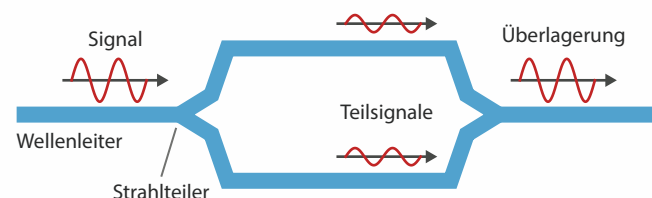
### Neue Software benötigt

Die Entwicklung komplexer CMOS-Logikchips ist ohne moderne Software undenk-

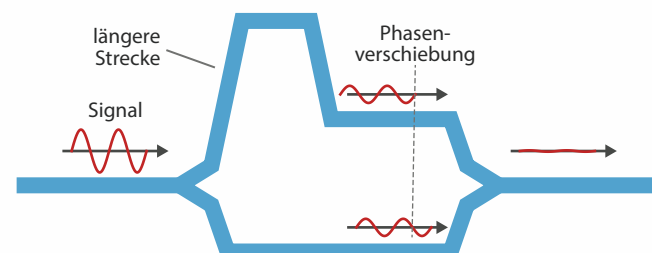
## Mach-Zehnder-Interferometer

Teilt man einen Wellenleiter auf und führt die beiden Arme nach einer kurzen Strecke wieder zusammen, verändert sich das Lichtsignal je nach Länge der beiden Arme. Sind sie gleich lang, stellt sich am Ausgang dank konstruktiver Interferenz wieder fast dasselbe Signal ein. Ist ein Teilstrahl jedoch genau um die halbe Wellenlänge verzögert, löscht die Überlagerung das Signal nahezu aus.

### Konstruktive Interferenz: Regenerierung des Eingangssignals



### Destruktive Interferenz: Abschwächung des Eingangssignals



# KANBAN DAY

Kanban im Unternehmen –  
mehr als nur Projektmanagement

Online-Konferenz – 28. Februar 2023

## Kanban als Veränderungsmethode

Der Kanban Day legt einen Schwerpunkt auf Kanban als Veränderungsmethode. Er gibt einen fundierten Einblick in die Vielfalt von Kanban, wie sich die Methode gewinnbringend einsetzen lässt und welche Metriken für eine Veränderung und kontinuierliche Verbesserung sinnvoll sind.

### Highlights aus dem Programm:

- ✓ Kanban und Selbsterkenntnis – **Markus Hippeli**
- ✓ Kanban-Grundlagen entmystifiziert – **Mathias Schröder**
- ✓ Physisches Whiteboard oder elektronisches Tool? – **Mathias Tölken**
- ✓ Holokratische Ansätze und Kanban – **Heike Röttgers & Gerhard Wagler**
- ✓ Kanban in SAFe – **Sebastian Nickel**
- ✓ Kanban im Kontext einer Organisation – **Thomas Epping**

Jetzt  
Frühbucher-  
rabatt  
sichern!

Veranstalter

 **heise Developer**

 **dpunkt.verlag**

in Kooperation mit

 **it-agile**

 **leanovate**  
beyond product

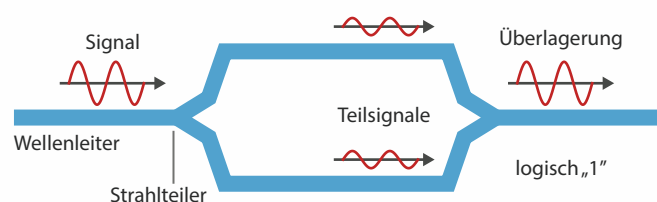
[kanban.inside-agile.de](https://kanban.inside-agile.de)



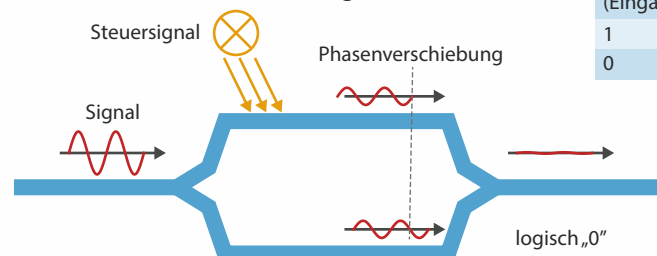
## Kerr-Effekt und Mach-Zehnder-Interferometer

Der optische Brechungsindex eines Mediums hängt von der Intensität der Strahlung ab. Steigert eine zusätzliche Lichtquelle den Brechungsindex in einem Arm eines Mach-Zehnder-Interferometers (MZI), verzögert das die Wellenfront. Diese Phasenverschiebung schwächt bei der Überlagerung der Teilstrahlen das Ausgangssignal ab.

### MZI ohne zusätzliche Beleuchtung



### MZI mit zusätzlicher Beleuchtung



Nicht-Gatter (NOT)	
Steuersignal (Eingang)	Überlagerung (Ausgang)
1	0
0	1

bar. Man nennt diese Werkzeuge Electronic Design Automation Tools (EDA-Tools). Sie wurden für elektronische Bauteile über Jahrzehnte weiterentwickelt und optimiert, zurzeit entstehen sogar Open-Source-Alternativen zu etablierten EDA-Tools.

Ein CMOS-Chipdesign beginnt heutzutage oft mit Code, der den geplanten Schaltkreis beschreibt. Diesen Code kann das Designteam in einer Hochsprache schreiben, anschließend wird er in einer Hardwarebeschreibungssprache (Hardware Definition Language, HDL) wie Verilog umgesetzt. Das ist der Input für eine ganze Kette von EDA-Tools (EDA-Toolchain), die beim Entwurf hilft: Simulation, Optimierung, Validierung, Platzierung der Komponenten auf der Chipfläche, Übergabe des Bauplans an den Auftragsfertiger, das sogenannte Tape-out.

Diese komplizierte Entwicklungskette steckt bei der Photonik noch in den Kinderschuhen, von Automatisierung kann man kaum sprechen. Daher ist es bisher nahezu unmöglich, komplexere photonische Schaltungen aus mehreren tausend Einzelteilen zusammenzufügen. Ein sehr wichtiger Schritt auf dem Weg zu Optikchips ist daher die Entwicklung neuartiger Designsoftware.

## Spezialprozessoren

Weil die Entwicklung photonischer Schaltungen bisher so aufwendig ist, gibt es noch keinen universellen optischen Computer. Allerdings gibt es bereits funktionsfähige Prototypen für Spezialaufgaben, in denen die Vorteile der Photonik besonders stark zum Tragen kommen, etwa KI-Schaltungen [1]. Aber es liegt auf der Hand, optische Rechenwerke zur zeitkritischen (Vor-)Verarbeitung optischer Netzwerkdaten einzusetzen, etwa in Hochleistungs-routern und bei intelligenten Netzwerkadaptern (Smart Network Interface Cards, SmartNICs). Photonische Rechenwerke darauf könnten Datenströme verarbeiten, ohne dass sie – wie für CMOS-Chips – zunächst in elektrische Signale umgewandelt werden müssten. Das kann Latenz, Energie, Abwärme, Platinenfläche und Kosten einsparen. Dafür gibt es auch erhebliches Marktpotenzial, etwa in Rechenzentren, die zu großen Teilen per Glasfaser vernetzt sind.

Allerdings lassen sich etablierte elektronische Funktionsblöcke nicht einfach mit optischen Schaltungen nachempfinden, weil wichtige Komponenten fehlen. So gibt es zwar optisches RAM, aber nur mit sehr geringer Kapazität. Daher sind

Rechenwerke erforderlich, die weniger RAM benötigen. Statt der Von-Neumann-Architektur könnten optische Prozessoren etwa Harvard-Architektur mit separaten Speichern für Code und Daten nutzen oder man implementiert Teilfunktionen als Zustandsmaschinen (Finite State Machines).

Die Firma Akhetonics aus Berlin tüftelt an einem optischen Rechenwerk, das zur RISC-V-Spezifikation für 32-Bit-Rechenwerke (RV32) kompatibel ist. Dazu entwickelt sie auch eine Designsoftware für Chipentwickler, die damit bereits Prototypen photonischer Schaltungen auf der Basis von Siliziumnitrid gefertigt haben.

## Eingespernte Lichtstrahlen

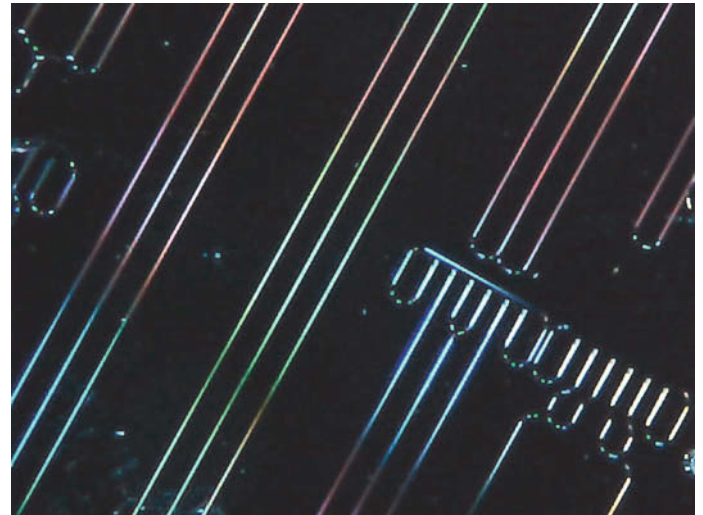
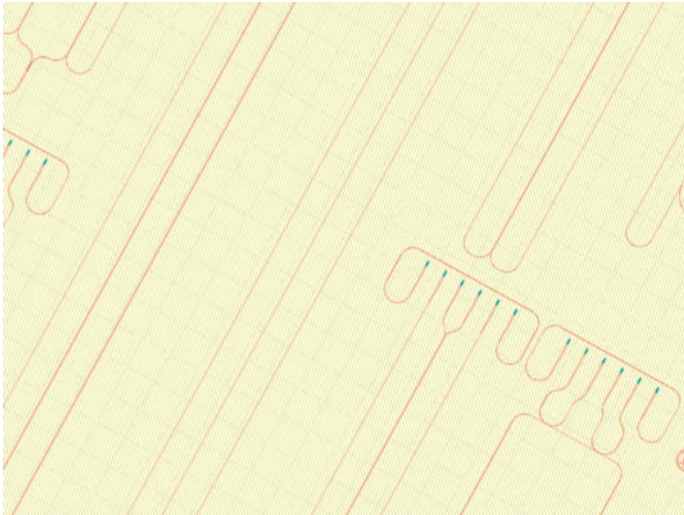
Um die Basistechnik der Photonik zu verstehen, hilft ein Blick auf die Funktionsweise von Wellenleitern. Sie sperren Lichtwellen quasi ein, sodass sie sich nur innerhalb des Wellenleiters fortbewegen (propagieren) und extrem wenig Energie durch Abstrahlung verloren geht.

Wellenleiter nutzen beispielsweise Unterschiede des Brechungsindex verschiedener (Faser-)Materialien aus. Der Brechungsindex eines Mediums beschreibt, wie schnell sich Licht hindurchbewegt. Im Vakuum breitet sich Licht ungehindert aus, dafür steht der Brechungsindex 1. Der Brechungsindex reiner Luft liegt kaum darüber. Bei Wasser hingegen beträgt er 1,33. Von außerhalb des Wassers betrachtet propagiert Licht ein Drittel langsamer durch Wasser als durch Luft. Tritt Licht von einem Medium in ein anderes über, breiten sich die Wellenfronten unterschiedlich schnell aus und das Licht wird in einem bestimmten Winkel gebrochen.

Trifft Licht aus einem Medium mit hohem Brechungsindex auf eines mit niedrigerem, so ist der gebrochene Winkel flacher als der Eingangswinkel. Liegt letzterer unter einem gewissen Grenzwert, tritt das Licht nicht in das Medium mit niedrigerem Brechungsindex über, sondern wird reflektiert. Dieses Phänomen nutzt man zum Aufbau von Wellenleitern auch auf Chips, etwa indem man Silizium oder Siliziumnitrid in Siliziumoxid einbettet.

## Mach-Zehnder-Interferometer

Fließt kohärentes (Laser-)Licht durch einen Wellenleiter, lassen sich gezielt Interferenzen erzeugen. Denn kohärente Lichtwellen haben dieselbe Wellenlänge



Bilder: Akhtronics

**Bisher gibt es noch wenig Software zur automatisierten Entwicklung photonischer Schaltungen. Hier ein Screenshot (links) aus einem solchen Tool im Vergleich zum Mikroskopbild der Wellenleiter auf dem fertigen Chip.**

und schwingen auch in derselben Ebene und mit derselben Phase. Indem man zwei Strahlen zusammenführt, entsteht je nach Phasenlage konstruktive oder destruktive Interferenz. Im ersten Fall liegen die „Spitzen“ und „Täler“ beider Wellen jeweils übereinander und verstärken sich gegenseitig. Im zweiten treffen jeweils Spitzen auf Täler und schwächen einander ab.

Eine einfache Konfiguration nennt man ausgeglichenes Mach-Zehnder-Interferometer (MZI, nach den Physikern Ludwig Mach und Ludwig Zehnder). Grob gesagt teilt man dazu einen Laserstrahl erst in zwei Strahlen auf und führt sie anschließend wieder zusammen. Dazu kann man beispielsweise einen Wellenleiter in zwei Arme aufteilen und diese wieder zusammenführen (siehe Grafik auf Seite 138). Die Phasenlage der Strahlen ändert sich, wenn sie unterschiedlich lange Arme durchlaufen. Verlängert man einen der Arme um genau die Hälfte der Lichtwellenlänge, erzwingt man im Punkt der Zusammenführung destruktive Interferenz.

Darüber hinaus nutzt das MZI aus, dass mehrere Lichtstrahlen gleichzeitig durch denselben Wellenleiter fließen können. Dabei kann man einige nützliche Phänomene beobachten, beispielsweise dass der Brechungsindex eines Mediums proportional von der Intensität der Strahlung abhängt, die hindurchfließt.

Dieser optische Kerr-Effekt (benannt nach John Kerr) ist sehr schwach ausgeprägt und daher im Alltag nicht

wahrnehmbar. In einem Lichtwellenleiter mit kleiner Querschnittsfläche herrscht hingegen eine sehr hohe Strahlungsintensität. Daher kann man den Kerr-Effekt gezielt einsetzen, indem man einen Lichtstrahl mit einem anderen Lichtstrahl verlangsamt (siehe Grafik auf Seite 140).

### Optische Gatter

Durch geschickte Kombination von MZI und Kerr-Effekt entstehen optische Logikgatter. Dazu baut man ein MZI mit zwei Armen und beleuchtet nur einen davon mit einer zweiten Lichtquelle. Aufgrund des Kerr-Effekts verändert sich dann in diesem zweiten Arm der Brechungsindex und das Licht propagiert darin langsamer. Dadurch wiederum kann man die Interferenz am Ausgang des MZI beeinflussen.

In einem balancierten MZI mit gleich langen Armen entsteht konstruktive Interferenz, der man beispielsweise die logische Bedeutung „1“ zuweist. Leuchtet die zweite Lichtquelle in den einen Arm, entsteht destruktive Interferenz, also eine „0“. Das entspricht der Funktion eines logischen Nicht-Gatters (NOT). Analog kann man optische Und- sowie Oder-Gatter konstruieren und auch miteinander kombinieren.

Die Schaltgeschwindigkeit solcher Gatter hängt nur von ihrer jeweiligen Länge ab, also wie schnell das Licht durch das gesamte MZI benötigt. Theoretisch sind Taktfrequenzen im mehrstelligen Terahertzbereich möglich.

Praktisch ist es leider nicht so einfach, weil der Kerr-Effekt in gängigen Wellenleitermedien wie Glas und Silizium nur schwach ausgeprägt ist. Daher bräuchte man mehrere Zentimeter lange Wellenleiter, um einen zuverlässig messbaren Effekt zu erzielen – also um das Kriterium der Robustheit zu erfüllen. Weil aber auch die Schaltgeschwindigkeit von der Länge des MZI abhängt, wären damit wiederum nur relativ geringe Frequenzen möglich. Für photonische Gatter verwendet man daher andere Konstruktionen als das klassische MZI, neue Materialien mit hoher Kerr-Nichtlinearität oder andere nichtlineare Effekte.

### Am Wendepunkt

Photonische Prozessoren sind keine bloße Theorie mehr, die Technik steht an einem Wendepunkt. Zwar warten noch viele Aufgaben auf ihre Lösungen, doch wichtige Bausteine stehen bereit. Mehrere Start-ups tüfteln an optischen Chips für Spezialanwendungen, etwa Akhtronics (Digitalcomputer), Lightmatter (Analogrechner) und QuiX (Quantencomputer). Sie beweisen, dass der elektronische Transistor nicht die finale Evolutionsstufe des wichtigsten Schaltelements für Computer ist. (ciw@ct.de) **ct**

*Dr. Michael Kissner ist Mitgründer der Berliner Firma Akhtronics, die Tools für photonische Chips entwickelt.*

### Literatur

- [1] Thomas Brandstetter, Rechnen mit Licht, Optical Computing: in Spezialbereichen tausendfach schneller als Elektronen, c't 24/2022, S. 148



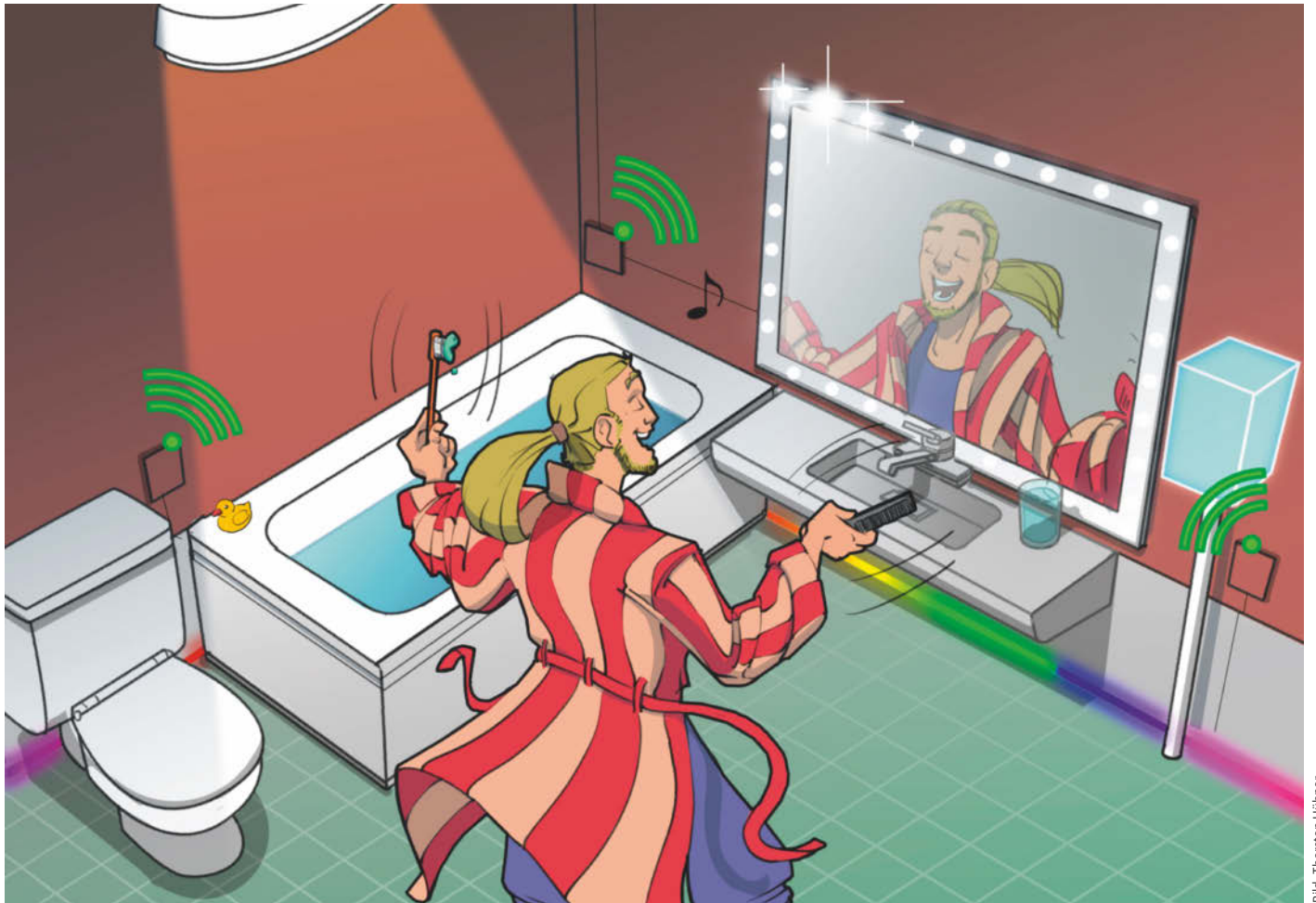


Bild: Thorsten Hübner

# Smart-Bad

## Perfekte Lichtsteuerung mit dem Logik-Baukasten Node-Red

In den Augen vieler Hersteller reicht es aus, wenn man das Smart Home über Knöpfe in einer App befehligt. Mit der NoCode-Entwicklungsumgebung Node-Red geht man über die übliche Fernsteuerung hinaus und automatisiert so, dass die Wohnung anscheinend mitdenkt. Wir zeigen die schlaue Logik am Beispiel eines Badezimmers.

Von Klaus Greff

**W**ach! Ach! Schnell ins Bad tippeln, um möglichst schnell weiterzuträumen. Aber dann das böse Erwachen! Flutlicht vertreibt die süßen Träume. Die helle Deckenlampe verhindert zwar, dass der Zeh im Dunkeln wieder mit der Kante der Badewanne kollidiert. Aber der Traum ist verflogen und das Einschlafen wird lange dauern.

Wer solche Szenen nicht erleben will, braucht eine dezentere Beleuchtung im Badezimmer. Die soll nachts bitte nur gerade so hell sein, dass man den Zeh zielgenau an der Badewanne vorbei navigiert, aber keinen Deut heller. Beim Zähneputzen am Morgen soll sie aber bitte nicht nur in Teelicht-Stärke funzeln.

Frisch aus  
**c't Nerdistan**

Eine Smart-Home-Steuerung des Badezimmers, die diese Anforderungen erfüllt, ist alles andere als trivial. Sie muss abhängig von den Signalen von Bewegungsmelder, Türsensor und Lichtschalter

unterschiedliche Lichtmodi aktivieren. Dabei ist sogar die Reihenfolge der Signale wichtig. Die üblichen Apps der Gerätehersteller sehen

eine so komplexe Steuerung gar nicht vor. Mit der quelloffenen Automatisierungsssoftware Node-Red gelingen Heimautomatisierungen aber fast beliebige Steuerlogiken. Node-Red haben wir bereits ausführlich in c't vorgestellt [1] und wir nutzen die grafische Oberfläche immer mal wieder selbst, um Alltagsaufgaben zu automatisieren.



## c't kompakt

- Für die Logik der Automatismen, die ein Smart Home intelligent erscheinen lassen, eignet sich Node-Red.
- Die Steuerung von drei smarten Lampen in einem Badezimmer zeigt beispielhaft, wie Node-Red auch komplexe Wünsche an die Heimautomation erfüllen kann.
- Die Badsteuerung wertet nicht nur Signale verschiedener Sensoren aus, sondern berücksichtigt auch, in welcher Reihenfolge diese eintreffen.

sieren. Das Grundprinzip: Man stöpselt in der Weboberfläche sogenannte Nodes zusammen, die Daten sowohl selbst produzieren als auch empfangen, darauf reagieren, sie manipulieren und an andere Nodes oder externe Schnittstellen weiterreichen. Jeden Sensor, jedes Relais, jeden Verarbeitungsschritt stellt Node-Red als Kästchen dar, graue Linien dazwischen visualisieren, wie die Daten fließen. Den Graphen, der dabei entsteht, nennt Node-

Red „Flow-Graph“. Die perfekte Badezimmersteuerung ist definitiv kein Node-Red-Einsteigerprojekt, aber eine so interessante Programmieraufgabe, dass es sich lohnt, das Beispiel vorzustellen. Bedienen Sie sich an den Ideen aus unserem Bad, um Ihr eigenes Smart Home perfekt reagieren zu lassen.

### Badausstattung

Das Beispielbad gehört zu einer Berliner Mietwohnung. Es hat kein Fenster, dafür aber Dusche und Badewanne und eine Toilette neben der Badewanne. Die Akteure sind drei unterschiedliche Lichter: Eine flächige Deckenlampe mit kaltweißen LEDs leuchtet den Raum sehr hell und gleichmäßig aus, über dem Spiegel sitzt eine zweite helle Lampe. Ein mit der Firmware WLED gesteuerter LED-Streifen in der Schattenfuge zwischen Wand und Decke [2] illuminiert den Raum dosiert und völlig blendfrei.

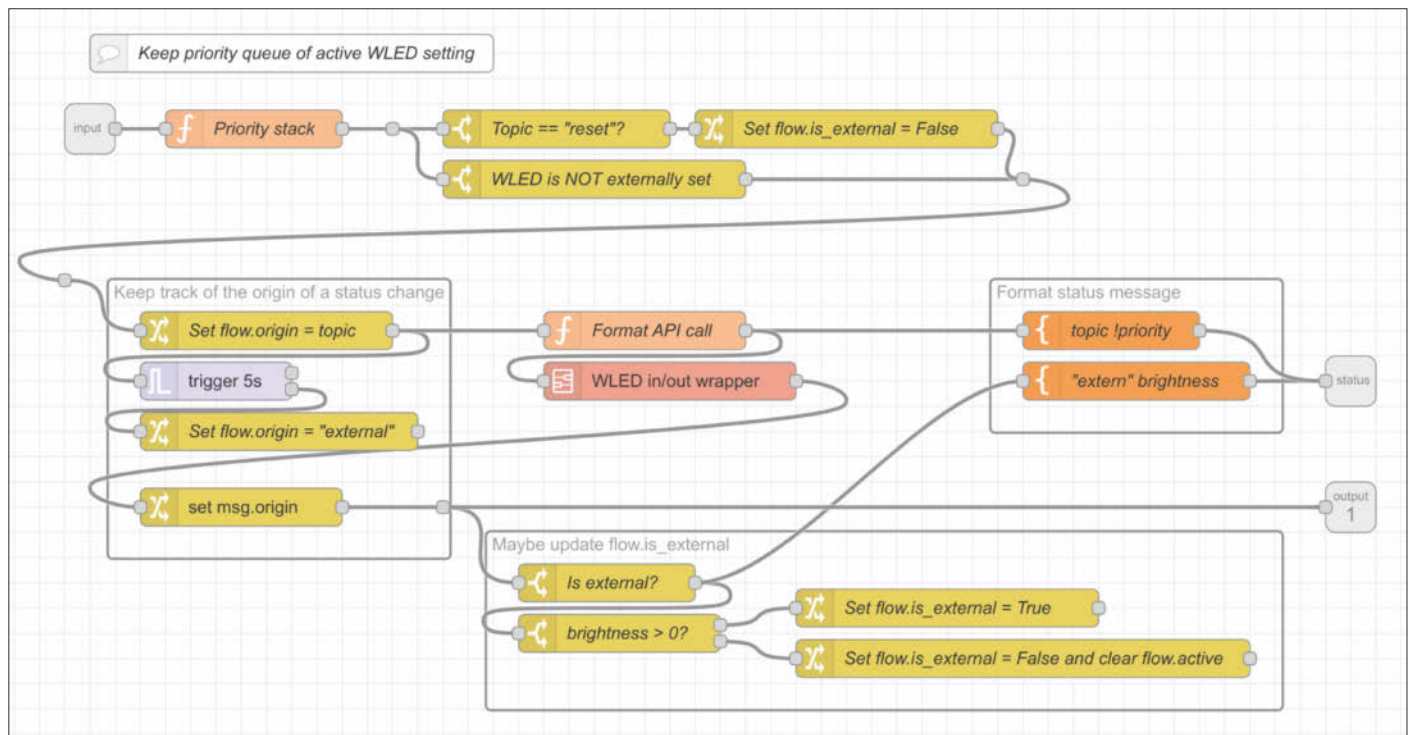
Die drei Lichter reagieren auf die Signale von vier Sensoren. Außen vor der Tür gibt es zwei Schalter, innen im Bad einen Türsensor und im Handtuch-Regal gut versteckt einen Bewegungsmelder. Außerdem steuert der Mieter den WLED-Streifen über die gleichnamige App. Neben der Haustür gibt es noch einen Energiespar-

schalter, der beim Hinausgehen mit einem Druck alle nicht benötigten Verbraucher auf einmal abschaltet, also etwa Lichter in allen Zimmern, Fernseher oder Stereoanlage.

Die beiden hellen Lampen schaltet ein mit WLAN und zwei Relais ausgestatteter Doppel-Shelly („Shelly Plus 2PM“ [3]), der auch die Schalterstellung an der Badtür abfragt. Er hängt direkt im WLAN. Der Türsensor und der Bewegungsmelder sind batteriebetriebene ZigBee-Geräte, deren Funknachrichten eine Bridge und die Software Zigbee2MQTT [4] in nutzbare Netzwerkpakete übersetzen. Auch der Hauptschalter an der Tür ist ein ZigBee-Gerät. Die Informationen laufen in Node-Red zusammen, das wie beim c't-Smart-Home [5] in einem Docker-Container läuft.

### Befehlshierarchie

Was die Steuerung der Badbeleuchtung schwierig macht, ist der Umstand, dass das System verschiedene Ereignisse mit unterschiedlicher Priorität behandeln muss. In unserem Beispiel soll Node-Red den LED-Streifen immer dann auf ein schwach gedimmtes Gelb schalten, wenn der Bewegungsmelder auslöst. Er soll aber hell und weiß leuchten, wenn Decken- und Spiegellampe an sind, denn das signali-



Für die meisten Ereignisse kümmert sich der JavaScript-Code im Function-Node oben links (siehe Quellcode-Kasten auf Seite 142) darum, dass nur ausreichend wichtige Steuerbefehle weitergegeben werden. Die Knoten in den beiden Gruppen behandeln den Spezialfall, dass ein Mensch mit der WLED-App den LED-Streifen eingeschaltet hat. Dann nämlich soll kein Ereignis, egal mit welcher Priorität, die Einstellung des Nutzers überschreiben.

```

var active = flow.get("active");
var priority = parseInt(msg.priority || "0");

if (msg.payload === "reset") {
  // Den aktuellen Stack ganz löschen
  flow.set("active", {});
  msg.priority = 999;
  msg.payload = {"power":0};
  msg.topic = "reset";
  return msg;
} else if (msg.payload === "off") {
  if (typeof(msg.topic) !== "string") {
    return null;
  }
  // Ist Topic nicht im Stack: ignorieren!
  if (!(active[msg.topic] instanceof Array)) {
    return null;
  } // Topic aus dem Stack entfernen
  delete active[msg.topic];
} else {
  // Kein Ausschalten: Topic dem Stack hinzufügen
  active[msg.topic] = [priority, Date.now(), msg.payload];
}

// Alle Topics löschen, die älter als 2 Stunden sind.
var too_long_ago = new Date();
too_long_ago.setHours(too_long_ago.getHours() - 2);
for (const topic in active) {
  if (active[topic][1] < too_long_ago) {
    delete active[topic];
  }
}

// Änderungen am Stack in flow.active speichern.
flow.set("active", active);

// Das Topic mit der höchseten Priorität heraussuchen...
msg.priority = -1;
msg.payload = {"power":0};
msg.topic = "empty";

for (const topic in active) {
  if (active[topic][0] > msg.priority) {
    msg.topic = topic;
    msg.priority = active[topic][0];
    msg.payload = active[topic][2];
  }
}
// ... und zurück geben.
return msg;

```

**Die wichtigste Idee im gesamten Node-Graphen ist der „Priority Stack“:**  
**Der JavaScript-Node speichert Ereignisse, die nicht „ausgeschaltet“ wurden,**  
**zusammen mit einer Priorität in einer Flow-Variablen. Die Rückgabe ist immer das**  
**Ereignis mit der höchsten Priorität und nicht das, welches zuletzt reinkam.**

siert, dass jemand viel Licht im Bad benötigt. Die Lichtschalter befinden sich allerdings vor der Tür im Flur. Man läuft also den Flur entlang, schaltet beide Lichtschalter und geht dann erst durch die Tür. Das heißt, bei Node-Red kommen erst die Ereignisse der Schalter und eine Sekunde später das vom Bewegungsmelder an. Ohne eine Befehlshierarchie wird der LED-Streifen erst hell, um nach nur einer Sekunde wieder dunkel zu werden.

Beim Ausschalten ist es noch schlimmer: Nachdem der Bewegungsmelder ausgelöst hat, soll das Licht normalerweise nach wenigen Minuten wieder ausgehen, um Strom zu sparen. Wer mal länger im Bad bleibt, würde von seiner „intelligenten Wohnung“ allerdings ganz schön fies ins Dunkel gesetzt. Eine Logik, die das verhindert, braucht man beispielsweise, um bei farbigem Stimmungslicht zu baden. Alle fünf Minuten aus der Wanne zu stei-

gen und dem Bewegungsmelder zu winken, ist definitiv keine Option!

## Programmiert ohne Code

Dass man in Node-Red intelligente Logik ohne eine einzige Zeile Code per Drag & Drop zusammenbauen kann, ist für Einsteiger eine gute Sache, weil sie nicht erst die Syntax einer Programmiersprache lernen müssen. Die Beschreibung in diesem Artikel ist ohne Code aber nie ganz vollständig, weil man in den Knoten jeweils Einstellungen vornehmen muss, die sich nicht alle abdrucken lassen. Wie die grafische Logik aussieht, speichert Node-Red in einer unübersichtlich langen JSON-Datei, die wir im Repository zum Download anbieten. Sie finden das Repository mit der Datei und Screenshots von allen Flow-Graphen über [ct.de/yy1f](https://ct.de/yy1f).

Die JSON-Datei ist nicht dazu gedacht, dass Sie sie in einem Editor lesen. Importieren Sie die Datei lieber in Ihre eigene Node-Red-Installation. Ohne unser Beispiel-Bad wird die Logik bei Ihnen zwar nicht funktionieren, aber Sie können alle Nodes anklicken, sämtliche Eigenschaften und Einstellungen anschauen und sich davon für Ihre eigenen Flow-Graphen inspirieren lassen.

Das ist ein bisschen wie einem erfahrenen Handwerker bei der Arbeit über die Schulter zu schauen. Unsere Badsteuerung ist ganz schön kompliziert und gerade deswegen eine Schatzkammer, um sich Ideen für die eigene Smart-Home-Logik zu holen.

Die Grundidee: Die Lichtschalter haben die höchste Priorität, damit Gäste ohne Verwirrung ein- und ausschalten können. Türsensor und Bewegungsmelder wirken zusammen, um automatisch die Schattenfuge leuchten zu lassen, überschreiben aber keine Ereignisse mit hoher Priorität. Steuert man die LEDs in der Schattenfuge mit der WLED-App, überschreiben die anderen Ereignisse diese Einstellung so lange nicht, bis man den Streifen auch wieder über die App oder den Hauptschalter ausschaltet.

Damit Node-Red die Prioritäten beachtet, gibt es im Flow-Graphen einen „Priority Stack“. Der ist die Kernidee der Steuerung: Fließt dort ein Ereignis mit niedriger Priorität hinein, kommt trotzdem immer das mit der höchsten Priorität heraus.

Damit der Priority Stack funktioniert, muss die Steuerlogik Annahmen machen, wann Zustände beginnen und enden. Bei-

spielsweise kann sie nach einem Auslösen des Bewegungsmelders und einem Schließen der Tür vermuten, dass das Bad belegt ist. Die Vermutung landet als Belegtanzeige auch in Home Assistant.

## Flow-Variablen

Übliche Flow-Graphen in Node-Red sind zustandslos (stateless). Sie reagieren auf Ereignisse anhand der Informationen, die direkt an diesen Ereignissen hängen. Fürs Debugging ist das sehr hilfreich, weil man die Ereignisse getrennt testen kann.

Bei der Badsteuerung ist der Luxus der Zustandslosigkeit allerdings nicht gegeben. Was ein Ereignis bedeutet, hängt stark davon ab, was vorher passiert ist. Also muss die Steuerlogik einen Status wie einen kürzlich ausgelösten Bewegungsmelder oder eine geschlossene Tür abspeichern. Bei Node-Red geht das über Flow-Variablen. Die heißen so, weil es Variablen sind, die zu dem Flow, also zu dem Graphen gehören, in dem sie definiert werden. Node-Red hängt sie als Eigenschaften an das standardmäßig existierende `flow`-Objekt, wo sie bleiben, solange Node-Red läuft. Einen Neustart überleben Flow-Variablen nicht, dafür bräuchte man eine Datenbank.

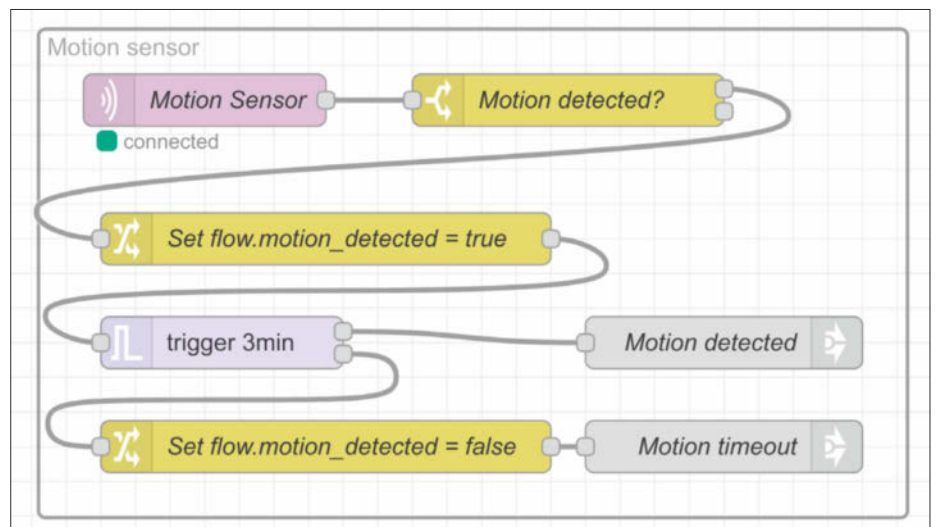
## Status speichern

Die Prüfung auf Prioritäten verläuft für alle Ereignisse ähnlich. Deswegen kann man den größten Teil der Logik in einem sogenannten Subflow kapseln. Subflows sind separate Flow-Graphen mit einem oder keinem Eingang, die auch einen oder mehrere Ausgänge haben können. Programmierer würden sie mit Funktionen vergleichen.

