



# Strom sparen mit smarter Technik

Kosten senken • Energie optimal nutzen • Stromfresser entlarven

## TEST

Farblaserdrucker fürs Büro  
Software optimiert Kopfhörerklang  
Oral-B mit 3D-Zahn-Tracking  
Günstiger Mini-Barebone NUC11  
Markdown-Texteditoren

## Kinderschutz für Android & iOS

Optimal einrichten auf Smartphone und Tablet

## Windows 11: 22H2-Update getestet

Mehr Sicherheit, einheitlichere Optik, besseres Startmenü

## FOKUS

Extremwetter: Vorhersage per Supercomputer  
Elektronisches Bezahlen: Debitkarten im Vergleich  
Bildersammlungen in macOS verwalten  
Industrial Metaverse: Fertigen mit Datenbrille  
Das Rennen um Post-Quantum-Kryptografie

## AMD-CPU Ryzen 7000 im Test

Schneller als Intels Core i-12000 • Die AM5-Plattform im Überblick



€ 5,90  
AT € 6,50 | LUX, BEL € 6,90  
NL € 7,20 | IT, ES € 7,40  
CHF 9,90 | DKK 64,00



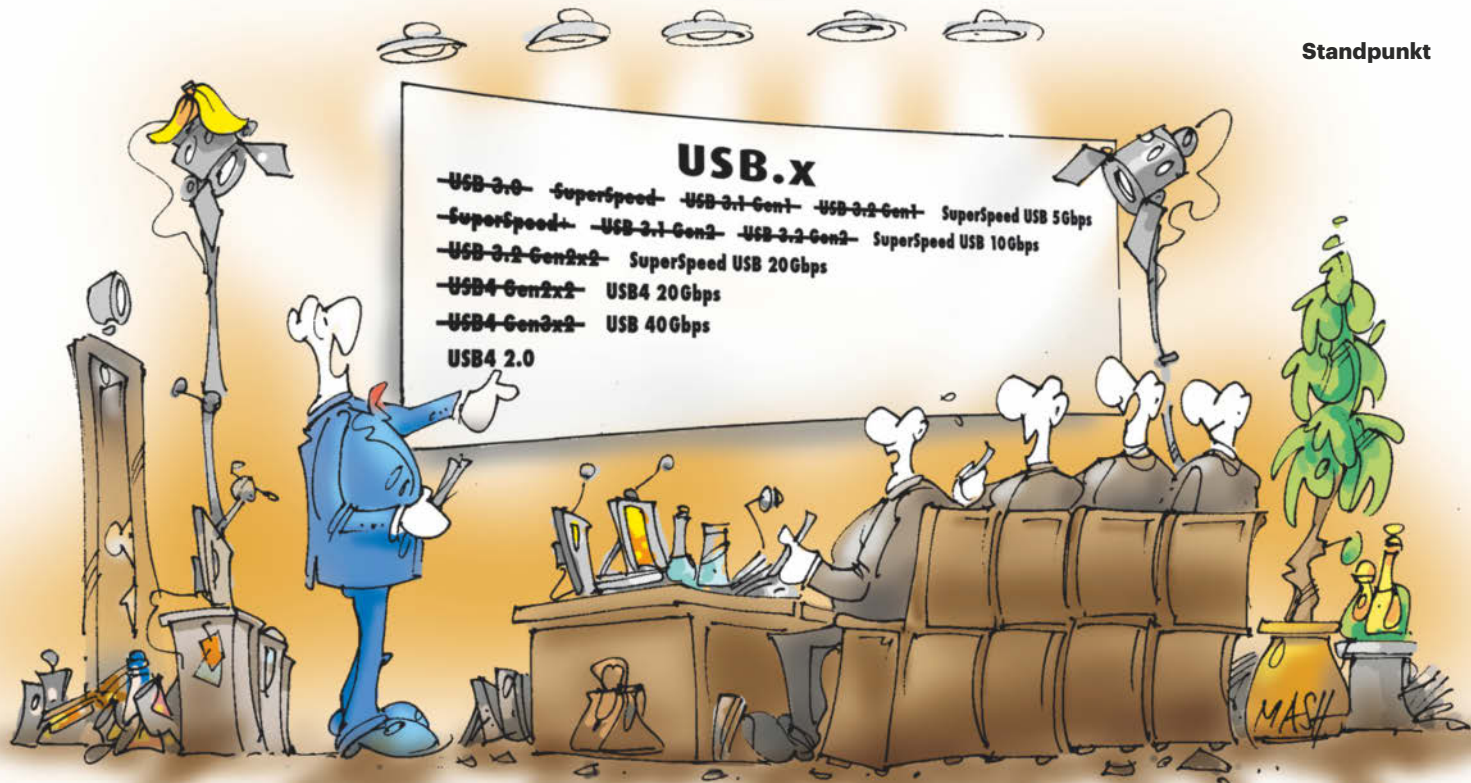


# MACHT'S EINFACH!

WLAN soviel Du willst



[avm.de/einfach](https://avm.de/einfach)



## USB-Namen: Unfassbar! Sinnfrei! Bescheuert!

Das Industriegremium, das den USB-Standard pflegt, beschert Computernutzern zwar mit jeder neuen USB-Revision einen Geschwindigkeitsschub. Doch bei den zugehörigen Bezeichnungen verzweifeln selbst gestandene c't-Redakteure.

Nicht, dass das jemals einfach gewesen wäre: In den Anfangszeiten von USB musste man Low Speed, Full Speed, Hi-Speed und SuperSpeed auseinanderhalten. Weil die englischen Begriffe nicht eindeutig sind, hantierte alle Welt mit den international verständlichen Versionsnummern USB 1.0 (bis Full Speed), USB 2.0 (Hi-Speed) und USB 3.0 (SuperSpeed).

Dieses einfache Schema hätte man damals mit 4.0 fortführen können. Doch die Verdopplung von 5 auf 10 Gbit/s nannten die USB-Entwickler USB 3.1 (SuperSpeed+). Ein paar Jahre später verdoppelte sich die Maximalgeschwindigkeit erneut; die Spezifikationsverantwortlichen führten ein neues Namensschema ein: Aus der 5-Gbit/s-Stufe USB 3.0 wurde erst USB 3.1 Gen 1 und dann USB 3.2 Gen 1, aus der 10-Gbit/s-Stufe USB 3.1 Gen 2 und später USB 3.2 Gen 2, damit die 20-Gbit/s-Stufe USB 3.2 Gen 2x2 heißen konnte. Die alten SuperSpeed-Namen, die in Datenblättern und auf den Verpackungen von Geräten wie USB-Sticks standen, wurden ausgemustert; stattdessen sollten Nutzer und Firmen jetzt mit den sperrigen Begriffen SuperSpeed USB 5 Gbps, SuperSpeed USB 10 Gbps und SuperSpeed USB 20 Gbps hantieren.

Eine vierte Hauptversion kam auch irgendwann, aber nicht als USB 4.0: USB4 verzichtet auf Leerzeichen und Minor-Revision .0. Der von Thunderbolt übernommene 40-Gbit/s-Modus heißt intern Gen 3x2 und soll offiziell USB4 40 Gbps genannt werden. Nur: Es gibt auch USB4 20 Gbps, und das ist kein neuer Name für SuperSpeed USB 20 Gbps. Als ob Nutzer nach den vorausgegangenen Umbennungsorgien da sofort potenzielle Inkompatibilitäten erkennen würden ...

Und jetzt: Willkommen zu USB4 2.0! Nein, nicht USB 2.0, sondern USB4 2.0 – also die zweite Version von USB4. Neu ist ein 80-Gbit/s-Modus, der USB4 80 Gbps heißt – ganz ohne Generationsgedöns. Wäre ein simples USB5 denn zu viel verlangt gewesen oder eine Rückbesinnung in Richtung USB 4.1?

Ich beuge mich jedenfalls leise kichernd mit verdrehten Augen in Embryonalstellung und arbeite Vorschläge für künftige Revisionen aus. Mein Favorit ist gerade SuperDuper  $\sqrt{u}^{\%}$ .



*Florian Müssig*

Florian Müssig

## Titelthemen

### Strom sparen mit smarterer Technik

- 14 Komfortabel leben** trotz Sparmaßnahmen
- 18 Stromspartipps** für IT, Elektronik und Haushalt
- 24 Energiemonitore** Sechs Zwischenstecker im Test
- 32 Waschmaschine** mit warmem Wasser speisen?

### AMD-CPU Ryzen 7000 im Test

- 56 Mehr Power** AMDs neue Desktop-Prozessoren

### Windows 11: 22H2-Update getestet

- 78 Erstes Funktionsupdate** Was drin steckt

### Kinderschutz für Android & iOS

- 136 Android** Google Family Link konfigurieren
- 140 iOS** Familienfreigabe und Bildschirmzeit

## Aktuell

- 12 Vorratsdatenspeicherung** durch die Hintertür
- 34 Informatik** als Pflichtfach
- 35 Internet** YouTube Shorts, Verbraucherschutz
- 36 Internet** Datenschutz in Office 365
- 37 E-Book-Reader** Kindle mit Schreibfunktion
- 38 Bit-Rauschen** Ryzen 7000, Pentium-Abschied
- 39 Intel Core i-13000K** mit sattem Leistungsplus
- 40 Grafikkarten** mit GeForce RTX 4000
- 41 VR-Headset** Pico 4
- 42 Apple** Unsichere Browser in Apps von Meta
- 43 Forschung** Baudrohnen, Quantenschlüssel
- 44 Netzwerke** 5G-Adapter für USB
- 45 Mailsicherheit** Mangelhaft bei Ärzten
- 46 Online-Werbung** Branche guter Dinge
- 47 Kommunikation** Slack wird spontaner
- 48 3D-Musik** Interview mit Jean-Michel Jarre
- 50 Leser helfen Lesern** Schönes Licht, Lüftung
- 52 Web-Tipps** Erzählen, Lesen, Menschen

## Test & Beratung

- 62 Erste SSD mit USB4** Orico MTQ-40G
- 64 Günstiger Mini-Barebone** NUC11
- 66 Allround-Gamepad** 8BitDo Pro 2
- 66 Traffic-Auswerter** Bitroid Data Monitor
- 67 Wetter-App** mit launigen Vorhersagen
- 68 Gaming-Headset** Sony Inzone H9
- 70 In-Ears** Apple AirPods Pro 2
- 72 Glasfaser-Router** Speedport Smart 4 Plus
- 73 Ethernet over Coax** Kathrein EXI 02 LAN
- 74 Sicherer Browser** LibreWolf
- 76 Linux-Desktop** Gnome 43
- 84 Barebone-PC** Asrock DeskMeet B660
- 86 Oral-B mit 3D-Zahn-Tracking**
- 88 Smart Bike** Urtopia mit Riemenantrieb
- 90 Farblaserdrucker fürs Büro**
- 98 Markdown-Texteditoren**
- 104 Software optimiert Kopfhörerklang**
- 177 Bücher** Podcasting, PHP & MySQL

### 14 Strom sparen mit smarterer Technik



Die hohen Energiepreise spornen zum Sparen an. Wir geben viele Tipps für den gesamten IT-Park und testen Schaltsteckdosen mit Messfunktion, die Ihnen helfen, Stromschlucker erst zu entlarven und dann zu bändigen.



## Wissen

- 112 **Zahlen, Daten, Fakten** Logistik im Onlinehandel
- 114 **E-Payment: Debitkarten im Vergleich**
- 120 **Industrial Metaverse: Fertigen mit Datenbrille**
- 124 **Extremwetter: Vorhersage per Supercomputer**
- 128 **E-Auto als Energiepuffer**
- 132 **Das Rennen um Post-Quantum-Kryptografie**
- 172 **Whistleblower** Rechtssicherheit per Gesetz

## Praxis

- 144 **Bildersammlungen in macOS verwalten**
- 148 **PDF-Bearbeitung** Kostenlos mit PDF2
- 152 **PPPoE** Internet-Zugang nachgebaut
- 158 **APIs analysieren** mit Postman
- 164 **Container** Einführung in Kubernetes
- 170 **Notizen organisieren** mit Wakelet

## Immer in c't

- 3 **Standpunkt** Bescheuerte USB-Namen
- 6 **Leserforum**
- 11 **Schlagseite**
- 54 **Vorsicht, Kunde** Bose versiebt Ohrhörer
- 174 **Tipps & Tricks**
- 178 **FAQ** MS-Office: Gesperrte VBA-Makros
- 182 **Story** Eine brühend heiße Challenge
- 191 **Stellenmarkt**
- 192 **Inserentenverzeichnis**
- 193 **Impressum**
- 194 **Vorschau 23/2022**

### 56 AMD-CPU Ryzen 7000 im Test



Die neuen Ryzen-7000-CPU mit sechs bis sechzehn Kernen sind dank neuer AM5-Mainboards, schnellem DDR5-RAM und mehr Leistungsbudget viel schneller als Intels Core i-12000.



104 **Klangoptimierer** für Kopfhörer



152 **PPPoE** Internet-Zugang nachgebaut

## Zum Verzweifeln

Standpunkt: De-Mail, c't 21/2022, S. 3

Da hat Deutschland ausnahmsweise mal ein gutes IT-Produkt, welches E-Mail in Sachen Datenschutz, Authentizitätsnachweis und nützliche Features meilenweit überlegen ist – und dann bekommt es die Politik trotz all des Geredes um Digitalisierung wieder nicht hin, für dessen Erfolg in der Masse entsprechende Voraussetzungen zu schaffen. Zum Verzweifeln. De-Mail-Pflicht für sämtliche Behörden und größere Unternehmen wäre ein Anfang.

Timm Herbst ✓

## Falsches Zimmer

Wie Betrüger mit Fakt und Fiktion Gebrauchtkäufer abzocken, c't 21/2022, S. 132

Das Vorgehen kommt mir auch von der Zimmersuche meiner Tochter vor einem Jahr sehr bekannt vor. Da war es eine Kleinanzeige zu einer interessanten und erschwinglichen Wohnung. Die Vermieterin sei aus den USA und gerade im Urlaub, aber ihre Tochter meldete sich per WhatsApp und bahnte den Vertragsabschluss an. Sie wirkte nett, schickte Fotos von der Wohnung und von sich und bald auch eine Ausweiskopie. Dann kam der Vertragsentwurf mit der Bitte, auch eine Ausweiskopie zu senden und die Kautions auf das Konto der Mutter in den USA zu überweisen.

Man solle bitte nicht lange warten, weil es mehrere Interessenten gebe. Das haben wir natürlich nicht gemacht, ohne das Zimmer selbst gesehen zu haben. Am Ende war alles falsch: Die Fotos, der Ausweis stammte von einer anderen Geschädigten, die Adresse war echt, aber die Wohnung natürlich nicht zu vermieten und schon gar nicht zu dem Preis.

## Fragen zu Artikeln

✉ Mail-Adresse des Redakteurs am Ende des Artikels

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



Bild: Albert Hulm

Nach unserem Artikel über Betrugsmaschen bei Gebrauchtkäufen in c't 21/2022 berichteten uns einige Leser von ähnlichen Fällen.

Wir haben das bei der Polizei angezeigt – und seitdem außer einem Formschreiben nichts mehr davon gehört.

Leif Zuhn ■

## Nur mit persönlicher Übergabe

Ich suchte einen HiFi-Verstärker, habe ein Angebot in Wohnortnähe gefunden, den Anbieter kontaktiert. Dieser antwortete zügig, wurde aber pampig, weil ich das Gerät mit einer Hörprobe testen wollte, bevor ich es kaufe. Vorbeikommen ging gar nicht, nur Versand gegen Gebühr.

Unter diesen Bedingungen sagte ich ab. Der Anbieter senkte bei eBay Kleinanzeigen innerhalb einer Woche noch zweimal den Preis; dann die Meldung: Ware reserviert. Dann: Verkauft. Zehn Tage später tauchte unter demselben Account das gleiche Angebot wieder auf. Auch hier sinkt der Preis nach einer Woche, um dann nach einigen Tagen weiter im Preis zu sinken und im weiteren Verlauf (wie bereits beschrieben) zu verschwinden.

Dies wiederholte sich zwei weitere Male. Fortsetzung folgt? Ich habe schon vor langer Zeit beschlossen, bei hochwertigen Angeboten nur persönliche Übergabe zu vereinbaren.

MMK ■

## Nicht gut investiert

Glasfaser-Internet: Was Sie über Ausbau, Tarife und Technik wissen sollten, c't 21/2022, S. 16

Ihre Begeisterung zum Glasfaser-Ausbau in allen Ehren: Eine kritische Auseinandersetzung mit einem möglichst effektiven Einsatz von begrenzten Ressourcen (Geld) wäre aber sicher möglich gewesen.

Wir benötigen die Glasfaser. Meiner Meinung nach aber nicht in normalen Wohngebieten. Die Telekom hat mit der Kupfertechnologie sehr gute Arbeit gemacht. Vier Personen mit Amazon Prime HD und Homeoffice inklusive Video sind kein Problem.

Wir alle freuen uns, dass „Tante Erna“ nun subventioniert Glasfaser in den Keller bekommt. Der Wert der Immobilie wird vielleicht steigen. Investitionen in Jugend und Bildung wären mir persönlich lieber.

Sven Krampe ✓

## Wo fliegen?

Wieso Sie mit leichten Mini-Modellen perfekt ins Drohnen-Hobby starten, c't 21/2022, S. 64

Im Artikel heißt es, dass das Überfliegen fremder Grundstücke ohne Einverständnis der Betroffenen verboten ist. Ich verstehe sehr wohl, warum es diesen Passus gibt. Aber wo bitteschön kann man hundert Meter weit fliegen und sich sicher sein, dass man kein Privatgrundstück

# Die neuen exone PCs

- Die kleinsten Standard-PCs aus deutscher Herstellung
- Ressourcenschonend & platzsparend | hochwertig & preiswert
- Neues, modernes Design



## Top Rechenleistung im kleinsten Format für Standard-PCs!

Arbeitsplätze müssen heutzutage flexibel und platzsparend ausgelegt sein.

Gleichzeitig brauchen Ihre Teams leistungsstarke Systeme, mit denen sie ihre Arbeit einfach und gut erledigen können.

Genau das bieten die exone-PCs!



QR-Code scannen  
und mehr erfahren!

[exone.de/produkte/die-neuen-exone-pcs](http://exone.de/produkte/die-neuen-exone-pcs)



**exone®**  
IT für Unternehmen



überfliegt? Schließlich steht an keinem Gelände dran, dass es privat ist.

Ich frage mich, wie man unter dieser Voraussetzung überhaupt einen Drohnenflug absolvieren kann. Das einzige Objekt, von dem ich mir sicher sein kann, wem es gehört, ist eine gewidmete Gemeindestraße. Zumindest fällt mir kein anderes ein. Wenn ich Glück habe, bekomme ich von der Gemeinde eine Genehmigung, deren Straßen überfliegen zu dürfen, um dort starten zu können. Steigt man jetzt genau senkrecht auf, um über dieser Straße zu bleiben, kann man das anliegende private Grundstück genauso gut beobachten, als wenn man die Drohne um einen Meter verrückt und damit über dem Grundstück steht. Im Prinzip kann man also von der Straße aus Privatgrundstücke fotografieren, aber einen Meter daneben nicht mehr.

djxxmanni

## Vorsicht beim Abschießen

Wie Sie sich gegen spionierende Drohnen wehren dürfen, c't 21/2022, S. 74

Ihr Artikel zu den Drohnen und die vielen Nachfragen zum „Abschießen“ haben mich aufhören lassen. Erstens, weil mir auch ständig Fälle und Videos im Netz unterkommen, wo sich Privatleute nicht an diese Regeln halten, zweitens, weil ich selber beruflich betroffen bin und über fremde Grundstücke fliegen muss.

Bevor man auf die Idee kommt, eine Drohne über seinem Grundstück abzuschießen, folgender Hinweis: Blaulichtbehörden (Polizei, Feuerwehr, THW etc.) haben hier Sonderrechte und dürfen dies zur Erfüllung Ihrer Aufgaben. Auch andere Berufsgruppen können von diesem Recht Gebrauch machen. Dachdecker, Vermesser und viele andere können sich bei der Landesluftfahrtbehörde eine Genehmigung zum Überflug von Wohngebieten einholen. Das heißt, wenn ich eine Genehmigung habe und es beruflich erforderlich ist, darf ich über fremde Grundstücke fliegen!

Da man einer Drohne von außen nicht ansieht, ob solch eine Genehmigung vorliegt, sollte man mit einem Abschuss vorsichtig sein. Eine Minimallösung für Betroffene könnte sein, beim zuständigen Ordnungsamt anzurufen. Dort versuche ich mich vor jedem Einsatz anzumelden, sollten Nachfragen von Anwohnern oder der Polizei kommen.

Wolfgang Will

## Raft: Latenz und Zeit

Wie verteilte Systeme dank Raft-Algorithmus zusammenarbeiten, c't 21/2022, S. 146

Zur Aussage im Artikel, administrierbares Raft brauche NTP und eine geringe Latenz: Raft ist laut Thesis asynchron und hat kein Zeitkonzept außer Terms. Terms sind „logical clocks“, die einfach hochzählen, aber keinen Abgleich mit einer Uhr benötigen. Entsprechend kann ein Raft-Cluster (je nach Anwendungsfall) auch ohne Uhrsynchronisation laufen. Die Notwendigkeit für genaue Zeiten und geringe Latenz ergibt sich erst aus der darüberliegenden Anwendung, die aber vermutlich auch von den von Ihnen erwähnten Administratoren betreut wird.

Moritz Weber

## Tastenkürzel im VLC Player

Tipps & Tricks: Musik zum Üben verlangsamen, c't 21/2022, S. 178

Anstelle der recht groben VLC-Optionen „Schneller“ und „Langsamer“ nutze ich „Schneller (fein)“ und „Langsamer (fein)“, die ich mit den Tastenkürzeln Strg+Plus und Strg+Minus belegt habe. Anmerkung: Da ich Französisch kann, habe ich die VLC-Sprache auf Französisch geändert, auf Deutsch funktioniert zum Beispiel Strg+L für Playlist nicht.

Josef Hinteregger

## Kryptowert, nicht -währung

Zahlen, Daten, Fakten, c't 20/2022, S. 136

Sie weisen zu Recht daraufhin, dass die Marktkapitalisierung nur eine fiktive Größe ist. Vor rund einem Jahr betrug diese für Bitcoin mehr als eine Billion US-Dollar, inzwischen nicht einmal mehr die Hälfte.

Meines Erachtens sollte man nicht länger von Kryptowährungen sprechen. Das vermittelt ein falsches Bild und ist in diesem Sinne Gratisreklame. Dabei sind die meisten Systeme (vor allem Bitcoin) viel zu teuer und zu langsam, um damit im Alltag zu bezahlen, verglichen mit den bereits vorhandenen elektronischen Systemen der Banken.

Allenfalls sollte man von Kryptowerten sprechen. Die Mehrheit der Deutschen sieht es meiner Meinung nach zutreffend: Es handelt sich um Spekulation.

## 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>

Vielleicht wäre sogar Glücksspiel ein passenderer Begriff.

Stephan Schlein

## Feuchtigkeit in der Wohnung

Der Weg zur sparsamen und umweltverträglichen Heizung, c't 20/2022, S. 16

Leider fehlt dem Artikel und auch den anderen im Heft der Aspekt, dass mit dem Absenken der Raumtemperatur die Feuchtigkeitsbelastung der Wände steigen kann, was den Dämmwert verschlechtert und die Bildung von Schimmel begünstigt. Interessant wäre eine Strategie, wie man rechtzeitig lüftet – gerne durch Sensorik/IT unterstützt. Und wie man „Cold Spots“ erkennt, die entstehen, wenn Teile der Außenwände nicht mehr ausreichend mit Wärme versorgt werden, zum Beispiel weil die Konvektion nicht mehr reicht.

Andreas Plöger

## Ergänzungen & Berichtigungen

### Drohne mit Zweitakku

Schnell in der Luft, Leichte Mini-Quadropten bis 350 Euro im Vergleich, c't 21/2022, S. 68

Anders als im Text beschrieben, legt Holy Stone seiner Drohne einen zweiten Akku bei, Hubsan hingegen nicht.



# Shift happens.

Global denken. Lokal hosten.

Wir können nicht nur Cloud,  
wir können auch Service.

- Datenschutzkonforme Cloud Services
- Managed Services, die Ihre IT-Teams entlasten
- Consulting Services für die Digitalisierung Ihrer Prozesse



[cronon.net](http://cronon.net)  
[shift@cronon.net](mailto:shift@cronon.net)

 **Cronon**

# Kleiner Pico – großer Spaß!



Inkl. Raspberry  
Pi Pico RP2040

Exklusiv im  
heise Shop

Mit dem **Make Special Pi Pico** steigen Sie ein in die Welt der Programmierung von ARM-Mikrocontrollern. Make zeigt in dem 64-seitigen Special, welche Entwicklungsumgebungen es für den Raspberry Pi Pico gibt, wie man sie installiert und wie man sie nutzt:

- Den Pi Pico programmieren mit Basic, MicroPython oder C++
- Sensoren und Mini-Displays nutzen
- NeoPixel per PIO-Funktion kontrollieren
- inkl. Raspberry Pi Pico, Modell RP2040 Mikrocontroller-Board

Heft + Raspberry Pi Pico für 24,95 €



[shop.heise.de/make-pico](https://shop.heise.de/make-pico)





# Der Überwachungs zombie

## EuGH-Urteil öffnet Hintertüren zur Vorratsdatenspeicherung

**Die Vorratsdatenspeicherung in Deutschland widerspricht zwar europäischem Recht, das höchste EU-Gericht lässt aber einige Ausnahmen zu. Damit erlaubt es der Bundesregierung, Provider zur Speicherung von IP-Adressen zu verpflichten.**

Von Holger Bleich

Der Jubel von Bürgerrechtlern kam zu früh, als der Europäische Gerichtshof (EuGH) am 20. September sein Urteil zur Vorratsdatenspeicherung in Deutschland verkündet hatte. Grundsätzlich stehe „das Unionsrecht einer allgemeinen und unterschiedslosen Vorratspeicherung von Verkehrs- und Standortdaten entgegen“, hieß es in der Überschrift einer ersten Mitteilung des Gerichts – weshalb das deutsche Gesetz europarechtswidrig sei. Doch der EuGH formulierte – wie auch in vorangegangenen Urteilen zum Thema – einige Ausnahmen, die einen weiten Spielraum für neue Anläufe eröffnen.

Das Urteil geht auf eine Änderung am deutschen Telekommunikationsgesetz (TKG) aus dem Jahr 2015 zurück. Damals hatte die Koalition aus CDU/CSU und SPD durchgesetzt, dass Provider Verkehrsdaten zehn Wochen auf Vorrat speichern und gegebenenfalls an Strafverfolgungsbehörden herausgeben müssen. Diese können dann nachvollziehen, wer wann mit wem telefoniert hat und IP-Adressen ihren Anschlussinhabern zuordnen. Von Funkzellen erfasste Standorte von Mobiltelefonen sollten der TKG-Änderung zufolge vier Wochen gespeichert werden.

Nach einer erfolgreichen Klage der Provider SpaceNet und Telekom beim Verwaltungsgericht Köln setzte 2017 die Bundesnetzagentur diese Pflichten bis zur endgültigen rechtlichen Klärung aus. 2019 fasste sich das Bundesverwaltungsge-

richt als höchste deutsche Instanz mit der Sache und befragte schließlich den EuGH dazu, ob die TKG-Änderung mit dem EU-Recht vereinbar sei.

Der EuGH verneinte und stellte unter anderem Verstöße gegen die EU-Grundrechtecharta fest: Aus den auf Vorrat gespeicherten Daten könne man „sehr genaue Schlüsse“ etwa auf das Privatleben von Personen, auf Gewohnheiten des täglichen Lebens oder „tägliche oder in anderem Rhythmus erfolgende Ortsveränderungen“ schließen. Auch strenge Zugriffsschranken auf die anlasslos gespeicherten Daten könnten „den schwerwiegenden Eingriff in die Rechte der Betroffenen weder beschränken noch beseitigen“.

### Nein, aber ...

Zwar sagte der EuGH grundsätzlich „nein“ zur Vorratsdatenspeicherung, öffnete dem deutschen Gesetzgeber aber gleichzeitig einige Hintertüren. So dürfe der Staat Provider zur Vorratsdatenspeicherung verpflichten, falls er sich „einer als real und aktuell oder vorhersehbar einzustufenden ernstesten Bedrohung für die nationale Sicherheit gegenübersteht“. Die Maßnahme sei auf einen „absolut notwendigen“ Zeitraum zu begrenzen, aber verlängerbar.

Außerdem gestattet der EuGH „zur Bekämpfung schwerer Kriminalität und zur Verhütung schwerer Bedrohungen der

öffentlichen Sicherheit“ eine Vorratsdatenspeicherung auf geografisch begrenzten Gebieten. Das Problem dabei: Niemand weiß exakt, was unter „schwerer Kriminalität“ zu verstehen ist. Beziehungsweise versteht jeder darunter, was ihm politisch in den Kram passt. Möglich wäre es wohl, ein Gesetz zu zimmern, das die anlasslose Speicherung von Verkehrsdaten etwa an Bahnhöfen, Flughäfen, oder von der Polizei definierten Kriminalitäts-Hotspots erlaubt.

Ganz sicher unter „schwere Kriminalität“ fällt dem EuGH zufolge „der Erwerb, die Verbreitung, die Weitergabe oder die Bereitstellung im Internet von Kinderpornografie“, wie man dem Volltext des Urteils entnehmen kann. Und genau für diese Tatbestände setzt der EuGH sein Verbot aus: Versteckt in Unterpunkt 101 des Urteils definiert er, dass bei der „Bekämpfung des sexuellen Missbrauchs und der sexuellen Ausbeutung von Kindern sowie der Kinderpornografie“ das Strafverfolgungsinteresse gegenüber dem Datenschutz überwiegt und für diesen Deliktbereich eine anlasslose Vorratsdatenspeicherung von IP-Adressen generell erlaubt ist. Doch wie können Provider erkennen, zu welchem Strafverfolgungszweck sie Daten auf Vorrat speichern? Diese Frage lässt der EuGH offen.

Das oberste EU-Gericht kickte den Ball mit Verve zurück in den politischen

**Nach dem Urteil forderten die Justiz- und Innenminister der Länder einen schnellen Gesetzentwurf von der Bundesregierung, der die Vorgaben des EuGH umsetzt.**

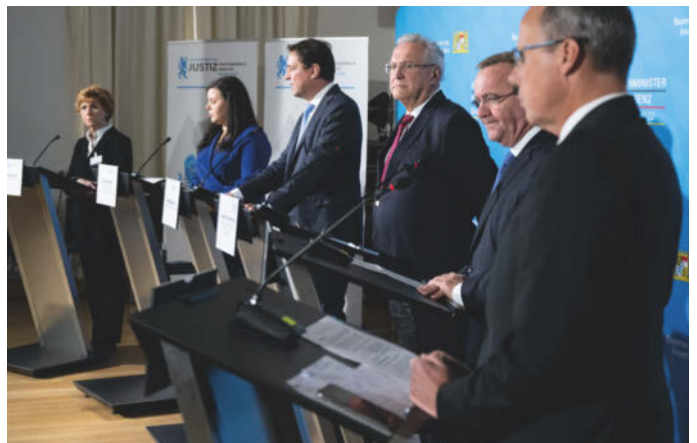


Bild: Sven Hoppe/dpa



Raum. Bereits am Tag der Urteilsverkündung brachen innerhalb der Bundesregierung die alten bürgerrechtlichen Konfliktlinien zwischen SPD auf der einen Seite und FDP sowie Grünen auf der anderen Seite auf. Bundesinnenministerin Nancy Faeser (SPD) forderte, den Spielraum zur Speicherung auszureizen, den der EuGH eröffnet hat. Um Ermittlungen zu sexualisierter Gewalt gegen Kinder effektiver zu machen, sei die Vorratsdatenspeicherung von IP-Adressen nötig – einen Beweis für diese These blieb sie bislang allerdings schuldig. Unterstützung erhielt Faeser eine Woche später von der Mehrheit der Landes-Justiz- und Innenminister, die in München zum Thema tagten.

Dem gegenüber steht ein Versprechen, das die Ampelregierung im Koali-

tionsvertrag gegeben hat. Wörtlich heißt es in dem Papier: „Wir werden die Regelungen zur Vorratsdatenspeicherung so ausgestalten, dass Daten rechtssicher anlassbezogen und durch richterlichen Beschluss gespeichert werden können.“ Genau auf diese Abmachung berufen sich nun die FDP und die Grünen. Es dürfte auf einen Showdown zwischen Nancy Faeser und ihrem Kabinettskollegen Marko Buschmann (FDP), dem Bundesjustizminister hinauslaufen.

### Nahender Showdown

Buschmann kündigte zunächst Gespräche mit Faeser und kurze Zeit später bereits einen Gesetzentwurf an, der lediglich eine anlassbezogene Verkehrsdatenspeicherung – das sogenannte „Quick Freeze“ –

vorsehen soll: Bei diesem Verfahren speichern Provider auf Anordnung einer Strafverfolgungsbehörde sämtliche zu einer Person anfallenden Daten, sowohl in die Vergangenheit als auch in die Zukunft gerichtet. Erhärtet sich der Tatverdacht, kann die Behörde diese Daten auf richterlichen Beschluss hin anfordern.

Befürwortern der Vorratsdatenspeicherung wie Faeser genügt das nicht, weil angeblich Provider wegen der Flatrate-Tarife keine Daten mehr zu Abrechnungszwecken vorhalten. Kritikern von „Quick Freeze“ geht auch diese anlassbezogene Speicherung bereits zu weit (siehe Kommentar). So bleibt bis zum Showdown offen, ob Buschmanns erster Kommentar zum EuGH-Urteil Bestand haben kann: „Heute ist ein guter Tag für die Bürgerrechte!“ (hob@ct.de) **ct**



## „Quick Freeze“ – ein fauler Kompromiss

Von Dennis-Kenji Kipker

**D**ie EuGH-Entscheidung ist inhaltlich keineswegs so bahnbrechend, wie sie manch einer der Öffentlichkeit verkaufen will. Ganz im Gegenteil: Der EuGH stellt fest, dass zumindest eine gezielte, allgemeine und unterschiedslose Vorratsspeicherung von Verkehrs- und Standortdaten weiterhin möglich sein soll. Nur allzu eifrig heißt es jetzt aus Kreisen der Bundesregierung, dass man das Urteil nun juristisch prüfe, was letzten Endes nichts anderes bedeutet, als dass man herausfinden möchte, was eben gerade noch so an digitaler Überwachung mit unseren europäischen Grundrechten vereinbar ist. Und selbst diese juristische Prüfung könnte man sich eigentlich sparen, denn spätestens seit dem Koalitionsvertrag liegen die Pläne für den „kleinen Bruder“ der Vorratsdatenspeicherung schon in den Schubladen, der sich „Quick Freeze“ nennen wird.

Der Unterschied? Verkehrsdaten werden von den Providern wie bisher gespeichert und regelmäßig gelöscht, bis Behörden sie kurzfristig nach Be-

darf „einfrieren“ lassen. Was die Ampelkoalition nun als großen Sieg für die digitalen Bürgerrechte feiert, als ob es auf ihrem Mist gewachsen wäre, ist letzten Endes ein fauler Kompromiss und eine andere Interpretation derselben Leier, die wir zu dem Thema schon seit den 2000er Jahren ertragen müssen.

Viel sinnvoller und irgendwie auch logischer wäre es doch gewesen, das EuGH-Urteil nun endlich einmal zum Anlass zu nehmen, die deutsche Überwachungsgesetzgebung einer generellen Neubewertung zu unterziehen – und in der Rumpelkammer vielfach angestaubter staatlicher Überwachungsinstrumente zu schauen, was man wirklich noch braucht und was definitiv weggang. Dazu gehört eben auch jedwede Form der Vorratsdatenspeicherung, völlig egal, unter welchem Namen sie uns verkauft wird.

Allein ein Blick in den Ausbau der digitalen Sicherheitsarchitektur seit dem 11. September 2001 macht deutlich: Es gibt mehr als genügend Über-

wachungsgesetze, und nicht wenige davon sind mittlerweile uralte. Die Ampelregierung selbst hatte sich in ihrem Koalitionsvertrag eine „Überwachungsgesamtrechnung“ verordnet. Schon heute müssten „Eingriffe des Staates in die bürgerlichen Freiheitsrechte stets gut begründet und in ihrer Gesamtwirkung betrachtet werden“, ist in dem Werk zu lesen.

In einem Rechtsstaat muss jedes Gesetz einer verfassungsrechtlichen Interessenabwägung standhalten. Sie könnte jedoch später deutlich stärker zugunsten digitaler Bürgerrechte ausschlagen, als noch zum Zeitpunkt der Entstehung eines Gesetzes. Aber anstelle sich einmal an die eigene Nase zu fassen und zur besseren Orientierung im Kreis zu drehen, kramen Politikerinnen und Politiker mit Quick Freeze schon wieder das nächste Überwachungsvorhaben hervor.

*Der Jurist Prof. Dennis-Kenji Kipker forscht und lehrt an der Hochschule Bremen zum IT-Sicherheitsrecht.*

# Balance finden

Energie sparen und trotzdem komfortabel leben –  
so gehts



<b>Energie sparen und trotzdem komfortabel leben .....</b>	<b>Seite 14</b>
<b>Energiespartipps, die funktionieren .....</b>	<b>Seite 18</b>
<b>Im Test: Smarte Langzeit-Energiemessgeräte .....</b>	<b>Seite 24</b>
<b>Spül- oder Waschmaschine mit Warmwasser betreiben .....</b>	<b>Seite 32</b>

# Es wird teuer in Deutschland – vor allem galoppierende Energiepreise reißen Löcher in die Haushaltskasse. Das Gebot der Stunde lautet also: Sparen. Doch wo lohnt sich Energiesparen und wo kostet es nur Nerven und Komfort? Eine Anleitung zum Abwägen.

Von Georg Schnurer

**E**nergie und vor allem Strom war eigentlich schon immer ein kostbares Gut – doch so richtig ins Bewusstsein der Bevölkerung brachten das erst die explodierenden Preise der letzten Monate. Die vornehmlich aus der Politik zu hörenden Sparappelle sind aber keine große Hilfe, denn sie beantworten nicht die Frage, wo es sich lohnt, sparsam zu sein.

Klar, weniger Strom verbrauchen – oder besser, weniger elektrische Energie umsetzen – wäre ein guter Plan. Auch beim Heizen mit Gas oder Öl wäre sparen hilfreich.

Die Raumtemperatur um einige Grad zu senken, ist natürlich sinnvoll, wenn man Haus oder Wohnung bislang auf kuschelige 23 oder mehr Grad hoch geheizt hatte. Doch wer bereits in der Vergangenheit eher mit Temperaturen zwischen 19 und 21 Grad zufrieden war, dessen Einsparpotential ist beim Heizen schon weitgehend ausgeschöpft. Hier und da mag es noch sinnvoll sein, die Vorlauftemperatur der Heizung zu drosseln, doch wie zielführend das ist, hängt stark von der Dämmung des Gebäudes und der Konstruktion der Heizanlage ab.

Heikel und mitunter auch kontraproduktiv ist hingegen die zu starke Absenkung der Nachttemperatur: Kühlt die Wohnung in der Nacht komplett aus, kostet es am nächsten Morgen unnötig viel Energie, sie wieder aufzuheizen. Zudem drohen Feuchtigkeitsschäden, wenn etwa Wände nachts so kalt werden, dass an ihnen die Luftfeuchtigkeit auskondensiert.

Um hier das richtige Mittelmaß zu finden, sind Luftfeuchtigkeitssensoren ein gutes Hilfsmittel. Moderne Geräte mit App- oder Smart-Home-Unterstützung erfassen Temperatur und Luftfeuchtigkeit auch in mehreren Räumen. Im 24-Stunden-Verlauf zeigen sich dann sehr gut die Auswirkungen einer Nachtabenkung. Die

optimale Luftfeuchtigkeit in Wohnräumen liegt zwischen 40 und maximal 60 Prozent. Im Schlafzimmer sollte die Luftfeuchtigkeit während der Einschlafzeit leicht über 40 Prozent liegen, da Atemluft und nächtliches Schwitzen die Feuchtigkeit kontinuierlich ansteigen lassen.

## Richtig Lüften

Gerade in gut gedämmten Wohnungen ohne zentrale Lüftungsanlage ist es wichtig, richtig für Frischluft zu sorgen. Ein regelmäßiger Luftaustausch durch gezieltes Querlüften sorgt für ein angenehmes Raumklima, gesunde Luft und beugt der Schimmelbildung vor. Ideal ist es, kurz für Durchzug in der Wohnung oder Etage zu sorgen, also zwei Fenster in gegenüberliegenden Räumen und alle Türen dazwischen wenige Minuten komplett zu öffnen.

Ist das nicht möglich, ist raumweises Stoßlüften das Mittel der Wahl. Also Türe zu und das Fenster mindestens fünf Minuten ganz öffnen. In viel genutzten Räumen sollte das drei- bis viermal täglich passieren. Um beim Lüften keine Heizenergie zu verschwenden, dreht man die Heizkörper

währenddessen ab. Technisch orientierte Menschen überlassen das einem intelligenten Heizkörperthermostaten mit Fenstersensor – der schaltet die Heizung dann nach dem Lüften auch wieder automatisch an.

Fenster auf Kipp stellen ist immer eine schlechte Idee. Läuft dabei die Heizung, bläst man teure Energie in die Umwelt und selbst wenn ein intelligenter Thermostat das verhindert, sorgt ein längere Zeit gekipptes Fenster dafür, dass der Raum komplett auskühlt.

Die Heizung ist in den meisten Wohnungen nicht nur für die Wohlfühltemperatur verantwortlich, sondern übernimmt auch die Warmwasserbereitung. Damit liegt auch hier Einsparpotential, das zu heben erfordert aber gravierende Verhaltensänderungen der Bewohner. Wer nicht bereit ist, statt zu Baden unter die Dusche zu springen, kann hier kaum etwas sparen. Klar, das warme Wasser beim Einseifen nicht laufen zu lassen, ist eine gute Idee, doch das klappt nur mit Disziplin bei allen Mitbewohnern.

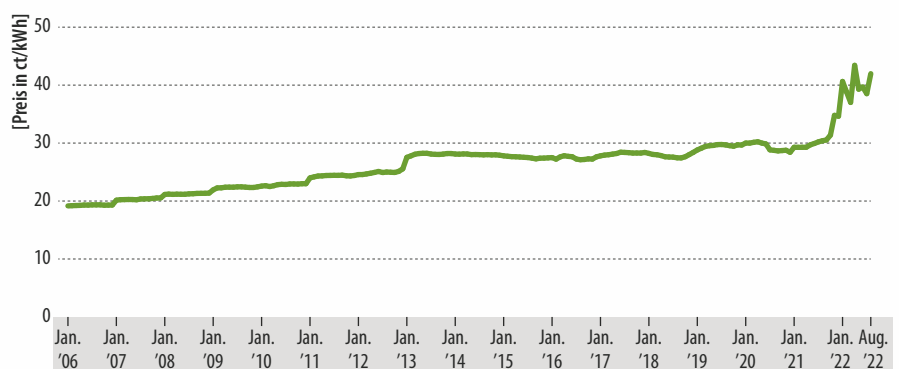
Bessere Chancen zum Energiesparen bieten womöglich Wasch- oder Spülmaschine. Diese erwärmen das Wasser in der Regel elektrisch, und das kann teurer sein, als wenn die Heizung das übernimmt. Welche Sparchancen – aber eben auch Risiken – der Anschluss von Spül- und Waschmaschine an die Warmwasserleitung birgt, beleuchten wir ab Seite 32.

## Strom sparen

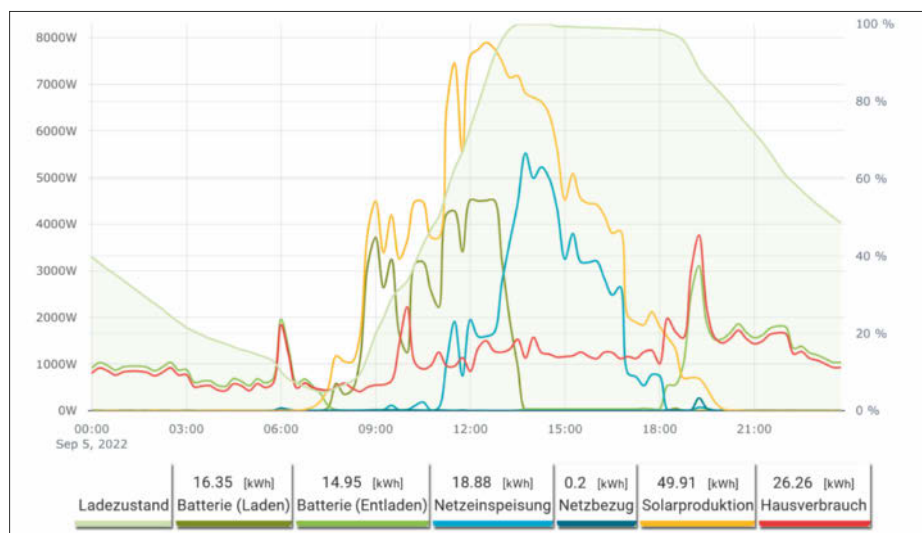
Gerade in IT-affinen Haushalten gibt es viele Gerätschaften, die ständig an der Steckdose nuckeln. Sich hier überhaupt

## Strompreisentwicklung in Deutschland

Der durchschnittliche Preis pro Kilowattstunde, den Privathaushalte zahlen müssen, blieb lange Zeit relativ konstant. Mit der Einführung der CO<sub>2</sub>-Umlage stieg er leicht an, um dann im Februar 2022 in Folge des russischen Angriffskriegs in der Ukraine explosionsartig in die Höhe zu schnellen.



Quelle: Verivox Verbraucherpreisindex, Stand 1.8.2022



**Ein halbwegs sonniger Tag im September: Nachts und in den frühen Morgenstunden versorgt der Akku das Haus mit Energie. Ab etwa acht Uhr deckt der Ertrag der PV-Module den Hausverbrauch. Mit steigendem Sonnenschein lädt der Akku bis etwa 13 Uhr, danach wird der überschüssige Strom ins Netz des Energieversorgers eingespeist.**

erst mal einen Überblick zu verschaffen, ist eine gute Idee. Am einfachsten geht das mit simplen Leistungsmessgeräten für die Steckdose. Allerdings liefert so eine Messung immer nur einen punktuellen Wert. Mehr Informationen liefern smarte Langzeitmessgeräte wie wir sie im Artikel ab Seite 24 getestet haben. Was es sonst noch bei der Erfassung des Stromverbrauchs zu beachten gilt und wo sich sparen besonders lohnt, beschreibt der nachfolgende Beitrag ab Seite 18.

Wer meint, bereits sein gesamtes Energiesparpotenzial ausgeschöpft zu haben, sollte sich trotzdem die Mühe machen, den eigenen Haushalt und das eigene Verhalten noch einmal auf den Prüfstand zu stellen. Keine Sorge, jetzt kommt nicht der erhobene Zeigefinger, sondern vielmehr ein kritischer Blick auf meinen eigenen Energieverbrauch. Eigentlich war ich nämlich der Überzeugung, dass wir – eine Nerd-WG mit sieben Erwachsenen – schon recht sparsam unterwegs sind: Die Heizung wird regelmäßig gewartet, die Vorlauftemperatur wurde bereits vor Jahren optimiert und das gesamte Haus ist mit Smart-Home-Komponenten gespickt.

So laufen die Heizkörper in den einzelnen Räumen nur dann, wenn mit der Anwesenheit der jeweiligen Mitbewohnerinnen und Mitbewohner zu rechnen ist. Selbstverständlich werden offene Fenster erkannt und Dachfenster etwa im Wintergarten öffnen und schließen sich automatisch, wenn es regnet oder wenn es gilt,

die Raumtemperatur zu regulieren. Das System stößt immer dann an seine Grenzen, wenn sich Verhaltensmuster – etwa durch vermehrte Heimarbeit – ändern. Dann gilt es, die Programmierung manuell anzupassen.

In Sachen Heizkostenoptimierung ist bei uns also nicht mehr viel zu holen. Mehr sparen könnten wir nur durch den Ersatz der gerade mal vier Jahre alten Gasheizung durch eine Wärmepumpe. Das ist aber kurzfristig nicht realisierbar.

## Stromschlucker

Etwas anders sieht es beim Stromverbrauch aus. Auch hier wähnte ich uns auf der guten Seite: Die Beleuchtung erfolgt weitgehend mit Energiespar- oder LED-Lampen. Die verbleibenden klassischen Glühlampen werden immer dann durch LEDs ersetzt, wenn sie durchgebrannt sind. Klingt alles gut, und doch lag unser Jahresbedarf an elektrischer Energie bei stolzen 11.000 kWh. Ist halt so, wenn im Keller ein großer Server läuft, bis zu sieben PCs arbeiten und in der Werkstatt stundenlang Kreissäge, Fräse & Co. vor sich hin lärmen. Doch muss das wirklich so bleiben?

Den Ausschlag, hier doch noch einmal genauer hinzusehen, lieferte der Einbau einer PV-Anlage nebst Speicher. Zusammen mit dieser bekamen wir eine App, auf der wir neben der produzierten Energiemenge auch unseren Stromverbrauch ablesen konnten. Das weckt den Ehrgeiz: Wie können wir unseren Energiever-

brauch optimieren? Mittags, wenn die PV-Anlage mehr Energie liefert, als wir speichern oder im Haus verbrauchen, wäre doch der richtige Zeitpunkt, um Spül- oder Waschmaschine einzuschalten.

An nicht so ertragreichen Solartagen fiel auf, dass der Füllstand des 18 kWh Akkus nicht ausreichte, um das Haus auch die Nacht über mit eigenem Strom zu versorgen. Also gingen wir dran, die nachts laufenden Verbraucher näher unter die Lupe zu nehmen. Erster auffälliger Stromschlucker war der Server. Muss der wirklich 24/7 laufen? Natürlich nicht, aber es war so bequem, jederzeit darauf zugreifen zu können.

Als erster Kompromiss erfolgte die zeitweise Abschaltung in den Nachtstunden. Unter der Woche griff ohnehin niemand zwischen Mitternacht und sechs Uhr morgens auf die Daten zu. Noch sparsamer wurde es, als wir den Server nur noch bei Bedarf (via Wake on LAN) einschalteten. Das erwies sich dann aber doch als zu umständlich – so ein Server braucht schließlich einige Zeit, um hochzufahren.

Quasi als Beifang der Suche nach unnötigen Verbrauchern ging uns dann noch der Gefrierschrank im Keller ins Netz: Unbemerkt hatte sich dort die Regelung verabschiedet und das betagte Gerät (Bauknecht, anno 2000) arbeitete fast die ganze Zeit auf Hochtouren. Statt der gewünschten -18 Grad hatte unser Gefriergut nun -24 Grad und der Kompressor schluckte nahezu kontinuierlich 170 Watt – über den Tag verteilt waren das dann knappe 4 kWh. Ein neues Relais und einige ausgetauschte Elkos später war der Energiehunger des Gefrierschranks gebändigt. Der Energieverbrauch über den Tag lag nun deutlich unter einer Kilowattstunde. Mittelfristig, also wenn eine Reparatur nicht mehr so einfach möglich sein sollte, ist hier aber ein Austausch fällig. Moderne Gefrierschränke gleicher Größe verbrauchen heute nur noch halb so viel Energie, kosten aber gerne auch an die 1000 Euro.

Weitere verzichtbare Großverbraucher im Haus konnten wir nicht ausfindig machen. Wenn Wasserkocher, Herd oder eben auch der Maschinenpark im Keller in Betrieb waren, so geschah das aus gutem Grund. Trotzdem werden wir weiterhin unseren Energieverbrauch im Blick behalten. Eventuell lässt sich die Überwachung hier ja auch automatisieren, damit vom Üblichen abweichende Verbrauchsmuster künftig nicht mehr so lange unentdeckt bleiben, wie der kühlwütige Gefrierschrank. (gs@ct.de)





# Homepage Fresh

## 12 .de-Domains inklusive

- > Kostenlose SSL-Zertifikate für alle Domains
- > Viele 1-Klick-Apps inklusive
- > Webbaukasten
- > Webkonferenzlösung
- > 100 GB Webpace
- > 1.000 E-Mail-Adressen
- > 100 GB E-Mail-Speicher
- > 100 MySQL-Datenbanken

DAUERPREIS

**2,29**

€/Monat\*



**Angebot nur bis  
31.10.2022 gültig.**  
Preis gilt dauerhaft!

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

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



Bild: Andreas Martini

# Zählerbremsen gesucht

## Stromspartipps für IT, Unterhaltungselektronik und Haushalt

**Empfindlich steigende Energiepreise rücken ins Bewusstsein, dass ein hoher Verbrauch hart auf die Brieftasche durchschlägt. Energie wird weiter teuer bleiben, also gilt es, Kilowattstunden zu sparen, wo immer möglich. Dieser Artikel hilft, Ihr Sparpotenzial zu finden und auszureizen. Um ein paar Verhaltensänderungen werden Sie nicht herumkommen – wir zeigen die wirksamsten.**

Von Jörg Wirtgen

**H**eizung, Fahrzeugpark, Haushalt, Heimelektronik – in dieser Reihenfolge sollten Sie sich Ihre Energiekosten ansehen. Da in diesem Artikel vom Strom die Rede sein soll, kommen hauptsächlich die letzten beiden Punkte zur Sprache, erstere nur am Rand.

Im Schnitt verbrutzeln deutsche Haushalte rund ein Drittel ihrer Stromrechnung für IT-Ausstattung und Unterhaltungselektronik, c't-Leser vermutlich etwas mehr – aber solche Statistiken und Annahmen bringen Sie nicht weiter, messen Sie lieber konkret nach, achten Sie auf jeden einzelnen Verbraucher.

Einfache Steckermessgeräte haben wir in c't 17/2022, S. 98 getestet, auf Seite 24 in diesem Heft testen wir Schaltsteckdosen mit Mess- und Statistikfunktion. So entlarven Sie einzelne Geräte als Strom-

fresser – oder entlasten sie auch als unschuldig.

Interessant sind die Standby-Verbräuche: Sie sollten nicht nur Ihren IT-Park und Unterhaltungselektronik untersuchen, sondern auch andere ständig eingesteckte Geräte wie Leuchten, Radiowecker oder Küchengeräte – und alle, die Sie per Fernbedienung einschalten. Je älter ein Gerät ist, desto verdächtiger ist es. Jedes Standby-Watt kostet Sie 3,50 im Jahr bei einem auch im Folgenden angenommenen Strompreis von 40 ct/kWh.

Untersuchen Sie lange oder ständig laufende Geräte auch im Betrieb, indem Sie die Summenfunktion der Zähler benutzen und die Geräte über ein paar Stunden oder Tage messen. Dazu gehören vor allem Kühlschrank, Gefriertruhe und permanent laufende Warmwasserbereiter wie Boiler,



Kaffeefüllautomaten oder Kochendwassergegeräte, aber auch Router und Repeater.

Bei nicht ständig laufenden Geräten lohnt es, die Nutzungsdauer zusammen mit der Familie realistisch einzuschätzen. Alle Geräte, die deutlich länger als eine Stunde täglich oder 10 Stunden wöchentlich laufen, messen Sie nach und rechnen sie aufs Jahr hoch. Beispielsweise kostet ein pro Woche 25 Stunden genutzter 100-Watt-Fernseher im Jahr gut 50 Euro Strom. Den Kaffee auf der Warmhalteplatte der ollen Kaffeemaschine jeden Homeoffice-Tag warmzuhalten, summiert sich schnell auf 160 Euro (1000 Watt  $\times$  2 h  $\times$  200 Tage) – da amortisieren sich Thermoskanne, French Press oder selbst ein Vollautomat (mit funktionierender Abschaltung) schnell. Zudem ist es ganz interessant zu wissen, wie teuer etwa das Saugen der ganzen Wohnung, eine Stunde Playstation inklusive Fernseher oder die verschiedenen Programme der Waschmaschine sind.

## Gesamtüberblick

Manche Steckdose erreicht man allerdings nicht so einfach, und auch fest Verkabeltes wie Herd, Ofen, Deckenleuchten und viele Heizungen kriegen Sie so nicht gemessen. Dann helfen Zwischenzähler für den Sicherungskasten mit Ablesefunktionen. Anhand des Einbaupunkts entscheiden Sie, ob Sie alle Stränge überwachen oder einzelne der separat abgesicherten: Es gibt sie als dreiphasige Zähler für den gesamten ankommenden Strang oder den Gesamtstrom etwa eines Ofens. Oder Sie bauen einphasige Zähler hinter einzelne Sicherungen und zählen die darüber laufende Leistung. In den Sicherungskästen innerhalb von Wohnungen sehen Sie aber nicht Abzweigungen vom Hausanschluss beispielsweise in Ihren Keller oder in Waschkeller mit Zählern pro Wohnung. In einem der nächsten Hefte werden wir näher darauf eingehen, was dann zu tun ist. Den Einbau dieser Zwischenzähler sollten Sie einem Elektriker überlassen.

Falls Sie eine sogenannte moderne Messeinrichtung haben, können Sie dort die aktuell bezogene Leistung in Watt ablesen – allerdings nur umständlich, indem Sie eine optische Linse des Zählers mit einer Taschenlampe anblenden. Um das zu vereinfachen, gibt es ein paar Apps, die das per Handy-Blitzlicht erledigen, aber lange nicht an allen Zählertypen. Besser funktionieren spezialisierte Aufsätze, die man per USB an Notebook oder auch einen

Bastelrechner anschließt; letztere zeigen die ausgelesenen Werte an oder speisen sie in eine Smart-Home-Umgebung. Eine Lösung für Raspi und OpenHAB brachte beispielsweise c't 8/2018, S. 160. Schwieriger wird's für Mehrfamilienhäuser, da die Zähler üblicherweise in Kellerräumen ohne Internet und manchmal ohne Strom hängen – eine Lösung dafür planen wir für eines der nächsten Hefte.

Alternativ lassen Sie vom örtlichen Stromnetzbetreiber oder von einem separat wählbaren Messstellenbetreiber (nicht aber von Ihrem Stromlieferanten) ein Smart Meter installieren, der Betreiber nennt es „intelligentes Messsystem“ (siehe dazu c't 25/2021, S. 26) und verlangt einen üblicherweise vom Stromverbrauch abhängigen Aufschlag ab 20 Euro pro Jahr. Einige liefern allerdings nur minütliche oder noch gröbere Messwerte.

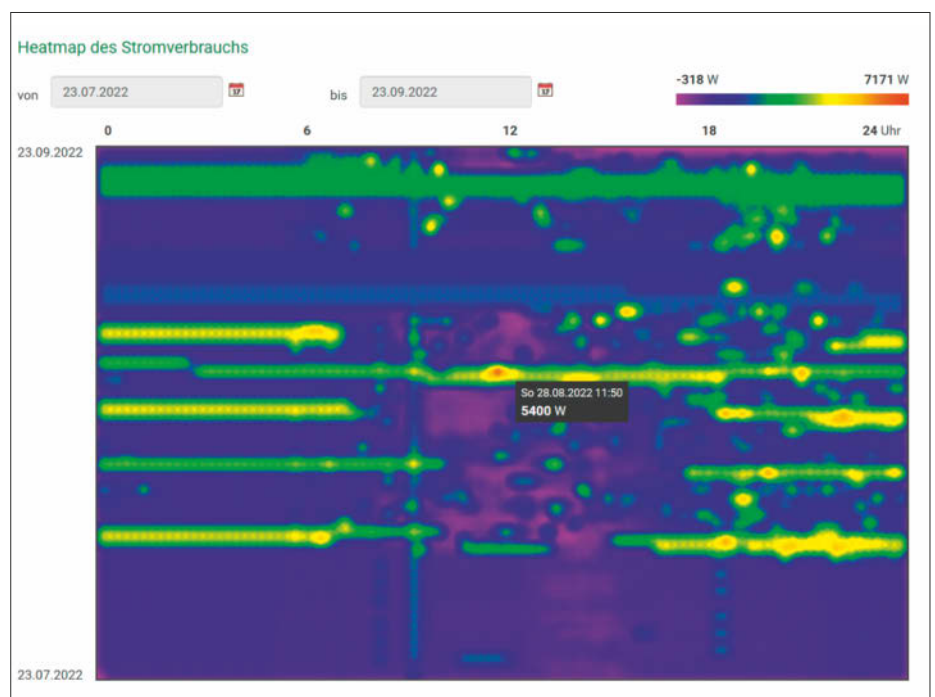
Mit diesen Zählmethoden brechen Sie den Stromverbrauch nicht immer genau aufs einzelne Gerät herunter, sehen aber sehr genau die Veränderungen des gesamten Kladderadatschs über die Zeit – und wie gut die Familie den Einsatz etwa von Fön und Spielkonsole eingeschätzt hat. Auch ein in Keller oder Garage nach dem Basteln vergessener Heizstrahler fällt auf. Falls Sie ein Balkonkraftwerk oder eine

Photovoltaikanlage betreiben, zeigen Ihnen solche Messungen, welche Verbrauchsszenarien besser zu Zeiten solarer Stromerzeugung laufen sollten.

## Fazit

Stromsparen geht meist mit Geldsparen und Nachhaltigkeit einher, aber nicht immer werden sich die drei Aspekte vereinen lassen. Vor allem ist es finanziell und mit Blick auf den ökologischen Gesamtfußabdruck selten sinnvoll, ein funktionierendes Gerät nur aufgrund seiner hohen Stromaufnahme zu ersetzen. Doch allzu viele Stromsparmaßnahmen ganz ohne Nachteile werden Sie nicht finden. Viele Maßnahmen gehen mit einem Komfortverlust einher, Geld gegen Bequemlichkeit oder Zeitersparnis. Andere brechen mit alten Gewohnheiten – die bei näherer Betrachtung gar nicht so erhaltenswert sind. Bisher überflüssige Sparmaßnahmen könnten jetzt wichtig werden, einige getroffene Entscheidungen müssen Sie vielleicht aufgrund geänderter Umstände neu treffen. Seien Sie konstruktiv, seien Sie kreativ. (jow@ct.de) **ct**

**Thermostate, Power Stations und weitere Infos: [ct.de/yjbv](https://ct.de/yjbv)**



Die Heatmap eines Smart Meter visualisiert den Strombedarf eines Monats in Grün, Gelb und Rot sowie den Photovoltaik-Ertrag in Violett. Grüne horizontale Striche sind Verbraucher mit konstanter Last, hier vor allem das ladende E-Auto. Vertikale Striche sind jeden Tag um die gleiche Zeit anlaufende Verbraucher.



## Router, NAS, Netzwerk

Oft liest man den Tipp, den Internetrouter über Nacht auszu-schalten. Die meisten brauchen 10 bis 15 Watt, somit 35 bis 52 Euro Strom im Jahr; sie acht Stunden abzuschalten spart jährlich etwa 15 Euro. Allerdings ziehen manche TVs, Spielkonsolen, Mediaplayer oder PCs gerne ihre Updates in der Nacht, auch für Apps oder das EPG-TV-Programm. Finden die Geräte ihre Server nicht, gehen sie aufgrund wiederholter vergeblicher Verbindungsversuche nicht in den Standby. Zudem kostet der nächtliche Einschlafpodcast auf dem Smartphone plötzlich Mobilfunktraffice. Möglicherweise zahlen Sie also drauf, oder Sie orchestrieren den Shutdown gleich mehrerer Geräte.

An der Routerkonfiguration gibt es wenig zu optimieren. Fürs Stromsparen bringt es so gut wie nichts, beispielsweise Gigabit-Ports auf Fast Ethernet zu beschränken, die WLAN-Leistung zu reduzieren oder das ungenutzte DECT-Modul einer Fritzbox abzuschalten. Falls Sie ständig ein USB-Gerät eingestöpselt lassen, etwa eine Platte als Multimedia-Freigabe für Ihr Netz, sollten Sie nachmessen, ob die Leistungsaufnahme dadurch nur im erwartbaren Maß steigt.

Die übrigen Geräten des Heimnetzes wie WLAN-Repeater, Switches, Powerline-Adapter oder der Raspi mit Pi-hole dürften je 5 bis 20 Watt, also im Jahr mindestens 15 Euro benötigen. Je älter, desto dringender sollten Sie nachmessen und ausmisten: Binden Sie beispielsweise bandbreitenspar-same Geräte per WLAN statt per Switch an. Sparen Sie WLAN-Repeater durch eine bessere Organisation des WLANs oder durchs Verlegen von LAN-Kabeln zu entfernten Geräten, oder geben Sie sich im Dachgeschoss oder der hintersten Garten-ecke mit Mobilfunk zufrieden. Trennen Sie nachts ungenutzte Teile der Infrastruktur per Schaltuhr vom Strom.

### NAS messen

Wenn Sie ein NAS betreiben, stellt sich die Frage, ob statt-dessen ein Cloudspeicher oder eine – am Router eingestöp-selte – USB-Platte reicht. Wobei die Stromaufnahme neben Geschwindigkeit, Datenschutz, Backup und Internet-Uplink nicht der einzige Aspekt dieser Überlegung ist.

Soll das NAS bleiben, messen Sie die Leistungsaufnahme: Bei ausgeschalteten Platten kommen moderne Exemplare mit 10, maximal 20 Watt aus, kosten also 35 bis 70 Euro im Jahr. Liegen Sie deutlich drüber, sollten Sie auf Ursachensuche gehen. Prüfen Sie anhand der Leistungsaufnahme, ob die Plat-ten nur bei gewünschten Zugriffen anspringen oder auch unter anderen häufig auftretenden Gründen.

Eine gute Alternative ist, das NAS nachts zeitgesteuert herunterzufahren oder es ausschließlich manuell einzuschalten und nach einer Spanne automatisch herunterfahren zu lassen.



Bild: Bert Kolbow-Lehradt

## TV, Heimkino, Musik, Streaming

Ein großer Fernseher samt Zuspielder und Surroundanlage be-nötigt locker 200 bis 400 Watt, und das sollte einem der Spaß auch wert sein! Sparen lässt sich da wenig, vielleicht abends die Helligkeit reduzieren. Auch ob Sie streamen, DVDs oder Blu-rays gucken oder eine lokale Mediathek nutzen und ob in SD, HD oder 4K, spielt in puncto Stromkosten keine Rolle.

Sie sollten allerdings im Normalfall mit den TV-Lautspre-chern Vorlieb nehmen und die AV-Anlage nur für wirklich kra-chennde Filme und Serien einschalten.

Wenn auch das Bild nicht so mitreißt, spart es deutlich, den Beitrag am Notebook (keine 20 Watt), Tablet (keine 5 Watt) oder Smartphone (noch weniger) zu gucken; den Sound peppt wunschweise ein Kopfhörer auf. Manch eine Talkshow lässt sich direkt als Audiopodcast beziehen. Alternativ bieten hier-für einige Fernseher einen Nur-Audio-Modus.

### Standby ist wichtiger

Entscheidender für die Jahresstromrechnung ist, wie sich die Wohnzimmer-IT außerhalb der Nutzung verhält. 1 Watt dürfen die Geräte laut EU-Verordnung im Standby aufnehmen, aber das sollten Sie unbedingt nachmessen und nötigenfalls in der Gerätekonfiguration nachregeln. Manche Geräte brauchen zum Aufwachen aus dem 1-Watt-Modus sehr lange oder schaffen das nicht per Streamingzugriff oder Fernbedienung, sodass die Her-steller einen speziellen Standby-Modus voreinstellen, aus dem die Geräte schneller starten. Der benötigt je nach Gerät zwischen akzeptablen 2 bis 5 Watt und unakzeptablen Leistungsauf-nahmen nahe des Vollbetriebs. Messen Sie alle Standby-Optionen in den Gerätekonfigurationen aus und suchen Sie Ihren Kom-promiss aus Leistungsaufnahme und Startgeschwindigkeit.

Prüfen Sie auch, ob die Geräte in Ihrem Alltag den Stand-by einhalten: Sonos & Co., wenn Sie in der Lieblings-App nur auf Pause drücken? Der Fernseher, wenn der Streaming-Stick eingesteckt ist? Die Spielkonsole, wenn man irrtümlich an den Controller kommt? Der AV-Receiver unabhängig davon, auf welcher Quelle er gerade steht und ob dort ein Signal anliegt?

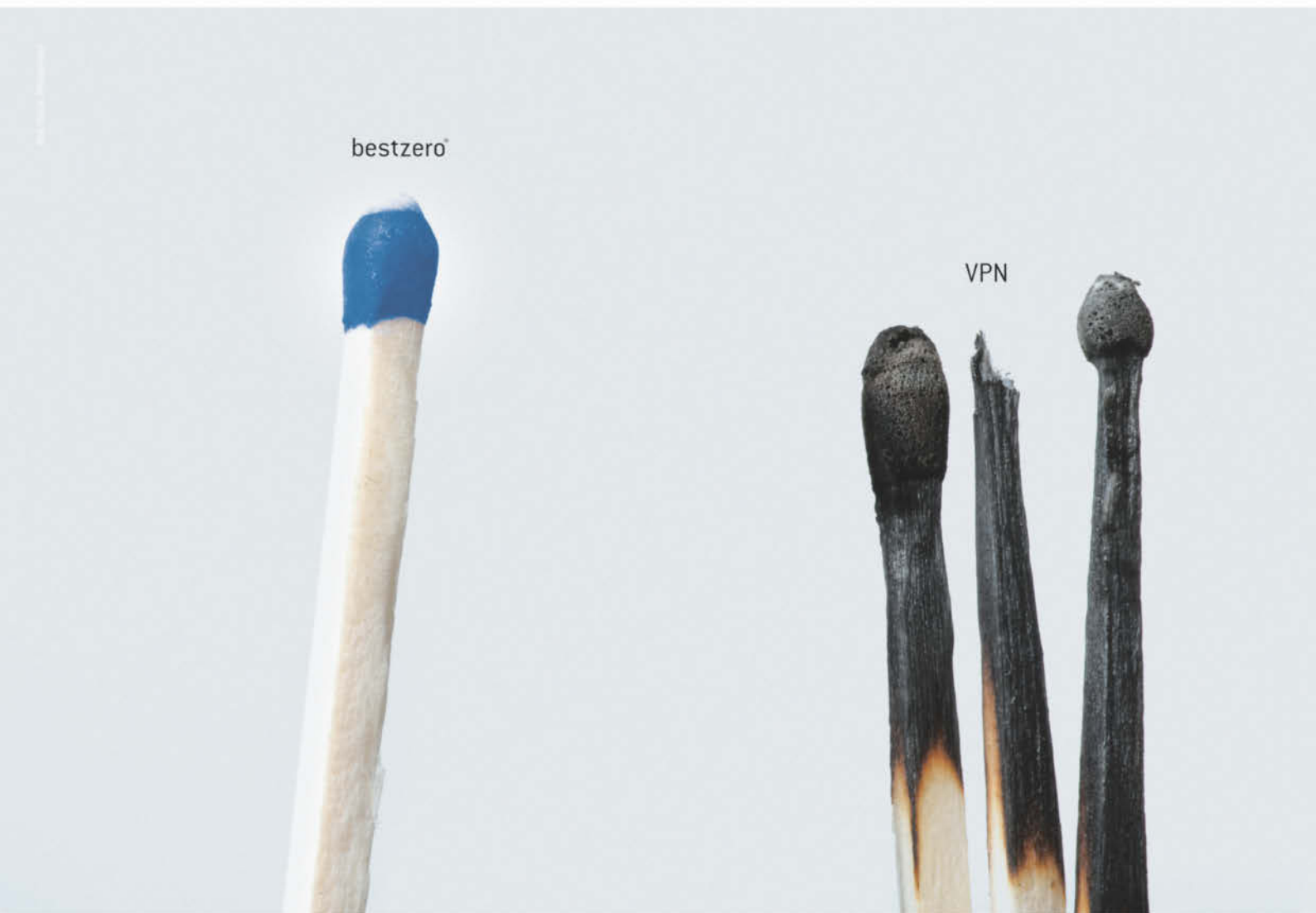
Eine Schaltsteckdose mag die gründlichste Methode sein, den Standby-Strom in den Griff zu bekommen. Schalten Sie sie mit ausreichend Vorlauf wieder ein, da einige Geräte die nachts verpassten Updatezyklen nachholen. Bei OLED-Fern-sehern ist das Abschalten nicht ratsam, da sie so ihre Kom-pensationszyklen nicht durchführen, die eingebrannte Stellen verhindern.

Den Fernseher ständig zum Anzeigen von Fotos nutzen ist schick, aber teuer. Samsung The Frame zieht beispielswei-se schon in der 55-Zoll-Version in dunklen Räumen um 40 Watt, in hellen 55 bis 170 Watt – was bei täglich fünf Stunden im Jahr 30 bis 125 Euro ergibt (siehe c't 21/2022, S. 76).



# ZÜNDENDE IDEEN FÜR HYBRIDE ARBEITSWELTEN.

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



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)





## PC, Monitor, Drucker, Tablet, Smartphone

Beim Smartphone müssen Sie nicht über Stromsparen nachdenken, da es im Jahr für keine 5 Euro Strom benötigt. Für Android- und iOS-Tablets gilt das gleiche, viel genutzte große kratzen vielleicht an jährlich 10 oder 15 Euro. Regelmäßig benutzte Ladegeräte und Drahtloslader können Sie eingestöpselt lassen, da alle seit 2010 hergestellten maximal 0,3 Watt im Leerlauf ziehen dürfen, also keinen Euro im Jahr kosten.

Windows-Tablets, Notebooks und Mini-PCs benötigen im Normalbetrieb unter 10 Watt, da lässt sich auch nicht viel sparen. Größere PCs selbst mit fetten Grafikkarten kommen im Leerlauf mit weniger als 20 Watt aus – wenn alles richtig konfiguriert ist. Zieht Ihr PC mehr, sollten Sie BIOS-Einstellungen, Treiber und ähnliches prüfen.

Unter Last schluckt der PC mehr, aber dafür haben Sie ihn ja. Überlegen Sie höchstens, welche regelmäßigen stundenlangen Aufgaben nötig sind, ob etwa Kryptomining noch zeitgemäß ist.

Aktuelle Monitore bis 27 Zoll kommen mit 10 bis 20 Watt aus. Größere brauchen 30 bis 50 Watt, einige bei voller Helligkeit um 100 Watt. So viel ziehen auch ältere Exemplare mit Kaltkathoden-Beleuchtung oder gar Röhrenmonitore. Sparen können Sie wenig außer die Monitore nicht zu hell einzustellen – und für möglichst viele Anwendungen nur das Notebook oder Tablet zu nutzen.

Vergessen Sie nicht, einen Messblick auf die übrige Peripherie wie Docking-Stationen, Aktivlautsprecher oder externe Festplatten zu werfen, sowohl im Betrieb als auch ausgeschaltet.

### Ausgeschaltet

Ein PC im Ruhezustand kommt mit so wenig Strom aus, dass Sie ihn nicht herunterfahren müssen und vom schnellen Start profitieren können; prüfen Sie aber, ob er sich samt Monitor automatisch nach vielleicht 30 Minuten schlafen legt, wenn er eingeschaltet bleibt. Stellen Sie sicher, dass der PC nicht aufwacht, etwa wenn jemand an den Tisch stößt und die Maus sich bewegt oder wenn die Katze über die Tastatur schleicht. Unter Windows wählen Sie im Gerätemanager, welche Peripherie den PC aufwecken darf.

Auch moderne Monitore können im Standby bleiben – aber messen Sie nach, ob Ihrer mit beispielsweise eingestöpselten USB-Geräten oder angeschlossen an mehrere PCs korrekt weg-döst. Steht viel Peripherie auf dem Schreibtisch, lohnt es sich durchaus, alles zusammen per Mehrfachsteckdose abzuschalten – dann sollten Sie Ihren PC natürlich herunterfahren. Einen Tintendrucker lässt man allerdings besser permanent am Strom, sonst zahlen Sie sich für die Tinte beim Spülvorgang dumm und dämlich.



Sebastian Müller

## Photovoltaik

Strom selbst zu produzieren wäre die einfachste Möglichkeit, den hohen Einkaufspreisen zu entkommen. Die günstigsten Solaranlagen sind tragbare Akkus mit ausklappbaren Solarzellen, oft Power Stations genannt. Sie speichern üblicherweise 500 bis 2000 Wh und haben 230-Volt-Steckdosen. Eine Übersicht finden Sie unter [ct.de/yjbv](http://ct.de/yjbv). Sie kosten grob ein Euro pro Kilowattstunde, bei manchen kommt noch das Solarpanel drauf. Die meisten sind so dimensioniert, dass sie den Akku an einem sonnigen Tag in ein paar Stunden komplett aufladen können; an Wintertagen dürfte es knapp werden.

Die Power Stations eignen sich gut etwa für Camping oder Schrebergärten, zudem helfen sie bei Stromausfällen. Aber zum heimischen Stromsparen tragen sie kaum bei. Zum einen klappt das tagsüber schlecht, weil sie dann draußen nachladen müssen, zum anderen versorgen sie nur eingesteckte Geräte. Bei einem 2000-Wh-Exemplar entspricht eine volle Ladung unter Berücksichtigung der Wandlungsverluste einem Strompreis von etwa 70 ct. Wenn Sie an 200 Tagen im Jahr genügend Sonne haben und die Disziplin zum Aufbauen, Abbauen, Akkutragen und Umstöpseln aufbringen, sparen Sie 140 Euro im Jahr.

### Balkonkraftwerke

Praktischer sind fest installierte Photovoltaik-Anlagen. Ohne Anmeldung und auch für Wohnungen geeignet sind dabei die Balkonkraftwerke (siehe c't 15/2022, S. 20 und c't 16/2022, S. 118): Sie liefern maximal 600 Watt, eine Akkupufferung ist nicht möglich, bei Stromausfall schalten sie sich ab. Physikalisch speisen sie nur auf einer Phase ein und über die beiden anderen bezieht man komplett Fremdstrom. Aber weil die Stromzähler über alle drei Phasen summieren, spart man abrechnungstechnisch die komplette Solarausbeute. Nicht verbrauchten Strom schenkt man seinem Stromnetzbetreiber.

Deutlich profitiert, wer während der Sonnenstunden permanent viel Strom etwa fürs Homeoffice oder zum langsamen Brotbacken verbraucht. Großverbraucher wie Klimaanlage oder Herd ziehen allerdings mehr als 600 Watt, sodass Sie die Differenz weiterhin zukaufen müssen. Zum Abschätzen des Sparpotenzials beispielsweise bei Waschmaschine oder Geschirrspüler reicht nicht die Kenntnis ihrer durchschnittlichen Stromaufnahme, sondern Sie müssen ausmessen, wie lang etwaige Stromspitzen mit über 600 Watt Leistungsaufnahme sind. Weitere Details in c't 17/2022, S. 104 und c't 19/2022, S. 108.

Findet der Hauptverbrauch erst am Abend statt, eignen sich die Photovoltaikanlagen auf dem Dach mitsamt Pufferspeicher besser. Sie bedingen freistehende Häuser, schon auf Reihenhäusern setzt die Landesbauordnung Grenzen. Mehr zur Dach-PV und weiteren Energieformen in der c't-Titelstrecke „Günstiger Strom für alle“ in c't 15/2022.



## Leuchten und Smart Home

Die dunkle Jahreszeit kommt, schmeißen Sie vorher die letzten verbliebenen Glühbirnen raus und kaufen Sie nur noch LED-Licht, das gibt es längst auch in warmen Farbtemperaturen. Raus mit dem alten Halogen-Deckenfluter, den man versehentlich mit dem Staubsaugen anstellt und das eine Woche lang nicht merkt.

Die neuen Leuchten per Smart Home steuerbar zu machen, hat hingegen mehr mit Komfort zu tun als mit Geldsparen, da sie ständig Strom zum Lauschen per ZigBee oder WLAN benötigen. Die meisten kommen zwar mit unter 0,5 Watt aus, ein paar Dutzend übers Haus verteilt kosten dann aber doch. Einen Tacken weniger Strom und Kaufpreis benötigen einfache Bewegungsmelder aus dem Baumarkt, die man statt des Lichtschalters etwa im Kabüffken oder Gästeklo installiert.

Ständig zuhörende Assistenten wie Alexa, Siri oder Google ziehen etwa 1 bis 5 Watt permanent – vertretbar, wenn man sie regelmäßig auch für Musik, Radio oder Podcasts benutzt, aber Verschwendung in anderen Zimmern.

### Smart-Home-Zentralen

Auch sonst dient das Smart Home eher dem Komfort als dem Geldbeutel. Sensoren und Aktoren wollen erst einmal beschafft und dann mit Strom versorgt werden. Eine Zentrale benötigt typischerweise um 5 Watt permanent, falls man sich nicht auf die DECT-Komponenten beschränkt, die viele Fritzboxen und Telekom-Router ansteuern können.

In komplexen Umgebungen und mit eingebundenen Wetterdaten mag ein Smart Home beim Sparen helfen oder zumindest einfacher zu konfigurieren sein als ein Haufen verstreuter Zeitschaltuhren und Schaltsteckdosen. Es kann die Außenbeleuchtung in Abhängigkeit von Wochentag und Jahreszeit steuern. Bei Sonne fährt es im Winter die Rollos hoch statt die Heizung anzuwerfen und im Sommer herunter, um den Raum schattig zu halten. Es schaltet die Waschmaschine an, wenn die PV genügend Strom liefert und das E-Auto gerade nicht lädt. Das spart aber alles verhältnismäßig wenig.

So smart und mit Sensoren vollgestopft, dass sie einem bei Gewohnheitsänderungen unter die Arme greifen, sind die Alexas und Siris und Zentralen dann doch nicht. Sie könnten ja mal „Hallo Deckel“ rufen, wenn man den beim Kochen vergessen hat. „So nicht, mein Freund“, wenn man Geschirrspüler oder Waschmaschine lediglich halb befüllt anstellen will. „Zieh Dir was an!“, wenn man die Heizung hochdreht, aber nur ein T-Shirt trägt. So ein Nerv Home will man dann ja doch nicht haben.

Somit dürfte man im Allgemeinen Schwierigkeiten bekommen, auch nur die Kaufpreise der smarten Komponenten herauszusparen – aber vielleicht fallen Ihnen wirksamere smarte Sparideen ein, die wir in der Rubrik Leser helfen Lesern (siehe S. 50) veröffentlichen können.



## Smarte Thermostate und Heizung

Den größten Anteil an den Energiekosten macht üblicherweise das Heizen aus. Auch wenn die bisherigen Stromspartipps dabei nicht greifen, kann Digitaltechnik helfen: Smarte Thermostate mögen die Heizkosten etwas senken, zudem sind sie eine der wenigen Heizungsoptionen, die auch Mietern offenstehen.

Die smarten Thermostate setzen Heiztipps automatisch um, die Sie mit genügend Disziplin auch manuell hinbekommen. Aber wer denkt schon wirklich jeden Abend, bei jedem Stoßlüften und vor jedem Bürotag daran, alle Heizkörper herunterzudrehen. Zum Komfort gehört auch, morgens ins warme Bad zu gehen statt im kalten die Heizung hochdrehen zu müssen – und auch, die Heizung vom Ferienort aus abzustellen, wenn man das vor der Abreise vergessen hat.

Unvernetzte digitale Thermostate kosten rund 15 Euro und erfordern eine etwas fummelige Programmierung. Für rund 25 Euro gibt es welche mit Bluetooth, die man komfortabler einzeln per Smartphone programmiert. Vernetzte Thermostate unterhalten sich entweder über ZigBee (was mindestens ein Gateway benötigt), über DECT (was viele AVM- und Telekom-Router unterstützen) oder über WLAN (was eine zuverlässige Abdeckung erfordert). Einige Tests finden Sie unter [ct.de/yjbv](http://ct.de/yjbv).

Programmieren Sie Schlafenszeiten und bekannte Abwesenheiten etwa für Schule und Beruf individuell pro Raum. Welche Temperatur Sie dafür einstellen, hängt von Heizungsart und Dämmung ab; zu niedrig sollte sie nicht sein.

Eine sinnvolle Ergänzung für vernetzte Thermostate sind Wandthermostate, die die Raumtemperatur an einer relevanten Stelle genauer messen und so das Überheizen verhindern. Interessant sind auch Fenstersensoren, die beim Öffnen die Heizkörper im Raum sofort abschalten. Vor allem für länger geöffnete oder irrtümlich nicht geschlossene Fenster ist das hilfreich; beim disziplinierten Stoßlüften bekommt man den Kaufpreis vermutlich nie eingespart.

Grundlegend sparen Sie Heizkosten aber nur durch niedrigere Raumtemperaturen, mehr Dämmung oder den Austausch der Heizung. Ausführlich haben wir das Thema „Günstig und nachhaltig heizen“ in c't 20/2022 behandelt, etwa die Funktionsweise von Wärmepumpen und die Voraussetzungen für die drei Hauptarten erklärt (Seite 20), Wärmespeicher beschrieben (Seite 26) und Wasserstoffspeicher zum Aufnehmen überschüssigen Fotovoltaik-Stroms angerissen (Seite 34). Auch zu Heizthermostaten finden Sie weitere Hinweise (Seite 30).

Bestandsheizungen sollten Sie idealerweise zusammen mit einem Fachbetrieb auf Einsparpotenziale untersuchen; vielleicht lohnt sich beispielsweise der Tausch einer alten, stromdurstigen Pumpe gegen eine moderne.





Elektrische Energie ist unsichtbar und die wenigsten Menschen wissen genau, wie viel sie davon mit welchen Gerätschaften im Haushalt verbrauchen. Erst, wenn Tools den Energiefluss visualisieren – auch über eine längere Zeit –, kann man sein Nutzungsverhalten reflektieren, ändern und Ressourcen schonen. Smarte Zwischenstecker machen den Verbrauch, aber auch das Einspeisen von Energie sichtbar.

Von Sven Hansen

Die elektrischen Gerätschaften werden mehr, doch der Zähler hängt irgendwo im Keller, Abschlagszahlungen werden grob geschätzt und am Ende trudelt eine verworrene Jahresendabrechnung des Energieversorgers ins Haus. Kein Wunder, dass sich viele Menschen beim Öffnen des dicken Briefes wie vor der Losbude am Jahrmarkt fühlen. „Muss ich nachzahlen oder bekomme ich gar etwas zurück?“ Dieses Jahr dürfte die Geschichte für alle ähnlich ausgehen: Ziemlich gewiss schauen sie machtlos auf ein dickes Loch im Portemonnaie.

Dabei ist er durchaus existent, der Zusammenhang zwischen eigenem Verhalten und dem daraus resultierendem Energieverbrauch. Den stetigen Energiefluss können Menschen zwar nicht wahrnehmen, mit ein wenig Technik lässt er sich allerdings sichtbar machen. Denn bis auf die wenigen Großverbraucher im Haushalt hängt jedes Gerät an einer eigenen Steckdose.

Zwischenstecker mit Display, wie wir sie in c't 17/2022, S. 98 getestet haben, helfen vor allem beim kurzfristigen Energie-Check daheim. Die Domäne der smarten Messstecker hingegen ist das kontinuierliche Messen eines schwankenden Stromverbrauchs. Das ist durchaus sinnvoll, denn die wenigsten Verbraucher verhalten sich heutzutage wie eine alte Glühbirne. Letztere zieht konstant ihre 60 Watt, wenn sie leuchtet – und sonst eben nichts.

Bild: Andreas Martini

# Spardosen mit Zählwerk

## Sechs Zwischenstecker für das Energie-Monitoring

Die Situation ändert sich schon bei einfachen Kühlgeräten: Sie werfen ihren Kompressor an, legen wieder eine Pause ein und reagieren mit ihrem Verbrauch auf das Nutzerverhalten oder auch die Umgebungstemperatur. Ist der Stromverbrauch vielleicht unnötig hoch, weil Herd oder Spülmaschine in der Einbauküche zu dicht am Kühlgerät kleben? Ändert er sich durch Sonneneinstrahlung? Derlei Feinheiten fallen erst beim Blick auf eine langfristige Statistik auf.

## Testfeld

Im Test sind sechs Zwischenstecker, die den Energiefluss im jeweiligen Moment messen und statistische Informationen zur Langzeitnutzung liefern. Die Geräte von Gosund, Luminea und Ucomen stammen alle drei aus dem Universum des chinesischen IoT-Anbieters Tuya. Sie arbeiten mit dem gleichnamigen Clouddienst und kommen mit nur leicht angepassten Apps fürs Smartphone. Der günstige von Gosund ist besonders beliebt, da er vom Durchmesser kaum größer als ein Schuko-stecker ist, sodass mehrere Adapter nebeneinander in einer Mehrfachsteckdose Platz finden.

Mit ebensolchem Formfaktor wartet auch der Plug S von Shelly auf. Das Smart-Home-Zubehör des bulgarischen Herstellers sieht man oft bei DIY-Projekten, denn Shelly legt besonderen Wert auf die lokale Bedienbarkeit ohne Cloudzwang. Der WiFi Switch von der schweizerischen myStrom richtet sich explizit auch an Besitzer eines Balkonkraftwerkes, denn die getesteten Zwischenstecker visualisieren nicht nur den Verbrauch, sondern auch eingespeiste Energie – sie hat sogar einen Temperatursensor.

Bei diesen fünf handelt es sich um Zwischenstecker, die ohne zusätzliche Zentrale oder Gateway direkt im WLAN arbeiten. Doch *eine* Smart-Home-Zentrale steht in vielen Haushalten, ohne als solche wahrgenommen zu werden: Die DECT-fähigen Fritzboxen von AVM lassen sich mit Smart-Home-Zubehör ergänzen. Ebendarum rundet der Zwischenstecker Fritz-DECT 210 das Testfeld ab.

## Einrichten

Bei den fünf WiFi-Kandidaten geht es zunächst darum, sie mit dem heimischen WLAN zu verbinden. Bei allen hilft die jeweilige App bei der Einrichtung; Shelly und die Apps auf Tuya-Basis nutzen Bluetooth, um den Erstkontakt zu den Zwi-

schensteckern herzustellen. In einem zweiten Schritt wählt man das passende WLAN und hinterlegt das Passwort in der App. Bis auf AVMs Fritz-DECT braucht es hierfür bei allen Geräten zumindest einen Kundenaccount. Gosund, Luminea und Ucomen zwingen dazu, die Herstellercloud zu benutzen, das Einrichten funktionierte bei allen dreien problemlos.

Das können wir vom Shelly Plug S nicht behaupten. Die App verhaspelte sich im Test wiederholt beim Versuch, den Zwischenstecker ins WLAN zu hieven. Richtig kompliziert wird es, wenn es gilt, einen älteren Plug S mit kurzer ID einzurichten: Solche Zwischenstecker muss man zunächst im Accesspoint-Modus über das Webinterface ansprechen, um sie per Kurzbefehl (<http://<shelly-ip>/longifyid>) dazu zu bewegen, sich künftig mit 12-stelliger ID bei Shelly anzumelden. Mit der zuvor üblichen sechsstelligen ID wirft das System eine irreführende Fehlermeldung aus, nach der die Komponente bereits einem anderen Kundenkonto zugeschrie-

ben ist. Auch bei einem zweiten Zwischenstecker, der schon mit neuerer Firmware geliefert wurde, führte erst der Umweg übers Webinterface zum Ziel.

Die myStrom-App favorisiert die Erst-anmeldung per WPS und weist zu Recht darauf hin, dass die Anmeldung im Accesspoint-Modus ein Sicherheitsrisiko ist. Theoretisch könnten sich Angreifer auf einem Zwischenstecker genau in dem Moment anmelden, wenn dieser für kurze Zeit ein offenes WLAN aufspannt.

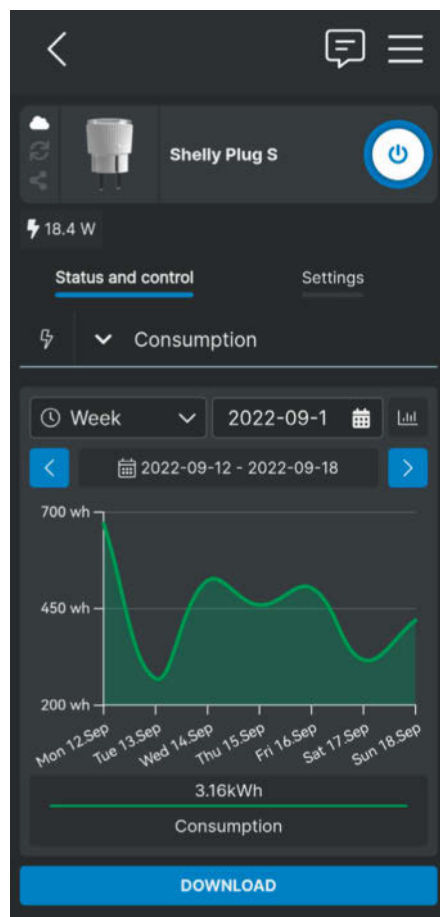
Sind die Zwischenstecker erfolgreich verbunden, ordnet man ihnen per App einen Namen zu und kann sie – so denn mehrere Exemplare vorhanden sind – nach Räumen gruppieren. Bis auf AVM und myStrom erlauben es alle Apps, ein eigenes Foto hochzuladen. Statt eines Piktogramms oder eines stilisierten Zwischensteckers zeigt die App so direkt das Gerät, dass am Zwischenstecker angeschlossen ist.

Bei AVMs Fritz-DECT 210 entfällt die WLAN-Anmeldung. Nach einem Druck auf die DECT-Taste von Gerät und Fritzbox verbindet sich der Zwischenstecker automatisch mit dem Router. Nach etwa 20 Sekunden taucht der Adapter anschließend in der Weboberfläche der Fritzbox unter den Smart-Home-Geräten auf.

## Schalten und warten

Alle Zwischenstecker haben einen kleinen Taster, über den sie sich direkt am Gerät an- und ausschalten lassen. Das kann praktisch sein, wenn sie etwa mit programmiertem Abschalt-Timer direkt am Küchentresen zum Einsatz kommen. Ein Druck auf den Taster genügt, um Wasserkocher, Kaffeemaschine oder auch ein Bügeleisen unter Strom zu setzen. Nach einer über die App hinterlegten Zeitspanne schaltet der Zwischenstecker ab. Nur die 210er von AVM trennt Verbraucher zweipolig vom Netz, alle anderen trennen nur einen Pol. Geräte stehen – je nach Steckerposition – noch unter Spannung, selbst wenn sie ausgeschaltet sind.

Die Apps erlauben es, die Zwischenstecker einzeln oder zusammengefasst als Gruppe zu schalten. Bei Gosund, Luminea und Ucomen ist das durch die Cloudverbindung grundsätzlich auch außerhalb des WLANs aus der Ferne möglich, bei Shelly muss man die Cloudfunktion hierfür explizit freigeben. myStrom erlaubt die Fernsteuerung über den Umweg von myStrom Home und ein kostenpflichtiges Abo (30 Euro jährlich). Bei AVM ist es nötig, die Fritzbox für den Fernzugriff zu konfigurieren.



**MyStrom und Shelly (Bild) liefern die besten Langzeitstatistiken in der App.**



### AVM Fritz!DECT 210

AVMs Zwischenstecker für den Außenbereich hat schon ein paar Jährchen auf dem Buckel und das Design wirkt ein wenig aus der Zeit gefallen. Das klobigste und teuerste Gerät im Testfeld schaut eher wie ein WiFi-Repeater aus.

Im Hinblick auf App, Smart-Home-Einbindung und Sprachsteuerung hat AVM wenig im Köcher. Zum Glück kümmern sich Fremdanbieter um die Integration der Zwischenstecker und liefern passende Plug-ins, Skills oder Flows für die unterschiedlichen Plattformen. Vorbildlich hingegen die Messgenauigkeit des DECT 210: Bei größeren Lasten konnte der Brocken mit unserem Profileistungsmessgerät mithalten. Dass sie Verbraucher zweipolig vom Netz trennt, steht ihr als Außensteckdose besonders gut zu Gesicht.

- ⬆ IP44 mit zweipoliger Abschaltung
- ⬇ klobiges Router-Design
- ⬇ teuer

Preis: 80 Euro



### Gosund EP2

Klein: ja, stark: na ja. Der Vorgänger des Gosund EP 2 war bis 3600 Watt belastbar, nun sind es maximal 2500 Watt. Immerhin ist der sexy Formfaktor geblieben: Kleiner wird man es kaum bekommen und die EP 2 schaut mit ihrem LED-Kranz sogar schick aus. Für 30 Euro im Doppelpack ist der Gosund-Zwischenstecker zudem ein Schnäppchen.

Die App aus dem Tuya-Baukasten ist gewöhnungsbedürftig, dafür ist das Angebot an kompatiblen Zubehör so groß wie die Möglichkeiten für Automatisierungen innerhalb der App. Wer sich ganz auf Tuya einlässt, wird viele Dinge im Smart Home für wenig Geld aus der Cloud ohne zusätzliche Zentrale bewegen können.

- ⬆ kleine Bauform
- ⬆ Live-Daten via Cloud
- ⬇ nur bis 2500 Watt belastbar

Preis: 15 Euro



### Luminea SF-550

Die über Pearl vertriebene WLAN-Steckdose von Luminea ist ein Leichtgewicht und es drängt sich der Eindruck auf, dass hier viel Luft im Gehäuse steckt. Eigentlich schade, denn so blockiert der Zwischenstecker unnötig Platz in Mehrfachsteckdosen, die es auch für den Außenbereich gibt.

Ob Pearls Elesion-App oder Smart Life von Tuya den Zwischenstecker ansteuert, ist letztlich Geschmackssache. Unterschiede gibt es nur bei der Einrichtung: Bei Elesion geht es wegen der Beschränkung auf Pearl-Produkte bei der Auswahl neuer Komponenten deutlich übersichtlicher zu. Bei Smart Life lässt sich die SF-550 dafür mit deutlich mehr Smart-Home-Komponenten kombinieren. Die Verbrauchsstatistik in der App beschränkt sich auf einen Überblick über die vergangenen Monate.

- ⬆ Schutzart IP44
- ⬆ viel Zubehör
- ⬇ keine Live-Daten anzapfbar

Preis: 21 Euro

ren. Erst nach diesem Schritt ist es möglich, von außen auf die Zwischenstecker im System zuzugreifen. Positiv: Alle Geräte konnten wir auch nach Wegfall der Internetverbindungen im lokalen Netz bedienen. Selbst bei den Cloudkandidaten werden Direkteingaben vom Smartphone also lokal übertragen.

### Messknechte

Alle sechs Kandidaten protokollieren den Stromverbrauch, sie messen aber auch das Einspeisen von Energie etwa durch ein Balkonkraftwerk. Dieses sollte streng genommen zwar nur per Wieland-Steckdose als Festinstallation am Netz hängen. In der

Praxis nutzen die meisten Kunden jedoch den Schukostecker, sodass der Zwischenstecker die vom Mikrowechselrichter eingespeiste Solarenergie erfassen kann.

In der myStrom-App deklariert man dazu den Wi-Fi Switch als „Solar Panel / Stromproduktion“. Fortan wird die am Zwischenstecker gemessene Energie positiv bilanziert und in der App stehen zusätzliche „Solar Actions“ bereit. Diese Actions schalten abhängig von der am Solarpanel anfallenden Energie andere Komponenten des myStrom-Systems gezielt an und aus. Parameter wie die Anschalt- und Ausschaltverzögerung in Minuten sorgen dafür, dass die resultierenden Automatik nicht

zu zappelig agiert, indem sie auf das Licht- und Schattenspiel jedes am Herbsthimmel vorbeihuschenden Cumulus-Wölkchens reagiert.

Solche Solarfunktionen sind bei den anderen Herstellern nicht vorhanden, auch wenn diese eingespeiste wie verbrauchte Energie anzeigen. Die Shelly-App kann den Verbrauch über verschiedenen Komponenten hinweg summieren, immerhin lässt sich eine Steckdose mit angehängtem Balkonkraftwerk aus dieser Rechnung ausklammern. Keines der Testgeräte weist den Richtungswechsel des Energieflusses – etwa durch Vorzeichenwechsel – automatisch aus.



AVM hat immerhin in der neuesten Fritz-OS-Version 7.39 sprachlich auf den Umstand reagiert, dass die Zwischenstecker nicht mehr nur für die Verbrauchsmessung genutzt werden. Statt von Energieverbrauch ist nun von Leistung (Watt) die Rede.

### Live und Langzeit

Den Live-Verbrauch zeigen alle Kandidaten brav in der App an, wobei sich in Sachen Mess(un)genauigkeit durchaus Unterschiede zeigen. Im c't-Labor dient unser Präzisionsleistungsmessgerät LMG95 als Referenz beim Vergleich typischer Lasten. So waren die drei Zwischenstecker von Gosund, Luminea und Ucomen schlichtweg nicht zu gebrauchen, um Lasten unter 2 Watt zu erfassen. AVM und myStrom punkten hierbei, allerdings mit einer Messungenauigkeit von 5 Prozent. Positiv fiel hier Shellys Plug S aus dem Rahmen, der auch für unseren Kleinstverbraucher präzise Messwerte lieferte.

Bei unseren Prüflasten mit 20, 40 und 270 Watt ändert sich das Bild: Hier fällt ausgerechnet der Plug S mit 5 Prozent Messabweichung unangenehm auf, während alle anderen mit maximal 2 Prozent akzeptable Werte lieferten. Je höher die Lasten sind, desto weniger fällt der Messfehler ins Gewicht.

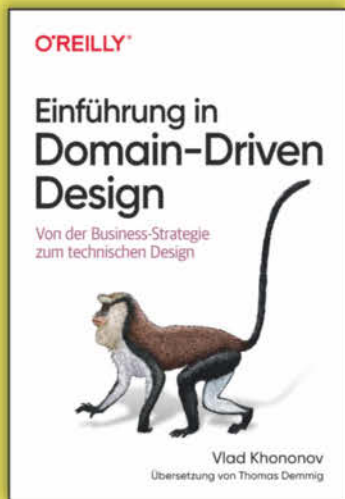
Shellys von der Bedienoberfläche her etwas überladene App liefert bei der Langzeitauswertung der Messergebnisse den mit Abstand besten Überblick. Zu jedem Zwischenstecker lässt sich unter dem Punkt „Status und Kontrolle“ eine Grafik als Balken, Linie oder geglättete Kurve anzeigen, die sich auf Wunsch über einen Tag, Monat oder ein ganzes Jahr erstreckt. Ähnlich ausführlich ist die statistische Auswertung in der myStrom-App, wobei die Bedienung leichter fällt. Die Statistik füllt den gesamten Screen aus und die App lässt sich für den Statistikmodus auch quer nutzen. Sie stellt neben den Verbrauchsdaten auch den vom Zwischenstecker gemessenen Temperaturverlauf dar.

Die statistische Auswertung der drei Tuya-Zwischenstecker ist recht unübersichtlich. Jeweils ein Monat erscheint als überlanger Zeitstrahl mit den täglich akkumulierten Verbrauchsdaten. Auf der Startseite listet die App immerhin alle bereits erfassten Monate und der jeweils verbrauchten beziehungsweise eingespeisten Kilowattstunden. Für die sporadische Erfolgskontrolle eines kleinen Solarprojektes mag das manch einem schon genügen.

AVMs MyFritz!-App weist lediglich Briefmarkenbildchen mit den Werten der letzten Stunde aus. Etwas auskunftsfreudiger ist AVMs Smart-Home-App, mehr erfahren möchte, muss sich auf dem Webinterface der Fritzbox anmelden. Dort finden sich vorgefertigte Zeitfilter und auch eine Exportmöglichkeit der Daten als CSV-Datei. Eine Langzeitarchivierung der fein aufgelösten Messdaten ist nicht möglich, selbst wenn die Box auf ausreichend Speicher in Form eines USB-Sticks oder einer Web-DAV-Anbindung zurückgreifen kann. Wer eine solche Auswertung benö-

# O'REILLY® Know-how für Praktiker

Noch mehr Auswahl:  
[www.oreilly.de](http://www.oreilly.de)

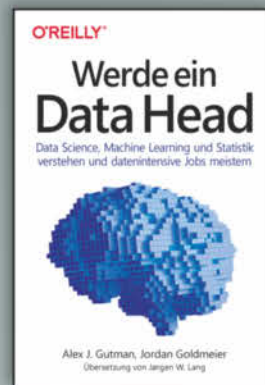


ISBN 978-3-96009-195-0  
ab 32,99 € • E-Book | Print | Bundle

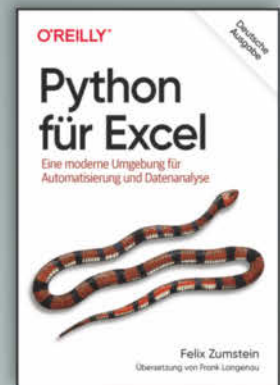
Hands-On DDD: von der Strategie bis zum technischen Design! Dieser Praxisratgeber beschreibt zentrale Patterns, Prinzipien und Praktiken, mit denen Sie Geschäftsbereiche analysieren, die Business-Strategie verstehen und, was am wichtigsten ist, Ihr Softwaredesign besser an den Geschäftsanforderungen ausrichten können.



ISBN 978-3-96009-199-8  
ab 39,99 € • E-Book | Print | Bundle



ISBN 978-3-96009-191-2  
ab 30,99 € • E-Book | Print | Bundle



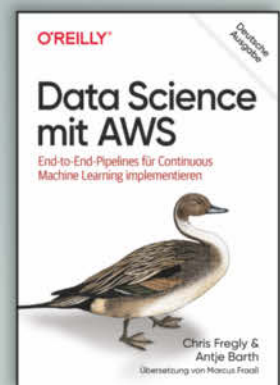
ISBN 978-3-96009-197-4  
ab 35,99 € • E-Book | Print | Bundle



ISBN 978-3-96009-113-4  
ab 35,99 € • E-Book | Print | Bundle



ISBN 978-3-96009-198-1  
ab 30,99 € • E-Book | Print | Bundle



ISBN 978-3-96009-184-4  
ab 47,99 € • E-Book | Print | Bundle



### MyStrom WiFi Switch

MyStrom setzt auf die Design-Maxime reduzierter Formen: Vor der Wandsteckdose klebt mit dem Wi-Fi Switch ein recht klobiger Kunststoffkasten. Statt des Ein/Aus-Taster erwischt man schon mal die Pairing-Taste, die auch kleiner sein dürfte, weil sie nur bei der Ersteinrichtung nötig ist.

MyStrom liefert cooles Zubehör, das sich über die übersichtliche App einbinden lässt. Dabei schlägt das System sogar eine Brücke zu Komponenten von Sonos und über den Dienst myStrom home zu Hue, Tradfri und Shelly. Der Rolle als Smart-Home-Zentrale wird die App noch nicht gerecht. Am Ende fällt das kaum ins Gewicht, da sich der Zwischenstecker über verschiedenste Wege mit einer beliebigen Zentrale steuern lässt.

- ↑ cloudfreie Anknüpfungspunkte
- ↑ gute IFTTT-Anbindung
- ↑ Solarfunktionen integriert

Preis: 50 Euro



### Shelly Plug S

Vom Erfolg des Plug S war Hersteller Shelly offensichtlich selbst überrascht, nur so lässt sich der Wechsel von sechs zu zwölfstelliger ID erklären. Nur bei Shelly findet man ein vollwertiges Webinterface, über das man jede Komponente über den Browser konfiguriert. Die App liefert ansehnliche Statistiken, patzte allerdings bei der Ersteinrichtung. Die gelang uns nur über den Browser.

Der Plug S lässt sich komplett lokal über gängige Smart-Home-Plattformen steuern. Aktiviert man die Cloud, werden Komponenten allerdings hart mit dem jeweiligen Account verknüpft. Einmal angemeldete Devices muss man zunächst abmelden, bevor sie sich einem neuen Account zuordnen lassen. Wer das Gerät gebraucht bei eBay ergattert, muss darauf besonders achten.

- ↑ cloudfreie Anknüpfungspunkte
- ↑ kleine Bauform
- ↓ Probleme bei Ersteinrichtung

Preis: 20 Euro



### Ucomen Smart Steckdose

Die Smart Steckdose Outdoor von Ucomen wirkt etwas billig verarbeitet. Die Abdeckklappe ist wenig solide und der Gummiring des mit Schutzart IP44 ausgewiesenen Zwischensteckers ist so dünn, dass man ihn mit einem Stecker für den Außenbereich schnell eindrückt.

Die Ucomen-Home-App ist nur zweite Wahl. Sie ist bis auf Farbgestaltung identisch mit Tuya's Smart-Life-App, die direkt vom Hersteller gepflegt und regelmäßig upgedatet wird. Ein Pluspunkt ist, dass sich Live-Verbrauchsdaten über Tuya's IoT-Plattform abrufen lassen: Diese Eigenschaft kombiniert mit der Schutzart IP44 macht den Ucomen Stecker zu einem spannenden Kandidaten, um langfristig die eingespeiste Energie eines Balkonkraftwerkes im Außenbereich zu erfassen.

- ↑ Schutzart IP44
- ↑ Live-Daten via Cloud
- ↓ klapprige Verarbeitung

Preis: 18 Euro

tigt, muss sich Datenauszüge per Mail zuschicken lassen und archivieren.

### Smart Home

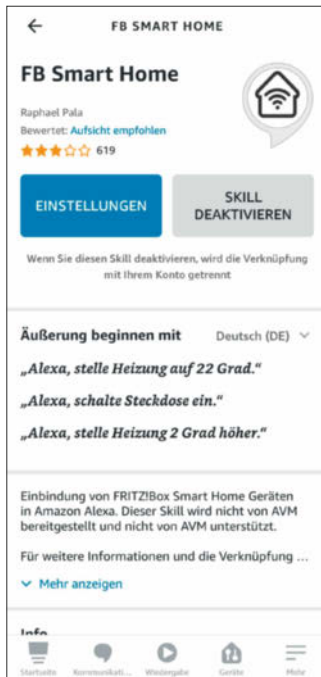
Bis auf den Fritz-DECT 210 lassen sich alle Zwischenstecker von Haus aus per Sprache bedienen, wenn sie zuvor mit Alexa oder Google Home verknüpft wurden. myStrom ist auch mit Apples Homekit kompatibel. AVM überlässt es Fremd-anbietern, sich um die Integration der eigenen Smart-Home-Komponenten zu kümmern. So gibt es für Alexa oder Google Home keinen offiziellen Skill, mit

„FB Smart Home“ jedoch einen gangbaren Weg, die Sprachsteuerung zu aktivieren. Einziger Haken: Für diesen Weg muss man einen Zugang zur Fritzbox einrichten, die Smart-Home-Steuerung freigeben und diesen beim Fremdanbieter hinterlegen. Es wäre einem wohl, wenn Hersteller AVM den unbekannten Dritten überflüssig machen würde.