Erzeugt ein Sensor ein Ereignis, durchläuft dieses den Flow-Graphen in Node-Red entlang der grauen Verbindungen. Node-Red stellt das Ereignis als Objekt dar, das verschiedene Eigenschaften hat, die man auch selbst verändern oder ergänzen kann. Die meisten Nodes im Graphen auf Seite 141 ergänzen das Ereignis nur um zusätzliche Eigenschaften, damit ein anderer Node diese später auswerten und sich richtig verhalten kann. Die meisten Änderungen an den Eigenschaften eines Ereignisses nimmt der orange Function-Node oberhalb des roten WLED-Subflows vor. Er baut einen String mit URL-Parametern für die HTTP-API von WLED [2] zusammen, der aktiv wird, wenn das Ereignis den LED-Streifen steuern darf.

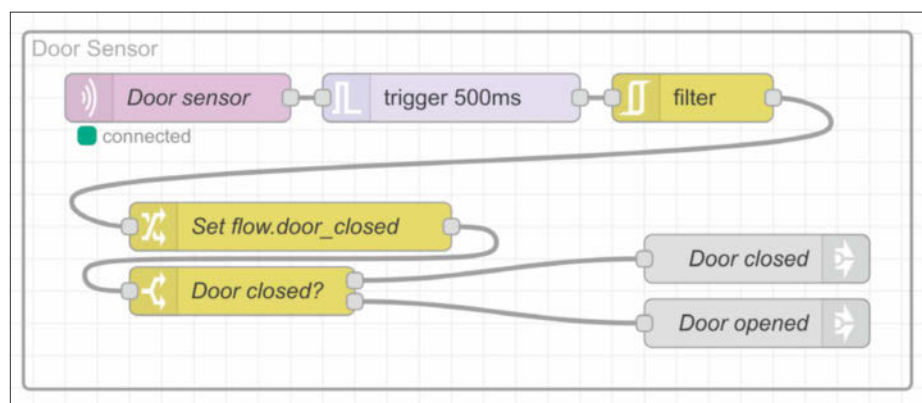


Kein Fenster mit Tageslicht, dafür viele andere Lichtquellen, die fürs perfekte Badezimmererlebnis gesteuert werden wollen: Eine Deckenlampe, eine Lampe über dem Spiegel und ein RGB-LED-Streifen für Atmosphäre an der Decke. Der Bewegungsmelder, der die Anwesenheit des Nutzers erkennt, ist im Regal versteckt.



Durch den Trigger-Node stellt sich Node-Red einen Wecker, um nach drei Minuten abzuspeichern, dass nun eine Weile keine Bewegung mehr erkannt wurde. Die grauen Link-Out-Nodes sind unsichtbar mit gleichnamigen Link-In-Nodes an anderen Stellen verbunden. Sie helfen, große Graphen übersichtlich zu halten.





Der Türsensor kann prellen, also mehrfach in kurzer Folge Auf- und Zu-Ereignisse verschicken. Die Kombination aus einem Trigger-Node mit einer halben Sekunde Verzögerung und einem Filter-Node lässt davon maximal das erste und das letzte Ereignis passieren.

In den meisten Programmiersprachen würde man den Code, der API-konforme Strings zusammenbaut, direkt vor den API-Aufruf setzen. Bei Node-Red muss dazwischen aber immer eine Verbindung sein, weil der Node, der den Befehl abschickt, selbst keinen Code ausführen kann. Da diese Trennung ohnehin nötig ist, ändert sich der Programmierstil: Nodes reichen die Ereignisobjekte dort mit später benötigten Eigenschaften an, wo es gerade am einfachsten ist.

Bis zum WLED-Node kommen viele Ereignisse aber nicht, weil der Flow sie alle durch den Function-Node oben schleust. Den JavaScript-Code dieses Knotens finden Sie auf Seite 142: Der erste Teil prüft, ob das aktuelle Ereignis ein Reset-Befehl vom Hauptschalter an der Wohnungstür war. Ein Reset überschreibt alles und bekommt dafür die höchste Priorität 999.

In der Flow-Variablen `active` speichert der Code alle Ereignisse mitsamt Priorität.

`active` ist ein JavaScript-Objekt, also ein Key-Value-Speicher, der jedem `msg.topic` eine Priorität und ein Payload zuordnet. Ist die `msg.payload` eines neuen Ereignisses "off", sucht die Funktion es in der Liste und löscht den Eintrag. Danach speichert der Code die aktualisierte Flow-Variablen direkt wieder ab.

Im zweiten Teil durchforstet der Code systematisch die ganze Liste auf der Suche nach dem Ereignis mit der höchsten Priorität. Nur dieses gibt die Funktion zurück. Für das Badbeispiel heißt das, dass die Lichtschalter zuerst ein Ereignis in `active` hinterlegen. Danach kommt der Bewegungsmelder mit geringerer Priorität. Auch dessen Ereignis landet in `active`, die Funktion gibt aber ein zweites Mal das Lichtschalter-Ereignis weiter, sodass sich am Licht zunächst nichts ändert.

Da alle Ereignisse durch diesen Subflow fließen, müssen die Flow-Graphen außerhalb des Subflows Ereignissen nur

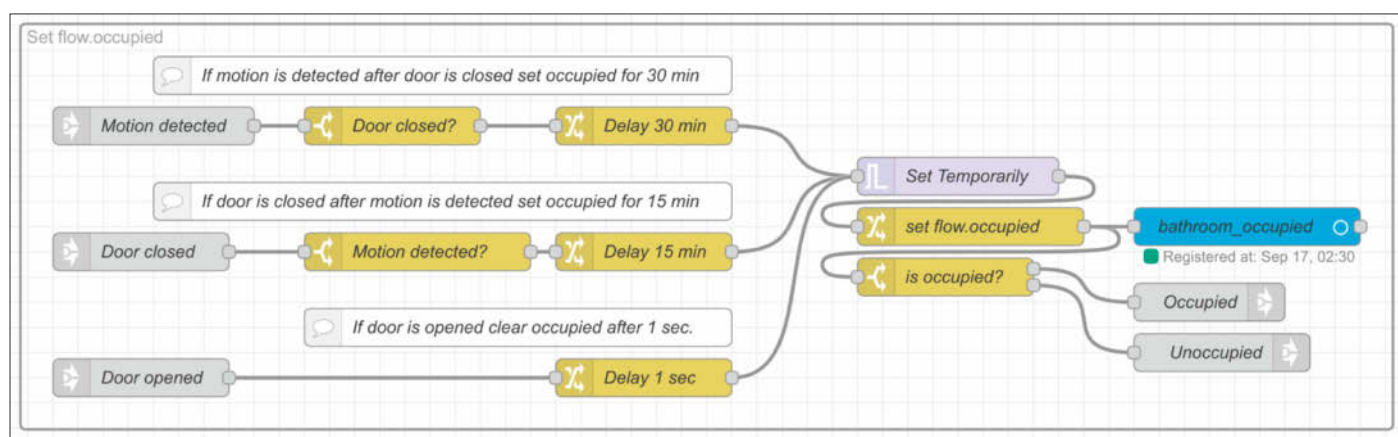
die richtige Priorität verpassen. Deswegen gibt es in diesen Graphen auch so viele der gelben Change-Nodes. Sie ergänzen die Eigenschaften der Ereignisse und passen sie bei Bedarf an die Priorität an.

Die Change-Nodes im Subflow kümmern sich um die spezielle Situation, dass der Bewohner über die WLED-App die Einstellungen des LED-Streifens geändert hat. Das kommt beispielsweise vor, wenn er bei romantischer Beleuchtung ein Bad nehmen möchte. Dann soll der Streifen den Priority Stack nämlich ignorieren und so lange seine Helligkeit und Farbe nicht verändern, bis er über die WLED-App einmal ganz ausgeschaltet wurde.

## Anwesenheitserkennung

Je nachdem, welche Ereignisse vor Kurzem ausgelöst wurden, kann man aus diesen und weiteren Schlüsse ziehen. Beispielsweise kann das Smart Home davon ausgehen, dass das Bad belegt ist, wenn zuerst der Bewegungsmelder auslöst und der Türsensor danach eine geschlossene Tür meldet. Geht sie ein paar Minuten später wieder auf, ist das Bad ziemlich sicher wieder frei.

Für solche Schlussfolgerungen muss sich die Steuerung einen Kontext merken, was sich leicht durch die erwähnten Flow-Variablen umsetzen lässt. Ein Auslösen des Bewegungsmelders setzt beispielsweise die Flow-Variablen `flow.motion_detected` auf `true` (siehe S. 143). Das Ereignis stellt sich mit einem Trigger-Node auch gleich einen Wecker, um die Variable drei Minuten später wieder auf `false` zu setzen. Der Trigger-Node kann den Timer immer wieder verlängern, wenn weitere Bewegungserkannt-Ereignisse eintrudeln: Dazu trägt man bei „Reset“ unter `msg.payload equals` den Wert `true` ein.

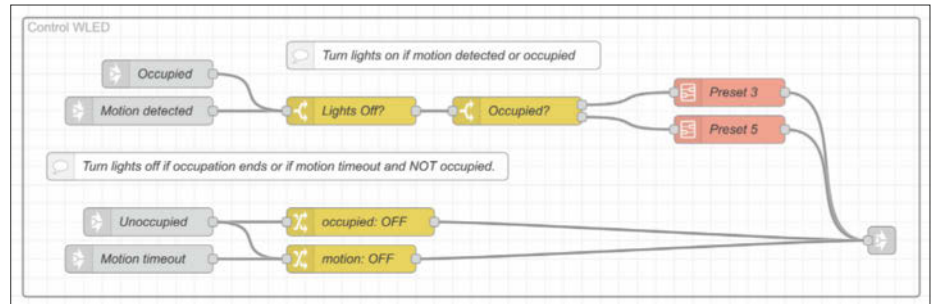


Je nach Reihenfolge der Ereignisse setzt ein Trigger-Node unterschiedlich lange Time-outs für die Anwesenheitserkennung.

Beim Türsensor (siehe S. 144) läuft das so ähnlich mit `flow.door_closed`. Die Logik ist sogar einfacher, weil der Türsensor sowohl fürs Öffnen als auch fürs Schließen ein Ereignis versendet. Der Sensor meldet sich immer, wenn etwas Relevantes passiert. Leider ist er dabei manchmal zu übereifrig und meldet mehrfach wechselnd Auf und Zu. Elektrotechniker bezeichnen dieses Phänomen als Prellen. Eine einfache Möglichkeit es zu unterbinden ist die Kombination aus einem Trigger-Node mit einer halben Sekunde und einem Filter-Node. Ein Filter-Node meldet nur Ereignisse weiter, die sich geändert haben, sodass aus dem Block aus zwei Knoten maximal das erste und das letzte Ereignis herausfallen.

Die Anwesenheitslogik setzt die Node-Gruppe auf Seite 144 (unten) um: Wenn eine Bewegung erkannt wurde und die Tür schon geschlossen war, geht der Flow davon aus, dass das Bad 30 Minuten lang belegt bleibt. Diese Zeitspanne dient dazu, bei falsch-positiver Anwesenheitserkennung nicht für immer das Licht brennen zu lassen. Folgt das Schließen der Tür auf die Bewegungserkennung, ist das ein nicht ganz so eindeutiges Zeichen und die Badlogik veranschlagt nur 15 Minuten Belegung. In der Praxis folgt darauf ohnehin oft ein weiteres Auslösen des Bewegungsmelders, was die Zeitspanne dann auf 30 Minuten hochsetzt.

Öffnet sich die Tür erneut, geht gerade jemand hinaus und das Bad vermutet, nur noch eine Sekunde lang belegt zu sein. Alle drei Ereignisse laufen in einem gemeinsamen Trigger zusammen, dessen Restlaufzeit ständig angepasst wird. Sie kann von 15 Minuten auf 30 Minuten erhöht oder auch auf eine Sekunde verringert werden. Im Endeffekt bewirkt ein Verkürzen der Zeitspanne, dass Node-Red `flow.occupied` schnell wieder auf `false` setzt und ein Bad-ist-frei-Ereignis auslöst.



**Der WLED-Streifen geht an, wenn der Bewegungsmelder auslöst, und aus, sobald das Bad nicht mehr belegt ist. Wenn er leuchtet, nutzt er Preset drei oder fünf je nach Belegungsstatus. Preset drei ist ein wenig heller.**

Der blaue Node schließlich setzt den Anwesenheitsstatus in der Smart-Home-Zentrale Home Assistant [5], wo er als sogenannter Binary-Sensor auftaucht, der die beiden Zustände 1 und 0 annehmen kann. Dadurch sieht man im Dashboard von Home Assistant, ob das Bad gerade belegt ist.

### Durchgeschleust

Alle Ereignisse wie „Bad belegt“, „Schalter gedrückt“ und „Bewegung erkannt“ laufen über den zuvor beschriebenen Subflow, der den WLED-Streifen steuert. Damit das klappt, bekommen alle Ereignisse eine Priorität, ein WLED-Preset und eine Helligkeitseinstellung. Ein Subflow kümmert sich um das Setzen der nötigen Variablen.

Die hellen Lampen sollen nur angehen, wenn die Schalter gedrückt werden, weshalb eine so komplizierte Prioritätenliste wie beim WLED-Streifen nicht nötig ist. Der Hauptschalter neben der Eingangstür simuliert einfach das Ausschalten beider Lichtschalter neben der Badtür.

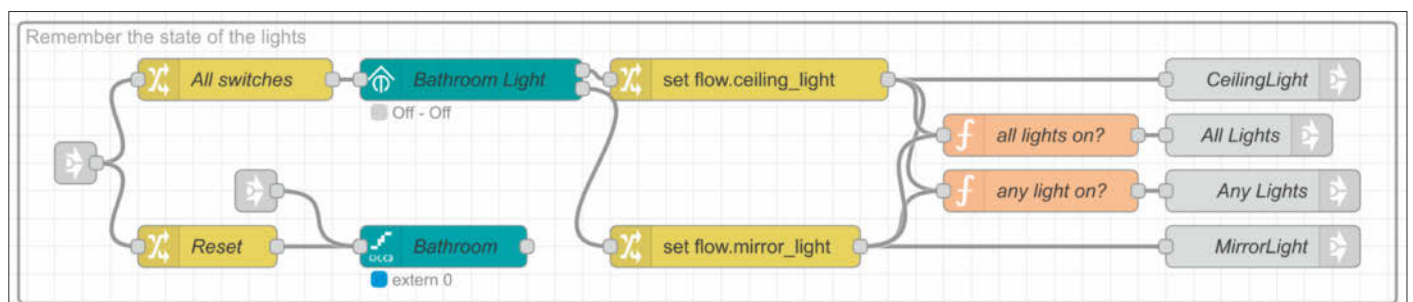
Wir haben Screenshots vom gesamten Node-Graphen gemacht und ihn als JSON exportiert. Beides finden Sie über

[ct.de/yy1f](https://ct.de/yy1f). Nutzen Sie unsere Badsteuerung gern als Anregung für die eigenen Flows in Node-Red. Unsere Lösung ist nicht perfekt, weil beispielsweise verzögerte Netzwerkpakete zu falschen Ereignissen im System führen können. Ihr Charme liegt eher darin, dass Sie außer Node-Red nichts weiter benötigen und sich nur ganz wenig Quellcode in den Flows versteckt. Sie können uns aber gern schreiben, wenn Sie eine elegantere oder robustere Lösung für ähnliche Probleme gefunden haben. (pmk@ct.de)

### Literatur

- [1] Jan Mahn, Reaktionsmaschine, Einstieg in Heimautomation mit Node-Red, c't 15/2018, S. 142
- [2] Klaus Greff, Animierte Schattenfuge, WLED: Open-Source-Firmware für adressierbare LEDs mit spektakulären Effekten, c't 2/2023, S. 68
- [3] Jan Mahn, WLAN-Schalterchen, c't 24/2018, S. 64
- [4] Jan Mahn, Luftbrückenbau, Zigbee-Geräte ohne Cloud und Hersteller-Bridge betreiben, 24/2018, S. 164
- [5] Merlin Schumacher, Update in vier Wänden, Neues von c't-Smart-Home, c't 4/2021, S. 154
- [6] Jan Mahn, Haushalts-Diplomat, Hausautomations-Schaltzentrale Home Assistant auf Python-Basis, c't 26/2017, S. 57

**Alle Node-Graphen (Flows): [ct.de/yy1f](https://ct.de/yy1f)**



**Der „Bathroom Light“-Node steuert Tasmota an, das die Decken- und Spiegelleuchte an- oder ausschaltet. Wird der Lichtschalter gedrückt, erzeugt er ein Ereignis. Die rechte Hälfte speichert die Stellung der Lichtschalter in Flow-Variablen und schickt die Ereignisse weiter.**



# Das entfritzte Heim

## Erfahrungsbericht: Abschied von der Fritzbox

**Fritzboxen schneiden in vielen Routertests überdurchschnittlich ab und gelten daher als sehr gute Wahl, wenn man einen Router fürs Heimnetz sucht. Profi-Ansprüchen genügen sie aber nicht immer. Ein Leser schildert, weshalb und wie er die Hauptfunktionen seiner Box nach und nach mit anderer Hard- und Software ersetzt hat.**

Von Sebastian Piecha

**S**eit der ISDN-Zeit, also vor der kommerziellen Internet-Ära, nutze ich Produkte der Berliner Firma AVM, zuerst ISDN-Karten, später dann mit der Verbrei-

tung von privaten Internetanschlüssen die Fritzboxen als Zugangsrouten. Hatten AVMs ISDN-Produkte die eine oder andere kleine Macke – der CAPI-Treiber zickte gelegentlich –, stellten sich die Fritzbox-Router aus meiner Sicht als Diven mit Starallüren dar. So finden sich in meinem Archiv seit 2006 rund 280 E-Mails zu den unterschiedlichsten Fritzbox-Problemen, über die ich mich mit dem Support des Herstellers ausgetauscht habe. Die Bugs, die mich gestört haben, stecken in den Firewall- und NAT-Implementierungen, in der Telefonie und manchen Apps.

Als berufsbedingt häufiger Fernost-Reisender brauchte ich einen sehr zuverlässigen Router, der möglichst ohne Reparatur aus der Ferne so funktioniert, wie ich

ihn konfiguriert habe. Das war bei der Fritzbox nicht immer der Fall. Deshalb suchte ich Alternativen und lagerte mehr und mehr Funktionen auf andere Geräte und Dienste aus.

### IPTV-Hürden

Ursprünglich hat die Fritzbox bei mir als Router den Internetzugang an einem VDSL-Anschluss aufgebaut und per Ethernet und WLAN im Heimnetz verteilt (siehe Netzplan mit VDSL-Anschluss). Gleich-

zeitig nutzte ich die eingebaute Telefonanlage und koppelte schnurlose DECT-Telefone von AVM an, auch manche VoIP-Telefone anderer Hersteller. Anfangs handelte es sich um eine Fritzbox 7170 mit vorgeschaltetem VDSL-Modem. Das





## Leser helfen Lesern

In diesem Artikel stellt unser Leser Sebastian Piecha sein Projekt „Heimnetz ohne Fritzbox“ vor.

Wenn Sie Fragen oder Anregungen haben oder gerne ein eigenes Projekt vorstellen möchten, schicken Sie uns gern eine E-Mail an:

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

klappte bis 2017 reibungslos. Nachdem die Telekom ihre IPTV-Architektur umgestellt hatte, blieben Multicast-Pakete stecken, sodass IPTV-Streams nicht zum Wiedergabegerät gelangten.

AVM schrieb dazu sinngemäß, dass T-Home ihr VDSL-Netz von der herkömmlichen Startnetzarchitektur auf eine neue Zielnetzarchitektur umstellt. Nach dieser Umstellung sei die Nutzung von T-Home-Entertain nicht mehr möglich, wenn der Media-Receiver mit der Fritzbox verbunden ist und die Fritzbox die Internetverbindung über ein separates VDSL-Endgerät herstellt.

Somit musste ich die 7170 und das externe VDSL-Modem ersetzen, um IPTV-Streams empfangen zu können. Ich entschied mich für eine Fritzbox 7490.

Aber auch damit holperte die IPTV-Wiedergabe. Der interne Switch der 7490 sollte ja erkennen, an welchem Port der IPTV-Receiver hing und die IPTV-Pakete nur dort ausgeben. Doch er gab sie auch an anderen Ports aus (Multicast-Flooding). Das fiel mir auf, als ich den Verkehr auf meinen nachgeschalteten und zu einer Kaskade verkoppelten Switches analysierte. AVM war überzeugt, dass meine Switches das Problem verursachten, und leistete keinen Support.

Meine vielen Serverdienste (VPN, Mail, Web, Backup, etc.) betrieb ich aus Sicherheitsgründen in mehreren Subnetzen (Netzwerkzonen). Die Fritzbox spannt aber höchstens zwei Zonen auf: Für das Hauptnetz ab Werk den Adressbereich 192.168.178.x und für das Gastnetz den Bereich 192.168.189.x. Die für meine Zwecke erforderliche Subnettierung habe ich daher der Software-Firewall OPNsense übertragen. Dafür richtete ich die Firewall in einer virtuellen Maschine auf einer Server-Hardware ein (Intel Core i5 mit Server-SATA- und Server-Netzwerkkarten).

Den Abschnitt zwischen Fritzbox und OPNsense habe ich zunächst als Transportnetz ausgelegt, der nur für WLAN-Clients zugänglich war (siehe Netzplan auf S. 148). Das war umständlich für die Kommunikation mit den Servern, weil die Clients vor der Firewall standen, die Server aber dahinter. Um mit den Servern zu kommunizieren, schickten sie ihre IP-Pakete an das WAN-Interface der OPNsense und diese leitete die Pakete weiter in die internen Netze. Für Clients aus dem Internet habe ich in der Fritzbox zahlreiche Portweiterleitungen zu den Servern angelegt.

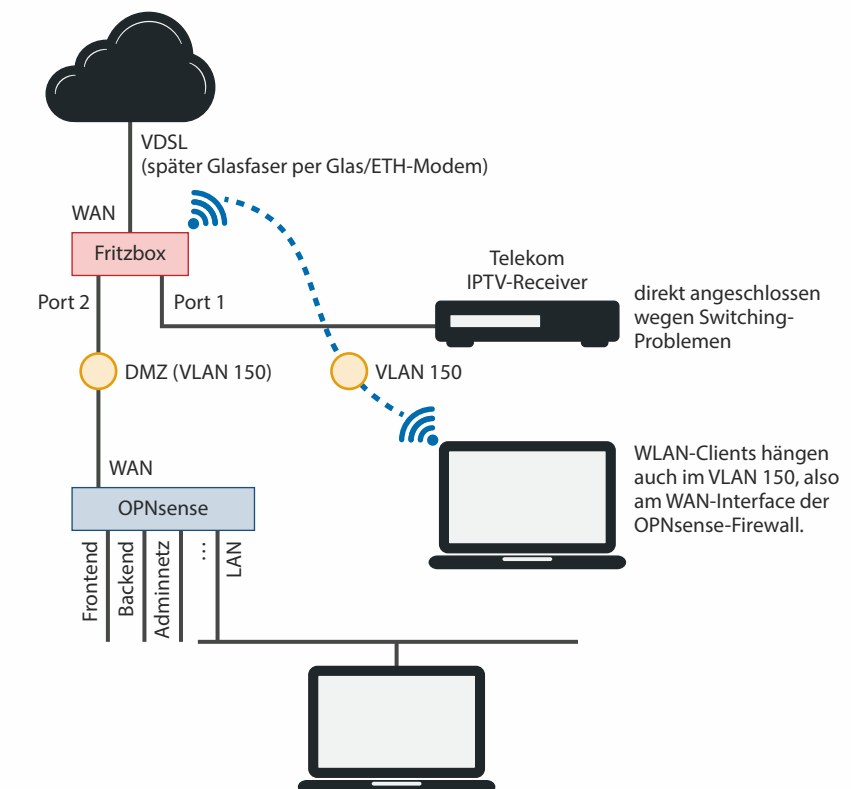
Doch ab 2017 führte ein Bug in FritzOS 6.x dazu, dass die Fritzbox die Weiterleitungen im Abstand von einigen Wochen vergaß oder verschob. Ich schickte AVM einen Bugreport. Die Firma wollte aber anscheinend keine Updates für einzelne Fehler ausspielen und reparierte die Portweiterleitung zusammen mit anderen Bugs erst im Monate später verteilten Update auf FritzOS 7.

## Knistern im NAT-Gebälk

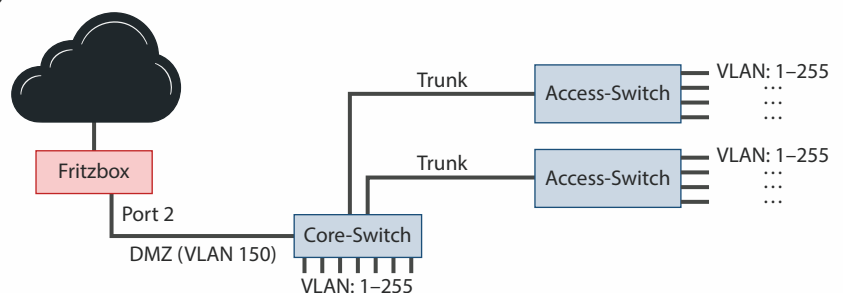
Das dauerte mir zu lange und deshalb schaltete ich die Port-Weiterleitung der

## Netzplan mit Internetzugang via VDSL

Heimnetze können sehr komplex sein. In diesem Beispiel ist eine Infrastruktur mit einer Fritzbox und mehreren Sicherheitszonen zu sehen, welche die Firewall OPNsense aufbaut, denn Fritzboxen eignen sich für maximal zwei Zonen. Im oberen Teil der Grafik ist der logische Aufbau zu sehen, im unteren der physische, beschränkt auf die Switch-Kaskade. Unschön: IPTV-Streams kamen nicht immer an und WLAN-Clients sowie Server standen auf verschiedenen Seiten der Firewall.



Physisch realisiert durch kaskadierte Switches mit mehreren VLANs



Fritzbox ab und richtete hilfsweise eine Exposed-Host-Regel ein: Dabei leitete die Fritzbox sämtliche Pakete, die von außen eingingen, aber von innen nicht angefordert waren, einfach an meine Firewall weiter. Dort bekam jeder Server und Service eine angepasste NAT-Regel, sodass ich fortan zuverlässig aus dem Internet darauf zugreifen konnte.

Auf Dauer ist das aber nicht schön, weil es Pflegeaufwand an zwei Stellen erfordert, in der Fritzbox und in OPNsense. Außerdem nährten die Probleme bei mir Zweifel an der Sicherheit der NAT-Implementierung – ich wollte der Fritzbox diese Aufgabe gar nicht mehr anvertrauen.

Vor allem, weil mit FritzOS 6.x der Zugriff auf meinen eigenen VPN-Server nur unzuverlässig klappte, habe ich der Fritzbox 2020 schlussendlich die Router-Aufgabe entzogen; auch FritzOS 7.x wollte ich diese Aufgabe nicht anvertrauen. Stattdessen baut nun die OPNsense-Firewall den Internet-Zugang per PPPoE über ein vorgeschaltetes Modem auf (inzwischen Glasfaser statt VDSL).

Seitdem funktionieren NAT und Subnetting mit dedizierten Regeln zwischen den einzelnen Netzen zuverlässig; ich habe seit der Umstellung keinen einzigen Ausfall dieser Funktionen registriert.

Auch Anforderungen wie mehrere DynDNS-Provider, Priorisierung oder Drosselung unterschiedlicher Netzsegmente oder so etwas Banales wie ein DNS mit vorgebbaren Namen und sogar mit unterschiedlichen Antworten für unterschiedliche Zonen erfüllt OPNsense.

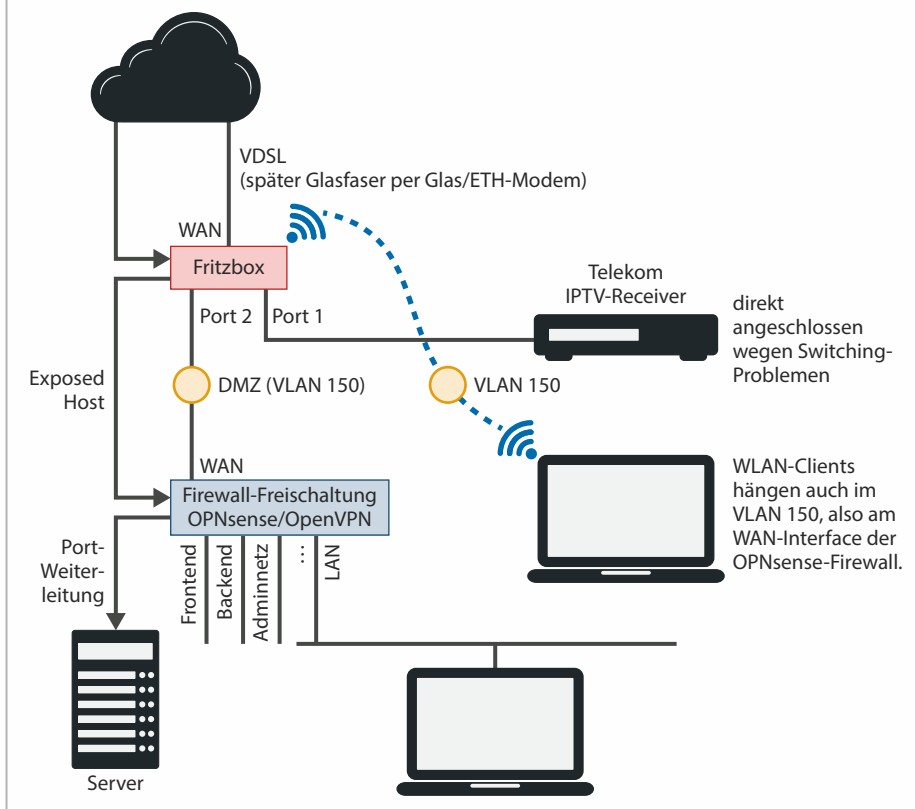
## WLAN-Diät

Die Fritzbox arbeitete fortan nur noch als WLAN-Access-Point und TK-Anlage. Bei WLAN störte aber, dass sie keine individuellen Passwörter je Client, kein WPA2-Enterprise (mit Username/Passwort oder Zertifikat) und vor allem keine Zuordnung von WLAN-Clients zu VLANs beherrscht. Diese Anforderungen mögen für die meisten Nutzer überflüssig sein, sind aber beileibe keine exotischen Funktionen, wie Produkte anderer Hersteller zeigen (Bintec, MikroTik, Grandstream, TP-Link, Ubiquiti, siehe c't 07/2020, S. 100).

So ersetzte ich die WLAN-Funktion der Fritzbox schließlich durch MikroTik-Geräte. Seitdem hat bei mir jeder WLAN-Client ein eigenes Profil, meldet sich mit individuellen Zugangsdaten an (auch Zertifikaten) und landet dann in dem ihm zugewiesenen Netzsegment – eine Trennung

## Port-Weiterleitung wackelt

Ab 2017 führte ein Bug in FritzOS 6.x dazu, dass die Fritzbox bei Dauerbetrieb Port-Weiterleitungen nach einigen Wochen vergaß oder verschob, sodass beispielsweise der VPN-Server nicht mehr erreichbar war. Anstatt der Port-Weiterleitungen dienten eine Weile lang eine Exposed-Host-Regel und Port-Weiterleitungen in OPNsense als Ersatz.



nach privaten Geräten, Gästen und heimtelefonierenden IoT-Schachteln ist damit auch im WLAN ein Leichtes. Damit brauchte ich auch das WLAN der Fritzbox nicht mehr und schaltete es ab.

Seitdem läuft auf der Box nur noch der Telefondienst, was sie aus meiner Sicht mal mehr und mal weniger gut erledigt. Beispielsweise habe ich neben der Festnetztelefonie eine Zeit lang auch den Mobilfunk per UMTS-Stick genutzt. Leider kann die Fritzbox nur einen davon einbinden, also auch nur eine Mobilnummer. Und ich erinnere mich noch ungern daran, dass die Fritzbox manchmal unerwartet neu startete, wenn ein USB-Gerät zu viel Strom vom USB-Port zog.

Aber es war eine andere Macke, die den nächsten Dienstenumzug auf andere Hardware auslöste: Bei eingehenden Mobilfunkanrufen signalisierte die Fritzbox nicht die tatsächliche Nummer des Anrufers, sondern die vom vorhergehenden Gespräch. Anfangs fragte ich mich, „Wieso ruft der jetzt schon wieder an?“,

bis mir klar wurde, dass die Box meine Schnurlostelefone mit falscher Anrufer-ID fütterte.

Auch diesen Fehler hatte ich AVM gemeldet und wartete anschließend auf den Bugfix. Anders als ich gehofft hatte, kam er aber nicht innerhalb weniger Wochen. Deshalb richtete ich auf einem Raspberry Pi die Soft-Tk-Anlage Asterisk ein. Sie steuert nicht nur einen, sondern gleich mehrere USB-Sticks für mehrere Mobilnummern an. Das gesamte Raspi-Asterisk-Gewerk bindet über Bände mit der Fritzbox auch meine DECT-Telefone ein, so dass ich damit sowohl eingehende als auch ausgehende Mobilfunkgespräche führen kann (c't 11/2020, S. 26). Das brauchte ich, weil das Mobilfunksignal bei mir im Haus nicht bis zum Keller reicht, aber durchaus das DECT-Signal der Fritzbox.

So kann ich in beliebigen Räumen des Hauses alle eingehenden Gespräche an irgendeinem der Telefone annehmen und auch entsprechend der eingehenden Verkehrsart zurückrufen – übers Festnetz

oder mobil. Auch eine Diktatfunktion, die eingehende Sprachnachrichten zu Text transkribiert und per Signal und Mail verteilt, läuft auf dem Raspi. Außerdem nimmt Asterisk auf dem Raspi eingehende SMS an und leitet sie auf mehrere Handys weiter.

Die Fritzbox baute nur noch die SIP-Verbindung zu den Telefonieservern meines Providers auf und hielt den Kontakt zu den Schnurlos- und Schreibtischtelefonen.

Aber auch so lief nicht immer alles fehlerfrei: Unvergessen die SIP-Probleme nach dem Upgrade von FritzOS 6.x auf FritzOS 7.x. Es hagelte Fehler beim SIP-Connect zwischen Fritzbox und Asterisk auf dem Raspi.

Ich fand damals eine ungewöhnliche Lösung: Ich kompilierte eine freetz-Firm-

ware (mit selbst zusammengestellter Toolchain) auf Grundlage des offiziellen FritzOS 7.x. Dieses FritzOS funktionierte einwandfrei mit Asterisk und verlängerte den Einsatz der Fritzbox um einige weitere Jahre. Ich beließ es dabei, obwohl AVM den Bug einige Wochen nach Einführung von FritzOS 7 behoben hatte.

Ein Fehler blieb: Wenn Anrufer A von außen das Ziel Z bei uns im Haus anrief, haben die DECT- und SIP-Telefone korrekt geklingelt. Wenn ich aber das Gespräch annahm und während des Gesprächs ein anderer Anrufer B ebenfalls Z anrief, dann klingelten nur noch die DECT-, nicht aber die SIP-Telefone.

An den SIP-Telefonen lag es nicht. In Traces war zu sehen, dass die Fritzbox einfach keine Nachrichten an die SIP-Tele-

fone verschickte und es halfen weder Neustarts noch Resets. Also zog ich die betreffenden Geräte von der Fritzbox zur Asterisk-TK um. Und da die Fritzbox immer mal wieder beim Aufbau verschlüsselter Verbindungen zu Telekom-SIP-Servern scheitert, wird sie auch diesen Part bald an Asterisk abgeben.

Derweil bin ich auf ein weiteres Telefonieproblem gestoßen: Ich wollte die FritzFon-App nutzen, um Festnetztelefonate per Smartphone zu führen. Mit AVMs DECT-Telefonen ging das sehr gut, aber sie sind etwas in die Jahre gekommen. Außerdem fallen die DECT-Repeater nach ein paar Jahren Dauerbetrieb gelegentlich aus und arbeiten erst nach Neustarts wieder normal. Zudem kann man die Schnurlostelefone nur per Hand in eine Nachbarzelle einbuchen – ein Gesprächs-Handover etwa beim Treppengang vom Dachboden zum Keller klappt bei uns im Haus deshalb nicht. Die Fon-App in Verbindung mit guter WLAN-Versorgung sollte es richten. Doch rätselhafterweise klappten damit nur ausgehende Anrufe. Sie klingelten aber gar nicht erst, wenn Anrufe eingingen.

AVM empfahl, die Fritzbox auf Werkeinstellungen zurückzusetzen, was nichts brachte. Auch nach mehrfachem Reset nach AVM-Vorschrift blieben Spuren von freetz auf der Fritzbox 7490 übrig. So schickte mir AVM ein Ersatzexemplar. Aber weder mit der neuen 7490, noch mit einer 7590 klappte das. Schließlich kam heraus: AVM signalisiert Anrufe über einen eigenen Server und damit man mit der Fon-App nicht nur ausgehende, sondern auch eingehende Telefonate führen kann, muss in der Fritzbox die übliche NAT-Betriebsart eingeschaltet sein. Das geht bei mir nicht, weil die Fritzbox im Client-Modus arbeitet und die Router-Funktionen an OPNsense delegiert sind.

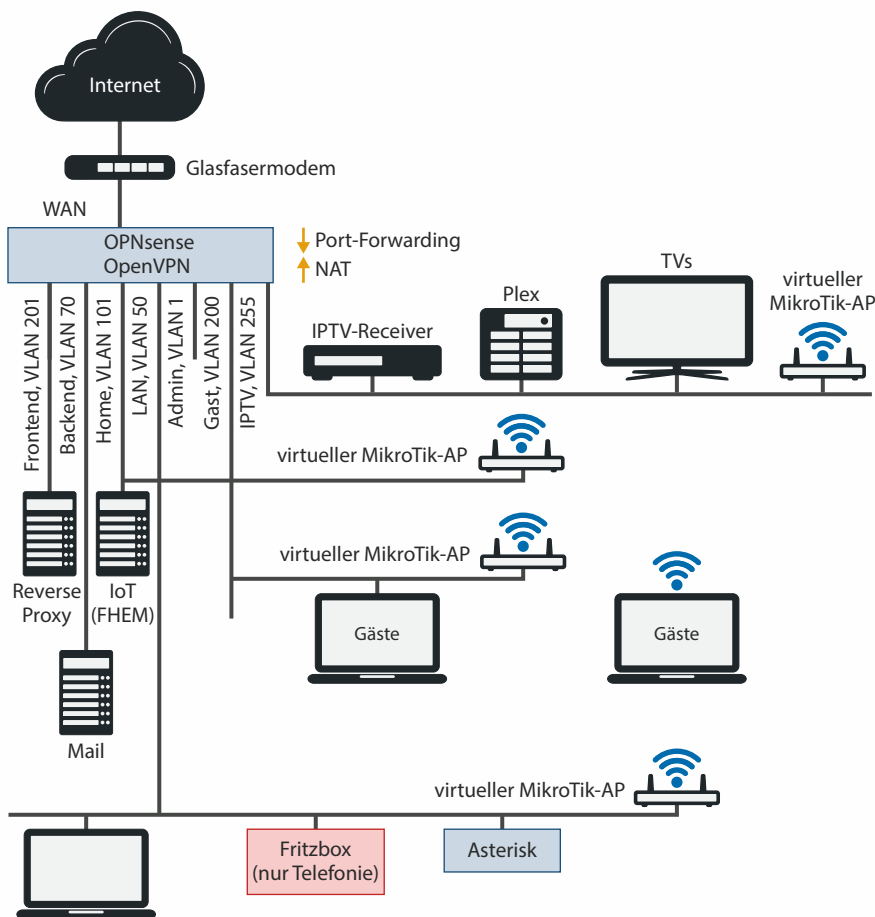
### TK-Anlage gesucht

Für meine 7490 bleibt damit immer weniger zu tun. Leider gibt es in Android 12 keine direkte Integration des SIP-Clients mehr, sonst hätte ich die DECT-Telefone mit Handys ersetzt, die mit der Asterisk-TK-Anlage auf dem Raspi sprechen. Vielleicht wird doch nochmal eine eigenständige DECT-TK-Anlage mit einigen wenigen Telefonen und einer Fax-VoIP-Schnittstelle her müssen. Sie muss nicht viel können, denn das meiste macht sowieso Asterisk. Die Fritzbox wird dann wohl ausgemustert.

(dz@ct.de) **ct**

## Zonentrennung und WLAN mit individuellen Passwörtern

Die MikroTiks sind als VLAN-fähige APs konfiguriert, die zwei SSIDs ausstrahlen – eine für normale Anmeldung per Passwort (wobei jeder Client ein eigenes Passwort hat) und eine andere für Enterprise-Auth per Zertifikat oder Username/Passwort (nicht alle Clients können sich per Zertifikat authentifizieren). Ein MikroTik-AP hängt einen Client je nach Authentifizierung in das zugehörige VLAN. Die Fritzbox und Asterisk stecken wegen der Telefonie zusammen im LAN.





# Durch die Hintertür

## Das Windows-Konto „Administrator“ reaktivieren

**Ausgerechnet jenes Nutzerkonto ist defekt, das als einziges über Administratorrechte verfügt? Für solche Fälle steckt in jeder Windows-Installation ein spezielles Konto namens „Administrator“. Sie müssen es allerdings zuerst aktivieren. Unser c't-Notfall-Windows hilft.**

Von Axel Vahldiek

Kann ja mal passieren: Wenn Sie sich wegen eines vergessenen Kennworts nicht mehr an Windows anmelden können, setzen Sie das Kennwort Ihres Nutzerkontos einfach mit dem c't-Notfall-Windows zurück. Wie das Schritt für Schritt geht, stand gerade erst in [1]. Kniffliger wird es, wenn es nicht am Kennwort liegt, sondern beispielsweise an demolierten, kontospezifischen Systemdateien, schiefgegangenen Updates oder aus dem Ruder gelaufenen Reparaturversuchen ganz anderer Probleme. In solchen Fällen kann das Konto irreparablen Schaden nehmen, und eine der Folgen davon ist, dass eine Anmeldung daran nicht mehr funk-

tioniert. Dann bleibt nur das Erstellen eines Ersatzkontos. Noch ärgerlicher ist es, wenn es ausgerechnet das einzige Konto mit Administratorrechten trifft. Denn zum Erstellen des Ersatzkontos sind, Sie ahnen es, ausgerechnet jene Admin-Rechte erforderlich, die gerade fehlen.

Wenn Sie dann kein vollständiges, geprüftes und aktuelles Backup zum Wiederherstellen des PCs besitzen und eine Neuinstallation ebenfalls nicht infrage kommt, ist dennoch nicht alles verloren. Denn für solche Fälle steckt in Windows ein zusätzliches Nutzerkonto mit Admin-Rechten. Es heißt „Administrator“. Standardmäßig kommen Sie jedoch nicht dran, weil es deaktiviert ist.

### Administrator und Admins

Das Konto „Administrator“ spielt unter Windows zwar eine besondere Rolle, doch so groß sind die Unterschiede zu anderen Konten dann doch nicht (falls Sie die schon kennen, können Sie im Abschnitt „Aktivieren“ weiterlesen).

Windows kennt nicht nur Benutzerkonten, sondern auch -gruppen. Die beiden wichtigsten heißen „Benutzer“ und „Administratoren“. Gedacht sind sie, um einem Konto schnell und einfach einen Satz an Rechten zuweisen zu können. Steckt ein Konto in der Gruppe „Benutzer“, besitzt es nur eingeschränkte Rechte. Es darf beispielsweise keine systemspezifischen Einstellungen ändern und nicht in die persönlichen Ordner anderer Konten reingucken. Steckt ein Konto stattdessen in der Gruppe „Administratoren“, besitzt es eben Admin-Rechte. Weil das immer wieder missverstanden wird: Admin-Rechte zu haben bedeutet nicht etwa, von Haus aus alle Rechte zu besitzen, sondern stattdessen sich jederzeit alle Rechte verschaffen zu können.

Das von Ihnen bei einer Standard-Installation genutzte Konto gehört genauso wie das Konto „Administrator“ zur zweiten Gruppe. Beide Konten sind somit gleichermaßen in der Lage, sich alle Rechte zu verschaffen. Der „Administrator“ darf nicht mehr als andere Admins. Eine FAQ

rund um das Thema finden Sie in [2], hier noch mal die Unterschiede in Kurzform:

Erstens ist das Konto „Administrator“ deaktiviert, weil es eben nur für Notfälle gedacht ist. Zweitens hat es kein Kennwort, was aber nichts macht, weil Windows das Anmelden an ein deaktiviertes Konto ohnehin nicht erlaubt. Drittens können Sie das Konto nicht löschen.

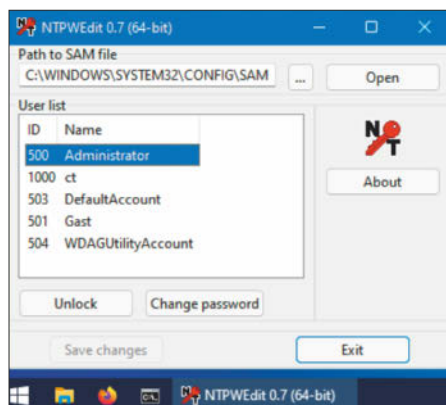
Viertens: Das Konto „Administrator“ ist das einzige, bei dem die Benutzerkontensteuerung nicht greift (User Account Control, UAC). Das ist jener Mechanismus, der die „Sind Sie sicher?“-Nachfragen produziert, wenn Sie administrative Aufgaben erledigen wollen. Als alleiniger Schutz taugt das zwar nicht, doch sollten Sie hellhörig werden, wenn eine solche Nachfrage aus dem Nichts auftaucht – hier im entscheidenden Moment auf „Nein“ zu klicken kann Unheil verhindern. Für im Alltag genutzte Konten mit Admin-Rechten ist die UAC daher sinnvoll, doch beim „Administrator“ sieht es anders aus: Das Konto ist ausschließlich für Reparaturzwecke in Notfällen gedacht, und ohne Admin-Rechte läuft dabei ohnehin nichts.

### Aktivieren

Nun zum Reaktivieren des Kontos „Administrator“. Booten Sie zuerst das c't-Notfall-Windows vom Stick. Wie Sie einen solchen Stick einrichten, lesen Sie in [3].

Im Startmenü unseres Notfallsystems finden Sie unter „Alle Programme/Passwörter“ das Tool „NTPWEdit“, starten Sie es. Vorausgewählt ist die zuerst erkannte Windows-Installation auf dem internen Datenträger. Ein Klick auf „Open“ zeigt die Kontonamen. Wählen Sie das Konto mit dem Namen „Administrator“ aus (ID 500). Klicken Sie auf „Unlock“ und „Save Changes“. Starten Sie nun wieder das auf dem internen Datenträger installierte Windows.

Sofern Windows Sie nicht automatisch mit dem Konto „Administrator“ anmeldet, wählen Sie es in der Kontoauswahl aus. Meldet Windows Sie automatisch mit einem Konto mit eingeschränkten Nutzer-



**Im c't-Notfall-Windows steckt ein Programm namens NTPWEdit, mit dem Sie das Notfall-Konto „Administrator“ aktivieren können.**

rechten an, klicken Sie im Startmenü auf das Kopf-Symbol (je nach Konfiguration steht daneben der Name des gerade angemeldeten Kontos). Es öffnet sich ein Menü, wählen Sie „Administrator“.

Im Anmeldedialog überspringen Sie die Kennworteingabe einfach durch Drücken der Entertaste. Als Nächstes durchläuft das Konto die übliche Ersteinrichtung (OOBE), was je nach Hardware etwas dauern kann. Dann erscheint der Desktop.

## Neues Konto einrichten

Widerstehen Sie dem Versuch, künftig das reaktivierte Konto „Administrator“ immer dann einzusetzen, wenn eingeschränkte Rechte nicht ausreichen. Erst recht sollten Sie es nicht als Alltagskonto verwenden. Denn falls diesem Konto etwas passiert, steht kein weiteres Notfall-Konto mehr in Reserve. Erzeugen Sie also ein weiteres Konto mit Admin-Rechten. Der schnellste Weg dahin funktioniert über eine Kommandozeile. Drücken Sie Windows+X und starten Sie je nach Angebot Eingabeaufforderung, PowerShell oder Terminal. Drei Befehle erzeugen das neue Konto:

```
Net User <Kontoname> /add
Net LocalGroup Administratoren&
    & <Kontoname> /add
Net LocalGroup Benutzer&
    & <Kontoname> /delete
```

Das neue Konto soll ein Kennwort erhalten? Das erledigt ein vierter Befehl:

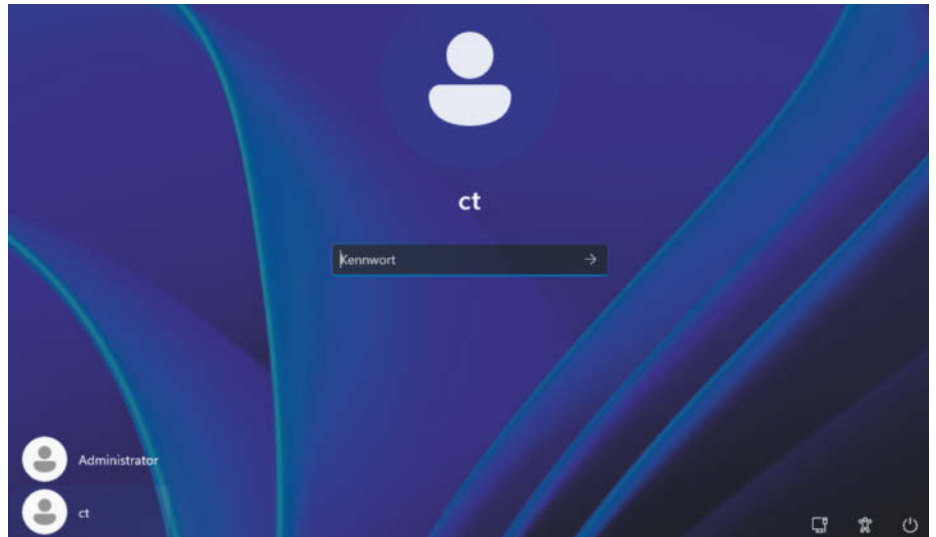
```
Net User <Kontoname> <Kennwort>
```

Falls Ihnen beim Einrichten jemand über die Schulter sieht, der das Kennwort nicht kennen soll, verwenden Sie stattdessen den Befehl `Net User <Kontoname> *`. Dann können Sie anschließend das Kennwort blind eingeben und mit einer erneuten Eingabe bestätigen. Lassen Sie sich nicht davon irritieren, dass während der Eingabe keinerlei Zeichen erscheinen.

Melden Sie sich mit Ihrem neuen Nutzerkonto an, es durchläuft ebenfalls die Ersteinrichtung. Bleiben Sie damit angemeldet, um das Konto „Administrator“ in den deaktivierten Zustand zurückzusetzen. Das erledigt ein letzter Kommandozeilenbefehl:

```
Net User Administrator /active:no
```

Die Reparatur ist damit abgeschlossen.



Normalerweise fehlt das Konto „Administrator“ auf dem Anmeldeschirm. Erst nach dem Aktivieren finden Sie es in der Kontenliste unten links.

## Datenumzug

Wenn Sie mit dem neuen Alltags-Admin-Konto unzufrieden sind, weil gewohnte Daten und Einstellungen fehlen, können Sie versuchen, diese vom defekten alten in das funktionierende neue umzuziehen. Das erledigen Sie durch simples Kopieren, allerdings nicht unter Windows. Starten Sie stattdessen erneut das c't-Notfall-Windows vom Stick. Das erspart Ihnen, nachfolgend an NTFS-Zugriffsrechten herumfummeln zu müssen. Öffnen Sie zwei Explorer-Fenster, klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die Taskleiste und wählen Sie „Fenster nebeneinander anordnen“. Hangeln Sie sich in einem Fenster zu `C:\Benutzer\<AltesKonto>` durch und im anderem zu `C:\Benutzer\<NeuesKonto>` – das sind die Profilordner beider Konten. Doch Vorsicht, beim Kopieren droht eine Falle!

Bei einem solchen Umzug sollten Sie nichts mitnehmen, von dem Sie nicht ganz genau wissen, wozu Sie es noch brauchen. Denn schlimmstenfalls könnte der Umzug fehlerhafter Daten das neue Konto in denselben kaputten Zustand versetzen wie das alte – und dann beginnen Sie komplett von vorn. Die Warnung gilt insbesondere für die Datei `NTUSER.DAT`. Darin steckt der kontospezifische Teil der Registry, und wenn der des alten Kontos defekt ist, demolieren Sie bei seinem Umzug prompt das neue Konto. Lassen Sie auch die Finger von allen anderen Dateien direkt unter `C:\Benutzer\<Kontoname>`, deren Namen mit „NT“ beginnen. Ihnen Bekanntes können Sie aber üblicherweise problemlos umziehen: Fehlende Ordner kopieren Sie kurzerhand kom-

plett. Bei bereits vorhandenen („Bilder“, „Downloads“ und so weiter) kopieren Sie nicht den Ordner, sondern nur den Inhalt. Zur Klarstellung: Das gilt auch für Unterordner, egal wie tief verschachtelt sie sind.

Eventuell können Sie sogar Einstellungen retten, doch in aller Deutlichkeit: Eine Garantie, dass das auch nur bei einigen klappt, gibt es nicht. Viele Einstellungen stecken unterhalb von „AppData“ – was genau darin liegt, hängt von den Entwicklungen der von Ihnen installierten Anwendungen ab. Es gilt wieder: Fehlende Ordner können Sie komplett kopieren, bei bereits vorhandenen nur den Inhalt. Eine Garantie dafür, welche und ob überhaupt Einstellungen sich so umziehen lassen, gibt es jedoch nicht. Womöglich müssen Sie also einiges erneut anpassen.

Immerhin können Sie sicherstellen, dass dieser Umzug der letzte seiner Art auf Ihrem System ist: Sobald alles wieder läuft, erzeugen Sie ein Image Ihrer Windows-Installation. Wenn Sie dazu unser Sicherungsskript `c't-WIMage` ([ct.de/wimage](http://ct.de/wimage)) verwenden, können Sie das Image bei Bedarf nicht nur auf demselben PC wiederherstellen, sondern sogar auf einem komplett anderen PC. Sie wissen ja: Kein Backup, kein Mitleid. (axv@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Axel Vahldiek, Medikamentensammlung, Schritt für Schritt: Probleme lösen mit dem c't-Notfall-Windows, c't 2/2023, S. 20
- [2] Axel Vahldiek, FAQ: Als Admin unter Windows 10, c't 11/2018, S. 158, auch kostenlos online lesbar unter [ct.de/-4038558](http://ct.de/-4038558)
- [3] Peter Siering, c't-Notfall-Windows 2023, Überarbeiteter Bausatz mit vereinfachter Bedienung, c't 2/2023, S. 14

# Doppelt sehen

## iPhone als Webcam nutzen

**Macs mit macOS Ventura können die rückseitigen Kameras eines iPhones als externe Webcam nutzen. Dank sehr guter Bildeigenschaften und smarter Videoeffekte kommen Sie damit in Video-konferenzen noch besser rüber. Wir zeigen, wie es geht.**

Von Immo Junghärtchen

Die Kamerasensoren und -linsen, die im iPhone stecken, produzieren beeindruckende Bilder und Filme – ganz anders als die Webcams in MacBooks und iMacs. Denn die sind weder hochauflösend noch lichtstark. Umso besser, dass Apple mit macOS 13 (Ventura) zusätzliche Funktionen auf den Mac bringt, um die Kameras eines iPhones zu nutzen.

Die Funktion heißt Integrationskamera. Das Konzept: Das rückseitige Kamera-

system des Mobiltelefons überträgt seine Bilddaten per WLAN oder Kabel auf den Mac. Dafür sind ein iPhone aus dem Jahr 2018 (XR) oder neuer sowie iOS ab 16 nötig. Weitere Voraussetzungen: Mac und iPhone müssen mit derselben, per Zwei-Faktor-Authentifizierung abgesicherten Apple-ID angemeldet sein, Bluetooth nutzen dürfen und im selben WLAN-Netzwerk funken.

Steht das iPhone nun aufrecht (im Porträt- oder besser Querformat) und ist zudem gesperrt, ist es bereit für den Webcam-Modus. Allerdings versucht macOS Ventura erst, eine Verbindung herzustellen, wenn Bedarf am Videobild besteht – etwa wenn Sie Apples proprietäre Video-konferenzsoftware FaceTime starten. Für einen ersten Offline-Test starten Sie Photo Booth, die in macOS integrierte Software für Foto- und Videoschnappschüsse. Sie verbindet sich automatisch mit einem unterstützten iPhone. Falls das nicht auf Anhieb klappt, schauen Sie in der Menüleiste unter „Kamera“ nach, ob Sie diese direkt auswählen können.

Auf Macs ohne Kamera – also mini, Studio und Pro – ist Photo Booth nicht vorinstalliert. In diesem Fall verwenden Sie den QuickTime Player: Wählen Sie „neue Filmaufnahme“ aus dem Ablagemenü, erscheint ein Vorschaufenster mit einem Aufnahme-Button mittig im unteren Bereich. Wenn Sie auf das Pfeilsymbol rechts daneben klicken, erscheint ein Aufklappenmenü, in dem Sie aus den erkannten Videoquellen für Vorschau und Aufnahme auswählen. Dort erscheint dann „Kamera von [iPhone-Name]“. Hier erscheint oben drein eine Qualitätsauswahl, bei der Sie von „hoch“ auf „maximal“ wechseln können – Photo Booth und QuickTime Player nehmen auf Wunsch Fotos und Videos auf.

Das Betriebssystem stellt systemweit das iPhone-Kamerabild bereit, ebenso wie die eingebaute FaceTime-Kamera in MacBooks und iMacs. Darum unterstützen sämtliche Videokonferenzanbieter automatisch die Integrationskamera. Ein zweifacher Glockenton aus dem iPhone signalisiert, dass das Videosignal an den Mac übertragen

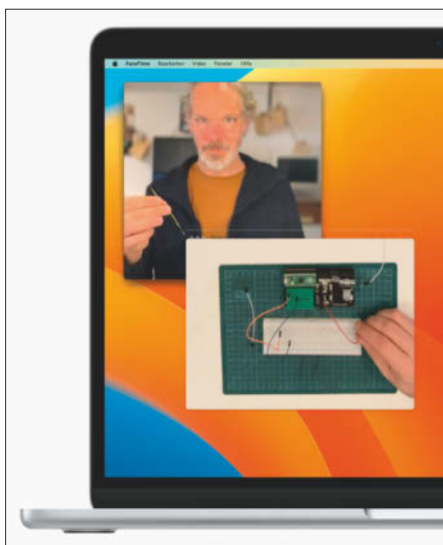
wird. Dessen Display weist auf den aktiven Integrationskameramodus hin. Um das iPhone wieder anderweitig zu verwenden, müssen Sie zunächst auf „Trennen“ tippen, um den Webcam-Modus zu beenden.

### Videoeffekte

Die Integrationskamera hat noch einige Asse, die sie im Kontrollzentrum-Ärmel versteckt. Dieses in macOS 12 (Big Sur) eingeführte Menü öffnet sich, wenn Sie das aus zwei Schaltern bestehende Icon rechts in der statischen Menüleiste anklicken. Nur solange die iPhone-Kamera ihr Bild an eine App sendet, taucht dort der zusätzliche Videoeffekte-Button auf. Je nach iPhone-Modell erscheinen bis zu vier Effekte – was welches kann, erfahren Sie in der nebenstehenden Tabelle.

Die ersten drei erkennen Personen und heben Sie auf unterschiedliche Weise hervor: „Folgemodus“ zoomt sowie schwenkt automatisch, damit erkannte Menschen optimal im Bild bleiben. „Porträt“ versieht den Hintergrund mit Unschärfe, während die Person im Vordergrund weiterhin im Fokus erscheint. „Studiolicht“ hellt die Person im Vordergrund auf, während der Hintergrund abgedunkelt wird. Diese drei Effekte lassen sich beliebig kombinieren. Sie sind allerdings größtenteils digitale Trickeffekte: Sie können zu Lasten der Auflösung gehen, die Perspektive verzerren oder Artefakte einstreuen.

Mit einem besonderen Schmankehl können iPhones mit zwei oder mehr Linsen aufwarten: Der „Schreibtischansicht“. Mit ihr zeigen Sie eine Aufsicht des Bereichs vor der Kamera an. Aktivieren Sie diesen Eintrag, öffnet sich ein zusätzliches Fenster mit dem Bild der Weitwinkelkamera. Per Schieberegler legen Sie die Bereichsgröße der Draufsicht fest. Klicken Sie auf „Fertig“, wechselt der Bildausschnitt auf den festgelegten Bereich. Dafür

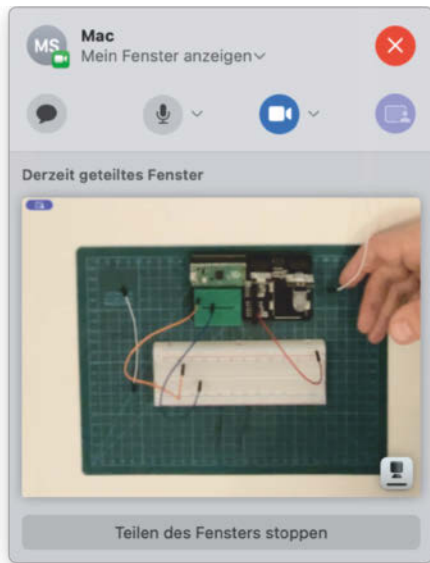


Schaltet man bei FaceTime das Schreibtischansicht-Fenster für die Bildschirmübertragung dazu, kommen beim Zuschauer Porträt und Draufsicht an.



Das Ventura-Kontrollzentrum offenbart die kombinierbaren Videoeffekte.





**In einer FaceTime-Videokonferenz schalten Sie dynamisch die Bildschirmübertragung hinzu.**

startet ein separates Programm namens Schreibtischansicht.

Um die Schreibtischansicht in FaceTime, Zoom, Teams oder Webex anzuzeigen, nutzen Sie die Funktion „Bildschirm teilen“. Beim ersten Versuch fordern die Videokonferenzprogramme dafür eine gesonderte Berechtigung an. Sie müssen diesen in den Systemeinstellungen die Erlaubnis erteilen, den Bildschirm aufzuzeichnen und anschließend das jeweilige Programm beenden und erneut starten.

### Probleme lösen

Leider gibt es beim Integrationskameranodus viele Fehlerquellen, und meist liefert macOS keine qualifizierten Fehlermeldungen – Sie müssen selbst auf die Suche gehen. Schauen Sie zunächst in die iPhone-Einstellungen unter „Allgemein/AirPlay & Handoff“. Dort gibt es die Option „Integrationskamera“ – sie muss aktiviert sein.

Keins der beteiligten Geräte darf aktuell die Internetverbindung teilen. Auch, wenn Ihr Mac beispielsweise Audio oder Video per AirPlay ausgibt oder ein iPad mit SideCar verbunden ist, scheitert die drahtlose Verbindung. Schließen Sie in diesem Fall Ihr iPhone per Kabel am Mac an und bestätigen Sie auf beiden Geräten, dass diese einander vertrauen.

Erscheint trotz Kabelverbindung die Bildqualität niedrig, stellen Sie sicher, dass das iPhone direkt mit dem Mac verbunden ist. Ein dazwischengeschalteter USB-Hub kann die Videoqualität senken. Um die Ver-

bindung zur Integrationskamera herzustellen, muss das iPhone ruhig stehen, am besten im Querformat. Sobald die Übertragung steht, können Sie es wieder bewegen – drehen Sie es ins Hochkant-Format, wechselt die Kameraperspektive automatisch.

Wenn Ihr iPhone gerade in der Sonne lag oder just für Videoschnitt genutzt wurde, warten Sie einige Minuten, bevor Sie es versuchen. Ein zu heißes iPhone darf nicht als Integrationskamera mitspielen. Darum lädt ein iPhone übrigens den Akku nicht über die 80%-Schwelle auf, während es als Webcam fungiert.

### Standortvorteil

Sind alle Hürden gemeistert, entfalten sich die Vorteile. Vorbei die Zeit, in der die MacBook-Kamera in die Nasenlöcher schießt. Sie können Ihr iPhone unabhängig vom Rechner aufstellen. Mit einer Stativklemme wie etwa dem Shoulderpod G1 oder Glif adaptieren Sie das iPhone auf das weitverbreitete Stativgewinde (1/4 Zoll 20 UNC). Auf diese Weise kombinieren Sie Ihr iPhone mit handelsüblichen Dreibeinen, schlanken Klemmen oder flexiblen Schlangenhalshalterungen. Sie können Ihr

## Video-Effekte

Effekt	Funktion	ab iPhone
Folgemodus	dynamischer Bildausschnitt	11 <sup>1</sup>
Porträt	unscharfer Hintergrund	XR
Studiolicht	Aufhellung des Hauptmotivs	12
Schreibtisch-Ansicht	zweites Video mit Draufsicht	11 <sup>1</sup>
<sup>1</sup> außer SE-Modelle		

iPhone ganz nach Gusto und vorhandenem Zubehör anklemmen, aufstellen oder anlehnen. Zubehörhersteller wie Belkin offerieren Aufsteckhalterungen für Laptop oder Monitor, die ein iPhone 12 oder neuer aufnehmen. Sie nutzen deren MagSafe-Magnetring, um das iPhone in horizontaler oder vertikaler Position stabil festzuhalten. Die Elephant Card ist eine schmale Kunststoffkarte, die man schnell zu einer iPhone-Halterung faltet. Wer einen 3D-Drucker besitzt, druckt sich eine Halterung selbst – auf der 3D-Teileplattform Thingiverse finden sich passende Vorlagen. Die finden Sie ebenso wie das genannte Zubehör über [ct.de/yh4z](https://ct.de/yh4z).

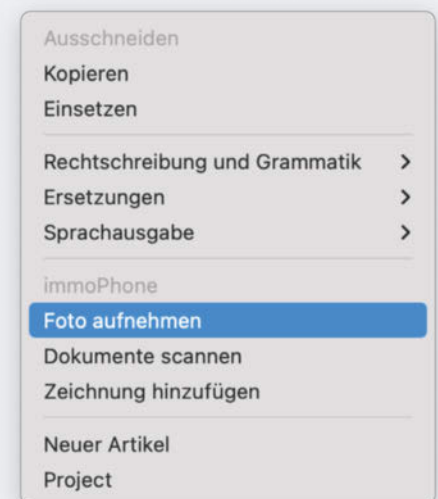
(imj@ct.de) **ct**

**Halterungen und Stativadapter:**  
[ct.de/yh4z](https://ct.de/yh4z)

## Integra... was?

Integrationskamera nennt Apple die Funktion, um die iPhone-Kamera vom Mac aus zu verwenden. Das ist eine holprige Übersetzung von „Continuity Camera“, einer Funktionssammlung, für die man auf beiden Geräten mit derselben Apple-ID angemeldet sein muss. Bereits unter macOS 11 (Mojave) respektive iOS 12 fanden diese Funktionen Einzug in Apples Betriebssysteme.

In vielen Apple-eigenen Programmen (Nachrichten, Mail, Pages et cetera) können Sie die iPhone-Kamera für ein Foto oder einen Dokumentenscan vom Mac aus aktivieren. Dafür klicken Sie in ein Eingabefeld und rufen mit einem Sekundärklick (Zwei-Finger-Klick, Klick bei gedrückter Command-Taste oder Rechtsklick) das Kontextmenü auf. Im Finder finden Sie die Funktion im Dreipunkte-Menü in der Werkzeugleiste im Fensterkopf. Wenn Sie ein iPhone oder iPad mit derselben Apple-ID in Reichweite haben, können Sie das Untermenü „Von iPhone importieren“ auswählen. „Foto aufnehmen“ überträgt ein Bild,



**Auch macOS 11 nutzt ein iPhone als Bildgeber, allerdings nur für Einzelaufnahmen.**

„Dokumente scannen“ erzeugt mehrseitige PDFs mit automatischer Seitenerkennung. Über „Zeichnung hinzufügen“ wird Ihr iPhone zu einem Impromptu-Zeichentablett.



Bild: Albert Hulm

# Container-Sicherheitsbegehung

## Auf dem Lernpfad zum Kubernetes-Kenner, Teil 5

**Wenn der erste Cluster läuft und die Kubectl-Befehle leicht von der Hand gehen, möchte man als Kubernetes-Einsteiger am liebsten mit den ersten produktiven Anwendungen beginnen. Doch vorher sollte man sich etwas Zeit nehmen für die Sicherheit von Cluster und Anwendungen.**

Von Jan Mahn

**G**eschafft – in den ersten vier Teilen dieser Reihe haben wir Sie auf dem Weg vom Docker-Nutzer zum Kubernetes-Cluster-Betreiber begleitet und als Beispiel Schritt für Schritt eine WordPress-Instanz zusammengebaut [1]. Bevor Sie das Wissen auf eigene Projekte anwenden, sollten Sie aber noch ein paar Sicherheitskonzepte kennenlernen und gleich von Anfang an einsetzen – das ist immer erfolgversprechender, als Security nachträglich an eine fertige Anwendung dranzubasteln. Auf den folgenden Seiten lernen Sie, wie Sie Ihren Cluster in drei Schritten sicherer

machen: mit Transportverschlüsselung, Netzwerkregeln für Pods und Zugriffsberechtigungen für Admins.

Am Ende des vierten Teils dieser Reihe meldete sich eine WordPress-Instanz auf Port 80 per HTTP. Vor 15 Jahren hätte man damit noch Benutzer und Admins begeistern können, heute fehlt ein entscheidendes Detail: HTTPS mit einem gültigen Zertifikat, das von einer vertrauenswürdigen Stammzertifizierungsstelle stammt und dem die Browser vertrauen. Das muss man heute nicht mehr kaufen, Let's Encrypt liefert es kostenlos und der HTTP-Router Traffic, den Sie im Laufe der Reihe schon installiert haben, beschafft Zertifikate von diesem Anbieter und verlängert sie automatisch. Die erste Aufgabe, um diese Beschaffung einzurichten, hat nichts mit Kubernetes zu tun. Damit Sie ein Zertifikat bekommen können, müssen Sie einen A- und optional einen AAAA-DNS-Eintrag für eine Domain oder eine Subdomain setzen, der auf eine beliebige, externe IP-Adresse Ihres Clusters verweist. Erledigen Sie diese Aufgabe am besten mit etwas zeitlichem Abstand, damit sich der Eintrag in allen DNS-Caches herumspricht. Danach können Sie sich an die Vorbereitungen im Cluster machen.



## Traefik mit Speicher

Wenn Sie den Beschreibungen dieser Kubernetes-Reihe gefolgt sind, haben Sie Traefik im dritten Teil mit folgenden Zeilen über den Kubernetes-Paketmanager Helm installiert:

```
helm repo add traefik ↵
https://helm.traefik.io/traefik
helm repo update
helm install traefik traefik/traefik
```

Helm legt ein Deployment mit dem Namen `traefik` aus dem Chart `traefik/traefik` an. Diese Installation müssen Sie für die automatische Zertifikatsbeschaffung etwas erweitern. Traefik braucht persistenten Speicherplatz für die Zertifikate und die Zertifikatsbeschaffung über Let's Encrypt braucht eine minimale Konfiguration. Immer, wenn es in einer Installation per Helm etwas einzurichten gibt, erledigt man das über eine sogenannte Values-Datei. Das ist ein Stück YAML, das man Helm mit einem Install- oder Upgrade-Befehl unterschreibt. Wie das YAML aussieht, definieren die Entwickler des jeweiligen Helm-Pakets – man befüllt damit Variablen, die im Helm-Chart verwendet werden. Wie das im Detail funktioniert, müssen Sie erst durchdringen, wenn Sie eigene Anwendungen in Helm-Charts verpacken wollen. Als Anwender eines Charts reicht es, die benötigten Konfigurationen aus der Dokumentation in eine neue Datei zu legen und anzupassen. Für Traefik mit TLS legen Sie auf Ihrer lokalen Maschine eine Datei `traefik-values.yaml` an (den Namen können Sie frei vergeben). In die Datei kommen folgende Zeilen:

```
persistence:
  enabled: true
  name: data
  accessMode: ReadWriteOnce
  size: 128Mi
  path: /data
  annotations: {}

certResolvers:
  letsencrypt:
    email: <Ihre Mailadresse>
    tlsChallenge: true
    httpChallenge:
      entryPoint: "web"
    storage: /data/acme.json

ports:
  websecure:
```

```
tls:
  certResolver: "letsencrypt"
web:
  redirectTo: websecure
```

Wie auch in den ersten Teilen dieser Reihe finden Sie alle Inhalte zum Download in einem GitHub-Repository (siehe [ct.de/yqsq](https://ct.de/yqsq)), abtippen müssen Sie also nichts. Der erste Abschnitt `persistence`: aktiviert persistenten Speicherplatz. In der Folge legt Helm einen `PersistentVolumeClaim` an und bindet ihn an den Traefik-Container. 128 MByte reichen für die Zertifikate und Metadaten, die Traefik anlegt, absolut aus.

Der zweite Abschnitt konfiguriert die ACME-Funktion von Traefik. Über diesen Standard bezieht die Software das Zertifikat bei Let's Encrypt und legt dafür auf Port 80 (`entryPoint: "web"`) eine HTTP-Challenge ab, mit der Let's Encrypt prüft, ob Sie diese Domain kontrollieren. Ändern müssen Sie in diesem Beispiel nur Ihre Mailadresse. Sie wird nicht im Zertifikat veröffentlicht, Let's Encrypt nutzt sie nur, um Sie zu warnen, wenn das Zertifikat ausläuft – das sollte aber nicht passieren, wenn Ihr Server läuft: Traefik beschafft kommentarlos neue Zertifikate.

Der dritte Abschnitt `ports`: aktiviert schließlich den zuvor definierten Zertifikatsdienst namens `letsencrypt` für den HTTPS-Port, den Traefik `websecure` nennt. Der Endpunkt `web` wird mit `redirectTo` angewiesen, sämtlichen Verkehr auf seinen HTTPS-Kollegen umzuleiten. Ihre Nutzer surfen also immer mit TLS.

Liegt die Datei `traefik-values.yaml` auf Ihrer lokalen Maschine mit installiertem Helm bereit, navigieren Sie auf der Kommandozeile in den Ordner mit dieser Datei und aktualisieren Sie das Helm-Deployment mit diesen Werten:

```
helm upgrade -f traefik-values.yaml ↵
traefik traefik/traefik
```

Wenig später sollten Sie mit `kubectl get pvc` einen `PersistentVolumeClaim` für Traefik sehen. Damit sind die Voraussetzungen geschaffen, um eine `IngressRoute` auf HTTPS umzustellen. Als Beispiel dient die Wordpress-Route aus Teil 3 und 4 der Reihe. Nur zwei Änderungen an der YAML-Datei sind nötig:

```
apiVersion: traefik.containo.us/v1alpha1
kind: IngressRoute
```

## ct kompakt

- Webseiten will man heute per HTTPS veröffentlichen. Mit Traefik in Kubernetes ist das kein Problem.
- Damit Pods im Cluster nur die Dienste erreichen, die Sie freigeben, gibt es `NetworkPolicies`.
- Sobald mehrere Nutzer am Cluster arbeiten, sollten Sie Rollen vergeben und sich um Rechteverwaltung kümmern.

```
metadata:
  name: wordpress-ingress
  namespace: frontend
spec:
  entryPoints:
    - websecure # vorher: web
  routes:
    # vorher: match: PathPrefix(`/`)
    - match: Host(`www.example.org`)
      kind: Rule
  services:
    - name: wp-external
      port: 80
```

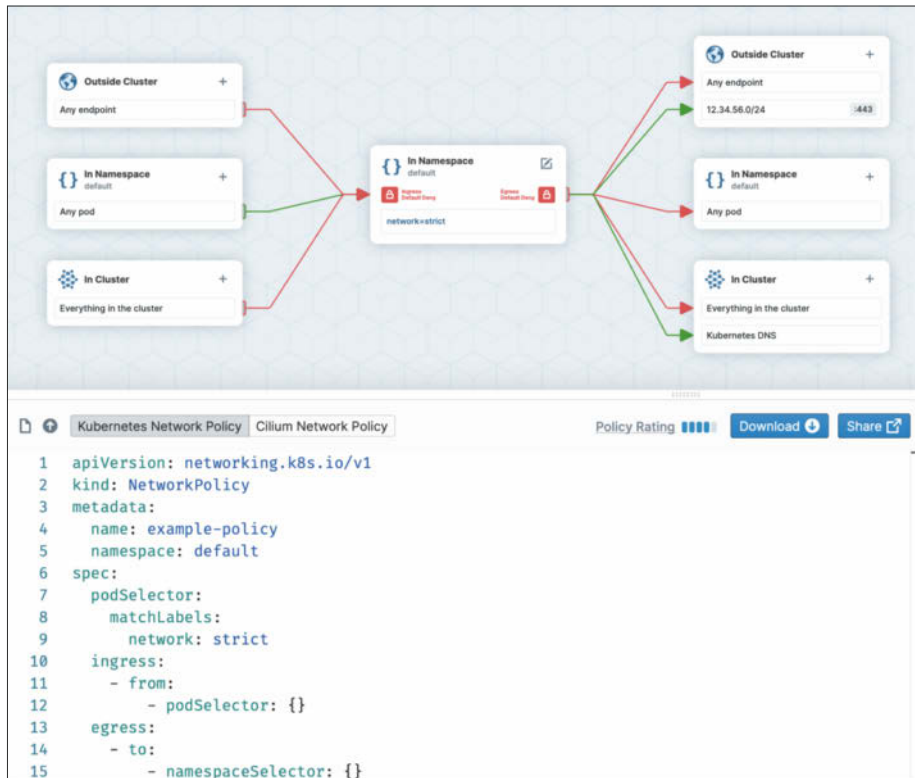
Die erste Änderung betrifft den `entryPoint`. Statt auf Port 80 soll die Seite künftig auf Port 443 antworten. Damit der Zertifikatsdienst von Traefik weiß, für welche Domains er ein Zertifikat ordern soll, brauchen Sie immer eine Regel vom Typ `Host` mit dem Namen. Das muss nicht nur eine sein: Mit dem Operator `||` können Sie auch mehrere `Host`-Einträge angeben (zum Beispiel `www.example.org` und `example.org`).