Die Geräte von myStrom und Ucomen sprechen mit dem Metadienst IFTTT. myStrom liefert dabei die meisten Trigger für per IFTTT ausgelöste Aktionen im Smart Home. Mit Schwellwerten legt man

fest, ob das Portal oberhalb oder unterhalb einer bestimmte Last eine Aktion ausführt. Das funktioniert auch mit dem Temperatursensor des Zwischensteckers, der ebenfalls als Ausgangspunkt für eigene Regeln taugt. Natürlich kann IFTTT den WiFi Switch auch im Rahmen eigener Applets schalten. Von den drei Tuya-Geräten lässt sich nur der Ucomen-Zwischenstecker via IFTTT nutzen, beschränkt sich dabei allerdings auf Schaltvorgänge. Verbrauchsinformationen lassen sich also nicht als Auslöser nutzen.

Will man die Zwischenstecker in be-



**Der Skill FB Smart Home bindet Smart-Home-Komponenten von AVM auf Umwegen in Alexas Sprachsteuerung ein.**



**Mit „Solar Actions“ lassen sich in der myStrom-App Verbraucher in Abhängigkeit von der aktuellen Einspeisung von Solarstrom schalten.**

stehende Smart-Home-Projekte via OpenHAB, HomeAssistant oder Homey einbinden, trennt sich die Spreu vom Weizen. MyStrom und Shelly lassen sich mit vorgefertigten Plug-ins direkt über den REST-API oder via MQTT ansteuern. Bei AVM führt der Weg wie auch bei der Sprachsteuerung immer über die Fritzbox als Zentrale. Wegen der großen Verbreitung in Deutschland finden sich auch für die Fritz-DECT meist vorgefertigte Plug-ins, die die Integration erleichtern.

Dass Einbindung nicht gleich Einbindung ist, zeigt sich spätestens bei den drei Tuya-Kandidaten. Sie arbeiten über die Cloud, die über Tuyas IoT-Portal (iot.tuya.com) durchaus Informationen herausgibt. Legt man hier einen Account an und verknüpft ihn mit dem App-Zugang, gibt das Portal einen Überblick über sämtliche am Account angemeldeten Tuya-Komponenten und generiert auf Wunsch eine Access ID nebst zugehörigem Secret Code. Mit den Zugangsdaten kann etwa die Smart-Home-Plattform HomeAssistant die Sensordaten aus der Cloud auslesen und lokal archivieren. Die Zwischenstecker von Gosund und Ucomen liefern danach alle Live-Verbrauchsdaten an die Smart-Home-Zentrale – beim Luminea-Zwischenstecker ist dies hingegen nicht möglich. Wer die Leistungserfassung mehrerer Zwischenstecker über eine Zentrale bündeln möchte, muss auf solche Feinheiten achten.

Um die besonders günstigen Tuya-Komponenten vom Cloud-Zwang zu befreien, finden sich im Netz viele Projekte rund um die alternative Firmware Tasmota. Der äußerlich fast identische Gosund sp111 etwa ist wegen des Formfaktors sehr beliebt, aber nur noch gebraucht zu kaufen. Interessanterweise haben die Hersteller auf die Hacking-Szene reagiert und bieten Zwischenstecker mit vorinstallierter Tasmota-Firmware an. Wer mit der cloudfreien Alternative experimentieren möchte, muss also nicht



## MIT Mac & i IMMER DER ZEIT VORAUS

**2x Mac & i mit 35% Rabatt testen und Geschenk sichern!**

**Mac & i – Das Magazin rund um Apple**

- Tipps & Workshops
- Hard- & Softwaretipps
- Apps und Zubehör
- inkl. Club-Mitgliedschaft

**Für nur 16,80 € statt 25,80 €**  
(Preis in Deutschland)

**Genießen Sie mit der Mac & i Club-Mitgliedschaft exklusive Vorteile!**



**+ Geschenk nach Wahl**

z. B. 10 € Amazon.de-Gutschein oder Apple-Watch-Ständer



**Mac & i. Das Apple-Magazin von c't.**

Jetzt bestellen:

**[www.mac-and-i.de/miniabo](http://www.mac-and-i.de/miniabo)**

✉ [leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de)

☎ 0541 80 009 120



mehr notgedrungen zum Hacker-Hoodie greifen.

## Fazit

Wer nur einem einzigen Verbraucher ausführlich auf die Finger schauen will, ist mit der Kombination aus Zwischenstecker und App bei allen Kandidaten im Rahmen ihrer Genauigkeit gut aufgehoben. Ob die Daten einem Cloudanbieter anvertraut oder nicht, bleibt jedem selbst überlassen. Ein einzelner Zwischenstecker lässt sicherlich kaum Rückschlüsse über seinen Besitzer zu. Bei mehreren Messstellen kann sich jedoch schnell ein Bild ergeben, denn unterschiedliche Verbraucher lassen sich anhand ihres Entnahmeprofils durch KI-Algorithmen leicht identifizieren.

Mit Smart-Home-Zentralen verknüpft liefern bis auf den Luminea-Zwischenstecker alle Kandidaten genug Live-Daten,

um eine detaillierte Verbrauchsstatistik aufzubauen. Damit werden auch schlechende Prozesse wie der Effizienzverlust eines Kühlgerätes über mehrere Jahre sichtbar. Für lokale Projekte sind die Geräte von myStrom und Shelly besonders gut geeignet.

Erst durch die langfristige Analyse der Verbrauchsdaten entsteht so etwas wie ein Bewusstsein für den Energiefluss im Heim. Strom kommt dann eben nicht einfach nur aus der Steckdose, sondern wird – grafisch aufbereitet und mit schicken Euro-Preisschildern belegt – nicht erst durch den Schmerz der Jahresendabrechnung erfahrbar. Wer es schafft, das eigene Bewusstsein und das des ein oder anderen Mitbewohners im Haushalt zu schärfen und selbst produzierte Energie effizienter nutzt, kann am Ende durchaus ein paar Euro sparen.

(sha@ct.de) 



**Zwischenstecker wie der von Nous (A1T) gibt es wahlweise mit Tuya- oder Tasmota-Firmware ohne Cloud-Zwang.**

## Smarte Zwischenstecker fürs Energiemonitoring

Modell	Fritz!DECT 210	EP 2	SF-550	PQWSE1	Plug S	01SW2P
Hersteller	AVM	Gosund	Luminea	myStrom	Shelly	Ucomen
Bezeichnung	Intelligente Außensteckdose	Smart Steckdose	WLAN Steckdose aussen	WiFi Switch	WiFi Smart Plug	Smart Steckdose Outdoor
Firmware	4.25	v1.0.4	v1.3.5	4.0.4	v1.12	v1.1.7
<b>Ausstattung</b>						
Kommunikation	DECT-ULE	WiFi 4 (2,4 GHz)	WiFi 4 (2,4 GHz)	WiFi 4 (2,4 GHz)	WiFi 4 (2,4 GHz)	WiFi 4 (2,4 GHz)
Sensorik	Leistung, Temperatur, Schallereignis	Leistung	Leistung	Leistung, Temperatur	Leistung	Leistung
Bedienelemente	An / Aus, DECT	An / Aus	An / Aus	An / Aus, WPS	An / Aus	An / Aus
Schutzart	IP44	–	IP44	–	–	IP44
Belastbarkeit	15 A / 3450 W	12 A / 2500 W	16 A / 3600 W	16 A / 3600 W	12 A / 2500 W	16 A / 3600 W
zweipolige Abschaltung	✓	–	–	–	–	–
optionales Zubehör	Taster (Fritz!DECT 400 / 440), Fritz!Phone	beliebige Tuya-Komponenten	Schalter, Bewegungsmelder, Öffnungssensoren	WiFi-Knopf, Bewegungsmelder	beliebige Tuya-Komponenten	beliebige Tuya-Komponenten
<b>Funktionen</b>						
App (iOS / Android)	MyFritz! / Smart Home (✓ / ✓)	Smart Life (✓ / ✓)	Elesion (✓ / ✓)	myStrom (✓ / ✓)	Shelly Cloud (✓ / ✓)	Ucomen Home (✓ / ✓)
Zeitschaltung, Astronomie, Zufall, Timer	✓ / ✓ / – / ✓	✓ / ✓ / – / ✓	✓ / ✓ / – / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / – / ✓	✓ / ✓ / – / ✓
letzter Zustand konfigurierbar	Letzter Zustand, Aus, An	–	–	–	On, Off, Restore last mode	–
Statistik	Tag / Woche / Monat / Jahr	Monat / gesamt	Monat / gesamt	Stunde / Tag / Woche / Monat / Jahr	Tag / Woche / Monat / Jahr	Monat / gesamt
Export	CSV-Datei, Mail	–	–	CSV-Datei	SV-Datei	–
Leistungsbegrenzung / Überlastschutz	– / ✓	✓ <sup>2</sup> / ✓	– / –	✓ / –	✓ / ✓	✓ <sup>2</sup> / ✓
lokales Schalten ohne Internet	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Smart Home</b>						
Google Home / Alexa / Homekit	– / – / –	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / –
IFTTT	–	–	–	✓	–	✓
Web-Zugang	✓ <sup>3</sup>	– <sup>1</sup>	– <sup>1</sup>	✓	✓	– <sup>1</sup>
<b>Messungen</b>						
Abmessungen	65 mm × 36 mm × 126 mm	44 mm × 44 mm × 35 mm	66 mm × 66 mm × 111 mm	57 mm × 57 mm × 70 mm	46 mm × 46 mm × 69 mm	124 mm × 107 mm × 96 mm
Standby aus / an	0,4 W / 1 W	0,3 W / 0,9 W	0,2 W / 0,5 W	1 W / 1,3 W	0,4 W / 0,6 W	0,4 W / 0,7 W
<b>Bewertung</b>						
Ausstattung	⊕	⊖	○	⊕	○	○
Bedienung	○	○	○	⊕	○	○
Konnektivität	○	○	⊖	⊕⊕	⊕⊕	○
Messgenauigkeit	⊕⊕	⊕	⊕	⊕⊕	⊕	⊕⊕
Preis	80 €	15 € <sup>4</sup>	21 €	50 €	20 €	18 € <sup>4</sup>
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden <sup>1</sup> über Tuya IoT-Portal <sup>2</sup> über Automationsregel <sup>3</sup> via Fritzbox <sup>4</sup> nur im Doppelpack erhältlich						




## Office-Produkte von MSI: Kleines Format, große Auswahl!

Ein aufgeräumter Arbeitsplatz unterstützt ein fokussiertes Arbeiten und damit auch die Produktivität. Das ist nicht nur im räumlich begrenzten Home Office der Fall, sondern auch im Büro, das frei von ablenkenden Faktoren sein sollte. MSI hat seine Office-Produkte daher nach dem Prinzip „Große Leistung im Kleinformat“ entwickelt.

### Klein, kleiner, unsichtbar

Je nachdem, wie viel Leistung für die tägliche Arbeit benötigt wird, rangieren die Office-Lösungen von MSI von einer platzsparenden, aber kraftvollen 13-Liter Lösung (PRO DP130 11th) über die kompakten 2-Liter-Systeme mit effizienter AMD-APU (PRO DP20Z 5M) bis hin zu den gänzlich unsichtbar installierbaren Cubi-Mini-PCs.



### Kompromisslos besser

Auf Kompromisse müssen sich MSI-Nutzer aber nicht einlassen: Sowohl die Leistung der Systeme als auch ihre Konnektivität sind erstklassig. Auch komplexe Aufgaben und mehrere gleichzeitige Anwendungen werden von den kleinen Kraftpaketen mühelos gestemmt. Dabei werden natürlich alle aktuellen Anschlusstechnologien wie USB 3.2 Gen 2 Typ C sowie neueste Standards für die kabellose Datenübertragung verbaut (modellabhängig). Der erfolgreichen Arbeit steht also nichts mehr im Wege!



Alle weiteren Informationen finden Sie auf der offiziellen Webseite von MSI:

<https://de.msi.com/Business-Productivity-PCs>



de.msi.com

Tech meets Aesthetic

# Warmwäscher

## Strom sparen bei Wasch- und Geschirrspülmaschine

**Speist man Waschmaschine und Geschirrspüler mit warmem statt mit kaltem Wasser, kann das den Stromverbrauch deutlich senken. Der zusätzliche Aufwand lohnt sich allerdings nicht in jedem Fall.**

Von Urs Mansmann

**W**asch- und Geschirrspülmaschinen benötigen als Gemeinsamkeit für ihre Standardprogramme heißes Wasser, bekommen aber aus der Leitung üblicherweise nur kaltes. Technisch lösen die Geräte das mit simplen Heizstäben, die das Wasser auf die gewünschte Temperatur bringen. Das aber verschlingt viel Strom. Es liegt also nahe, die Geräte mit warmem Wasser zu speisen, das auf eine günstigere Weise erwärmt worden ist. Der Heizstab tritt dann, wenn überhaupt, viel kürzer in Aktion und der Stromverbrauch pro Waschgang sinkt.

Das lohnt sich besonders, wenn man eine Solarthermieanlage einsetzt, das Wasser also direkt mit Sonnenlicht erhitzt. Hingegen ist die externe Speisung kontraproduktiv, wenn das Warmwasser in einem strombetriebenen Boiler oder Durchlauferhitzer bereitete wird, weil diese einen ge-

ringeren Wirkungsgrad haben als die eingebauten Heizstäbe.

Bereitet man das warme Wasser mit fossilen Energien, hängt der Spareffekt vom Preis pro kWh ab: Beim eingebauten Heizstab darf man mit 100 Prozent Wirkungsgrad rechnen. Bei gasbefeuelten Durchlauferhitzern hingegen kann man nur 70 bis 85 Prozent ansetzen. Moderne Brennwertkessel kommen auf bis zu 95 Prozent. Zum Gaspreis pro kWh muss man also noch einen Aufschlag rechnen.

Zusätzlich mindert der sogenannte Kaltwasserzapfen den Spareffekt. Das ist die Menge kalten Wassers, die aus der Leitung gespült werden muss, bevor warmes Wasser kommt. Wenn hier mit 15 Litern erst einmal beispielsweise drei Liter Kaltwasser kommen, müssen diese von der Maschine mit Strom aufgeheizt werden. Und wenn die Maschine voll ist, kühlen die nächsten drei Liter Warmwasser in der Zuleitung ungenutzt aus.

Das nächste Hindernis: Man benötigt einen Warmwasseranschluss. In der Küche kann man unter der Spüle meist mit wenig Aufwand einen zusätzlichen Hahn am Warmwasserzweig setzen. Ein Eckventil ist im Baumarkt oder Fachhandel für 10 bis 25 Euro erhältlich, für dessen Montage benötigt man weder Spezialwerkzeug noch besonders großes handwerkliches Geschick.

Auch wenn die Waschmaschine im Keller nahe der Heizung steht, ist der Aufwand für die Aufputzverlegung einer Stichleitung überschaubar. Schwieriger ist es beispielsweise im Bad, wo Leitungen meistens unter Putz und Fliesen liegen. Einen

zusätzlichen Warmwasseranschluss kann man im Bad sinnvollerweise nur bei Neubauten oder Komplettisanierungen legen.

### Sparrechnung

Wie viel Sie sparen, hängt von der Differenz zwischen Ihrem Strompreis und Ihren Kosten für die Erwärmung des Leitungswassers zusammen. Wer eine Solarthermieanlage einsetzt, das warme Wasser also fast ohne variable Kosten produziert, spart am meisten: bei heutigen Strompreisen 10 bis 40 Cent pro Waschgang.

Erhitzen Sie Ihr Warmwasser allerdings per Gas, Öl oder Holz, müssen Sie genauer rechnen. Weil bei der Warmwasserspeisung zusätzliche Wärmeverluste entstehen, könnten die steigenden Preise für fossile Brennstoffe und Holzpellets die Ersparnis komplett auffressen, schon bevor deren Preis pro kWh mit dem Strompreis gleichzieht. Pro Liter und Grad Kelvin kann man ungefähr 1 Wh ansetzen. 10 Liter Wasser von 20 auf 40 Grad Celsius, also um 20 Grad Kelvin zu erwärmen, kostet beispielsweise 0,2 kWh.

Moderne Waschmaschinen kommen mit rund 50 Litern Wasser pro Waschgang hin. Die initiale Waschphase mit warmem Wasser benötigt meist 12 bis 15 Liter Wasser. Dieses von 15 auf 40 Grad Celsius zu erwärmen, kostet ungefähr 300 bis 400 Wh, bei 60 Grad sind es bis zu 700 Wh.

Die Wassertemperatur sollte für Wasch- und Geschirrspülmaschinen nicht zu hoch liegen. Bei über 60 Grad können sie Schaden nehmen, etwa indem sich Kunststoffteile in der Maschine verformen.



Bild: Andreas Martini



## Zeitgesteuerte Mischer

Der Bedarf von Wasch- und Geschirrspülmaschine ist sehr unterschiedlich. Eine Waschmaschine benötigt warmes Wasser nur zu Programmbeginn und kaltes Wasser für alle späteren Phasen, in denen die Wäsche durchgespült wird. Um sie extern zu versorgen, ist daher ein sogenanntes Vorschaltgerät erforderlich, das an Warm- und Kaltwasser angeschlossen ist und erst warmes, später dann kaltes Wasser liefert (siehe [ct.de/yn3e](http://ct.de/yn3e)).

Ganz ohne Nachheizen kommt die Maschine dabei nicht aus, weil sie nicht nur das Wasser auf die gewünschte Temperatur bringen muss, sondern auch das Geräterinnere und die Wäsche. Dafür gehen nochmal etliche Wattstunden drauf. Wer unempfindliche Wäsche bei 40 Grad wäscht, kann übers Vorschaltgerät bis zu 60 Grad warmes Wasser einlaufen lassen und darüber Maschine und Wäsche erwärmen. Das drückt den Energiebedarf noch weiter, weil die Maschine erst nachheizt, wenn das eingelaufene Wasser so viel Wärme abgegeben hat, dass seine Temperatur unter 40 Grad fällt. Andersherum muss man bei sehr empfindlicher Wäsche wie Wolle unbedingt kaltes Wasser verwenden.

Solche Vorschaltgeräte für die Waschmaschine sind mit 200 bis 300 Euro recht teuer. Sie amortisieren sich deshalb selbst unter günstigen Bedingungen erst nach vielen hundert Wäschen, also meist nach vielen Jahren. Allerdings sind die Geräte sehr langlebig und die Verschleißteile lassen sich leicht ersetzen.

Sparfüchse verwenden statt Vorschaltgerät eine Mischbatterie und mischen warmes Wasser zu Beginn des Waschprogramms von Hand zu. Allerdings darf man dann nicht vergessen, diese nach spätestens 30 Minuten aufkalt zu stellen, sonst verkehrt sich der Spar-

effekt ins Gegenteil, wenn die Maschine auch die Spülgänge mit Warmwasser aus der Leitung erledigt. Und es geht noch einfacher: Bei den meisten Maschinen kann man warmes Wasser vor oder zu Beginn des Waschgangs mit einer Gießkanne in die Trommel oder in die Waschmittelschublade einfüllen. Per Sensor erkennt die Maschine den tatsächlichen Wasserstand im Gerät.

Falls Sie sowieso eine neue Waschmaschine benötigen, steht Ihnen eine weitere Option offen: Modelle mit eingebautem Warmwasseranschluss. Sie zapfen warmes und kaltes Wasser nach Bedarf und mischen die benötigte Temperatur selbst. Allerdings kosten sie rund zehn Prozent mehr als die Modelle nur mit Kaltwasseranschluss, zudem sind Sie auf die wenigen verfügbaren Modelle beschränkt.

## Direkt ans warme Wasser

Geschirrspülmaschinen hingegen arbeiten in den Standardprogrammen in allen Phasen mit warmem Wasser und kommen daher üblicherweise mit einem Anschluss an die Warmwasserleitung gut zurecht.

Prüfen Sie aber unbedingt die Bedienungsanleitung: Bei einigen Modellen untersagt der Hersteller explizit den Anschluss an eine Warmwasserleitung, etwa weil kaltes Wasser zur Trocknung des Geschirrs per Kondensation benötigt wird.

In einigen Fällen verkürzt sich die Programmlaufzeit, weil das Aufheizen schneller geht. Wenn das die Reinigungsleistung beeinträchtigt, können Sie gegensteuern: wählen Sie ein lange laufendes Programm, etwa das in neueren Maschinen stets vor-eingestellte Ökoprogramm – es spart oben-drein Wasser und Energie.

Mitunter hört man Bedenken, bestimmte Flecken wie Eiweiß oder Stärke könnten sich nur in kaltem Wasser gut



Bild: Miele

**Der Aufpreis von Waschmaschinen mit zusätzlichem Warmwasseranschluss ist zwar geringer als der Preis eines Vorschaltgeräts, aber man ist auf wenige und vergleichsweise teure Modelle beschränkt.**

lösen. Geschirr werde deshalb nicht richtig sauber, wenn man die Maschine mit heißem Wasser speise. Die Stadt Zürich hatte 2005 im Rahmen einer Studie Hersteller dazu befragt. Diese teilten die Bedenken nicht und wiesen daraufhin, dass das Wasser ja in eine kalte Maschine mit kaltem Geschirr einlaufe. Zu Beginn eines Spülgangs würden die kritischen 40 Grad deshalb in der Praxis spät genug erreicht, um vorher alle Flecken zu entfernen.

## Fazit

Mit günstig erzeugtem warmem Wasser lässt sich die Stromrechnung für Waschmaschine und Geschirrspüler drücken. Vor allem, wer das Warmwasser aus einer thermischen Solaranlage bekommt, schont Geldbeutel und Umwelt optimal.

Allerdings sind Vorschaltgeräte für die Waschmaschine so teuer, dass sie sich erst nach Jahren amortisieren. Etwas günstiger mögen Waschmaschinen mit zusätzlichem eingebautem Warmwasseranschluss sein, falls Sie sowieso gerade eine neue kaufen möchten. Zudem müssen Sie das Warmwasser erstmal überhaupt zur Waschmaschine hinbekommen. Geschirrspüler am Warmwasseranschluss zu betreiben ist nicht nur einfacher, sondern überall da sinnvoll, wo dessen Erwärmung deutlich günstiger als mit Strom erfolgt. ([jow@ct.de](mailto:jow@ct.de))

**Selbstbautipps, Energietipps, Vorschaltgeräte:** [ct.de/yn3e](http://ct.de/yn3e)



Bild: ms1002plus.de

**Geschirrspüler können mit permanentem Warmwasser umgehen. Waschmaschinen benötigen aber auch Kaltwasser, sodass ein Vorschaltgerät (hier das Martin.Care, MS-1002plus) erforderlich ist.**

# Mal wieder: Pflichtfach Informatik

## Gutachter sehen viel Handlungsbedarf bei der Digitalisierung des Bildungssystems

**Eine wissenschaftliche Kommission der Kultusministerkonferenz fordert verpflichtenden Informatik-Unterricht. Um Kindern, Auszubildenden und Studenten in der zunehmend digitalen Welt gerecht zu werden, seien Anstrengungen in sämtlichen Bildungsetappen vom Kindergarten bis zur Uni nötig.**

Von Dorothee Wiegand

**E**in umfangreiches Gutachten zur Digitalisierung im deutschen Bildungssystem stellt großen Nachholbedarf fest – bei Bildungsinhalten und Lernmaterial ebenso wie bei der Ausbildung von Lehrkräften und pädagogischen Fachkräften. Es enthält Handlungsempfehlungen für Maßnahmen von der frühen Bildung bis zur Hochschule. Verfasst hat es die Ständige Wissenschaftliche Kommission (SWK), ein Beratungsgremium der Kultusministerkonferenz (KMK). 2020 hatte die KMK die Einrichtung dieser Kommission beschlossen, Anfang Mai 2021 dann die 16 Mitglieder der SWK berufen.

Mit Blick auf die frühe Bildung empfehlen die Verfasser des Gutachtens, die Medienbildung als Bildungsziel in Rahmenpläne für Kitas und Kindergärten aufzunehmen. Auch die Weiterbildung der Fachkräfte in Vorschuleinrichtungen steht auf der Liste der Empfehlungen.

Die zentrale Forderung für allgemeinbildende Schulen ist nicht neu: In ganz Deutschland soll spätestens ab dem Schuljahr 2024/25 Informatik als Pflichtfach in der Sekundarstufe I unterrichtet werden,

wie es etwa die Gesellschaft für Informatik schon lange vorschlägt. Direkt damit verbunden ist die Empfehlung, in allen Bundesländern deutlich mehr Informatik-Lehrkräfte auszubilden. Zudem raten die Autoren dazu, dauerhaft länderübergreifende Zentren für digitale Bildung einzurichten. Personen mit einer IT-Ausbildung sollten leichter eine Gelegenheit zum Quereinstieg bekommen. Außerdem schlägt die SWK vor, dass es für das Lehramt Informatik auch die Option eines „Ein-Fach-Studiums“ geben soll.

### Epochale Veränderungen

Der Co-Vorsitzende der SWK, Olaf Köller, sagte bei der Vorstellung der Empfehlungen: „Wir stehen vor epochalen Veränderungen“. Die Bildungsminister der Länder stimmen dem grundsätzlich zu, haben aber auch Fragen. Ties Rabe (SPD), Senator für Schule und Berufsbildung in Hamburg, bezeichnete den Vorschlag eines Pflichtfachs Informatik als sinnvoll, gibt aber zu bedenken: „Es ist allerdings ein umfangreiches Unterfangen, bedeutet es doch, dass in anderen Schulfächern Stunden gestrichen werden müssen, um Informatik zu ermöglichen.“ Der hessische

Kultusminister Alexander Lorz (CDU) kommentierte die Empfehlungen so: „Bei neuen Unterrichtsinhalten und -angeboten stellt sich aber stets die Frage, auf welche anderen wir stattdessen verzichten können. Hier erhoffen wir uns ebenso Hinweise und Empfehlungen der Wissenschaft, da man nicht alles, was Schule künftig leisten soll, immer noch obendrauf packen kann.“

Die Digitalisierung des Bildungswesens fand in der KMK lange Zeit kaum Beachtung. Ende 2016 veröffentlichte die KMK unter dem Titel „Bildung in der digitalen Welt“ erstmals einen Beschluss zu einer gemeinsamen Digitalstrategie der Länder. Ende 2021 erschien die ergänzende Empfehlung „Lehren und Lernen in der digitalen Welt“. Dieses Papier spiegelt auch die Erfahrungen aus der Phase der Pandemie wider. Es hebt die Bedeutung veränderter Lehr- und Lernprozesse sowie der Schulentwicklung hervor.


Diese ergänzende Empfehlung sei in einem sehr offenen Diskurs entstanden, berichtet Uta Hauck-Thum, Professorin am Lehrstuhl für Grundschulpädagogik und -didaktik der Ludwig-Maximilians-Universität in München. Verglichen damit sei das nun veröffentlichte Gutachten ein deutlicher Rückschritt. 2021 habe man mit rund 80 Bildungsexperten online über eine neue Kultur der Digitalität und eine veränderte Prüfungskultur diskutiert. „Es geht um Veränderungen des Lehrens und Lernens, um Zukunftsrelevante Kompetenzen und ein verändertes Fehlerverständnis – und nicht darum, dass Kinder künftig schon in der Kita ihren Medienführerschein machen“, so Hauck-Thum. (dwi@ct.de) 



Foto: Sebastian Kahner, dpa

**Bereits in der Primarstufe sollen laut Gutachten Inhalte der Informatik im Sachkundeunterricht verpflichtend unterrichtet werden.**

**SWK-Gutachten, KMK-Strategiepapier:**  
[ct.de/jczf](https://www.ct.de/jczf)

## Geld für YouTube Shorts

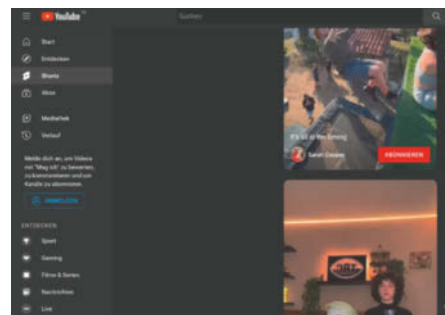
**Der Kurzvideodienst TikTok konkurriert mit Google – das spürt auch YouTube. Nun will die Google-Tochter ihre Monetarisierung auch für ihren TikTok-Klon YouTube Shorts öffnen.**

Für jüngere Menschen ist Google im Web nicht mehr die unangefochtene Nummer eins, sie nutzen lieber TikTok. Speziell dürfte die Google-Tochter YouTube den Konkurrenzdruck von TikTok spüren. Beide Portale bieten Video-Inhalte, etwa DIY-Projekte oder Erklärvideos. Doch bei TikTok sind diese schneller zugänglich, man kann sich einfach durch die unendliche Liste der Filmchen scrollen. Auch die Kürze der Videoschnipsel ist vorteilhaft, denn die Kreativen vor der Kamera

müssen schnell zum Punkt kommen, um die Aufmerksamkeit der Nutzer zu erhaschen.

So ist es wohl kein Zufall, dass YouTube gerade angekündigt hat, sein Monetarisierungssystem ab Anfang 2023 auch für das TikTok-artige Format „YouTube Shorts“ öffnen zu wollen. Dies ist offenbar ein Versuch, Kreative und ihre Fans von TikTok (zurück) zu YouTube zu locken, denn bisher konnten nur die Macher von normalen YouTube-Videos ihre Filme zu Geld machen. Speziell für YouTube Shorts startet YouTube ein Umsatzbeteiligungsmodell: Die Einnahmen aus Anzeigen, die im Feed zwischen den Mini-Videos geschaltet werden, sollen monatlich addiert werden. Mit dem Geld will YouTube einerseits die Kreativen

belohnen und andererseits Musiklizenzen bezahlen. (gref@ct.de)



**YouTube Shorts ähnelt TikTok sehr. Künftig sollen Kreative mit den kurzen YouTube-Videos auch Geld verdienen können.**

## Ausgezeichneter Verbraucherschutz

Die Forschungsgruppe SECUSO vom Karlsruher Institut für Technologie hilft Menschen dabei, ihre Daten und ihre Privatsphäre im Netz zu schützen. Dafür hat die Deutsche Stiftung Verbraucherschutz (DSV) die Gruppe nun mit dem **Bundespreis Verbraucherschutz** ausgezeichnet. Den mit 2500 Euro dotierten Preis übergab Bundesverbraucherschutzministerin Steffi Lemke am 26. September in Berlin. Die DSV honorierte damit, dass SECUSO

Broschüren, Apps und Erklärfilme entwickelt, die nutzerfreundlich und kostenlos sind. Mit diesem Angebot will SECUSO die Bürger etwa vor Phishing-Angriffen schützen und dazu motivieren, sichere Passwörter zu nutzen. Der Anspruch sei, dass „IT-Sicherheit [...] für jeden verständlich und umsetzbar“ sei, erklärte die SECUSO-Leiterin Melanie Volkamer.

Der Name der Forschungsgruppe steht für Security, Usability und Society.

Eines der SECUSO-Projekte sind die eigens entwickelten „Privacy Friendly Apps“, die es im Google Play Store und dem F-Droid Store gibt. Sie sollen kleine, nützliche Apps wie den Schrittzähler, den Notizblock oder die Wetter-App ersetzen, die auf vielen Handys vorinstalliert, aber häufig Datenschleudern sind. Die SECUSO-Apps sind kostenlos und werbefrei und sollen nur die notwendigen Berechtigungen einfordern. (gref@ct.de)

**Bis zu 33 %**

**Heizkosten sparen**



Heizenergie sparen und komfortabler wohnen als je zuvor – Intelligente Thermostate von Homematic IP sorgen daheim für die perfekte Wohlfühltemperatur und helfen durch einen dynamisch-adaptiven Abgleich der Heizung automatisch beim Energiesparen.

homematic<sup>IP</sup>



**Das Fraunhofer IEE bestätigt:**  
Homematic IP automatisiert den dynamisch-adaptiven Abgleich.

[homematic-ip.com/energie-sparen](https://homematic-ip.com/energie-sparen)



# Microsoft bessert Datenschutzbestimmungen in Office 365 nach

**Microsoft hat eine neue Version des obligatorischen Auftragsverarbeitungsvertrags veröffentlicht, einschließlich aktualisierter EU-Standardvertragsklauseln.**

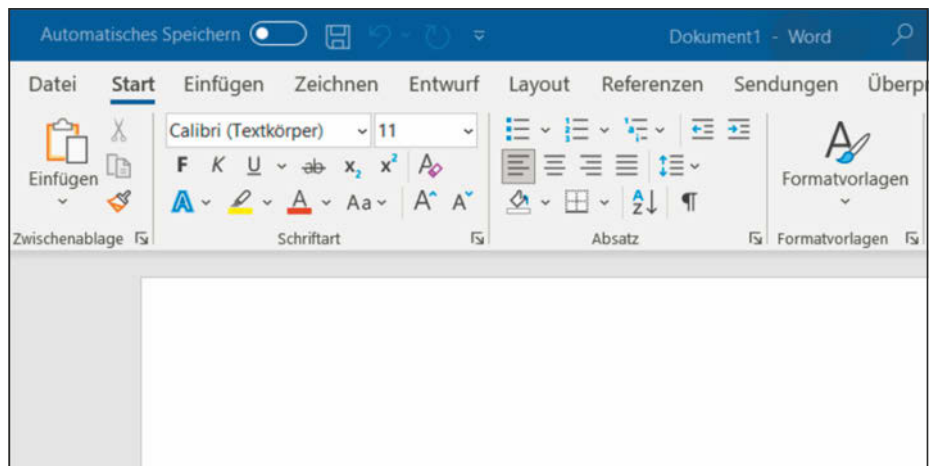
Der US-Softwarekonzern Microsoft hat sein „Products and Services Data Protection Addendum“ (DPA) überarbeitet. In der Neufassung, die seit dem 15. September gilt, setzt das Unternehmen neue Vorgaben der EU-Kommission für den internationalen Datenverkehr um. Das betrifft unter anderem das Office-Paket Microsoft 365, das in zahlreichen deutschen Betrieben, aber auch in Schulen und Behörden zum Einsatz kommt.

Kernstück des neu gefassten DPA ist die Integration der überarbeiteten sogenannten Standardvertragsklauseln (SVK). So hat Microsoft die darin geregelte „Übermittlung von Auftragsverarbeiter an Auftragsverarbeiter“ angepasst; demnach ist nun Microsoft Irland als Exporteur von Daten in Drittländer festgelegt. Microsoft will laut DPA ferner wie bisher Anfragen von US-Behörden wie der Bundespolizei FBI individuell prüfen und bei Zweifeln an der Rechtmäßigkeit zumindest anfechten – dafür nun aber als Maßstab die DSGVO heranziehen. Außerdem hat Microsoft präziser formuliert, wie es Daten für die eigen-

ne Nutzung (etwa für statistische Zwecke) pseudonymisiert, ohne auf Inhalte von Kundendaten zuzugreifen. In einer ersten Bewertung äußerten sich Datenschutzanwälte positiv zu der Präzisierung der vertraglichen Vereinbarungen im DPA.

Mit den Neuerungen implementieren die Redmonder fristgerecht jene technischen und organisatorischen Maßnahmen, die die EU-Kommission seit Juni 2021 in den neuen SVK einfordert. Damit will sie Daten von EU-Bürgern besser vor dem Zu-

griff ausländischer Behörden schützen. Unternehmen müssen diese SVK bis zum 27. Dezember in ihre Datenschutzbestimmungen übernehmen. Der Schritt war notwendig geworden, nachdem der Europäische Gerichtshof im sogenannten „Schrems-II-Urteil“ im Juli 2020 das transatlantische „Privacy Shield“ gekippt hatte. Damit fehlte eine Rechtsgrundlage für DSGVO-konforme Datentransfers in die USA – die alten SVK von 2010 reichten dafür nicht aus. (mon@ct.de)



**Unternehmen und Behörden, die beispielsweise Word im Rahmen einer Microsoft-365-Lizenz einsetzen, können in Sachen Datenschutz künftig zumindest juristisch etwas beruhigter sein.**

## c't <webdev>: Alles für Frontend-Entwickler

Nach zwei Jahren Corona-Pause findet die c't <webdev> wieder in Präsenz statt, und zwar im zentral gelegenen, barrierefreien Kölner Veranstaltungszentrum Komed. Die Konferenz deckt das ganze Spektrum an Themen für Frontend-Entwickler ab – von JavaScript-Frameworks wie React, Angular oder Svelte über Typografie und Accessibility bis hin zu Cross-Plattform-Entwicklung mit Flutter und dem Umbau von monolithischen Frontend-Anwendungen zu Micro-Frontend-Architekturen. Das gesamte Programm finden Sie auf der Homepage (ctwebdev.de).



Die c't <webdev> wartet mit drei Tracks am Dienstag, dem 8., und Mittwoch, dem 9. November, auf. Am 7. November laufen ganztägige Workshops zu den Themen Accessibility, Performance, CSS und Svelte. Die Tickets für die zwei Konferenztage kosten im Frühbuchertarif bis zum 11. Oktober 669 Euro, danach 749 Euro. Die Workshop-Tickets kosten 799 Euro. Für Interessierte, die nicht nach Köln kommen können, übertragen wir den ersten Track per Stream. Das Streaming-Ticket kostet 199 Euro. (jo@ct.de)

## Chrome wieder mit RSS

Google hat **Chrome in der neuen Version 106** freigegeben. Nach Eingabe von `chrome://flags/#desktop-partial-translate` können Nutzer im Browser nun ein Flag setzen, das neben ganzseitigen auch ausschnittsweise Textübersetzungen erlaubt. Zudem enthält nach der Android- auch die Desktop-Version wieder einen rudimentären RSS-Reader. Diesen aktiviert man über `chrome://flags/#desktop-partial-translate` following-feed-sidepanel und fügt Feeds im Kontextmenü über „Website folgen“ hinzu. Überdies haben die Entwickler 20 Sicherheitslücken geschlossen. Darunter befanden sich mindestens fünf, die einen hohen Bedrohungsgrad aufwiesen. (mon@ct.de)

# Kindle Scribe: Amazons erster E-Book-Reader mit Schreibfunktion

**Auf Amazons neuem E-Book-Reader soll man wie auf Papier schreiben können. Das „Kindle Scribe“ genannte Gerät hat laut Hersteller das erste 10,2-Zoll-Paperwhite-Display mit 300 ppi.**

Schreiben wie auf Papier – das klingt simpel, ist bei E-Book-Readern mit ihren glatten Displays und den oft verzögert ausgeführten Eingaben jedoch eine Herausforderung. Amazon bringt im vierten Quartal sein erstes E-Ink-Schreib-Tablet auf den Markt, mit dem man beispielsweise Notizen in Büchern hinterlassen, ein Tagebuch führen oder Zeichnungen anfertigen kann: den „Kindle Scribe“.

Äußerlich erinnert das Gerät an eine überdimensionierte Version des Kindle Oasis: Die Grifffläche sitzt seitlich neben dem Display – im Unterschied zu den Standard- und Paperwhite-Modellen, wo sie sich darunter befinden. Anders als der Kindle Oasis hat der Scribe aber keine physischen Buttons zum Umblättern. Auch eine dickere Stelle zum Greifen hat der neue Kindle nicht.

Das blendfreie Display des 5,8 Millimeter dünnen Scribe misst 10,2 Zoll (knapp 26 cm), womit er der bisher größte E-Reader von Amazon ist. Sein Display ist somit auch nur minimal kleiner als die bereits erhältlichen E-Ink-Schreib-Tablets „reMarkable 2“ (Test siehe c't 4/2021, S. 90) und Huawei MatePad Paper (Test in c't 16/2022, S. 82). Diese kommen jedoch nur auf Pixeldichten von 223 respektive 227 Bildpunkten pro Zoll, während das Kindle Scribe (wie Kindle Paperwhite, der Kindle Oasis und die Neuauflage des Basismodells) 300 ppi erreicht. Bekannte Funktionen wie verstellbare Farbtemperatur und Frontlicht mit automatischer Anpassung sind wieder mit an Bord. Der Akku lässt sich über USB-C laden und reicht

dann laut Hersteller für monatelangen Betrieb.

Im Preis von mindestens 370 Euro ist ein Eingabestift inbegriffen, der magnetisch an der Geräteseite haftet und bei dem man über ein Displaymenü zwischen verschiedenen Strichstärken, Textmarker und Radierer wählen kann. Daneben wird Amazon ein Premium-Modell des Eingabestifts mit speziellem Radiergummi an der Oberseite und eine frei belegbare Kurzbefehltaste anbieten. Beide Stifte funktionieren ohne Strom.

Mit der „An Kindle senden“-Funktion kann man persönliche Dokumente vom Computer oder Smartphone importieren. So kann man direkt in die Seiten von PDF-Dokumenten schreiben, um sich Notizen zu machen. Bei Microsoft-Word-Dokumenten, Webartikeln und anderen kompatiblen Dokumentformaten sollen sich darüber hinaus Schriftgröße und Layout selbst festlegen lassen.

Alle Notizbücher werden automatisch und kostenlos in der Cloud gespeichert. Ab Anfang 2023 sind sie auch über die Kindle-App zugänglich. Dann sollen Nutzer nach Angaben von Amazon auch die Möglichkeit haben, Dokumente direkt aus Microsoft Word an Kindle Scribe zu senden. Wer einen neuen Kindle Scribe kauft, erhält für vier Monate über den Dienst „Kindle Unlimited“ ohne weitere Kosten Zugriff auf E-Books, E-Magazin-Abos und Hörbücher.

Für 370 Euro bekommt man den Kindle Scribe mit 16 GByte Speicherplatz und Standard-Eingabestift. Ferner gibt es Versionen mit 32 und 64 GByte Speicher für 420 beziehungsweise 450 Euro (jeweils nur mit Premiumstift erhältlich). Zum Vergleich: Das reMarkable 2 kostet laut Liste 349 Euro, einen passenden Stift gibt es vom Hersteller ab 79 Euro. Für das Huawei MatePad Paper muss man satte 499 Euro anlegen, Stift und Hülle sind hier im Preis inbegriffen. (nij@ct.de)



Der „Kindle Scribe“ ist Amazons erster E-Book-Reader, auf dem sich auch schreiben lässt. So kann man beispielsweise Bücher und andere Dokumente mit Notizen versehen.

Fernweh?  
USB über  
jede Distanz



## USB-Server hilft:

Verbinden Sie  
USB-Geräte über jede  
Distanz, wenn es sein  
muss, auch quer  
durch Deutschland.

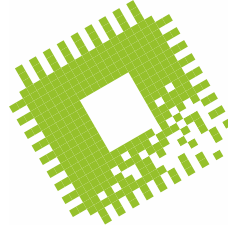


Nicht grübeln,  
jetzt testen:  
[www.wut.de/usb](http://www.wut.de/usb)



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

# Bit-Rauschen

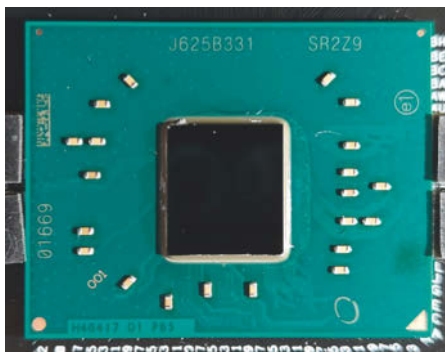


## Starker AMD Ryzen 7000, Pentium-Abschied und alter Linux-Murks

**Der AMD Ryzen 7000 ist schnell, aber auch durstig. Intel verabschiedet sich von den Mobilversionen von Celeron und Pentium. Ein alter Linux-Flicken bremst AMD-Chips und angeblich werden ARM-Partner gesucht.**

Von Christof Windeck

Nun ist er da, der AMD Ryzen 7000 mit Zen-4-Architektur auf der neuen Plattform AM5. Wie unser Test (siehe Seite 56) zeigt, rennt der Neuling erheblich schneller – viel schneller, als seine Ankündigung auf der Computex 2022 erwarten ließ. Intels Core i9-12900K überholt der Ryzen 9 7950X jedenfalls deutlich, vor allem die Singlethreading-Performance ging stark hoch. Dazu erlaubt AMD den neuen Ryzens jedoch erhebliche Schlucke aus der Strompulle. Um die Rechenleistung auszureizen, braucht man also wie bei aktuellen Intel-Chips dicke Kühler. Und ein gut gefülltes Portemonnaie, denn AMD verlangt stolze Preise, besonders für den Achtkerner. Dazu



Die mobilen Pentiums und Celerons – hier ein „Atom-Pentium“ J3455 aus dem Jahr 2016 – sterben aus. Stattdessen kommen „Intel Processors“, vermutlich zuerst Intel N100 und N200.

kommen ziemlich teure AM5-Mainboards sowie DDR5-Speicher. Allerdings ist zu erwarten, dass die Preise zügig fallen, außerdem sollen bald deutlich billigere AM5-Boards mit B650-Chipsatz kommen.

Die spannende Frage lautet nun: Wie läuft das Rennen zwischen Ryzen 7000 „Raphael“ und dem anstehenden Core i-13000 „Raptor Lake“? Glaubt man Intel, läuft letzterer im Vergleich zum Vorgänger um 15 bis 40 Prozent schneller, siehe Seite 39. Damit käme er zumindest dicht an Raphael heran.

Neues gibt es auch von Nvidia, nämlich „Ada Lovelace“ alias GeForce RTX 4000. Zunächst erscheinen drei Versionen: 4090 und 4080 mit je 16 GByte GDDR6-Speicher sowie eine billigere 4080 mit 12 GByte, die auch schon satte 1100 Euro verschlingt (siehe Seite 40). Das sind kernige Preise, zumal auf der vermeintlich nur beim RAM beschnittenen 12-GByte-Karte auch ein schwächerer GPU-Chip sitzt.

### Pentium (N) adé

Intel lässt bei Mobilprozessoren die Produktbezeichnungen Celeron und Pentium sterben. Stattdessen sollen in der Holzkategorie „Intel Processors“ kommen, vermutlich mit Namen wie Intel N100 und N200. Eine japanische Website hat Hinweise gefunden, nach denen es sich um die Typenfamilie „Alder Lake-N“ handeln dürfte, die Celeron N5000 und Pentium Silver N6000 beerbt. In den Neulingen stecken nur Effizienzkerne (E-Cores) vom Typ Gracemont, also keine Performance(P)-Kerne.

Die Gracemont-Kerne können bei vielen Rechenaufgaben in etwa mit den sieben Jahre alten „Skylake“-Kernen des Core i-6000 mithalten. Schon ihr Vorgänger „Tremont“ ist gar nicht so schlecht, wie der Test des Mini-PC Intel NUC11 mit Celeron N5105 auf Seite 64 belegt.

Während Intel sich vom Celeron verabschiedet, erweist ihm AMD eine

kleine Hommage. Wie im Bit-Rauschen aus c't 21/2022 erwähnt, hat AMD für Billignotebooks den Zen-2-Vierkerner Ryzen 7020 „Mendocino“ vorgestellt. Das weckt Erinnerungen an den seinerzeit berühmten Celeron 300A „Mendocino“ aus dem Jahr 1999. Der 300-MHz-Billigheimer ließ sich sehr leicht auf 450 MHz übertakten, indem man den Front Side Bus mit 100 statt 66 MHz laufen ließ. Abit brachte damals sogar ein Dual-Celeron-Mainboard heraus, das BP6. Vielleicht will AMD mit dem recycelten Celeron-Codenamen andeuten, dass der Ryzen 7020 die kommenden Intel-N-Typen übertrumpfen soll.

### Uralt-Patch beißt Epyc

Manches wird übersehen, obwohl es in aller Öffentlichkeit herumliegt. Etwa auch ein 20 Jahre alter Athlon-Workaround im Linux-Kernel, der aktuelle AMD-Zen-Typen in Spezialfällen ausbremst. Der Athlon hatte 2001 Probleme mit dem Energiesparen, zumindest auf bestimmten Mainboards mit VIA-Chipsätzen. Der Linux-Workaround löste das Problem, indem er den Prozessor bei jedem Wechsel in die ACPI-Energiesparmodi C2 und C3 mit „Dummy-Operationen“ etwas Zeit vertrödeln ließ. Der schlecht dokumentierte Workaround wurde nun entfernt, jedenfalls für die aktuellen Ryzen- und Epyc-Prozessoren. Denn die sinnlosen Warteschleifen bremsen Datentransfers, sofern der Prozessor während deren Verarbeitung häufig aus dem Schlafmodus aufwachen muss.

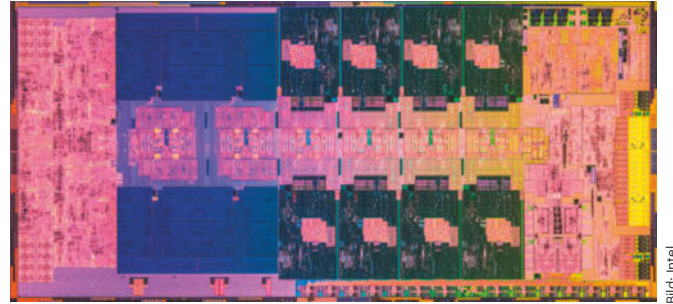
Die britische Chiptechnikfirma ARM gehört seit 2016 dem japanischen Konzern SoftBank, der zurzeit mit Verlusten kämpft. Der Verkauf von ARM an Nvidia scheiterte Anfang des Jahres, danach plante man den ARM-Börsengang für 2023. Schon 2021 wurde aber auch ein Beteiligungskonsortium aus wichtigen ARM-Kunden wie Qualcomm, Samsung und Intel diskutiert. Zwischen ARM und Qualcomm herrscht derzeit jedoch dicke Luft, man streitet vor Gericht um die ARM-Lizenz der von Qualcomm gekauften Firma Nuvia. Nun reiste SoftBank-Chef Masayoshi Son zu Samsung in Korea – was Spekulationen um den ARM-Verkauf anheizte. Man wüsste zu gerne, was die ARM-Lizenznehmer Apple und Nvidia darüber denken, aber das wird man wohl nie erfahren. (ciw@ct.de) **ct**

**Podcast zum Ryzen 7000: [ct.de/yp4c](https://ct.de/yp4c)**



# Kernexplosion

## Intel-Prozessoren Core i-13000K mit sattem Leistungsplus



**Mehr Kerne, mehr Takt, mehr Cache, aber auch mehr Abwärme: Die dreizehnte Generation der Core-i-Prozessoren „Raptor Lake“ soll dem AMD Ryzen 7000 Paroli bieten.**

Von Christian Hirsch

Die Chiphersteller AMD und Intel liefern sich ein Wettrennen um den schnellsten Desktop-Prozessor. Als Reaktion auf die Ryzen 7000 (siehe S. 56) folgen am 20. Oktober die ersten sechs CPUs der Serie Core i-13000. Dabei handelt es sich um die übertaktbaren K-Modelle Core i9-13900K, Core i7-13700K und Core i5-13600K sowie deren F-Varianten, bei denen die integrierte Grafik inaktiv ist. Zugleich schickt Intel den High-End-Chipsatz Z790 ins Rennen, der mehr Schnittstellen als der Vorgänger Z690 bietet. Billigere Prozessor- und Chipsatzvarianten folgen später, vermutlich zum Jahreswechsel.

Intel verspricht beim Core i9-13900K eine um 15 Prozent höhere Singlethreading-Performance. Anwendungen, die von vielen Kernen profitieren, sollen bis zu 41 Prozent schneller laufen als beim Vorgänger Core i9-12900K. Als größte Änderung verdoppelt der Hersteller bei den Hybrid-CPU die Zahl der Effizienz-Kerne (E-Kerne) von 8 auf 16. Von den schnellen, aber energiehungrigen Performance-Cores (P-Cores) gibt es weiterhin acht. Der Core i9-13900K ist also ein 24-Kerner.

### 5,8 GHz in der Spitze

Am Aufbau oder der Anzahl der Recheneinheiten in den Raptor-Cove-Kernen ändert sich nichts zur vorherigen Golden-Cove-Architektur der Core i-12000 „Alder Lake“. Allerdings hat der Chiphersteller den Takt gesteigert: Die P-Kerne des Core i9-13900K

arbeiten im Turbomodus mit bis zu 5,8 GHz – satte 600 MHz mehr als beim Core i9-12900K und 300 MHz mehr als beim Core i9-12900KS Special Edition. Damit das klappt, hat Intel den Fertigungsprozess Intel 7 (10 Nanometer) weiter verbessert.

Weiterhin haben die Chipentwickler den Core-i-13000-Prozessoren größere Caches spendiert. Der Level-2-Cache pro P-Kern wächst von 1,25 MByte auf 2 MByte. Vier E-Kerne sitzen jeweils in einem Cluster und teilen sich nun 4 statt der bisherigen 2 MByte L2-Cache. Zugleich erhöht Intel den von allen CPU-Bestandteilen genutzten Level-3-Cache auf bis zu 36 MByte.

Die Core i-13000 können weiterhin entweder DDR4- oder DDR5-RAM ansteuern. Der DDR4-Teil ist der der Alder-Lake-CPU und schafft 3200 Megatransfers pro Sekunde, mit DDR5 klettert die Geschwindigkeit von 4800 auf 5600 MT/s. Das gilt allerdings nur für ein DIMM pro Kanal. Bei Vollbestückung garantiert Intel lediglich DDR5-4400.

### Multithreading-optimiert

Bis Redaktionsschluss hat Intel nur relative Benchmarkvergleiche für den Core i9-13900K veröffentlicht. Bei 3D-Spielen fällt der Performancezuwachs eher durchwachsen aus. Zwar legt die Bildrate bei League of Legends zum Vorgänger um 24 Prozent zu, bei den meisten Titeln steigt sie jedoch nur um rund 5 Prozent an und es gibt auch einige Spiele wie Horizon Zero Dawn oder Metro Exodus, die überhaupt nicht profitieren. Deshalb muss sich Intels

neues Spitzenmodell bei einigen Spielen dem Ryzen 7 5800X3D mit extragroßem L3-Cache geschlagen geben und wird es in dieser Disziplin wohl auch gegen die Ryzen 7000 schwer haben.

Stattdessen liegen dem Core i9-13900K mit seinen 24 Kernen und 32 Threads eher Aufgaben wie Rendering und Videokodieren, die sich gut parallelisieren lassen. Das trifft vor allem auf das sogenannte Megatasking zu, wenn mehrere dieser Anwendungen zugleich laufen. Wenn im Hintergrund Blender eine 3D-Figur rendert und im Vordergrund die Unreal Engine die zugehörige Textur und Beleuchtung erstellt, soll der Core i9-13900K 34 Prozent schneller fertig sein als sein Vorgänger.

Als Reaktion auf das höhere Energiebudget der Ryzen 7000 hat Intel das Power-Limit bei den K-Modellen der Core i9- und i7-13000 von 241 auf 253 Watt erhöht. Dennoch verspricht der CPU-Hersteller eine höhere Effizienz. So soll ein auf 65 Watt eingebremster Core i9-13900K die gleiche Multithreading-Integer-Leistung liefern wie der Core i9-12900K mit 241 Watt Power-Limit.