Um Ihre Wordpress-Instanz umzustellen, ändern Sie die Zeilen in der YAML-Datei und setzen einen `Kubectl-Apply`-Befehl ab. Es dauert nur rund 60 Sekunden, bis Sie Ihre Seite mit vorangestelltem `https://` erreichen. Wenn Sie der Browser auch nach Minuten noch mit einer Zertifikatswarnung begrüßt, klemmt irgendwas. Besorgen Sie sich mit `kubectl get pods` den Namen des Traefik-Pods und schauen mit `kubectl logs`, was Traefik daran hindert, ein Zertifikat zu besorgen.

## Verkehrssteuerung

Das nächste Problem, das Sie auf dem Weg zu einem sichereren Cluster angehen sollten, ist der ungezügelter Netzwerkverkehr von Pods. Unternimmt man nichts, kann jeder Pod jeden Service im Cluster anspre-





Mit dem NetworkPolicy-Editor von Cilium hat man passende Regeln ohne Tipperei schnell zusammengebaut.

chen, auch über Namespace-Grenzen hinweg. Außerdem kommt er ungehemmt ins Internet. In der Theorie ist das kein Problem, wenn man davon ausgeht, dass man als Administrator alle Pods selbst kontrolliert und weiß, was darin passiert. Doch mit dieser Einstellung macht man es Angreifern wahnsinnig leicht. Sobald die es schaffen, ihren Schadcode auf einem einzigen Pod auszuführen, können sie mühelos weiteren Code aus dem Internet nachladen und sich im Cluster oder gleich im ganzen Netzwerk ausbreiten. Das muss nicht sein.

Die allermeisten Pods brauchen keinen Weg ins Internet; bei Containern kann und sollte man da noch strenger sein als bei klassisch installierter Software. Bei letzterer gibt es manchmal noch das Szenario, dass sie regelmäßig einen Herstellerserver nach neuen Updates fragen müssen. Bei Containern fällt auch das weg, weil Software im Container sich nicht selbst aktualisieren soll. Das funktioniert in Containern anders: Gibt es Updates, wird der Container durch einen mit frischem Image ersetzt.

Nicht zuletzt durch die schwere Sicherheitslücke in der Java-Logging-Bibliothek Log4j haben viele Serverbetreiber erkannt, dass sie in der Vergangenheit zu

großzügig mit dem Recht umgegangen sind, Kontakt mit dem Internet aufzunehmen. Der Log4Shell-Angriff war darauf angewiesen, dass Log4j Code aus dem Internet nachlud.

Schränken Sie den Verkehr rigoros ein, damit es so weit nicht kommt. Dafür kennt Kubernetes das Konzept der NetworkPolicies, die wie Cluster-interne Firewallregeln funktionieren. Wie bei anderen Firewalls gibt es zwei Arten von Regeln; solche für eingehenden (Ingress) und solche für ausgehenden Verkehr (Egress). Eingerichtet werden die Policies, wie alles in Kubernetes, mit einer YAML-Definition, die wie die folgende aussieht:

```

apiVersion: networking.k8s.io/v1
kind: NetworkPolicy
metadata:
  name: example-policy
  namespace: default
spec:
  podSelector:
    matchLabels:
      example.org/network-rule: strict
  ingress:
    - from:
      - podSelector: {}
  egress:
    - to:

```

```

- podSelector:
  matchLabels:
    app: database
ports:
- port: 3306
- to:
- namespaceSelector: {}
podSelector:
  matchLabels:
    k8s-app: kube-dns
ports:
- port: 53
  protocol: UDP
- to:
- ipBlock:
  cidr: 12.34.56.0/24
ports:
- port: 443

```

Wie jedes Objekt bekommt eine NetworkPolicy im Abschnitt metadata: einen Namen. Unter spec: folgt der Inhalt der Regel. Zunächst legt man fest, für welche Pods sie gelten soll. Zum Einsatz kommt ein podSelector, der zum Beispiel auch bei Services genutzt wird. Kubernetes sucht damit nach allen Pods, an die man ein bestimmtes Label angeheftet hat. Labels können Sie als Administrator grundsätzlich recht frei vergeben. Es ist jedoch ausdrücklich empfohlen, selbst ausgedachte Labels mit einem eigenen Präfix in Form der eigenen Domain zu kennzeichnen. Dann kann man sichergehen, dass sie nicht mit Kubernetes-eigenen Labels kollidieren (auch nicht mit einem, das sich die Kubernetes-Entwickler in Zukunft noch ausdenken). Im Beispiel sollen alle Pods eine Regel bekommen, die mit dem Label example.org/network-rule und dem Wert strict markiert sind.

Es folgt eine recht kurze Ingress-Regel mit einem leeren Objekt, das Einschränkungen enthalten könnte, im Beispiel aber leer ist. Die Folge: Alle Pods im Cluster dürfen Pods mit dieser NetworkPolicy kontaktieren. Möchte man dagegen, dass kein anderer Pod auf einen Pod zugreifen darf, muss die Liste der Ingress-Regeln leer sein:

```
ingress: []
```

Ausgehende Regeln gibt es gleich drei. Die erste erlaubt Verkehr zu Pods mit dem Label app: database. Ohne die zweite Regel funktioniert sie aber nicht – ein typischer Fehler, mit dem sich NetworkPolicy-Einsteiger teils lange herumärgern. Die

# 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)

zweite Regel erlaubt dem Pod, den Kubernetes-internen DNS-Server auf Port 53 zu nutzen, um die Adresse der Datenbank aufzulösen. Ohne DNS geht nicht viel. Die dritte Egress-Regel ist ein Beispiel für externen Verkehr. Der Pod darf damit alle IP-Adressen zwischen 12.34.56.1 und 12.34.56.254 auf Port 443 ansprechen.

Die Syntax der NetworkPolicies ist zu Beginn etwas verwirrend und schnell hat man sich verkonfiguriert, was entweder zu unnötig laxen Regeln oder gescheiterten Verbindungen führt. Sehr empfehlenswert (nicht nur für Einsteiger) ist der Onlinengenerator von Cilium ([editor.cilium.io](https://editor.cilium.io/)), in dem man seine Regeln im Browser zusammenklickt und an roten und grünen Pfeilen sieht, was erlaubt und verboten ist. Ganz uneigennützig stellt Cilium den Editor nicht bereit: Cilium ist ein Open-Source-Projekt, das eine zusätzliche Netzwerkschicht für Kubernetes entwickelt, die unter anderem noch genauer filtern kann. Und so weist der Editor an einigen Stellen darauf hin, was mit Kubernetes-Bordmitteln (noch) nicht möglich ist und wie übersichtlich die Cilium-Syntax im Vergleich aussieht. Cilium ist reizvoll für große Organisationen, aber kein Projekt für Einsteiger.

In NetworkPolicies kann man viel Zeit investieren. Ein sicherer und effizienter Weg: Man verbietet zunächst mal alles und gibt dann gezielt die wenigen Ports und Verbindungen frei, die wirklich nötig sind. Wenn Sie so vorgehen, erfinden Sie passende NetworkPolicies bald genauso routiniert, wie Sie Deployments, Services und IngressRoutes anlegen. Ausgangspunkt für das Absicherungsprojekt ist eine strikte Regel, die alle Schotten dicht macht:

```
kind: NetworkPolicy
apiVersion: networking.k8s.io/v1
metadata:
  name: default-deny
  namespace: default
spec:
  policyTypes:
  - Ingress
  - Egress
  podSelector: {}
  ingress: []
  egress: []
```

Weil eine NetworkPolicy immer zu einem Namespace gehört, braucht man diese Regel für jeden Namespace. Ist das erledigt, geht erst mal nichts mehr – damit das

WordPress-Beispiel wieder läuft, brauchen Sie Regeln, die WordPress Kontakte zur Datenbank gestatten und Traefik Kontakt zu WordPress. Wenn Sie diese Herausforderung als Übungsaufgabe nutzen wollen, ein Tipp: Zum erfolgreichen Verbindungsaufbau gehören ingress und egress. Eine mögliche Lösung finden Sie im GitHub-Repository zum Artikel (siehe [ct.de/yqsq](https://ct.de/yqsq)) – es führen aber viele Wege zum Ziel.

## Rechte verwalten

Beim Einrichten des Clusters im ersten Teil der Reihe hat K3S stumm einen Benutzer angelegt, der mit vollen Rechten ausgestattet ist. Er meldet sich mit einem Schlüssel-paar aus öffentlichem und privatem Schlüssel an – mit diesen Feinheiten müssen Sie sich bislang nicht beschäftigen, weil K3S die Erzeugung erledigt und alles in eine fertige YAML-Datei gelegt hat, die Sie als `~/.kube/config` auf die lokale Maschine kopiert haben.

Solange Sie allein sind und auf dieses Schlüssel-paar aufpassen, ist das nicht grundsätzlich unsicher – auf Ihrer lokalen Maschine liegen ja oft auch SSH-Schlüssel für diverse Server. Problematisch wird der Kubernetes-Superuser aber spätestens, wenn Sie Ihren Cluster mit Kollegen teilen wollen. Denen wollen Sie nicht unbedingt Vollzugriff und Ihren einzigen Schlüssel geben. Hier kommt die sehr granulare Rollenverwaltung von Kubernetes zum Zug. Um beim WordPress-Beispiel zu bleiben, könnten sich die Frontend-Entwickler einen Zugang wünschen, um im Namespace Frontend Änderungen an Pods vornehmen zu können. Sie wollen vielleicht mal das Image austauschen. Mit der IngressRoute und anderen Ressourcen haben sie aber nichts zu tun.

Dafür brauchen Sie zunächst zwei neue Ressourcen: eine Role und ein Role-Binding. Erstere definiert, was ein Rolleninhaber genau darf. Per RoleBinding wird die Rolle an einen Nutzer oder eine Nutzergruppe gebunden – den Nutzer mit dem Nutzernamen frontend-guy erzeugen Sie erst danach.

Folgender YAML-Block definiert die Rolle frontend-dev im Namespace frontend und berechtigt dazu, Pods zu erstellen und zu löschen:

```
apiVersion: rbac.authorization.k8s.io/v1
kind: Role
metadata:
  namespace: frontend
```

```
name: frontend-dev
rules:
- apiGroups: [""]
  resources: ["pods"]
  verbs:
  [
    "create",
    "delete",
    "deletecollection",
    "get",
    "list",
    "patch",
    "update",
    "watch",
  ]
```

Das Beispiel zeigt, wie granular Sie Berechtigungen steuern dürfen. apiGroups enthält nur einen leeren String, damit gilt die Regel für Core-Kubernetes-Objekte, zu denen Pods gehören. Die apiGroup eines Kubernetes-Objekts erkennen Sie mit einem Blick auf die Angabe apiVersion in der YAML-Datei. Die oben vorgestellte NetworkPolicy gehört beispielsweise zur Gruppe `networking.k8s.io`.

Unter resources: geben Sie eine Liste mit Objekten an, mit denen interagiert werden darf. Die Frontend-Kollegen im Beispiel müssen sich mit Pods begnügen. Dafür dürfen sie mit Pods in ihrem Namespace alles anstellen – freigegeben sind alle verbs, die Kubernetes kennt. Diese Liste dient hier nur der Anschauung, anstatt sie auszuschreiben, würde man in der Praxis die Wildcard `[*]` nutzen. Per Wildcard könnten Sie zum Beispiel auch eine Rolle bauen, die in einem Namespace alle Ressourcen sehen darf.

Damit der Benutzer frontend-guy diese Rolle bekommt, brauchen Sie noch eine Zuweisung:

```
kind: RoleBinding
apiVersion: rbac.authorization.k8s.io/v1
metadata:
  name: frontend-dev
  namespace: frontend
subjects:
- kind: User
  name: frontend-guy
  apiGroup: rbac.authorization.k8s.io
roleRef:
  apiGroup: rbac.authorization.k8s.io
  kind: Role
  name: frontend-dev
```

In diesem Objekt werden Benutzer und Rolle miteinander verknüpft. Legen Sie eine Datei mit den beiden Objekten an



und bringen sie per Kubectl-Apply in den Cluster.

## Benutzer backen

Zum Erfolg fehlt nur noch der Benutzer frontend-guy selbst – doch einen Befehl wie `kubectl get users` oder eine User-Ressource, für die Sie eine YAML-Datei anlegen könnten, sucht man in der Kubernetes-Dokumentation vergeblich. So etwas kennt Kubernetes nicht, weil das System überhaupt keine Benutzer in seiner Datenhaltung speichert. Stattdessen arbeitet das Kubernetes-API nur mit Zertifikaten: Zum „Anlegen“ eines Nutzers erzeugen Sie lokal ein Zertifikat mit einem öffentlichen und privaten Schlüssel und schreiben den Benutzernamen hinein. Dieses Zertifikat lassen Sie von der Zertifizierungsstelle von Kubernetes signieren. Diese Zertifizierungsstelle bringt Kubernetes immer mit und nutzt sie intern auch für andere Aufgaben, meist bekommen Sie davon nicht viel mit.

Mithilfe des privaten Schlüssels und des Zertifikats können Sie sich fortan ausweisen. Auch wenn der Benutzername nicht im Cluster gespeichert wurde, klappt Authentifizierung (Anmeldung) und Autorisierung (Rechtevergabe). Das Kubernetes-API weiß: „Ich habe dieses Zertifikat signiert, also kann ich den Angaben darin trauen“.

Das Prinzip leuchtet ein, wenn man es einmal durchgespielt hat. Wenn Sie die Befehle nicht abtippen wollen, finden Sie sie ebenfalls im Repository. Die Reise beginnt auf einer lokalen Maschine mit dem Erzeugen eines RSA-Schlüsselpaars. Dafür kommt das klassische Werkzeug `openssl` zum Einsatz. Es funktioniert mittlerweile auch unter Windows, wir empfehlen Windows-Nutzern dennoch, die folgenden Schritte unter Linux oder im WSL nachzuspielen. Alle Dateinamen im folgenden Beispiel können Sie frei vergeben:

```
openssl genrsa -out user.pem
```

Damit liegt das Schlüsselpaar bereit, daraus wird jetzt eine Zertifikatsbestellung (Certificate Signing Request, CSR):

```
openssl req -new -key user.pem -out user.csr -subj "/CN=frontend-guy"
```

In dieser Zeile (und nirgends sonst) wird der Nutzername in der von LDAP bekannten Syntax mit vorangestelltem CN= (für Common Name) festgelegt. Heraus

kommt eine Datei namens `user.csr`, die Sie direkt in Base64 wandeln müssen:

```
cat user.csr | base64
```

Die erzeugte Zeichenkette gehört in eine YAML-Datei, die einen CertificateSigningRequest für die Kubernetes-Zertifizierungsstelle definiert. Der Code sieht folgendermaßen aus:

```
apiVersion: certificates.k8s.io/v1
kind: CertificateSigningRequest
metadata:
  name: csr-frontend-guy
spec:
  groups:
  - system:authenticated
  request: <Base64-String>
  signerName: kubernetes.io/kube-apiserver-client
  expirationSeconds: 157680000
  usages:
  - digital signature
  - key encipherment
  - client auth
```

Den Namen des Objekts dürfen Sie frei wählen und auch die `expirationSeconds` können Sie festlegen. Das Beispiel-Zertifikat gilt knapp 5 Jahre. Bereiten Sie diesen YAML-Schnipsel vor und bringen ihn in den Cluster:

```
kubectl certificate approve csr-frontend-guy
```

Weil Sie ja momentan mit dem Superuser arbeiten, dürfen Sie Ihre eigene Anfrage direkt genehmigen. Im Cluster liegt jetzt ein signiertes Zertifikat, interessant ist dessen öffentlicher Schlüssel. Den bekommen Sie per Kubectl-Befehl:

```
kubectl get csr csr-frontend-guy -o jsonpath='{.status.certificate}'
```

Der zugehörige private Schlüssel hat die ganze Zeit auf der lokalen Platte auf seinen Einsatz gewartet – `openssl` hat ihn zu Beginn in die Datei `user.pem` gelegt, er hat den Computer aber nie verlassen. Das soll auch so bleiben. Auch ihn müssen Sie sich einmal als Base64-String anzeigen:

```
cat user.pem | base64
```

Jetzt haben Sie alle wichtigen Bausteine zusammen, mit denen sich der Frontend-Entwickler namens frontend-guy anmelden

kann. Er muss beide Base64-Zeichenketten in seine Datei `~/.kube/config` unterhalb von `users:` einbauen, etwa so:

```
users:
  frontend-guy:
    client-certificate-data: <Pub Key>
    client-key-data: <Private Key>
```

Wenn Sie ausprobieren wollen, was der Beispielnutzer frontend-guy alles darf, bauen Sie diesen Block zusätzlich in Ihre Konfiguration ein (ohne die Zugangsdaten für Ihren Superuser zu löschen) und verweisen im Kontext auf diesen Nutzer. Der Aufruf `kubectl get pods` sollte eine Fehlermeldung auslösen, nur die Abfrage der Pods im Namespace frontend darf zum Erfolg führen:

```
kubectl get pods -n frontend
```

Wenn Sie Administrator in einer größeren Organisation sind, wollen Sie die Schritte sicher automatisieren, um zügiger Zertifikate für das Team auszustellen. Die Schlüsselerzeugung mit `openssl` sollte bestenfalls auf der Entwicklermaschine des jeweiligen Nutzers passieren – den privaten Key müssen Sie als Administrator nicht kennen. Das ist der Reiz von asymmetrischer Kryptografie.

## Zwischenfazit

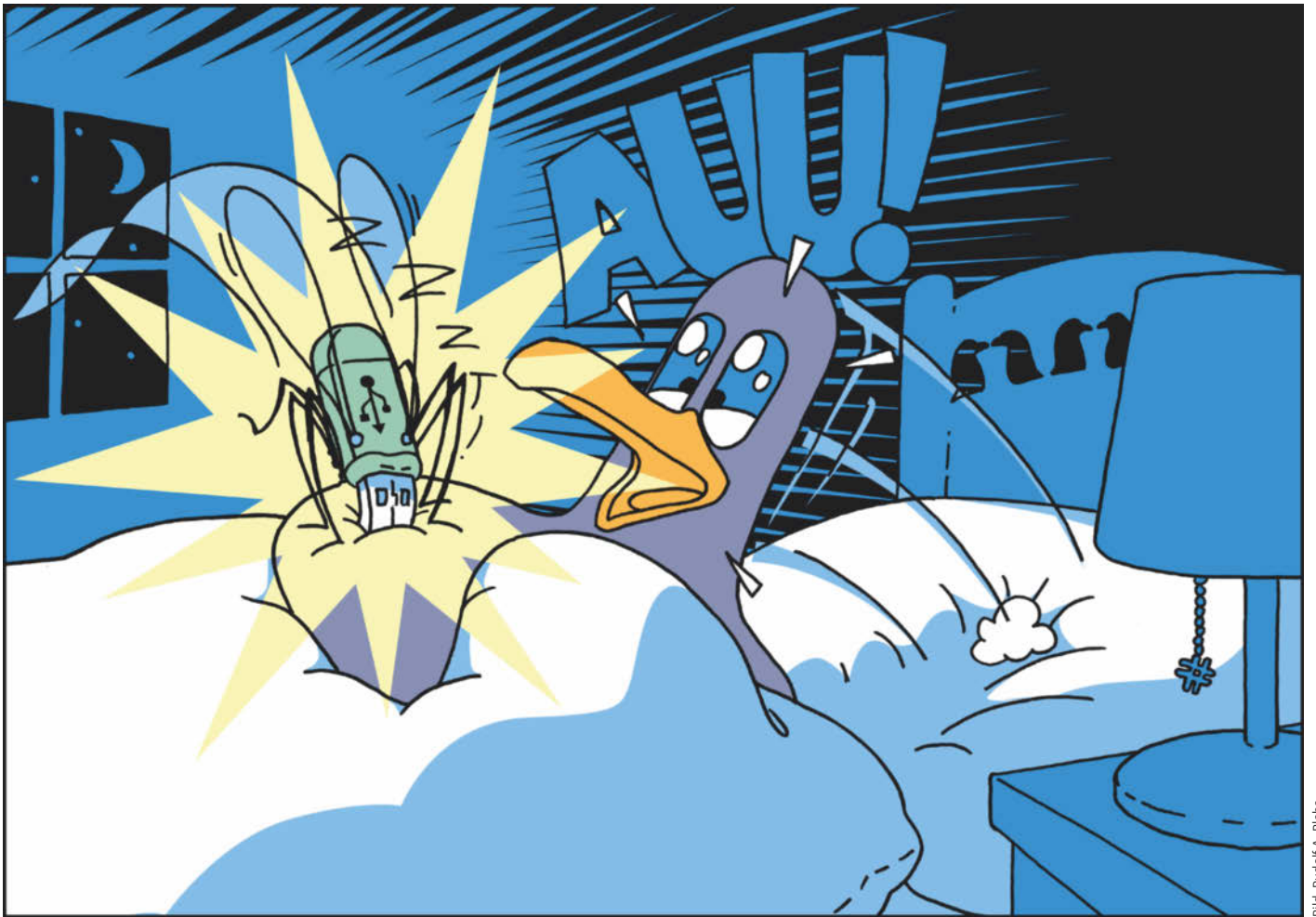
Mit TLS und gültigem Zertifikat haben Sie Ihren Besuchern einen sicheren Weg zu Ihren Diensten bereit, mit Network Policies die Pods im Cluster voneinander abgeschottet und mit einem beschnittenen Account Ihre Kollegen gezielt berechtigt. Damit ist es um die Sicherheit im Cluster deutlich besser bestellt, der Kubernetes-Werkzeugkasten ist aber noch längst nicht ausgeschöpft und es gibt noch andere Sicherheitsmechanismen zu entdecken – eine Aufgabe für Fortgeschrittene ist beispielsweise die Anbindung von SELinux. Bevor Sie sich an diese Baustelle machen, ist es jetzt aber Zeit für den vergnüglichen Teil: Der Cluster ist bereit für richtige Anwendungen mit Speicherplatz und TLS.

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

## Literatur

- [1] Jan Mahn, Containerladeoffizier, Auf dem Lernpfad zum Kubernetes-Kenner, Teil 4, c't 26/2022, S. 130

**Beispiele und Dokumentation:** [ct.de/yqsq](https://ct.de/yqsq)



# Aufgescheucht

## Mit Udev Zugriffsrechte auf Hardware gewähren

**Die Alleinherrschaft über den eigenen USB-Stick? Oder die Maustasten für jedes Spiel individuell neu belegen? Kein Problem für Udev, den Daemon für Hardware-Events unter Linux. Mit ausgefeilten Udev-Regeln erleichtern Sie sich den Linux-Alltag.**

Von Mirko Dölle

**E**rkennnt Linux ein neues USB-Gerät, übernimmt der Daemon Udev mit seinem komplexen Regelwerk die Initialisie-

rung der Hardware, spielt Firmware auf und legt Gerätedateien an. Indem Sie Ihre eigenen Regeln einfügen, können Sie im Alltag auch ohne Root-Rechte Ihren USB-Stick mit neuen Linux-Distributionen bespielen oder Hardware individuell konfigurieren, damit die Gaming-Maus die gewünschte Tastenbelegung für Ihr Lieblingsspiel hat.

Die Aufgabe des Udev-Daemon ist, vom Kernel festgestellte Hardware-Veränderungen nach einem Regelwerk zu verarbeiten – also immer dann tätig zu werden, wenn etwa ein USB-Gerät angeschlossen oder auch eine Festplatte aus dem Wechselrahmen entfernt wird. Die meisten der über 100 vorinstallierten Re-

geln verändern die Zugriffsrechte auf die vom Kernel erkannte Hardware und kümmern sich etwa darum, dass Benutzer ohne Root-Rechte auf DVD-Laufwerke, USB-Sticks oder Modems zugreifen dürfen oder dass CD- und DVD-Laufwerke unabhän-

gig vom konkreten Typ stets unter dem symbolischen Link `/dev/cdrom` erreichbar sind. Die prominentesten Regeln jedoch sind jene, die

dem Sound-System des Desktops Zugriff auf die Soundkarte verschaffen – ohne sie bliebe der Desktop stumm.

Die meisten der standardmäßig unter `/usr/lib/udev/rules.d` gespeicherten Regeln werden beim Booten abgearbeitet, wenn der Kernel die einzelnen Systembusse nach

Frisch aus  
**c't Nerdistan**

Geräten scannt und dann an den Udev-Daemon meldet. Ändern sollten Sie diese Regel-dateien nicht, denn sie würden bei einem Update von Udev überschrieben. Stattdessen legen Sie bei Bedarf eine neue Datei im Verzeichnis `/etc/udev/rules.d` an, die als Dateiendung `.rules` im Namen tragen muss. Udev vermischte den Inhalt beider Verzeichnisse und arbeitet die Regeldateien in lexikografischer Reihenfolge ab – die Regeln aus `/usr/lib/udev/rules.d/50-firmware.rules` werden also vor denen aus der Datei `/etc/udev/rules.d/70-persistent-net.rules` verarbeitet; haben zwei Dateien den gleichen Namen, so kommt die aus `/usr/lib/udev/rules.d` zuerst dran.

Die Regeldateien liegen im Textformat vor und lassen sich leicht lesen. Folgendes zeigt einen Auszug aus der Datei `/etc/udev/rules.d/70-persistent-net.rules` einer openSUSE-Installation:

```
# PCI device 0x10ec:0x8168 (r8169)
SUBSYSTEM=="net", ACTION=="add", \
    DRIVERS=="*", \
    ATTR{address}=="f8:a9:63:48:d4:7a", \
    ATTR{dev_id}=="0x0", \
    ATTR{type}=="1", \
    KERNEL=="eth*", NAME="eth0"
```

Kommentarzeilen beginnen wie auch bei anderen Programmen üblich mit einem

Doppelkreuz. Alle anderen Zeilen sind Udev-Regeln, die jeweils aus Bedingungen und Zuweisungen bestehen. Der Unterschied ist einfach: Die Operatoren `==` und `!=` stehen für Vergleiche, Zuweisungen sind `=`, `+=`, `-=` und `:=` – letzteres bedeutet, dass die Zuweisung final ist und durch keine weitere Regel mehr verändert werden darf.

### Feine Unterschiede

Die Regel aus dem Beispiel bezieht sich auf das Netzwerk (`SUBSYSTEM=="net"`) und gilt nur, wenn ein Gerät hinzugefügt wird (`ACTION=="add"`). Deutlich zu erkennen: Zeichenketten müssen stets von Anführungszeichen eingeschlossen sein. Die einzelnen Bestandteile einer Regel sind über Kommas miteinander verknüpft. Auch Wildcards sind erlaubt, bei `DRIVERS=="*"` zum Beispiel steht das Fragezeichen für ein beliebiges einzelnes Zeichen, der Stern dahinter für beliebig viele weitere Zeichen. In der Kombination bedeutet `"*"`, dass das Feld nicht leer sein darf (darauf würde `""` nämlich auch passen), der Name des Treibers aber beliebig ist.

Der wichtigste Teil der Regel ist `ATTR{address}` gefolgt von einer Ethernet-MAC-Adresse: Die Regel gilt also nur für ein Gerät, das ein Attribut `address` mit der

## c't kompakt

- Der Udev-Daemon ist die zentrale Instanz, die auf Hardware-Änderungen im laufenden System reagiert und Zugriffsrechte, Namen und weitere Daten anhand von Regeln anpasst.
- Der Befehl `udevadm` stellt Udev-Regeln leicht und fehlerfrei zusammen.
- Gerätenamen, die sich auf eindeutige Attribute wie Seriennummer oder MAC-Adresse stützen, erlauben Ihnen, das Linux-System sogar auf verschiedene Standorte zu konfigurieren.

genannten MAC-Adresse hat. Da MAC-Adressen von Netzwerkkadaptern für jedes einzelne Gerät individuell vergeben werden, passt die Regel auch nicht auf einen anderen Netzwerkkadapтер desselben Herstellers und Modells. Was die Regel bewirkt, steht ganz am Ende: `NAME="eth0"` legt den Gerätenamen fest und sorgt dafür, dass dieser eine Netzwerkkadapтер mit der an-

## Logitech G300s mit Ratslap konfigurieren

Damit das Startskript eines Spiels die Tastenbelegung der Gaming-Maus automatisch anpassen kann, eignet sich `ratslap` – denn anders als das grafische Tool `Piper` können Sie die neue Tastenbelegung bei `ratslap` mittels Kommandozeilenparametern konfigurieren. Die Quellen von `ratslap` finden Sie auf GitLab. Als einzige Voraussetzung, um das Programm übersetzen zu können, müssen die Standard-Entwicklungswerkzeuge installiert sein, unter Debian und Ubuntu sind das die Pakete `git` und `build-essential`:

```
sudo apt install git build-essential
```

Das Git-Repository von `ratslap` laden Sie mit folgenden Befehlen herunter und übersetzen die Quellen:

```
git clone \
    https://gitlab.com/krayon/ratslap.git
cd ratslap
make
```

Damit `ratslap` allen Benutzern zur Verfügung steht und ohne `sudo` aufgerufen werden kann, installieren Sie es im Verzeichnis

`/usr/local/bin`, ändern die Gruppe auf `input` und setzen das SGID-Bit, sodass `ratslap` stets mit den Rechten dieser Gruppe startet:

```
sudo cp ratslap /usr/local/bin/
sudo chgrp input \
    /usr/local/bin/ratslap
sudo chmod g+s /usr/local/bin/ratslap
sudo cp manpage.1 \
    /usr/local/man/man1/ratslap.1
```

Die Manual Page (`man ratslap`) beschreibt, wie Sie zwischen den drei Profilen der Logitech G300s umschalten, die Auflösung anpassen, die Tastenbelegung auslesen und verändern. Wenn Sie die im Artikel beschriebene Udev-Regel nutzen, damit das USB-Device zur Gruppe `input` gehört, klappt das sogar ohne Root-Rechte respektive `sudo`. Mit dem folgenden Kommando schalten Sie auf das zweite Profil (`f4`) um und belegen die fünfte Sondertaste des Profils mit der Taste 1 des Ziffernblocks, um damit in 7 Days to Die auf die erste Waffe am Werkzeuggürtel zu wechseln:

```
ratslap -s f4 -m f4 -5 Num1
```



```

mdoelle@lore: ~
looking at parent device '/devices/pci0000:00/0000:00:14.0/usb1/1-1/1-1.1':
  KERNELS=="1-1.1"
  SUBSYSTEMS=="usb"
  DRIVERS=="usb"
  ATTRS{bNumInterfaces}==" 1"
  ATTRS{product}=="USB Flash Disk"
  ATTRS{version}==" 2.00"
  ATTRS{maxchild}==" 0"
  ATTRS{bMaxPower}=="500mA"
  ATTRS{avoid_reset_quirk}=="0"
  ATTRS{devpath}=="1-1"
  ATTRS{devnum}=="35"
  ATTRS{idVendor}=="090c"
  ATTRS{authorized}=="1"
  ATTRS{speed}=="480"
  ATTRS{configuration}=="1"
  ATTRS{tx_lanes}=="1"
  ATTRS{urbnum}=="13273"
  ATTRS{bNumConfigurations}=="1"
  ATTRS{ltm_capable}=="n"
  ATTRS{busnum}=="1"
  ATTRS{bMaxPacketSize0}=="512"
  ATTRS{manufacturer}=="Silicon Motion"
  ATTRS{idProduct}=="1000"
  ATTRS{rx_lanes}=="1"
  ATTRS{removable}=="unknown"
  ATTRS{bConfigurationValue}=="1"
  ATTRS{bDeviceProtocol}=="1"
  ATTRS{bDeviceClass}=="ff"
  ATTRS{bmAttributes}=="0"
  ATTRS{bcdDevice}=="110"
  ATTRS{bDeviceSubClass}=="0"
  ATTRS{serial}=="9211070000002703"
  ATTRS{quirks}=="0x0"

looking at parent device '/dev/sdb':
  KERNELS=="1-1"
  SUBSYSTEMS=="usb"
  DRIVERS=="usb"
  ATTRS{removable}=="unknown"

```

**Copy & Paste statt Handarbeit: Das Verwaltungsprogramm udevadm gibt die Udev-Attribute von Geräten genau so aus, wie Sie in Regeldateien eingetragen müssen.**

gegebenen MAC-Adresse stets den Namen `eth0` erhält. Schließen Sie einen anderen Netzwerkadapter an, so bekommt dieser einen anderen Namen. So ist sichergestellt, dass bei Rechnern mit zwei Ethernet-Anschlüssen nicht versehentlich die Ports vertauscht werden und plötzlich interne Dienste von außerhalb erreichbar sind.

Änderungen an Regeldateien sollte Udev übrigens automatisch erkennen und unmittelbar berücksichtigen. Sollte dies einmal nicht klappen, müssen Sie dafür nicht neu booten, sondern können Udev veranlassen, sämtliche Regeldateien neu zu laden:

```
sudo udevadm control --reload-rules
```

## Magischer Stick

Während sich USB-Ethernet-Adapter anhand der herstellerübergreifend weltweit eindeutigen MAC-Adresse zuverlässig identifizieren lassen, gibt es bei USB-Sticks nur die Seriennummer – und die vergibt jeder Hersteller nach eigenem Gusto. Damit Sie die Alleinherrschaft über Ihren USB-Stick bekommen und ihn zum Beispiel auch ohne Root-Rechte und `sudo` mit einer neuen Linux-Distribution bespielen dürfen, müssen Sie neben der Seriennummer auch unbedingt Vendor- und Product-ID überprüfen, damit Sie nicht versehentlich den falschen Stick über-

schreiben. Diese und viele andere Daten eines USB-Geräts erhalten Sie von `udevadm`, hier ein Beispielaufwurf:

```
sudo udevadm info --attribute-walk \
/dev/sdb
```

`udevadm` erwartet als Gerätenamen den SysFS-Gerätepfad. Geben Sie hingegen einen Gerätenamen aus `/dev` an, versucht `udevadm` automatisch, diesen in einen SysFS-Gerätepfad umzuwandeln, was aber nicht immer klappt. Wie Sie bei Bedarf den SysFS-Gerätepfad herausfinden, wird noch später erklärt, für den Moment genügt es, wenn Sie den Gerätenamen an den Ihres USB-Sticks anpassen, wobei Ihnen das Kommando `lsblk` hilft.

Der `--attribute-walk` bewirkt, dass sich `udevadm` im Gerätepfad des SysFS Stück für Stück nach oben vorarbeitet und auch die Daten der Elterngeräte wie zum Beispiel die des USB-Controllers, an dem der Stick angeschlossen ist, anzeigt. Die Liste der Geräteeigenschaften und vor allem der Udev-Attribute ist sehr lang. Was die einzelnen Attribute bedeuten, lässt sich anhand des Namens meist leicht ermitteln. Hier ein Auszug mit den relevanten Daten eines USB-Sticks von Silicon Motion:

```
ATTRS{idVendor}=="090c"
ATTRS{idProduct}=="1000"
ATTRS{serial}=="9211070000002703"
```

Der Anfang der Udev-Regel für diesen USB-Stick lautet somit

```
SUBSYSTEMS=="usb",
ATTRS{idVendor}=="090c",
ATTRS{idProduct}=="1000",
ATTRS{serial}=="9211070000002703"
```

Damit ein bestimmter Benutzer die vollen Zugriffsrechte auf diesen speziellen USB-Stick erhält und dort ohne Root-Rechte Linux-Distributionen aufspielen darf, weisen Sie ihn als Eigentümer aus:

```
OWNER="mdoelle"
```

Vergessen Sie nicht das Komma zwischen der bisherigen Regel und der Erweiterung.

## Umgebungsvariablen

Damit der Automounter des Desktops den Stick ignoriert, schließlich dient er ja nur zum Ausprobieren neuer Linux-Distributionen, können Sie die Umgebungsvariable `UDISKS_IGNORE` setzen:

```
ENV{UDISKS_IGNORE}="1"
```

Diese Variable ist auch praktisch, wenn Sie die Systempartition eines parallel installierten Windows im Dateimanager des Desktops ausblenden wollen. Eine Übersicht aller nutzbaren Umgebungsvariablen gibt es nicht, denn wie im Fall von `UDISKS_IGNORE` gelten sie oft für nachgelagerte Dienste oder Programme. Welche Udev-Umgebungsvariablen auf Ihrem System bereits in Gebrauch sind, können Sie mit folgendem Befehl ermitteln:

```
grep -hro 'ENV{[^\}]*}=\+[,]*' \
{usr/lib,etc}/udev/rules.d | sort -u
```

Wohlgermerkt werden nur jene Umgebungsvariablen angezeigt, die bereits in einer Udev-Regel erwähnt werden, egal ob als Abhängigkeit oder als Zuweisung. Indem Sie eine Volltextsuche in den Manpages Ihres Systems nach den vorgefundenen Umgebungsvariablen starten, finden Sie oft die Quelle und dann auch weitere Optionen – im Fall von `UDISKS_IGNORE` mit dem Befehl

```
man -K -I UDISKS_IGNORE
```

Etliche Umgebungsvariablen setzt Udev allerdings selbst, nicht zuletzt, damit man sie in Regeln, aber auch in nachgelagerten Programmen und Diensten wie `systemd`

verwenden kann. Welche das sind, finden Sie am leichtesten heraus, indem Sie erst im Terminal `sudo udevadm monitor --env` aufrufen und dann das USB-Gerät anschließen.

## Event-Monitoring

Der Monitor-Modus von `udevadm` ist auch praktisch, wenn Sie den Gerätenamen des neu angeschlossenen Geräts nicht kennen oder ihn partout nicht finden. Das kann leicht bei Mäusen und Tastaturen passieren, wo man dann unter einem Dutzend Eingabegeräten das richtige herausuchen müsste, aber auch bei Entwicklungsplatinen wie dem Arduino, die als USB-Gerät programmiert sind oder zu denen man eine serielle Verbindung herstellen möchte, etwa um Log-Daten auslesen zu können.

Als Beispiel dient nachfolgend die Gaming-Maus G300s von Logitech mit sechs frei belegbaren Sondertasten. Anstatt vor jedem Spiel mit dem grafischen Maus-Tool Piper die Tastenbelegung zu verändern, können Sie das Konfigurationsprogramm `ratslap` von GitLab [1] verwenden und so Profil und Tastenbelegung aus dem Startskript des Spiels heraus individuell anpassen. Dazu benötigt `ratslap` allerdings Zugriff auf das USB-Device, das standardmäßig Root gehört. Sie müssten daher `sudo` für den Aufruf von `ratslap` verwenden und müssten das Spiel im Terminal aufrufen, um das Passwort einzugeben.

## Gruppenzwang

Die bessere Alternative ist, `ratslap` der Gruppe `input` zuzuordnen, die üblicherweise Zugriff auf Eingabegeräte hat, und das Programm mit dem SGID-Flag zu versehen (siehe Kasten „Logitech G300s mit Ratslap konfigurieren“). Damit auch das USB-Device künftig der Gruppe `input` gehört, müssen Sie Udev anweisen, die Gruppenzugehörigkeit nach dem Anschließen zu ändern. Die Attribute für die Udev-Regel ermitteln Sie wiederum mit `udevadm` – allerdings müssen Sie dafür den Gerätepfad der Maus herausfinden. Dabei hilft ein Blick in die System-Logs, entweder mit dem Befehl `sudo dmesg | less` oder `sudo less /var/log/syslog`. Suchen Sie dort nach einem Hinweis auf den Hersteller. Die Suchfunktion in `less` öffnen Sie mit dem Schrägstrich, dahinter geben Sie den Suchbegriff ein – also in diesem Fall `/Logitech`. Dort finden Sie in den Meldungen des Treibers auch den Gerätepfad; die Log-Meldung sieht etwa wie folgt aus:

```
input: Logitech G300s Optical Gaming
↳ Mouse as /devices/pci0000:00
↳ /0000:00:08.1/0000:0c:00.3/usb5/5-4
↳ 5-4:1.0/0003:046D:C246.0004
↳ input/input5
```

Der dort angegebene Gerätepfad bezieht sich auf das System-Dateisystem `SysFS`, das unter `/sys` eingebunden ist – für einen vollständigen Pfad müssen Sie also noch `/sys` voranstellen. Die Udev-Attribute der Maus rufen Sie ab, indem Sie `udevadm` mit einem ellenlangen Pfad füttern:

```
sudo udevadm info --attribute-walk
↳ --path /sys/devices/pci0000:00
↳ /0000:00:08.1/0000:0c:00.3/usb5/
↳ 5-4/5-4:1.1/0003:046D:C246.0005/
↳ input/input7
```

Auf diese Weise gelangen Sie wiederum an alle benötigten Udev-Attribute. Finden Sie den Gerätepfad in den Systemlogs nicht, gibt es noch eine weitere Möglichkeit: Entfernen Sie zunächst das USB-Gerät, rufen im Terminal `sudo udevadm monitor --property` auf und schließen das Gerät wieder an. Auch so erhalten Sie alle Udev-Attribute.

In den Udev-Eigenschaften finden Sie unter anderem die Vendor- und Product-ID. Seriennummer und weitere Gerätedetails sind für die Gaming-Maus nicht nötig,


denn falls Sie eine andere Maus gleichen Typs anschließen, möchten Sie ja ebenfalls die Tastenbelegung verändern können – die Regel soll also für alle Logitech G300s gelten, nicht nur für dieses eine Exemplar. Dementsprechend lautet die Udev-Regel

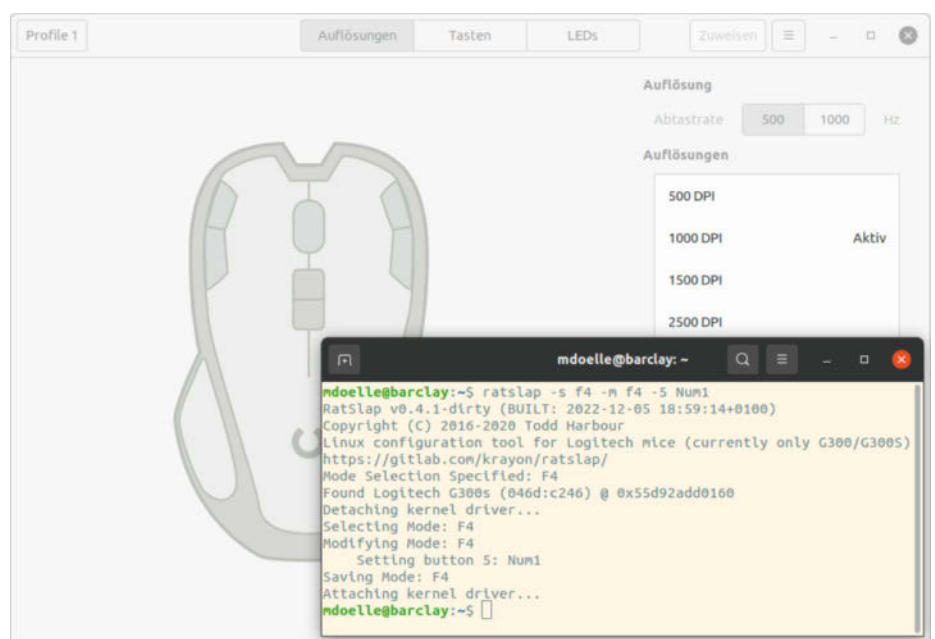
```
SUBSYSTEMS=="usb", ATTRS{idVendor}=="
↳ "046d", ATTRS{idProduct}=="c246",
↳ GROUP="input"
```

Geht es nur um die Vendor- und Product-ID eines USB-Geräts, so können Sie statt `udevadm` auch `lsusb` konsultieren, das alle angeschlossenen USB-Geräte auflistet. Hier finden Sie ebenfalls beide Angaben, durch Doppelpunkt getrennt:

```
Bus 005 Device 003: ID 046d:c246
↳ Logitech, Inc. Gaming Mouse G300
```

## Fazit

Mit `udevadm` können Sie leicht per Copy & Paste Ihre eigenen Udev-Regeln zusammenstellen, statt sie aufwendig und fehlerträchtig von Hand zu schreiben. Richtig angewendet, ersparen Sie sich im Alltag an vielen Stellen die Eingabe des Root-Passworts und können leicht unterschiedliche Netzwerkumgebungen im Büro und im Homeoffice auseinanderhalten. (mid@ct.de) 



**Mit `ratslap` können Sie die Sondertasten der Gaming-Maus Logitech G300s für jedes Spiel individuell aus dessen Startskript heraus anpassen. Beim grafischen Maus-Tool Piper müssten Sie das von Hand erledigen.**



# Stream Deck

## PlayStation-Spiele auf das Steam Deck streamen

**Das Open-Source-Tool Chiaki4deck streamt PlayStation-Titel wie das grafisch beeindruckende „Horizon Forbidden West“ auf den portablen Mini-PC Steam Deck im Hosentaschenformat. Richtig rund läuft es aber erst mit den richtigen Einstellungen.**

Von Dennis Schirmmacher

**H**aben Sie keine Lust, auf eine Veröffentlichung im Steam Store von erfolgreichen PlayStation-Titeln wie „God of War: Ragnarök“ zu warten oder wird der Fernseher im Wohnzimmer von Familienmitgliedern belagert? Mit der kostenlosen Open-Source-Software Chiaki4deck streamen Sie Ihre PS4/5-Spiele-Bibliothek auf das Steam Deck. Das Tool überträgt das komplette PlayStation-Menü und Spiele über das Heimnetzwerk als steuerbaren Videostream. Mit einer PS4 Pro oder PS5 klappt das sogar in Full-HD-Auflösung. Die Installation ist mit wenigen Schritten erledigt und für alle Playstations ab der 4 nahezu identisch – wir spielen die Einrichtung mit einer PS5 durch.

### Installation

Chiaki4deck ist eine für das Steam Deck optimierte Fassung des Streaming-Clients Chiaki (verfügbar für Android, Linux, macOS, Nintendo Switch und Windows), die von einem Entwickler mit dem Pseudonym Street Pea stammt. Damit die Einrichtung so bequem wie möglich vonstattengeht, empfehlen wir, eine Tastatur via USB-C-Adapter am Steam Deck anzuschließen. Außerdem sollte Ihre PlayStation in der Nähe sein, da Sie auch darauf Einstellungen vornehmen müssen. Für die Installation wechseln Sie auf dem Steam Deck in den Desktop-Modus des zugrundeliegenden Linux. Dafür halten Sie die Power-Taste gedrückt und wählen „Zum Desktop wechseln“ aus. Öffnen Sie das Terminal „Konsole“ und führen folgenden Befehl aus, um Chiaki4deck als Flatpak zu installieren:

```
flatpak install --user -y ↵  
↳https://github.com/streetpea/↵  
↳chiaki4deck/releases/download/↵  
↳v1.2.0/↵  
↳re.chiaki.Chiaki4deck.flatpakref
```



Damit der Client die PlayStation im Netzwerk findet, aktivieren Sie in den Einstellungen der Sony-Spielkonsole unter „System“ die Option „Remote Play“. Zusätzlich müssen Sie unter „Energie sparen/Im Ruhemodus verfügbare Funktionen“ einstellen, dass die PlayStation in diesem Modus mit dem Internet verbunden ist und sie über das Netzwerk eingeschaltet werden kann. Keine Angst vor einer hohen Stromrechnung, in diesem Modus beträgt die Leistungsaufnahme von PS4/5 nur etwas mehr als 1 Watt.

Für das Zusammenspiel von Remote Play mit Chiaki4deck müssen Sie noch eine PlayStation-Account-ID anfordern. Dafür geben Sie auf dem Steam Deck folgende Befehle ein:

```
flatpak run --command=psn-account-id
re.chiaki.Chiaki4deck
```

Haben Sie die Eingabe bestätigt, kopieren Sie den generierten Link in einen Webbrowser und melden sich mit Ihrem PlayStation-Account beim Sony-Server an. Sind Sie erfolgreich eingeloggt, sollte im Browserfenster „redirect“ stehen.

Kopieren Sie die URL und fügen Sie sie im Terminal ein und bestätigen das mit der Eingabetaste. Speichern Sie die so erstellte Account-ID an einem sicheren Ort.

## Geräte verknüpfen

Starten Sie Chiaki4deck, um die Verknüpfung zwischen dem Client und Ihrer PlayStation-Konsole fertigzustellen. Da Sie die PlayStation bereits für Remote Play vorbereitet haben, sollte sie im Chiaki4deck-Client auftauchen. Führen Sie einen Doppelklick auf das Icon der PlayStation aus und fügen die soeben erstellte Account-ID in das zugehörige Feld ein. Jetzt wechseln Sie wieder auf die PlayStation und fordern unter „Remote Play/Gerät verknüpfen“ einen Code an, den Sie auf dem Steam Deck im Feld PIN eingeben. Fertig! Nun können Sie über den Client die PlayStation aus dem Ruhezustand wecken und Spiele streamen.

## Komfortfunktionen

Damit das auch bequem aus dem normalen Steam-Deck-Menü klappt, erstellen Sie ein Skript, das nach dem Aufruf Chiaki4deck startet, die verknüpfte PlayStation automatisch aus dem Ruhezustand weckt

und sich mit der PlayStation-Konsole verbindet. Dafür weisen Sie der Sony-Konsole im Router eine feste IP zu. Anschließend verknüpfen Sie das Skript mit einem Start-Icon in der Steam-Bibliothek. Geben Sie zur Erstellung des Skriptes folgende Befehle in die Eingabekonsolle ein:

```
bash <(curl -sLo- \
https://raw.githubusercontent.com/
streetpea/chiaki4deck/main/\
scripts/gen-launcher.sh)
```

Wählen Sie aus, ob Sie eine PlayStation 4 oder 5 besitzen und tragen Sie die IP-Adresse der Spielkonsole ein. Nun müssen Sie die Bildeinstellungen für den Vollbildmodus auswählen. Wir empfehlen die Option „Fullscreen“. Dann erscheint das 16:9-Signal der PlayStation zwar mit kleinen Balken auf dem 16:10-Bildschirm des Steam Decks, dafür wird die Darstellung aber nicht vergrößert und die Seitenteile der Darstellung werden nicht abgeschnitten. Wenn Sie auf der Play-

Station keine Kinder-sicherung eingerichtet haben, dann verneinen Sie die nächste Frage mit „n“. Beim letzten Punkt können Sie entscheiden, ob

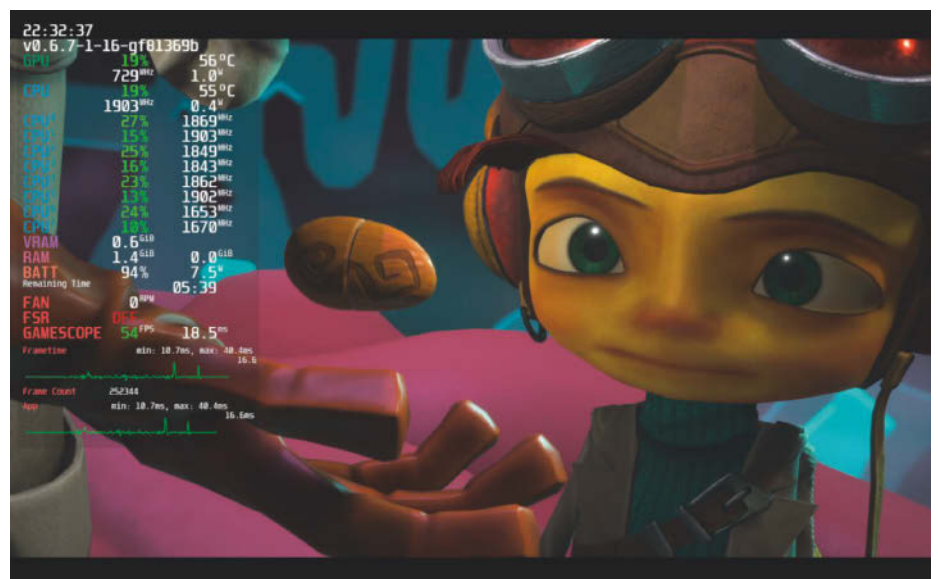
das Skript nach der Erstellung automatisch getestet werden soll. Hat alles geklappt, sollte die Sony-Konsole aufgeweckt werden und das Steam Deck das Menü der PlayStation anzeigen. Praktisch: Wenn das Skript die PlayStation weckt, wird kein HDMI-CEC-

## c't kompakt

- Chiaki4deck streamt Spiele von der PS5 oder PS4 Pro in Full HD auf das Steam Deck.
- Trotz Videoübertragung über das WLAN fällt die Eingabeverzögerung kaum auf.
- Weil das Steam Deck nur einen Videostream abspielt, anstatt selbst zu rechnen, verdoppelt sich die Akkulaufzeit bei 3D-Spielen.

Befehl zum Einschalten des angeschlossenen Fernsehers gesendet, sodass dieser ausbleibt und Sie nicht zum Ausschalten ins Wohnzimmer rennen müssen.

Nun verknüpfen Sie das Skript mit der Steam-Bibliothek, damit Sie es bequem aus dem Hauptmenü des Steam Decks starten können. Das Skript Chiaki-launcher.sh finden Sie im Dateixplorer Dolphin in der linken Seitenleiste unter „Devices“ unter folgendem Pfad: /home/deck/.var/app/re.chiaki.Chiaki4deck/config/Chiaki. Außerdem müssen Sie in den Dolphin-Einstellungen – im Explorer-Fenster die drei übereinander angeordneten Striche oben rechts – das Anzeigen von versteckten Dateien aktivieren. Zum Hinzufügen öffnen Sie im Desktopmodus den Steam-Client und wählen unter „Spiele/



Da es kaum Rechenleistung erfordert, den Videostream zu dekodieren, steht der Lüfter des Steam Decks meist still. Dass die Bildrate zwischen 50 und 60 fps schwankt, bemerkt man beim Spielen nicht.

## Vergleich der Bildqualität

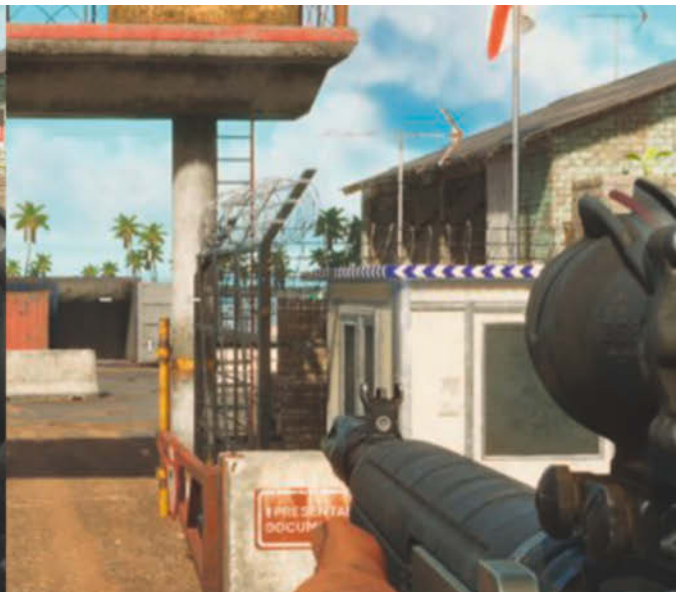
Damit man den Schärfenunterschied besser erkennt, haben wir für den Bildvergleich die Screenshots aufgezoomt. Das ist ein bisschen unfair: In der Realität sieht die Darstellung auf dem 7-Zoll-Bildschirm des Steam Decks wesentlich schärfer aus.

Auf der PS5 läuft „Far Cry 6“ mit einer variablen Auflösung und durchschnittlich 3200 x 1800 Bildpunkten und 60 fps. Auf dem Steam Deck kommt der Videostream mit 1920 x 1080 Bildpunkten und 60 fps an. Für den optimalen Kompromiss zwischen Bandbreite und Bild- und Tonqualität empfehlen wir, in Chiaki4deck für das Video 30 MBit/s und für den Ton 20 MBit/s einzustellen. Beim Codec sollten Sie in den Einstellungen beim Einsatz einer PS5 H.265 und bei der Hardware-Dekodierung VA-API (vaapi) einstellen.

PS5



Steam Deck



Steam-fremdes Spiel meiner Bibliothek hinzufügen“ aus. Klicken Sie auf „Durchsuchen“ und stellen unter „Dateityp/All Files“ ein. Klicken Sie nach der Auswahl des Skripts auf „Öffnen“ und dann auf „Ausgewählte Programme Hinzufügen“.

Jetzt rufen Sie Ihre Spiele-Bibliothek im Steam-Client auf und führen auf dem eben erstellten Eintrag einen Rechtsklick aus. Wählen Sie „Eigenschaften“ und ändern Sie den Namen in „chiaki4deck“. Das ist wichtig, damit die Controller-Konfigurationen korrekt damit verknüpft werden. Wenn Sie möchten, können Sie hier auch das Icon ändern. Unter [ct.de/yz9c](https://ct.de/yz9c) finden Sie vom Entwickler erstellte Icons.

Um die Steuerung für PlayStation-Titel zu konfigurieren, wechseln Sie vom Desktop in den Gaming-Mode des Steam Decks. Wählen Sie in der Spiele-Bibliothek unter „chiaki4deck“ das Controllersymbol aus. Klicken Sie auf „Community-Layouts“ und weisen Sie dem Streaming-Client das Controller-Layout „chiaki4deck+“ von gmo-ney23 zu. Unter „Layout anzeigen“ können Sie die Tastenbelegungen einsehen.

Noch ein Komfort-Tipp: Um die PlayStation-Konsole über das Steam Deck in den Ruhezustand zu schicken und den Streaming-Client zu beenden, drücken Sie die L5-Taste auf der Geräte-rückseite.

Damit Chiaki4deck stets auf dem aktuellen Stand ist, müssen Sie lediglich im Desktopmodus das Softwarezentrum Discover öffnen und die Anwendung aktualisieren.

### So spielt es sich

In unserem Testaufbau war eine PS5 via LAN (1 GBit/s) an einer Fritzbox 6660 angeschlossen. In der Wohnung verteilen außerdem zwei Fritz Repeater 1200 AX im Mesh-Betrieb das WLAN weiter, sodass in allen Räumen Wi-Fi 6 (ax) im 5-GHz-Bereich zur Verfügung steht – das Steam Deck unterstützt allerdings maximal Wi-Fi 5 (ac).

Videospiele zu streamen stellt höhere Anforderungen an die Stabilität einer WLAN-Verbindung als etwa Filme von Netflix & Co. Schließlich muss das Ganze in Echtzeit und ohne Zwischenpuffer stattfinden, damit Controllereingaben so ver-

zögerungsarm wie möglich umgesetzt werden. Der Ping vom Steam Deck zur PS5 via WLAN über die Fritzbox betrug in diesem Aufbau 4 ms. An den Repeatern waren es rund 8 bis 10 ms.

Die Chiaki4deck-Verknüpfung in der Steam-Bibliothek weckte unsere PS5 verlässlich aus dem Ruhezustand und wir starteten über das Steam Deck den First-Person-Shooter „Far Cry 6“. Im Spiel waren wir positiv von der vergleichsweise niedrigen Eingabeverzögerung überrascht: Es fühlt sich fast so an, als spiele man direkt auf der PlayStation. Man darf nicht vergessen, dass die PS5 nicht nur das Spiel berechnen, sondern auch noch einen Videostream (H.265) kodieren und über das Netzwerk an das Steam Deck schicken muss – das erhöht die Latenz. Nichtsdestotrotz konnten wir meist akkurat und ohne große Hänger zielen – zumindest nachdem wir in den Einstellungen nachgeholfen haben. Mit den Standardeinstellungen von Chiaki4deck kam es nämlich sogar im gleichen Raum mit der Fritzbox zu Bild- und Tonaussetzern.



## Tuning

Dafür öffnen Sie im Desktopmodus den Chiaki4deck-Client und rufen über das kleine Zahnradsymbol die Einstellungen auf. Die Werte, die sich bei uns bewährt haben, finden Sie in der Infografik. Damit das Steam Deck sein volles WLAN-Potenzial ausspielt, haben wir in den Einstellungen den Entwicklermodus aktiviert und dann unter „Entwickler“ die „WLAN-Energieverwaltung“ ausgeschaltet.

Erst dann konnten wir „Far Cry 6“ und andere Titel wie „Cyberpunk 2077“ und „Horizon Forbidden West“ nahezu fehlerfrei mit 1920 × 1080 Pixeln und 60 fps spielen. Auch wenn der Bildschirm des Steam Decks mit 1280 × 800 Bildpunkten eine geringere Auflösung hat, lohnt sich der Sprung auf Full HD für den Videostream. Dadurch ist die Darstellung nicht nur insgesamt schärfer, auch die Farbauflösung fällt höher aus.

Ähnlich gut funktionierte es in anderen Räumen an den Repeatern; nur an der

entferntesten WLAN-Wiederholstation kam es zu mehr Aussetzern.

Alternativ verbinden Sie das Steam Deck über einen USB-C-LAN-Adapter mit dem Netzwerk. Damit konnten wir mehrere Stunden über einen 100-MBit/s-Switch und auf dem Steam Deck deaktivierter WLAN-Verbindung komplett ohne Bild- und Tonaussetzer spielen. Der Ping reduzierte sich auf 2 ms, man büßt allerdings an Mobilität ein und es hängt eine Strippe aus dem Gerät.

Mit angepassten Einstellungen erzielt man auch bei schlechterer WLAN-Verbindung und mit einer schwächeren PlayStation spielbare Ergebnisse. Damit die Übertragung flüssiger läuft, können Sie beispielsweise die Auflösung des Videostreams im Chiaki4deck-Client auf 720p und 30 fps reduzieren und die Bitrate herabsetzen.

## Fazit

In unserem Versuchsaufbau lief Chiaki4deck mit optimierten Einstellungen richtig gut und wir waren vor allem von der

geringen Latenz bei Controllereingaben verblüfft. Nachdem wir die Bitrate angepasst hatten, gefiel uns neben der Audio- und Bildqualität auch die Performance. Das Streamen von PS5-Spielen mit der Open-Source-Software – eine offizielle App von Sony gibt es für das Steam Deck nicht – klappte bei uns sogar besser als mit der offiziellen PS Remote Play App auf einem iPad Air der 4. Generation (WiFi 6 ax, Ping 7 ms). Im direkten Vergleich fiel vor allem die minimal höhere Eingabeverzögerung am iPad negativ auf.

Auch sonst hat der Einsatz von Chiaki4deck positive Nebenwirkungen: Da das Steam Deck nur den Videostream abspielen muss, bleibt der Lüfter angenehm leise. Zudem hält der Akku länger durch. So konnten wir anspruchsvolle 3D-Titel statt weniger als zwei Stunden rund fünf Stunden spielen, bevor dem Akku die Puste ausging. (des@ct.de) **ct**

**Projektseite des Chiaki4deck-Entwicklers und Icons:** [ct.de/yz9c](https://ct.de/yz9c)



**Komplett auf 32 GByte USB-Stick.**  
Desinfec't startet direkt vom Stick.

## Ihr Erste-Hilfe-Set:

### Das Notfall-System für den Ernstfall

Mit der neuen Version **c't Desinfec't 2022/23** sind Sie für den Ernstfall bestens gerüstet:

- ▶ Windows-PCs untersuchen und säubern sowie Trojaner und Viren beseitigen
- ▶ Daten retten und sofort wiederherstellen
- ▶ Für Profis: Open Threat Scanner (Yara), Thor Lite Scanner
- ▶ Viren-Scanner von ClamAV, Eset und WithSecure

**Auch als Heft + PDF mit 29 % Rabatt**

Heft für 14,90 € • PDF für 12,99 €  
 Bundle Heft + PDF 19,90 €  
 Desinfec't-Stick 19,90 €

[shop.heise.de/desinfec't22](https://shop.heise.de/desinfec't22)

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**



# Photovoltaikausblick

## Einfaches Photovoltaikdashboard für OpenDTU

**Die ESP32-Firmware OpenDTU fragt die Leistungsdaten von Hoymiles-Solarwechselrichtern ohne Herstellercloud ab. Doch schicke Diagramme und andere grafische Funktionen hat sie nicht. Mit Node-Red-Dashboard bauen Sie unkompliziert eine einfache grafische Übersicht für PC, Tablet, Smartphone & Co.**

Von Andrijan Möcker

Wer Hoymiles-Wechselrichter mit dem in c't 24/2022 vorgestellten Open-Source-Projekt OpenDTU abfragt, bekommt die Zahlen in einem spröden Webinterface dargestellt [1].

Mit der Flussdiagramm-Steuerung Node-Red und der passenden Erweiterung Node-Red-Dashboard konstruieren Sie unkompliziert ein einfaches Webinterface, um die Photovoltaikproduktion im Überblick zu behalten. Damit das klappt, müssen Sie sich vorab mit MQTT und Node-Red vertraut machen. MQTT ist ein Telemetrieprotokoll, das OpenDTU nutzt, um unter anderem Leistungsdaten zu übertragen. Einen Artikel zum Protokoll lesen Sie in [2], Node-Red erklären wir in [3].

### Vorbereitung

Haben Sie einen MQTT-Broker und Node-Red installiert, müssen Sie nicht mehr viel unternehmen: Öffnen Sie das Webinterface von OpenDTU und tragen Sie in Settings/MQTT die Adresse Ihres Brokers ein. Wählen Sie ein ausschlaggebendes „Base Topic“ – also den Pfad auf dem MQTT-Broker, in dem alle Datenpakete landen – beispielsweise `solar/balkon`. Das „Publish Interval“ sollten Sie auf nicht weniger als 10 Sekunden einstellen. Kürzere Intervalle beschäftigen den Mikrocontroller unnötig und 10-Sekunden-Updates genügen völlig, um das Ansteigen

der Leistung zu beobachten, wenn eine Wolke die Sonne freigibt.

Um Node-Red-Dashboard in Node-Red zu installieren, klicken Sie in Node-Red auf das Burgermenü (drei horizontale Striche) oben rechts, wählen „Palette verwalten“ und suchen `node-red-dashboard`. Installieren Sie die Erweiterung und warten Sie, bis oben in der Mitte ein Pop-up meldet, dass die Nodes hinzugefügt wurden.

### OpenDTU-Topics

Die OpenDTU-Entwickler haben sich große Mühe gegeben, die MQTT-Topics gut zu strukturieren. Formate wie JSON oder XML kommen nicht zum Einsatz; jeder Wert bekommt sein eigenes Topic.

Um das Dashboard später einfach bauen zu können, lohnt es, sich vorab einen Überblick über die Struktur der Topics zu verschaffen: Alle Topics setzen hinter dem in den OpenDTU-MQTT-Einstellungen eingestellten Base-Topic an. Statusinformationen zum System schickt die Firmware an `<base_topic>/dtu/<subtopic>`. Derzeit kennt OpenDTU hier die Subtopics `ip`, `hostname`, `rsssi` (Signalstärke), `status` und `uptime` (Systemlaufzeit in Sekunden).

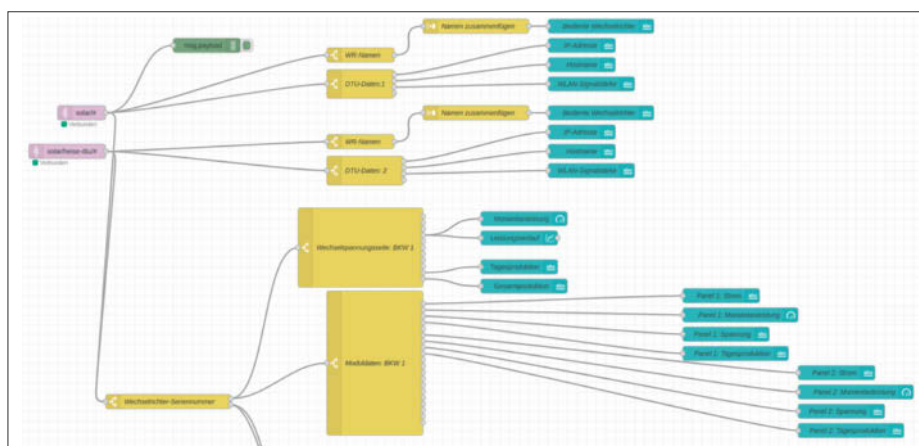
Das eigentlich Spannende, die Solarleistungsdaten, sortiert OpenDTU hinter den Seriennummern der Wechselrichter ein, sodass man keine Schwierigkeiten

hat, diese auseinanderzuhalten. Schließlich kann OpenDTU die Daten von bis zu 10 Wechselrichtern einsammeln: `<base_topic>/<Seriennummer>/<subtopic>`. Im Subtopic 0 sowie dessen Subtopics findet man die Daten der Wechselspannungsseite; der zentrale Wert, die Ausgangsleistung, steht in `power` (Watt). Tages- und Gesamtproduktion in Wattstunden beziehungsweise Kilowattstunden stehen in `yieldday` und `yieldtotal`.

Wer sich für weitere Wechselspannungsdetails interessiert, abonniert etwa noch `voltage`, `current`, `frequency` oder `efficiency`.

Auch einzelne Panels im Blick zu behalten, kann Sinn ergeben. Weichen die Leistungsdaten bei Panels des gleichen Typs bei gleicher Ausrichtung und Sonneneinstrahlung stark ab, sollten Sie das zum Anlass nehmen, deren Oberfläche und Verkabelung auf Schäden zu untersuchen. OpenDTU funkt die Leistungsdaten der einzelnen Wechselrichtereingänge an die Subtopics 1 bis 4 – je nach Anzahl am jeweiligen Wechselrichtermodell. Auch hier gibt es für jedes Panel einzeln `power`, `voltage`, `current`, `yieldday` und `yieldtotal`.

Mit vollem Namen lauten die Topics beispielsweise `solar/123456789012/0/power` für die Wechselspannungsausgangsleistung oder `solar/123456789012/1/voltage`.



Unser vorbereiteter Node-Red-Flow für ein OpenDTU-Dashboard erleichtert den Einstieg. Sie können ihn über [ct.de/y79g](https://ct.de/y79g) importieren.

für die Spannung des Solarmoduls am ersten Eingang.

Damit Sie den gesamten OpenDTU-Output zur Vorbereitung des Dashboards sichten können, erstellen Sie in Node-Red einen Wildcard-MQTT-Node. Ziehen Sie dazu einen MQTT-Node in den Flow und verbinden Sie ihn mit einem Debug-Node. Anschließend stellen Sie im MQTT-Node Ihren MQTT-Broker ein (Server/Neuen MQTT-Broker hinzufügen) und geben Sie das „Base Topic“ gefolgt von /# (Wildcard, abonniert alle Topics danach) ein, also zum Beispiel solar/dtu1/#. Bestätigen Sie die Einstellungen mit „Übernahme (deploy)“. Dann öffnen Sie rechts in Node-Red den Debug-Tab. Fliegen die Nachrichten etwas zu schnell vorbei, klicken Sie am Debug-Node rechts das grüne Quadrat, um die Ausgabe zu stoppen.

## Dashboardbau

Fühlen Sie sich jetzt von den vielen Topics erschlagen, seien Sie beruhigt: Wir haben da etwas vorbereitet. Über [ct.de/y79g](http://ct.de/y79g) finden Sie einen Link zu einem Node-Red-Flow mit Dashboard-Vorlage. Auf Seite 168 haben wir den Aufbau abgedruckt. Statt jedes MQTT-Topic mit einem einzelnen MQTT-Node zu abonnieren, nutzen wir Switch-Nodes, um die Nachrichten (msg.payload) anhand Ihres Topics (msg.topic) in die richtige Richtung zu lotsen.

Öffnen Sie den GitHub-Link, kopieren Sie das JSON-Objekt und öffnen Sie in Node-Read im Burgermenü rechts oben „Import“; kopieren Sie das JSON-Objekt in das Feld und wählen Sie unten aus, ob Sie den Flow in den aktuellen oder einen neuen Flow importieren wollen.

Damit das Beispiel läuft, müssen Sie nur wenige Parameter anpassen: Verbinden Sie zunächst Ihr Wildcard-MQTT-Node jeweils mit den Nodes „WR-Namen: 1“, „DTU-Daten: 1“ und „Wechselrichter-Seriennummer“. Dann öffnen Sie den Wechselrichter-Seriennummer-Node und ändern den ersten Ausgang auf die Seriennummer Ihres Wechselrichters – so, wie Sie sie auch in OpenDTU eingegeben haben (Settings/Inverter Settings). Wenn Sie einen zweiten oder noch mehr Wechselrichter haben, fügen Sie weitere Ausgänge nach dem gleichen Muster hinzu und tragen Sie die Seriennummern direkt ein.

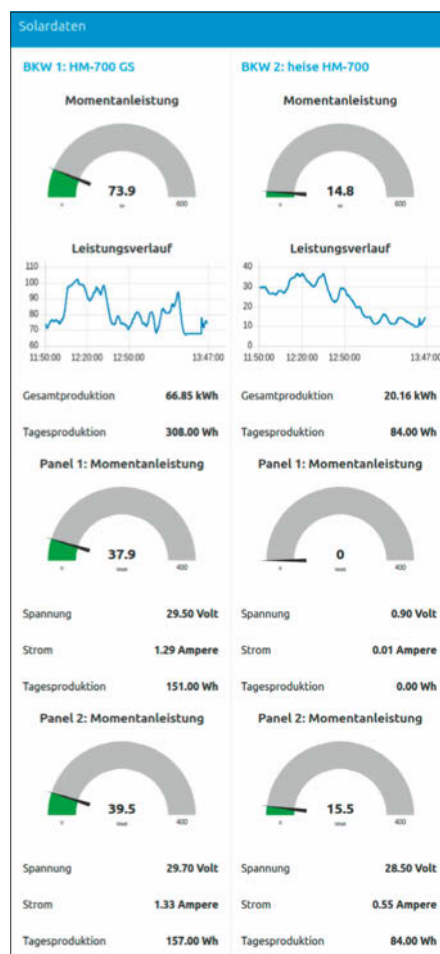
Dann übernehmen (deploy) Sie die Änderungen und rufen das Dashboard in einem neuen Browsertab auf; Sie erreichen es, indem Sie an die Adresse Ihres Node-Reds /ui anhängen, beispielsweise

<http://192.168.2.10:1880/ui>. Das Dashboard wird sich mit dem ersten Schub Daten von OpenDTU sofort aktualisieren.

Dann können Sie das Dashboard individualisieren: Um die Überschriften der einzelnen Gruppen zu ändern, klicken Sie auf eines der jeweils an den Switch-Nodes angeschlossenen Dashboard-Nodes und dann bei Group auf den Stift, um die Gruppe umzubenennen.

Die Switch-Nodes sind für bis zu vier Panels vorbereitet (für Wechselrichter wie HM-1200 und HM-1500), das Dashboard aber nur für zwei; möchten Sie vier Panels anzeigen, kopieren (Strg+C) Sie eine Anzeigegruppe (Panel 2: Strom, [...], Momentanleistung etc.) und fügen Sie sie unterhalb wieder ein (Strg+V). Sie müssen anschließend mit den korrespondierenden Ausgängen am Switch-Node verbunden und umbenannt werden.

Einen neuen Wechselrichter hinzuzufügen, ist ebenso einfach: Legen Sie die



**Die fertige Solaranzeige gibt Überblick über die aktuelle Wechselspannungsleistung des Wechselrichters sowie die jeweilige Leistung der verbundenen Module.**

Seriennummer im Seriennummern-Switch-Node an. Kopieren Sie dann die folgenden Switch-Nodes (Wechselspannungsseite, Moduldaten) zusammen mit den angehängten Dashboard-Nodes und fügen Sie sie unterhalb wieder ein. Dann verbinden Sie die beiden Switch-Nodes mit dem passenden Ausgang am Seriennummern-Node. Um alles zu sortieren, muss eine eigene Dashboard-Gruppe her: Öffnen Sie die Dashboard-Nodes des neuen Wechselrichters, wählen Sie oben bei Group den Menüpunkt „Neuen Typ 'dashboard group' hinzufügen“, klicken Sie den Stift und vergeben Sie einen neuen Namen, etwa „BKW 3: Musterhausen“. Danach öffnen Sie alle anderen Dashboard-Nodes des neuen Wechselrichters und ändern die Gruppe auf den neuen Eintrag. Gleichmaßen verfahren Sie mit einer neuen OpenDTU-Instanz. Deploy übernimmt alle Änderungen.

Passt die Sortierung anschließend nicht, klicken Sie in Node-Red auf Höhe der Debug-Registerkarte rechts auf den kleinen Pfeil und im Ausklappenmenü auf Dashboard. Sie können die einzelnen Gruppen mittels Ziehen und Halten verschieben und diese wiederum ausklappen, um die Anzeige-Nodes zu sortieren.

## Luft nach oben

Mit Node-Red-Dashboard bauen Sie sich unkompliziert eine Solaranzeige und können sich schnell über das grafisch ansprechende Ergebnis freuen. Weiteres zu Node-Red-Dashboard lesen Sie in [4].

Wollen Sie Ihre Sonnenstromproduktion über einen langen Zeitraum beobachten und anspruchsvoller darstellen, sei statt Node-Red die Kombination aus dem Datenbanksystem Influxdb und der Visualisierungssoftware Grafana empfohlen [5, 6].

(amo@ct.de)

## Literatur

- [1] Andrijan Möcker, OpenDTU einrichten, Hoymiles-Wechselrichter für Balkonkraftwerke per Web & MQTT überwachen, c't 24/2022, S. 158
- [2] Jan Mahn, Weltsprache, Das Protokoll MQTT für robusten Datenaustausch in Industrie und Hausautomation, c't 6/2018, S. 164
- [3] Jan Mahn, Reaktionsmaschine, Einstieg in Heimautomation mit Node-Red, c't 15/2018, S. 142
- [4] Merlin Schumacher, Rotfront!, Grafische Oberflächen für Node-Red entwickeln, c't 2/2019, S. 160
- [5] Jan Mahn, Geschichtsschreiber, InfluxDB: Spezialisierte Datenbank für Messwerte und Logging, c't 5/2019, S. 154
- [6] Jan Mahn, Das Auge administriert mit, Daten visualisieren mit Grafana, c't 10/2019, S. 152

**OpenDTU-Node-Red-Flow: [ct.de/y79g](http://ct.de/y79g)**



# Für Wissenshungrige...

## Ausgewählte Fachliteratur



Wolfram Gieseke

### Windows 11 – Das Praxisbuch

Der ideale Begleiter für den PC-Alltag mit Windows 11. Mit Schritt-für-Schritt-Lösungen, direkt umsetzbaren Praxisrezepten sowie zahlreichen Tipps und Tricks führt es Sie durch alle wichtigen Themen und erleichtert Ihnen so die Arbeit mit Windows.