Die neuen Prozessoren verwenden die gleiche Fassung LGA1700 wie die Alder-Lake-CPU. Mit den seit Sommer erhältlichen BIOS-Updates laufen die Raptor-Lake-Prozessoren ohne Performance-Einbußen in bisherigen Serie-600-Boards. Mit einem Preis von 730 Euro konkurriert der 24-Kerner Core i9-13900K mit AMDs 16-Kerner Ryzen 9 7950X für 799 Euro. (chh@ct.de) **ct**

## Core i-13000K „Raptor Lake“, LGA1700, Intel 7

Prozessor	Kerne / Threads	Takt (Turbo): P- / E-Kerne	L3-Cache	Grafik	Maximum Turbo Power	Preis
Core i9-13900K	8P + 16E / 32	3,0 (5,8) / 2,2 (4,3) GHz	36 MByte	UHD 770	253 W	730 €
Core i9-13900KF	8P + 16E / 32	3,0 (5,8) / 2,2 (4,3) GHz	36 MByte	–	253 W	700 €
Core i7-13700K	8P + 8E / 24	3,4 (5,4) / 2,5 (4,2) GHz	30 MByte	UHD 770	253 W	500 €
Core i7-13700KF	8P + 8E / 24	3,4 (5,4) / 2,5 (4,2) GHz	30 MByte	–	253 W	475 €
Core i5-13600K	6P + 8E / 20	3,5 (5,1) / 2,6 (3,9) GHz	24 MByte	UHD 770	181 W	400 €
Core i5-13600KF	6P + 8E / 20	3,5 (5,1) / 2,6 (3,9) GHz	24 MByte	–	181 W	365 €

# Fantasiebilder

## Spieler-Grafikkarten mit Nvidias GeForce RTX 4000

**Ab 12. Oktober will Nvidia die neue RTX-4000-Reihe in den Handel bringen und mit ihr neue Leistungsmaßstäbe vor allem beim Raytracing setzen. Den Anfang macht die schnelle RTX 4090, gefolgt von zwei RTX-4080-Varianten im November.**

Von Carsten Spille

Nach Jahren überteuert Grafikkarten aufgrund des Krypto-Goldrausches sanken die Preise für schnelle 3D-Beschleuniger zuletzt. Nvidia macht mit der neuen Baureihe GeForce RTX 4000 aber zunächst am oberen Ende der Preisskala weiter: Die RTX 4090 soll als Founders Edition 1949 Euro kosten. Laut Hersteller ist sie wesentlich schneller als ihre gleichzeitige Vorgängerin, die GeForce RTX 3090 Ti. Speziell beim Raytracing will Nvidia der Performance mit neuen Hard- und Software-Tricks auf die Sprünge helfen und etwa mit dem KI-gestützten Upscaler DLSS komplett neu errechnete Bilder in Spielen erzeugen. Dazu hat Nvidia die nach der Mathematikerin Ada Lovelace benannte Architektur der Grafikchips angepasst. Tensor- und Raytracing-Kerne

erhielten die größten Updates, darunter den Optical Flow Accelerator.

Bei den Monitorausgängen sind DisplayPort 1.4a und HDMI 2.1 weiterhin gesetzt und reichen in Verbindung mit DSC (Dynamic Stream Compression) für 60 Hertz auf 8K-Bildschirmen. Die Videoeinheiten können nun außer H.264 und H.265/HEVC auch das moderne AV1 bis 8K60 enkodieren.

Die RTX 4090 soll bei herkömmlichen Spielen in Ultra-HD-Auflösung bis zu doppelt so schnell sein wie die 3090 Ti. Mit speziellen Tricks beim Raytracing schafft sie angeblich sogar Faktor 4. Während Nvidia die pure Rechenleistung zumindest der RTX 4090 gegenüber der RTX 3090 Ti mehr als verdoppelte, bleibt die Speichertransferrate auf identischem Niveau. Das versucht Nvidia durch zwölf Mal so große L2-Caches auszugleichen. Die Leistungsaufnahme ist mit 450 Watt rekordverdächtig hoch, ein ATX-3-konformer 12VHPWR-Anschluss versorgt die PCI-Express-4.0-Karte. Adapter auf drei, bei OC-Modellen bis zu vier Achtpol-Anschlüsse älterer Netzteile liegen bei.

### Ungleiche Geschwister

Auch die beiden RTX 4080 werden anfangs über 1000 Euro kosten, wenn sie im November auf den Markt kommen. Die Variante mit 16 GByte für 1469 Euro gibt es auch als Founders Edition; die deutlich schwä-



Bild: Nvidia

**Die neue RTX 4090 soll in der Founders Edition einen verbesserten Kühler mit größeren Lüftern bekommen, um der gestiegenen Abwärme Herr zu werden.**

chere 12-GByte-Version kommt ab 1099 Euro nur von den Partnern. Beide Karten tragen zwar bis auf die Angabe der Speichergröße denselben Namen, unterscheiden sich aber erheblich voneinander – sie verwenden sogar unterschiedliche GPU-Typen. Die 12-GByte-Version hat zwar nur 18 Prozent weniger Rechenleistung als die 16-GByte-Variante, aber die schon enge Speicheranbindung ist noch einmal um ein Viertel verknappert. Immerhin soll sie auch nur 285 statt 320 Watt schlucken.

Stimmt Nvidias Angabe, dass auch die 12-GByte-RTX-4080 schneller als eine RTX 3080 12 GB ist, wäre dieses Namens-Verwirrspiel umso unwürdiger und die Karte besser als RTX 4070 einsortiert.

### KI-Fantasie

Vor allem mit dem KI-Upscaler DLSS greift Nvidia tief in die Trickkiste. Der braucht auch in der kommenden Version 3 Unterstützung vom Spieleprogrammierer, extrapoliert dann aber mit den Tensorkernen der GeForce nicht nur eine höhere Auflösung. DLSS3 fügt komplett neue, von der KI ausgedachte Bilder ein und verdoppelt im Idealfall die Bildrate auch im CPU-Limit. Für das Zwischenbild greift DLSS3 auf das gerade angezeigte Bild und das bereits fertige, aber noch in der Rendering-Warteschlange geparkte Bild zu. Wie gut das in der Praxis funktioniert, werden erst Tests zeigen. Nvidias Reflex-Paket soll bei DLSS3 helfen, die Latenz nicht ausufern zu lassen.

Ebenfalls spannend ist das Shader Execution Reordering, bei dem die Befehle umsortiert werden, um leerlaufende Shader zu vermeiden und bessere Trefferaten im Cache zu erzielen. Dafür braucht es ebenfalls die Unterstützung durch das Spiel; den größten Effekt verspricht Nvidia bei Raytracing-Spielen. (csp@ct.de) **ct**

## GeForce RTX 4080 und 4090: Technische Daten

GeForce-Modell	RTX 4090	RTX 4080 (16GB)	RTX 4080 (12GB)
Grafikchip / Fertigung	AD102 / TSMC N4	AD103 / TSMC N4	AD104 / TSMC N4
Shader-Multiprozessoren / -Rechenkerne	128 / 16384	76 / 9728	60 / 7680
Basis- / Boosttakt	2,23 / 2,52 GHz	2,21 / 2,51 GHz	2,31 / 2,61 GHz
Textureinheiten / Rasterendstufen	512 / 176	304 / 112	240 / 80
Tensor- / Raytracingkerne	512 / 128	304 / 76	240 / 60
Rechenleistung (Boost)	82,6 TFlops	48,8 TFlops	40,1 TFlops
Level 2 Cache	73.728 KByte	65.536 KByte	49.152 KByte
Grafikspeicher: Menge & Typ	24 GB GDDR6X	16 GB GDDR6X	12 GB GDDR6X
Grafikspeicher: Anbindung / Transferrate	384 Bit / 1008 GByte/s	256 Bit / 717 GByte/s	192 Bit / 504 GByte/s
Thermal Design Power	450 Watt	320 Watt	285 Watt
Preis (UVP)	1949 Euro	1469 Euro	1099 Euro



# VR-Brille Pico 4: Kompakter Konkurrent für Metas Quest 2

**Die neue VR-Brille von Pico Interactive ist etwas günstiger als die Quest 2 und im Unterschied zu dieser offiziell in Deutschland erhältlich.**

Der TikTok-Konzern ByteDance hat seine neue, kompakte VR-Brille Pico 4 vorgestellt. Ähnlich wie Metas Quest 2 lässt sie sich eigenständig betreiben oder per WLAN (Wi-Fi 6) mit dem Spiele-PC verbinden. Der Fokus liegt auf Spielen, Fitness, Filmen und Social-Apps. Gerade in China und Deutschland könnte die Pico 4 in eine Lücke stoßen. Auf diesen Märkten ist die Quest 2 schließlich nicht offiziell, sondern nur als Import erhältlich. Dazu unterbietet ByteDance Metas Preise. 430 Euro (128 GByte Speicherplatz) beziehungsweise 500 Euro (256 GByte) werden aufgerufen. Bei der Quest 2 sind es 450 Euro (128 GByte) und 550 Euro (256 GByte).

Vor allem die kompakte Bauweise in Kombination mit einem ordentlichen Blickfeld von 105 Grad macht Metas Quest 2 (100 Grad) Konkurrenz. Moderne „Pancake-Linsen“ ermöglichen den Einbau kleinerer LC-Displays, die mit 2160 × 2160 Pixeln pro Auge fast 30 Prozent höher auflösen als die der Quest 2 (1832 × 1920 Pixel pro Auge). Das Gehäuse fällt im Vergleich zur Quest 2 grob ein Drittel kleiner aus, an der dünnsten Stelle misst es nur 35,8 Millimeter. Der Akku mit üb-

pigen 5300 mAh (Quest 2: 3640 mAh) wurde an die hintere Kopfhalterung ausgelagert, was das Gerät besser ausbalancieren dürfte. Inklusive Kopfbügel und Akku wiegt die Pico 4 586 Gramm.

Das technische Innenleben dürfte Pico Interactive dabei helfen, von Anfang an einen weitgefächerten Softwarekatalog auf die Beine zu stellen. Der im Jahr 2020 vorgestellte XR2-Chip von Qualcomm auf Basis des Snapdragon 865 ist

zwar nicht mehr taufrisch, steckt aber auch in der Quest 2 und dem hauseigenen Vorgänger Pico Neo 3 Link. Zudem bauen alle genannten Plattformen auf Android auf. Zum Start hat man Zugriff auf 160 Spiele und über 50 weitere Apps aus dem Pico-Store. Der Vorverkauf über Picos eigenen Vertriebskanal ist bereits gestartet, ab dem 18. Oktober wird das Gerät allgemein bestellbar sein.

(Jan Wöbbeking/rbr@ct.de)



Bild: Pico Interactive

**Das Pico 4 VR-Headset ist dank Pancake-Linsen und ausgelagertem Akku sehr kompakt.**

**WIBU**  
SYSTEMS

## Das CodeMeter-Universum: Eine Konstellation von Schutz-, Lizenzierungs- und Sicherheitstools

Cybersicherheit erfordert Robustheit, Skalierbarkeit, Modularität und Effizienz in ständiger Feinabstimmung.

Das CodeMeter-Ökosystem schützt und monetarisiert die Maschinensoftware, Konfigurationsdaten und digitale Designs in der vernetzten Industrie.

Greifen Sie nach den Sternen und verlangen Sie Spitzenqualität!



**formnext**  
Halle 11.1  
Stand D69J



**sps**  
smart production solutions  
Halle 6  
Stand 428

Treffen Sie uns!

+49 721 931720  
sales@wibu.com  
www.wibu.com



**SECURITY  
LICENSING**  
PERFECTION IN PROTECTION



# Unverfroren gegen wehrlos

## Umfassende Tracking-Mechanismen in Browsern von Meta und TikTok

**Meta und andere Firmen verteilen iOS-Apps mit eingebauten Browsern, die Surf-Ziele von iPhone-Usern ungenehmigt tracken können. Apple scheint mit der App-Prüfung überfordert.**

Von Dušan Živadinović

Der Konzern Meta, Betreiber von Facebook, Instagram und anderen sozialen Plattformen, sieht sich in den USA mit neuen Sammelklagen wegen seiner iOS-Apps konfrontiert. Nutzer werfen dem Unternehmen vor, über den in Facebook- und Instagram-Apps integrierten Browser ausspioniert worden zu sein (Bezirksgericht der Vereinigten Staaten in Kalifornien, Aktenzeichen 4:22-CV-05267 und 3:22-cv-05376, siehe [ct.de/yt5c](https://ct.de/yt5c)).

Der in den iOS-Anwendungen für Instagram und Facebook eingebaute Browser wird aufgerufen, wenn man Links anklickt, die auf den Seiten der beiden sozialen Netzwerke eingebettet sind. Laut dem Sicherheitsforscher und ehemaligen Google-Mitarbeiter Felix Krause wird dabei aber nicht nur die verlinkte Webseite geöffnet. Zusätzlich injiziert der Browser JavaScript-Code und auch Zählpixel in die angesteuerten Webseiten, sodass er erfassen kann, wenn man eine Anzeige anklickt, einen Button oder Link betätigt, Texte selektiert, Screenshots anfertigt oder Daten eingibt – das können auch Passwörter und Kreditkarteninfos sein. Das hatte Krause im August aufgedeckt (siehe [ct.de/yt5c](https://ct.de/yt5c)).

Die offensichtlich unredlichen Browserfunktionen lassen sich nur umgehen, indem man Links händisch in anderen

Browsern öffnet, etwa in Safari, Chrome oder Firefox für iOS. Meta wehrt sich gegen die Vorwürfe und beteuert, sich an Apples Datenschutzvorgaben zu halten und die JavaScript-Injection nur zur Erfassung des Werbeerfolgs zu verwenden. Man habe eigenen Programm-Code entwickelt, „um die Entscheidungen der Nutzerinnen und Nutzer zur App-Tracking-Transparenz zu respektieren“.

### Sammelklagen am Horizont

Die Klagen haben spezialisierte Anwaltskanzleien eingereicht; sie fordern eine Ausweitung zu Sammelklagen. Die Vorwürfe klingen ähnlich: Facebook unterlaufe die 2021 eingeführte Datenschutzrichtlinie von Apple und verstoße gegen Bundes- und Staatenrecht, das die unautorisierte Sammlung von persönlichen Daten verbietet. Die zuständigen Richter könnten die Klagen daher zusammenlegen.

Meta hat Apples App Tracking Transparency vor der Einführung scharf kritisiert und zu verhindern versucht (siehe [ct.de/yt5c](https://ct.de/yt5c)). Nach der Einführung beklagte Meta einen milliardenschweren Umsatzeinbruch. Laut den Ergebnissen von Krause nutzen weitere Unternehmen die JavaScript-Injection, darunter etwa TikTok.

Krause hat unterdessen eine Webseite konstruiert, mittels der man Browser auf JavaScript-Injections prüfen kann. Dazu verschickt man den URL InAppBrowser.com mittels der zu prüfenden App an einen Freund und tippt dann innerhalb der App auf den Link. Anschließend wird Krauses Test-Webseite geöffnet und die Analyse zur genutzten App eingeblendet.

Das hilft sicherlich, fragwürdige Apps zu meiden. Aber unterm Strich drängt sich die Frage auf, was Apples Prüfprozess taugt. Anlässlich eines juristischen Streits zwischen Apple und dem Spielehersteller Epic um die Monopolstellung des App-Stores be-

richtete Apple noch 2021, dass der Konzern vor der Freigabe jährlich rund 5 Millionen Apps prüft und etwa ein Drittel aus diversen Gründen in erster Instanz abweist. Trotzdem lässt der Konzern etliche eindeutig unerwünschte Apps über den Store zu iPhone-Usern durch, darunter zuletzt mehr als zehn für Werbebetrug konstruierte Spiele.

Das meldete die IT-Sicherheitsfirma Human Ende September. Ein schwacher Trost, dass die Forscher zudem mehr als 75 betrügerische Android-Apps fanden. Alle schätzten anhand von Nutzereingaben ab, wann das Handy gerade nicht benutzt wurde und klickten dann im Hintergrund eigene Werbung an. Es handelte sich größtenteils um Spiele, die ohne solche Tricks nur wenig einbringen. Alle zusammen wurden mehr als 13,8 Millionen Mal heruntergeladen, bevor sie aus den Stores verschwanden. (dz@ct.de) **ct**

Weitere Infos: [ct.de/yt5c](https://ct.de/yt5c)

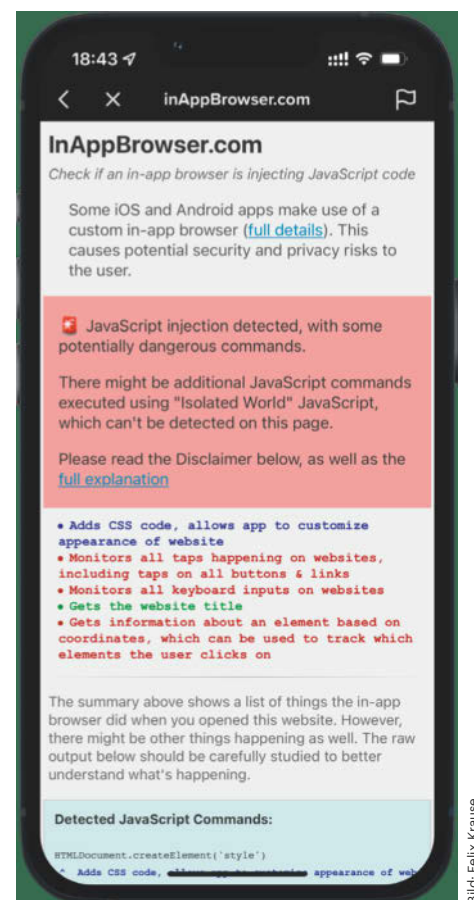


Bild: Felix Krause

**Der Sicherheitsforscher Felix Krause hat eine Webseite entwickelt, mittels der man prüfen kann, ob der aktuell verwendete Browser JavaScript-Code in Webseiten injiziert. Die Technik kann Surf-Ziele an den Hersteller des Browsers durchstechen.**

## Drohnenschwarm als Bautrupp

**Wie Bienen oder Wespen baut ein Schwarm kooperativer Drohnen am Imperial College in London Wände und Strukturen.**

Aerial Additive Manufacturing (Aerial-AM) nennen es die Forscher um Mirko Kovac, wenn ein Schwarm autonomer Drohnen gemeinsam arbeitet und im 3D-Druck Schicht für Schicht ein Bauwerk hochzieht. Kovac ist Direktor des Materials and Technology Center of Robotics der Schweizer Forschungsanstalt Empa und des Imperial College London. Mit seinem Team hat er Drohnen mit kleinen 3D-Druckern ausgestattet und eigens möglichst leichte Zementmischungen entwickelt, um dieses Baumaterial an die Baustelle zu liefern und dort zu verbauen. Andere Drohnen erzeugen einen Schaumstoff auf Poly-

urethanbasis. Entstanden sind daraus zum Beispiel etwa zwei Meter hohe zylindrische Türme aus insgesamt 72 Einzelschichten.

Ein entscheidender Aspekt des Aerial-AM-Ansatzes besteht darin, dass die Drohnen im Flug autonom agieren. Die Forscher setzen sogenannte BuildDrones ein, die neues Material liefern und auftragen, und ScanDrones, die per Kamera die Baufortschritte dokumentieren und den nachfolgenden BuildDrones die nächsten Fertigungsschritte vorgeben. Im Versuch zeigten die Forscher, dass ihre Drohnen kooperativ mit Abweichungen von maximal fünf Millimetern bauen können. Sinnvoll ließe sich dieses Bauverfahren zum Beispiel bei der Reparatur von Hochhausfassaden einsetzen. Als Nächstes wollen die Forscher ihre Entwicklung in Kooperation mit Bauunternehmen in der Praxis testen. (agr@ct.de)

## Schlüsseltausch mit Lichtquanten

Über eine 75 Kilometer lange Glasfaserverbindung zwischen Jena und Erfurt haben Forscher in großem Stil Quantenschlüssel ausgetauscht. In einem zehntägigen Testzeitraum vereinbarten sie zwischen dem Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik (IOF) in Jena und dem Erfurter Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische und Optische Systeme (MEOS) über 300.000 Quantenschlüssel mit einer Länge von jeweils 256 Bit. Dabei erreichten die Forscher eine stabile Übertragungsrate von 200 Bit pro Sekunde, konnten also einen Quantenschlüssel in nur wenig mehr als einer Sekunde erzeugen.

Ausgangspunkt des Quantenschlüsselaustauschs war eine miniaturisierte Photonenquelle der IOF-Ausgründung Quantum Optics Jena. Diese Quelle erzeugt mehr als eine Million verschränkter Photonenpaare in der Sekunde. Von jedem dieser Paare schickt der Sender ein Photon durch die Leitung, das andere behält er. Trotz der Verluste über die Länge der Glasfaserleitung konnten die Thüringer pro Sekunde 200 Photonen übertragen. Aus jedem gemeinsamen Paar verschränkter Photonen leiten die Partner ein Bit ihres neuen Quantenschlüssels ab. Dabei lässt sich quantenphysikalisch sicherstellen, dass die Übertragung nicht abgehört worden ist, denn in dem Fall wären die Photonen nicht mehr verschränkt, was statistisch erkennbar wäre. (agr@ct.de)

**Initiative für Quantenkommunikation:**  
[ct.de/y2mu](https://ct.de/y2mu)



Bild: Empa / Imperial College London

Mit einem 3D-Drucker und einer leichtgewichtigen Zementmischung an Bord baut die sogenannte BuildDrone eine zylindrische Wand im Flug.

## Hilfreiche Tool-Tipps für Ihren Job!



Heft + PDF  
mit 29 % Rabatt



Steigern Sie Ihre Effizienz im Homeoffice, unterwegs oder im Büro. Das Sonderheft c't @work zeigt Ihnen, welche nützlichen Tools Ihnen einen echten Mehrwert im Job bringen.

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

[shop.heise.de/ct-work22](https://shop.heise.de/ct-work22)

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

heise Shop

## 5G-Mobilfunk per USB

**Das in Taiwan ansässige Unternehmen Askey hat ein externes 5G-Modem konzipiert, das etwa bei Laptops mit USB-C-Port den Mobilfunkzugang nachrüstet.**

Das NDQ 1300 gesellt sich zur kleinen Gruppe von 5G-USB-Modems, die rund 300 Euro kosten und zu der etwa die beiden Acer-Modelle Predator Connect D5 und Connect D5 Vero gehören. In Askeys NDQ 1300 steckt der Multimode-Chip Qualcomm SDX55, der sich unter anderem für GSM-, UMTS-, LTE- und 5G-Netze eignet. Er kommuniziert im 5G-Modus sowohl gemäß der Non-Standalone-Technik (LTE-Kernnetz hinter 5G-Basis) als auch gemäß der Standalone-Variante (reines 5G-Netz). Über seine vier Antennen emp-

fängt er bis zu 2,7 Gbit/s und sendet mit einer davon bis zu 800 Mbit/s (Downlink-Category 20, Uplink-Category 18). Dafür bündelt der Adapter bis zu sieben Downlink- und 2 Uplink-Träger im Bereich unter 6 GHz.

Der NDQ1300 arbeitet auf insgesamt 19 5G-Bändern und damit in vielen Mobilfunknetzen weltweit. Askey visiert mit dem Gerät aber hauptsächlich Campusnetzbetreiber an (5G-Band n78: 3,3 bis 3,8 GHz, LTE-Band B43: 3,6 bis 3,8 GHz). Das USB-Funkmodem wartet noch auf seine Zertifizierung und soll im November erhältlich sein; der Preis steht noch nicht fest. Anfragen nimmt der Europavertreter des Unternehmens, Werner Dao, unter [askeyeurope@outlook.com](mailto:askeyeurope@outlook.com) an.

(dz@ct.de)



Askey will auf Basis des Qualcomm-Chips SDX55 ab November eine Mobilfunkeinrichtung für Laptops und PCs anbieten.

Bild: Askey

## Ethernet mit Terabit-Verschlüsselung

Satte 1,6 Terabit pro Sekunde schaufelt Microchips neue Ethernet-PHY-Serie durchs Netz. Die META-DX2+ getaufte Chipfamilie besteht aus vier Varianten und eignet sich für den Einsatz in allerhand Netzwerkhardware: von Switches und Routern über Netzwerkkarten bis hin zu proprietären Anwendungen für Künstliche Intelligenz und Machine Learning.

Die Chips sind primär auf Glasfaserumgebungen abgestimmt und unterstützen Ethernet (IEEE 802.3), Optical Transport Network (ITU-T G.709) sowie Fibre Channel (Storage Area Networks). Sie bedienen

zwei 800-Gbit/s-, vier 400-Gbit/s- oder sechzehn 100-Gbit/s-Ports.

Die DX2+-Serie kann außerdem als reiner Portaggregator eingesetzt werden, um mehrere langsame Netzwerkverbindungen zu einer zusammenzufassen. Das Precision Time Protocol (PTP, IEEE 1588) für sehr enge Zeitsynchronisation etwa im Echtzeit-Ethernet ist ebenso an Bord.

Drei der vier Chips können der CPU außerdem Arbeit mit der IP- und MACsec-Verschlüsselung abnehmen. So übertragen sie Daten selbst chiffriert mit ihrer vollen Geschwindigkeit von 1,6 Terabit pro Sekunde.

(amo@ct.de)

### Kurz & knapp

QNAP hat mit den NAS-Modellen TS-253E (Straßenpreis 635 Euro) und TS-453E (820 Euro) **zwei Netzwerkspeicher für kleine Arbeitsgruppen** herausgebracht. Das 253E bietet zwei SATA-Plattenschächte, das 453E vier. Die restliche Ausstattung ist identisch: ein aktueller Celeron-Prozessor J6412, 8 GByte nicht erweiterbarer Arbeitsspeicher, zwei SSD-Cache-Steckplätze (M.2 2280, PCIe 3.0 x2), zwei 2,5-Gbit/s-Ethernet-Ports, zwei HDMI-Ausgänge (1.4b) sowie jeweils zweimal zwei USB-Typ-A-Ports (USB 3.2 Gen 2 und 2.0).

Auch TerraMaster hat **zwei neue NAS für Kleingruppen** auf den Markt geworfen: F2-223 für 330 Euro und F4-223 für 440 Euro haben wie die QNAP-Neulinge (siehe oben) je zwei und vier SATA-Plattenschächte sowie zwei SSD-Cache-Slots. Sie müssen jedoch mit einem schwächeren Celeron-Prozessor N4505 und halb so viel RAM (4 GByte) auskommen, das hier aber erweiterbar ist. Neben zwei 2,5-Gbit/s-LAN-Ports gibt es zwei USB-3.2-Gen-1-Anschlüsse (5 Gbit/s) und einen HDMI-Videoausgang.

Peplinks **Access Point AP One Rugged** soll schnelles WLAN in Industrieanlagen und Bahnen bringen: Der übers LAN-Kabel gemäß IEEE 802.3at (PoE) mit Energie speisbare AP hat drei Gigabit-Ethernet-Schnittstellen, arbeitet laut Hersteller zwischen -40 °C und +65 °C und ist für den Einsatz in Schienenfahrzeugen zugelassen. Schnell ist indes relativ: Der AP One Rugged funkt nur gemäß dem nicht mehr taufrischen Wi-Fi 5 in zwei Bändern über zwei Antennen (max. 300 und 867 Mbit/s brutto).

Mit dem jüngst veröffentlichten **NAS-Betriebssystem QTS 5.0.1** bekommen ARM-basierte QNAP-Netzwerkspeicher nun kostenlose exFAT-Unterstützung. Außerdem soll QTS jetzt die AES-NI-Befehlserweiterungen von x86-CPUs für die netzwerkseitige Verschlüsselung des SMB3-Protokolls nutzen. Das ist laut Hersteller bis zu fünfmal so schnell wie ohne AES-NI.



# Mail an den Arzt: Verschlüsselung mit Schwächen

**Tun Ärzte alles technisch Mögliche, um so vertraulich wie möglich per E-Mail zu kommunizieren? Dieser Frage sind Forscher der Technischen Hochschule Nürnberg nachgegangen. Entdeckt haben sie unter anderem eine Häufung von Adressen bei einer Handvoll Provider – und Nachholbedarf bei TLS.**

E-Mails, die Patienten und Ärzte austauschen, enthalten in sehr vielen Fällen sensible personenbezogene Daten, die laut Artikel 32 der DSGVO mit geeigneten technischen Maßnahmen zu schützen sind. Dabei muss es sich nicht um Röntgenbilder oder Laborergebnisse handeln, schon eine Terminvereinbarung kann besonders schützenswert sein. Den höchsten Schutz würde man nur durch Ende-zu-Ende-Verschlüsselung (E2EE) erreichen, doch Verfahren wie PGP sind den meisten Patienten nicht vertraut.

Bei nicht durch E2EE geschützten Mails muss die Sicherheit daher durch Transportverschlüsselung mittels TLS gewährleistet werden – und dabei ist besonders der Transportweg vom Mailserver des Absenders zum Mailserver des Empfängers bedroht. Doch TLS zwischen Mailservern ist bis heute nicht verpflichtend. Vielmehr kommt überwiegend sogenannte opportunistische Verschlüsselung zum Einsatz. Die Mailserver versuchen, beim Verbindungsaufbau untereinander per STARTTLS einen sicheren Kanal zu öffnen. Gelingt das nicht, wird die Mail unverschlüsselt übertragen.

Für Gesundheitsdaten wäre das ein Problem und medizinische Einrichtungen sollten in ihren Mailservern die obligatorische Transportverschlüsselung konfigurieren: kein TLS, keine Übertragung. Außerdem sollten sie sicherstellen, dass nur die als sicher eingestuften TLS-Versionen 1.2 und 1.3 zum Einsatz kommen – im Optimalfall haben sie außerdem die auf DNSSEC basierende Authentifikation DANE im Einsatz,

bei der ein Fingerabdruck des verwendeten Zertifikats in einem DNS-Eintrag vom Typ TLSA hinterlegt wird.

Um quantitativ zu belegen, ob diese sicheren Konfigurationen bei deutschen Medizinern im Einsatz sind, haben sich die Forscher der TH Nürnberg zunächst eine Liste mit Mailadressen von medizinischen Einrichtungen besorgt, indem sie die Ärztebewertungsplattform Jamaica per Python-Skript ausgelesen haben. 3772 Adressen von 2938 Domains bekamen sie so zusammen. Die erste Erkenntnis: Über 50 Prozent der Adressen lagen bei nur fünf Providern. Neben den deutschen Hostern Strato, Ionos, Domainfactory und All-Inkl gehört auch Microsofts Outlook.com (mit 8,2 Prozent aller Domains) zu den größten Anbietern. Letzterer steht als US-Unternehmen ohnehin bei Datenschützern in der Kritik; zumindest handelte es sich aber bei 240 der Microsoft-Kunden um Business-Accounts, nur 9 Mediziner nutzen kostenlose Outlook.com-Adressen mit für medizinische Daten unangemessenen Nutzungsbedingungen. DANE verwenden die fünf großen Provider laut den Forschern alle nicht.

Mit dem Open-Source-Kommandozeilenwerkzeug testssl.sh (siehe ct.de/y54m) überprüften die Wissenschaftler anschließend, auf welche TLS-Versionen die Mailserver sich beim Empfang herunterhandeln ließen. Das ist entscheidend, weil auch Angreifer bei einem Man-in-the-Middle-Angriff so vorgehen. Bei insgesamt 24 Domains gelang es, die uralten Verfahren SSLv2 und v3 auszuhandeln, bei 65 Prozent war TLS 1.0 noch aktiv – auch dafür gibt es im Jahr 2022 keine plausiblen Gründe mehr. Das Fazit bei der Suche nach DANE fiel noch ernüchternder aus: Nur bei 0,9 Prozent der Domains war das Verfahren aktiv.

Den größten Beitrag zu mehr Sicherheit bei E-Mails – nicht nur bei Medizinern – könnten also die großen fünf Provider leisten.

(jam@ct.de)

**Mit seinem 365-Angebot inklusive Mailpostfach richtet sich Microsoft auch an kleine Unternehmen. Viele Mediziner machen laut einer Untersuchung von Nürnberger Forschern Gebrauch davon.**



**Microsoft 365 für Unternehmen**

Entdecken Sie die Vorteile von Microsoft 365 und Microsoft Teams für Ihr Unternehmen: hohe Cybersicherheit, geringe Kosten und produktive Mitarbeitende an praktisch jedem Ort.

[Pläne und Preise anzeigen](#) [Den passenden Plan wählen](#)

[Video zu Microsoft 365 für Unternehmen ansehen >](#)



Auch als E-Book oder Bundle in unserem Shop erhältlich: [www.mitp.de/0508](http://www.mitp.de/0508)



Auch als E-Book oder Bundle in unserem Shop erhältlich: [www.mitp.de/0586](http://www.mitp.de/0586)



Auch als E-Book oder Bundle in unserem Shop erhältlich: [www.mitp.de/0529](http://www.mitp.de/0529)

# Probleme vertagt

## Online-Werbemesse DMEXCO: Werbebranche zeigt sich trotz vieler Unwägbarkeiten gut aufgelegt

**Trotz globaler Krisen steigern die Online-Werbevermarkter ihre Umsätze. Bei der Suche nach neuen technischen Grundlagen für ihre Geschäftsmodelle lassen sie sich viel Zeit. Gleichzeitig buhlen sie um ein besseres Image bei den Verbrauchern. Denn deren Daten sind der Treibstoff der Branche – ohne geht es nicht.**

Von Jo Bager

Das bereits mehrfach verschobene Ende der Werbe-Cookies kommt definitiv in der zweiten Jahreshälfte 2024. Das war die zentrale Botschaft der Keynote von Google-Manager Matt Brittin auf der Branchenmesse DMEXCO in Köln. Googles marktbeherrschender Browser Chrome werde dann nicht mehr die für die zielgerichtete Werbung so wichtigen Third-Party-Cookies unterstützen.

Das ist ein schwieriger Spagat: Die Werbeindustrie will nach wie vor Verbraucher möglichst zielgenau ansprechen können; Politiker, Verbraucher- und Wettbewerbsschützer fordern dagegen mehr

Datenschutz. Laut Brittin testet Google dazu im Rahmen seines Projekts „Privacy Sandbox“ Ersatztechniken, die im Browser ablaufen – unter strenger Aufsicht der britischen Wettbewerbs- und Marktaufsichtsbehörde. Die will verhindern, dass Google sich mit einer neuen Technik selbst bevorzugt.

Die Werbebranche will sich darauf nicht verlassen müssen und sucht eigenständig nach Alternativen zu Third-Party-Cookies. An vielen Ständen der Kölner Messe fanden sich Produkte für sogenannte First-Party-Daten, die ein weiterer wichtiger Baustein der Werbezukunft werden sollen: Website-Betreiber sollen die Daten, die sie selbst von den Besuchern ihrer Sites erheben, besser aufbereiten und nutzen. Anonymisiert sollen sich solche Daten dann für Werbezwecke einsetzen lassen.

### Image-Kampagne für Daten

Doch dazu müssen die Verbraucher ihre Zustimmung geben. Der Branchenverband BVDW (Bundesverband Digitale Wirtschaft) versucht daher, mit einer Werbekampagne der breiten Akzeptanz mit der Datennutzung den Boden zu bereiten. Hierzulande sei das Thema „Werbung, Daten und Datenschutz“ viel zu negativ besetzt. Die Kampagne „Deine Daten können das“ soll die Vorteile in den Vorder-

grund stellen, die Verbraucher haben, wenn sie ihre Daten bereitstellen (datenkoennen-das.de).

Google ist der Überzeugung, dass man Verbrauchern nur ein stärkeres Gefühl der Kontrolle geben müsse, damit diese bereitwilliger ihre Daten herausrücken. Das habe eine eigene Umfrage ergeben. Daher hat das Unternehmen zur DMEXCO das „Mein Anzeigen-Center“ angekündigt. Er soll den Anwendern mehr Kontrolle über die Werbung geben, die sie auf YouTube und in der Google-Suche sehen. Ganz ohne personalisierte Werbung im Web geht es nicht, da sind sich die Vertreter der Werbeindustrie jedenfalls sicher. Das würde die Existenz des kostenlosen, durch Werbung finanzierten Webs gefährden, so Matt Brittin.

Dass es um sehr viel Geld es geht, zeigten die Zahlen für den deutschen Markt, die der Online-Vermarkterkreis des BVDW im Vorfeld der DMEXCO präsentierte. So betrugen die Netto-Umsätze mit digitalen Werbeträgern 11,6 Milliarden Euro. Für das gesamte Jahr erwarten die Werbeunternehmen ein Wachstum von knapp 7 Prozent. Etwas geschmälert hat der Ukrainekrieg die Prognose: Die Zahlen des zweiten Quartals lagen nur zwei Prozent über dem Vorjahr. (jo@ct.de) **ct**

**Erwähnte Websites:** [ct.de/yz8e](https://ct.de/yz8e)



Auf der Homepage des Projekts Privacy Sandbox informiert Google mit einer Zeitleiste darüber, wann Werbecookie-Alternativen in Chrome zum Test bereitstehen.



Ohne die Daten der Verbraucher läuft wenig in der Werbebranche. Eine Werbekampagne soll daher das Thema Datennutzung positiver besetzen.

# Digital ins Büro

## Salesforce: Mobile Arbeit mit Slack und personalisierter E-Commerce

**Auf seiner Hausmesse Dreamforce 2022 in San Francisco hat Salesforce eine überarbeitete Version des Messagingdienstes Slack vorgestellt. Sie soll die spontane Kommunikation im Büro simulieren, enthält aber auch neue Tools. Die Kundenverwaltung Customer 360 kann nun unternehmensweit Kundendaten zusammenfassen.**

Von André Kramer

Unternehmen benötigen mehr denn je Dienste, um digital kommunizieren zu können, findet Salesforce-CEO Bret Taylor. Seit Ende 2020 gehört der Messagingdienst Slack zum Angebot von Salesforce. Im Homeoffice und unterwegs soll er die geplante und auch die zufällige Kommunikation im Büro ersetzen.

Slack hat dafür eine Ergänzung namens „Canvas“ erhalten. Dort lassen sich virtuelle Leinwände teilen, die Kontakte, Workflows, Video, Audio, Bilder oder Dokumente enthalten können. Slack Canvas importiert auf Wunsch Daten aus den Salesforce-Anwendungen Tableau, Sales Cloud, Marketing Cloud und Service Cloud sowie aus Google-Docs-Anwendungen, Jira und Figma.

Der Clou: Verschiedene Mitarbeiter können auf einer Slack Canvas zusammenarbeiten. Dafür hat Salesforce das gleichnamige Produkt der von Taylor gegründeten Firma Quip integriert. Farblich und mit dem Namen des Mitarbeiters gekennzeichnete Cursor zeigen an, wer das Canvas-Dokument wo bearbeitet.

Über „Workflows“ lassen sich häufig benötigte Abläufe automatisieren, beispielsweise Abwesenheitsnachrichten und Telefonumleitung vor dem Urlaub. Eine neue Slack-Plattform soll es Entwicklern erleichtern, solche Workflows einzurichten. Aktuell befindet sie sich in einer Open-Beta-Phase.

### Videogespräche in Huddles


Mit einem Funktionsupdate für Slack Huddles will Salesforce Lücken zu Microsoft Teams und Zoom schließen. Solche Huddles, schnell eingerichtete Meetings, sollen zufällige Gespräche auf dem Flur simulieren, die im Homeoffice nicht stattfinden. Ein Huddle ist nach Angaben von Slack im Durchschnitt etwa zehn Minuten lang.

Bisher unterstützte Slack nur Audio. Ab sofort erlauben Huddles auch Videokommunikation. Außerdem können alle Teammitglieder simultan ihre Bildschirme freigeben. So können Juristen Dokumente vergleichen oder Programmierer gemeinsam coden. Im Videochat kann man nun mit Emojis reagieren und damit trockene Büromeetings etwas bunter gestalten.

Eine kostenlose Slacklizenz speichert den Nachrichtenverlauf 90 Tage lang. Für 6,75 Euro monatlich speichert Slack den gesamten Verlauf und erlaubt Audio- und Video-Anrufe für Gruppen mit bis zu 50 Team-Mitgliedern.

### Salesforce Genie

Laut Salesforce brauchen Sales-Mitarbeiter Echtzeitdaten über jeden Kunden, um im richtigen Moment reagieren zu können. Die Kundenverwaltung Salesforce Genie soll Daten aller Käufer sammeln und innerhalb der Salesforce-Plattform „Customer 360“ verbinden. Sie greift dazu unter anderem auf die Dienste Salesforce CRM und Salesforce Marketing Cloud sowie externe Datenquellen wie Cloud-Dienste von Google oder Amazon zu. Wenn beispielsweise ein Interessent, den das Kundenprofil als Mountainbiker ausweist, die Webseite eines Fahrradhändlers besucht, kann die Salesforce Commerce Cloud gezielt passende Räder anzeigen.

Die Daten verbindet der „Customer Graph“. Er führt personenbezogene Daten wie Account-ID, Geburtsdatum, Telefonnummer und E-Mail-Adresse mit Daten über frühere Käufe in einer einheitlichen Struktur zusammen. Salesforce will für verschiedene Geschäftsfelder APIs mitliefern. Die Firmen Ford, L'Oreal und die Formel 1 setzen sie bereits ein und zeigten auf der Dreamforce ihre Anwendungsfälle. Genie läuft auf Hyperforce, einer Ende 2020 neu eingeführten Cloud-Architektur von Salesforce, die alle Daten sicher speichern soll. (akr@ct.de) 

*Salesforce übernahm die Kosten für die Reise zur Dreamforce nach San Francisco.*



Bild: Salesforce

**In Slack treffen sich Teammitarbeiter für schnelles Meetings in sogenannten Huddles, die jetzt auch Video unterstützen. Außerdem können mehrere Teilnehmer ihre Bildschirme freigeben.**



# „Rembrandt in 3D? Unsinn!“

## Interview: Jean-Michel Jarre über die Herausforderungen dreidimensionaler Musik

**Der französische Pionier der elektronischen Musik Jean-Michel Jarre (74) veröffentlicht am 21. Oktober sein neues Album „Oxymore“ – eine der bislang aufwendigsten Produktionen in 3D-Audio überhaupt. c’t sprach mit Jarre über die Änderungen, die 3D-Audio für Musiker mit sich bringt und welche technischen Hürden die Industrie bei der Wiedergabe noch überwinden muss.**

Von Hartmut Gieselmann

**c’t: Normalerweise komponieren, arrangieren und mischen Musiker ihre Stücke zunächst in Stereo und wandeln sie anschließend in 3D-Audio um. Sind Sie bei „Oxymore“ ebenso vorgegangen?**

**Jarre:** Nein, ich habe die Musik für Oxymore in einem 360-Grad-Setup mit 7.1-Lautsprechern komponiert und daraus später neben den Mehrkanalmixen auch eine Stereoversion erstellt. In der Natur gibt es kein Stereo. Alle Geräusche, die wir hören, stammen aus Monoquellen um uns herum – etwa wenn wir hier miteinander sprechen oder wenn ein Auto vorbeifährt. Daher kommen 3D-Audio und die binaurale Kopfhörerwiedergabe dem natürlichen Hören näher als die Stereowiedergabe.

**c’t: Welche Digital Audio Workstations und Raumklang-Software setzten Sie für die Produktion von „Oxymore“ ein?**

**Jarre:** Ich bin an Ableton Live gewöhnt, deshalb habe ich damit den Mix erstellt und ihn in Avid Pro Tools finalisiert. Für den Raumklang nutzten wir L-ISA Studio von L-Acoustics, das wir ebenfalls für meine Live-

Shows einsetzen. Die Mehrkanalversionen von Oxymore haben wir schließlich mit Steinberg Nuendo erzeugt. Es wandelt aus einem 3D-Projekt verschiedene Ausgabeformate wie Dolby Atmos und alle erdenklichen Lautsprecherkonfigurationen ab. Auf diesem Gebiet ist Nuendo derzeit das mit Abstand beste Werkzeug auf dem Markt.

**c’t: Welche Kopfhörer haben Sie zum Mixen und Mastern verwendet, und welche würden Sie Zuhörern für die binaurale Version empfehlen?**

**Jarre:** Im Studio prüfe ich die Mischungen mit neutralen offenen Modellen wie dem Ollo S4X und dem Sennheiser HD 600. Die Wiedergabe beim Publikum haben mein Team und ich mit knapp 80 Kopfhörern getestet. Viele Modelle haben zu viel Bass, wie etwa Apples AirPods Max. Gut klangen beispielsweise Sonys MDR-7506, Bose 700 und Apples AirPods.

**c’t: Was müssen Sie bei der Komposition und beim Arrangement in 3D beachten und was ändert sich gegenüber einem Stück in Stereo?**

**Jarre:** In Stereo muss ich Klänge wie ein Maler in immer neuen Schichten in 2D vor mir anordnen. Wenn ich zu viele Schichten auftrage, wird alles grauer Matsch. Deshalb gilt in Stereo der Grundsatz: Weniger ist mehr. In 3D nimmt hingegen jeder Klang seinen eigenen Raum ein. Dort kann durchaus gelten: Mehr ist mehr und vielleicht sogar besser. Als Musiker bekomme ich dadurch Freiheiten für komplett neue Ansätze.

**c’t: Ihre Komposition ist recht dicht, überall um den Zuhörer herum passiert etwas. Haben Sie beim Downmix in Stereo Elemente weggelassen oder verändert?**

**Jarre:** Der Stereomix enthält alle Elemente der 360-Grad-Versionen, da habe ich

nichts weggelassen. In Stereo muss man jedoch anders mixen als in 3D, weil die Klänge anders verschmelzen. Stereo bietet weniger Platz, Frequenzbereiche einzelner Spuren überlagern sich stärker. Das muss man im Mix berücksichtigen, speziell im Bass und in den unteren Mitten.

**c’t: Was halten Sie davon, alte Aufnahmen in 3D zu wandeln?**

**Jarre:** Ich bin kein Freund davon, Stereoaufnahmen in 3D umzuwandeln. Es funktioniert einfach nicht. Die Industrie denkt jedoch, sie könnten den alten Katalog an Stereo-Alben in 3D konvertieren. Das ist aber ein großer Fehler. Aus kreativer Perspektive muss man die Musik von Anfang an für dieses neue Medium konzipieren. Es gibt keinen Grund, Frank Sinatra in 3D neu abzumischen, damit seine Stimme um den Kopf herum kreist. Das interessiert niemanden.

**c’t: Es existieren aber durchaus einige Jazz-Aufnahmen etwa von Blue Note,**



**Das neue Album „Oxymore“ komponierte Jarre in einem 360-Grad-Setup. Neben verschiedenen 3D-Formaten sollen auch eine binaurale Version für Kopfhörer und eine Stereoversion erscheinen.**

die in Dolby Atmos sehr überzeugend klingen ...

**Jarre:** Das ist Geschmackssache. Charlie Parker und John Coltrane wurden in Mono mit großen Mikrofonen aufgenommen. Das war damals eine andere Technik. Es wäre ebenso unsinnig, ein Rembrandt-Gemälde in 3D zu digitalisieren. Darin sehe ich keinen Sinn.

**c't: Wie zufrieden sind Sie mit Dolby Atmos?**

**Jarre:** Wir befinden uns noch immer im finsternen Mittelalter der dreidimensionalen Musikproduktion. Bislang war ich kein großer Fan von binauralen Abmischungen. Aus drei Gründen: Erstens verschmelzen die Instrumente anders miteinander. Binaurale Mixe verlieren dadurch im Bass und in den unteren Mitten an Dynamik. Zweitens wurden Mixwerkzeuge von Dolby Atmos nicht für Musik, sondern für Kinosäle entwickelt. Dort kommt der Dialog laut von vorn aus der Mitte, die hinteren Kanäle sind leiser. In der Musik haben wir aber eine egozentrische Hörsituation, in der Sie im Zentrum sitzen und alle Lautsprecher um Sie herum gleichberechtigt sind. Drittens wurden die zur binauralen Konvertierung für Kopfhörer eingesetzten Filter ebenfalls für Filme entwickelt. Wenn ich die Richtung einer Snare um 30 Grad verschiebe, ändert sich ihr Klang aufgrund dieser Filtercharakteristiken, was man wieder ausgleichen muss.



Bild: Feng Hai

**Jean-Michel Jarre startete Ende der 60er mit Kompositionen für Ballett, Film und Musique concrete, bevor er 1976 mit dem Album „Oxygene“ seinen weltweiten Durchbruch feierte.**

Dolby ist sich der Probleme bewusst und arbeitet eng mit Musikern zusammen. Derzeit haben wir Musiker aber keinen Zugriff auf die nötigen Tools, um etwa die binauralen Transferfilter nach unseren Bedürfnissen anzupassen.

**c't: Und wie sieht es bei Sonys 360 Real Audio aus?**

**Jarre:** Sonys 360 Real Audio wurde von Fraunhofer entwickelt. Für Lautsprecher ist es das beste 3D-Format auf dem Markt.

Aber die Transferfilter für Kopfhörer sind schlecht. Wir haben eine Testversion meines Albums „Oxygene“ in 360 Real Audio produziert, und es klang überhaupt nicht gut. Es ist ein Mysterium. Ich habe mit Fraunhofer darüber gesprochen, aber wir wissen nicht warum. Sie müssen das unbedingt verbessern.

**c't: Die Streaming-Dienste von Apple, Amazon und Tidal bieten 3D-Musik in verschiedenen Formaten an. Wie bekommen Sie als Musiker die Unterschiede in den Griff?**

**Jarre:** Apple möchte die Hörer davon überzeugen, dass man mit ihrer Automatik jeden Stereomix in 3D wandeln kann und er sich danach besser anhört. Das stimmt jedoch nicht. Sie verstärken den Bass, fügen etwas Hall hinzu und erhöhen die Lautstärke. Die Zuhörer meinen dann, es hört sich besser an, nur weil es lauter ist.

Hinzu kommt, dass sich die Wiedergabe von 3D-Musik bei den Streaming-Diensten aufgrund der unterschiedlichen Aufbereitungen durch Apple, Dolby und Sony unterscheidet. Um diese Formatprobleme auszugleichen, mussten wir bei „Oxymore“ für jede Plattform einen eigenen 3D-Mix produzieren. Das ist ein großes Problem. Für ein Studio ist es derzeit nahezu unmöglich, für jede dieser Plattformen und Formate ein passendes Mehrkanal-Master anzufertigen. (hag@ct.de) **ct**



**CAK**  
Cyber Akademie  
Zentrum für digitale Souveränität

**IT-Sicherheit  
Datenschutz  
Business Continuity  
Digitalisierung**



**Unsere Webinar-Highlights im Oktober und November**

<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Grundkurs Open Source Intelligence (OSINT) &amp; Operational Security (OPSEC)</b></li> <li>■ OSINT Grundlagen und Internetgrundlagen</li> <li>■ OPSEC und Linux Grundlagen</li> <li>■ Grundlagen der Informationsgewinnung und Sicherung von Onlineinhalten</li> </ul> <p style="text-align: center; color: #e67e22;"><b>17.10.2022   10:00-18:00 Uhr</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Krisenmanagement in Cyber-Lagen – Schwerpunktthema „Ransomware“</b></li> <li>■ Rückblick Cyber-Lagen und Anforderungen an das Krisenmanagement</li> <li>■ Angepasstes Krisenmanagement für Cyber-Lagen</li> <li>■ Planspiel Ransomware – Einführung, Planbesprechung und Auswertung</li> </ul> <p style="text-align: center; color: #e67e22;"><b>31.10.2022   08:30-17:30 Uhr</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Car Forensik – Auswertung vernetzter Systeme</b></li> <li>■ Einführung in die Car Forensik, Kfz-Bussysteme, Elektronische Wegfahrsperrungen und Transponder</li> <li>■ Car-Simulation mittels Linux und OLIMEX AT90CAN-Board über realen CAN-Bus</li> <li>■ Vorführung und Simulationsübung zur CAN-Bus-Simulation mit CANoe</li> </ul> <p style="text-align: center; color: #e67e22;"><b>14.11.2022   09:00-13:30 Uhr</b></p>
---	---	--



Weitere Informationen zu diesen und anderen Seminaren unter: [www.cyber-akademie.de](http://www.cyber-akademie.de)



## Schöneres Licht in Videocalls, Dark Mode im Browser

**Unser Leser Marcel Suter hat sich zwei kleine Alltags-Hacks ausgedacht: eine Webapp für eine bessere Ausleuchtung bei Videotelefonaten und einen globalen Nachtmodus für den Desktop-Browser.**

Marcel Suter nutzt im Homeoffice das Licht eines zweiten Bildschirms, um sein Gesicht bei Videotelefonaten besser aus-

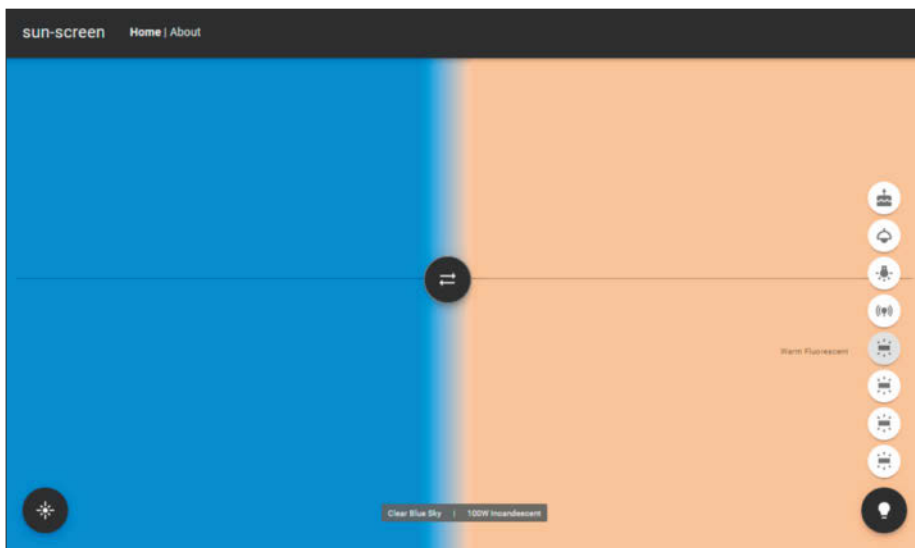
zuleuchten. Dafür hat er eine auf Vue.js basierende Webapp geschrieben, die man am besten auf dem eigenen Server (oder lokal) installiert und im Browser auf einem zweiten Monitor öffnet.

Die Webseite zeigt unterschiedliche warme und kalte Lichtfarben, die unter anderem einen blauen Himmel, Mittags-sonne, Kerzenlicht oder eine Halogenlampe simulieren. Per Schieberegler kombi-

niert man zwei Farben miteinander. Einen Link zur App und zum Source Code (unter MIT-Lizenz) finden Sie auf [ct.de/ytgk](https://ct.de/ytgk).

Auf Smartphones und Tablets kann man sein Betriebssystem üblicherweise auf einen globalen Dark Mode oder Nachtmodus umstellen, der in Apps und Webseiten helle Schriften auf einem dunklen Hintergrund zeigt. Einen solchen Dark Mode hat Suter für seinen Desktop-Browser nachgebaut. Dazu verwendet er das Browser-Add-on Stylus, das für Chrome, Firefox und Opera erhältlich ist. In Stylus überschreibt der Anwender mit einem eigenen Stylesheet (CSS) die Layoutvorgaben von Webseiten nach Belieben und passt so etwa Fonts und Farben an.

Für die Browser Chrome und Firefox hat Suter globale Nachtmodus-Stylesheets veröffentlicht. Um die Webseite optisch anzupassen, nutzt er die CSS-Eigenschaft `mix-blend-mode: difference` – wie das funktioniert, erklärt er in seinem englischsprachigen Blog ([ct.de/ytgk](https://ct.de/ytgk)). Die Stylesheets importiert man am besten direkt in Stylus und aktiviert sie bei Bedarf global für alle Webseiten. (acb@ct.de)



Die Webapp Sunscreen von Marcel Suter verwandelt ein zweites Display in eine Videoleuchte fürs Homeoffice.