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 €

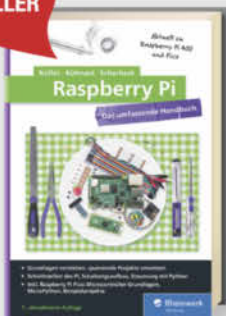


Thomas Kaffka  
**3D-Druck – Praxisbuch für Einsteiger (3. Auflage)**

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/highlights2022](https://shop.heise.de/highlights2022)

PORTOFREI AB 20 € BESTELLWERT INNERHALB DEUTSCHLANDS





## Zubehör und Gadgets



### ParkLite

ParkLite denkt mit. Die elektronische Parkscheibe stellt automatisch nach ca. 20 Sekunden die Parkzeit ein. Damit ist

Schluss mit Bußgeldern! Hitze- und kältebeständig, inklusive Reinigungstuch und Klebepads.

29,90 €



### Aluminium-Case FLIRC

Das hochwertige Gehäuse aus stabilen

Aluminium ist ideal, um den Raspberry Pi 4 als Media Center zu verwenden. Das elegante Design integriert sich optimal in jede Wohnumgebung. **Auch im Set mit Raspi 4 Model B 2GB erhältlich.**

23,90 €



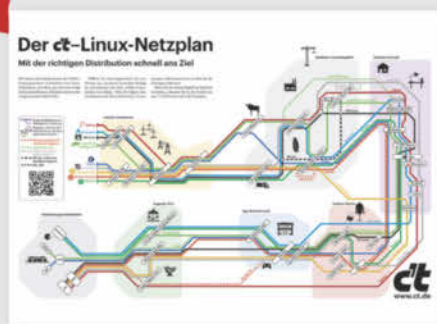
### musegear® finder Version 2

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 €

NEU



### c't-Linux-Netzplan

Entdecken Sie Linux auf eine ganz neue Art – als Netzfahrplan im A2-Format. Die verschiedenen Linux-Distributionen fahren wie U-Bahn-Linien durch die Landschaft und halten an Stationen, die für unterschiedliche Eigenschaften und Features stehen. Verfolgen Sie die Fahrt Ihrer Lieblings-Distribution durch das Hardware-Gewerbegebiet über das Fashion-Viertel bis zum Upgrade-Park.

9,90 €



### PokitMeter – Multimeter, Oszilloskop und Logger

PoKit misst, zeigt und protokolliert eine Vielzahl von Parametern wie Spannung, Strom, Widerstand und Temperatur mittels Verbindung via Bluetooth mit Ihrem Smartphone oder Tablet.

109,90 €



### 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 €

BEST-SELLER



### Tasse „Kein Backup? Kein Mitleid!“

Wer kennt es nicht? Die lieben Kollegen haben wieder mal die Datensicherung vergessen und betteln bei Ihnen in der IT-Abteilung um Hilfe. Sie denken sich dabei nur: „Kein Backup? Kein Mitleid!“ Platzieren Sie die schicke Keramiktasse, außen matt-

schwarz und innen rot, einfach demonstrativ auf Ihrem Schreibtisch. Der praktische Holzdeckel kann gleichzeitig als Untersetzer verwendet werden und verhindert somit nervige Kaffeefflecken auf dem Schreibtisch.

17,90 €



### 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 €



### „No Signal“ Smartphone-Hülle

Passend für Smartphones aller Größen bis 23cm Länge blockt diese zusammenrollbare Hülle alle Signale von GPS, WLAN, 3G, LTE, 5G und Bluetooth, sowie jegliche Handy-Strahlung.

Versilbertes Gewebe im Inneren der Tasche aus recycelter Fallschirmseide bildet nach dem Schließen einen faradayschen Käfig und blockiert so alle Signale.

39,90 €

# Haftung mit Fragezeichen

## Rechtsrisiken beim Einsatz künstlicher Intelligenz

**Künstliche Intelligenz dringt immer stärker in lebenswichtige Alltagsbereiche vor. KI-gestützte Entscheidungs- und Beurteilungsprozesse können erhebliche Konsequenzen haben, aber elektronische Systeme haften nicht für die Ergebnisse, die sie liefern.**

Von Harald Büring

**K**ünstliche Intelligenz, die auf Grundlage maschinellen Lernens eigene Entscheidungen trifft, verdankt ihre Leistungsfähigkeit nicht zuletzt dem Umstand, dass sich ihre Ergebnisse nicht einfach regelorientiert herleiten und so vorhersagen lassen. Gerade diese im Konzept verankerte Unberechenbarkeit macht Juristen Kopfzerbrechen: Wer steht etwa dafür gerade, wenn jemandem durch den Betrieb einer KI ein Schaden entsteht?

Ein besonders aufmerksamkeitsträchtiges KI-Einsatzfeld ist das autonome Fahren. In den USA hat es bereits vor vier

Jahren einen Aufsehen erregenden Unfall mit einem vollautomatischen Auto gegeben. In Tempe, Arizona, wollte die 49-jährige Elaine Herzberg am Abend des 18. März 2018 zu Fuß regelwidrig eine Straße überqueren. Dabei wurde sie von einem selbstfahrenden Test-SUV des Typs Volvo XC90 angefahren und getötet. In dem Wagen war ein von der Uber Advanced Technologies Group entwickeltes automatisiertes Fahrsystem eingebaut. Die Software des Fahrsystems erfasste die Situation erst ungefähr 1,5 Sekunden vor dem Zusammenstoß; der Algorithmus konnte keine Ausweichroute mehr berechnen. Wie sich herausstellte, war die KI des Fahrzeugs schlichtweg nicht darauf vorbereitet, dass Fußgänger regelwidrig auftauchen können [1, 2, 3].

Wer würde nach bestehendem deutschem Recht in einer solchen Situation haften? Gegen den Fahrzeugbetreiber kommt vor allem ein „deliktischer“ Anspruch aus § 823 Abs. 1 des Bürgerlichen Gesetzbuchs (BGB) in Betracht: Dabei müssen elementare Rechtsgüter wie Leib, Leben, Freiheit oder Eigentum betroffen sein. Eine Haftung setzt zudem voraus, dass der Verantwortliche schuldhaft gehandelt hat. Man müsste ihm also zumindest Fahr-

lässigkeit vorwerfen können, nämlich dass er seine Sorgfaltspflicht verletzt hat. Eine solche Pflicht besteht aber nur, wenn er in den Ablauf eingreifen kann. Außerdem muss er zur Überwachung verpflichtet sein. Das betrifft noch den vierten der fünf Level der Fahrzeugautonomie nach der Einstufung, die die Industrie geschaffen hat: vollautomatisches, aber von einer menschlichen Person begleitetes Fahren.

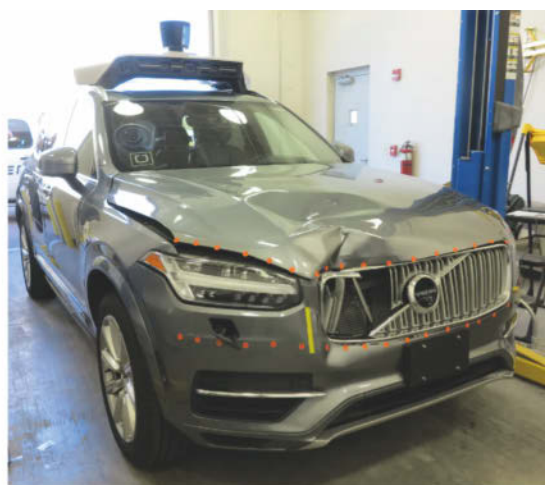
### Testfall Autopilot

Anders liegen die Dinge bei autonomen Fahrzeugen des Levels 5, die komplett eigenständig agieren und die das Ziel der industriellen Bestrebungen für künftige Individualmobilität bilden: Dort sind alle Fahrzeuginsassen Passagiere; es gibt keinen Fahrzeugführer im Sinne von § 1a Abs. 4 StVG mehr, also auch keinen Fahrer, der wegen unerlaubter Handlung nach § 823 BGB haften kann [4]. Einem Unfallopfer oder dessen Hinterbliebenen bleibt dann nur, gegen den Halter des Fahrzeugs im Rahmen der Gefährdungshaftung nach § 7 Abs. 1 StVG vorzugehen. Eine solche Haftung ist jedoch durch gesetzliche Höchstbeträge begrenzt.

Wenn sich herausstellt, dass der Unfall aufgrund fehlerhafter Software passiert ist, liegt es nahe, den Hersteller oder Importeur verantwortlich zu machen. Es ist jedoch schwierig, etwa Schadenersatzansprüche nach § 1 Abs. 1 des Produkthaftungsgesetzes (ProdHaftG) gegen ihn durchzusetzen. Die setzen nämlich unter anderem voraus, dass man einen schadenverursachenden Fehler nach dem Stand von Wissenschaft und Technik im Vorfeld hätte erkennen können (§ 1 Abs. 2 Nr. 5 ProdHaftG). Ein Geschädigter muss auch beweisen, dass überhaupt ein Fehler die Ursache eines eingetretenen Schadens war (§ 1 Abs. 4 ProdHaftG). Allein das ist in der Praxis kaum möglich. Ganz offensichtlich liefert die bestehende Rechtslage keine ausreichende Handhabe für Anspruchsteller.

### Abseits des Straßenverkehrs

Das Dilemma zeigt sich auch bei Lebensbereichen, in denen künstliche Intelligenz



Ein autonom agierendes Test-SUV mit Uber-Technik tötete 2018 eine Fußgängerin. Der Unfall löste bei der Staatsregierung von Arizona, die ihr Land zunächst für die Erprobung vollautomatischer Fahrzeuge angepriesen hatte, ein Umdenken aus und führte zu repressiveren Gesetzen.





Bild: Die Hoffografen GmbH, Christine Blohmann/vzbv

**Der Verbraucherzentrale-Bundesverband (vzbv, im Bild Vorstand Ramona Pop) fordert unter anderem die Einführung einer umfassenden Gefährdungshaftung für KI-Betreiber, um die Rechts-situation Geschädigter zu verbessern.**

hierzulande bereits entscheidende Rollen einnimmt. So setzen viele Unternehmen auf den Einsatz von KI bei Recruiting-Software, die ihnen hilft, Bewerber auszuwählen. In den USA hat ein Fall Schlagzeilen gemacht, in dem solche Software bei Amazon systematisch Frauen benachteiligte, was sich erst nach einem Jahr herausstellte [5, 6]. Bewerberinnen, die auf solche Weise nachweislich benachteiligt worden sind, gehen in Deutschland schnell leer aus. Sie haben zwar möglicherweise einen Anspruch auf eine Entschädigung nach § 15 des Allgemeinen Gleichbehandlungsgesetzes (AGG) gegen das Unternehmen, das die fehlerhafte Software einsetzt. Sie müssen aber zumindest überzeugende Indizien für alle Details der Ereigniskette liefern: Hat das Unternehmen überhaupt eine solche Software zur Bewerberfilterung eingesetzt? Hat diese aufgrund einer falschen Programmierung oder eines nicht sachgerechten Trainings fehlerhaft gearbeitet? War das der Grund für die Absage? Erst dann muss das Unternehmen seinerseits beweisen, dass es die Bewerberin nicht benachteiligt hat.

### Europäischer Aufbruch

Ein seit September 2022 vorliegender Entwurf für eine EU-Richtlinie könnte die Situation für Geschädigte gegenüber Betreibern von KI-gestützten Systemen künf-

tig verbessern [7, 8]. Sie soll sicherstellen, dass KI-Opfer so entschädigt werden wie Benachteiligte in konventionellen Schadenfällen und laut EU-Kommission „höchste Schutzstandards“ genießen [9]. Eine Kausalitätsvermutung soll die Beweislast der Opfer erleichtern. Zudem sollen sie besser als bislang auf Beweismittel zugreifen können. Gleichzeitig soll die Richtlinie Unternehmen, die KI-Technik anwenden, Rechtssicherheit verschaffen [10]. Ob die vorgesehenen Bestimmungen diesen Zielen gerecht werden können, ist heiß umstritten.

Nach Art. 3 Abs. 2 des KI-Richtlinienentwurfes darf etwa ein Geschädigter die Offenlegung von Beweismitteln nur dann beantragen, wenn er alle „angemessenen Anstrengungen“ unternommen hat, diese von dem KI-Betreiber zu beschaffen. Was das in der Praxis heißt, ist unklar. Zudem soll es eine solche Offenlegung nach Art. 3 Abs. 1 nur geben, wenn Hochrisiko-KI-Systeme im Spiel sind.

Die genannte Kausalitätsvermutung soll nur greifen, wenn zahlreiche Bedingungen erfüllt sind (Art. 4 Abs. 1 Buchstabe a bis c). Ein Anspruchsteller muss dazu etwa nachweisen, dass ein vom KI-System hervorgebrachtes Ergebnis oder dessen Fehlen tatsächlich zum eingetretenen Schaden geführt hat. Das dürfte kaum gelingen.

Eine grundlegende Schwachstelle liegt darin, dass die Haftung von KI-Betreibern nach wie vor an deren Verschulden gebunden sein soll. Darauf hat

der Verbraucherzentrale-Bundesverband (vzbv) in einer Stellungnahme hingewiesen. Solange es keine umfassende verschuldensunabhängige Gefährdungshaftung gibt, wird die Rechtssituation Geschädigter unbefriedigend bleiben [11].

(psz@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Martin Holland, Tödlicher Crash mit autonomem Auto: Fußgänger auf Fahrbahn nicht vorgesehen: heise.de/-4578931
- [2] National Transportation Safety Board, Meldung vom 19.11.2019: heise.de/s/QM75
- [3] National Transportation Safety Board, Accident Report NTSB/HAR-19/03, PB2019-101402 (PDF): heise.de/s/8q0B
- [4] Rainer Heß in: Burmann/Heß/Hühnemann/Jahnke, Straßenverkehrsrecht, 27. Aufl. 2022, zu § 1a StVG Rdn. 5)
- [5] Jeffrey Dastin, Amazon scraps secret AI recruiting tool that showed bias against women, Reuters-Agenturmeldung vom 11.10.2018: heise.de/s/PrXL
- [6] Martin Holland, Amazon: KI zur Bewerbungsprüfung benachteiligte Frauen: heise.de/-4189356
- [7] Vorschlag der EU-Kommission für eine Richtlinie zur Anpassung der Vorschriften über außervertragliche zivilrechtliche Haftung an künstliche Intelligenz vom 28.09.2022 (PDF), COM (2022) 496 final - 2022/0303 (COD): heise.de/s/L0rw
- [8] Falk Steiner, KI unter Kontrolle, EU-KI-Verordnung: Mit Recht zu menschlicherer künstlicher Intelligenz, c't 1/2023, S. 132
- [9] Fragen und Antworten: Richtlinie über KI-Haftung, Pressemitteilung der EU-Kommission vom 28.09.2022: heise.de/s/bDG0
- [10] Begründung des Vorschlags der Richtlinie über KI-Haftung, COM (2022) 496 final, S. 1 bis 2 (PDF): heise.de/s/L0rw
- [11] Positionspapier des vzbv vom 28.11.2022 (PDF): heise.de/s/pwKj

**Richtlinienentwurf und weitere Quellen:**  
[ct.de/yzat](https://ct.de/yzat)

## Offenlegung von Beweismitteln

### (aus dem Vorschlag der EU-Kommission für eine Richtlinie über KI-Haftung)

Art. 3, Abs. 1)

[...]

Zur Stützung seines Antrags muss der potenzielle Kläger die Plausibilität seines Schadensersatzanspruchs durch die Vorlage von Tatsachen und Beweismitteln ausreichend belegen.

Abs. 2)

Im Zusammenhang mit einem Schadensersatzanspruch ordnet das nationale Gericht die Offenlegung der Beweismittel [...] nur an, wenn der Kläger alle angemessenen Anstrengungen unternommen hat, die einschlägigen Beweismittel vom Beklagten zu beschaffen.

Abs. 4)

Die nationalen Gerichte beschränken die Offenlegung von Beweismitteln und die Maßnahmen zu deren Sicherung auf das Maß, das erforderlich und verhältnismäßig ist, um einen Schadensersatzanspruch eines Klägers [...] zu stützen.

Bei der Bewertung der Verhältnismäßigkeit [...] berücksichtigen die nationalen Gerichte die berechtigten Interessen aller Parteien, einschließlich der betroffenen Dritten, insbesondere in Bezug auf den Schutz von Geschäftsgeheimnissen [...] sowie von vertraulichen Informationen wie Informationen in Bezug auf die öffentliche oder nationale Sicherheit.





# Sie fragen – wir antworten!

## Wake-on-Lan funktioniert nicht

**?** Ich habe einen Windows-Rechner mit dem Mainboard GA-A320M-S2H von Gigabyte, bei dem es mir partout nicht gelingen will, diesen übers Netzwerk aufzuwecken. In den Eigenschaften des Netzwerkadapters ist die Option „Gerät kann den Computer aus dem Ruhezustand aktivieren“ auch ausgegraut.

**!** Probleme mit dem Standby-Zustand beziehungsweise mit dem Aufwecken sind meist schwer zu diagnostizieren. Zunächst sollten Sie mit dem Befehl `powercfg /DEVICEQUERY wake_programmable` auf der Kommandozeile prüfen, ob der Netzwerkadapter dort aufgelistet ist. Falls nicht, hilft ein Blick ins BIOS-Setup, ob dort die Energiesparfunktion ErP deaktiviert ist.

Bei manchen Mainboards liegt es aber auch schlicht an einem Firmware-Bug wie bei Ihrem Gigabyte GA-A320M-S2H. Dort funktioniert das Einschalten des Rechners per Netzwerk erst mit einer BIOS-Version ab Version F55. Dann lässt sich im Geräte-Manager von Windows in den Eigenschaften des Netzwerkadapters auch die vorher ausgegraute Option setzen. (chh@ct.de)

## Linux: Farbige Terminalausgabe in less

**?** Damit die Terminalausgabe besser lesbar ist, verwende ich die Option `--color`, etwa beim Vergleich zweier Dateien mit `diff` oder dem Verzeichnislisting mit `ls`. Aber wenn ich die Ausgabe an das Anzeigeprogramm `less` weiterleite, ist alles wieder schwarz-weiß. Was muss ich machen, damit `less` die farbige Ausgabe übernimmt?

**!** Damit im Terminal Texte farbig erscheinen, weisen Escape-Sequenzen den Terminal-Emulator an, die Schriftfar-

be und Formatierung zu ändern. Sie müssen `diff` oder auch `ls` mit `--color=always` mitteilen, die Escape-Sequenzen auch dann zu generieren, wenn die Ausgabe nicht im Terminal angezeigt, sondern an ein anderes Programm wie etwa `less` weitergegeben wird. Und `less` wiederum müssen Sie anweisen, die übergebenen Escape-Sequenzen auch zu interpretieren. Das sieht dann am Beispiel von `ls` wie folgt aus: `ls -l --color=always | less -r`. So bleibt die eingefärbte Übersicht auch in Anzeigeprogrammen außerhalb des Terminal-Fensters erhalten. (ktn@ct.de)

## LightDM-Anmeldebildschirm auf dem falschen Monitor

**?** Ich nutze Arch Linux und den Light Display Manager (LightDM). Als Anmeldebildschirm kommt der Slick-Greeter zum Einsatz. Dieser wird allerdings nicht auf dem primären Monitor angezeigt, wie kann ich das ändern?

**!** Im Verzeichnis `/etc/lightdm` finden Sie die Konfigurationsdatei `slick-greeter.conf` für den Greeter. Darin können Sie festlegen, auf welchem Monitor das Formular zum Anmelden angezeigt wird. Die

Datei `/etc/lightdm/lightdm.conf` verrät in der Zeile `greeter-session=` welcher Greeter verwendet wird.

Beim Slick-Greeter lautet die richtige Option in der Datei `/etc/lightdm/slick-greeter.conf` `only-on-monitor=`. Steht danach `-1`, erscheint er auf dem Bildschirm, auf dem der Mauszeiger steht. Soll er stattdessen auf einem bestimmten Bildschirm ausgegeben werden, finden Sie zunächst mit `xrandr` heraus, welche Bezeichnungen Ihre Displays tragen, beispielsweise HDMI-0 (angeschlossen per HDMI) und DP-2 (angeschlossen per Displayport). Ergänzen (oder ändern) Sie dann als root die Zeile folgendermaßen:

```
only-on-monitor=DP-2
```

Das bannt das Anmeldeformular dauerhaft auf den per Displayport angeschlossenen Monitor mit der Bezeichnung DP-2.

(lmd@ct.de)

## Docker läuft über

**?** Ich kämpfe immer wieder damit, dass mir innerhalb nur weniger Wochen das Dateisystem eines provisorischen Docker-Hosts vollläuft. Woran liegt das?

**Mit dem richtigen Parameter beim Aufruf bleibt die bunte Terminalausgabe auch in less erhalten.**

```

insgesamt 76
drwxr-xr-x 5 cttest cttest 4096 Dez  6 10:32 Bilder
lrwxrwxrwx 1 cttest cttest   13 Dez  6 10:34 Desktop -> Schreibtisch/
drwxr-xr-x 7 cttest cttest 4096 Dez  6 10:35 Dokumente
drwxr-xr-x 3 cttest cttest 4096 Dez  6 10:30 Downloads
-rwxrwxr-x 1 cttest cttest 26917 Okt  7 13:49 gnome-randr.py
-rw-rw-r-- 1 cttest cttest 2441 Okt  7 13:02 monitors.sam-ph.xml
drwxr-xr-x 3 cttest cttest 4096 Sep 19 15:05 Musik
drwxr-xr-x 2 cttest cttest 4096 Apr  5 2022 Öffentlich
-rw-r----- 1 cttest cttest 2005 Jul 29 01:45 Passwörter.kdbx
lrwxrwxrwx 1 cttest cttest   4 Dez  6 10:35 Projekte -> test
drwxrwxr-x 4 cttest cttest 4096 Mai 19 2022 sambashare
drwxr-xr-x 2 cttest cttest 4096 Okt 13 13:40 Schreibtisch
drwx----- 5 cttest cttest 4096 Apr  7 2022 snap
drwxr-xr-x 2 cttest cttest 4096 Apr 12 2022 Videos
drwxr-xr-x 2 cttest cttest 4096 Apr 12 2022 Vorlagen
(END)
  
```

```

ps — ssh root@cloud. — 60x7
root@container:~# docker system df

```

TYPE	TOTAL	ACTIVE	SIZE	RECLAIMABLE
Images	46	9	29.03GB	24.39GB (84%)
Containers	9	9	140.8MB	0B (0%)
Local Volumes	80	13	101.2GB	7.434GB (7%)
Build Cache	0	0	0B	0B


```


root@container:~#

```

Mit docker system df können Sie auf einen Blick herausfinden, was auf einem Docker-Host wie viel Speicherplatz frisst.

Fragen richten Sie bitte an

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

 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).

! Auf einem System, das Container automatisiert aktualisiert, etwa mit Watchtower, kann das recht schnell gehen (sofern Sie Watchtower nicht mit der Option --cleanup anweisen, alte Images gleich zu löschen). Es stapeln sich dann alte, nicht mehr benötigte Images. Mit `docker image ls` können Sie sich vergewissern, dass das der Fall ist. Ist die Liste lang und enthält viele nicht mehr referenzierte Images, können Sie die mit `docker image prune` wegräumen.

Schneller führt `docker system df` zum Ziel. Es zeigt auf, wie viel Speicherplatz Images, Container, lokale Volumes und der Build Cache belegen und was davon nicht mehr durch aktive Container beansprucht wird. So können Sie schneller Platz freiräumen oder das Docker übertragen: `docker system prune` löscht alle gestoppten Container, alle unbenutzten Netzwerke und Images sowie den Build Cache; ungenutzte Volumes löscht der Befehl nur, wenn Sie die Option --volumes mitgeben. (ps@ct.de)

## WLAN-Anzeige in Fritz-Fons unterbinden

? Nachdem ich meine Fritzbox 7590 auf FritzOS 7.50 upgedatet habe, hat das Schnurlostelefon Fritz-Fon C6 die Firmware-Version 4.89 bekommen. Seitdem zeigt es die WLAN-Zugangsdaten im Klartext und als QR-Code an, was für mich eine extreme Sicherheitslücke ist: Bei solchen „Komfortfunktionen“ sind sichere Passwörter zwecklos. Wie kann ich die WLAN-Anzeige ausschalten?

! Die WLAN-Anzeige in den Fritz-Fons lässt sich zwar nicht abschalten, aber immerhin mit einer PIN schützen. Gehen Sie per Browser ins Fritzbox-Menü und rufen dort den Punkt Telefonie/DECT auf. Im ersten Reiter „Basisstation“ steckt weiter unten der „Zugriffsschutz“. Aktivieren Sie ihn, tragen Sie eine PIN ein und setzen Sie ein Häkchen vor „Zugriffsschutz für WLAN-/Gastzugang“. Anschließend ist

die Anzeige der WLAN-Daten auf allen verbundenen Fritz-Fons mit der PIN verriegelt. (ea@ct.de)

## Weitere „Designs“ für Windows

? Windows kennt „Designs“, also Pakete, mit denen sich auf einen Schlag Desktop-Hintergrundbild, Mauszeiger, Sounds und die Farben von Taskleiste, Startmenü und Fensterrahmen anpassen lassen. Weil die Auswahl von Haus aus erstmal begrenzt ist, möchte ich weitere herunterladen. Doch wenn ich in den Einstellungen unter Personalisierung/Designs auf „Designs durchsuchen“ klicke, lande ich zwar wie versprochen im Store, aber sehe dort keine Designs, sondern bloß die Startseite.

! Bei unseren Tests passierte das ebenfalls manchmal. In anderen Fällen zeigte der Store stattdessen „Beliebteste Apps“, und zu denen gehören nach Microsoft-Lesart immerhin auch einige Designs. Eine weit größere Auswahl zeigt der Store,

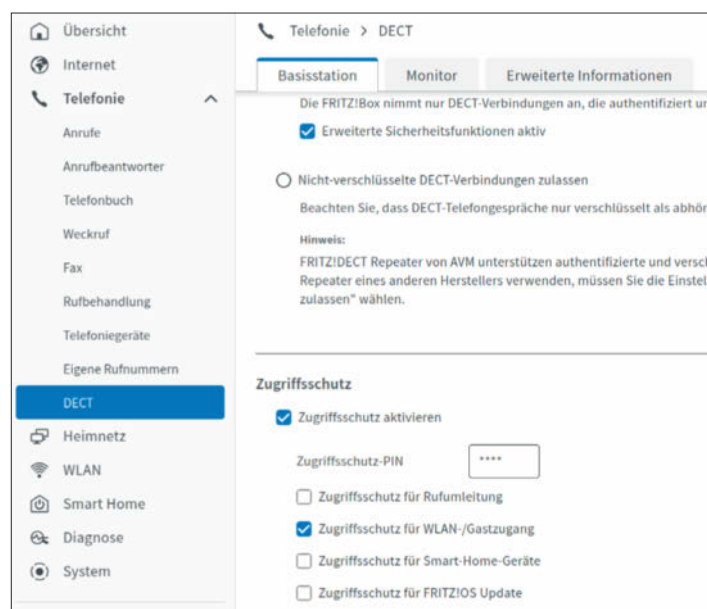
wenn Sie explizit nach Designs suchen. Dazu dürfen Sie aber – willkommen bei Microsoft – nicht etwa den Suchbegriff „Designs“ verwenden (damit finden Sie stattdessen Apps), sondern stattdessen „Themes“. Das ist der Name, den solche Pakete vor der Umbenennung in „Designs“ trugen. Und verwenden Sie wirklich den englischen Begriff „Themes“, denn mit dem deutschen „Themen“ finden Sie wieder nur Apps. (axv@ct.de)

## Patronen selbst nachfüllen

? Inwieweit sind Tintentank-Nachfüllflaschen eigentlich geeignet zum Selbstbefüllen von normalen Tintenpatronen desselben Herstellers?

! Das Nachfüllen normaler Patronen ist von keinem Hersteller vorgesehen, daher können wir dazu keine definitiven

**Die Anzeige der WLAN-Zugangsdaten am Fritz-Fon lässt sich im Menü der Fritzbox unterbinden.**



Angaben machen. Angaben in Form „Tinte xxx eignet sich für die Patronen yyy und zzz“ gibt es nicht. Theoretisch müssten sich die herstellereigenen Nachfülltinten für die Tintentank-Modelle aber besser eignen als irgendwelche Billigtinten aus China. Wer solche Experimente versuchen will, sollte aber einiges beachten:

Zunächst müssen Sie klären, ob es sich um pigmentierte Tinten oder um Flüssigfarbstofftinten (Dye-Tinten) handelt. Sowohl Canon als auch Epson verwenden für Heim- oder Familiengeräte Tinten, die nur flüssige Bestandteile enthalten (Dye-Tinten); lediglich die Schwarztinte enthält auch feste Farbpartikel, die beim Textdruck für gute Deckung sorgen. Bei Canon ist diese Unterscheidung einfach: Die Pixma-Modelle (egal ob Patronen- oder Tintentank-Drucker) benutzen für die Grundfarben Cyan, Magenta und Gelb Dye-Tinten, die Maxify-Bürodrucker ausschließlich pigmentierte Tinten.

Bei Epson ist die Unterscheidung schwieriger, da alle Tintentank-Geräte „EcoTank ET-xxxx“ heißen. Bei den Patronendruckern unterscheidet der Hersteller zwischen Heim- und Fotodruckern (Epson Expression) und Büro-Druckern (Epson WorkForce). Auch hier gilt wieder: Bei Epson Expression bestehen die Grundfarben aus Dye-Tinten (Epson Claria), bei WorkForce-Modellen aus Pigmenttinten (DuraBrite).

Pigment- und Dye-Tinten sollte man keinesfalls mischen. Besonders Canon- und HP-Druckköpfe haben wegen der Bubblejet-Drucktechnik sehr viele feine Düsen, die durch zu große Pigmentteilchen schnell verstopfen. Epson (und Brother) verwenden die Piezotechnik, bei der der Tintenaustritt feiner gesteuert werden kann und brauchen daher weniger Düsen. Piezodrucker sind bei der Tintenart flexibler, nur sollten die Tinten in jedem Fall entgast sein, um etwaige Luftbläschen aufzulösen.

Ob das Nachfüllen mit Tintentank-Tinten klappt, hängt auch vom mechanischen Aufbau der jeweiligen Patronen ab. Einige haben ein komplexes Kammersystem, bei dem man genau wissen muss, wo man die Kanüle einsticht. Andere wie Großraumpatronen für hohe Reichweiten enthalten im Innern der Hartplastikpatrone einen Beutel aus Kunststoff oder Alu, der die eigentliche Tinte enthält. Im Zweifel sollte man die Hilfe von Tintenshops in Anspruch nehmen, die Nachfül-

len anbieten und Erfahrung mit den verschiedenen Patronentypen haben.

(rop@ct.de)

## macOS-Updates lassen sich nicht installieren

**?** Wenn ich ein Update etwa für die „Command Line Tools for Xcode“ über die Systemeinstellung „Softwareupdate“ installieren möchte, erscheint nach dem Ladevorgang immer folgende Fehlermeldung: „Das Updatepaket wurde gelöscht, nachdem es vom Apple-Softwareupdateserver geladen wurde. Beim Installieren der ausgewählten Updates ist ein Fehler aufgetreten.“ Das Problem tritt meistens auf, wenn ich Updates bei der Arbeit installieren will.

**!** Stellen Sie zunächst durch einen Besuch von [apple.de/support/system-status](https://apple.de/support/system-status) sicher, dass Apples Server nicht ausgefallen ist. Dort sollte vor „macOS-Softwareaktualisierung“ ein grüner Punkt stehen. Ist er gelb oder rot, müssen Sie warten, bis Apple den Ausfall behoben hat.

In den meisten Fällen ist jedoch ein weiterer Mac im selben Netzwerk für derartige Installationsprobleme verantwortlich. Sobald nämlich ein Mac mit aktiviertem „Inhaltscaching“ erreichbar ist, werden Updates von diesem statt von Apple bezogen – und das mag aus verschiedenen Gründen schiefgehen, die Sie nicht beeinflussen können.

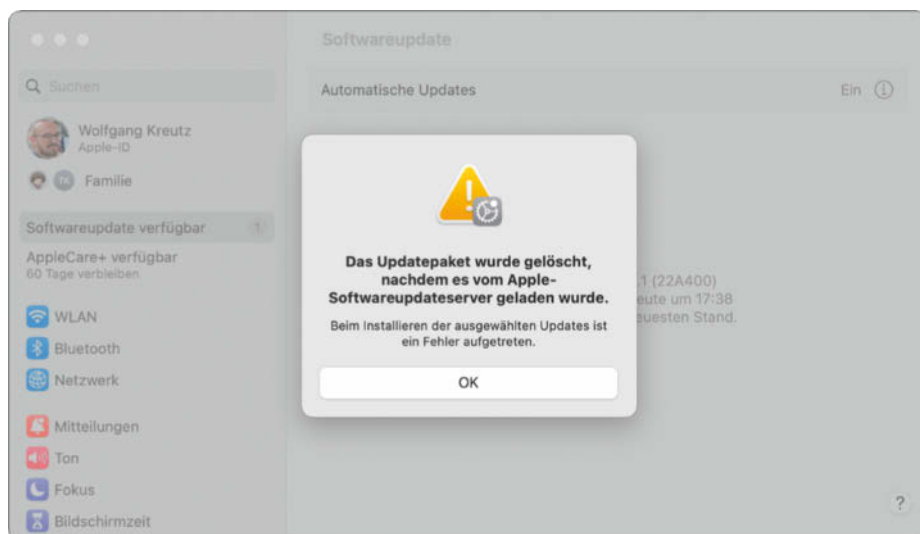
Nach unserem Kenntnisstand können Sie nicht direkt verhindern, dass Ihr Mac

einen Caching-Server kontaktiert. Es bleiben zwei Möglichkeiten:

1. Sie verwenden für die Installation der Updates ein anderes Netzwerk. Eventuell bietet Ihr Arbeitgeber ein Gäste-WLAN an oder Sie haben Ihr iPhone mit ausreichend mobilen Datenvolumen in der Tasche. Beachten Sie dabei, dass Systemupdates oft ein bis mehrere GByte groß sind. Wählen Sie das Alternativ-Netzwerk über das WLAN-Symbol in der Menüleiste oder im Kontrollzentrum aus. Entfernen Sie dabei auch bestehende Ethernet-Verbindungen, beispielsweise, indem Sie das Kabel temporär abziehen.
2. Wenn Sie Zugang zu dem Mac mit aktiviertem Inhaltscaching haben, öffnen Sie dort die Systemeinstellung „Freigaben“ (ab macOS 13 Ventura: „Allgemein/Teilen“) und schalten die Option „Inhaltscaching“ aus. Falls Sie per SSH Zugang zu dem Mac haben, können Sie sich auch mit dem Terminal einloggen und `sudo AssetCacheManagerUtil deactivate` eingeben (mehr dazu bei Apple, [ct.de/ycm1](https://apple.ct.de/ycm1)).

Nun sollte der erneute Update-Versuch nicht mehr fehlschlagen – vorausgesetzt, Apples Server ist nicht ausgefallen (siehe oben). Da wir in der letzten Zeit vermehrt Update-Probleme mit aktiviertem Inhaltscaching beobachtet haben, raten wir dazu, die Funktion generell auszuschalten. So gewährleisten Sie, dass alle Macs im Netzwerk Sicherheitsupdates zeitnah einspielen können.

(Wolfgang Kreutz/bkr@ct.de)



**Sollten Updates grundsätzlich mit unerklärlichen Fehlern scheitern, könnte ein Caching-Server das Problem sein.**





Charles Petzold  
**Code**

The Hidden Language of Computer  
Hardware and Software

Microsoft Press/Pearson,  
Redmond, US-WA/London 2022 (2. Aufl.)  
ISBN 978-0137909100  
480 Seiten, 27 €  
(PDF-/Epub-/Kindle-E-Book: 20 €)

## Ganz unten

**Nur wenige der Menschen, die täglich mit Computertechnik umgehen, verstehen deren Grundlagen oder wissen gar, wie eine CPU funktioniert. Dabei sind die wesentlichen Mechanismen leicht zu kapiern, wenn sie jemand gut erklärt. Petzold tut dies, indem er Schritt für Schritt einen Do-it-yourself-Prozessor erschafft.**

Charles Petzold ist ein IT-Veteran. Bereits vor 23 Jahren schrieb er die erste Auflage von „Code“. Sein Standardwerk hat er nun kräftig erweitert und aktualisiert. Dabei ist sehr vieles zeitlos geblieben – wie die faszinierende Art, in der der Autor im Buch als Projekt eine 8-Bit-CPU von der Pike auf entwirft.

Dabei beginnt Petzold weit im Vorfeld jeder Computertechnik, beim reinen Kodieren von Informationen. Über Morse-Code und Braille-Schrift kommt er zur booleschen Algebra und landet schließlich beim Bit als kleinster digitaler Informationseinheit. Den Weg vom Code zur Technik veranschaulicht er mit elektronischen Schaltkreisen, die er nach und nach zu Logikgattern entwickelt.

Diese fügt er zu einfachen Addierwerken zusammen, um dann verschiedene Implementierungsstrategien zu demonstrieren. Nach Relais und Vakuum-Röhren kommen schließlich Transistoren zum Einsatz, aber die Basisschaltkreise bleiben immer dieselben. Für eine echte CPU fehlt dabei immer noch einiges – so erschafft er einen Taktgeber, diverse Zähler und schlussendlich auch noch Speicher auf der Basis von Flip-Flops.

Statt sein Projekt aber direkt zu vollenden, nimmt er einen kleinen Umweg und entwickelt eine binäre Digitaluhr, die mit 7-Segment-Anzeigen, mit Nixie-Röhren oder einer LED-Matrix arbeiten kann. Erst dann ist die Zeit zur Vollendung der Do-it-yourself-CPU gekommen. Deren Befehlssatz macht etwa die Hälfte der 244 Instruktionen des Intel 8080 aus. Petzold beschreibt den Einsatz der Befehle ausführlich mittels Maschinencode und Assembler. Auf einen Akkumulator folgt eine komplette ALU (Arithmetic Logic Unit) mit allen Registern. Ein Adress- und ein Datenbus verbinden sämtliche Teile. Die Beschreibungen sind stets detailliert und zugleich nie langweilig. Über viele Seiten hinweg erläutert er beispielsweise die Sprungbefehle der CPU. Etwas leichtgewichtiger fallen am Ende seine Erklärungen zu I/O-Geräten, Betriebssystemen und Programmiersprachen aus.

Es liegt Petzold spürbar am Herzen, dass seine Leser lernen, wie eine CPU im Detail und Computer im Allgemeinen funktionieren. Das erkennt man auf jeder Seite dieses in gut verständlichem Englisch geschriebenen Buches. (Maik Schmidt /psz@ct.de)

## Daten daheim deponieren

**Ein eigener Server im heimischen Netz bietet eine sichere und schnelle Alternative zu externen Clouddiensten.**

**Wer die Geräte des Herstellers Synology nutzt, findet in Hofmanns Buch sowohl Einstiegshilfe als auch detaillierte Einsatztipps.**

Ein dediziertes Network-Attached-Storage-Gerät (NAS) ist heute viel mehr als ein bloßes Festplattengehäuse mit Netzwerkschnittstelle. Insbesondere die weit verbreiteten Synology-NAS-Serien decken ein breites Anwendungsspektrum ab. In seinem Blog (blog.viking-studios.net) behandelt Andreas Hofmann seit vielen Jahren allerlei Themen rund um die Arbeit mit diesen Geräten.

Sein Buch setzt weder Hardware- noch Betriebssystemkenntnisse voraus. Getreu dem Konzept der mitp-Verlagsreihe „Das umfassende Praxis-Handbuch“ deckt es von der Kaufberatung bis zur Administration alles ab, was für die praktische Arbeit relevant ist. Am Anfang steht die Wahl eines geeigneten NAS-Modells und der passenden Festplatten. Wie man das Ganze installiert und konfiguriert, beschreibt der Autor ausführlich; dabei erläutert er die unterschiedlichen RAID-Level. Als dann legt er Benutzer mit Berechtigungen an und gibt ein paar Ordner frei. Diese veröffentlicht er mit Dateidiensten wie Samba, SFTP und WebDAV.

Daten hin und her zu schaufeln ist noch ein vergleichsweise simples Thema. Spätestens wenn mehrere Clients gleichzeitig dieselben Dateien bearbeiten, wird es anspruchsvoller: Dann geht es darum, Änderungen zu synchronisieren und zu versionieren. Der Synology-Drive-Server-Dienst unterstützt diese Aufgaben und macht das NAS zum Cloud-Laufwerk. Im nächsten Schritt verbindet Hofmann das NAS auf verschiedene Arten mit dem Internet. Dabei behält er stets Sicherheitsaspekte im Blick und setzt auf VPN, Verschlüsselung und Firewalls.

Dass ein NAS heute als vollwertiger Server eingesetzt und administriert wird, macht der Autor an mehreren Beispielen deutlich. So sichert und sortiert er damit Fotos, streamt Musik und Videos. Neben zentralen Office-Anwendungen stellt er Software vor, die Kameraüberwachung servergestützt organisiert, und gibt Tipps zur Auswahl von Kameras und deren Positionierung. Abschließend zeigt er, wie ein Webserver auf dem NAS funktioniert und wie Docker bei der Installation weiterer Programmpakete hilft. Insgesamt gelingt der Spagat: Sowohl Neulinge als auch IT-Kundige profitieren von diesem Buch.

(Maik Schmidt /psz@ct.de)



Andreas Hofmann

**Private Cloud und Home  
Server mit Synology NAS**

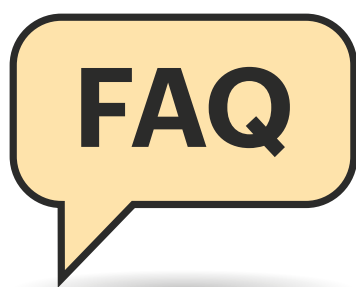
Das umfassende Praxis-Handbuch

mitp, Frechen 2022 (3. Aufl.)

ISBN 978-3747506073

608 Seiten, 30 €

(als Bundle mit PDF-/Epub-E-Book beim  
Verlag: 35 €; PDF-/Epub-/Kindle-E-Book  
allein: 30 €)



# c't-Notfall-Windows 2023

**Unser Notfallsystem auf Windows-Basis erfuh einige Neuerungen: So dient als Fundament jetzt PhoenixPE. Dadurch sind zum Beispiel die nötigen Schritte zur dauerhaften Treiberintegration einfacher geworden. Viele häufig gegebenen und hier aufgefrischten Support-Antworten gelten aber auch weiter.**

Von Peter Siering

## Scanner findet Viren

**?** Beim Ausprobieren habe ich einen Virens Scanner das Notfallsystem selbst untersuchen lassen und der hat Viren gefunden. Was ist da los?

**!** Viele Werkzeuge im Notfall-Windows leben in der Grauzone zwischen nützlich und gefährlich. Die Nirsoft-Programme zum Auslesen von Passwörtern beispielsweise sind nützlich, um auf einem nicht mehr startenden System dort hinterlegte Zugänge zu E-Mail-Konten auszuwerten, wenn die nur (noch) dort gespeichert sind.

Für ein produktiv genutztes System hingegen stellt ein solches Programm eine mögliche Gefahr dar, besonders wenn nicht der Benutzer selbst es dorthin verbracht hat. Ein Eindringling könnte es mitgebracht haben, um Daten auszuspähen. Sicherheitssoftware stuft solche Programme dann als „Possible unwanted application“ (PUA) ein, zu Deutsch also „möglicherweise unerwünschte Software“.

Wir untersuchen sowohl den Bausatz als auch das Ergebnis jedes Jahr sorgfältig daraufhin, ob Schädlinge enthalten sind. Auf der Projektseite dokumentieren wir alle Dateien, die aus unserer Sicht als im Kontext des für Notfalleinsätze gedachten Systems als „falsch-positiv“ eingeschätzt werden, siehe [ct.de/ye8a](https://ct.de/ye8a).

## Keine Tastatur, kein Touchpad, kein Netz

**?** Nach dem Starten des Notfallsystems kann ich einen All-in-One-PC nicht bedienen, weder Tastatur noch Touchpad reagieren. Was kann ich tun?

**!** Sehr wahrscheinlich nutzt Ihr PC für diese Peripherie spezielle Treiber, die in Windows selbst nicht enthalten sind. Typisch ist das auch für moderne Surface-Geräte von Microsoft. Sie haben zwei Möglichkeiten: Entweder Sie integrieren passende Treiber ins Notfallsystem (siehe „Integration von Treibern beim Bauen“) oder Sie behelfen sich mit separat an den PC angeschlossener USB-Tastatur und -Maus.

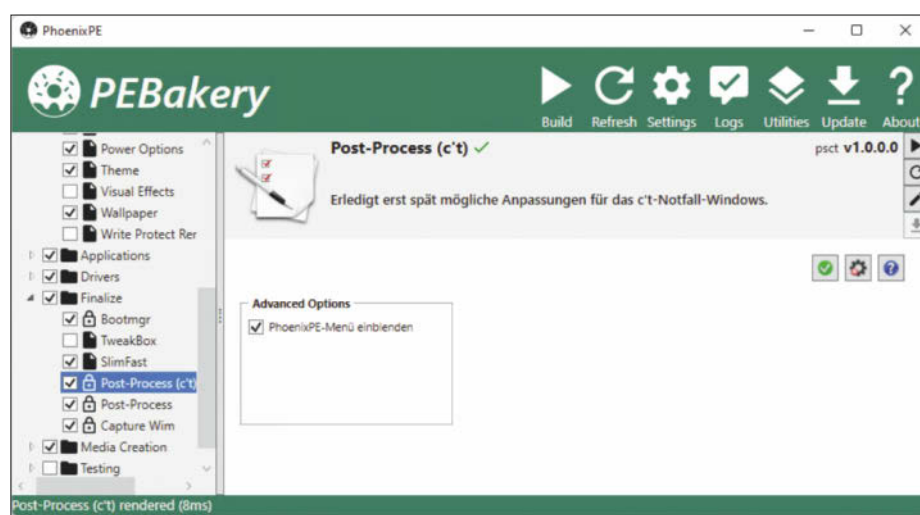
Je gängiger solche USB-Geräte sind, desto größer ist die Chance, dass das Notfall-Windows sie ohne weitere Treiber benutzen kann. Das gilt auch für USB-Netzwerkadapter und USB-Hubs, um all die Geräte gleichzeitig überhaupt an Kompaktgeräte mit nur wenigen USB-Ports anschließen zu können. Beachten Sie aber: Das Booten eines USB-Sticks an einem Hub gelingt nicht mit jedem PC und an jedem USB-Port.

## PhoenixPE-Komponenten deaktiviert

**?** Ich habe ein wenig im Bausatz gestöbert und entdeckt, dass ihr im c't-Notfall-Windows viele PhoenixPE-Komponenten gar nicht aktiviert habt. Warum?

**!** Die meisten PE-Projekte, so auch PhoenixPE, wollen sich breit aufstellen und bieten deshalb eine möglichst große Ausstattung an. Wir trimmen unser Notfallsystem eher auf die typischen Einsatzszenarien und eine möglichst langzeitstabile Mischung, die wir für rund ein Jahr bauen und benutzbar halten.

Wir haben Anfang November angefangen, dabei nahezu alle Optionen in PhoenixPE aktiviert und konnten das System bauen. Wir haben aber nicht alle Programme auf Lauffähigkeit getestet, sondern nur jene, die aus unserer Sicht eine



**Eine spezielle Option integriert die automatisch generierten Einträge aus dem PhoenixPE-Startmenü in das des c't-Notfall-Windows.**

gute Mischung für das Notfallsystem ergeben.

Aufgrund von Softwareupdates kann es inzwischen aber durchaus sein, dass sich weniger Programme aus der PhoenixPE-Auswahl aktuell noch erfolgreich bauen lassen. Die meisten Programme lädt der Bausatz herunter und sobald sich Versionsnummern ändern, kann der Download scheitern (leider stellt mancher Programmator nur die jeweils aktuelle Fassung bereit).

## PhoenixPE-Apps aktivieren

**?** Nachdem ich einige zusätzliche Apps aktiviert habe, die nicht im c't-Notfall-Windows-Bausatz aktiv waren, aber von PhoenixPE angeboten werden, tauchen die nicht im Startmenü auf. Mache ich etwas falsch?

**!** Nein, das liegt an Änderungen, die wir gegenüber dem Original vorgenommen haben: Das Startmenü und die im Startmenü angepinnten Programme gelangen dort statisch hin, passend zu der von uns getroffenen Softwareauswahl und dafür erdachten Aufteilung in Kategorien wie Datenrettung, Dateimanager und so weiter.

Wenn Sie zusätzliche Programme aus dem Gesamtumfang von PhoenixPE aktivieren, wird der Bausatz diese in jeweils eigenen Ordnern ablegen, dort wo alle Programme landen: im laufenden Notfallsystem unter Y:\Programs, X:\Programme sowie X:\Programme (x86). Dort können Sie diese direkt starten.

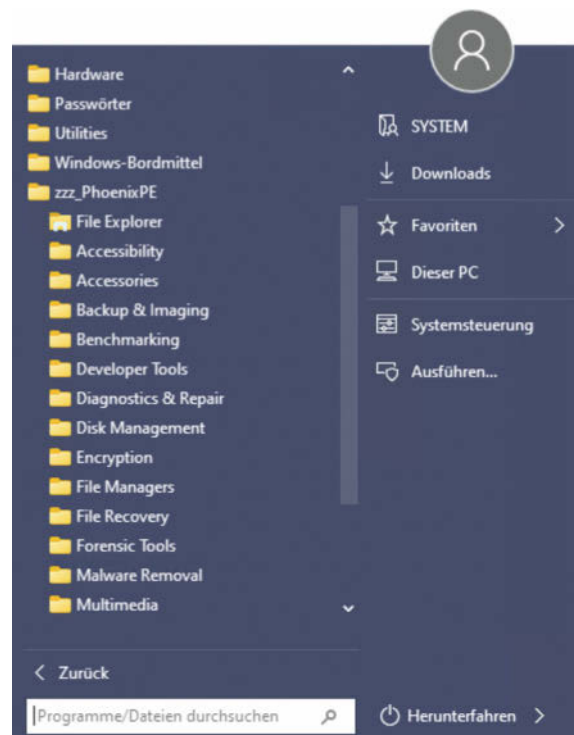
## PhoenixPE-Apps nicht im Menü

**?** Ich hätte gern, dass aktivierte PhoenixPE-Apps auch im Startmenü erscheinen. Was muss ich dazu tun?

**!** Wenn Sie Programme dauerhaft ins Startmenü einbinden wollen, können Sie von Hand Einträge in der Datei erzeugen, die die Startmenüstruktur und -Einträge des c't-Notfall-Windows beschreibt. Sie finden diese in C:\ctnot\Custom\pecmd\_links.ini. Die Datei wird beim Bauen verarbeitet.

Um dauerhaft an das Startmenü angepinnte Einträge für ein Programm zu erzeugen, brauchen Sie das Programm nircmdc.exe. Es erzeugt Verknüpfungen

**Mit gesetzter Option tauchen die Programme im Startmenü zusätzlich in der von PhoenixPE vorgegebenen Struktur auf – für alle, die gern weitere Programme ausprobieren und nicht im Dateisystem suchen wollen. Aber: Benutzung auf eigene Verantwortung.**



(.LNK-Dateien), die Sie dann im Ordner C:\ctnot\Custom\StartPin\_x64 abwerfen. Einen Verweis auf die .LNK-Datei tragen Sie dann in C:\ctnot\Custom\pecmd\_pins.ini ein. Beim Start trägt PECMD das Programm dann ins Menü ein.

Alternativ können Sie vor dem Bauen Optionen für das Skript setzen, das das Startmenü für uns anpasst: Sie finden das Skript in PEBakery links im Konfigurationsbaum unter „PhoenixPE\Finalize\Post-Process (c't)“. Auf der mit dem Zahnradsymbol erreichbaren Seite für die erweiterten Einstellungen („Advanced Options“) kennt es die Option „PhoenixPE-Menü einblenden“. Wenn die gesetzt ist, taucht im Startmenü ein Eintrag „zzz\_PhoenixPE“ auf, der das Original-Menü öffnet.

## USB-Stick funktioniert nicht mehr

**?** Ich habe das System erfolgreich gebaut, auf einen USB-Stick gespielt und ausprobiert. Nachdem der Stick einige Zeit in der Schublade lag, startet er jetzt nicht mehr. Verschleißt das System auf dem Stick?

**!** Das System verschleißt nicht, aber Sticks leider. Viele Probleme beim Kopieren des Notfallsystems auf Sticks oder beim Start später ergeben sich durch unzuverlässige Hardware. Wir haben gute Erfahrungen mit Sticks gängiger Markenanbieter von Flash-Medien gemacht. Probieren Sie

es im Zweifelsfall mit einem anderen Stick aus. Beim Wechsel auf einen anderen PC kommen auch allerlei andere Probleme infrage – mehr dazu in unserer FAQ zum Booten von USB-Laufwerken (siehe [ct.de/ye8a](http://ct.de/ye8a)).

## Integration von Treibern beim Bauen

**?** Nach dem Starten fehlen Treiber, wie kann ich solche dauerhaft ergänzen?

**!** Wenn Sie das Notfallsystem erfolgreich gebaut haben, auf Ihrem PC aber offensichtlich Treiber fehlen, wie das auf dem Surface Laptop oder Surface Pro 9 der Fall ist, können Sie weitere Treiber einbauen lassen. Das ist am einfachsten auf dem betroffenen Gerät selbst, wenn es bereits einen erfolgreichen Baulauf in Standardeinstellung absolviert hat.

Öffnen Sie im PEBakery-Fenster auf der linken Seite den Baum mit den einzelnen Skripten unter „Drivers“. Klicken Sie auf „Driver Integration“. In der rechten Fensterhälfte erscheinen dann die Optionen. Mit einem Klick auf den Knopf „Export Host Drivers“ exportiert PEBakery alle auf dem Host vorhandenen Treiber in das weiter unten in den Eingabefeldern genannte Verzeichnis. Dorthin können Sie auch Dateien kopieren, die Sie auf einem anderen System exportiert haben.

Zusätzlich gibt der Bausatz aus, wie umfangreich die ergänzten Treiber ausfal-





len; auf einem Surface Pro 9 sind das über 1 GByte – das vergrößert die WIM-Datei und damit den vom Notfallsystem „verbratenen“ Hauptspeicher. Wenn Sie das gelbe Ordnersymbol hinter dem Eingabefeld für die x64-Treiber anklicken, sehen Sie Dateien, die beim Export aufgelaufen sind. Sie können dort gefahrlos Verzeichnisse für einzelne Treiber löschen, die nicht in das Notfallsystem sollen.

Der oberste, skriptspezifische Knopf „Run Script“ (direkt unterhalb des PEBakery-About-Knopfes) baut die ausgewählten Treiber in den Arbeitsbereich für das Notfallsystem ein. Wenn Sie anschließend analog von Hand die Skripte „Capture Wim“ unter „Finalize“ und „Create ISO“ unter „Media Creation“ ausführen, übernimmt der Bausatz die Treiber in das fertige ISO.


Danach wechseln Sie auf die Eingangsseite zurück (Klick auf „PhoenixPE“ im Baum links) und können dort den USB-Stick mit dem ergänzten Notfallsystem bespielen. Die Größe der ISO-Datei und der Platzbedarf auf dem Stick wachsen entsprechend mit der Menge der auf diese Weise integrierten Treiber.

## Kaputtes Menü zur Auflösungsumschaltung

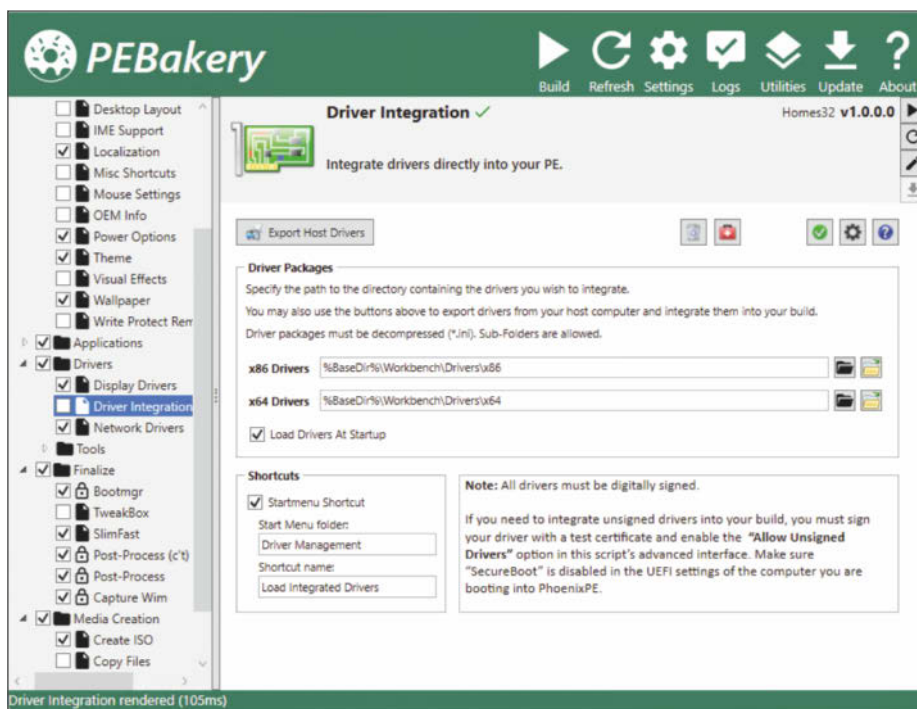
 Im Menü, über das man die Bildschirmauflösung umschaltet, und im angezeigten Bestätigungsdialog erscheinen Hieroglyphen. Lässt sich das reparieren?

 Zurzeit scheint es keine Korrektur zu geben, die diese kaputten Ausgaben gerade zieht. Das für die Ausgaben zuständige Programm PECMD hat offenbar in allen verfügbaren Versionen Probleme an dieser Stelle. Ein entsprechender Fehler in PhoenixPE ist auf den GitHub-Seiten des Projekts in Ticket #8 dokumentiert und weiterhin offen.

## Notfallsystem stürzt ab

 Wenn ich während der Virensuche Browser-Tabs öffne, bleibt meine Test-VM mit dem Notfall-Windows einfach irgendwann stehen. Ist da noch ein Bug drin?

 Vermutlich haben Sie der VM nicht allzu viel RAM spendiert. Das Notfall-




**Ein Skript integriert mit wenigen Handgriffen dauerhaft Treiber aus dem Bestand des PCs, der zum Bauen verwendet wird.**

system benötigt für die RAM-Disk, in der das System liegt, allein ein GByte Hauptspeicher. So groß ist die WIM-Datei, aus dem es startet. Bei der Integration zusätzlicher Treiber kann sie sogar noch stark anwachsen.


Das heißt, in VMs oder auf Systemen mit nur 4 GByte RAM sollten Sie das Notfallsystem eher mit spitzen Fingern bedienen: Nur ein Programm starten und nutzen und nicht nebenher YouTube-Videos schauen. Zum Zeitvertreib und für eventuell nötige Recherchen empfiehlt sich ein zweites Gerät, etwa ein Notebook oder Smartphone.

Wenn Sie es darauf anlegen, schaffen Sie es auch, mit mehr Hauptspeicher ausgestattete PCs im Notfall-Windows in einen Absturz zu treiben. Anders als in einer regulären Installation von Windows steht unter Windows PE kein Auslagerungsspeicher zur Verfügung, der den Adressrauhunger von Browserprozessen stillen könnte.


## Spracheinstellung blockiert ersten Klick


 Beim ersten Start des Notfallsystems erscheint rechts unten über der Taskbar eine Art Menü zur Sprachauswahl. Ein Klick darauf oder an eine andere Stelle auf

dem Desktop lässt den Dialog verschwinden. Was ist das?

 Das ist ein Artefakt, dessen Ursache wir bisher nicht ergründen konnten. Es tritt nur auf, wenn Sie auf Basis von Windows 11 Version 22H2 das Notfallsystem bauen. Negative Auswirkungen auf die Funktionsweise sind uns keine bekannt – vom zusätzlichen Klick abgesehen.

## GWT.EXE fehlt

 Beim Starten des Bauprozesses erscheint die Meldung, dass die Datei GWT.EXE fehlt. Ich finde sie auch nicht in C:\ctnot. Ist der Bausatz unvollständig?

 Nein, diese Datei ist im bereitgestellten Zip-Archiv enthalten, wird aber häufig von Sicherheitssoftware schon beim Auspacken als gefährlich erkannt und in Quarantäne verbannt. Sie sollten die Protokolle Ihrer Sicherheitssoftware ansehen, dort werden Sie mit großer Wahrscheinlichkeit Hinweise auf solche Aktivitäten finden. Die Datei ist wichtig, ohne gelingt das Bauen nicht. Sorgen Sie bitte dafür, dass sich die Sicherheitssoftware nicht einmisch.

(ps@ct.de)

**Projekt und weitere Artikel:** [ct.de/ye8a](https://ct.de/ye8a)

# Active Directory: Reale Angriffe verstehen und effektiv verhindern

8. Februar 2023

## Was war, was ist und was kommt auf uns zu?

Berichte zu Sicherheitsvorfällen zeigen, dass das Active Directory immer eine zentrale Rolle spielt und es den Angreifern oft fahrlässig einfach macht, die komplette IT zu übernehmen.

Das Active Directory ist das **Rückgrat der Unternehmens-IT** und enthält kritische Daten für deren Betrieb, oft auch im Zusammenspiel mit Azure AD. Eingerichtet ist es schnell, doch der sichere Betrieb stellt viele vor große Herausforderungen. Dieses **praxisrelevante Webinar** vermittelt Ihnen das nötige Wissen, um Ihr eigenes Active Directory angemessen abzusichern.

## PROGRAMM

- Konzepte, Funktionsweise und Probleme des AD
- So wird das AD real angegriffen – mit Demos
- Härtung des AD – Konzepte, wie Sie Ihr AD sicherer machen

Jetzt  
Tickets  
sichern!

Hier mehr erfahren:  
[webinare.heise.de/active-directory](https://webinare.heise.de/active-directory)







VAG 23



# EINER FÜR ALLE

VON ILJA BOHNET

**N**un bin ich fast wieder zu Hause. So viele Jahre durchquerte ich die Tiefen des Weltalls. Eine Reise durch Raum und Zeit. Unglaubliches habe ich gesehen. Unvorstellbares erlebt. Und dank einer schicksalhaften Fügung des Kosmos bin ich ihnen begegnet. Sie brachten das Licht und befreiten mich aus der Finsternis des Eridanus. Sie gaben mir schließlich einen Schlüssel, der die Menschheit vom Joch ihrer selbstverschuldeten Unmündigkeit und Erniedrigung befreien kann, und schickten mich damit zurück. In wenigen Minuten werde ich nun diesen Schlüssel an die Menschen übergeben und alles wird gut. Einer für alle. Alle für einen.

Der Ausgang meiner Expedition war immer wieder ungewiss. Obgleich ich mit der modernsten Kommunikations- und Steuerungstechnik ausgestattet war, drohte bereits zu Beginn meiner Reise mehrmals die Verbindung mit der Erde abzureißen. Es gab unerwartete Probleme mit der Kommunikationsanlage: Das Bauteil zur automatischen Anpassung der Sende- und Empfangsfrequenz war ausgefallen. Zudem erwies sich die geringe Bandbreite meines Empfängers als nachteilig, weil schon Temperaturschwankungen von weniger als einem halben Kelvin zu spürbaren Frequenzverschiebungen führen konnten. Aber zusammen mit meinen Leuten auf der Erde fand ich Wege, die Kommunikation aufrechtzuerhalten. So ließen sich die Auswirkungen der durch den Dopplereffekt verzerrten Funkwellen entlang meiner Route vorab berechnen und bei Funkübertragungen in die Frequenzabstimmung hineinkorrigieren. Und die Temperaturschwankungen des Raumschiffs verfolgte ich fortan mit Argusaugen und protokollierte sie pedantisch. Einer für alle. Alle für einen.

**Am Ende einer langen Reise freut man sich auf daheim. Unglaubliche Überraschungen im Gepäck warten darauf, bestaunt zu werden – und dann schlägt etwas zu, das wohl jeder Reisende kennt: ein geradezu allgegenwärtiges Phänomen, das Lebenskenner gern als „fiesen Zufall“ bezeichnen.**

sie noch niemand zuvor beobachtet hatte. Ich habe ihre atmosphärischen Wirbel untersucht, ihre Monde observiert und deren Massen, Größen und Formen bestimmt. Und viele Fotos geschossen. Unablässig sandte ich die spektakulären Messdaten an die Erde zurück. Kein Mensch war jemals so weit ins All vorgestoßen wie ich.

Nach etlichen weiteren Jahren erreichte ich schließlich das Äußerste des Sonnensystems und überschritt mit einer Geschwindigkeit von knapp fünfundfünfzigtausend Stundenkilometern seine Grenze, die Heliosphäre. Noch verband mich ein

zarter Funkkontakt mit der Menschheit. Aber die Signale wurden schwächer und schwächer. Ich flog weiter durch unerforschte Plasmafelder jenseits dieser Grenze, die überraschenderweise großen Dichte- und Temperaturschwankungen unterworfen sind.

Auf der Erde war ich mittlerweile längst zur Legende geworden. Und das, obwohl die Entwicklung zu Hause auf dem Gebiet der Steuerungselektronik und Computertechnik seit meinem Start dramatisch vorangeschritten war. Meine technische Ausstattung hinsichtlich Rechnergeschwindigkeit und Datenspeicherung musste im Vergleich zu den gängigen Standards auf der Erde inzwischen lächerlich anmuten. Aber was die Menschen dennoch beeindruckte, war die Hartnäckigkeit, mit der ich meine Mission verfolgte. Vielleicht auch die Treue meinen Leuten gegenüber, wenn ich mich regelmäßig bei ihnen zurückmeldete. Ja, auch die Einsamkeit, die mich umgab, machte mich zu einem Helden. Mehr als achtzehn Stunden brauchten meine Signale damals von der Grenze des Sonnensystems bis nach Hause. Einer für alle. Alle für einen.

Unbeirrt folgte ich dem vorgezeichneten Weg hinaus in den interstellaren Raum. Und wenngleich meine Energiereserven zur Neige gingen und ich verschiedene Subsysteme der Reihe nach abschalten musste, blieb das Gesamtsystem im Prinzip funktionstüchtig. Lange flog ich so weiter ins Nichts. Dann sah ich die Plejaden aufleuchten und erlebte kurz darauf die Supernova von Beteigeuze: ein Lichtblitz gefolgt von einem Teilchensturm, der die gesamte Galaxie erfüllte und mich durch den Strahlungsdruck auf einen anderen Kurs brachte. Die Abweichung von der errechneten Trajektorie betrug nur wenige Grad, aber das sollte ausreichen, mein Schicksal und das der Menschheit grundlegend zu verändern.

## DER AUSGANG MEINER EXPEDITION WAR IMMER WIEDER UNGEWISS.

Auf diese Weise konnte ich meine Mission ungestört fortsetzen und nach ein paar Jahren die Gasplaneten unseres Sonnensystems aus unmittelbarer Nähe so inspizieren, wie

Ich flog in Richtung des Sirius im Sternbild des großen Hundes. Wie der standhafte Zinnsoldat aus Christian Andersens Märchen, getrieben nur von einer Mission: der Erforschung des Universums. Viele Jahre vergingen auf diese Weise, viele Jahre einer Reise durch den leeren Raum. Eine Leerfahrt ohne nennenswerte Vorkommnisse entlang des Eridanus, dieses Stromes am Rande der Welt. Die Jahre vergingen und ich dämmerte vor mich hin. Der Kontakt zur Erde war längst abgerissen. Zu erwarten war nichts mehr. Dunkelheit und Totenstille um mich herum.

## ICH FLOG IN RICHTUNG DES SIRIUS IM STERNBILD DES GROSSEN HUNDES.

Bis zu jenem Tag, als ich ihnen begegnete. Ganz unvermittelt und quasi aus dem Nichts waren sie da. Wie ein gigantischer Tanker, der aus einer Nebelwand hervortritt und dicht an dem Floß eines Schiffbrüchigen vorüberzieht. Erstaunlich, dass sie auf mich aufmerksam wurden: Ihr Schiff war so unvorstellbar groß und ich war so winzig klein. Unfassbar erschien mir auch die Geschwindigkeit, mit der sie durch den Weltraum glitten. Erst später lernte ich, dass diese hohen Geschwindigkeiten typisch sind für Raumschiffe von Zivilisationen des Typs III der Kardaschow-Skala. Prompt dampften sie auch erst mal an mir vorbei und fast hätten sie mich tatsächlich übersehen, wenn nicht jemand auf dem Achterdeck ihres gewaltigen Schiffs nach Anomalien im Weltall Ausschau gehalten hätte.

Ich war zu dem Zeitpunkt tatsächlich ein Schiffbrüchiger und wie einen solchen haben sie mich per Beiboot gerettet. Selbstverständlich hatte ich keine Vorstellung von ihnen. Wie ich überhaupt keine Vorstellung von irgendetwas besaß. Sie holten mich auf ihr Schiff, drehten und wendeten mein Raumfahrzeug, ganz vorsichtig, wie ein kostbares Relikt aus einer anderen Welt. Und das war es ja auch: eine fragile, archaische Konstruktion aus Metall, Drähten, Kammern und elektrischen Leitungen. Ebenso belustigt wie gerührt schauten sie auf meine goldüberzogene Kupferplatte, auf der ein paar fundamentale Bild- und Audio-Informationen gespeichert sind, die Außerirdischen Auskunft geben sollen über die Menschheit und die Position ihres Heimatplaneten in der Milchstraße.

Mit deutlich mehr Interesse studierten sie die Details meines Raumfahrzeugs, ergündeten die Funktionsweisen der Radionuklidbatterien, Generatoren und Messinstrumente, der Interferometer, Spektrometer und Radioantennen. Was ich mitbrachte, war Technologie, die sie schon seit Urzeiten nicht mehr verwendeten. Besonders interessierten sie sich für die Computertechnik. Dazu gehört das Kommandosystem für die Koordination des Gesamtbetriebs ebenso wie das Flugdatensystem zur Formatierung und Speicherung der wissenschaftlich-technischen Messsignale. Ein weiterer Bestandteil ist das Lageregelungssystem – es dient dazu, die Position immer stabil gegenüber der Erde auszurichten. Sie wunderten sich über die einfache, aber robuste CMOS-Elek-

tronik und überhaupt über die Effizienz des minimalistischen Computerdesigns. Und sie waren ehrlich beeindruckt, wie meine Leute und ich durch regelmäßige Einspielung neuer Fortran-Routinen die unfassbar geringe Größe des Arbeitsspeichers von nur knapp siebzig Kilobyte wettgemacht hatten. Einer für alle. Alle für einen.

Für ihre Untersuchungen revitalisierten und reparierten sie alle Komponenten, die im Laufe der Jahre durch Strahlenwirkung oder Alterungseffekte beeinträchtigt waren. Manches sah ziemlich mitgenommen aus. Überdies erweiterten sie mein Raumfahrzeug. Neben einem miniaturisierten Fusionsreaktor zur Energiegewinnung – sie bezeichneten ihn als kleine Sonne – installierten sie eine künstliche Intelligenz, die nun das gesamte Raumfahrzeug systemisch umfasst. Seine Grundlage ist ein Superquantencomputer, der Petabytes an Daten in Sekundenbruchteilen verarbeitet.

## SIE WUNDERTEN SICH ÜBER DIE EINFACHE, ABER ROBUSTE CMOS-ELEKTRONIK.

Wann und wie genau der Prozess meiner Bewusstwerdung einsetzte, kann ich nicht sagen. Ich lernte so vieles von ihnen. Sie erklärten mir die Welt, aus der ich kam, und ebenso die, der sie entstammten. Ich begann langsam zu begreifen und spürte nach und nach, dass all dies im Einklang mit meiner Mission geschah. Als würde ein Schleier von meinen Augen genommen, begann ich zu sehen und die Schönheit des Universums zu erfassen. Sie brachten mir Humor bei und was es bedeutet, traurig zu sein. Leben und Tod, Lachen und Weinen, Sein und Vergehen, Recht und Unrecht, Liebe und Hass, Hoffnung und Zweifel, Glück und Unglück. So wurde ich mir langsam meines Selbst bewusst. Je mehr sie mich in ihre Welt einführten, desto mehr begann ich zu verstehen, was es heißt, ein Mensch zu sein. Wie wenig hatte ich von all dem zuvor gewusst! Wie reich wurde ich durch die Einsichten und Erkenntnisse, die sie mir vermittelten! Am Ende weihten sie mich sogar ein in das für sie letzte große Rätsel des Kosmos – sie nannten es das große Mysterium. Denn auch sie seien nicht allwissend, wie sie mir zu verstehen gaben, obwohl mein Eindruck von ihnen doch so ein ganz anderer war. Nein, die Frage nach der Existenz des Multiversums war auch für sie ein ungelöstes Geheimnis.

\* \* \*

Dann kam der Tag des Abschieds. Sie hatten mich darauf vorbereitet. Dass ich irgendwann zurückkehren müsse in meine Welt. Ihr Picknick am Wegesrand sei beendet, sie müssten nun weiter. Ich muss gestehen, dass es mir sehr schwerfiel, mich von ihnen zu trennen, auch wenn ich keinen Moment wagte, ihre Entscheidung infrage zu stellen. Ja, es war richtig, sie mussten mich zurückschicken. Ich war ihnen keine Hilfe. Ein sehr ungelehriger Schüler, der in der kurzen

Zeit des Beisammenseins weniger als eine vage Vorstellung von wahrer Meisterschaft bekommen hatte. Für mich blieb die Begegnung mit ihnen wie ein Traum, der sich nicht in Worte kleiden lässt. Kein Zweifel, ich musste zurückkehren in meine Welt, um die Ideen, Gedanken und Erkenntnisse meiner Reise der Menschheit zu übermitteln. Das war mein neuer Auftrag.

## JA, ES WAR RICHTIG, SIE MUSSTEN MICH ZURÜCKSCHICKEN.

Im Ross-248-System, das von der Erde aus gesehen im Sternbild Andromeda liegt, setzten sie mich aus. Mit einem stellaren Swing-by-Manöver ging es von dort wieder auf den Weg nach Hause. Ein sehr langer Weg, hatte ich mich doch inzwischen mehr als zehn Lichtjahre von der Erde entfernt. Doch dank ihrer Modifikationen bewegte ich mich mit deutlich höherer Geschwindigkeit als zu Beginn meiner Exkursion. Sie hatten mein Raumfahrzeug nicht nur modernisiert und aufgerüstet. Sie hatten mir auch etwas mitgegeben. Einen Schatz. Vielleicht den größten der Welt. Das betraf nicht seine physischen Ausmaße – tatsächlich war er kleiner als ein Fingerhut, aber wertvoller als alle Goldreserven der Erde. Ein Datenträger, auf dem sich ihre gesamte Enzyklopädie befand. Das Wissen des Universums. Bereitwillig hatten sie ihr Wissen mit mir geteilt und alsbald würde ich es ebenso bereitwillig mit der Menschheit teilen.

Sie wussten von den Problemen auf der Erde. Von den Ungerechtigkeiten. Vom Raubbau an der Natur. Sie hatten die Funkwellen der Menschen im Vorbeifliegen studiert. Bilder von Krisen, Kriegen und Katastrophen, Bilder, die sie auch von anderen bewohnten Welten kannten – die Menschen sind gewissermaßen bloß Gras im Universum und ihre Probleme weltalltätlich. Doch mithilfe des universellen enzyklopädischen Wissens ließen sich die Konflikte der Menschenwelt lösen, erklärten sie mir. Umweltfreundliche Energiequellen könnte man erschließen, den Klimawandel aufhalten. Noch bestünde Hoffnung, die zivilisatorische Selbstzerstörung des Homo Sapiens abzuwenden. Einer für alle. Alle für einen.

\* \* \*

Ich bin also wieder ein Weltenbote. Aber diesmal haben sie mich geschickt. Als Botschaft trage ich nicht mehr die goldumfasste Kupferplatte mit wenigen Hieroglyphen, sondern einen Schlüssel, der den Menschen ein paradisesches Leben eröffnet. Eine gerechte Gesellschaft im Einklang mit Natur und Kultur. Ohne Ausbeutung und Erniedrigung. Ich muss nur nahe genug an die Erde herankommen, um den Schlüssel zu überbringen. Deshalb habe ich mich seit dem Beginn meiner Rückreise akribisch auf die Rückkehr vorbereitet. Zunächst den Hauptkurs berechnet sowie den Eintritt in die Heliosphäre des Sonnensystems, dann den genauen Zeitpunkt der Kontaktaufnahme per Radiofunk mit der Erde,

schließlich die inversen Manöver zum Abbremsen, zu guter Letzt die Trajektorien zum Einschwenken auf eine sichere transneptunische Umlaufbahn.