**Stylesheets, Repositories, Blog:**  
[ct.de/ytgk](https://ct.de/ytgk)

### Leser helfen Lesern: Ihre Ideen und Projekte

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

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

## Hauslüftung: Weitere Vorschläge

Nach unserem Bericht über eine **DIY-Hausdurchlüftung** (c't 20/2022, S. 60) haben sich weitere Leser bei uns gemeldet, die zu diesem Thema eigene Lösungen entwickelt haben. Andreas Schneider schrieb uns zum Beispiel: „Die Idee ist toll, aber es steht viel rum und es ist laut.“ Er habe sich stattdessen eine besonders kräftige Dunstabzugshaube in der Küche eingebaut. Die sei in der höchsten Stufe so stark, dass sie bei gekippten Fenstern einen angenehmen Luftzug ohne Lärmbelästigung erzeuge. Wichtig dabei sei, dass man für genügend Zuluft Sorge. Denn sonst „entsteht bei mir im Haus immer noch ein so starker Unterdruck, dass es die Luft durch meinen Schornstein ins Haus zieht.“

Joachim Kaiser stellt dagegen einfach einen größeren Tischventilator auf die Fens-

terbank bei offenem Fenster. Und Leser Herbert König hat im Kellerfenster zwei Ventilatoren eingebaut, die Frischluft in die Wohnung blasen. Details zu seinem Aufbau und Berechnungen zum Energieeinsatz finden Sie im c't-Forum. (acb@ct.de)

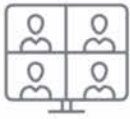
**c't-Forum Lüfterprojekt:** [ct.de/ytgk](https://ct.de/ytgk)



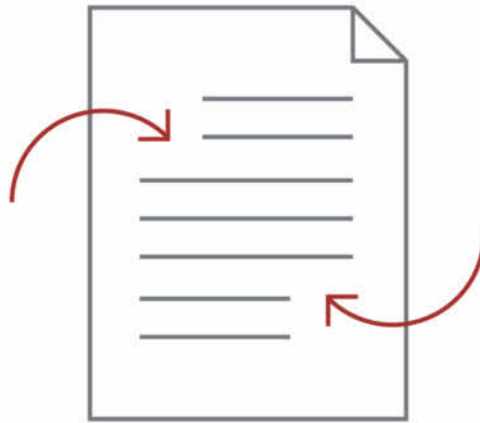
Bild: Herbert König

**Zwei Ventilatoren im Keller bringen bei c't-Leser Herbert König frische Luft ins Haus.**





Jetzt neu mit  
Videokonferenz  
Funktion!



**netfiles**

## 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.

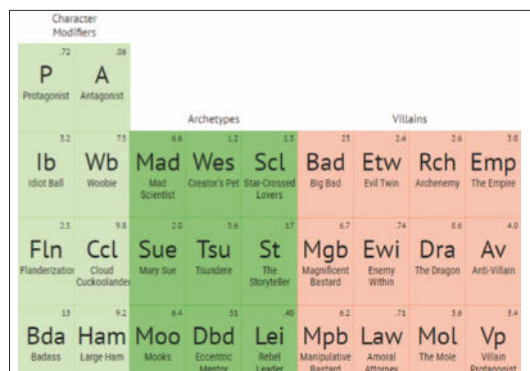
# Die Elemente der Erzählungen

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

[jamesharris.design/periodic/](http://jamesharris.design/periodic/)

Geschichten – seien es klassische Erzählungen oder Netflix-Serien – bedienen sich wiederkehrender Ideen. Diese sogenannten Tropen findet man in allen Genres über die Zeiten hinweg. Die Community der Website **TVTropes.org** katalogisiert die Tropen in einem riesigen Wiki und sammelt Beispiele.

Der Designer James Harris hat als Einführung in das Thema und als grafischen Zugang zu TVTropes ein **Periodensystem des Geschichtenerzählens** entworfen: eine Infografik, die die Grundbausteine des Geschichtenerzählens in einem vertrauten Format organisiert. (jo@ct.de)



## Lange Lesestücke

[longreads.com](http://longreads.com)

Sind Sie manchmal übersättigt von den immer schneller drehenden News- und Social-Media-Streams? Ist Ihr Gehirn auch fragmentiert von den Tausenden Info-Schnipseln, die täglich aus dem Netz auf Sie einprasseln? Dann sind die Empfehlungen bei **Longreads** vielleicht die richtige Therapie für Sie.

Die Betreiber der Website veröffentlichen Essays, Leselisten, Interviews und ausführliche investigative Berichte – eben kein Info-Fastfood, sondern gut recherchierten, liebevoll und ausführlich aufbereiteten Lesestoff. Die Website stellt ihre Empfehlungen und eigenen Stücke gratis bereit. Die Macher bitten aber um finanzielle Unterstützung. (jo@ct.de)

## Bemerkenswerte Persönlichkeiten

[www.nature.com/articles/s41597-022-01369-4](http://www.nature.com/articles/s41597-022-01369-4)

[medialab.github.io/bhht-datascape/](https://medialab.github.io/bhht-datascape/)

[tjukanovt.github.io/notable-people](https://tjukanovt.github.io/notable-people)

Welche Personen sind bekannt – und wer ist bekannter als wer? Dieser Fragestellung ist ein Forscherteam rund um Morgane



Laouenan nachgegangen. Es hat aus verschiedenen Datenquellen, darunter Wikidata und den verschiedensprachigen Wikipedia-Editionen, eine Datenbank mit 2,29 Millionen Personen kompiliert. Zu jeder Person haben die Wissenschaftler einen Wert für den Bekanntheitsgrad berechnet. Die Studie ist ebenso frei abrufbar wie der Datensatz.

Der finnische Geograf Topi Tjukanov hat den Datenfundus in eine dreh- und **zoombare Weltkugel** verwandelt. Darüber schweben die Namen der bekannten Personen, die an den jeweiligen Orten geboren wurden. Vorsicht: Man verliert sich schnell in ihr. Je nach Zoomstufe sind sehr unterschiedliche Persönlichkeiten gleich groß dargestellt und man will herausfinden, wer bekannter ist – Jackie Chan, Mao Zedong, Xi Jinping oder doch Konfuzius? (jo@ct.de)

## Stromausfälle melden

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

Ist plötzlich kein Strom mehr da und die Sicherung nicht die Ursache, liegt das Problem oft im Netz des Stromversorgers. Dann kann es sinnvoll sein, mit dem Smartphone einen Blick auf **störungsauskunft.de** zu werfen – vorausgesetzt, es hat noch Empfang.

Auf der Website melden viele deutsche Stromnetzbetreiber ihre Stromausfälle – allerdings nicht alle. Man erfährt die Ursache, sieht, ob der Energieversorger schon an der Beseitigung des Problems arbeitet, und erhält eine Schätzung, bis wann das Problem andauert. Ist eine Störung noch nicht verzeichnet, kann man sie dort auch melden. (jo@ct.de)



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

# Maximale Performance

## für rechenintensive Applikationen

Sie sind professioneller Anwender, arbeiten mit rechenintensiven Applikationen und brauchen deshalb leistungsstarke Desktop-Prozessoren? Dann sollten Sie unbedingt einen Blick auf unsere AMD Threadripper Workstation werfen:

- Hohe CPU-Kerndichte + hohe Taktrate = maximale Leistung
- Multicore-Prozessoren für gleichzeitig aufwändige Prozesse
- AMD Memory Guard: Verschlüsselung des Systemspeichers in Echtzeit



Mehr über unseren  
Super-Performer unter:

[thomas-krenn.com/thread](https://thomas-krenn.com/thread)

+49 (0) 8551.9150-300

**THOMAS  
KRENN®**



# Kein Gehör

## Bose versiebt Kunden-Ohrhörer ersatzlos



**Wer ein Gerät zur Garantie-reparatur schickt, darf darauf vertrauen, dass er Ersatz bekommt, wenn es dort spurlos verschwindet. Bei Bose kann man da auf taube Ohren stoßen.**

Von Tim Gerber

Vergangene Weihnachten bestellte sich Sven-Christian M. im Online-Handel ein Paar Bluetooth-Ohrhörer Bose QuietComfort mit Geräuschunterdrückung für knapp 190 Euro. Ab Ende Mai ließen sich die Ohrhörer plötzlich nicht mehr benutzen. Sie gaben keinen Ton mehr von sich. Sven-Christian M. suchte zunächst auf den Webseiten des Herstellers nach einer Support-Anleitung. Dieser folgend entkoppelte er die Ohrhörer mehrmals von seinem Smartphone, um sie anschließend wieder zu koppeln. Doch auch das brachte nichts, die Hörer blieben stumm.

Da für den gerade ein halbes Jahr zurückliegenden Kauf die Gewährleistung galt, kontaktierte der Kunde zunächst seinen Händler. Der bat ihn, die Garantieleistungen des namhaften Herstellers in Anspruch zu nehmen und gab ihm dafür die nötigen Kontaktinformationen. Das Vorgehen ist zulässig, da die eigentlichen Leistungen sowohl für Händler als auch für Hersteller ohnehin meist von ein und demselben Service-Unternehmen durchgeführt werden und der Kunde so normalerweise keine Nachteile erwarten muss.

Bei Bose bat der Kunde unter Angabe der Seriennummer um einen Austausch der defekten Ohrhörer im Rahmen der Garantie. Am 12. Juli bestätigte man ihm dies und erteilte einen Rücksendeauftrag über einen Versanddienstleister. Am 14. Juli gab Sven-Christian M. seine Sendung als Päckchen in einer Filiale des Paketdienstes UPS auf. Danach hörte er mehrere Wochen nichts mehr von Bose. Deshalb fragte er Ende Juli telefonisch bei Bose nach dem Stand seines Garantieaustausches. Nach kurzer Recherche teilte ihm der Service-Mitarbeiter mit, dass sein Päckchen beim Versand verloren gegangen sei und man ihm in der kommenden Woche Ersatz liefern wolle.

Doch auch in der ersten Augustwoche passierte nichts, weshalb Sven-Christian M. erneut bei Bose anrief. Diesmal stellte der Mitarbeiter zunächst fest, dass sein Kollege zu dem Fall nichts dokumentiert habe. Den Sachverhalt des verschwundenen Päckchens bestätigte er aber ebenfalls und versprach wieder, dass eine Ersatzlieferung erfolgen solle.

Am 10. August bestätigte auch Bose, was der Paketdienstleister bereits zwei Tage zuvor vermeldet hatte: Dass sein Päckchen nun in einer belgischen Bose-Filiale eingegangen sei. Dennoch hieß es bei telefonischen Nachfragen weiterhin, es sei verschollen. Wahlweise tröstete man den Kunden noch mit der Aussicht, seine Ersatzlieferung sei bereits bei „der Logistik“ beauftragt worden.

### Bitte keine Post in den Briefkasten

Am 4. September schrieb Sven-Christian M. eine E-Mail an den Bose-Support unter [sales\\_support\\_de@bose.com](mailto:sales_support_de@bose.com) und setzte dem Hersteller eine Frist bis zum 8. September, ihm den verschollenen Kopfhörer entweder zu ersetzen oder den Kaufpreis zu erstatten. Doch darauf erhielt er nur eine automatische Antwort: Dieses Postfach werde nicht überwacht, der Kunde möge sich auf der Webseite des Herstellers nach einer Lösung seines Problems umsehen.

Nebenbei hatte der Kunde auch den Verkäufer kontaktiert, von diesem aber nur zu hören bekommen, dass man ihm den Preis gern erstatten würde, wenn er den Artikel zurücksendet. Verständlich, schließlich sollte für den Schaden der-

jenige haften, der das Gerät des Kunden tatsächlich verschlampt hat.

Da auch seine Frist fruchtlos verstrichen war, ohne dass sich die Firma Bose gerührt hätte, wandte sich Sven-Christian M. am 8. September an c't. Nach gründlicher Prüfung der Sache fragten wir am 16. September bei Bose nach, wie sich die Sache mit den verschwundenen Kunden-Ohrhörern aus Sicht des Unternehmens darstellt. Mit einer Antwort ließ man sich fast eine ganze Woche Zeit, unter anderem wegen der Beerdigung der Queen, wie es hieß. Am 22. September richtete die Presseagentur des Akustik-Spezialisten aus, man dürfe „aus DSGVO-Gründen“ keine genauen Angaben zu der Sache machen. Nur so viel, dass Bose sich bei dem Kunden für die Verzögerungen

entschuldigt habe und dass diese auch seitens Bose nicht akzeptabel sei. Als Geste der Kulanz werde man dem Kunden außer neuen Ohrhörern auch einen Bluetooth-Lautsprecher kostenlos zur Verfügung stellen.

Sven-Christian M. bestätigte uns wenig später, dass man sich per Mail bei ihm entschuldigt und umgehende Ersatzlieferung in Aussicht gestellt habe. Bis Redaktionsschluss war der versprochene Ersatz für den von Bose verschlammten Ohrhörer nebst dem zugesagten Wiedergutmachungsgeschenk noch immer nicht



**Kleine Sendungen wie die EarBuds des Kunden Sven-Christian M. (Symbolfoto) können auch beim Hersteller mal verloren gehen. Der sollte sich dann aber schleunigst um Ersatz bemühen.**

beim Kunden eingetroffen. Klar können Sendungen auch innerhalb größerer Unternehmen mal verloren gehen. Dass man aber bei einem namhaften Akustik-Hersteller auf derart taube Ohren stößt, wenn man in einem solchen Fall um Ersatz des verursachten Schadens bittet, dafür haben wir von Bose bis heute keine plausible Erklärung erhalten.

Das Problem werde derzeit mit UPS untersucht und gleichzeitig die internen Prozesse überprüft, um die Ursache für die Verzögerung zu verstehen und entsprechend zu handeln, teilte Bose immerhin mit. Da sich die Ursache für diese Verzögerungen noch im Status der Klärung befinde, könne Bose derzeit keine weiteren Auskünfte geben. (tig@ct.de) **ct**

### Service im Visier

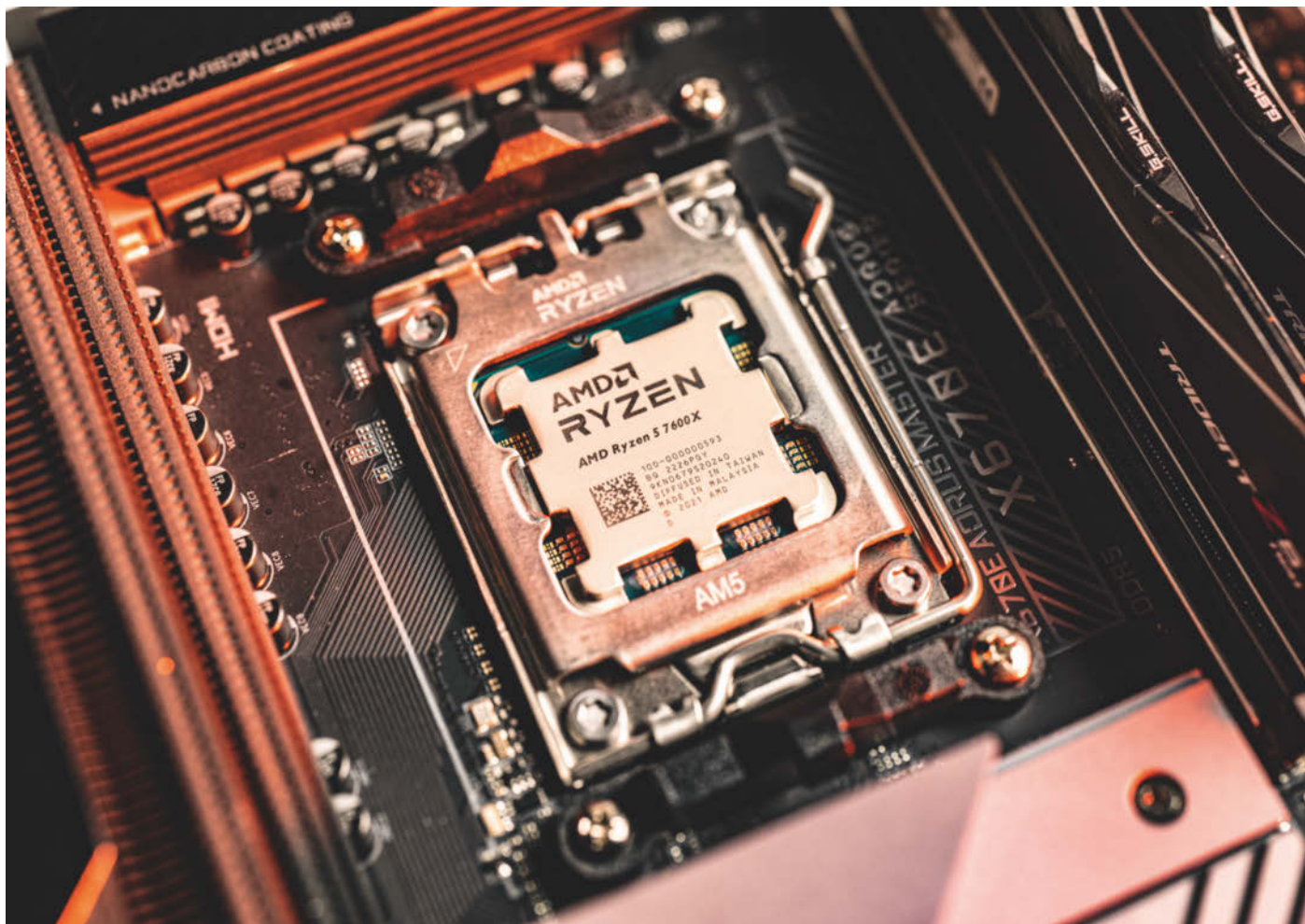
Immer wieder bekommen wir E-Mails, in denen sich Leser über schlechten Service, ungerechte Garantiebedingungen und überzogene Reparaturpreise beklagen. Ein gewisser Teil dieser Beschwerden ist offenbar unberechtigt, weil die Kunden etwas überzogene Vorstellungen haben. Vieles entpuppt sich bei genauerer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

Manchmal erreichen uns aber auch Schilderungen von geradezu haarsträubenden Fällen, die deutlich machen, wie einige Firmen mit ihren Kunden umspringen. In unserer Rubrik „Vorsicht,

Kunde!“ berichten wir über solche Entgleisungen, Ungerechtigkeiten und dubiose Geschäftspraktiken. Damit erfahren Sie als Kunde schon vor dem Kauf, was Sie bei dem jeweiligen Unternehmen erwarten oder manchmal sogar befürchten müssen. Und womöglich veranlassen unsere Berichte ja auch den einen oder anderen Anbieter, sich zukünftig etwas kundenfreundlicher und kulanter zu verhalten.

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





# Fünf ist Trümpf

## Ryzen 7000: Vier Desktop-Prozessoren für die Fassung AM5

**AMD bringt vier Ryzen-7000-Prozessoren mit neuer Architektur, neuer Fertigung und neuem Unterbau. Sie sollen Intels letzte Performance-Bastionen einreißen und die absolut schnellsten Desktop-CPU's werden. Ob das klappt und zu welchen Tricks AMD greifen musste, prüfen wir im Test.**

Von Carsten Spille

**A**MD vollzieht den ersten Plattformwechsel seit fünf Jahren und verkauft ab Ende September seine neuen Ryzen-7000-Prozessoren für Mainboards mit der Fassung AM5. Vier neue CPUs machen dabei den Anfang. Mindestens 359 Euro will AMD für das Einstiegsmodell Ryzen 5 7600X haben, die übrigen kosten in aufsteigender Reihenfolge 479 Euro für den Ryzen 7 7700X mit acht Kernen, 669 Euro für den Zwölfkerner Ryzen 9 7900X und 849 Euro für den Ryzen 9 7950X. Die 50 bis 60 Euro Aufpreis im Vergleich zu den Listenpreisen der Vorgänger sind wohl größtenteils dem

starken Dollar geschuldet, aber die Straßenpreise der Ryzen 5000 liegen inzwischen deutlich darunter. Dadurch wirken die Neulinge sehr teuer, zudem braucht man neue Boards und DDR5-Speicher.

Die Ryzen 7000 lässt AMD in moderner 5-Nanometer-Technik herstellen und nutzt weiterhin das Chiplet-Design, in dem die x86-Rechenkerne und der Cache auf einem eigenen Chip sitzen [1]. Für Funktionsblöcke wie Speichercontroller, USB-Controller, PCI-Express-Lanes oder neuerdings integrierte Grafik kommt ein weiterer Chip zum Einsatz, der in 6-Nanometer-Technik hergestellt wird. Die ein-

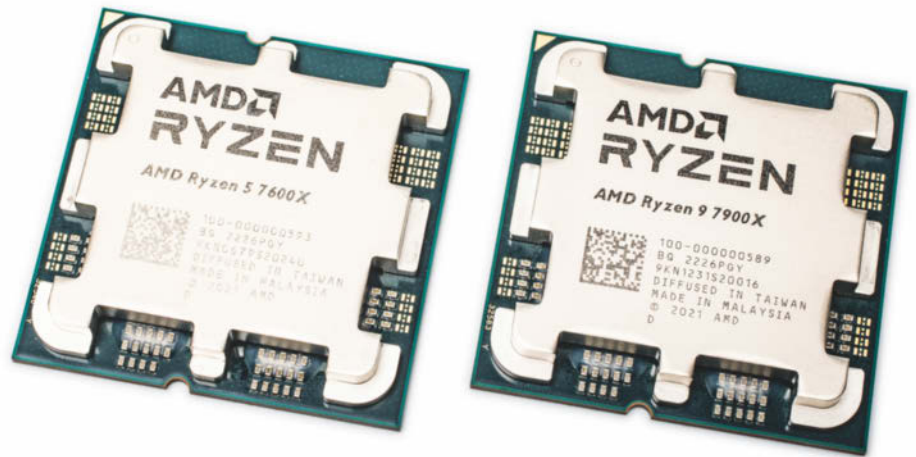


zernen Einheiten tauschen Daten über ein internes Netz aus, das sogenannte Infinity Fabric.

Für den Ryzen 7000 hat AMD die Taktfrequenzen gegenüber den Vorgängern deutlich erhöht, einige der schnellen Zwischenspeicher vergrößert und außerdem weiteren Verbesserungen der Mikroarchitektur auch die Befehlssatzerweiterung AVX-512F sowie VNNI und Unterstützung für das Datenformat BFloat16 eingebaut, deren neue und erweiterte Befehle auch KI-Anwendungen nutzen können. Intel hat AVX-512 gerade wieder aus seinen hybriden Desktopprozessoren verbannt, nutzt es aber weiterhin in Serverprozessoren. Anders als bei Intel laufen die doppelt so breiten Datentypen im Ryzen 7000 aber nicht über eigene, strom- und platzfressende Transistorblöcke, sondern in zwei Häppchen zerlegt nacheinander über die sowieso vorhandenen AVX2-Einheiten. Dadurch steigert AXV-512 bei Ryzens zwar nicht den maximalen Rechendurchsatz, aber man kann für AVX-512 optimierte Software nutzen.

## Viermal Ryzen 7000

AMD schickte uns zum Test vorab zwei Ryzen-7000-CPU: Den 7600X und den 7900X, die beiden anderen haben wir selbst organisiert. Komplettiert wurde das Set durch das AM5-Mainboard X670E Aorus Master von Gigabyte und ein DDR5-Speicherkit mit zwei 16-GB-Modulen von G.Skill. Letztere können standardmäßig zwar nur DDR5-4800, dank AMDs ebenfalls neuer Speicherübertaktungsprofile EXPO und von 1,1 auf 1,35 Volt erhöhter Spannung laufen sie aber mit DDR5-6000 und scharfen Timings. Getestet haben wir allerdings mit der Speichergeschwindigkeit von DDR5-5200 (siehe unten), die im Ryzen-7000-Datenblatt steht.



Die Metallkappen der Ryzen 7000 haben eine Stufe, auf der seitlich der Arretierungsmechanismus der AM5-Fassung aufliegt und den Prozessor sicher fixiert.

Das übertaktete RAM hätten die Ryzen 7000 gar nicht nötig gehabt, denn sie legen auch so eine enorme Performance an den Tag. Sie knacken auch Intels bisherige Domäne Singlethreading, also die Leistung pro einzeltem Kern. Im Rendering-Benchmark Cinebench R23 auf einem Kern und auch im Office-Benchmark Bapco Sysmark 25 liegt der Ryzen 7 7950X ein, respektive fünf Prozent vor Intels Core i9-12900K. Die wahre Stärke der Ryzen 7000 ist allerdings das Multithreading. Rackern alle Kerne unter Volldampf, liegt der 7950X im Cinebench R23 um 40 Prozent vor dem 12900K, auch der Ryzen 9 7900X bleibt noch knapp vor Intels bestem. Daten komprimiert der Ryzen 9 7950X mit 7-Zip mit noch mehr Vorsprung: 46 Prozent liegt er auch dank seines schnellen Speichers vor dem 12900K.

Der 12900K ist im kurzzeitigen Turbo-Betrieb stromdurstiger als der Ryzen. Bei Dauervollast fiel unser Core-i-Test-

system aber spezifikationsgemäß unter 200 Watt, während das System mit Ryzen 9 7950X bei ausreichender Kühlung dauerhaft mit knapp 300 Watt weiterrechnet.

## Protzplattform

Für die Ryzen-7000-Prozessoren braucht man ein neues AM5-Mainboard und DDR5-Speicher. Die Prozessoren selbst haben keine Beinchen mehr, sondern kommen wie bei Intel üblich als Land Grid Array und mit flacher Unterseite aus der Fabrik. Dafür ist das Innere der CPU-Fassung empfindlicher geworden, da in ihr 1718 Federchen auf Kontakt warten.

Zum Marktstart Ende September gab es lediglich die für Übertakter gedachten Mainboards mit X670 und X670E-Doppelchipsatz und PCI Express 5.0 bei PEG-Grafikkartensteckplatz und SSD-M.2-Anschlüssen. Doppelchipsatz ist in diesem Falle wörtlich zu nehmen, denn auf X670E-Boards hängen zwei identische Chips in Reihe geschaltet aneinander.

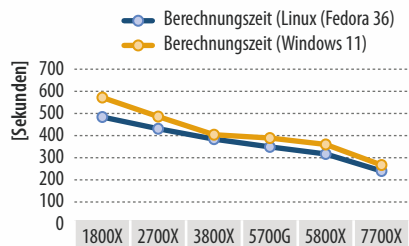
## Technische Daten: AMD Ryzen 7000 im Vergleich (Codename Raphael, Zen 4, TSMC N5)

Prozessor	Ryzen 9 7950X	Ryzen 9 5950X	Ryzen 9 7900X	Ryzen 9 5900X	Ryzen 7 7700X	Ryzen 7 5800X	Ryzen 5 7600X	Ryzen 5 5600X
Kerne	16 + SMT	16 + SMT	12 + SMT	12 + SMT	8 + SMT	8 + SMT	6 + SMT	6 + SMT
Basistakt	4,5 GHz	3,4 GHz	4,7 GHz	3,7 GHz	4,5 GHz	3,8 GHz	4,7 GHz	3,7 GHz
Turbo-Takt	5,7 GHz	4,9 GHz	5,6 GHz	4,8 GHz	5,4 GHz	4,7 GHz	5,3 GHz	4,6 GHz
L2-Cache	16 × 1 MByte	16 × 0,5 MByte	12 × 1 MByte	12 × 0,5 MByte	8 × 1 MByte	8 × 0,5 MByte	6 × 1 MByte	6 × 0,5 MByte
L3-Cache	2 × 32 MByte	2 × 32 MByte	2 × 32 MByte	2 × 32 MByte	32 MByte	32 MByte	32 MByte	32 MByte
Int. Grafik	✓ (RDNA2)	n. v.	✓ (RDNA2)	n. v.	✓ (RDNA2)	n. v.	✓ (RDNA2)	n. v.
TDP / PPT	170 / 230 W	105 / 142 W	170 / 230 W	105 / 142 W	105 / 142 W	105 / 142 W	105 / 142 W	65 / 88 W
Arbeitsspeicher	DDR5-5200	DDR4-3200	DDR5-5200	DDR4-3200	DDR5-5200	DDR4-3200	DDR5-5200	DDR4-3200
PCI-Express	28 × PCIe 5.0	24 × PCIe 4.0	28 × PCIe 5.0	24 × PCIe 4.0	28 × PCIe 5.0	24 × PCIe 4.0	28 × PCIe 5.0	24 × PCIe 4.0
Preis <sup>1</sup> (Straße)	849 € (k.A.)	799 € (539 €)	669 € (k.A.)	549 € (399 €)	479 € (k.A.)	449 € (289 €)	359 € (k.A.)	299 € (199 €)

<sup>1</sup> unverbindliche Preisempfehlung zum Marktstart

## Ryzen-7- Generationen: 3D-Rendering

Die Wartezeiten in Blender verringern sich mit steigender Rechenleistung. Der Ryzen 7 7700X legt deutlich stärker zu als der Vorgänger. Allgemein sind die CPUs unter Fedora WS 36 (Linux) schneller als unter Windows 11.



Das treibt zwar die Anzahl der gleichzeitig nutzbaren Peripheriegeräte in ungeahnte Höhen, aber auch die Leistungsaufnahme. Für die meisten Nutzer wäre vermutlich der einzelne X670-Chipsatz sinnvoller. Bei ihm darf der Mainboardhersteller zudem entscheiden, ob für die Grafikkarte ein PCIe-5.0-kompatibler Steckplatz vorgesehen ist; beim X670E ist das Pflicht. Da PCIe abwärtskompatibel ist, funktionieren darin auch aktuelle PCIe-4-Karten und ältere Modelle. Das ist auch gut so, denn derzeit gibt es keine 5.0-Karten, auch Nvidias kommende GeForces der RTX-4000-Reihe (siehe S. 40) laufen noch mit PCIe 4; zu AMDs Radeon RX 7000, die im November erwartet wird, gibt es noch keine Angaben. Immerhin sollen ab November die ersten NVMe-SSDs für die M.2-Fassungen mit schnellem PCIe 5.0 kommen und die Datenrate weiter steigern.

Im Oktober sollen B650- und B650E-Mainboards folgen, von denen auch günstigere und sparsamere Versionen ohne PCIe-5.0-PEG zu erwarten sind. AMD betonte auf Nachfrage, dass man keine Leistungsunterschiede der CPU zwischen den verschiedenen Chipsätzen erwarte, solange man nicht übertakten möchte.

### Speichereien

Beim Speicher geht AMD einen Schritt weiter als Intel, beschert seinen Kunden damit aber einige Probleme. Die Speichercontroller im I/O-Die der Ryzen 7000 steuern ausschließlich DDR5-Speicher an,

beherrschen also den langsameren DDR4-Standard nicht. Ein DDR5-Set mit 32 GByte kostet jedoch rund doppelt so viel wie DDR4-3200-Riegel gleicher Kapazität, wenn man die offizielle, maximale Speichergeschwindigkeit für den Ryzen 7000 annimmt. Diese beträgt DDR5-5200 für ein einzelnes DIMM in jedem der beiden Speicherkanäle. Wer vier Module steckt, muss offiziell mit lahmem DDR5-3600 vorlieb nehmen.

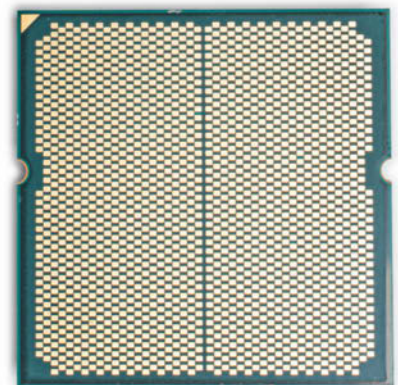
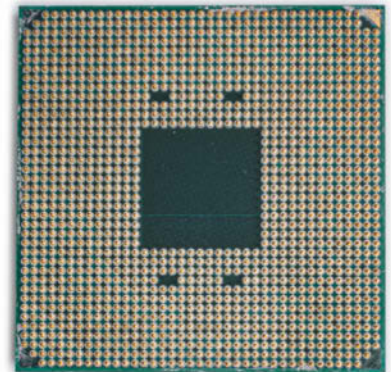
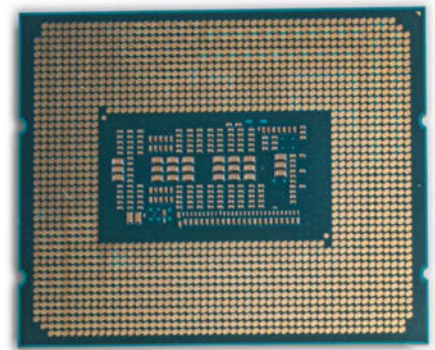
Die höhere DDR5-Geschwindigkeit im Vergleich zu Intels Core i-12000 birgt noch ein weiteres Problem: Um DDR5-5200 zu erreichen, muss man die Parameter von Hand einstellen oder Übertakterspeicher mit AMDs neuen EXPO-Speicherprofilen kaufen – beides lässt offiziell die Garantie für den Prozessor erlöschen.

Die manuelle Einstellung der Geschwindigkeit gestaltete sich schwieriger als erwartet. Unsere JEDEC-konformen DDR5-4800-Module wollten bei DDR5-5200 nur mit erhöhten Speicherspannungen (VDD/VDDQ) starten. Doch vollkommen stabil liefen die Module so nicht, da die EXPO-Profile noch weitere interne Spannungen erhöhen und damit auch die Leistungsaufnahme im Leerlauf hochtreiben (siehe unten). Mit EXPO liefen die von AMD im Testkit gelieferten DDR5-6000-DIMMs bei hohen 1,35 anstelle von 1,1 Volt stabil und absolvierten alle Benchmarks fehlerfrei; das 32-GByte-Kit kostet im Handel aber knapp 250 Euro und damit noch einmal 90 Euro mehr als DDR5-Standard-RAM.

Wer selbst Hand anlegen möchte, für den empfiehlt AMD als Sweet-Spot die genannten DDR5-6000, weil dort das Verhältnis vom Takt des CPU-internen Infinity Fabric, des Speichercontrollers und des Speichers nahe am Optimum liegt. AMD gab während der Ryzen-7000-Vorstellung allerdings selbst zu Protokoll, dass man für verlässlichen, stabilen Dauerbetrieb auf die offiziell unterstützten Geschwindigkeiten ohne EXPO-Modus vertrauen solle. Selbst mit DDR5-4800 verliert man laut unserer Stichproben mit rund 5 Prozent auch nicht allzu viel Leistung.

### Unnötig durstig

Die Ryzen-9-Modelle 7900X und 7950X ziehen unter Volllast mehr Strom als bisherige AMD-Prozessoren. Die Thermal Design Power (TDP) hat AMD mit 170 Watt festgesetzt. Sie liegt damit 62 Prozent über den 105 Watt der Ryzen-5000-Top-



Für den Ryzen 7000 (unten) verwendet AMD ein Land Grid Array (LGA) ähnlich wie Intel (oben) und verzichtet auf die bisherigen Beinchen der AM4-Prozessoren (Mitte). Die Unterseite ist weitgehend mit Kontaktpads bedeckt, SMD-Bauteilchen, die Intel zwischen den Pads versteckt, sitzen daher an der Oberseite. Deshalb wiederum hat der Heatspreader seine markante Form mit Aussparungen.

modelle und das ist noch nicht alles. Stimmen externe Parameter wie Stromversorgung und Kühlung, sind sogar 230 Watt erlaubt. Diesen 35-Prozent-Bonus gab AMD auch schon früheren Generationen mit, wo die Grenze bei  $105 \cdot 1,35 = 142$  Watt lag. AMD spezifiziert den Ryzen 5 7600X und den Ryzen 7 7700X dagegen für 105 Watt plus den erwähnten 35 Prozent Reserve.



**Neu:**  
KOSTENLOSES  
**E-Book**



Was die Cloud mit  
**Pyramiden**  
zu tun hat und warum Sie für  
**Verschlüsselung**  
keine Hieroglyphen brauchen:



Jetzt kostenlos lesen:  
[www.boxcryptor.info/dummies](http://www.boxcryptor.info/dummies)





Selbst ohne gesteckte Grafikkarte war die neue AM5-Plattform im Leerlauf alles andere als sparsam: 39 bis 41 Watt zeigte unser kalibriertes Messgerät als 30-Sekunden-Mittel beim Nichtstun. Das lag vermutlich zu einem großen Teil am luxuriös ausgestatteten Übertakter-Mainboard mit dem zweiteiligen X670E-Chipsatz. Mit AMDs EXPO-Empfehlung, also DDR5-6000-Speicher mit 1,35 Volt, waren es noch einmal 18 Watt mehr; manuell eingestelltes DDR5-5200 mit 1,15 Volt (JEDEC-Standard 1,1 Volt) kostete im Leerlauf circa 3 Watt extra.

## Echte Hitzköpfe

Einen großen Teil der TDP verheizen die Core-Compute-Dies (CCDs). Durch die Umstellung auf 5-Nanometer-Fertigung sind diese mit 70 Quadratmillimetern 13 Prozent kleiner als bei Ryzen 5000 (80,7 mm²). Gleichzeitig stieg auch die Anzahl der Hitze produzierenden Transistoren von 4,2 auf 6,5 Milliarden pro CCD. Daraus ergeben sich rund 80 Prozent mehr Transistoren pro Quadratmillimeter. Die Hitzedichte steigt weiter an, weil die N5-Fertigung die Effizienz der Transistoren im Vergleich zu N7 nicht ausreichend steigert.

Entsprechend schwierig waren die Prozessoren im Test zu kühlen, sogar im

offenen Testaufbau. Selbst mit einem der stärksten Luftkühler und mit Maximalzahl drehendem Lüfter waren schon im Cinebench-Test Kerntemperaturen von 90 Grad Celsius zu sehen. Unter Volllast lag die Temperatur der beiden etwas schlimmeren Hitzköpfe Ryzen 7 7700X und Ryzen 9 7900X gar an der 95-Grad-Schwelle, ab der AMDs Prozessoren beginnen, ihre Frequenzen zu senken. Der Ryzen 5 7600X bleibt bei rund 90 Grad Celsius und das Spitzenmodell Ryzen 9 7950X selektiert AMD offenbar besser, sodass die Temperatur bei geringerem Takt und niedrigerer Spannung am PPT-Limit nur 84 Grad Celsius betrug.

Auch die von AMD empfohlene All-in-One-Wasserkühlung NZXT Kraken X63 mit 280-Millimeter-Radiator bewahrte den 7900X bei maximaler Belastung mit Prime95 nicht vor dem Drosseln. Kein Wunder also, dass AMD den ersten Ryzen 7000 keine Boxed-Kühler mehr beilegt.

## Eco, der Heldenmodus

Angesichts der Energiepreise, den hohen Temperaturen und der enormen Performance liegt eigentlich nichts näher, als den Ryzen 7000 — anders als AMD es getan hat — nicht ans Limit zu treiben.

Den sogenannten Eco-Modus hat AMD bei der AM5-Plattform noch im Übertaktermenü versteckt und man muss Stromparameter wie PPT, TDC und EDC manuell einstellen. Dies soll nach dem Marktstart zu den AM5-Standard-Features befördert werden und auch im Ryzen Master Tool bequem per Knopfdruck verfügbar sein. Der Eco-Modus erlaubt es, zu Stromsparsparzwecken die TDP-Stufe zu senken: Für einen 170-Watt-Prozessor gelten dann die Richtlinien für eine 105-Watt-CPU, ein 105-Watt-Modell kann mit den Parametern für die 65-Watt-Stufe betrieben werden. Darüber hinaus kann man die Grenzwerte für die drei Parameter Package Power Tracking (PPT), Thermal Design Current (TDC) und Electrical Design Current (EDC) auch selbst einstellen. Diese werden dann weitgehend eingehalten, beim 65-Watt-Modus mit 88 Watt PPT haben wir bei Spitzen von 90 Watt gemessen.

Den Nutzen des Eco-Modus haben wir anhand des Ryzen 7700X bei 65 statt 105 Watt TDP und beim Ryzen 9 7950X bei 105 statt 170 Watt ausprobiert. Was zuerst auffiel: Die Hitzeprobleme waren wie weggeblasen, anstelle von 95 maßen wir nur noch 63 Grad Celsius. Dennoch schafften es die beiden AMD-Prozessoren, noch weit über 90 Prozent ihrer Voll-

## Ryzen 7000: CPU- und Systembenchmarks

Prozessor	Kerne / Threads	Basis-/Turbotakt	Leistungsaufnahme Leerlauf / CPU-Dauervoll- last / Turbo <sup>1</sup> [W]	Cinebench <sup>2</sup> [s]	7-Zip 22.00 Komprimierung [MB/s] <sup>3</sup>	Blender 3.2.2 Szene: Classroom <sup>4</sup> [s]	Cinebench R23 Single- / Multithread [Punkte]
			◀ besser	◀ besser	besser ▶	◀ besser	besser ▶
AMD Ryzen 9 7950X	16 / 32	4,5 / 5,7 GHz	41/297/298	39	150,3/165,4	121/135	2068/38944
AMD Ryzen 9 5950X	16 / 32	3,4 / 4,9 GHz	32/165/n. gem.	56	77,9/88,6	181/211	1633/25203
Intel Core i9-12900K	8P (+8E) / 24	3,2 (2,4) / 5,2 (3,9) GHz	32/191/345	59	102,6/114,5	213/234	2034/27702
AMD Ryzen 9 7900X	12 / 24	4,7 / 5,6 GHz	41/274/319	47	126,7/139,9	161/180	2042/29265
AMD Ryzen 9 5900X	12 / 24	3,7 / 4,8 GHz	31/164/n. gem.	66	79,3/90,7	228/257	1623/20837
AMD Ryzen 7 7700X	8 / 16	4,5 / 5,4 GHz	39/217/217	64	99,5/106,8	240/267	2008/20212
AMD Ryzen 7 5800X	8 / 16	3,8 / 4,7 GHz	30/171/n. gem.	88	69,8/75,8	317/360	1602/15642
Intel Core i7-12700K	8P (+4E) / 20	3,6 (2,7) / 5,0 (3,8) GHz	30/188/274	67	94,3/102,4	248/265	1950/23032
AMD Ryzen 5 7600X	6 / 16	4,7 / 5,3 GHz	40/187/193	80	81,9/87,1	315/351	1965/15569
AMD Ryzen 5 5600X	6 / 16	3,7 / 4,6 GHz	31/102/n. gem.	117	59,1/63,8	440/495	1536/10965
Intel Core i5-12600K	6P (+4E) / 16	3,7 (2,8) / 4,9 (3,6) GHz	30/189/207	83	77,8/82,7	320/339	1918/17668
<b>Zum Vergleich</b>							
AMD Ryzen 9 3950X	16 / 32	3,5 / 4,7 GHz	34/156/n. gem.	61	76,9/86,7	207/216	1353/23651
Intel Core i9-11900K	8 / 16	3,5 / 5,3 GHz	32/169/270	95	59,6/68,7	357/410	1655/15036
Intel Core i9-10900K	10 / 20	3,7 / 5,3 GHz	27/171/308	90	58,2/66,2	320/375	1349/15841
AMD Ryzen 7 3800X	8 / 16	3,9 / 4,5 GHz	33/181/n. gem.	99	61,6/66,3	384/404	1351/13104
AMD Ryzen 7 2700X	8 / 16	3,7 / 4,3 GHz	25/206/n. gem.	137	45,5/47,5	431/486	1141/10639
AMD Ryzen 7 1800X	8 / 16	3,6 / 4,0 GHz	26/161/0 n. gem.	151	40,8/43,1	484/572	1024/9369

gemessen unter Windows 11 64 Bit, 32 GByte RAM, Radeon RX 6400, Samsung SSD 980 Pro (1 TByte); Spiele-Benchmarks mit Asrock Radeon RX 6900 XT OC Formula (22.8.1, VSync aus), Leistungsaufnahme und Systembenchmarks mit int. Grafik (Ryzen 7000, Intel Core) oder Radeon RX 6400 (Ryzen 1000 bis 5000)

gas-Performance zu halten: Der 7700X verlor nur schlappe 700 Cinebench-Punkte, der 7950X 2400 Punkte. Das sind knapp 4 Prozent respektive 6 Prozent weniger; selbst so gedrosselt sind beide noch schneller sowohl als ihre Vorgänger und auch als die Core i-12000-Pendants. Ein ähnliches Bild ergab sich beim Komprimieren von Daten mit 7-Zip und auch im Ansprechverhalten, das maßgeblich der hohe Single-Core-Turbo verantwortet, ändert sich kaum etwas. In Summe sind die Ryzen 7000 mit einer TDP-Stufe weniger die besseren CPUs.

## Endlich integrierte Grafik

Erstmals haben auch bei AMD die Spitzenmodelle im Mainstream-Segment eine integrierte Grafikeinheit (IGP). Sie macht eine separate Grafikkarte für viele Nutzer überflüssig, da man mit ihr bis zu vier Displays ansteuern kann, drei davon mit 4K-Auflösung, wenn das Mainboard entsprechend viele DisplayPorts oder HDMI-Ausgänge mitbringt. Wichtiger ist, dass Video-decoder integriert sind und die CPU beim Abspielen von Videos außer in herkömmlichen Codecs wie H.264 oder HEVC auch im modernen, lizenzfreien AV1-Format entlasten.

AMD gibt der IGP jedoch aus gutem Grund keinen hochtrabenden Namen,


sondern nennt sie schlicht Radeon Graphics. Sie ist nur ungefähr halb so schnell wie die leistungsfähigsten IGPs etwa im Ryzen 7 5700G und liegt damit bei circa 80 Prozent der Leistung der Xe-Grafik in aktuellen Core-i-12000; ihre Rechenleistung beträgt rund die Hälfte dessen, was die sechs Zen-4-Kerne im Ryzen 7600X schaffen. Sie basiert auf der aktuellen und effizienten RDNA2-Architektur der Radeon-RX-6000-Spielergrafikkarten und beherrscht mit DirectX 12 Ultimate sogar Raytracing in Hardware. Im Raytracing-Test 3DMark Port Royal geht ihr dabei jedoch schnell die Puste aus und sie kommt nur auf magere 350 Punkte.

## Fazit

AMD legt mit den ersten vier Ryzen 7000-Prozessoren kräftig vor. Ihren Vorgängern sind sie in jeder Hinsicht überlegen und schlagen auch Intels Core-i-12000-Modelle und das sogar in der bisherigen Intel-Domäne, der Single-threading-Performance. Für den Hausgebrauch ist jeder der neuen Ryzen auch dank der integrierten Grafik vollkommen ausreichend, nur wer tatsächlich Arbeit zu verrichten oder Hobbys zu bedienen hat, die stark von Multithreading profitieren, muss über die deutlich teureren Mehrkerner nachdenken. Bei produkti-































































































vem Einsatz im Kreativstudio, bei der Musikproduktion oder beim Kompilieren kann sich deren Mehrleistung allerdings schnell bezahlt machen.

Doch auch die Ryzen 7000 sind nicht ohne Fehl und Tadel. Der nötige Plattformwechsel geht auch aufgrund des starken Dollar ordentlich ins Geld; da tröstet es wenig, dass man AM4-Kühler weiterverwenden kann. Außerdem hat AMD es bei der Leistungsaufnahme etwas übertrieben. Die neue TDP-Stufe bringt heftige Anforderungen an die Kühlung, aber vergleichsweise wenig zusätzliche Performance. Es drängt sich der Verdacht auf, dass man um jeden Preis die Oberhand bei allen Benchmarks erzwingen wollte. Der Eco-Modus verspricht Abhilfe.

Wahrscheinlich sind kommende Ryzen 7000 ohne X im Namen und mit geringeren TDP-Stufen für viele die sinnvollere Wahl, wenn es auch sparsamere Mainboards gibt. Bis dahin können sich Early Adopter aber mit den Wunscheinstellungen im BIOS-Setup oder dem Ryzen Master Tool behelfen. (csp@ct.de) 

## Literatur

- [1] Christian Hirsch, Voll auf die Zwölf, Ryzen 9 3900X und Ryzen 7 3700X mit PCI Express 4.0, c't 16/2019, S. 16

Prozessor	Sysmark 25 Gesamt [Punkte]	Sysmark 25 Productivity [Punkte]	Sysmark 25 Creativity [Punkte]	Sysmark 25 Responsiveness [Punkte]	Shadow of the Tomb Raider <sup>5</sup> Auflösung: 1280 × 720 [fps] <sup>6</sup>	Shadow of the Tomb Raider <sup>5</sup> Auflösung: 1920 × 1080 [fps] <sup>6</sup>
	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►
<b>AMD Ryzen 9 7950X</b>	 2249	 2097	 2686	 1628	 211/305	 211/255
AMD Ryzen 9 5950X	 1651	 1577	 1871	 1303	 150/244	 149/217
Intel Core i9-12900K	 2048	 2066	 2225	 1556	 177/243	 177/220
<b>AMD Ryzen 9 7900X</b>	keine Messung	keine Messung	keine Messung	keine Messung	 202/287	 204/237
AMD Ryzen 9 5900X	 1647	 1592	 1850	 1282	 155/245	 155/216
<b>AMD Ryzen 7 7700X</b>	 2250	 2241	 2542	 1579	 185/275	 182/240
AMD Ryzen 7 5800X	 1688	 1705	 1844	 1254	 137/223	 135/200
Intel Core i7-12700K	 2009	 2023	 2188	 1522	 169/230	 168/212
<b>AMD Ryzen 5 7600X</b>	keine Messung	keine Messung	keine Messung	keine Messung	 160/257	 162/224
AMD Ryzen 5 5600X	 1578	 1632	 1664	 1214	 128/213	 126/194
Intel Core i5-12600K	 1939	 1994	 2065	 1479	 154/208	 155/200
<b>Zum Vergleich</b>						
AMD Ryzen 9 3950X	 1374	 1252	 1605	 1139	 111/164	 110/162
Intel Core i9-11900K	 1800	 1739	 2044	 1361	 131/184	 130/183
Intel Core i9-10900K	 1507	 1513	 1609	 1224	 127/182	 125/178
AMD Ryzen 7 3800X	 1390	 1343	 1544	 1125	 105/148	 103/145
AMD Ryzen 7 2700X	 1164	 1072	 1345	 965	 84/122	 82/120
AMD Ryzen 7 1800X	 1043	 955	 1210	 867	 77/111	 77/109

<sup>1</sup> Turbo-Dauer bei Intel max. 56 Sekunden, bei AMD mit entsprechender Kühlung unbegrenzt, daher keine separate Messung <sup>2</sup> unter Fedora 36 WS (Kernel 5.19.4-200) <sup>3</sup> gemessen unter Windows 11 / Fedora 36 WS <sup>4</sup> gemessen unter Fedora 36 WS / Windows 11 <sup>5</sup> Preset „Ultrahoch“, SMAA <sup>6</sup> Bilder pro Sekunde. Dunkler Balken: P1-Perzentil, d.h. 99 Prozent der Bildrate ist höher; heller Balken: Durchschnittswert

# USB-SSD, noch schneller

## Orico MTQ-40G: die erste SSD mit USB4 im Test



**Die USB4-SSD Orico MTQ-40G schaufelt im Idealfall mehr als 3 GByte/s über die USB-Schnittstelle. In einigen Praxisbenchmarks aber muss sie sich nominell langsameren SSDs geschlagen geben.**

Von Lutz Labs

Orico hat sich beim Gehäuse der USB4-SSD von einem rot-blau-gelben Bild des niederländischen Malers Piet Mondrian inspirieren lassen, das Design hebt sich wohlthuend vom schwarz-silbernen Einerlei vieler IT-Geräte ab. Wichtiger aber ist die Geschwindigkeit: Mittels USB4 mit 40 Gbit/s soll die SSD als eine der ersten mit dieser Schnittstelle mehr als 3 GByte/s übertragen.

Noch gibt es nur wenige Desktop-PCs und Notebooks mit USB4. Zum Test haben wir den Mini-PC Gigabyte Brix Pro mit Intel-Chipsatz benutzt, weitere Tests fanden auf einem Lenovo-Notebook mit AMD-CPU sowie einem älteren Intel-NUC statt. An allen erreichten wir Geschwindigkeiten weit oberhalb von 2 GByte/s, es kam also eine USB4-Verbindung mit 40 Gbit/s zustande. Unterschied gab es dennoch: Das AMD-Notebook erreichte beim Lesen großer Dateien knapp 3,1 GByte/s, mit dem Gigabyte-PC kamen wir nur auf 2,9 GByte/s. Beim Schreiben war es genau andersherum: 1,7 GByte/s mit dem Intel-PC, 1,5 GByte/s mit dem AMD-Notebook.

USB4 ist ein Abkömmling von Thunderbolt 3 mit 40 Gbit/s, zwingend vorgeschrieben ist zudem ein USB-Modus mit 10 Gbit/s, also USB 3.2 Gen 2. Für Thun-

derbolt ist in der Orico-SSD der Intel-Controller JHL7440 zuständig, um den USB-Part kümmert sich die PCIe-USB-Bridge JMicron JMS583 – gleicher Aufbau wie im Delock USB4 40 Gbps für eine M.2-NVMe-SSD [1]. Messungen an USB-Ports mit den Versionen 3.2 Gen 1 und Gen 2 brachten die erwarteten Ergebnisse von rund 400 MByte/s beziehungsweise etwa 1 GByte/s, den Modus USB 3.2 Gen 2x2 unterstützt die SSD nicht. Immerhin konnten sich 2x2-PCIe-Erweiterungskarte und SSD auf einen 10-Gbit/s-Modus einigen. An USB 2.0 aber funktionierte unser Testmuster nicht.

Den Intel-NUC haben wir lediglich für eine Kontrollmessung benutzt: Eine seiner Typ-C-Buchsen bietet ausschließlich Thunderbolt 3. Ältere USB-Geräte funktionieren daran nicht. Auch an dieser Buchse erreichten wir mit der MTQ-40G rund 2,75 GByte/s beim Lesen großer Dateien.

Bei längerem Schreiben bricht die Datenrate nach dem Befüllen des SLC-Caches wie üblich ein. Das vollständige Beschreiben schafft die MTQ-40G noch mit rund 225 MByte/s im Mittel, zum Ende hin aber sinkt die Datenrate auf weniger als 20 MByte/s.

So beeindruckend die Geschwindigkeit der MTQ-40G bei den synthetischen Benchmarks ist, in der Praxis sind einige SSDs mit der nominell nur halb so schnellen Schnittstelle USB 3.2 Gen 2x2 schneller. Die MTQ-40G schafft beim Lesen großer Videodateien eine Datenrate von knapp 1,8 GByte/s, genauso wie die Transcend ESD380C [2]. Die Transcend-SSD kommt beim Schreiben jedoch auf mehr als 1,3 GByte/s, die Orico-SSD erreicht nur knapp 0,9 GByte/s. Auch bei vielen kleinen Dateien, etwa dem Backup eines Programmierprojektes, ist die Transcend-SSD mit 66 MByte/s mehr als dreimal so

schnell wie die MTQ-40G, die nur auf 20 MByte/s kommt. Gleich schnell sind die beiden SSDs beim Lesen dieser kleinen Dateien.

Die Leistungsaufnahme der MTQ-40G beträgt mittelpmächtige 0,7 Watt im Leerlauf, unsere Messungen mit Datenverkehr scheiterten, da sich die SSD vom PC abmeldete. Der Hersteller schweigt sich zum Strombedarf aus.