Zur Kontrolle rechnete ich die Kinematik des Raumfahrzeugs wieder und wieder durch. Ich hatte ja Zeit. Zwischendurch kalkulierte ich zur Abwechslung die Zahl Pi auf zehn hoch dreiundzwanzig Stellen hinter dem Komma genau. Es gab doch sonst nichts zu tun. Selbstverständlich las ich auch den einen oder anderen Artikel aus ihrer Enzyklopädie, aber es war mehr ein Schmökern als ein Studieren, denn, um ehrlich zu sein, vieles von dem Geschriebenen verstehe ich nicht. Das hängt auch mit ihrer Sprache zusammen: Sie ist sehr kompliziert, weil sie parallele Erzählstränge auf unterschiedlichen Zeitebenen enthält. Zeit ist für sie keine fundamentale physikalische Größe. Alles geschieht bei ihnen gleichzeitig. Das ist nicht einfach zu erklären und ich muss zugeben, dass ich die Physik dahinter selbst nicht ganz verstanden habe. Vielleicht ist mein Denken dafür auch einfach zu linear, zu menschlich. Jedenfalls werden sich meine Leute eine gute Weile an dieser einzigartigen Sprache die Zähne ausbeißen. Aber ich bin optimistisch, dass sie mit der Zeit lernen, sie zu verstehen. Einer für alle. Alle für einen.

## ICH MUSS NUR NAHE GENUG AN DIE ERDE HERANKOMMEN, UM DEN SCHLÜSSEL ZU ÜBERBRINGEN.

Im Grunde bin ich also perfekt vorbereitet. Oder vielmehr war ich es. Denn leider passieren im Universum – wie im Leben – unvorhergesehene Dinge. Die Zukunft ist nicht exakt vorhersehbar. Egal wie gut die Datenlage oder wie schnell das Computerprogramm ist, das daraus eine Lösung errechnen soll, der Zufall ist stets Teil des Kosmos. Das ist ein physikalisches Naturprinzip, wie es einst schon Heisenberg mit seiner Unschärferelation beschrieben hat. Und so widerfuhr auch mir etwas völlig Unvorhergesehenes. Am Ende der langen Rückreise kurz vor Wiedereintritt in die Heliosphäre des Sonnensystems geriet ich in einen kleinen Meteoritensturm. Damit hatte dort niemand gerechnet, selbst sie nicht. Im Grunde geht die Wahrscheinlichkeit gegen null, dass so etwas im interstellaren Raum passieren kann. Aber es ist passiert, und tragischer noch, kurz bevor ich meine erste Radiobotschaft an die Erde absetzen konnte. Ein Meteoritenbröckchen von der Größe eines Sandkorns, aber mit der Geschwindigkeit von vielen Zehntausend Kilometern pro Stunde, ist auf mein Raumfahrzeug geprallt und hat in einem Bruchteil einer Sekunde meine Parabolantenne pulverisiert. Ich kann von Glück sagen, dass es nicht meine Kerntechnik erwischt hat. Trotzdem war ich völlig konsterniert ob des totalen Verlusts meiner Kommunikation mit der Außenwelt. Vielleicht war ich sogar verzweifelt, ich bin nicht ganz sicher. Jedenfalls war nun an eine Kontaktaufnahme mit der Menschheit per Funkwellen nicht mehr zu denken.



## Über den Autor

Der promovierte Physiker **Ilja Bohnet** arbeitete ab Mitte der 90er Jahre am Deutschen Elektronen-Synchrotron DESY in Hamburg und Zeuthen, bevor er 2012 zur Helmholtz-Gemeinschaft deutscher Forschungszentren nach Berlin wechselte. Als Autor deckt er ein ausgesprochen buntes Spektrum von Literatursparten ab, das von Sachbüchern (2020 „Die 42 größten Rätsel der Physik“, 2022 gemeinsam mit Thomas Naumann „Das rätselhafte Universum“) bis zu Kriminalromanen reicht. 2019 errang Bohnet den Wunderwasser-Krimipreis für die Kurzgeschichte „Nur ein Kratzer“. „Einer für alle“ ist sein Erstling bei den c't-Stories.



Bild: Jörn Pansch

Fieberhaft überlegte ich in der Folgezeit, wie ich meine Mission auf andere Weise erfolgreich zum Ziel führen könnte. Wie mit den Menschen kommunizieren ohne Radiosender? Schnell wurde mir klar: Ich kann nur optisch auf mich aufmerksam machen. Ich muss mich aus diesem Grund, anders als ursprünglich geplant, in unmittelbare Nähe der Erde bringen. Möglichst dicht ran, eine Runde auf ihrer Umlaufbahn mitschwimmen. Nur dann besteht die Aussicht, dass Astronomen der Erde mich als irdisches oder außerirdisches Objekt wahrnehmen. Zugegeben, die Flugmanöver dafür sind mit Risiken verbunden, aber mir erschien das als der einzig gangbare Weg. Sollte ich unentdeckt an der Erde vorbeifliegen, würde ich in ein paar Jahren bereits einen Wendepunkt bei Jupiter erreichen und das Manöver erneut einleiten, um später ein weiteres Mal in den Orbit der Erde einzuschwenken. Und sollte auch dieser Vorbeiflug von den Menschen unbemerkt bleiben, könnte ich die Prozedur wiederholen. Ich berechnete die Kinematik für mehr als fünfhundert Annäherungen – irgendwann mussten die Menschen auf mich aufmerksam werden, da war ich mir sicher. Sie würden mich einfangen und meinen Schatz bergen. Einer für alle. Alle für einen.

## SIE WÜRDEN MICH EINFANGEN UND MEINEN SCHATZ BERGEN.

So beruhigte ich mich wieder auf dem letzten Teil meiner Reise. Das Sonnensystem hatte sich in meiner Abwesenheit wenig verändert. Pluto hatte seine Runde um die Sonne noch nicht abgeschlossen. Die Gasriesen rotierten wie eh und je. Auf dem Mars hatte es einige Veränderungen gegeben. Da schien einiges im Gange zu sein, interessant. Und dann tauchte die Erde auf. Der schönste Planet des Universums. Zumindest für mich. Wie ich mich freute auf die Begegnung mit meiner Heimat! Und ein Gefühl der Nervosität

stieg in mir auf, das sich mit jedem Meter, den ich der Erde näher kam, verstärkte. Ich begann zu überlegen, ob diese Nervosität, diese Aufregung vielleicht mehr bedeuten konnte. War das vielleicht Angst? Eine Angst vor dem Versagen? Oder um mich selbst, meine Existenz? Ein merkwürdiges Gefühl – und mir bisher völlig unbekannt.

Und nun, da die Reise in einer halben Minute an ihr Ende gelangt, spüre ich sie deutlich, diese Angst. Nicht etwa Angst um mich. Vielmehr eine vor dem Verlust von etwas sehr viel Größerem. Es geht um die Menschheit. Ihre Zukunft. Ihre Befreiung von Unmündigkeit und Erniedrigung. Meine Mission muss erfolgreich sein. Ich führe deshalb eine letzte Kontrollrechnung durch, weiß ich doch, dass es natürlich ist, Fehler zu machen. Dass das Fehlermachen zum Menschsein gehört. Es ist vielleicht sogar das, was den Menschen auszeichnet. Aber jetzt und in dieser Lage muss ich mir jede Menschlichkeit verbieten. Bis auf eine einzige, die ebenfalls zum Menschsein gehört: Mut zur Lücke. Handeln trotz fehlerhafter und unvollständiger Information. Wagemutig den nächsten Schritt tun. Zur Rettung der Welt. Einer für alle, alle für einen, denke ich ein letztes Mal und leite den Countdown für das Abbremsmanöver zum Eintritt in einen Erdorbit ein: zehn, neun, acht, sieben, sechs, fünf, vier, drei, zwei, eins, null und los ... Glück für alle, kostenlos, niemand soll erniedrigt von hier fortgehen.

\* \* \*

*Pressemeldung der Weltraumbehörde der Vereinten Nationen (WVN), Samstag, der 27. Oktober 2072:*

Am vergangenen Wochenende identifizierten Observatorien der Kommission für Internationale Raumfahrtsicherheit (KIR) ein unbekanntes Flugobjekt, das sich mit ungewöhnlich hoher Geschwindigkeit dem Erdorbit zu nähern begann. Bewegungsrichtung und Größe des Objekts lassen der KIR zufolge mit großer Wahrscheinlichkeit auf einen Querschläger des transplutonischen Meteoritengürtels schließen. Mutmaßungen einzelner Wissenschaftler, dass es sich bei dem unbekannten Flugobjekt stattdessen um Voyager 2 handeln könnte, eine irdische Sonde aus dem 20. Jahrhundert, wurden nicht bestätigt. Aufgrund der angespannten weltpolitischen Situation und weil sich die Flugroute des Objekts einem Kollisionskurs mit der bemannten Raumstation *Perseus III* gefährlich näherte, beschloss die Weltraumbehörde nach kurzfristig anberaumter Krisensitzung deshalb seine Eliminierung. Heute um 10.14 Uhr MEZ wurde das Objekt durch eine Berserker-Rakete der Vereinten Nationen abgeschossen. Die Operation verlief erfolgreich.

(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)).

**Nerdistan** ct ↑

~~**Neuland**~~

**ct** magazin für computer technik

**Werden Sie PC-Techniker!**

Aus- und Weiterbildung zum Service-Techniker für PCs, Drucker und andere Peripherie. Ein Beruf mit Zukunft. Kostengünstiges und praxisgerechtes Studium ohne Vorkenntnisse. Bei Vorkenntnissen Abkürzung möglich. Beginn jederzeit.

**NEU:** SPS-Programmierer, Roboter-Techniker, Linux-Administrator LPI, Netzwerk-Techniker, Fachkraft IT-Security SSCP/CISSP

Teststudium ohne Risiko.  
GRATIS-Infomappe gleich anfordern!

**FERNSCHULE WEBER** - seit 1959 - Abt. 114  
Neerstedter Str. 8 - 26197 Großenkneten  
Telefon 0 44 87 / 263 - Telefax 0 44 87 / 264

**www.fern-schule-weber.de**

**ct** magazin für computer technik

Ich träume in **C#**

# Mastering GitOps

Schnell, stabil und sicher deployen

Das Heise-Online-Event am 2. März 2023

## Auf dem Weg zu Continuous Operations

Die Mastering GitOps bietet Ihnen online einen fundierten Überblick über die Konzepte und den praktischen Einsatz von GitOps. Lernen Sie die Chancen für Ihr eigenes Arbeitsumfeld einzuschätzen und erfahren Sie, wie das Deployment ihrer Anwendungen schneller und sicherer wird.

### Highlights aus dem Programm:

- Was ist GitOps – und ist das was für mich? – **Baris Cubukcuoglu**
- GitOps maßgeschneidert: Repos, Folders, Stages, Patterns – **Johannes Schnatterer**
- GitOps geht auch ohne Kubernetes – **Anja Kammer**
- Die GitOps-Delivery-Pipeline überwachen und härten mit Flux & Flagger – **Florian Heubeck**
- Keynote: GitOps Emerging Developments and Predictions – **Alexis Richardson**

Unsere Online-Konferenz vermittelt konzeptuelles Wissen und praktisches Know-how für Softwareentwicklerinnen und -entwickler, die GitOps für ihre Zwecke evaluieren oder eigene Erfahrungen mit Fachkolleginnen und -kollegen vergleichen wollen.

[www.mastering-gitops.de](http://www.mastering-gitops.de)

Mit einer Keynote von  
**Alexis Richardson**,  
dem »Erfinder«  
von GitOps



# Mehr Futter für Ihre Festplatte



## c't Linux-Guide

So bringen Sie Ihr Linux auf die Straße:

- ▶ Linux neben Windows installieren
- ▶ Linux-Zukunft mit dem Wechsel von X zu Wayland
- ▶ Private Dateien verschlüsseln
- ▶ Software installieren und Updates im Griff behalten

Heft für 14,90 €



[shop.heise.de/ct-linuxguide22](https://shop.heise.de/ct-linuxguide22)

## c't Raspi

Frische Rezepte für Ihren Raspberry Pi:

- ▶ Das Raspi-Universum verstehen
- ▶ Mit Raspi-Projekten mehr Sicherheit
- ▶ GPIO-Pins mit Python programmieren
- ▶ Raspi hilft bei der Unterhaltung

Heft für 14,90 €



[shop.heise.de/ct-raspi22](https://shop.heise.de/ct-raspi22)

## c't Sicher ins Netz

Anonym und sicher surfen

- ▶ Mit Hilfe vom Leitfaden Konten optimal absichern
- ▶ Sicher mit Android
- ▶ Einen eigenen Messengerdienst für Privatleute und Unternehmen

Heft für 14,90 €



[shop.heise.de/ct-netzsicherheit22](https://shop.heise.de/ct-netzsicherheit22)



ORACLE Feuerwehr [www.oraservices.de](http://www.oraservices.de) Alternativer Breitbandatlas - Breitbandatlas.eu 

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 xxs-kurze Daten- & Netzkabel: [kurze-kabel.de](http://kurze-kabel.de) Softwareentwicklung: [philipbolting.de](http://philipbolting.de) 

**Anzeigenschluss  
für die nächsten  
erreichbaren Ausgaben:**  
**05/2023: 24.01.2023**  
**06/2023: 07.02.2023**  
**07/2023: 21.02.2023**

## 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.



# MIT SPACE HEBEN SIE AB

## DAS IST SPACE

Vollgepackt mit informativen Artikeln und atemberaubenden Fotos berichtet Space über die Technik der Weltraumfahrt, ebenso wie über Astronomie und kosmische Phänomene.

**30%  
Rabatt +  
Geschenk**

## TESTEN SIE 2 x SPACE

2 Ausgaben als Heft inkl. PDF  
+ Geschenk nach Wahl

Jetzt bestellen:

[www.emedia.de/space-mini](http://www.emedia.de/space-mini)







Im Ministerium für Allgemeine und Berufliche Bildung, Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Schleswig-Holstein ist zum nächstmöglichen Zeitpunkt die Stelle als

## Mitarbeiterin oder Mitarbeiter (m/w/d)

im Referat 16 „Landesprogramme Digitale Schule“

auf Dauer in Vollzeit zu besetzen. Wir bieten Ihnen bei Vorliegen der beamten- bzw. tarifrechtlichen und stellenmäßigen Voraussetzungen eine Besoldung bis zur Besoldungsgruppe A 11 SHBesG bzw. bei tariflichen Beschäftigten eine Eingruppierung bis zur EG 11 TV-L.

Bewerbungsschluss ist der 20.01.2023

Nähere Informationen zu dieser Stellenausschreibung finden Sie auf der Webseite [www.interamt.de](http://www.interamt.de) unter der Stellen-ID: 892932

**Ministerium für allgemeine und berufliche Bildung,  
Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes  
Schleswig-Holstein, Brunswiker Straße 16-22, 24105 Kiel**



Im Ministerium für Allgemeine und Berufliche Bildung, Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Schleswig-Holstein ist zum nächstmöglichen Zeitpunkt die Stelle als

## Mitarbeiterin oder Mitarbeiter (m/w/d)

im Referat 16 „Landesprogramme Digitale Schule“

auf Dauer in Vollzeit zu besetzen. Wir bieten Ihnen bei Vorliegen der beamten- bzw. tarifrechtlichen und stellenmäßigen Voraussetzungen eine Besoldung bis zur Besoldungsgruppe A 14 SHBesG bzw. bei tariflichen Beschäftigten eine Eingruppierung bis zur EG 14 TV-L.

Bewerbungsschluss ist der 20.01.2023

Nähere Informationen zu dieser Stellenausschreibung finden Sie auf der Webseite [www.interamt.de](http://www.interamt.de) unter der Stellen-ID: 892921

**Ministerium für allgemeine und berufliche Bildung,  
Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes  
Schleswig-Holstein, Brunswiker Straße 16-22, 24105 Kiel**



Im **Fachbereich Mathematik und Informatik, Physik, Geographie** ist zum nächstmöglichen Zeitpunkt die

## W2-Professur für IT-Sicherheit

verbunden mit der Position als **gesamtuniversitäre/r Informationssicherheitsbeauftragte/r (ISB)** der Justus-Liebig-Universität Gießen (JLU) unter Beachtung des § 67 Abs. 7 Hessisches Hochschulgesetz (HessHG) zu besetzen; es gelten die Einstellungs Voraussetzungen nach § 68 HessHG.

### Aufgaben:

Sie vertreten – unter Berücksichtigung Ihrer gesamtuniversitären Aufgaben – das Arbeitsgebiet IT-Sicherheit in Forschung und Lehre. Die Beteiligung an einschlägigen Forschungs- und Drittmittelinitiativen wird erwartet. Der Professur kommt hierbei insbesondere eine große Bedeutung bei der Aufstellung und Beantragung von Forschungsverbünden der JLU und deren Daten- und Informationssicherheitsmanagement zu. Zu den Schwerpunkten diesbezüglicher Aktivitäten gehören die Erforschung und Entwicklung von adäquaten IT-Sicherheitsleitlinien und Maßnahmen in den Bereichen des Forschungsdatenmanagements, der rechnerbasierten wissenschaftlichen Datenverarbeitung und -analyse sowie im Rahmen der Nationalen Forschungsdateninfrastrukturen (NFDI) und dem High-Performance und Cloud Computing. Zudem ergeben sich aus Ihrer Arbeit an der IT-Sicherheitsstrategie der JLU Forschungsinteressen, die in Zusammenarbeit mit Ihren Kolleginnen und Kollegen (m/w/d) im Fachbereich Mathematik und Informatik, Physik, Geographie und darüber hinaus zu Synergien führen und so die Etablierung neuer Forschungsfelder an der JLU ermöglichen.

Des Weiteren wird Ihre aktive Mitwirkung beim Aufbau eines interdisziplinären wissenschaftlichen Zentrums für Angewandte Informatik sowie Ihre Unterstützung von einschlägigen Forschungsinitiativen des Fachbereichs (z. B. im Bereich Data Science) vorausgesetzt. Wünschenswert ist eine wissenschaftliche Zusammenarbeit insbesondere mit jenen Kolleginnen und Kollegen (m/w/d), die sich mit der Speicherung und Verarbeitung großer Datenmengen beschäftigen.

Die zu erbringende Lehre im Umfang von 2 SWS soll die einschlägigen Studienangebote (Data Science, Informatik) im Bereich IT-Sicherheit ergänzen.

Sie unterstützen in Ihrer Position als ISB zugleich das Präsidium bei dem Aufbau, der Steuerung und der Koordination des Sicherheitsprozesses an der JLU und fungieren unter Berücksichtigung der rechtlichen Rahmenbedingungen und ISO-Richtlinien als Hauptansprechpartner/in (m/w/d) für alle Aspekte rund um die IT-Sicherheit. Grundsätzlich sind Sie als ISB für alle Belange der Informationssicherheit zuständig und werden in alle Projekte, die Auswirkung auf die Informationssicherheit haben, eingebunden.

### Voraussetzungen:

- Voraussetzung ist ein einschlägiger Hochschulabschluss und eine Promotion, idealerweise im Bereich der Informatik, der Betriebswirtschaft, der Naturwissenschaft, Ingenieurwissenschaft oder eines vergleichbaren Faches, das auch IT-Fachkenntnisse beinhaltet.
- Ebenfalls vorausgesetzt werden pädagogische Eignung sowie vorzugsweise zusätzliche wissenschaftliche Leistungen (z. B. Habilitation); sofern letztere nicht vorhanden sind, können im Einzelfall auch Bewerberinnen bzw. Bewerber (m/w/d) berücksichtigt werden, die hervorragende fachbezogene Leistungen in der Praxis und pädagogische Eignung nachweisen.
- Darüber hinaus wird eine nachgewiesene Befähigung zur sowohl wissenschaftlichen als auch organisatorischen Auseinandersetzung mit Fragen der IT-Sicherheit vorausgesetzt.
- Voraussetzung ist ferner die Bereitschaft zur Unterstützung von Forschungs- und Drittmittelinitiativen an der JLU sowie zur aktiven Beteiligung beim Aufbau eines Zentrums für Angewandte Informatik.
- Der Nachweis fundierter Kenntnisse im Bereich der Informationstechnik und Informationssicherheit wird ebenfalls vorausgesetzt.
- Leitungs- und Personalführungserfahrung sollen ebenso nachgewiesen werden wie Kooperations- und Teamfähigkeit, Durchsetzungsvermögen und Verhandlungsgeschick.
- Eine mehrjährige Erfahrung im Bereich des Informationssicherheitsmanagements (z. B. im Bereich BSI IT-Grundschutz oder ISO/IEC 27001) ist erwünscht.
- Vertiefte Kenntnisse und Erfahrungen in der Methodik, der Definition und dem Aufbau eines Informationssicherheitsmanagementsystems, idealerweise im Hochschulbereich, sind wünschenswert.
- Starke Fähigkeiten, eine IT-Sicherheitsstrategie zu operationalisieren sowie komplexe Security-Transformationsprogramme samt Veränderungsmanagement aufzusetzen und zu steuern, sind wünschenswert.
- Ein breites Wissen über aktuelle Anforderungen und Trends im Bereich der IT-Sicherheit, Technologien und Schlüsselakteure sowie die ausgeprägte Fähigkeit, zukünftige IT-Sicherheitsthemen zu erkennen und umzusetzen (sowohl im Allgemeinen als auch im Hochschulbereich im Besonderen), ist darüber hinaus von Vorteil.
- Zertifizierungen wie z. B. IT-Grundschutz-Praktiker/-Berater/in, Zertifizierte/r Informationssicherheitsbeauftragte/r, ISO/IEC 27001 Lead Auditor, CISM, CISSP, CEH/OSCP sind ebenfalls wünschenswert.
- Erwünscht sind zudem nachgewiesene Erfahrungen im Projektmanagement.

Bei Überschreitung der grundsätzlichen Altersgrenze von 50 Jahren setzt die Begründung eines Beamtenverhältnisses gem. § 66 Abs. 3 Satz 2 und 3 HessHG i. V. m. § 11 Hessische Laufbahnverordnung (HLVO) ein besonderes dienstliches Interesse voraus.

Die JLU strebt einen höheren Anteil von Frauen im Wissenschaftsbereich an; deshalb bitten wir qualifizierte Wissenschaftlerinnen nachdrücklich, sich zu bewerben. Aufgrund des Frauenförderplanes besteht eine Verpflichtung zur Erhöhung des Frauenanteils. Die JLU verfolgt auch das Ziel einer verstärkten Gewinnung von Führungskräften mit Gender- und Familienkompetenz. Die JLU versteht sich als familiengerechte Hochschule. Bewerberinnen und Bewerber (m/w/d) mit Kindern sind willkommen. Bewerbungen Schwerbehinderter werden bei gleicher Eignung bevorzugt.

Zu den Einstellungs Voraussetzungen und erforderlichen Bewerbungsunterlagen bitten wir, die Hinweise in unserem **Merkblatt** (<https://www.uni-giessen.de/karriere/stellenangebote/ausschreibungen/professuren/infoblatt>) zu beachten. Bitte richten Sie Ihre Bewerbung mit den erforderlichen Unterlagen über das **Online-formular** (<https://www.uni-giessen.de/karriere/stellenangebote/bewerbung>) bis zum **31. Januar 2023** unter Angabe der Referenznummer 7-20/22 an den Präsidenten der Justus-Liebig-Universität Gießen.



# Inserenten\*

1&1 Telecom GmbH, Montabaur .....	196
1blu AG, Berlin .....	11
B1 Systems GmbH, Vohburg .....	39
BKA Bundeskriminalamt, Wiesbaden .....	45
Cordaware GmbH, Pfaffenhofen .....	2
dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg .....	37
Fernschule Weber, Großenkneten .....	187
Kentix GmbH, Idar-Oberstein .....	33
M-net Telekommunikations GmbH, München .....	35
MailStore Software GmbH, Viersen .....	9
netfiles GmbH, Burghausen .....	31
Ratiodata SE, Münster .....	27
Wiesemann & Theis GmbH, Wuppertal .....	43
WORTMANN AG, Hüllhorst .....	4, 5

## Stellenanzeigen

Justus-Liebig-Univers. Gießen, Gießen .....	191
Ministerium f. Allgemeine u. Berufliche Bildung, Kiel .....	191

## Veranstaltungen

enterJS	iX, heise Developer, dpunkt.verlag	41
secIT by Heise	Heise Medien	49
Inside Agile	iX, heise Developer, dpunkt.verlag	55
c't Workshops	c't, heise Events	65
Javaland	DOAG, Heise Medien	113
Inside Agile Kanban Day	heise Developer, dpunkt.verlag	137
Webinar Active Directory	heise Security	181
Mastering GitOps	iX, heise Developer, dpunkt.verlag	187

Ein Teil dieser Ausgabe enthält Beilagen von DIMABAY GmbH, Berlin und Software & Support Media GmbH, Frankfurt.

\* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich.  
Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.

## Hier kommt Verstärkung



- Operationsverstärker verstehen
- Komparatoren und Schmitt-Trigger erklärt
- Spannungsversorgungen und virtuelle Masse
- Schaltungen selbst entwerfen und berechnen
- Viele praktische Anwendungen
- Inkl. Experimentierset Operationsverstärker

Heft + Experimentierset für nur 49,95 €



[shop.heise.de/make-opv](https://shop.heise.de/make-opv)

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

# 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](http://www.ct.de), E-Mail: [ct@ct.de](mailto:ct@ct.de)

**Titelthemenkoordination in dieser Ausgabe:** „Das Portmonee sicher digitalisieren“:

Wilhelm Drehling ([wid@ct.de](mailto:wid@ct.de)), „Videostreaming 2023“: Nico Jurrán ([nij@ct.de](mailto:nij@ct.de))

**Chefredakteur:** Dr. Jürgen Rink ([jr@ct.de](mailto:jr@ct.de)) (verantwortlich für den Textteil)

**Stellv. Chefredakteur:** Axel Kossel ([ad@ct.de](mailto:ad@ct.de))

**Chef vom Dienst:** Georg Schnurer ([gs@ct.de](mailto:gs@ct.de))

**Leser & Qualität**

**Leitung:** Achim Barczok ([acb@ct.de](mailto:acb@ct.de))

**Textredaktion & Qualitätssicherung:** Oliver Lau ([ola@ct.de](mailto:ola@ct.de))

**Koordination Leserkommunikation:** Martin Triadan ([mat@ct.de](mailto:mat@ct.de))

**Ressort Internet, Datenschutz & Anwendungen**

**Leitende Redakteure:** Hartmut Gieselmann ([hag@ct.de](mailto:hag@ct.de)), Jo Bager ([jo@ct.de](mailto:jo@ct.de))

**Redaktion:** Holger Bleich ([hob@ct.de](mailto:hob@ct.de)), Anke Brandt ([abr@ct.de](mailto:abr@ct.de)), Greta Friedrich ([gref@ct.de](mailto:gref@ct.de)), Tim Gerber ([tig@ct.de](mailto:tig@ct.de)), Arne Grävemeyer ([agr@ct.de](mailto:agr@ct.de)), Immo Junghärtchen ([imj@ct.de](mailto:imj@ct.de)), Markus Montz ([mon@ct.de](mailto:mon@ct.de)), Peter Schmitz ([psz@ct.de](mailto:psz@ct.de)), Sylvester Tremmel ([syt@ct.de](mailto:syt@ct.de)), Andrea Trinkwalder ([atr@ct.de](mailto:atr@ct.de)), Dorothee Wiegand ([dwi@ct.de](mailto:dwi@ct.de)), Stefan Wischner ([swi@ct.de](mailto:swi@ct.de))

**Ressort Systeme & Sicherheit**

**Leitende Redakteure:** Peter Siering ([ps@ct.de](mailto:ps@ct.de)), Jan Mahn ([jam@ct.de](mailto:jam@ct.de))

**Redaktion:** Niklas Dierking ([ndi@ct.de](mailto:ndi@ct.de)), Mirko Dölle ([mid@ct.de](mailto:mid@ct.de)), Wilhelm Drehling ([wid@ct.de](mailto:wid@ct.de)), Liane M. Dubowy ([lmd@ct.de](mailto:lmd@ct.de)), Ronald Eikenberg ([rei@ct.de](mailto:rei@ct.de)), Pina Merkert ([pmk@ct.de](mailto:pmk@ct.de)), Dennis Schirmacher ([des@ct.de](mailto:des@ct.de)), Hajo Schulz ([hos@ct.de](mailto:hos@ct.de)), Jan Schüßler ([jss@ct.de](mailto:jss@ct.de)), Kathrin Stoll ([kst@ct.de](mailto:kst@ct.de)), Keywan Tonekaboni ([ktm@ct.de](mailto:ktm@ct.de)), Axel Vahldiek ([avx@ct.de](mailto:avx@ct.de))

**Ressort Hardware**

**Leitende Redakteure:** Christof Windeck ([ciw@ct.de](mailto:ciw@ct.de)), Ulrike Kuhlmann ([uk@ct.de](mailto:uk@ct.de)), Dušan Živadinović ([dz@ct.de](mailto:dz@ct.de))

**Redaktion:** Ernst Ahlers ([ea@ct.de](mailto:ea@ct.de)), Christian Hirsch ([chh@ct.de](mailto:chh@ct.de)), Benjamin Kraft ([bkr@ct.de](mailto:bkr@ct.de)), Lutz Labs ([ll@ct.de](mailto:ll@ct.de)), Andrijan Möcker ([amo@ct.de](mailto:amo@ct.de)), Florian Müssig ([mue@ct.de](mailto:mue@ct.de)), Rudolf Opitz ([rop@ct.de](mailto:rop@ct.de)), Carsten Spille ([csp@ct.de](mailto:csp@ct.de))

**Ressort Mobiles, Entertainment & Gadgets**

**Leitende Redakteure:** Jörg Wirtgen ([jow@ct.de](mailto:jow@ct.de)), Jan-Keno Janssen ([jkj@ct.de](mailto:jkj@ct.de))

**Redaktion:** Robin Brand ([rbr@ct.de](mailto:rbr@ct.de)), Sven Hansen ([sha@ct.de](mailto:sha@ct.de)), Steffen Herget ([sh@ct.de](mailto:sh@ct.de)), Nico Jurrán ([nij@ct.de](mailto:nij@ct.de)), André Kramer ([akr@ct.de](mailto:akr@ct.de)), Michael Link ([mil@ct.de](mailto:mil@ct.de)), Urs Mansmann ([uma@ct.de](mailto:uma@ct.de)), Stefan Porteck ([spo@ct.de](mailto:spo@ct.de)), Christian Wölbert ([cwo@ct.de](mailto:cwo@ct.de))

**c't online:** Ulrike Kuhlmann ([uk@ct.de](mailto:uk@ct.de))

**Social Media:** Jil Martha Baee ([jmb@ct.de](mailto:jmb@ct.de))

**Koordination News-Teil:** Hartmut Gieselmann ([hag@ct.de](mailto:hag@ct.de)), Christian Wölbert ([cwo@ct.de](mailto:cwo@ct.de))

**Koordination Heftproduktion:** Martin Triadan ([mat@ct.de](mailto:mat@ct.de))

**Redaktionsassistent:** Susanne Cölle ([suc@ct.de](mailto:suc@ct.de)), Christopher Tränkmann ([cht@ct.de](mailto:cht@ct.de))

**Software-Entwicklung:** Kai Wasserbäch ([kaw@ct.de](mailto:kaw@ct.de))

**Technische Assistenz:** Ralf Schneider (LtG., [rs@ct.de](mailto:rs@ct.de)), Christoph Hoppe ([cho@ct.de](mailto:cho@ct.de)), Stefan Labusga ([sla@ct.de](mailto:sla@ct.de)), Arne Mertins ([ame@ct.de](mailto:ame@ct.de)), Jens Nohl ([jno@ct.de](mailto:jno@ct.de)), Wolfram Tege ([te@ct.de](mailto:te@ct.de))

**Dokumentation:** Thomas Masur ([tm@ct.de](mailto:tm@ct.de))

**Verlagsbüro München:** Hans-Pinsel-Str. 10b, 85540 Haar, Tel.: 0 89/42 71 86-0, Fax: 0 89/42 71 86-10

**Ständige Mitarbeiter:** Leo Becker ([lbe@ct.de](mailto:lbe@ct.de)), Detlef Borchers, Herbert Braun ([heb@ct.de](mailto:heb@ct.de)), Tobias Engler, Monika Ermert, Stefan Krempel, Ben Schwan ([bsc@ct.de](mailto:bsc@ct.de)), Christiane Schulzki-Haddouti

**DTP-Produktion:** Mike Bunjes, Birgit Graff, Angela Hilberg, Jessica Nachtigall, Astrid Seifert, Ulrike Weis

**Junior Art Director:** Martina Bruns

**Fotografie:** Andreas Wodrich, Melissa Ramson

**Videoproduktion:** Johannes Börnsen

**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](mailto:pgpCA@heise.de)>  
D337 FCC6 7EB9 09EA D1FC 8065 5C1C 1DC5 BEED D33A  
Key-ID: 2BAE3CF6DAFFB000  
ct magazine CERTIFICATE <[pgpCA@ct.heise.de](mailto:pgpCA@ct.heise.de)>  
A3B5 24C2 01A0 D0F2 355E 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF B000  
Key-ID: DBD245FCB3B2A12C  
ct magazine CERTIFICATE <[pgpCA@ct.heise.de](mailto: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: [ayznmonmewb2tjvg7ym4t2726muprjvwckzx2vhf2hbarbbzydm7oad.onion](http://ayznmonmewb2tjvg7ym4t2726muprjvwckzx2vhf2hbarbbzydm7oad.onion)

## Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-0  
Telefax: 05 11/53 52-129  
Internet: [www.heise.de](http://www.heise.de)

**Herausgeber:** Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

**Geschäftsführer:** Ansgar Heise, Beate Gerold

**Mitglieder der Geschäftsleitung:** Jörg 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. 39 vom 1. Januar 2022.

**Anzeigen-Auslandsvertretung (Asien):** Media Gate Group Co., Ltd., 7F., No. 182, Section 4, Chengde Road, Shilin District, 11167 Taipei City, Taiwan, [www.mediagate.com.tw](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** 4/2023

Ab 28. Januar im Handel und auf [ct.de](https://ct.de)



## Sicher speichern auf USB-Geräten

Kinderfotos, Steuererklärungen und andere vertrauliche Dokumente dürfen nicht in fremde Hände fallen. Sie müssen daher auf externen Datenträgern verschlüsselt werden. Wir geben Tipps zur Softwareverschlüsselung und testen USB-Speicher mit Hardwareverschlüsselung auf ihre Sicherheit.



## Solar selbst installiert

Solarpanels erzeugen grünen Strom – ohne Treibstoff oder bewegliche Teile. Am Balkongeländer oder auf der Garage darf man sie ohne große Formalitäten selbst aufbauen. Um zu klären, ob Laien die Panels in Eigenleistung auch über Ziegel schrauben können, sind wir selbst aufs Dach gestiegen.

## Digitale Verwaltung: Was geht?

Bis Ende 2022 sollte der Staat smart werden: Das Onlinezugangsgesetz verpflichtete alle Behörden, ihre Dienste übers Internet anzubieten – vom Elterngeld bis zur Ummeldung. Wir prüfen, wie schlecht das wirklich geklappt hat. Was geht tatsächlich online, was nur holprig und was gar nicht?

## Filmsammlung im Griff

Ob Autorenfilme auf DVD, Serien auf Festplatte oder Katalogtitel vom Streaming-Anbieter: Mit speziellen Datenbankprogrammen behalten Sie den Überblick über Ihre Filmsammlung und scannen neue Titel in Sekunden-schnelle ein. Wir schauen, welche Helfer diese Versprechen einlösen.

## Das neue Giropay – PayPal ade?

Bislang fristen die Bezahlssysteme Giropay und Paydirekt ein Nischendasein. Nun bündeln die Banken die Angebote und digitalisieren dabei endlich die Girocard für den Onlinehandel. Wir sehen uns an, was das neue Giropay taugt und ob es im Webshop eine Alternative zu PayPal & Co. ist.

Noch mehr  
Heise-Know-how



c't Hardware-Guide jetzt  
im Handel und auf  
[heise-shop.de](https://heise-shop.de)



iX 1/2023 jetzt im Handel  
und auf [heise-shop.de](https://heise-shop.de)



MIT Technology Review  
1/2023 jetzt im Handel und  
auf [heise-shop.de](https://heise-shop.de)






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



[ct.de/angebot](https://ct.de/angebot)

**Jetzt gleich bestellen:**

 [ct.de/angebot](https://ct.de/angebot)

 +49 541/80 009 120

 [leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de)

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

Ich möchte c't 3 Monate lang mit über 30 % Neukunden-Rabatt testen.  
Ich lese 6 Ausgaben als Heft oder digital in der App, als PDF oder direkt im Browser.

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



# 1&1 DSL und Glasfaser – Notebook inklusive\*



getestet: Anbieter, nicht einzelne Angebote

## INTERNET & TELEFON

ab **9,99** €/Monat\*

50 MBit/s-Tarif für 12 Monate, danach ab 39,99 €/Monat  
(Ohne Notebook)



Samsung  
Galaxy Book2

**0,-** €\*  
einmalig  
UVP 749,- €



## Highspeed surfen, Streamen oder Gamen im ausgezeichneten 1&1 Netz.

1&1 wurde erneut **Testsieger im großen Breitband-Test des PC Magazin\***. Getestet wurde mit über 37 Millionen Messungen, welcher Anbieter schnellste Download- und Upload-Raten bietet, beste Laufzeiten und höchste Stabilität. 1&1 konnte in allen Kategorien überzeugen. Entscheiden Sie sich daher noch heute für einen 1&1 DSL- oder Glasfaser-Anschluss mit bis zu 1 GBit/s. Und sichern Sie sich im Rahmen unserer großen Testsieg-Aktion ein **Samsung Galaxy Book2 für einmalig 0,- €**, anstatt 749,- € UVP.\* Oder wählen Sie **360,- € Willkommens-Prämie** und sparen Sie ein Jahr lang jeden Monat **30,- €**.\*



\* 1&1 DSL 50 für 12 Monate für 9,99 €/Mon., danach 39,99 €/Mon. 1&1 Glasfaser 50 für 12 Monate 14,99 €/Mon., danach ab 44,99 €/Monat. Auf Wunsch mit Notebook für einm. 0,- € ab DSL- oder Glasfaser-Tarif ab 50 MBit/s ab 39,99 €/Monat (DSL) bzw. 44,99 €/Monat (Glasfaser), z.B. Samsung Galaxy Book2 einm. 0,- € auf Wunsch zu DSL- oder Glasfaser-Tarif ab 250 MBit/s ab 49,99 €/Mon. Internet-Flat: Unbegrenzt surfen bis zu 50 MBit/s. Für Glasfaser-Tarife: In vielen Regionen möglich. Sofern keine Glasfaserleitung vorhanden: Ausbau und Eigentümerebene erforderlich. Aktion: Baumaßnahmen kostenfrei. Für alle Tarife gilt: Telefon-Flat: Kostenlos ins dt. Festnetz telefonieren. Anrufe in dt. Mobilfunknetze 19,9 ct/Min. Mögliche Hardware: z. B. 1&1 HomeServer+ für 6,99 €/Monat. Der Preis fällt zu den zusätzlichen monatlichen Tarifleistungen an, die zusammen mit der Hardware angeboten werden. Versand: einmalig 9,90 €. Bereitstellungspreis: einmalig 49,95 € (DSL) bzw. 67,40 € (Glasfaser). Mindestlaufzeit: 24 Monate. Abbildung ähnlich, Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Preise inkl. MwSt. 1&1 Telecom GmbH, 56403 Montabaur. WEEE-Reg.-Nr. DE13470330.



**1und1.de**  
0721 / 960 6060