Aktuell ist die Orico MTQ-40G mit 360 Euro für eine externe 1-TByte-SSD noch sehr teuer, große Vorteile gegenüber SSDs mit USB 3.2 Gen 2x2 gibt es nicht. Interessant ist die SSD für Mac-Nutzer, da diese nicht auf einen USB-3.2-Gen-2x2-Anschluss zugreifen können – und schön ist sie auch noch. (ll@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Benjamin Kraft, Nur mal eben schnell, Externes USB4-Gehäuse für NVMe-SSDs von Delock im Test, c't 17/2022, S. 86
- [2] Lutz Labs, Kleines 2x2, Externe SSDs, Kartenleser und Erweiterungskarten mit USB 3.2 Gen 2x2 im Test, c't 19/2022, S. 62

### Download der Testprogramme:

[ct.de/y3xq](https://ct.de/y3xq)

## Orico USB4 Portable SSD 40Gbps series

Externe SSD mit USB4-Schnittstelle	
Hersteller, URL	Orico, <a href="https://orico.shop/de/">orico.shop/de/</a>
Produktbezeichnung	MTQ-40G
Systemanforderungen	USB4-Schnittstelle (USB 3.2 mit geringerer Geschwindigkeit)
Anschluss / USB-Kabel	USB-C / 1 × USB-A, 20 cm, 1 × USB-C, 30 cm
Geschwindigkeit (schreiben/lesen) <sup>1</sup>	1747/2944 MByte/s (USB4), 1026/985 MByte/s (USB 3.2 Gen 2)
Preis	220 € (512 GByte), 360 € (1 TByte, getestet), 600 € (2 TByte)

<sup>1</sup> gemessen mit Iometer an Gigabyte Brix Pro





**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 35 % Neukunden-Rabatt testen.  
Ich lese 6 Ausgaben als Heft oder digital in der App, als PDF oder direkt im Browser.

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





# CeleNUC

## Mini-PC: Der 160-Euro-Barebone Intel NUC11 mit Celeron N5105

**Der Mini-PC-Barebone mit dem holprigen Namen Intel NUC11-ATKC4 hat für rund 160 Euro eine vergleichsweise gute Ausstattung, etwa für Office-Software. Der Test deckt auf, an welchen Stellen Intel spart.**

Von Christof Windeck

Von den Minicomputern der Intel-Baureihe Next Unit of Computing (NUC) ist endlich wieder eine günstige Variante mit aktueller Technik lieferbar: Der NUC11ATKC4 mit eingelötetem Celeron N5105. Es ist ein sogenannter Barebone, der noch RAM und Massenspeicher braucht; mit einem 8-GB-Byte-Speicherriegel sowie einer 256-GB-Byte-SSD für je 30 Euro kostet er insgesamt 220 Euro. Wer Linux nutzt, spart sich die Windows-Lizenz: Mit Ubuntu 22.04.1 LTS lief unser Testmuster ebenso gut wie mit Windows 11 und blieb sogar genügsamer. Der Prozessor gehört zur jüngsten Generation „Jasper Lake“ der Atom-Celerons und hat vier „Tremont“-Kerne, die etwas schwächer sind als die Effizienzkerne (E-Kerne) eines Core i-12000.

### Leicht bestückt

Der NUC11ATKC4 ist etwas breiter als andere NUCs. Nach dem Lösen von vier Kreuzschlitzschrauben lässt er sich leicht mit ein oder zwei DDR4-SO-DIMMs und einer M.2-SSD bestücken. Die M.2-SSD kann einen SATA- oder PCIe-Controller haben, allerdings bindet sie der Minirechner nur mit zwei PCIe-3.0-Lanes an, also mit maximal rund 1,9 GByte/s. Eine 2,5-Zoll-SSD oder -Platte passt anders als in die Vorgänger nicht hinein.

Der NUC11ATKC4 hat keinen Kartenleser und liefert per Klinkenbuchse nur Stereoton. Der Wi-Fi-5-Adapter schafft höchstens 433 Mbit/s. Bei einem nagelneuen PC-Barebone würde man USB-C-Anschlüsse erwarten, doch der NUC11ATKC4 hat nur USB-A-Buchsen, aber immerhin sechs davon: vorne zwei mit 5 Gbit/s, hinten zwei mit 10 Gbit/s sowie zwei mit USB 2.0 für Maus und Tastatur. Frontseitig gibt es separate Audio-Klinkenbuchsen für Kopfhörer und Mikrofon; heutzutage gängiger sind Kombibuchsen mit vier Kontakten (TRRS). Der NUC11ATKC4 startet ausschließlich im UEFI-Modus; ein Compatibility Support Module (CSM) für Legacy-BIOS-Kompatibilität hat seine Firmware nicht.

Eine Besonderheit ist die mit einer Kappe abgedeckte Pfostensteckerleiste an

der Front mit Kontakten zum Ein- und Ausschalten sowie für LEDs – wie ein „Front Panel Header“ von PC-Mainboards. Das ist wohl dazu gedacht, um den Celeron-NUC als Ersatzinnenleben für defekte alte Rechner zu verwenden. Manche Firmen nutzen NUCs als Allzweckproblemlöser, etwa als Steuerungsrechner, LoRaWAN-Gateway oder für digitale Anzeigetafeln.

### Sparkost

Der Celeron N5105 ist keine Rakete, aber spürbar schneller als ältere Atom-Celerons. Bei der Multithreading-Rechenleistung zieht er mit Doppelkernen wie AMD Athlon 200G, Athlon 3000G und Pentium Gold G5400 gleich, die Singlethreading-Performance liegt 22 bis 28 Prozent niedriger. Dadurch reagiert der NUC etwas träger, zum Beispiel beim Start von Libre Office oder Browser. Die Rechenleistung reicht jedoch für Büroarbeiten aus.

Die magere 3D-Performance der relativ modernen GPU langt wiederum bloß für anspruchslose Spielen. Ärgerlich: Obwohl im Celeron N5105 auch ein VP9-Decoder steckt, ruckelten YouTube-Videos mit 4K-Auflösung je nach Browser deutlich. Unter Ubuntu (getestet mit Firefox und Chromium) liefen YouTube-Videos nicht einmal in Full HD völlig flüssig. Netzwerk- und USB-Ports liefern die erwarteten Transferraten.

Im Leerlauf unter Windows 11 kommt der NUC11ATKC4 mit 5,2 Watt elektrischer Leistung aus – das ist zwar gut, geht aber noch um 1 Watt besser, wenn man via Systemsteuerung/Energieoptionen unter „PCI Express“ die „Maximalen Energieeinsparungen“ aktiviert. Unter Ubuntu zog das System kaum mehr als 3 Watt im Leerlauf. Unter Volllast sind es höchstens 30 Watt (beide Betriebssysteme).



**An der Vorderseite des NUC11ATKC4 sitzen Kontakte zum Ein- und Ausschalten. Zwar gibt es nur USB-A-Buchsen, aber immerhin sechs davon und darunter zwei mit 10 Gbit/s.**

Im Leerlauf hört man den Lüfter fast nicht, obwohl er mit rund 1350 Touren unnötig schnell dreht. Er bleibt unter 800 Touren, nachdem man im BIOS-Setup unter „Cooling“ die Option „Minimum Duty Cycle“ auf 10 Prozent gesetzt hat. Und mit einer „Maximum Temperature“ von 85 Grad Celsius läuft er unter CPU-Vollast noch leiser.

Weiterhin pflegt Intel die kuriose RAM-Politik bei den Atom-Celerons: Laut Datenblatt sind maximal 32 GByte möglich (2 × 16 GByte), trotzdem funktionieren auch 64 GByte.

## Fazit

Der NUC11ATKC4 liefert nur mäßige Rechenleistung, die bloß für Büroarbeiten oder einfache Serveraufgaben genügt. Doch dafür ist der Barebone attraktiv, denn im Handumdrehen wird daraus ein leiser, sparsamer und günstiger Mini-PC.

(ciw@ct.de) **ct**

## Intel NUC11 Essential NUC11ATKC4

Mini-PC-Barebone mit Intel Celeron N5105	
Hardware-Ausstattung	
CPU / Kerne / Takt (Turbo)	Intel Celeron N5105 / 4 / 2,0 (2,9) GHz
RAM	2 × DDR4-SO-DIMM (max. 32 GByte) <sup>1</sup>
Grafik (-speicher)	Intel HD (vom Hauptspeicher)
Mainboard (format) / Chipsatz	NUC11ATBC4 (proprietär) / im CPU-Soc integriert
SSD-Steckplatz	M.2 2280 (2242), PCIe 3.0 x2 oder SATA 6G
Sound-Chip (Chip) / TPM	HD Audio (Realtek ALC269) / fTPM 2.0
Netzwerk-Interface (Chip, Anbindung)	1 Gbit/s (Realtek RTL8111, PCIe)
WLAN-Interface (Chip, Anbindung)	Wi-Fi 5, 433 Mbit/s, Bluetooth 5.1 (Intel 9462, CNVi)
Abmessungen	13,5 × 3,7 × 11,5 cm (Tiefe 15,5 cm mit Stromstecker)
Netzteil	Huntkey 65 Watt (19 Volt), 1,75 m Kabel
Anschlüsse hinten	1 × HDMI 2.0, 1 × DisplayPort 1.4, 2 × USB-A 10 Gbit/s, 2 × USB-A 2.0, 1 × LAN
Anschlüsse vorne	2 × USB-A 5 Gbit/s, 2 × Audio-Klinke, 1 × Frontpanel
Zubehör	Netzteil, VESA-Montageschrauben
Besonderheiten	Frontpanel-Header
Elektrische Leistungsaufnahme, Datentransfer-Messungen und Geräuscentwicklung	
Soft-Off (mit ErP) / Energie sparen	0,65 (0,3) / 0,85 Watt
Leerlauf mit 4K-Display an DP	5,3 Watt (4,2 Watt <sup>2</sup> ), Ubuntu 3,1 Watt
Volllast: CPU / CPU und Grafik	22 / 30 Watt
M.2-SSD lesen (schreiben)	1,7 (1,3) GByte/s
USB 5 Gbit/s / 10 Gbit/s	457 (442) / 955 (864) MByte/s
Geräuscentwicklung (Leerlauf / Volllast)	<0,1 / <0,1 sone
Funktionstests	
Secure Boot ab- / CSM einschaltbar	✓ / –
Wake on LAN: Standby / Soft-Off	✓ / ✓
USB: 5V in Soft-Off	✓ (optional)
Wecken per USB-Tastatur Standby / Soft-Off	✓ / –
Bootdauer bis Login m. Fastboot	21 s
Parallelbetrieb Monitore (Ports)	2 × 4K 60 Hz (HDMI + DP)
analog Mehrkanalton / 2. Audiostrom	– (nur Stereo) / –
Systemleistung	
Cinebench R23: 1 / 4 Threads	626 / 2229 Punkte
3DMark: Fire Strike	1067 Punkte
Bewertung	
Systemleistung: Office / Rendering / Spiele	○ / ○○ / ○○○
Audio: Wiedergabe / Aufnahme	○○○ / ○
Geräuscentwicklung / Systemaufbau	○○○ / ○○○
Preis / Garantie	160 € / 3 Jahre

<sup>1</sup>64 GByte funktionieren auch <sup>2</sup>Energieoptionen/PCI Express: Maximale Energieeinsparungen

✓ funktioniert – funktioniert nicht

○○○ sehr gut ○○ gut ○ zufriedenstellend ○ schlecht ○○ sehr schlecht

## Fachwissen von dpunkt



236 Seiten · in Farbe · 34,90 €  
ISBN 978-3-86490-901-6



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



456 Seiten · 36,90 €  
ISBN 978-3-86490-878-1



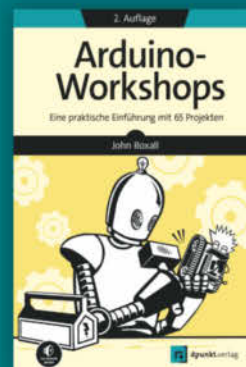
318 Seiten · 34,90 €  
ISBN 978-3-86490-900-9



742 Seiten · 54,90 €  
ISBN 978-3-86490-879-8



468 Seiten · 49,90 €  
ISBN 978-3-86490-904-7



504 Seiten · 34,90 €  
ISBN 978-3-86490-918-4



366 Seiten · 36,90 €  
ISBN 978-3-86490-867-5



dpunkt.verlag

**Bundle up!**  
Print & E-Book nur auf  
www.dpunkt.de





## Alles im Griff

**Der Pro-2-Controller von 8BitDo soll als kabelloser Allround-Controller an Computern, Smartphones und Spielkonsolen überzeugen. Ob das klappt, zeigt der Kurztest.**

Gamepads von Fremdherstellern können in der Regel nicht mit den Originalen von Nintendo, Sony & Co. mithalten. Vielfach klappern die Knöpfe, das Steuerkreuz ist wackelig und Eingaben gelangen nicht präzise. Von der Firma 8BitDo darf man mehr erwarten, sie hat sich auf den Bau von Gamepads spezialisiert und genießt bei Videospielfans einen guten Ruf.

Ihr Pro-2-Controller nimmt via USB-C-Kabel oder Bluetooth Kontakt zu Computern, Mobilgeräten und Spielkonsolen auf. Um eine Verbindung mit verschiedenen Geräten aufzubauen, wählt man an einem Schalter den passenden Modus. Standardmäßig kommuniziert er so problemlos mit Android (Modus D), einem Raspberry Pi (Modus X), macOS (Modus A), Nintendo Switch (Modus S) und Windows-PCs (Modus X). Im Test konnten wir den Controller aber auch unter iOS (Modus A) und mit einem Steam Deck (Modus X) nutzen.

Vom Layout der Knöpfe und der Anordnung der beiden Analogsticks sieht der Pro-Controller einem PlayStation-Controller zum Verwechseln ähnlich. Auch die Größe ist beinahe dieselbe. Für Kinderhände fällt er etwas zu groß aus. Erwachsene sollten damit super zurechtkommen. Aufgrund seiner angerauten Struktur liegt der Controller griffig in den Händen und rutschte im Test auch in schweißtreibenden Spielsituationen nicht weg. Wenn etwa Explosionen die

Spielwelt erschüttern, massiert ein integrierter Vibrationsmotor die Hände beim Spielen.

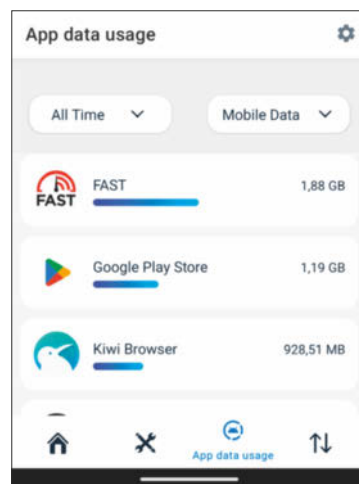
Der Controller verfügt über einen Lithium-Ionen-Akku, der sich ohne Aufschrauben herausnehmen und somit einfach austauschen lässt. Das Besondere an dem Gamepad sind zusätzliche Knöpfe auf der Rückseite. Diese, und auch die anderen, kann man über die kostenlose Ultimate Software frei mit Funktionen belegen. Die Software gibt es für Android, iOS, macOS und Windows. Beispielsweise kann man das Nachladen einer Waffe im Spiel auf eine der rückseitigen Tasten legen. Individuelle Tastenbelegungen speichert man in drei Profilen. Außerdem kann die Software die Empfindlichkeit der Sticks und die Stärke der Vibration anpassen.

Der Controller kostet mit rund 50 Euro zwar fast so viel wie ein Original-Gamepad, ist dafür aber mit mehreren Geräten kompatibel. Im Test hat uns vor allem die Verarbeitung überzeugt. Der Controller fühlt sich insgesamt sehr wertig an. Aber auch die präzise Steuerung durch die Knöpfe, Sticks und mit dem Steuerkreuz hat uns sehr gut gefallen. Insgesamt liefert der Hersteller mit dem Pro-2-Controller ein stimmiges Gesamtpaket ab. In puncto Wertigkeit und Präzision ist es eines der wenigen Fremdhersteller-Gamepads, das mit den Originalen mithalten kann. Vor allem als Zweitcontroller macht es eine gute Figur. Aufgrund seiner Qualität kann es aber auch als Primär-Gamepad zum Einsatz kommen.

Den Pro-2-Controller gibt es in den Farben Grau (in zwei Varianten mit Knöpfen mit PlayStation- und Nintendo-Anmutung), Schwarz, Schwarz-transparent und Lila-transparent. Die transparenten Versionen kosten 10 Euro mehr. Als Zubehör ist eine Smartphone-Halterung (rund 13 Euro) erhältlich, die man an den Controller klemmt. Eine Tasche schlägt mit rund 30 Euro zu Buche. (des@ct.de)

## 8BitDo Pro 2

Gamepad	
Hersteller, URL	8BitDo, 8bitdo.com
Kompatibilität	Android, macOS, Raspberry Pi, Windows (iOS inoffiziell)
Schnittstellen	Bluetooth 4.0, USB-C
Akku	1000 mAh Lithium-Ionen-Akku (austauschbar), Laufzeit rund 20 Stunden, lädt in ca. vier Stunden komplett auf
Preis	50 €, transparente Versionen 60 €



## Datenmonitor

**Die Open-Source-App Data Monitor überführt Android-Apps, die stillschweigend Daten saugen.**

Je nach Mobilfunkvertrag ist Datenvolumen ein knappes Gut. Die Open-Source-App Data Monitor für Android führt genau Buch über den Verbrauch. Dazu ist es nicht mal nötig, die App in den Vordergrund zu bringen, denn auf Wunsch zeigt sie den Verbrauch auch als dauerhafte Benachrichtigung oder Widget an.

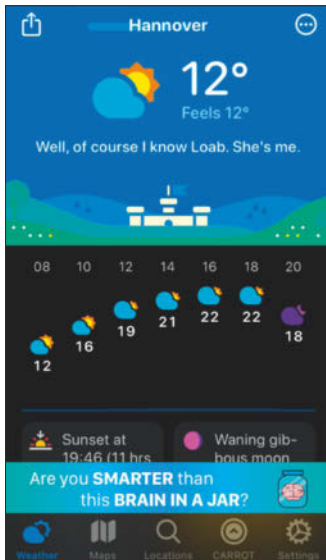
Es lohnt sich dennoch, die App zu starten, denn sie ist nicht nur optisch ansprechend, sondern verrät auch, welche Apps im gewählten Zeitraum den meisten Verkehr über die Mobilfunkverbindung und WLAN erzeugt haben. Der Zeitraum reicht vom aktuellen Tag bis zum Beginn der Datenerfassung. Die Verbrauchsdaten erfasst Data Monitor nicht selbst, sondern greift auf die von Android erfassten Daten zurück, die man auch über die System-einstellungen abrufen kann. Deshalb kann man schon direkt nach der Installation einen Blick auf die Historie werfen.

Stellt man ein Limit ein, wird man informiert, bevor das gebuchte Volumen aufgebraucht ist. Obendrein bietet die App einen Diagnosemodus, der Netzwerkgeschwindigkeit und Latenzen misst und unter anderem die externe IP-Adresse des Smartphones anzeigt. (rei@ct.de)

**Download & Quellcode:** [ct.de/ydm8](https://ct.de/ydm8)

## Bitroid Data Monitor

Traffic-Auswertung	
Hersteller, URL	Bitroid Inc, github.com/itsdmoo/DataMonitor
Systemanf.	Android 6 oder höher
Preis	kostenlos (GPLv3)



## Wetter-App mit Attitüden

**Wer schon immer mal von einem Bot mit den Worten „Hello Meatbag“ begrüßt werden wollte und außerdem auf der Suche nach einem unterhaltensamen Ersatz für die vorinstallierte Wetter-App auf dem Smartphone ist, sollte sich Carrot Weather ansehen.**

Carrot Weather ist – nun ja – eine Wetter-App. Man installiert sie, gibt den Zugriff auf den aktuellen Standort frei und bekommt eine umfassende Wettervorhersage für den jeweiligen Tag und die kommenden sieben Tage angezeigt, Regenwahrscheinlichkeit, Windgeschwindigkeit und eine Info über die aktuelle Mondphase inklusive.

Aber Carrot ist nicht irgendeine Wetter-App. Sie hebt sich durch eine Reihe an Gamification-Elemente und Easter-Eggs, die entdeckt werden wollen, von der Konkurrenz ab. Noch viel wichtiger ist aber, dass Carrot eine Wetter-App mit Persönlichkeit ist. Wie Carrot drauf ist, kann man sich als Nutzer zum Glück aussuchen.

Richtig Spaß macht Carrot, wenn Sie ihr erlauben, zum einen politisch zu sein – das Spektrum reicht von konservativ bis anarchistisch, dazwischen gibt es die Optionen gemäßigt, liberal, libertär und kommunistisch – und zum anderen eine eigene Persönlichkeit zu haben. Die lässt sich per Schieberegler einstellen: Neben der langweiligen „Professional Personality“, die verspricht, Carrots „Gelaber und andere spaßige Features abzustellen“, stehen vier weitere Persönlichkeiten zur Auswahl: eine freundliche Version, die einfach

nur nett ist, eine schnippische, die ihre Wettervorhersagen zwar mit einem sarkastischen Unterton, aber in (größtenteils) gewaltfreier Sprache zum Besten gibt, eine mörderische, die dem Nutzer und seinen Liebsten möglicherweise körperliche Gewalt androht, und eine übertriebene, die ihre Wettervorhersagen dann und wann mit Obszönitäten und Beschimpfungen garniert. Aber Achtung: Nutzer, die sich für diese Variante entscheiden, müssen wohl schon auch mal damit leben, dass Carrot sie als Fuckface beschimpft.

Wer so gar keine Lust darauf hat, dass jetzt sogar seine Wetter-App Launen, Eigenheiten und ihre eigene Meinung hat, kann das auf Wunsch auch unterbinden. Neben ihrer eigenen Persönlichkeit punktet Carrot mit einer ansprechend gestalteten Bedienoberfläche. So ansprechend, dass die Wetter-App im Jahr 2021 neben dem Apple Design Award auch den App Store Award für die Apple Watch App des Jahres gewonnen hat.

Ihre Wetterdaten bezieht Carrot in der Basisversion von Foreca, einem seit 1996 bestehenden finnischen Wetterdienst, der seinerseits auch eine App anbietet.

In der Basis-Version ist Carrot kostenlos, wer Mitglied im kostenpflichtigen Premium- oder Premium-Ultra-Club für 21,99 oder 43,99 Euro wird, hat Zugriff auf eine Reihe weiterer Daten, Dienste und Funktionen und kann sein App-Layout nach Wunsch anpassen. Um nur zwischen durch schnell das Wetter zu checken und dabei noch was zu lachen zu haben, reicht die kostenfreie Variante jedoch locker aus. Wer nicht zahlt, muss damit leben, dass ihn seine Wetter-App mit Anzeigen belästigt. Die sind allerdings entweder frei erfunden – und dabei ziemlich witzig – oder bewerben die Schöpfungen von anderen Indie-Entwicklern.

Carrot ist englischsprachig, weitere Sprachoptionen bietet die App leider nicht. Auch ihre Bezugnahmen auf aktuelle Geschehnisse in Politik und Popkultur versteht wohl am besten, an wem das internationale, insbesondere jedoch das US-Nachrichtengeschehen, nicht unbeachtet vorübergeht. (kst@ct.de)

### Carrot Weather

Wetter-App	
Hersteller, URL	Grailr LLC, meetcarrot.com
Systemanf.	Android 5 oder höher, iOS 13 oder höher
Preis	kostenlos, 21,99 € bis 43,99 € für ein Premium- bzw. Premium-Ultra-Jahresabo

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**



MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE  
INFORMATIONSTECHNIK



**www.iX.de/testen**



**leserservice@heise.de**



**49 (0)541 800 09 120**



# Klingender Plastikbomber

## Gaming-Headset Sony Inzone H9

**Zocken oder Homeoffice? Der Sony Inzone H9 macht in beiden Szenarien eine gute Figur. Im Test gefallen ANC, Transparenzmodus und die Anpassbarkeit.**

Von Robin Brand

**D**rahtlosen Gaming-Genuss ohne hörbare Latenz: Das verspricht das Gaming-Headset Sony Inzone H9. Es ist mit ANC, Transparenzmodus, ordentlichem Mikro und latenzarmer Übertragung dank Funkdongle auch fürs Homeoffice und das Zocken am PC interessant.

Optisch sind die weiß-schwarzen Plastikbomber klar als Playstation-Accessoire zu erkennen. Angesichts des Preises von rund 280 Euro hätten wir uns eine etwas wertigere Verarbeitungsqualität gewünscht. Im Karton liegt neben USB-Ladekabel und Funkdongle nicht einmal eine Transporthülle. Steckt man den USB-A-

Dongle in PS5 oder PC, verbindet sich das Headset im 2,4-GHz-Funkkanal automatisch. Alternativ kann man das Gerät per Bluetooth verbinden. Eine Bluetooth-Verbindung hält das Headset auch parallel zum Funkkontakt aufrecht. Erstaunlich ist, dass sich das Headset nur auf die Codecs AAC und SBC versteht, das höherwertige Sony-Codec LDAC bleibt außen vor.

Das volle Potenzial der H9 schöpft man nur am PC aus. Mithilfe der Inzone-Hub-Software, die es nur für Windows gibt, kann man die Kopfhörer umfangreich den eigenen Vorlieben nach anpassen. Darin kann man etwa den Klang per Equalizer abstimmen und festlegen, ob und in welchem Umfang das Mikrofon die eigene Stimme durchschleifen soll. Das geschieht übrigens latenzarm, aber nicht latenzfrei. Wir hörten unsere Stimme mit minimalem Versatz. Die Einstellungen kann man in verschiedenen Profilen speichern und festlegen, in welchen Anwendungen welches Profil aktiv ist.

Im Laufzeitest erwiesen sich die H9 als echte Langläufer, mehr als 30 Stunden

hielten sie im Dauerlauf in unterschiedlichen Disziplinen durch – von Gaming über Videoschalten zu Musikhören. Praktisch: Beim Laden am Kabel kann man sie weiterhin verwenden.

Sony verwendet für die H9 nach eigenen Angaben die gleiche ANC-Technik, die auch in der 1000X-Serie zum Einsatz kommt. Auf dem Niveau der 1000XM5 (c't 13/2022, S. 80) dämpfen die H9 Umgebungsgeräusche trotzdem nicht herunter, wofür auch die unterschiedliche passive Dämmung durch die Ohrschalen verantwortlich sein dürfte. Mittlere und höhere Töne dringen deutlicher ans Ohr. Klanglich spielen die H9 gemessen an herkömmlichen Gaming-Headsets groß auf, mit mächtigem Bass und klaren, etwas spitzen Höhen. Dank Equalizer kann man für Videoschalten die Betonung auf den Präsenzbereich legen. Vergleichbar teure Over-Ears ohne Mikrofonarm wie der erwähnte XM5 klingen im Vergleich im Bassbereich nuancierter und insgesamt präziser.

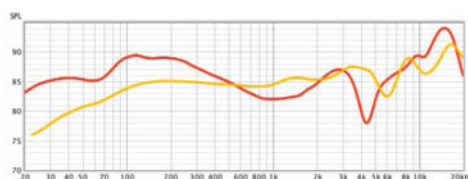
Etwas mehr hätten wir uns angesichts des Preises vom Mikrofon versprochen. Dieses überträgt die eigene Stimme jederzeit klar und sehr gut verständlich, allerdings etwas dünn. Selbst das 30 Euro teure Nachrüstmikro V-Moda Boom Pro schafft es, die Sprecherstimme wärmer und voller zu übermitteln.

### Fazit

Vor allem am PC macht das Playstation-Headset H9 eine gute Figur. Mit der Software Inzone-Hub kann man das Headset vielfältig den eigenen Vorlieben anpassen. Allerdings ist der Preis für das Gebotene etwas hoch angesetzt: Klang und ANC sind gut, aber nicht auf dem Niveau klassenbester Bluetooth-Kopfhörer. (rbr@ct.de) **ct**

## Sony Inzone H9

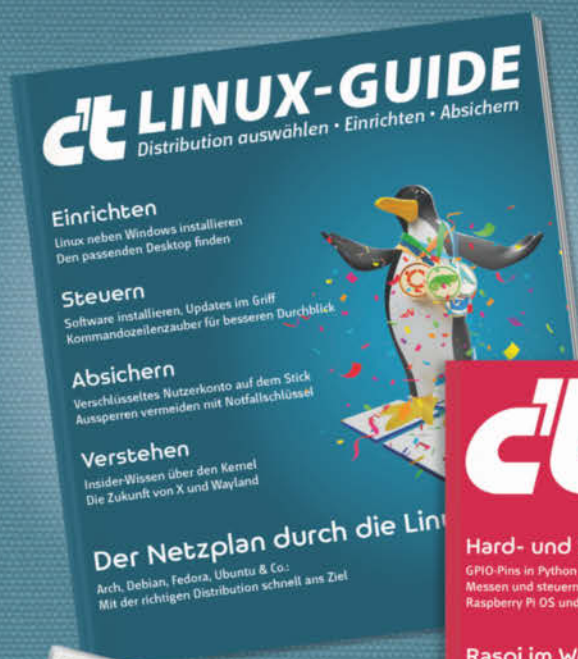
Kabelloses Gaming-Headset	
Hersteller, URL	Sony, <a href="https://www.sony.de">sony.de</a>
Gewicht	327 g
Anbindung / Codecs	Bluetooth 5.0, 2,4-GHz-Band / SBC, AAC
Preis	279 €



**Die Sony H9 (roter Graph) betonen in der Standardeinstellung den Bassbereich stärker als die neutral abgestimmten Sennheiser HD 600 (gelb).**



# 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)



# Referenzstöpsel

## Zweite Generation der AirPods Pro im Test

**Apples neues kabelloses In-Ear-Headset trumpft mit seiner stärkeren Geräuschunterdrückung auf und verbessert den Klang vor allem im Bass. Am iPhone lockt es mit Zusatzfunktionen.**

Von Hartmut Gieselmann

Anders als die normalen AirPods schließen die Pro-Modelle den Ohrkanal mit Silikonmanschetten ab. Apple legt nun vier Größen bei – auch für ganz kleine Gehörgänge. Wir hatten den Eindruck, dass die neuen AirPods Pro den Ohrkanal etwas besser abdichten als die alten.

Durch solche Manschetten nimmt man normalerweise weniger Geräusche aus der Umgebung wahr, hört eigene Körpergeräusche aber umso lauter. Apple wirkt diesem sogenannten Occlusion-Effekt mit einem Transparenzmodus entgegen, der am iPhone fein justierbar ist. Er leitet Außengeräusche wesentlich natürlicher durch als beim Vorgänger, sodass man sich bei leiser Musik problemlos unterhalten kann. Laute Geräusche wie etwa Sirenen dämpfen die AirPods Pro nun ab.

Mit langem Druck auf einen kleinen mechanischen Schalter am Zapfen des linken oder rechten Ohrhörers schaltet man zur aktiven Geräuschunterdrückung (ANC) um, die Apple gegenüber der ersten Pro-Generation extrem verbessert hat. Lautes Maschinenrauschen und Gespräch

che waren im Test nur noch als leises Säuseln zu hören, das bei leiser Musik komplett verschwand. Das ANC hat ein kaum wahrnehmbares Eigenrauschen.

Den Klang hat Apple bei den neuen AirPods Pro deutlich verbessert, die leichte Mittenbetonung der Vorgänger ist verschwunden. Der Bass bleibt bis in die tiefsten Frequenzen druckvoll und präzise, ohne dabei so aufgequollen zu wirken, wie bei den AirPods Max. Laut Messkurve steigt der Pegel unter 70 Hz gegenüber den Vorgängern um bis zu 3 Dezibel an. Gleichzeitig hat Apple den Bereich zwischen 1,5 und 15 kHz leicht angehoben, wodurch die Höhen klarer wirken. Dank der ausgewogenen Abstimmung klingen alle Musikgenres von Klassik bis Hip-Hop exzellent.

Die Form der In-Ears ist ansonsten weitgehend unverändert geblieben. Wer mehrfach über einen der Zapfen wischt, kann nun die Lautstärke in kleinen Schritten anpassen.

### iOS-Integration

Wie gehabt lassen sich im iOS-Setup unter „Bedienungshilfen/Audio/Visuelles“ weitere Kopfhöreranpassungen vornehmen (siehe Seite 104). iOS überwacht zudem die aktuelle Lautstärke und warnt vor Hörschädigungen, wenn man zu lange zu laut Musik hört. Wenn die Musik nicht spielt, können beispielsweise Tinnituspatienten ihr Ohrenpfeifen mit leisen, anpassbaren Hintergrundgeräuschen maskieren.

Seit iOS 16 kann das iPhone die Kopfgröße und Position der Ohren scannen. Damit passt Apple die binauralen Filter zur Wiedergabe von 3D-Audio an. Bei den

alten AirPods Pro verfärbt das den Klang, bei der zweiten Generation klappt das deutlich besser.

Auf einem iPhone, iPad oder AppleTV macht die 3D-Simulation dank Headtracking so mancher Lautsprecheranlage mit Dolby Atmos Konkurrenz – insbesondere bei Filmen. Auf Intel-Macs ist die 3D-Wiedergabe eingeschränkt, Headtracking und die Stereowandlung klappen nur mit Apple-Chip. Mit Logic Pro X können Musiker auch ihren eigenen Atmos-Mix prüfen. Die Ausgangslatenz von 191 ms ist allerdings zu hoch, um die neuen AirPods Pro während einer Aufnahmesession zu nutzen.

Über Bluetooth 5.3 empfangen die AirPods Pro der zweiten Generation Musik weiterhin im AAC-Format und tasten das Mikrofon mit 16 kHz ab. Die Gesprächsqualität beim Telefonieren ist so gut, wie sie mit In-Ears sein kann – besser gehts nur mit Mikrofonbügeln bis zum Mund.

Die Akkubox lässt sich nun wie ein AirTag tracken. Sie lädt per Lightning-Kabel, mit Qi-, Magsafe- oder Apple-Watch-Ladegeräten und tankt die AirPods Pro fünfmal komplett wieder auf, wenn sie wie im Test nach 5:30 Stunden leer gelaufen sind.

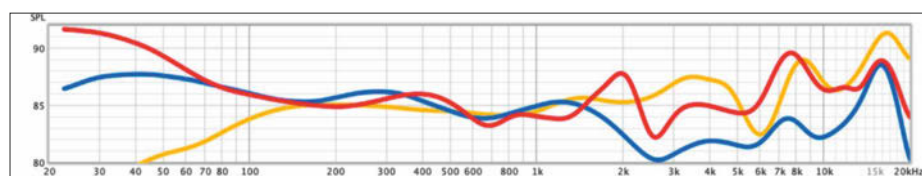
### Fazit

Die starken Verbesserungen bei der Geräuschunterdrückung, dem Transparenzmodus und im Klang setzen die neuen AirPods Pro nicht nur von der ersten Generation, sondern auch von In-Ears anderer Hersteller ab. Windows- und Android-Besitzer können sie zwar koppeln, müssen wegen der engen Einbindung in Apples Ökosystem aber auf viele Funktionen verzichten. Für iPhone- und iPad-Nutzer sind sie unter In-Ears hingegen die erste Wahl.

(hag@ct.de) 

## Apple AirPods Pro (2. Generation)

In-Ear-Headset mit aktiver Geräuschunterdrückung	
Hersteller, URL	Apple, apple.com
Anbindung (Audio-Codecs)	Bluetooth 5.3 (SBC, AAC)
Preis	299 €



Die neuen AirPods Pro (rot) verstärken gegenüber den Vorgängern (blau) den unteren Bassbereich und nähern sich in den oberen Mitten und Höhen dem neutralen Sennheiser HD 600 (gelb) besser an.

## RUST OHNE UMSCHWEIFE

Die betterCode() Rust hilft dir, die ersten Hürden beim Einstieg in Rust zu nehmen und **produktiv zu entwickeln**. Nach dem Konferenztage kannst du deine eigene **Desktop-Anwendung**, **Web-API** oder **WebAssembly**-Anwendungen in Rust schreiben.

### Highlights aus dem Programm

- ✓ Benutzerschnittstellen: **Desktop-UI** mit Rust
- ✓ **Serverless Computing** mit dem Tokio-Stack
- ✓ Gut angebunden mit einer Rust-Web-API
- ✓ Dreamteam: Rust und **WebAssembly**
- ✓ Gut eingepackt: **Kubernetes**-Anwendungen in Rust

Jetzt Early-Bird-Rabatt nutzen!

betterCode()

# RUST

Dein praxisnaher  
Einstieg in Rust

9. November 2022  
Online

[rust.bettercode.eu](https://rust.bettercode.eu)

Seit .NET 6 gibt es eine **neue Basis** für alle auf Microsofts Entwicklungsplattform aufbauenden Programme. Ob **Desktop-Applikationen** mit Windows Forms und WPF, **Webanwendungen** mit ASP.NET, **mobile Apps** mit Universal Windows Platform und .NET MAUI oder **Unity-Spiele** – alle müssen das neue .NET als zentralen Baukasten nutzen, um für die Zukunft gewappnet zu sein. Das gilt auch für den im November erscheinenden **Nachfolger .NET 7**.

Die von Heise und [www.IT-Visions.de](https://www.IT-Visions.de) präsentierte Online-Konferenz bietet das Rüstzeug, sich einen **grundlegenden Überblick zu .NET 7** zu verschaffen und abwägen zu können, ob sich der Wechsel schon jetzt lohnt oder ob man lieber auf das nächste LTS-Release wartet.

Jetzt Early-Bird-Rabatt nutzen!

betterCode()

# .NET 7

Das Event von Heise und [www.IT-Visions.de](https://www.IT-Visions.de)  
zum neuen .NET-Release

22. November 2022  
Online

[net.bettercode.eu](https://net.bettercode.eu)

## WARTBARER, TESTBARER UND NACHVOLLZIEHBARER

Clean Architecture und hilft dabei, die fachliche Anwendung unabhängig von der Infrastruktur zu testen und weiterzuentwickeln. Die Services lassen sich damit **klarer strukturieren** und erzeugen **weniger Kopplung**. Der **Code bleibt insgesamt testbar**.

### Das sind die Themen der betterCode() Clean Architecture:

- ✓ Wie lässt sich Clean Architecture praktisch realisieren?
- ✓ Legacy-Software mit tragfähiger Architektur versehen?
- ✓ Tools: ArchUnit und jMolecules
- ✓ Clean Architecture in einem großen Projekt

+++ Workshop am 1. Dezember 2022 +++

Jetzt Early-Bird-Rabatt nutzen!

betterCode()

# CLEAN ARCHITECTURE

Die Heise-Konferenz für ein  
nachhaltiges Design von Software

6. Dezember 2022  
Online

[clean-architecture.bettercode.eu](https://clean-architecture.bettercode.eu)



# Faser-Spezi

## Telekom-Router Speedport Smart 4 Plus für Glasfaser-Internet getestet

**Der Speedport Smart 4 Plus ist flexibel: Er holt das Internet per Glasfaser, Telefonleitung oder Ethernet ins Haus. Wir haben nicht nur geprüft, wie flink das geht, sondern auch, was der Router per VPN schafft.**

Von Ernst Ahlers

Leichter als die Speedports der Deutschen Telekom bekommt man keinen Router online: anschließen, einschalten, warten, fertig. Das gilt indes nur, wenn das Internet per Telekom-DSL ankommt. Denn hier ist der Kunde über die physische Punkt-zu-Punkt-Telefonleitung identifiziert und muss keine Zugangsdaten eingeben.

Mangels Faser konnten wir nicht live ausprobieren, wie man den Speedport Smart 4 Plus, den derzeit einzigen Telekom-Router mit integriertem Glasfaser-Anschluss, darüber ins Netz bekommt [1]. Viel mehr als das Registrieren seiner Modem-ID, einer 16-stelligen Kennung, per Smartphone sollte nicht nötig sein. So testeten wir den Router via DSL und Ethernet-WAN. IPv6 fürs LAN, Multicast-IPTV (MagentaTV) und Telefonie funktionierten im Telekom-Netz auf Anhieb, was wir aber auch erwartet hatten.



**Der Speedport Smart 4 Plus hat als zurzeit einziger Telekom-Router ab Werk eine GPON-Schnittstelle für Glasfaser-Internet.**

Dank des grafischen Displays – das er von seinem Vorgänger Smart 4 (Test in [2]) übernommen hat – weiß man beim Einrichten, was vorgeht: Der Router meldet, dass er die Verbindung aufbaut, und zeigt im Fehlerfall, wo es hakt. Praktischerweise kann man die WLAN-Zugangsdaten fürs interne Netz oder das Gastnetz auf Wunsch als QR-Code anzeigen lassen. Den fotografiert man schlicht mit dem Smartphone, damit es Zugang bekommt.

In Netzen fremder Provider läuft der Speedport nur mit dem PPPoE-Protokoll für den Internetzugang. DHCP etwa für Router-Kaskaden spricht er nicht. Portfreigaben für interne Server funktionieren nur per IPv4; IPv6-Freigaben „planen wir umzusetzen“, hieß es von der Telekom.

Der über den Ethernet-WAN-Port gemessene NAT-Durchsatz genügt für alle heutigen Anschlüsse (siehe Tabelle); das interne Ziel war dabei per Gigabit-Ethernet gekoppelt. Auch für kommende Glasfaser-Tarife mit 2,5 Gbit/s sollte der Router genug Reserve haben.

### VPN-Auswahl

Beim VPN hat der Speedport dazugelernt: Man kann jetzt bis zu fünf Zugänge einrichten, aber bloß wechselweise für L2TP/IPsec oder WireGuard, nicht gleichzeitig. Die Verbindungen laufen derzeit nur über IPv4 als Trägerprotokoll; IPv6 soll im ersten Quartal 2023 dazu kommen.

Mit WireGuard konnten wir in unserem PPPoE-Aufbau Daten mit bis zu 400 Mbit/s ins Heimnetz schieben, in Gegenrichtung rund 270. Übers Internet waren es 260 und 37 Mbit/s, wobei der DSL-Anschluss begrenzte. Bei L2TP/IPsec kamen wir nur auf gemächliche 52 und 12 Mbit/s.

Der WLAN-Durchsatz mit einem Intel-AX210-Client erreichte in der Nähe 1,3 Gbit/s. Das genügt, um einen schnellen Glasfaseranschluss auszuschöpfen. Wie üblich sackt die Datenrate bei steigender Entfernung und mit Wänden dazwischen deutlich ab.



Der USB-Port ist nach wie vor eine Dreingabe fürs Teilen von Massenspeichern oder Druckern im Heimnetz. Mehr als 38 MByte/s konnten wir dem Router wegen seines langsamen USB 2.0 (480 Mbit/s) nicht entlocken. Ein Pluspunkt: Man kann bei einem Netzausfall ein Smartphone anschließen (Tethering), dessen Mobilfunk-Internet der Router weiterverteilt.

Wer Spezialitäten wie Dualstack-Dienstfreigaben für interne Server oder schnellen Massenspeicher im Netz (NAS) wünscht, muss sich bei anderen Fabrikaten umsehen. Telekom-Kunden, die nur einen Internetzugang mit besonders einfacher Inbetriebnahme brauchen, sind mit dem Speedport Smart 4 Plus hingegen gut bedient. (ea@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Glasfaser-Schwerpunkt in c't 21/2022 ab S. 16  
[2] Ernst Ahlers, T-Spezi, WLAN-Router Speedport Smart 4 fürs Telekom-Netz, c't 14/2021, S. 88

## Telekom Speedport Smart 4 Plus

WLAN-Router für Glasfaser-Anschlüsse	
Hersteller, URL	Deutsche Telekom, telekom.de
WLAN (MIMO-Streams)	2 × Wi-Fi 6 (4) alias IEEE 802.11ax-1200 + ax-4800 (160 MHz Signalfrequenz bei 5 GHz), simultan dualband, WPA3, DFS, WPS
Bedienelemente	5 Tasten (WLAN, Display-Menü, Anmelden/WPS, Neustart, Reset)
Anzeigen	3 Status-Leuchten, Grafik-Display
Anschlüsse	1 × LC (GPON-Glasfaser), 5 × RJ45 (WAN: DSL/G.fast; LAN: 1 × 2,5 Gbit/s, 3 × 1 Gbit/s), 1 × RJ11 (2 Analogtelefone über beiliegenden Adapter), 1 × USB 2.0, DECT für bis zu 5 Schnurlostelefone
getestete Firmware	010142.3.0.001.0
NAT-Perf. PPPoE (DS / US)	941 / 941 Mbit/s
NAT IP-zu-IP (DS / US)	nicht unterstützt
WLAN 2,4 GHz nah / 20 m <sup>1</sup>	387 / 147-214 Mbit/s
5 GHz nah / 20 m <sup>1</sup>	1301 / 167-218 Mbit/s
Leistungsaufnahme <sup>2</sup>	10,7 W / 20,0 VA
jährliche Stromkosten <sup>2</sup>	38 €
Preis	240 € (Kauf; Miete: 8 €/Monat)

<sup>1</sup> gegen Intel AX210 in Galaxy Book Pro  
<sup>2</sup> idle, mit Ethernet-WAN, bei Dauerbetrieb und 40 Cent/kWh; mit Supervectoring-DSL: 11,5 Watt und 40 €/Jahr



## Koax-Netzwerker

**Kathreins G.hn-Adapter EXI 02 LAN leiten Ethernet-Daten über die TV-Koaxkabelverteilung in weit entfernte Räume.**

Wenn das Router-WLAN im Schlafzimmer zu schwach für sauberes Streaming auf dem Smart-TV ankommt, die Datenübertragung über das Hausstromnetz (Powerline) scheitert und ein Ethernet-Kabel zu verlegen unmöglich ist, bieten sich alternative Wege an. Adapter für Koaxleitungen übertragen Ethernet mit Gigabit-Geschwindigkeit auch über lange TV-Kabelstrecken (Test in c't 2/2022, S. 98).

Der für TV-Verteiltechnik bekannte Hersteller Kathrein hat kürzlich Adapter namens EXI 02 LAN ins Programm genommen, die nach dem ITU-Standard G.hn Wave 2 Daten übers TV-Kabel schicken. In Koaxverteilungen, in denen nur Sat-TV (DVB-S/S2) anliegt, kann man sie direkt einsetzen.

Läuft jedoch der Kabel-Internetzugang durchs Koax, dann muss eine Fachperson an passender Stelle einen Hochpassfilter setzen, damit sich das G.hn-Signal und der Kabelrouter-Upstream nicht gegenseitig stören (c't 4/2022, S. 22). Bei Kabel-TV und -Radio kann G.hn einzelne Programme stören, wenn der Provider sein Kabelnetz noch nicht auf DOCSIS 3.1 umgestellt und alle Programmbouquets über 200 MHz „hochgeschubst“ hat.

Passt alles, kann man bis zu 16 solcher Adapter zu einem Netzwerk verbinden. Die Geräte verschlüsseln das Koax-Signal individuell, nachdem man sie per Tastendruck gekoppelt hat. Über eine 50-Meter-Koaxleitung transportierten zwei EXI 02 LAN im c't-Labor vollen Gigabit-Ethernet-Durchsatz (rund 940 Mbit/s) bei bis zu 40 Dezibel zusätzlicher Dämpfung. Darüber sackte die Datenrate ab, was aber typisch ist.

Die für Gamer interessante zusätzliche Latenz (Ping-Zeit) über ein Adapterpärchen hinweg lag im Test bei rund 1,7 Millisekunden, wobei ein paar Zehntel in einem USB-zu-Ethernet-Umsetzer hängen blieben. Ungewöhnliche Ping-Schwankungen wie bei manchen anderen Fabrikaten stellten wir nicht fest.

Die Kathrein-Adapter übertrugen IPv6, Multicast-IPTV (zum Beispiel Telekom MagentaTV) und VLAN-getaggte Ethernet-Pakete fehlerfrei. Wer sein Netz mit VLANs segmentiert hat, beispielsweise intern, Gäste, Smarthome/IoT, kann alle Zonen übers Koaxsystem im Haus verbreiten. Innen fanden wir den auch bei anderen Modellen verwendeten G.hn-Chipsatz von MaxLinear (MXL 88LX5153 und 2730). Die Kathrein-Geräte sollten also mit fremden G.hn-Adaptoren auf gleicher Basis kommunizieren können.

Die Leistungsaufnahme der EXI 02 LAN lag im üblichen Rahmen für solche Adapter. Bei zwei Geräten muss man mit knapp 6 Watt mehr Leistungsaufnahme im Hausstromnetz rechnen; das entspricht 20 Euro jährlichen Stromkosten bei 40 Cent/Kilowattstunde. Wer das zusätzlich zum Anschaffungspreis investieren mag, der bekommt einfach einzurichtende und schnelle Datenspediteure fürs Koax-Netz.

(ea@ct.de)

### Kathrein EXI 02 LAN

Ethernet-over-Coax-Adapter	
Hersteller, URL	Kathrein Digital Systems, <a href="http://www.kathrein-ds.com">www.kathrein-ds.com</a>
Bedienelemente	2 Tasten (Pairing, Reset)
Anschlüsse	2 × F-Buchse (G.hn Wave 2, TV), 2 × RJ45 (Gigabit-Ethernet)
Durchsatz über 50 m Koax plus 30 / 40 / 50 / 60 dB	941 / 937 / 601 / 239 Mbit/s
VLANs / IPv6 / Multicast-IPTV	✓ / ✓ / ✓
Leistungsaufnahme <sup>1</sup>	2,8 Watt (6,1 VA)
jährliche Stromkosten <sup>1</sup>	9,80 €
Preis	110 € (UVP, pro Adapter)

<sup>1</sup> idle, pro Adapter, mit einem GE-Link, bei Dauerbetrieb und 40 Cent/kWh

## Der Einbrecher-Schreck!



**Heft + PDF mit 32 % Rabatt**

Das **heise online Sonderheft** zeigt die Einsatzmöglichkeiten von smarten Alarmanlagen, Überwachungskameras und per App steuerbaren Türschlössern. Welche Systeme gibt es und was muss man bei der Installation beachten:

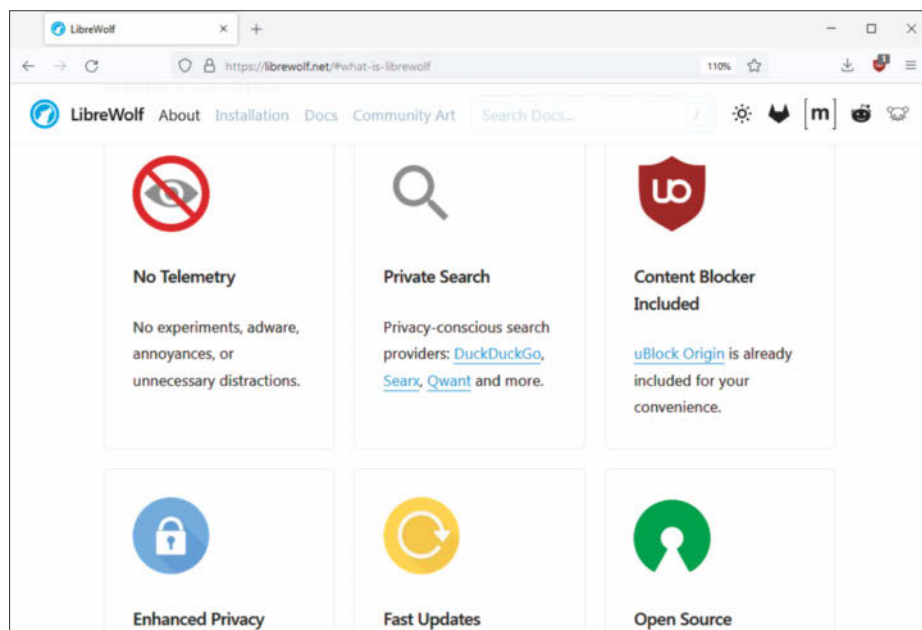
- **Test, Praxis, Know-how:** Wie Sie mit smarten Alarmanlagen und Überwachungskameras Einbrecher abschrecken
- **Bevor Sie anfangen:** Rechtliche Grundlagen für Alarmanlagen und Überwachungskameras
- **Alarm bei Feuer, Wasser, Feuchtigkeit:** Smarte Raumluft und Wassersensoren, WLAN-Rauchmelder im Test
- **Auch im Set mit WLAN-Sicherheitskamera zum Sonderpreis**

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

[shop.heise.de/ho-sicheres-zuhause22](http://shop.heise.de/ho-sicheres-zuhause22)

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**



# Privater surfen

## Firefox-Fork LibreWolf

**Wie alltagstauglich ist ein Browser, der maximal auf Privatsphäre und Sicherheit getrimmt ist? Wir haben es ausprobiert.**

Von Ronald Eikenberg

**B**rowser gibt es viele, doch nur wenige nehmen den Schutz Ihrer Privatsphäre ernst. Bei Kandidaten wie Microsoft Edge artet es regelrecht in Arbeit aus, den Datenabfluss auf ein erträgliches Maß zu reduzieren. Ganz anders bei Webbrowser: Der speziell gehärtete Browser gibt schon mit seiner Standardkonfiguration so wenig wie möglich über Sie preis und punktet auch beim Thema Sicherheit. Es handelt sich um einen Fork von Firefox, also um eine von Mozilla unabhängige Modifikation des Firefox-Quellcodes.

Firefox-Nutzer fühlen sich beim ersten Start von LibreWolf gleich zu Hause, da sich die Oberfläche auf den ersten Blick kaum vom Mozilla-Browser unterscheidet. Statt

der Firefox-Startseite mit Werbelinks und Google-Suchfeld öffnet sich jedoch eine schlichte Eingabezeile für die datenschutzfreundlichere Suchmaschine DuckDuckGo, die auch als Standardsuche voreingestellt ist. Ein Schutzschild weist darauf hin, dass der Werbeblocker uBlock Origin vorinstalliert ist. LibreWolf ist erstmal auf Englisch eingestellt. In den Einstellungen können Sie die Sprache auf Deutsch ändern.

Beim Stöbern durch die Einstellungen fallen weitere Unterschiede zu Firefox auf: Die Kategorien „Synchronisation“ und „Mehr von Mozilla“ gibt es nicht, dafür aber „LibreWolf“, über die man einige Spezialitäten des Browsers einstellen kann. Wer will, kann hier die Synchronisation (Firefox Sync) freischalten oder die ausgefeilten Anti-Fingerprinting-Mechanismen („Resist Fingerprinting“, RFP) konfigurieren, die LibreWolf vom Tor Browser geerbt hat (siehe ct.de/yt68).

### Mehr Datenschutz

RFP schützt vor Fingerprinting, indem der Browser den Servern zum Beispiel eine andere Zeitzone nennt als die tatsächlich

eingestellte. Die Zeitzone ergibt in Kombination mit anderen Datenpunkten einen individuellen Fingerabdruck, der sich fürs Tracking eignet. RFP verhindert auch Canvas-Fingerprint, eine beliebte Trackingmethode, die das Canvas-Element von HTML5 zweckentfremdet. Das Element stellt Websites Renderfunktionen zur Verfügung, zum Beispiel für Animationen und Browserspiele.

Beim Canvas-Fingerprinting lässt ein Skript auf der Website den Browser Bilder oder Texte rendern, ohne dass der Anwender davon etwas mitbekommt. Die Render-Anweisungen sind so gestaltet, dass sich das Ergebnis von Rechner zu Rechner geringfügig unterscheidet. Diese kleinen Unterschiede sind reproduzierbar und ergeben einen individuellen Fingerabdruck. Liest die Website den Inhalt des gerenderten Bilds aus, kann sie den Rechner mit einer hohen Trefferquote wiedererkennen, ganz ohne Cookie.

LibreWolf gestattet Websites zwar das Rendern von Canvas-Inhalten, jedoch nicht das Auslesen der Ergebnisse: Versucht eine Website die Farbe eines bestimmten Pixels zu ermitteln, liefert der Browser nur einen Zufallswert. Falls dadurch eine gewollte Funktion einer Website blockiert wird, kann man den Schutz über einen Knopf in der Adressleiste für die Site abschalten. Die Schutzfunktion funktionierte im Test zuverlässig: Die Canvas-Fingerprinting-Demo von BrowserLeaks.com (siehe ct.de/yt68) lieferte in jedem Durchlauf eine andere Fingerprint-ID, solange wir den Zugriff auf das Canvas-Element nicht zuließen.

Teil der Anti-Fingerprinting-Maßnahmen ist auch, dass LibreWolf den Servern unabhängig von der eingestellten Programmiersprache im HTTP-Header übermittelt, dass die englischsprachigen Versionen der Websites gewünscht werden. Da viele Websites die Sprache ohnehin anhand der IP-Adresse des Besuchers einstellen (Geolocation), fiel uns das selten negativ auf.

Wer Fingerprinting weiter erschweren möchte, schaltet das vom Tor Browser bekannte Letterboxing ein: Dabei ändert sich die Größe des Darstellungsbereichs für Websites beim Ändern der Fenstergröße nicht pixelgenau, sondern in festen Schritten – denn ungewöhnliche Fenstergrößen sind ein weiteres individuelles Merkmal, das sich für Fingerprinting eignet.

Ruft man die Einstellungsseite „Datenschutz & Sicherheit“ auf, fällt auf, dass der „Verbesserter Schutz vor Aktivitätenverfolgung“ nicht weiter konfigurierbar ist, wäh-



rend Firefox die Abstufungen „Standard“, „Streng“ und „Ausgewogen“ anbietet. Der Trackingschutz ist bei LibreWolf immer „Streng“. Das führte in unserem dreimonatigen Alltagstest selten zu Problemen. Falls mal eine Website klemmte, konnten wir über den Schutzschild in der Adressleiste leicht eine Ausnahme definieren.

Weniger Cookies

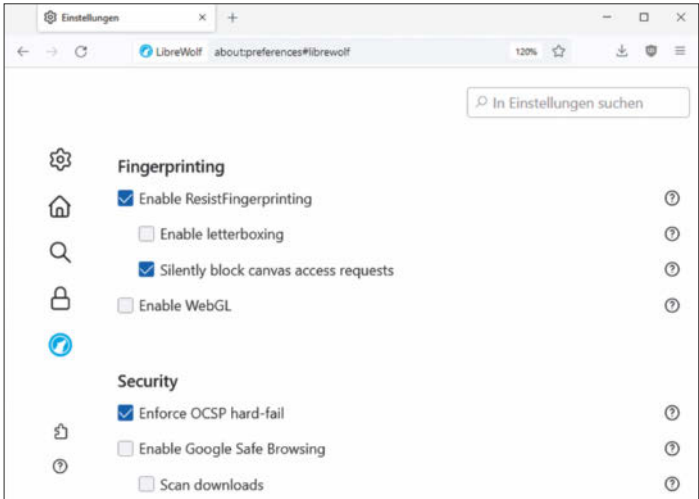
Mit Cookies macht der Browser kurzen Prozess: Standardmäßig löscht er sie komplett, wenn er beendet wird. Das ist einfach und effektiv. Möchte man auf einer Website dauerhaft eingeloggt bleiben oder Einstellungen speichern, legt man vor dem Einloggen unter „Cookies und Website-Daten“ eine Ausnahme für die Domain an. Das klingt aufwendiger, als es ist: In unserem Alltagstest kamen wir mit einer Handvoll Ausnahmen für die wichtigsten Dienste aus. Wem das zu weit geht, der kann das automatische Löschen auch abschalten.

LibreWolf räumt beim Beenden weitere Daten auf, die beim Surfen anfallen, darunter den Browser- und den Downloadverlauf. Das führt dazu, dass der Browser eingegebene URLs von Websites, die man bereits in der Vergangenheit besucht hat, nicht automatisch vervollständigt. Man muss sie wie im Inkognito-Modus jedes Mal aufs Neue eintippen. Ein Mittelweg ist, die regelmäßig besuchten Websites als Lesezeichen zu speichern. Dann vervollständigt der Browser die Adressen auch ohne Verlauf.

Suchvorschläge macht LibreWolf bei Eingaben in die Adressleiste nicht, sofern man es nicht explizit einschaltet. Das dient der Privatsphäre, denn zum Abrufen der Vorschläge muss ein Browser jedes eingetippte Zeichen an die eingestellte Suchmaschine übertragen. Apropos Suchmaschine: Die Auswahl umfasst lediglich die datenschutzfreundlichen Suchanbieter DuckDuckGo, SearxNG, MetaGer und StartPage. Wer nicht von Google lassen kann, fügt den Anbieter über ct.de/yt68 mit wenigen Klicks hinzu.

Der Passwortspeicher und das automatische Ausfüllen von Adress- und Zahlungsdaten sind per Default ausgestellt, aber aktivierbar. Die LibreWolf-Entwickler empfehlen, anstelle des eingebauten Kennwortspeichers einen robusteren Passwortmanager wie Bitwarden oder KeePassXC zu nutzen. Die Firefox-Erweiterung von Bitwarden leistete uns gute Dienste. LibreWolf unterstützt alle Firefox-Erweiterungen.

Über das Einstellungs-Menü kann man Feintuning bei Privatsphäre und Sicherheit vornehmen.



Mehr Sicherheit

LibreWolf enthält keine Telemetriefunktionen und kommuniziert von sich aus nur mit dem Internet, wenn es wirklich nötig ist, etwa um die Blocklisten von uBlock Origin zu aktualisieren oder zu überprüfen, ob das TLS-Zertifikat einer angesteuerten Website auf einer Sperrliste steht. Hierzu befragt LibreWolf wie andere Browser auch einen OCSP-Server (Online Certificate Status Protocol). Das ist normalerweise nicht zuverlässig, weil Browser ein Zertifikat üblicherweise auch dann akzeptieren, wenn die Verbindung zum OCSP-Server fehlschlägt. Verhindert ein Angreifer die Verbindung, kann er dem Browser daher ein bereits gesperrtes Zertifikat unterjubeln. Um das zu verhindern, operiert LibreWolf im „Hard-Fail“-Modus: Misslingt die OCSP-Prüfung, wird die Verbindung zur Zielwebsite abgebrochen.

Darüber hinaus ist der HTTPS-Only-Modus aktiv. Der Browser zeigt also eine Warnung an, falls man versucht, eine Website unverschlüsselt über HTTP anzusteuern. Abgeschaltet ist hingegen das Safe Browsing, das vor dem Besuch von Websites warnt, die bekanntermaßen nichts Gutes im Schilde führen. Safe Browsing ist bei Mozilla-Browsern kein Datenschutzproblem, da die Prüfung der URLs lokal und nicht in der Cloud stattfindet. Wir haben die Schutzfunktion über die Browser-Einstellungen (unter „LibreWolf“) eingeschaltet.

Das Schutzkonzept von LibreWolf geht offenbar auf: In den reproduzierbaren Testergebnissen von PrivacyTests.org (siehe ct.de/yt68), das viele aktuelle Browser einem automatisierten Datenschutztest unterzieht, liegt LibreWolf vor allen anderen, dicht gefolgt von Brave. Damit schneidet LibreWolf auch besser als der

Tor Browser ab – da letzterer den Datenverkehr allerdings durch das Tor-Netzwerk schleust, ist man damit unterm Strich anonymer unterwegs. Die dauerhafte Tor-Nutzung ist aufgrund der Geschwindigkeitseinbußen und anderer Probleme jedoch nicht zu empfehlen.

Aktuell halten

Da LibreWolf nicht nach Hause telefoniert, bekommt es nicht mit, wenn eine neue Browserversion zur Installation bereitsteht und kann den Anwender auch nicht darüber informieren. Wer auf dem Laufenden bleiben möchte, kann die Browsererweiterung „LibreWolfUpdater“ (siehe ct.de/yt68) installieren, die auf sich aufmerksam macht, wenn es eine neuere Browserversion gibt. Am besten installieren und aktualisieren Sie LibreWolf über einen Paketmanager (siehe ct.de/yt68).

Fazit

Wer großen Wert auf Datenschutz legt, und das sollten Sie, findet in LibreWolf einen Gleichgesinnten. Der Browser bringt sinnvolle Änderungen gegenüber Mozilla Firefox mit, der bereits zu den datenschutzfreundlichen Browsern zählt. Gelegentlich müssen Sie allerdings hier und da ein wenig nachjustieren, damit Ihre Lieblingswebsites wie gewohnt funktionieren. (rei@ct.de) **ct**

Download & weitere Infos: ct.de/yt68

LibreWolf

Webbrowser	
Hersteller, URL	LibreWolf-Projekt, librewolf.net
Systemanf.	Windows, Linux, macOS, OpenBSD
Preis (Lizenz)	kostenlos (MPL 2.0)

# Schneller zum Ziel

## Linux-Desktop Gnome 43 im Test

**Das neue Gnome-Release kürzt den Weg zu den wichtigsten Einstellungen ab und verpasst dem Dateimanager mit der Grafikbibliothek GTK4 eine Frischzellenkur. Der hauseigene Browser bekommt Zugriff auf eine riesige Bibliothek an Extensions.**

Von Niklas Dierking

Die erste Änderung, die bei einer Testfahrt des neuen Release der Linux-Desktopumgebung Gnome 43 ins Auge springt, ist das überarbeitete Menü für Schnelleinstellungen in der oberen, rechten Ecke. An die Stelle der ausklappbaren Kontextmenüs für wichtige Einstellungen wie Bluetooth, Netzwerkverbindungen und Leistungsmodus rücken Schaltflächen, mit denen man blitzschnell die verfügbaren Optionen durchschalten. Das spart Klicks und dürfte vielen Nutzern von Bedienoberflächen für Mobilgeräte bekannt sein. Die Entwickler integrierten außerdem die Funktion, aktive Audioausgabegeräte über die Schnelleinstellungen auszuwählen, sobald mehr als ein Ausgabegerät angeschlossen ist. Bislang ging das nur über eine Gnome-Extension. Nervig: Sobald wir Bluetooth über die Schnelleinstellungen deaktivierten, verschwand die Schaltfläche aus dem Menü und tauchte erst wieder auf, nachdem Bluetooth in den Gnome-Einstellungen wieder aktiviert wurde. Da müssen die Entwickler noch nachbessern.

Die Gnome-Entwickler haben den Dateimanager auf die Grafikbibliothek GTK4 portiert. Erscheinungsbild und Handling der Anwendung folgen damit den Richtlinien, die in der Bibliothek libadwaita festgeschrieben sind. Laut der Entwickler wechseln die verschiedenen Anwendungen dadurch konsistenter zwi-

schen hellem und dunklem Anzeige-Modus. Im Test sind uns zumindest beim Dateimanager keine Unterschiede zu Gnome 42 aufgefallen.

Anders die überarbeitete Leiste am oberen Rand des Fensters: Bedienelemente wie die Lupe als Symbol für die Suche fügen sich jetzt nahtlos ein und die Leiste wirkt aufgeräumter. Die Seitenleiste mit Shortcuts zu kürzlich genutzten Dateien, Favoriten und wichtigen Ordnern blendet jetzt automatisch aus, wenn Nutzer das Fenster bis zu einem Schwellenwert verkleinern. In der linken oberen Ecke des Fensters erscheint dann eine Schaltfläche, um die Seitenleiste trotzdem einzublenden. Das klappt auch in den Gnome-Einstellungen.

### Feinschliff

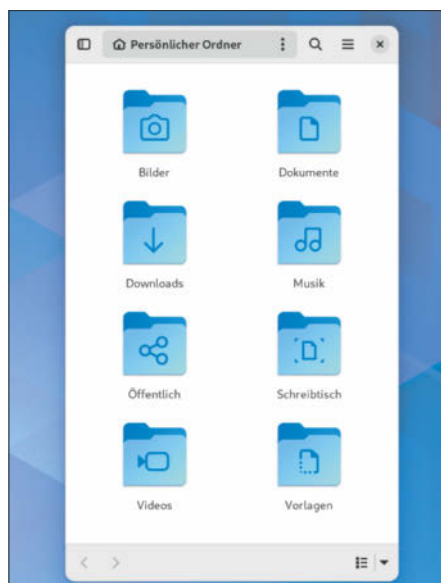
Desktop-Icons und Embleme waren seit dem Release 3.28 nicht mehr Teil von Gnome, zumindest die Embleme feiern in Gnome 43 eine Rückkehr. Sie zeigen an, ob es sich um einen Link oder um eine schreibgeschützte Datei handelt. In der

Listenansicht können Nutzer jetzt mehrere Ordner auswählen, indem Sie die linke Maustaste halten. Die Funktion Ordner als einen Baum aufzuklappen, hat es nicht mehr rechtzeitig in Gnome 43 geschafft.

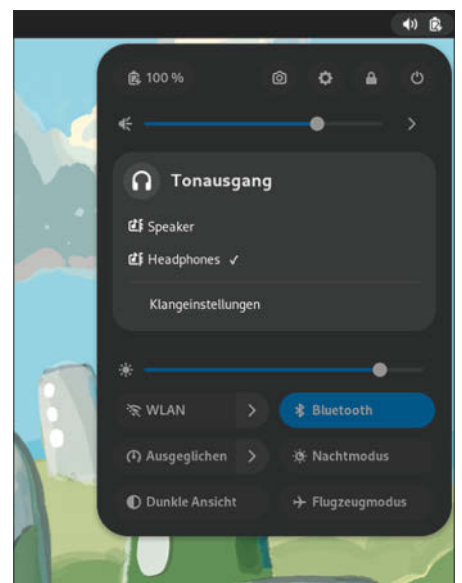
Details zu einer Datei erscheinen bei Klick auf „Eigenschaften“ im Kontextmenü. Der Eigenschaften-Dialog erkennt nun den Dateityp und zeigt nur relevante Informationen an, beispielsweise die Auflösung eines Bildes, und verteilt nicht mehr alle Informationen auf Tabs. Im Kontextmenü sind Schaltflächen für Copy & Paste, sowie Umbenennen, Komprimieren und der Papierkorb jeweils zu einer Gruppe zusammengefasst. Der „Öffnen“-Dialog wurde in ein Untermenü ausgelagert. In Gnome-Software wurde der Dialog zum Auswählen der Softwarequelle, beispielsweise RPM-Paket oder Flatpak, prominenter platziert.

### Softwarevielfalt im Browser

Der Epiphany-Browser, auch „Web“ genannt, geht einen großen Schritt auf Mozilla Firefox zu. Nutzer können sich jetzt mit ihrem Mozilla-Account einloggen, um mittels Firefox Sync ihre Lesezeichen, Chronik und Passwörter zu synchronisieren. Epiphany bekommt außerdem Zugriff auf den riesigen Fundus an Firefox-Erweiterungen, mit denen Nutzer allerhand nützliche Funktionen nachrüsten. Die Entwickler versehen das Feature allerdings noch mit dem Prädikat „experimentell“. Bei Redaktionsschluss ließ sie sich

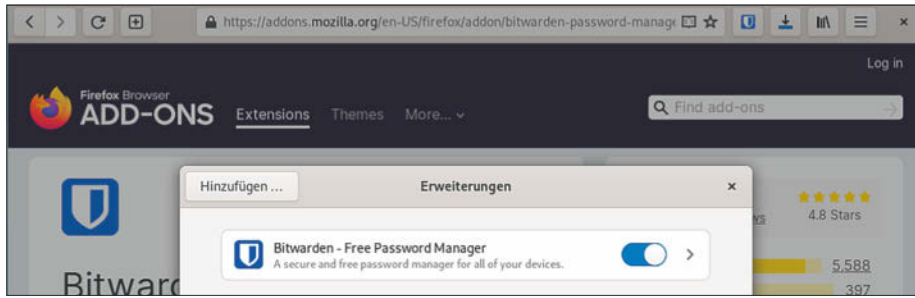


**Gnome eignet sich nun besser für Tablets. So ändert der Dateimanager sein Layout passend zur Fensterbreite.**



**Wichtige Einstellungen, wie die Wahl des Audiogeräts, nehmen Nutzer direkt in den Schnelleinstellungen vor.**





**Der Gnome-eigene Browser kann jetzt mit Firefox-Extensions umgehen. Damit rüsten Nutzer Funktionen wie integrierte Passwortmanager nach.**

bei der Flatpak-Variante über einen Befehl freischalten, den wir unter [ct.de/y4m8](https://ct.de/y4m8) für Sie hinterlegt haben.

Das WebExtension-API von Epiphany orientiert sich an der Firefox-Vorlage Manifest V2, das auch Chrome-Extensions unterstützen soll. Damit hatten wir im Test jedoch keinen Erfolg. Extensions vom Typ .xpi von der Firefox-Extensions-Webseite konnten wir dagegen problemlos hinzufügen. Der Entwickler des Fea-

tures plant, Manifest V3 nachzureichen, was die Kompatibilität verbessern dürfte (siehe [ct.de/y4m8](https://ct.de/y4m8)).

### Fazit

Gnome 43 ist ein gelungenes Release, das sinnvolle Ergänzungen der Bedienoberfläche mitbringt. Die überarbeiteten Schnelleinstellungen ersparen überflüssige Klicks und dürften gemeinsam mit dem automatischen Ausblenden der Seitenleis-

te im Dateimanager und in den Einstellungen dazu beitragen, dass Gnome sich auf Tablets und Smartphones mehr zu Hause fühlt. Die Gnome-Philosophie, Nutzer nicht mit zu vielen Informationen zu überfordern, wird konsequent fortgesetzt und die GTK4-Frischzellenkur steht dem Dateimanager als Herzstück der Desktopumgebung gut zu Gesicht. Wer Gnome 43 ausprobieren möchte, greift am besten zu den Gnome-OS-Nightly-Images. Allerdings ist Gnome OS nicht für den produktiven Einsatz bestimmt. Die Desktopumgebung findet ihren Weg in naher Zukunft auch in ausgewachsene Distributionen wie Fedora 37 und Ubuntu 22.10.

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

**GitLab-Issues, WebExtensions-API und GnomeOS-Images:** [ct.de/y4m8](https://ct.de/y4m8)

## Gnome 43

Linux-/Unix-Desktopumgebung	
Hersteller, URL	Gnome Foundation, <a href="https://gnome.org">gnome.org</a>
Preis	kostenlos (Open Source)

*Mac & i Wissen erfahren*

# Apple School Manager

Der Apple School Manager ist essenziell beim Einsatz von iPads im Bildungsbereich. Unser **Webinar** zeigt Ihnen, wie Sie den Apple School Manager gratis beantragen und registrieren. Im weiterführenden **Workshop** lernen Sie dessen Einrichtung und Bedienung.

**Jetzt  
Tickets  
sichern!**

## WEBINAR

**Apple School Manager gratis  
beantragen und registrieren**

**29.11.2022**

**[mac-and-i.de/webinar-1](https://mac-and-i.de/webinar-1)**

## WORKSHOP

**Apple School Manager beherrschen**

**07.-08.12.2022**

**[mac-and-i.de/workshop-1](https://mac-and-i.de/workshop-1)**



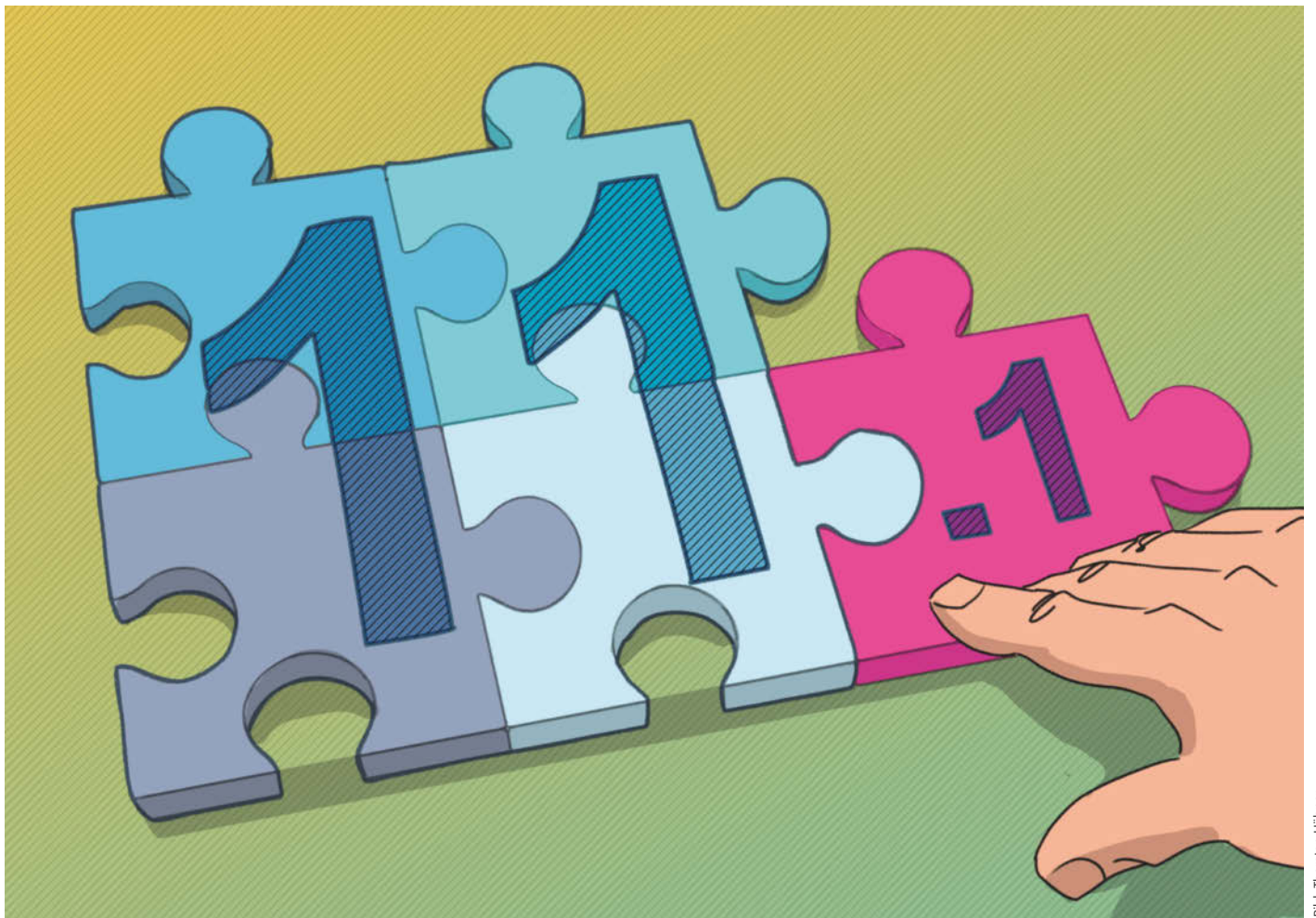


Bild: Thorsten Hübner

# Mehr 11, bitte!

## Was im ersten großen Funktionsupdate für Windows 11 steckt

**Mit dem ersten großen Update wird Windows 11 visuell etwas stimmiger, bekommt aber auch in Sachen Sicherheit ein paar Neuerungen. Ein Kritikmagnet bleibt es trotzdem.**

Von Jan Schübler

**S**eit dem 20. September verteilt Microsoft das erste große Funktionsupdate für Windows 11. Wie schon bei neuen Windows-10-Ausgaben handelt es sich bei Windows 11 22H2 zunächst um ein

optionales Update. Zur Installation gezwungen wird man erst, wenn sich die bisherige Version 21H1 ihrem Support-Ende nähert – bei den üblichen Home- und Pro-Editionen ist der Zeitpunkt im Herbst 2023 erreicht.

Einige der neuen Funktionen von Version 22H2 haben wir bereits im März beschrieben, vor allem solche, die Optik und Bedienoberfläche verändern [1]. Viele der Änderungen entfernen Designrelikte von Windows 10, sodass das neue Windows 11 insgesamt mehr nach Windows 11 aussieht. Hier eine kleine Zusammenfassung.

Wechselt man per Alt+Tab zwischen Fenstern hin und her, ist das gewählte Fenster nun mit einem klar erkennbaren Rahmen in Akzentfarbe umrahmt. Das Lautstärkeregler-Overlay, das beim Bedienen von Lautstärketasten auf der Tas-

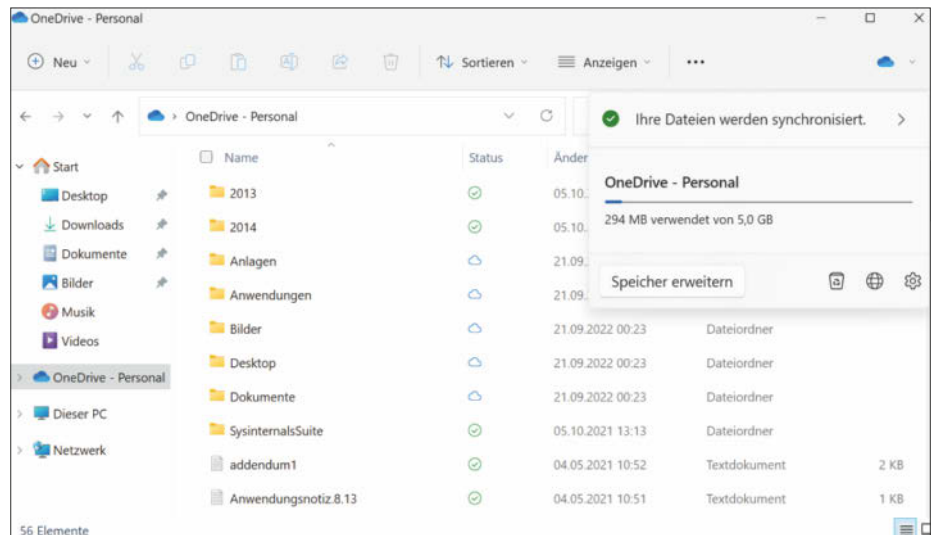
tatur erscheint, hat nun Windows-11-Look und erscheint unten mittig im Bild, knapp über der Taskleiste. Auf den Task-Manager trifft Ähnliches zu: Für die Funktionsauswahl (Prozesse, Leistung, Details ...) gibts am linken Fensterrand nun Icons.

Der Datei-Explorer hat auch ein paar kleine Updates bekommen. Im OneDrive-Ordner kann man sich beispielsweise direkt den Füllstand des Cloudspeichers anzeigen lassen. Und auch die Standardansicht des Explorers hat Microsoft gepimpt: Die Seite „Schnellzugriff“, mit der der Explorer serienmäßig startet, heißt nun einfach „Start“. Neu ist, dass es in dieser Ansicht nun zusätzlich zu den Bereichen für Standard-Dateiordner und für zuletzt verwendete Dokumente noch eine dritte Abteilung namens „Favoriten“ gibt, um Dateien für die häufige Benutzung an-

zupinnen. Das klappt einfach per Rechtsklick auf die gewünschte Datei und „Zu Favoriten hinzufügen“. Die Verknüpfungen werden automatisch aktualisiert, wenn man die Zieldatei verschiebt – praktisch.

Am Explorer fällt zudem auf, dass die bisherige Schaltfläche „Bereinigen“ in den Datenträgereigenschaften (Rechtsklick auf ein Laufwerk und „Eigenschaften“) nun „Details“ heißt und nicht mehr die Datenträgerbereinigung, sondern die Einstellungsseite „System/Speicher“ öffnet. Die eignet sich ebenso, um temporäre Dateien zu entfernen und so Speicherplatz freizugeben. Wer trotzdem lieber die bisherige Datenträgerbereinigung benutzt: Windows-Taste, `cleanmgr`, Eingabetaste.

Das Startmenü kann, nun ja, ein kleines bisschen mehr als bislang. Man kann das Größenverhältnis des oberen und unteren Bereichs (angepinnte Apps und empfohlene Dokumente) in drei Schritten verändern. Die Option dafür befindet sich in der Einstellungen-App unter „Personalisierung/Start“. Angepinnte App-Icons kann man wie von Android, iOS & Co. bekannt in Ordner einsortieren. Außerdem reagiert das Startmenü auf Wischgesten: nach unten zum Ausblenden oder seitlich Wischen, um auf „Alle Apps“ umzuschalten. Verlangt eine App Aufmerksamkeit, kann ihr Taskleisten-Icon nun blinken, wie



**Details, Details: Der Explorer zeigt im OneDrive-Ordner direkt den Füllstand des Cloudspeichers an.**

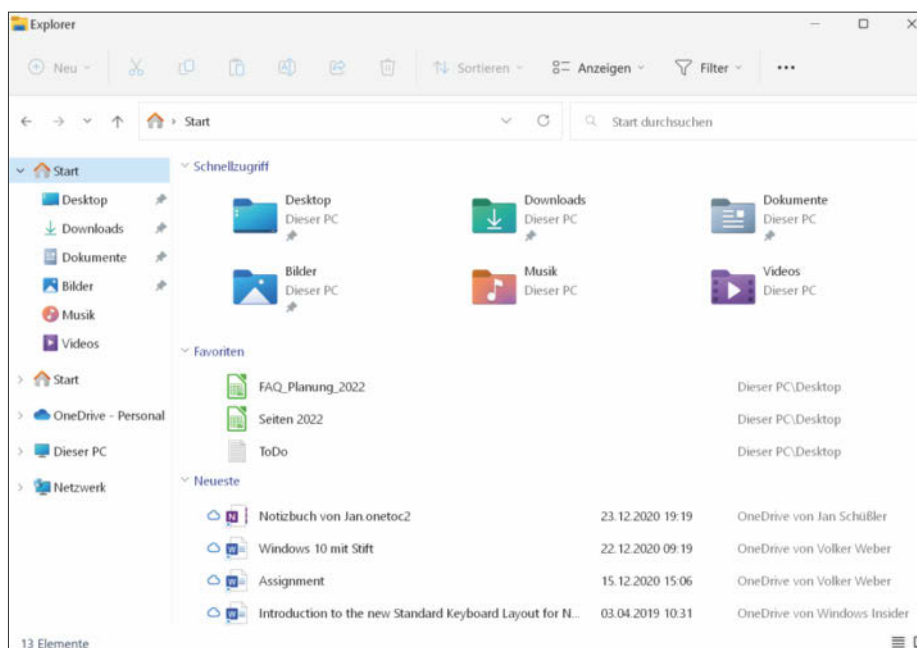
es schon bei diversen Windows-Vorgängern bekannt ist. Ein Mouseover aufs Such-Icon zeigt zudem auf Wunsch die zuletzt benutzten Suchbegriffe an.

Die „Windows Sandbox“ ist ab der Pro-Edition in Windows enthalten. Dahinter steckt eine vorkonfigurierte virtuelle Maschine (VM), die sich hervorragend als abgeschottete Testumgebung eignet, etwa für Software, die man nicht gleich direkt auf seinem Produktivsystem installieren möchte. Während die Sandbox an

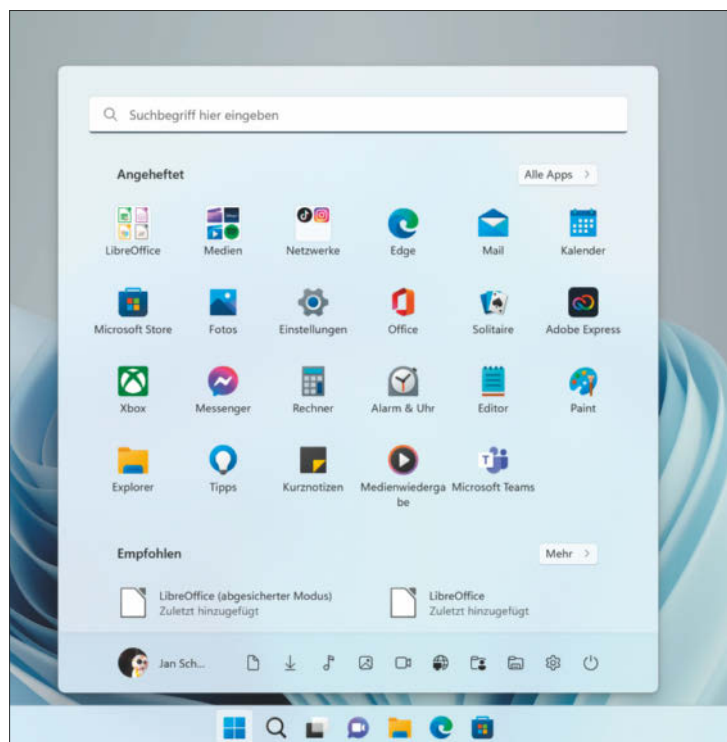
sich nicht neu ist, hat sie in Windows 11 Version 22H2 eine wichtige Verbesserung bekommen: Änderungen innerhalb der Sandbox überleben nun einen Neustart des virtuellen Systems. So ist es auch möglich, darin Software auszuprobieren, die zum Abschluss der Installation einen Neustart verlangt. In Sandbox-Konfigurationsdateien (Endung `.wsb`) sind nun auch Umgebungsvariablen in Pfadangaben erlaubt.

An der Einstellungen-App hat Microsoft in Version 22H2 nichts Grundlegendes verändert, allenfalls sind einzelne Menüpunkte hier und dort anders einsortiert. Wer Windows mit einem Microsoft-Konto nutzt, sieht im Bereich „Konten“ eine Übersicht der erworbenen Lizenzen und Abos. Der etwas sperrige Name „Benachrichtigungsassistent“ ist dem eingängigeren „Bitte nicht stören“ gewichen – es handelt sich um eine Funktion, die zu bestimmten Zeiten oder bei festgelegten Triggern (Präsentationen, Gaming etc.) Benachrichtigungen stumm schaltet und eventuelle Taskleisten-Badges unterdrückt, bis die Funktion wieder abgeschaltet wird.

In der klassischen Systemsteuerung ist der Bereich „Geräte und Drucker“ gänzlich verschwunden. Es existieren zwar noch Einträge dafür, die führen aber allesamt in die Abteilung „Bluetooth und Geräte“ der Einstellungen-App. Ähnliches hatten wir vor einem halben Jahr über die Funktion „Programme und Features“ der klassischen Systemsteuerung geschrieben – diese ist in 22H2 aber nun doch noch enthalten.



**In den „Favoriten“ bietet die Explorer-Startseite zuvor dort angepinnte Dokumente an.**



Das „Windows Subsystem für Android“ kann Android-Apps auf Windows 11 ausführen. Microsoft arbeitet dafür mit Amazon zusammen, dessen eigentlich für die Fire-Produkte des Konzerns gedachter „Amazon Appstore“ auch für Windows im Microsoft Store zu haben ist. Bislang scheiterte der Login mit einem europäischen Amazon-Benutzerkonto jedoch – im Probebetrieb funktionierte der Login nur mit US-amerikanischen und später japanischen Amazon-Konten.

Das hat Microsoft nun geändert und die Nutzung auch in Deutschland (und diversen anderen Ländern) freigegeben. Wer Android-Apps auf Windows laufen lassen will, muss dafür nicht mehr zwingend einen alternativen Store verwenden [2], sondern kann einfach die App „Amazon Appstore“ aus dem Microsoft-Store laden und sich darin mit seinem Amazon-Konto einloggen. Ist das Windows Subsystem für Android noch nicht installiert, landet es bei der Einrichtung des Amazon Appstore automatisch auf dem Rechner.

In einem Test hat das eigentlich gut funktioniert, scheiterte aber an einem seltsamen Problem mit den Systemvoraussetzungen. Microsoft nennt mindestens 8 GByte Arbeitsspeicher und empfiehlt 16 GByte, doch mit 8 GByte und auch in einer virtuellen Maschine mit 10 GByte verweigerte der Amazon-Appstore die Installation – die Speichervoraussetzungen seien

nicht erfüllt. Erst mit 16 GByte RAM konnten wir auf den Amazon-Store zugreifen.

## Security

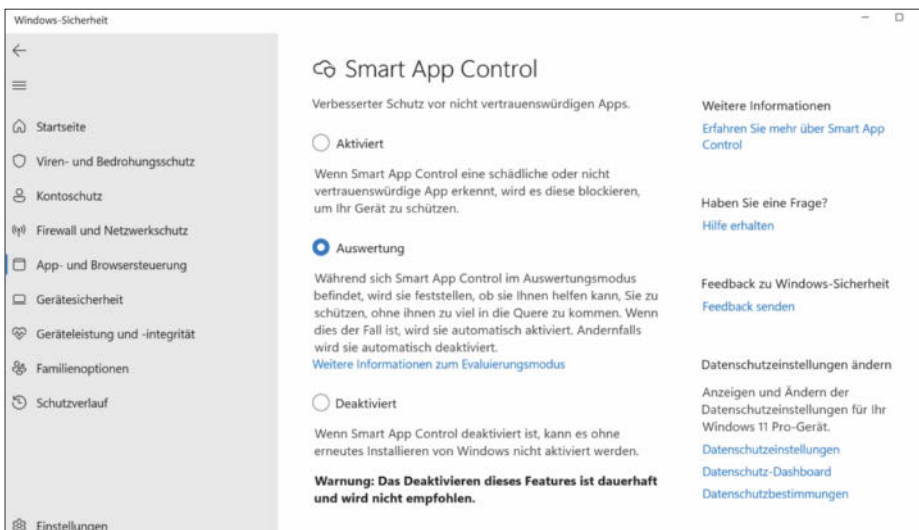
Microsoft wagt sich an eine neue Sicherheitsfunktion: Smart App Control. Im Prinzip handelt es sich um einen Mechanismus, der jeden gestarteten Prozess auf Vertrauenswürdigkeit abklopft. Das Ganze funktioniert auch offline, eine Cloudanbindung war in unseren Tests nicht erforderlich. Trotzdem ist das Sys-

**Das Startmenü ist in Version 22H2 ein bisschen einstellbar und kennt auch Ordner.**

tem lernfähig und über die regulären Antivirussignaturen für den Defender bekommt Smart App Control auch White-Lists.

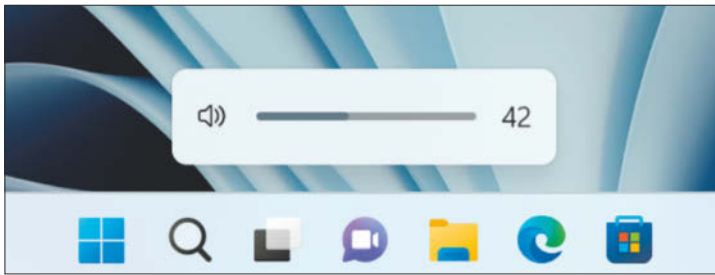
So blockierte die Funktion kurz vor dem Release von Version 22H2 einiges an harmloser Software. Die Installation von LibreOffice etwa brach auf halbem Wege ab – inklusive Fehlermeldung, Smart App Control habe die Ausführung blockiert. Die quelloffene Bildbearbeitung Gimp hingegen ließ sich zwar installieren, scheiterte dann aber beim Start. Beim Minispiel „Copy Dialog Lunar Lander“ und bei der nicht sehr verbreiteten, aber vollkommen harmlosen Simulationssoftware BoxSim wurde der Start von vornherein unterdrückt. Immerhin: Ein paar Tage nach dem Release von Version 22H2 lief das alles vollkommen problemlos.

Smart App Control ist ausschließlich nach einer sauberen Neuinstallation von Version 22H2 oder einem Zurücksetzen der Installation verfügbar, nicht nach einem Upgrade. Von sich aus befindet sich die Funktion zunächst in einem Auswertungsmodus. In diesem schaut sie sich an, was der Anwender an Software ausführt. Falls in diesem Analysezeitraum nur wenig und dazu sehr weit verbreitete Software ausgeführt wird, schaltet sich die Funktion aktiv. Kommt hingegen häufig unbekannte Software zum Einsatz, schaltet sich die Funktion dauerhaft ab. So will Microsoft erreichen, dass Anwender mit sehr einfachem Nutzungsprofil eine zusätzliche Schutzschicht bekommen, Power-User aber nicht belästigt werden.



**Smart App Control soll eine zusätzliche Schutzschicht gegen Malware bilden. Sie lässt nur durch, was bei Microsoft als unbedenklich bekannt ist.**





**Noch so eine Mini-Änderung: Der Lautstärke-regler sieht nun nach Windows 11 aus.**

Dieser erste „Moment“ bringt etwa dem Datei-Explorer Tabs bei, die sich wie vom Webbrowser bekannte Tabs steuern lassen, also etwa per Strg+T zum Öffnen, Strg+W zum Schließen und Strg+Zifferntaste, um einen bestehenden Tab in den Vordergrund zu holen.

Ein weiteres Feature dürften einige ebenfalls schon in ähnlicher Form von Android oder iOS kennen: Kopiert man Text in die Zwischenablage, kann Windows Vorschläge dafür machen – zum Beispiel eine Mail schreiben oder einen Termin eintragen, wenn es eine Mailadresse oder Datum und Uhrzeit erkennt. Auch wird es eine neue „Fotos“-App geben, die das Design stärker an Windows 11 anlehnt. Dabei wird es auch klassischer und erinnert mit einer linksseitigen Ordnerleiste an das seit Langem bekannte Layout des Datei-Explorers und des Windows Media Players.

Außerdem kommt im Oktober eine kleine Zusatzfunktion für die Taskleiste. Landen dort so viele Programm-Icons, dass die Breite nicht ausreicht, werden die überstehenden Symbole in einen Überlaufbereich geschoben, wie man es vom Infobereich der Taskleiste unten rechts kennt.

## Kritikpunkte

Eine neue Windows-Version wäre keine neue Windows-Version, wenn es nicht

Ausnahmen für einzelne Programme hinzuzufügen ist bislang offenbar nicht vorgesehen.

Abgesehen von Smart App Control sind in einem neu installierten Windows 11 in Version 22H2 Funktionen der Kernisolierung aktiv, auch virtualisierungs-basierte Sicherheit (VBS) genannt. Darunter fallen die Speicherintegrität, die einen Schutz vor Code-Injection-Angriffen bieten soll, eine von Microsoft gepflegte Treiber-Blockliste, um Treiber mit bekannten Sicherheitslücken zu sperren, sowie der Credential Guard.

## Barrierefreiheit

Eigentlich recht praktisch ist die neue Funktion für Live-Untertitel – eigentlich, weil sie bislang nur Englisch versteht. Sie lauscht dauerhaft auf dem Audioausgabekanal, versucht, das Gehörte in Text umzuwandeln, und zeigt den in einer Textzeile am oberen Bildrand an. In einem kurzen Test funktionierte das erstaunlich gut.

„Voice Access“ soll sich eignen, um den Rechner ausschließlich mit Sprachbefehlen zu steuern, und die Sprachausgabe bekommt neue, natürlicher klingende Stimmen. Aber: Auch diese beiden Veränderungen gibts bis auf Weiteres nur für englischsprachige Anwender.

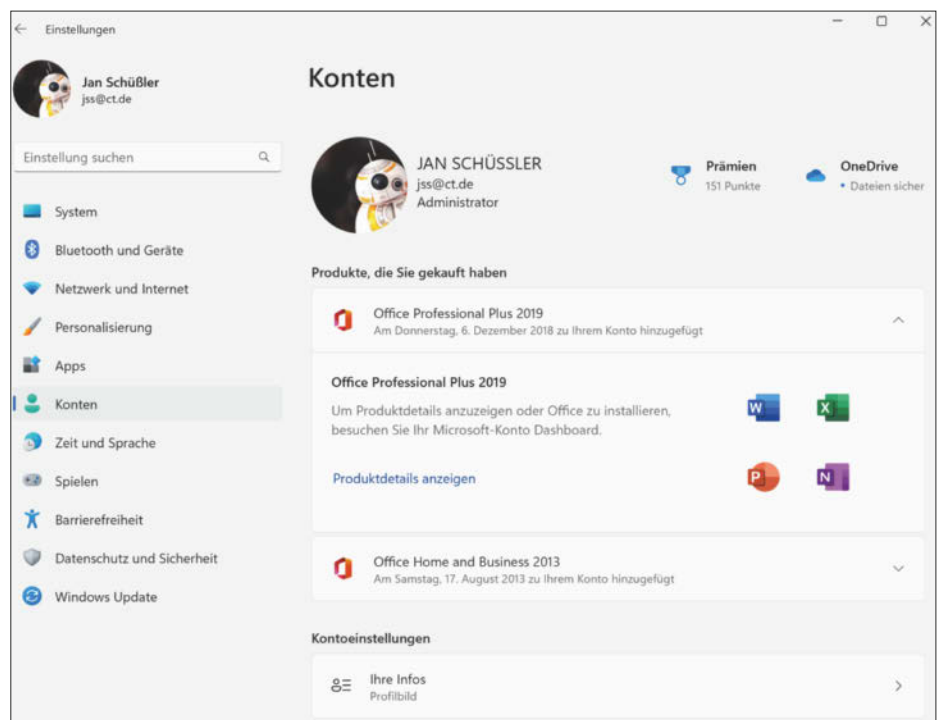
Zu den Funktionen für Barrierefreiheit zählt Microsoft außerdem die sogenannten Fokussitzungen. Sie wenden sich in erster Linie an Menschen mit Konzentrationsproblemen. In der Uhr-App und in den Einstellungen unter „System/Fokus“ kann man sie konfigurieren und starten; außerdem lassen sie sich über den Kalender rechts unten auf der Taskleiste starten.

Fokussitzungen können 15 Minuten bis vier Stunden dauern und enthalten Pausen, deren Länge einstellbar ist. Startet man eine Sitzung, schaltet Windows den Bitte-nicht-stören-Modus ein, um Ablenkungen zu reduzieren. Ein Minifenster zeigt die verbleibende Zeit an; außerdem kann man einen Spotify-Zugang mit der App verbinden, sodass beim Start einer

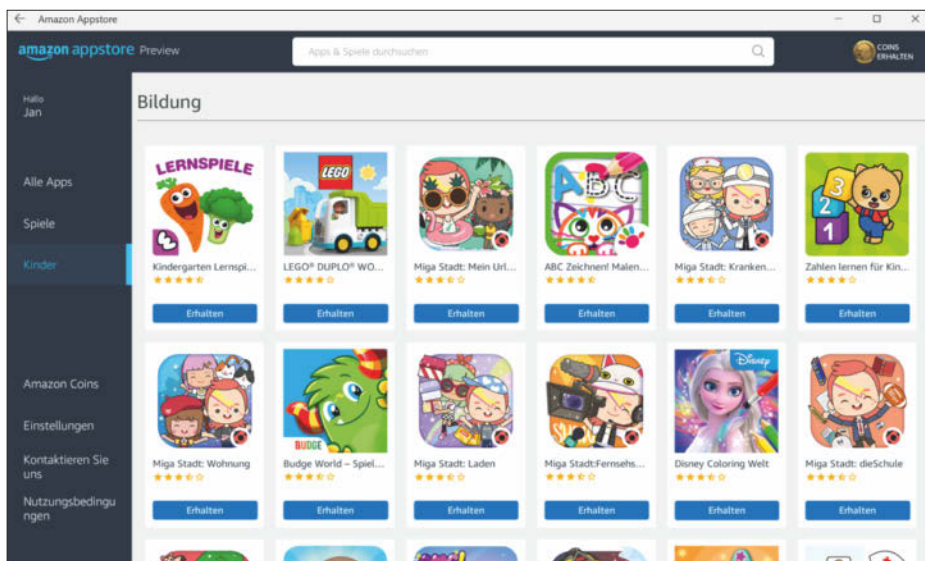
Fokussitzung die Musikwiedergabe startet. Damit man sich dann nicht doch wieder durch Stöbern im Musikangebot ablenken lässt, ist die Auswahl auf ein paar persönliche Weiterhör-Tipps und sechs vorgegebene Konzentrations-Playlisten beschränkt. Wer allerdings ganz bestimmte Playlisten bei der Arbeit hören oder viel Abwechslung haben will, dürfte mit der doch recht schmalspurigen Auswahl nicht zufrieden sein.

## Nachschlag incoming

Microsoft hatte bereits angekündigt, dass Windows 11 häufiger neue Funktionen in kleinem Umfang bekommen soll. Das erste dieser kleinen Funktionsupdates, die Microsoft auch „Momente“ nennt, soll schon in diesem Oktober erscheinen, voraussichtlich zum Datum der regulären optionalen Updates (dritter Dienstag im Monat).



**Die Konten-Seite der Einstellungen-App zeigt erworbene, mit dem Microsoft-Konto verknüpfte Lizenzen an und bietet Links zur Installation.**



**Amazons Store für Android-Apps ist jetzt auch für Deutschland freigegeben – vor allem bietet er jede Menge Spiele.**

auch ein paar unpopuläre Änderungen gäbe. Eine davon: Bei einer sauberen Neuinstallation verlangt nun auch die Pro-Ausgabe, dass man sich mit einem Microsoft-Konto an Windows anmeldet (sofern der Rechner nicht in ein Active Directory gehängt wird). Doch immerhin kann man diesen Kontozwang nach wie vor einfach umgehen, indem man als Benutzernamen „Microsoft“ und als Kennwort irgendetwas eintippt – Windows zeigt dann zunächst eine Fehlermeldung und bietet danach ohne Umschweife den Dialog an, der ein lokales Benutzerkonto anlegt.

Die schon erwähnte Taskleiste bekommt zwar einen Überlaufbereich, nicht aber die ersehnte Möglichkeit, die Gruppierung der Icons aus- und die Beschriftungen einzuschalten sowie die Taskleiste am oberen, linken oder rechten Bildrand anzuzeigen. In allen Windows-Versionen der vergangenen Jahre war das noch möglich, um schneller an die richtige Stelle klicken zu können, wenn mehrere Fenster desselben Programms offen sind. Auch die Widgets, die sich per Mouseover auf das Wetter-Icon links unten auf der Taskleiste zeigen, laufen immer noch nicht rund. Die Widgets für die To-do-Liste oder den Kalender melden Fehler und der Nachrichten-Feed ignoriert immer noch die persönlichen Präferenzen.

Nicht nachvollziehen konnten wir hingegen Berichte, nach denen der Registry-Trick mit 22H2 nicht mehr funktioniert, um Windows 11 mit einem Setup-Medium auf zu alten PCs neu zu installieren [3].

Auch funktionieren die Registry-Einträge noch, die den Sperrbildschirm [4] und die Websuche im Startmenü [5] abschalten.

### Installation

Ein Update auf Windows 11 Version 22H2 ist technisch eine Upgrade-Installation, auch In-Place-Upgrade genannt. Windows Update lädt dabei einen kompletten Installationsdatensatz für 22H2 herunter und installiert das neue System noch im laufenden Betrieb in einen versteckten Ordner. Danach startet der Rechner in die Setup-Umgebung Windows PE. Von dort aus wird das alte gegen das neue Windows ausgetauscht und alle Programme, Daten und Einstellungen werden in die neue Installation übernommen.

Der Prozess war in den Anfangszeiten von Windows 10 wacklig und führte bei einigen Systemen zu Bootproblemen oder endlosen Download-Installations-Absturzsleifen. Nach unserem Eindruck hat Microsoft das Verfahren inzwischen besser im Griff – man darf also gespannt sein, wie der Mechanismus nun bei Windows 11 funktioniert.

Ansonsten bietet Microsoft Windows 11 Version 22H2 auf den üblichen Kanälen an: im Volume Licensing Service Center (VLSC), für Visual-Studio-Abonnenten (vormals MSDN), in Windows Update for Business und per WSUS sowie für Einzelplatzinstallationen wahlweise per Upgrade-Tool oder per Media Creation Tool, um damit ein Setup-Medium (ISO-Datei oder USB-Stick) zu erstellen. Wie schon

beim ersten Windows 11 bietet Microsoft zudem den direkten Download eines Setup-ISO-Abbildes an. Aber: In diesem steckt das Setup-Abbild nicht in komprimierter Form (Dateiendung .esd), sondern im unkomprimierten Format (Dateiendung .wim). Die WIM-Datei ist dabei größer als 4 GByte und passt nicht auf einen Stick, der mit dem Dateisystem FAT32 formatiert ist. Das bedeutet: Es ist zwar möglich, aber recht aufwendig, damit einen Setup-USB-Stick zu erstellen. Unser Tipp: Lieber gleich das Media Creation Tool nehmen (siehe [ct.de/y6wh](https://ct.de/y6wh)).

### Fazit

Windows 11 ist in Version 22H2 in diversen Details besser und stimmiger als sein Vorgänger: das Startmenü ist etwas flexibler, der Explorer bekommt Tabs und es gibt interessante Sicherheitsfunktionen wie Smart App Control – zu denen Sie übrigens in einer kommenden c't-Ausgabe noch mehr lesen werden.

Jedoch: Die nach unserem Eindruck größten Nervereien hat Microsoft nicht angefasst. Die Taskleiste ist kaum konfigurierbar, an den Systemvoraussetzungen ändert sich nichts, und dass die Widgets nach über einem Jahr nicht rund laufen, ist bizarr. Zudem gibt es drei interessante Sprachfunktionen bislang nur auf Englisch – das ist enttäuschend.

Soll man das Update auf Version 22H2 nun installieren oder nicht? Wer bereits Windows 11 verwendet, kann das im Grunde bedenkenlos tun. Doch wenn Sie die neuen Funktionen nicht dringend brauchen, geben Sie Version 22H2 ruhig drei, vier Monate Zeit, bis Sie sie installieren. Läuft auf dem Rechner noch Windows 10 und Sie haben gute Gründe, das in absehbarer Zeit nicht zu ändern, dürfte Version 22H2 daran kaum etwas ändern.

(jss@ct.de) 

### Literatur

- [1] Jan Schüßler, Elf Punkt eins, Was vom nächsten Windows 11 schon jetzt zu sehen ist, c't 7/2022, S. 136
- [2] Jan-Keno Janssen und Jörg Wirtgen, Desktop-Handy, Den Android-Emulator von Windows 11 inoffiziell schon jetzt nutzen, c't 1/2022, S. 148
- [3] Axel Vahldiek, Dann halt so ..., Windows-11-Setup ohne Hardware-Prüfung, c't 26/2021, S. 28
- [4] Jan Schüßler, Einstieg auf Gleis 11, Windows 11: Wissenswertes für den Wechsel, c't 26/2021, S. 16
- [5] Jan Schüßler, Kontrolle erlangen, Für mehr Privatsphäre: Wie Sie Windows 11 die Datenplauderei austreiben, c't 26/2021, S. 20

**Download Version 22H2:** [ct.de/y6wh](https://ct.de/y6wh)

**kostenfreie Online Marketing Webinare**

# **ERFOLGREICH ONLINE**

Wir zeigen Ihnen, wie Sie mit  
Online Marketing neue Kunden,  
Klienten oder Patienten gewinnen.

Alle Themen und aktuelle Termine  
finden Sie hier:

[www.heise-regioconcept.de/webinare](http://www.heise-regioconcept.de/webinare)

**Profitieren Sie  
von unserem  
Experten-  
wissen!**

**Erfolgreiches  
Marketing  
vor Ort.**







# Gamingwürfel

## Kompakter PC-Barebone Asrock DeskMeet B660 mit Platz für Grafikkarten

**Der DeskMeet B660 hat ein Mini-ITX-Mainboard samt Netzteil und nimmt leistungsstarke Core-i-12000-Prozessoren sowie eine Dual-Slot-Grafikkarte auf. Unser Test zeigt, ob der Mini-Kubus damit als Gaming-PC taugt.**

Von Christian Hirsch

**A**srock dampft beim DeskMeet B660 einen spieleauglichen Rechner mit Desktop-Komponenten auf die Größe eines halben Schuhkartons ein. Im Unterschied zu noch kleineren Gaming-PCs mit aufgelöteten Mobilprozessoren und GPUs erlaubt es der 250 Euro teure Barebone, beliebige LGA1700-Prozessoren, mehrere SSDs sowie eine Grafikkarte mit 20 Zentimetern Länge einzubauen. Die leistungsfähigsten Modelle dieser Größe tragen GPUs vom Typ GeForce RTX 3060 Ti oder Radeon RX 6650 XT.

Für unsere Tests haben wir den DeskMeet B660 mit dem Zwölfkerner Core i7-12700, 16 GByte DDR4-3200, einer 500-GByte-NVMe-SSD sowie der Asrock Radeon RX 6600XT Challenger ITX ausgerüstet. Damit kostet das System rund 1300 Euro und taugt fürs Gaming in WQHD-Auflösung.

### Kühlerflunder erforderlich

Um an das Innenleben zu gelangen, muss man lediglich eine Schraube an der rechten Seite lösen und kann dann den gesamten Träger mit Board und Netzteil aus der Gehäusehülle ziehen. Oberhalb des Mainboards sitzt das 500-Watt-Netzteil mit einem achtpoligen PEG-Stecker für die Grafikkarte. Kurze, aber ausreichend lange Stromkabel reduzieren den Kabelwust. Zum Einbau des Prozessors muss vorübergehend das Netzteil weichen.

Letzteres limitiert zudem die Höhe des CPU-Kühlers auf maximal 54 Millimeter. Das reicht für den Boxed-Kühler von Intel-Prozessoren sowie für Low-Profile-Modelle, aber nicht für Towerkühler mit 12-Zentimeter-Lüftern. Deshalb gibt

Asrock den DeskMeet B660 nur für 65-Watt-Prozessoren und nicht für die stärkeren K-Varianten frei. Auf der Produktwebseite stellt Asrock Listen passender Kühler und Grafikkarten zum Download bereit, um Fehlkäufe zu verhindern ([ct.de/yuwa](https://ct.de/yuwa)). Dort gibt es auch das vollständige Handbuch als PDF, denn der Hersteller schickt nur eine Kurzanleitung zum Auffalten mit.

An der Rückseite der Gehäusefront lassen sich zwei 2,5"-SSDs oder eine 3,5"-Festplatte anbringen. Alternativ gibt es eine weitere Einbauposition an der linken Wand, die aber nur nutzbar ist, wenn Sie auf die Grafikkarte verzichten.

Die vier DIMM-Slots nehmen bis zu 128 GByte DDR4-RAM auf. Auf dem Mini-ITX-Board reicht der Platz für Erweiterungen lediglich für einen PEG-Slot für Grafikkarten, zwei M.2-SSDs und einen M.2-Slot für WLAN-Kärtchen. Wer den Rechner drahtlos ans Netz hängen will, kann dafür von Asrock ein Wi-Fi-6E-Kit mit Antennen für rund 30 Euro kaufen. Fürs Jugendzimmer lässt sich der PC-Barebone zudem mit einer ARGB-LED-Leuchtleiste pimpen, die ebensoviel kostet.

Nach dem Einschalten benötigt der Gaming-Kubus 21 Sekunden bis zum Windows-Desktop. Das schaffen andere Rechner schneller. Bei den Anschlüssen liefert der DeskMini B660 Standardkost: Die integrierte Grafik von Core-i-12000-Prozessoren ohne F im Namen kann per HDMI 2.0 und DisplayPort 1.4 zwei 4K-Displays mit 60 Hertz ansteuern. USB 3.2 gibt es nur maximal mit 5 Gbit/s, obwohl der B660-Chipsatz 4x USB 3.2 Gen 2 mit 10 Gbit/s könnte. Das gilt auch für den USB-C-Frontanschluss. Die Transferraten von USB und des Gigabit-Ethernet liegen auf dem erwarteten Niveau von 460 beziehungsweise 119 MByte/s.

Zwei M.2-Slots nehmen NVMe-SSDs mit PCI Express 4.0 auf. Aus Platzgründen packt Asrock einen davon auf die Unterseite des Mainboards. Dieser hängt am B660-Chipsatz. Der obere M.2-Steckplatz ist direkt an den Prozessor angebunden. Eine schnelle PCIe-4.0-SSD vom Typ Samsung 980 Pro liefert darin 6,7 GByte/s.

### Flott trotz Power-Limit

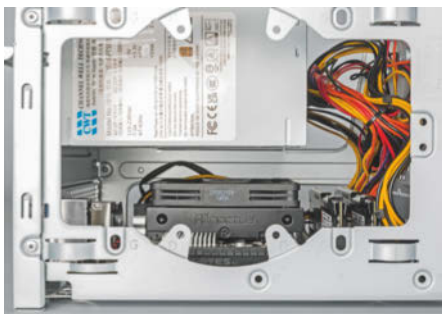
Die Spieleauglichkeit haben wir mit den 3D-Titeln Metro Exodus und Shadow of the Tomb Raider geprüft. Bei Full-HD-Auflösung schafft die von uns eingebaute, kompakte ITX-Variante der Radeon RX 6600 XT bei hoher Detailstufe 91 bezie-

hungsweise 151 Bilder pro Sekunde. Bei 4K-Auflösung sinkt die Bildrate auf 40 beziehungsweise 51 fps. Wer auf einem Ultra-HD-Monitor spielt, sollte deshalb die Qualität etwas verringern, damit alle Szenen flüssig mit über 60 fps laufen.

Asrock betreibt den Core i7-12700 mit reduziertem Power-Limit. Statt bis zu 180 Watt darf die 65-Watt-CPU während des 28 Sekunden langen Turbofensters maximal 126 Watt schlucken. Auf die Performance wirkt sich das aber nicht nennenswert aus. Im Multithreading-Test des Rendering-Benchmarks Cinebench R23 rechnet der Zwölfkerner mit 16.757 Punkten ebenso schnell wie mit dem von Intel empfohlenen 180-Watt-Limit.

Im Leerlauf benötigt der DeskMeet B660 inklusive Grafikkarte 32 Watt und ist damit 3 Watt sparsamer als unser Bauvorschlag für einen Mini-Gamer aus c't 15/2022 [1]. Im Worst-Case-Szenario bei Volllast auf CPU und GPU saugt der Rechner 290 Watt aus der Steckdose. Das 500-Watt-Netzteil ist also mehr als ausreichend dimensioniert.

Den von Intel beim Core i7-12700 mitgelieferten Kühler haben wir wieder ausgebaut, da er uns zu laut war. Stattdessen bewahrt der 3,7 Zentimeter flache Noctua NH-L9i-17xx den Core i7-12700 vor dem Überhitzen. Die zusätzlichen 45 Euro sind gut angelegt: Im Leerlauf bleibt der DeskMini B660 mit 0,1 sone so leise, dass er auch in ruhiger Umgebung nicht auffällt. Unter Volllast macht der Rechner mit der Standard-Lüfterkurve ordentlich Krach (3,0 sone). Mit angepasster Lüfterkurve beträgt die Lautheit nur noch 2,4 sone. Bei reiner CPU-Last halbiert sich die Lautstärke durch unsere Änderungen von 2,4 auf 1,2 sone (siehe ct.de/yuwa).



**Zwischen Netzteil und Mainboard bleibt im DeskMeet B660 nur wenig Raum für den CPU-Kühler. Den Bereich vor dem Netzteil hat der Hersteller für die Grafikkarte reserviert.**

## Fazit

Der Asrock DeskMeet B660 erfüllt seinen Zweck als Barebone für einen kompakten Gaming-PC ohne Abstriche und bietet ein gutes Preis-Leistungs-Verhältnis. Trotz der überschaubaren Abmessungen stellt der Einbau der Komponenten keine große Hürde dar. Bei Ausstattung und Design merkt man dem DeskMeet B660 seine Herkunft aus dem Business-Sparte von Asrock an: Schnelleres USB und Ethernet sowie WLAN ab Werk würden wir uns wünschen. Wer einen Gaming-Rechner mit einem Mini-ITX-Board

eigener Wahl bauen möchte oder mehr Platz für längere Grafikkarte und größere Tower-Kühler wünscht, findet in c't 19/2022 einen Test kompakter PC-Gehäuse [2].

(chh@ct.de) **ct**

**Kompatible Komponenten:** [ct.de/yuwa](https://ct.de/yuwa)

## Literatur

- [1] Benjamin Kraft, 11 Liter Spielspaß, Bauvorschlag für einen Spieler-PC im Mini-ITX-Format, c't 15/2022, S. 148
- [2] Benjamin Kraft, Möchtegern-Minis, Vier PC-Gehäuse für Mini-ITX-Mainboards, c't 19/2022, S. 90

## Asrock DeskMeet B660

Kompakter Gaming-Barebone für Core i-12000	
Hardware-Ausstattung	
CPU-Fassung / Lüfter (Regelung)	LGA1700 / n. v.
RAM (Typ / maximal)	4 × DDR4-RAM (DDR4-3200 / 128 GByte)
Mainboard (Format) / Chipsatz	Asrock B660-ITX (Mini-ITX) / B660
Erweiterungs-Slots (nutzbar)	1 × PEG (PCIe 4.0 x16) (1), 1 × M.2-2280 (PCIe 4.0 x4 & SATA 6G) (1), 1 × M.2-2280 (PCIe 4.0 x4) (1), 1 × M.2-2230 (CNVio 2)(1)
Einbauschächte (frei)	2 × 2,5" (2), 1 × 3,5" (1)
Sound-Chip (Chip)	HD Audio (Realtek ALC 897)
Netzwerk-Interface (Chip, Anbindung) / TPM	1 Gbit/s (Intel i219-V, Phy) / fTPM 2.0
Abmessungen (B × H × T)	21,8 × 17,2 × 23,6 cm
Kensington-Lock / Schlosslasche	✓ / ✓
Netzteil (Leistung)	Channel WellTechnology GPT500S-A, 80 Plus Bronze (500 Watt)
Anschlüsse hinten	1 × HDMI 2.0, 1 × DisplayPort 1.4, 1 × VGA, 2 × USB-A 5 GBit/s, 2 × USB 2.0, 1 × LAN, 3 × analog Audio
Anschlüsse vorn, oben und seitlich	2 × USB-A 5 GBit/s, 1 × USB-C 5 GBit/s, 2 × USB 2.0, 1 × analog Audio
Reset-Taster / 230-V-Hauptschalter	n. v. / ✓
Lieferumfang	2 × SATA-Kabel / Kurzanleitung
Elektrische Leistungsaufnahme, Datentransfer-Messungen und Geräuschentwicklung	
Soft-Off (mit ErP) / Energie sparen / Leerlauf	0,7 W / 0,9 W / 32 W
Volllast: CPU / CPU und Grafik	117 W / 290 W
M.2 PCIe 4.0 x4: Lesen (Schreiben)	6,7 (4,8) GByte/s
USB-A (5 Gbit/s): Lesen (Schreiben)	463 (466) MByte/s
LAN: Empfangen (Senden)	118 (119) MByte/s
Geräuschentwicklung: Leerlauf / Volllast (Note)	0,1 sone (⊕⊕) / 2,4 sone (⊖⊖)
CPU- / GPU-Last (Note)	1,2 sone (○) / 1,7 sone (⊖)
Funktionstests	
Secure-Boot ab- / CSM einschaltbar	✓ / ✓
Wake on LAN: Standby / Soft-Off	✓ / ✓
USB: 5V in Soft-off / Wecken per USB-Tastatur aus: Standby (Soft-Off)	✓ / ✓ (–)
Bootdauer bis Login	21 s
Parallelbetrieb (Digital Monitore)	DP + HDMI (3840 × 2160, 60 Hz)
analog Mehrkanalton (Art) / 2. Audiostream	✓ (5.1) / –
Systemleistung	
BAPCo SYSmark 25	1858
Cinebench R23: 1T / MT	1902 / 16757
3DMark: Fire Strike	23429
Metro Exodus, High: Full HD / 4K	91 / 40 fps
Shadow of the Tomb Raider, High: Full HD / 4K	151 / 51 fps
Bewertung	
Systemleistung: Office / Rendering / Spiele	⊕⊕ / ⊕ / ⊕
Audio: Wiedergabe / Aufnahme / Front	⊕⊕ / ○ / ⊕⊕
Geräuschentwicklung / Systemaufbau	⊕ / ⊕⊕
Preis / Garantie	250 € / 12 Monate
✓ funktioniert — funktioniert nicht n. v. nicht vorhanden ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht getestet mit Core i7-12700, 16 GByte DDR4-3200, 500 GByte SSD, Radeon RX 6600 XT	

# Schlauer putzen

## Elektrische Zahnbürste Oral-B iO 10 mit 3D-Zahn-Tracking

**Die Oral-B iO kommt mit einem Bürstenkopf, der sanfter vibriert und oszilliert als die frühere Bauform mit Metallstift. Die zehnte Version soll helfen gründlicher zu reinigen: mit Positionserkennung, künstlicher Intelligenz und einer App, die Anreize schaffen will. Wir haben zum Test mit ihr geputzt.**

Von André Kramer

Die Wenigsten putzen ihre Zähne gleichmäßig – es putzt sich eben auf einer Seite angenehmer. Langfristig offenbaren sich solche Schwächen beim Zahnarztbesuch. Die Procter-&-Gamble-Tochter Oral-B arbeitet seit Jahren an Lösungen. Ursprünglich sollten Nutzer den Anweisungen einer App folgen, die sechs Regionen im Mund markierte: zuerst 30 Sekunden oben links putzen, danach oben rechts, dann in der Mitte und dasselbe nochmal unten. Auf diese Weise kann man sich immer noch von der Oral-B-App führen lassen. Die neueste Version der Zahnbürste, „iO Series 10“, ermittelt ihre Position im Mund aber über „iOSense“, einer Kombination aus Lagesensoren und künstlicher Intelligenz – App-gesteuert natürlich. Intern zählt sie nun 16 Regionen.

Die magnetische Ladestation der zehnten Generation fällt breiter und höher aus als die vorherige. Sie kommuniziert über Bluetooth mit dem Handstück. Der Magnet bewahrt die Bürste vor dem Umfallen, hält sie beim Aufnehmen aber nicht zu fest. Im Fuß befindet sich jetzt ein Display, das die Uhrzeit anzeigt, wenn es sonst nichts zu tun hat. So findet eine Uhr den Weg ins Bad – auch praktisch. Auf der Oberseite leuchtet ein Kreis aus LED-Streifen auf, wenn die Bürste sich mit der App verbindet. Die sechs Streifen zeigen bei erfolg-

reicher Verbindung auch den Putzfortschritt in den jeweiligen Mundregionen an.

### Zahnbürste mit Stil

In drei Stunden ist das Handstück vollständig geladen; bei zweimal täglichem Putzen zu je zwei Minuten hält der Akku etwa zwei Wochen. Der Schachtel liegen eine Halterung für zwei Bürstenköpfe und ein ladefähiges Reiseetui bei, das dasselbe Netzteil benutzt wie die Ladestation. Das farbige Display der Bürste zeigt neben einem von sieben wählbaren Putzmodi wie bisher einen Timer, sobald man zu putzen beginnt, und einen grinsenden Smiley, wenn zwei Minuten erreicht sind. Bei geringerer Putzdauer schaut er weniger freundlich.

Der Magnetantrieb aller iO-Bürsten fühlt sich sanfter an und macht deutlich weniger Lärm als der mechanische Antrieb über den Metallstift früherer Generationen, die immer noch verkauft werden. Der oszillierende und vibrierende iO-Bürstenkopf bewegt sich mit 145 Hertz doppelt so schnell und reinigt gründlicher als der ratternde Vorgänger. Ein Alleinstellungsmerkmal der iO ist der Sensor, der nicht nur vor zu viel Druck warnt wie viele andere Zahnbürsten, sondern auch vor zu wenig. Bei optimalem Druck leuchtet ein gut sichtbarer LED-Ring der Bürste grün.

### Medaillen für gutes Putzen

Ladestation und Handstück muss man unter „Geräte“ unabhängig voneinander mit der App koppeln. Unter Android 13 brauchten wir zum Einrichten jeweils etwa fünf Versuche. Die Ladestation fragt nach einer WLAN-Verbindung; nur dann zeigt sie die Uhrzeit an. Einmal erfolgreich eingerichtet, verbindet sich das Handstück selbstständig, sobald man es von der Ladestation nimmt, was in einigen Fällen ein paar Sekunden dauert. Nicht immer verbinden sich Handstück und Ladestation beim Aufruf der App, sondern manchmal nur das eine oder das andere Gerät. Insgesamt steht die Verbindung zur App auf wackeligen Füßen. Auf Fingertipp im

Startbereich auf „Jetzt putzen“ zeigt ein Gebiss, das sich Region für Region von blau nach weiß aufhellt. Die Positionserkennung funktioniert gut mit etwas zu starkem Fokus auf den Schneidezähnen. Für die gewünschten „100 Prozent Abdeckung“ muss man deutlich länger als die empfohlenen zwei Minuten putzen.

Die App hat ein Gamificationmodell eingebaut, das Medaillen und Punkte für erfolgreiches Putzen vergibt. So versammeln sich nach einer Weile runde Grafiken für „Frühaufsteher“, oder „Plaque-Zerstörer“. Im Bereich „Erfolge“ purzeln sie gyroskopgesteuert munter durcheinander wie Stahlkugeln hinter der Plasticscheibe eines Geduldsspiels für Kinder.

Unter „Ergebnisse“ zeigt die App Balkengrafiken mit der jeweiligen Putzdauer über die Woche an, protokolliert Abdeckung, Andruck und Zahnfleischbluten sowie den Einsatz von Zahnseide und Zungenreinigung, wenn man diesen manuell einträgt. Die Putzroutine kann man so mit dem Zahnarzt detailliert durchsprechen. Nach einer Putzzeit von 360 Minuten oder zweimal täglich 2 Minuten über drei Mo-



**Die Oral-B-App markiert nach dem Putzen vernachlässigte Bereiche.**



Die Oral-B iO Series 10 gibt es in Schwarz und Weiß. Die Ladestation nimmt über Bluetooth Positionsdaten entgegen und zeigt die Putzzeit.



Vor wenigen Jahren musste man dafür noch in die Frontkamera schauen. Die App protokolliert Putzdaten mit einem Gamification-Ansatz, der Spaß macht. Das Ganze hat jedoch seinen Preis: Die Oral-B iO 10 ist ein Lifestyleprodukt. Ältere iO-Modelle gibts für die Hälfte ohne Uhr und „iOsense“ in der Ladestation.

Eine Alternative zur iO sind die Schallzahnbürsten von Philips – ob sich die eine oder andere Technik besser eignet, hängt von Zähnen und Zahnfleisch ab. Das kann nur der Zahnarzt individuell beurteilen. Was die iO angeht: Zähneputzen mit KI muss man sich leisten können und wollen. Dann entgehen einem aber auch keine dunklen Putzzonen. (akr@ct.de) **ct**

nate erinnert die App auf Wunsch daran, den Bürstenkopf zu tauschen. Ein Shop ist nicht integriert.

Die App nimmt Putzdaten von der Basisstation entgegen und überträgt sie in die Cloud. Procter & Gamble nutzt dafür Amazon Web Services. Vorbildlich: Mit Facebook und Google Analytics kommuniziert

die App nach wie vor nicht. Die Fehlerreports an Crashlytics und Embrace sowie die Nutzungsberichte an Google Firebase senden die App nur auf Nutzerwunsch.

### Fazit

Die Positionserkennung von Oral-B funktioniert mittlerweile bemerkenswert gut.

## Oral-B iO Series 10

Zahnbürste mit App-Steuerung	
Hersteller, URL	Procter & Gamble, <a href="https://www.oralb.de">oralb.de</a>
Systemanforderungen	Android ab 7.0, iOS ab 14.0
Preis (UVP / Straße)	599,99 € / 375 €

# Wir schreiben Zukunft.



**2 Ausgaben MIT Technology Review**  
als Heft oder digital  
inklusive Prämie nach Wahl

35%  
Rabatt

[mit-tr.de/testen](https://mit-tr.de/testen)



# Smarter Blender

## Smart Bike Urtopia mit Riemenantrieb im Test

**Das E-Bike von Urtopia mit Carbonrahmen ist äußerst leicht und protzt mit smarten Features. Leider versagt es in einer E-Bike-Grunddisziplin.**

Von Robin Brand

**D**as Urtopia fällt auf: Der Carbonrahmen des E-Bikes wirkt durch das fehlende Sitzrohr fast, als sei er dem Film Tron entsprungen. Nur der dick gepolsterte (und dennoch ungemütliche) Sattel will da nicht recht ins Bild passen. Mit einer ganzen Latte an smarten Features will der gleichnamige chinesische Hersteller dem futuristischen Äußeren des Bikes gerecht werden: Es entsperrt per Fingerabdruck, nimmt Sprachbefehle entgegen und weiß sich gegen Diebe zu wehren – dazu gleich mehr.

Das Urtopia-Fahrrad – der Name setzt sich aus Urban Utopia zusammen – richtet

sich vor allem an Pendler in der Stadt. Der Hersteller bietet das Rad in zwei Rahmengrößen an. Die größere soll sich für Leute zwischen 1,80 und 1,95 Meter eignen, die kleinere zu Menschen ab 1,70 Meter passen. Die maximale Zuladung beziffert Urtopia auf 110 Kilogramm. Mit Rahmen, Gabel, Lenkereinheit und Sattelstütze aus Carbon ist das Rad selbst mit Akku tragerefreundlich leicht – es wiegt in Größe L mit eingesetztem Akku 15,9 Kilogramm. Anders als beim Konkurrenten VanMoof ist es aber gar nicht nötig, das ganze Fahrrad zur Steckdose zu tragen, denn zum Laden kann man die im Unterrohr steckende Batterie entnehmen.

Urtopia stattet das Fahrrad mit einem Singlespeed-Riemenantrieb aus und verwendet einen Mix aus CDN- und CDX-Komponenten von Gates. Der Riemenantrieb ist Vor- und Nachteil zugleich: Er ist wartungsärmer als ein Kettenantrieb und ölfrei, allerdings erschwert er es, die Übersetzung zu ändern. Die hydraulischen Scheibenbremsen geben ihren Hersteller nicht preis und verrichten ihren Dienst

nach der Einfahrphase allenfalls ordentlich. Nach unserem Geschmack dürften sie deutlich zupackender zu Werke gehen.

Das Vorbild des Urtopia dürfte aus Belgien kommen und Cowboy heißen. Wie dieses ist das Urtopia mit einem 250-Watt-Hinterradnabenmotor ausgestattet. Während jener des Cowboy 4 45 Nm stark ist, kommt das Urtopia auf 35 Nm – ein Nachteil bei Steigungen. Vorder- und Rücklicht hat Urtopia elegant im Lenker und an der Sattelstütze untergebracht.

Das Rad erreichte uns vormontiert im Karton, lediglich Sattelstütze und Vorderad mussten wir anbringen. Das überfordert niemanden: Sowohl in der beiliegenden Anleitung als auch in einem verlinkten Video sind Schritt für Schritt der Aufbau dokumentiert. Vorbildlich. Weniger glücklich waren wir über einen Lackabplatzer am Oberrohr, in Sachen Qualitätskontrolle hat das Unternehmen also Verbesserungspotenzial.

### Extras kosten extra

Urtopia liefert nur das nackte Bike aus. Schutzbleche und Gepäckträger sucht man im Karton vergeblich. Dem außergewöhnlichen Rahmen ist es geschuldet, dass man auch mit Standardanbauteilen nicht weiterkommt. An die Aufnahmen des Urtopia angepasste Schutzbleche vertreibt der Hersteller für 100 Euro. Diese schützen einen vergleichbaren Bereich wie Steckschutzbleche und nicht wie herkömmliche, fest montierte Schutzbleche. Für einen Fahrradständer ruft Urtopia 35 Euro auf, einen Gepäckträger kann man auch nachträglich nicht kaufen.

Bevor es losgeht, verlangt das Rad, per App an ein Smartphone gekoppelt zu werden. In der App muss man sich mit einer E-Mail-Adresse registrieren. Während der Ersteinrichtung kann man auf dem Einschalter mit kapazitivem Fingerabdrucksensor seinen Fingerabdruck anlernen und fortan ohne Smartphone entsperren und losfahren.

Selbst ohne Motor setzt die kleine Übersetzung einen Tritt in die Pedale in eine überraschend hohe Beschleunigung um, praktisch, wenn man mal ohne Motorunterstützung auskommen muss. Der 250-Watt-Motor schiebt in vier Unterstützungsstufen an, die Kraftentfaltung gelingt dem Urtopia dank Drehmomentensor in allen Unterstützungsstufen ausgesprochen harmonisch, und so vermittelt das Bike trotz Motorunterstützung ein

natürliches Fahrgefühl. Während der Fahrt macht sich der Motor durch ein hochfrequentes Fiepen bemerkbar, je stärker der Motor anschiebt, desto lauter.

Am oberen Ende der Unterstützung im Bereich von 25 km/h hätten wir uns eine höhere Übersetzung gewünscht, muss man doch ganz schön strampeln, um dann die Geschwindigkeit zu halten. Aus der Unterstützung heraus führen wir allenfalls für kurze Zeit, für wirklich schnelles Fahren ist die Übersetzung schlicht die falsche. Für kurze Steigungen wiederum ist sie von Vorteil, denn dort gerät der Motor schnell an seine Grenzen, sodass man mehr als auf einem VanMoof S3 (c't 18/2021, S. 63) oder Ampler Curt (c't 10/2021, S. 74) auch auf die eigene Kraft angewiesen ist.

### Ungewollte Anstrengung

Ganz ohne Motorunterstützung fanden wir uns während des Tests häufiger wieder, als uns lieb war, denn der 360 Wh fassende Akku stellte sich als größte Schwachstelle des Urtopia heraus. Selbst im Flachen schafften wir bei wechselnder Unterstützung mit den ersten fünf Akkufüllungen maximal 40 Kilometer, danach knackten wir erstmals die 50. Die von Urtopia angegebene Reichweite von 50 bis 120 Kilometer je nach Unterstützungsmodus erschien uns – nun ja – utopisch. Ärgerlich war zudem die äußerst ungenaue Akkustandsanzeige. Schon kürzeste Steigungen sanktionierte sie mit Abzug eines (von sieben) Akkubalkens – nur um ihn uns manchmal wenig später doch wieder gutzuschreiben. Ob wir ein Montagsmodell erwischten hatten, konnten wir vor Redaktionsschluss nicht klären, ein angefragter Ersatzakku erreichte uns nicht rechtzeitig. Immerhin: Da der Akku entnehmbar ist, sind auch Pendelstrecken von 30 Kilometern pro Wegstrecke kein Problem – man sollte nur tunlichst das Laden nach jeder Fahrt nicht vergessen und sich spontane Ausflüge verkneifen.

Einen nur teilweise positiven Eindruck hinterließen die smarten Funktionen des Bikes. Das Entsperren des Motors per Fingerabdruck ist äußerst praktisch, das Smartphone kann in der Hosentasche bleiben. Dank integriertem GPS-Sensor hat man in der App den Standort des Fahrrads im Blick, aber das Anketten per Schloss ersetzen diese Sicherheitsfeatures nicht. Eine Vierwegewippe am linken Griff und der touchsensitive Einschaltknopf rechts steuern die wichtigsten Funktionen.

**Das Display zeigt die Geschwindigkeit an, den Akkustand oder in welche Richtung man den Blinker gesetzt hat.**



Mittig hat der Hersteller ein Display mit LED-Dot-Matrix platziert, das grob animiert Akkuladestand, Geschwindigkeit und den gesetzten Blinker anzeigt. Mit der Vierwegewippe kann man die Unterstützungsstufe verändern, Blinker rechts oder links setzen oder das Rad ausschalten.

Hält man den Einschalter gedrückt, kann man dem Bike laut Urtopia Sprachbefehle geben, etwa „Licht an“ oder „Licht aus“. In der Praxis verweigerte das Rad die Annahme. Weniger fällt man ohnehin auf, wenn man einfach die sehr gute Automatik aktiviert: Ein Helligkeitssensor passt das Licht dann automatisch der Umgebungshelligkeit an. Ein kurzer Tipper auf den Einschalter betätigt die Klingel. Diese hört man allerdings nur, wenn man auch alle anderen Töne des Rads aktiviert – es macht dann mit penetranten Signaltönen beim Ein- und Ausschalten und jeder Eingabe auf sich aufmerksam. Schaltet man das Rad stumm, bleibt auch die Klingel stumm.

Die App sammelt detaillierte Statistiken über die zurückgelegten Strecken – zumindest theoretisch. In der Praxis bewirkten wiederholte Abbrüche der Bluetooth-Verbindungen meist unvollständige Aufzeichnungen. Auch für die Navigation taugt die App nicht. Das hinterlegte Kartenmaterial kennt selbst gängigste Radwege nicht und will immer wieder an viel befahrenen Straßen entlangleiten.

### Fazit

Dass das Urtopia-E-Bike der erste Versuch des Herstellers ist, merkt man an allen Ecken und Enden – und doch kann man ihm die eine oder andere charmante Idee nicht absprechen. Das Entsperren per Fingerauflegen, der leichte Carbonrahmen, die harmonische Kraftentfaltung des Mo-

tors und der entnehmbare Akku gefallen. Nervereien wie abbrechende Bluetooth-Verbindungen, stumm geschaltete Klingel und das mangelhafte Kartenmaterial sind im Alltag eine Spaßbremse. Das alles könnte der Hersteller per Update nachbessern. Nicht aber beim zu schlappen Akku, der im Test regelmäßig nach 40 Kilometern die Segel strich. Und als Schnäppchen geht das 3300-Euro-Bike auch nicht durch, leichter Carbonrahmen hin oder her.

Insgesamt fährt man auf der Konkurrenz besser: Das Curt von Ampler ist ähnlich leicht und ähnlich teuer, neben Single-speed ist es auch mit praktischer 11-Gang-Schaltung erhältlich. Das Cowboy 3 ist ähnlich smart und pflegeleicht wie das Urtopia-Bike, kostet aber 1000 Euro weniger, mit dem stärkeren Cowboy 4 spart man immerhin rund 500 Euro. Und auch das neue (deutlich schwerere) VanMoof S5 ist 500 Euro günstiger als das Urtopia-Fahrrad und dank Schutzblechen und Gangschaltung alltagstauglicher. Mit einer deutlich höheren Reichweite punkten alle drei Alternativen, aber nur der Akku des Cowboy lässt sich – wie der des Urtopia – fürs Laden entnehmen. (rbr@ct.de) **ct**

### Urtopia

Smart Bike mit Carbonrahmen	
Hersteller, URL	Urtopia, <a href="http://newurtopia.de">newurtopia.de</a>
Motor	Hinterradnabenmotor, 250 W
Akku Kapazität / entnehmbar / getestete Reichweite / Ladezeit	360 Wh / ✓ / max. 50 km / 3,5 h
Antrieb	Singlespeed-Riemenantrieb (Gatex CDX & CDN)
Ausstattung	integrierte Beleuchtung, hydraulische Scheibenbremsen
Gewicht	15,9 kg (Größe L)
Systemanforderung	Smartphone mit Android ab 6.0 oder iOS ab 11.0
Preis	3299 €





# Bunte Druckzentralen

## Multifunktionsdrucker mit Farblaserdruckwerk, Vorlageneinzug und Fax

**Laserdrucker sind im Büro wegen ihrer hohen Geschwindigkeit, Druckqualität und Zuverlässigkeit die erste Wahl. Multifunktionsgeräte mit Vorlageneinzug ersetzen den separaten Kopierer, den Scanner und das Faxgerät. Im Test zeigten vier gut ausgestattete Modelle, dass der gute Ruf dieser Geräteklasse oft, aber nicht immer gerechtfertigt ist.**

Von Rudolf Opitz

**W**er zurzeit den Kauf eines Multifunktionslaserdruckers plant, muss sich auf ein knappes Angebot und hohe Preise einstellen. Die Nachfrage ist groß, das Angebot wegen der weiterhin hakehenden Lieferketten aber wechselhaft. Einige Hersteller können gerade gar nicht liefern, andere nicht genug, sodass die Marktpreise auf dem Niveau der Herstellerpreisempfehlungen (UVP) oder darüber liegen.

Wir haben vier Multifunktionsdrucker mit mindestens einem 250-Blatt-Papierfach, Duplexdruck, einem Vorlageneinzug und Faxfunktion ergattert, die im c't-Labor in verschiedenen Disziplinen ihr Können unter Beweis stellen mussten: Brother MFC-L3770CDW, HP Color LaserJet Pro MFP M479fdn, Kyocera Ecosys MA2100cwf und Xerox C315. Der Brother-Drucker ist genau genommen kein

Laserdrucker, denn statt eines Laserscanners, der die Fototrommel zeilenweise belichtet, benutzt er dazu eine LED-Zeile. Alle weiteren Schritte im Druckprozess des LED-Druckers unterscheiden sich nicht von den echten Laserdruckern.

Alle Testgeräte gehören mit Straßenpreisen zwischen 500 und 700 Euro schon zur oberen Mittelklasse mit gehobener Ausstattung. So lassen sich bis auf das Brother-Modell alle Drucker mit zusätzlichen Papierfächern erweitern. Für alle gibt es XL-Kartuschen mit hoher Reichweite, die zwar teurer in der Anschaffung sind, aber den Tonerpreis pro Normfarbseite um mehrere Cent senken. An einen USB-Port an der Frontseite kann man bei allen Testdruckern einen USB-Speicher anstecken, von dem die Testgeräte zumindest PDF-Dokumente und JPEG-Bilder ausdrucken.

Außerdem stellen sie den USB-Stick als Scanziel zur Auswahl. Fast alle kopieren Vorlagen über den Einzug automatisch beidseitig. Nur dem Kyocera Ecosys fehlt der dazu nötige Duplex-Einzug.

Der Vorlageneinzug, üblicherweise als Automatic Document Feeder (ADF) bezeichnet, sitzt bei Multifunktionsgeräten auf der Scannerklappe, da er die Scanzeile des Flachbettscanners darunter mitbenutzt. Er kopiert nicht nur mehrere Blätter in einem Arbeitsvorgang, auch beim Scannen und Faxen mehrseitiger Vorlagen spart der ADF viel Zeit. Einfache Einzüge wie der im Ecosys verbaute ADF digitalisieren nur die Vorderseiten der eingelegten Blätter, bessere scannen beide Seiten eines Vorlagenblatts automatisch. Entweder wenden sie das Vorlagenblatt, ziehen es erneut ein und scannen wie der Einzug des Xerox C315 die Rückseite (Reverse ADF) oder sie enthalten im Papierweg eine zusätzliche Scanzeile, die beim Durchziehen der Vorlage auch die Rückseite einliest (Duplex ADF).

Zwar ist eine zweite Zeile teurer, doch erspart sich der Hersteller die kompliziertere und fehleranfälligere Wendemechanik. Außerdem arbeiten DADFs in der Regel schneller. Einen DADF setzen die Testgeräte von Brother und HP ein. Speziell beim Kopieren sorgt ein schneller ADF dafür, dass der Laserdrucker nicht ausgebremst wird und ständig auf die Daten für den Aufbau der nächsten Seite warten muss.

## Kostspieliges Pulver

Den größten Anteil an den Verbrauchskosten von Druckern hat in der Regel die Druckfarbe. Fast immer wird über Tintenpreise geschimpft, dabei druckt fast



**Die Laserdrucker im Test haben Probleme bei der Wiedergabe von Farben und Strukturen in dunklen Bildbereichen, was auf den Beispielkopien besonders deutlich wird. Der Xerox C315 kommt dem Original in der Mitte noch am nächsten.**

jeder Tintendrucker günstiger als ein Laserdrucker. Generell gilt unabhängig von der Drucktechnik: je günstiger der Drucker, desto teurer die Tinte oder der Toner. Bei preisgünstigen Tintenmodellen fürs Homeoffice lagen die Tintenkosten 2021 zwischen 11 und happigen 16 Cent pro ISO-Farbseite (nach ISO/IEC 24711/12). Die Tonerkosten pro ISO-Seite unserer Testgeräte liegen beim Einsatz von XL-Kartuschen zwischen 14 und 19 Cent. Büro-Tintenmultifunktionsdrucker mit vergleichbar hohen Reichweiten drucken mit Seitenpreisen zwischen 5 und 9 Cent wesentlich günstiger.

Am preiswertesten von unseren Testgeräten druckt der Xerox C315 mit 14,2 Cent pro ISO-Farbseite, dessen XL-Schwarzkartusche mit 8000 Seiten auch die höchste Reichweite hat. Druckt man nur mit Schwarz, kommt man auf moderate 2,3 Cent pro Seite. Am teuersten ist der Brother MFC-L3770, bei dem selbst mit XL-Kartuschen fast 19 Cent pro ISO-Farbseite anfallen, der Schwarzanteil ist mit 3,47 Cent ebenfalls der höchste im Vergleich.

Dazu kommen noch weitere Verbrauchsmaterialien wie Fototrommeln, Transfer- und Fixiereinheiten sowie Resttonerbehälter. Je nach Konstruktion haben diese Verschleißteile unterschiedlich lange Reichweiten. Brother gibt für die Fototrommel eine Haltbarkeit von 18.000 Seiten an. Spätestens bei fleckigen und streifigen Druckergebnissen fällt ein Set frischer Trommeln für 133 Euro an. Singlepass-Farblaserdrucker haben vier Fototrommeln (für Schwarz und die drei Grundfarben je eine), die beim Druckvorgang ihre Teilbilder auf ein Transferband übertragen. Die zusammengesetzte Seite wird dann elektrostatisch auf das Papier übertragen und die Tonerpartikel von der Fixierwalze bei rund 200 Grad mit dem Papier verschmolzen. Bei jedem Druckvorgang bleiben Tonerpartikel im Druckwerk, die vom elektrostatischen System in den Resttonerbehälter befördert werden. Solange die Elektrostatik des Druckers funktioniert, braucht man sich über „gefährlichen“ Tonerstaub in der Luft keine Gedanken zu machen.

Beim Brother-Drucker erhöhen die Verschleißteile die Kosten pro Seite um einen weiteren Cent. HP baut Fototrommeln und Resttonerbehälter gleich in die Tonerkartuschen mit ein, die so bei jedem Kartuschenwechsel mit ausgetauscht werden. Zur Haltbarkeit von Transfer- und Fixiereinheit macht der Hersteller keine Angaben. Kyocera verbaut als Keramikspezialist Fototrommeln und Fixiereinheiten, die ein Druckerleben lang halten sollen. Xerox gibt für die Fototrommeln eine Lebensdauer von 125.000 Seiten an. Die Kosten pro Seite sind mit 0,36 Cent moderat, falls doch ein Wechsel nötig sein sollte, fallen dem Herstellerpreis zufolge stolze 429 Euro an.

Vieldrucker sollten auch die Energiekosten eines Laserdruckers nicht vernachlässigen. Da Laserdrucker die Fixierwalze beheizen müssen, sind sie im Druckbe-

## Verbrauchskosten Toner

[Cent / ISO-Seite]	Normalkartusche		XL-Kartusche	
	Farbe	Schwarzanteil	Farbe	Schwarzanteil
	◀ besser	◀ besser	◀ besser	◀ besser
Brother MFC-L3770CDW	25,8	6	18,99	3,47
HP CLJ Pro MFP M479fdn	30,2	4,27	16,94	2,77
Kyocera Ecosys MA2100cwf	25	8,16	17,85	2,98
Xerox C315	19,1	3,5	13,86	2,28

## Leistungsaufnahme

[Watt]	Aus	Sparmodus	Bereitschaft	Drucken
	◀ besser	◀ besser	◀ besser	◀ besser
Brother MFC-L3770CDW	0,07	1,4	65	525
HP CLJ Pro MFP M479fdn	0,14	1,75	16,7	490
Kyocera Ecosys MA2100cwf	0,2	1,7	42	330
Xerox C315	0,2	2	26	500



## Brother MFC-L3770CDW

Das tiefe Gehäuse des L3770CDW braucht nach hinten viel Platz. Um besser an die Ablage unter der Scannereinheit zu kommen, ist diese hochklappbar. Für Scans dicker Bücher hat die Scannerklappe mit 3,4 Zentimetern viel Spiel in den Scharnieren. Der ADF scannt dank zweiter Scanzeile beide Vorlagenseiten in einem Rutsch.

Das Bedienpanel ist nicht anklippbar. Der USB-Hostport für Sticks liegt gut zugänglich an der Frontseite. Dank des Touchscreens und übersichtlicher Menüs fällt die Bedienung des Brother-Geräts leicht. Über den Brother Web Service (kein Account erforderlich) kann man vom Gerät aus direkt auf Cloudspeicher scannen und Dokumente drucken. Auch das ebenfalls übersichtliche Web-Frontend gefiel: Einstellungen und Kontaktlisten lassen sich damit bequem über den Browser bearbeiten.

Der L3770CDW druckt sehr sauberen Text unabhängig von der im Treiber vorgegebenen Auflösung mit 20 Seiten pro Minute. Im Tonersparmodus wird der Druck etwas blasser, Texte bleiben aber gut lesbar. Deutlich langsamer arbeitet der Drucker im Duplexbetrieb. Grafiken zeigten gute Details, aber grob gerasterte Graufächen und zu helle Farben. Im Graukeil erschienen hässliche Stufen. Der Druck großer Aufträge mit wechselnden Grafik- und Bildinhalten dauerte lange, da der Drucker viel Zeit zum Rendern brauchte.

Zum Bedrucken von Umschlägen muss man die hintere Klappe öffnen und zwei Hebel umlegen. Danach bedruckte der L2770CDW die Umschläge sauber und knitterfrei. Fotos missfielen mit fetten Farbstreifen und heftigem Rotstich. In dunklen Bildbereichen sahen wir nur Schwärze. Auch Schwarz-Weiß-Bilder waren viel zu dunkel und detailarm.

Beim Kopieren ist das Brother-Gerät mit Abstand das langsamste im Testfeld. Das gilt trotz DADF auch für Duplexkopien. Bei Text störten deutlich Farbsäume um die Buchstaben, aus Graufächen machte der L3770CDW Blaufächen, die viel zu dunkle und streifige Kopie des Fotos taugt nicht mal als Probedruck.

Besser schneidet der L3770CDW als Scanner ab: Brother liefert praktische Software und eine gute, fehlerarme OCR für durchsuchbare PDFs mit. Fotoscans zeigten zwar einen Blau- stich, aber auch noch Details in dunklen Bildbereichen; Grafi- ken wurden sauber wiedergegeben.

- 👆 einfache Bedienung
- 👇 langsames Kopieren
- 👇 hohe Tonerkosten



## HP Color LaserJet Pro MFP M479fdn

Der vergleichsweise kompakte LaserJet M479fdn gibt Drucke über einen Schacht unter der hochklappbaren Scannereinheit aus. Das Scannerglas schließt mit dem Gehäuserand bündig ab, was das Entfernen der Vorlage erleichtert. Die Scannerklappe hat für Bücher in den Scharnieren kein Spiel. Man bedient das Gerät ausschließlich über den hellen, anklippbaren Touchscreen. Außer der frontalen USB-Buchse gibt es einen zweiten rückseitigen USB-Hostport für einen externen Auf- tragsspeicher.

Wer die App HP Smart für den HP+-Clouddienst nicht nut- zen möchte, kann das Offline-Installationspaket herunterladen, das Treiber und das Scanprogramm HP Scan, sowie die OCR Readiris enthält. Das Setup-Programm nervte mit vielen Daten- sammelanfragen. Die Bedienung des Geräts fällt aber leicht; das Web-Frontend bietet gute Übersicht, ein Admin-Passwort sollte man aber sofort einrichten. Die Smartphone-App HP Smart verlangt ebenfalls einen HP+-Account. Mobiles Drucken funktioniert jedoch auch über AirPrint und die Android-Plug-ins von HP und der Mopria.

Der LaserJet kennt nur Normalqualität und schafft 20 Text- seiten in der Minute in tadelloser Qualität. Beim Drucken fiel ein unangenehmer Geruch auf. Gut gefiel der schnelle Duplex- druck – der Duplexer bearbeitet zwei Blätter gleichzeitig. An der korrekten Farbwiedergabe hapert es: Auf Farbgrafiken war Blau zu hell und Rot viel zu dunkel, Fotos grünstichig und streifig. DL-Umschläge bedruckte der M479fdn sauber, ver- knitterte sie aber leicht am linken Rand. Beim Direktdruck vom USB-Stick kennt er viele Formate inklusive Word-Dokumenten.

Als Kopierer machte der LaserJet dank schnellem Duplex- druck und DADF eine gute Figur. Textkopien sahen bis auf leichte Unsauberkeiten an Buchstabenkanten gut aus, bei Grafiken hatten Graufächen einen Braunstich, auf den über- schärften Kopien von Fotos wurde aus Blau Lila und dunkle Details fehlten. Schwarz-Weiß-Kopien von Texten auf rotem und grünem Hintergrund gab er nur mit grauem oder fleckigem Hintergrund wieder.

Fotoscans überschärfte der LaserJet extrem bis zu Weiß- rändern an Kanten, Scans von Grafiken zeigten umrandete Buchstaben, Details waren unscharf. Die OCR machte bei gro- ßen und kleinen Schriften einige Fehler, für Standardschrift ist sie brauchbar.

- 👆 schneller Duplexdruck
- 👆 viele Formate von USB-Stick druckbar
- 👇 Farbwiedergabe





ab 02.11.



## Microsoft Teams professionell einsetzen

So nutzen Power User Microsoft Teams produktiv. Fünf Webinare geben Praxistipps für hybride Zusammenarbeit, sinnvolle Zusatz-Apps und angepasste Workflows.

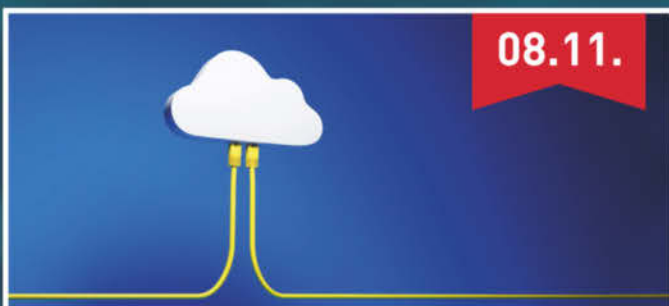


07. – 09.11.



## c't webdev

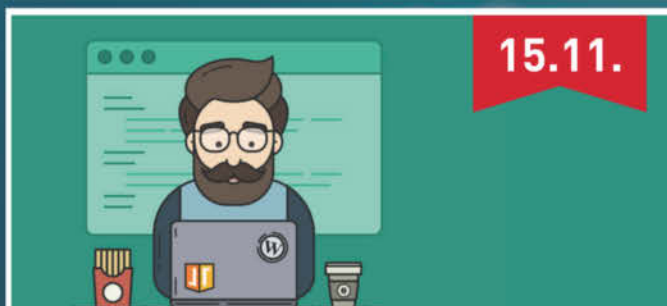
Die Konferenz in Köln bietet eine gute Gelegenheit für die Frontendler-Gemeinschaft, sich zu treffen und auszutauschen. Viele großartige Talks geben Einblicke in die Software-Technik, Best Practices und Technikrends.



08.11.

## Internetausfälle kompensieren

Fällt die Internetanbindung im Unternehmen aus, „steht“ oftmals der ganze Betrieb. Dieser Workshop vermittelt einen Überblick über aktuelle Techniken zu redundanten Internet-Anbindungen von Firmenstandorten.



15.11.

## WordPress für Einsteiger

Der praxisorientierte Workshop richtet sich an Neu- und Quereinsteiger in WordPress und bietet eine grundlegende und fundierte Einarbeitung in die aktuelle Version des populären CMS.



16.11., 23.11. & 30.11.



## Datenschutz in Arztpraxen

Das Webinar beleuchtet in drei Sitzungen die wichtigsten Themen aus dem Telematik- und Datenschutz-Alltag einer Arztpraxis. Es liefert unerlässliches Hintergrundwissen und gibt konkrete, praktische Tipps.



29. – 30.11.

## 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 und eigene Container-Erfahrungen auf der Kommandozeile.

Sichern Sie sich Ihren Frühbucher-Rabatt:

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



## Kyocera Ecosys MA2100cwx

Der MA2100 hat als einziges Testgerät keinen Duplex-ADF. Die Scannerklappe lässt sich für Buchscans um 3 Zentimeter in den Scharnieren anheben. Drucke gibt der Ecosys im Schacht unter der nicht hochklappbaren Scannereinheit aus. Das Bedienpanel nimmt die ganze Breite der Scannereinheit an und versprüht mit seinen zahlreichen, teils frei belegbaren Funktionstasten und dem kleinen Monochromdisplay viel Retro-Charme. Manchmal ist es aber intuitiver, statt viel Menü-Diving einfach eine Taste zu drücken.

Um sich auf dem Panel zurechtzufinden, legt Kyocera Schablonen zum Selbstbeschriften bei. Etwas Einarbeitungszeit ist aber nötig. Das gilt ebenso für das sehr umfangreiche Web-Frontend, für dessen Konfiguration Netzwerkkennnisse hilfreich sind. Für den Zugang zu Clouddiensten braucht man separate Software oder die Mobil-App Kyocera Print. Drucken vom Smartphone via AirPrint oder Android-Plug-ins ist kein Problem.

Der Ecosys druckt Text in guter Qualität, wenn auch Kanten unter der Lupe nicht ganz so messerscharf sind. Im Eco-Print-Modus spart er Toner mit weiter gut lesbaren Ergebnissen. Im Leise-Modus ist er nur halb so schnell, auch für Duplexdruck braucht er deutlich länger. Grafiken sahen bis auf die Farben sauber aus, das c't-Blau geriet zu dunkel und rötlich. Bei unserem Testfoto traf der MA2100 die Farben etwas besser, produzierte aber griesige Hintergründe. Umschläge verknitterte der Drucker am linken Rand.

Beim Kopieren legte der Ecosys einen Zahn zu, auch vom ADF kopierte er recht flott. Textkopien wirkten etwas unsauber, unter der Lupe fanden wir Farbtupfer zwischen den Buchstaben. Auf Grafikkopien wurden Graufächen zu Blaufächen, feine inverse Schriften waren mit Farbtupfern gesprenkelt. Besser gelangen Kopien von Fotos, allerdings mit stark aufgehellten Gesichtern. Farbhintergründe auf Textseiten filterte der MA2100 vorbildlich.

Die Netzwerkschnittstelle des Twain-Treibers akzeptierte das hauseigene SSL-Zertifikat nicht, das Programm Quick Scan dagegen schon. Fotoscans waren leicht unscharf und blautichig, auf Grafiken umrandete er graue Schriften. Eine OCR liefert Kyocera nicht mit. An Nebenstellen klappt der Faxversand nicht, da die Wähltonerkennung nicht abschaltbar ist.

- ↑ Netzwerk- und Sicherheitsfunktionen
- ↓ veraltete Software
- ↓ Fax-Wähltonerkennung nicht abschaltbar



## Xerox C315

Der voluminöse C315 gibt Druckseiten nicht nach oben, sondern nach hinten aus. Statt eines Multifunktionseinzugs liegt unter dem Papierfach nur ein Slot für Einzelmedien. Die Scannerklappe hat mit 1,5 Zentimeter wenig Spiel in den Scharnieren. Das anklappbare Bedienpanel enthält einen kapazitiven Touchscreen, breite Funktionstasten und ein Ziffernfeld. An der rechten Panelseite ist ein USB-Hostport versteckt.

Xerox verkauft XL-Kartuschen mit hoher Reichweite (5500 und 8000 Seiten), die die Tonerkosten pro Seite moderat halten. Die beiliegende CD enthält nur Drucktreiber, Twain-Treiber und Handbuch findet man auf der Xerox-Service-Site. Die Bedienung der Grundfunktionen klappt noch intuitiv, Einstellungen sind aber oft mehrdeutig und schlecht dokumentiert. Das gilt auch für das sehr umfangreiche, aber unübersichtliche Web-Frontend. Die Mobil-App Xerox Workplace wollte auf dem lokalen Gerät nicht drucken, AirPrint und das Mopria-Plug-in funktionierten aber.

Mit 30 Textseiten pro Minute druckt der C315 sehr schnell und in bester Qualität. Der Entwurfsdruck ist leicht blasser und tonersparender. Die etwas langsamere Einstellung „hohe Auflösung“ kann man sich bei Text sparen, optisch fanden wir keine Verbesserung. Der Duplexer bremst den flotten Drucker nur wenig aus. Bei Mischdokumenten mit hohem Grafikanteil überlässt der C315 dem Treiber das Rendern, was Druckzeit spart. Grafiken druckte er in guter Qualität, Fotos zeigten einen Blaustich und leichte Streifen. Insgesamt bot das Xerox-Gerät aber noch die beste Farbwiedergabe im Test. Umschläge bedruckte es nur einzeln, aber ohne Verknittern.

Auch als Kopierer arbeitet der C315 sehr zügig und mit guter Textqualität. Der ADF muss Vorlagen beim Duplexkopieren wenden, tut dies aber in hohem Tempo. Geknickte Vorlagen zog er gerade ein, auf den Kopien fanden wir nur wenig Artefakte. Auch Farbhintergründe entfernte er ordentlich, wenn wir die Druckdichte verringerten. Auf Grafikkopien störten Falschfarben – aus dem c't-Blau wurde Lila, Fotos kopierte er zu hell und mit Grünstich.

Zum Scannen gibt es nur einen einfachen Twain-Treiber. Fotoscans waren blautichig und dunkle Details sofften im Schwarz ab. Grafiken gelangen außer einigen Kanten an grauen Schriften gut. Eine OCR fehlt.

- ↑ schneller Druck
- ↑ moderate Tonerkosten, hohe Reichweite
- ↓ schlechte Dokumentation



trieb leistungshungrig und brauchen etwa zwischen 330 (Kyocera Ecosys) und 525 Watt (Brother MFC-L3770). Vergleichbare Tintengeräte benötigen beim Drucken nur 20 bis 25 Watt. In Bereitschaft halten die Drucker von Brother und Kyocera die Fixiereinheiten durch kurze Heizimpulse alle 30 Sekunden auf Temperatur, das Xerox-Gerät heizt nur sporadisch und offenbar nur bei Bedarf. Daher sollte man die Geräte möglichst schnell in den Ruhe- oder Energiesparmodus wechseln lassen, was alle Testdrucker ab Werk schon nach einer Minute tun. Dann liegt der Energiebedarf bei weniger als zwei Watt und etwa auf dem Niveau von Tintendruckern.

### Druckspezialisten

Laserdrucker genießen den Ruf, exzellente Druckqualität bei hoher Druckgeschwindigkeit abzuliefern. Bei Texten stimmt das auch: Selbst unter einer starken Lupe sehen die Buchstabenkanten fast aller unserer Testdrucker wie mit dem Lineal gezogen aus. Nur beim Ecosys wirken die Kanten wegen einer Wolke aus feinsten Tonerteil-

chen leicht unscharf. Mit bloßem Auge fällt dies aber kaum auf und die Textdruckqualität entspricht der eines guten Bürotinten-druckers mit stark pigmentierter Tinte. Deren Textdrucke erreichen fast Laserqualität, da die Tinte kaum in die Papierfasern eindringt und die an der Papieroberfläche verbleibenden Farbpigmente ähnlich dem Toner für eine gute Deckung sorgen.

Schon bei farbigen Firmenlogos und Geschäftsgrafiken, spätestens aber bei der Wiedergabe von Fotos zeigen sich die Nachteile der Laserdrucker: Da sich die Tonerteilchen beim Übereinanderdrucken gegenseitig abdecken, können die Drucker Farben nur rastern, die Grundfarben also dicht nebeneinander drucken, sodass der Eindruck einer Mischfarbe entsteht. Das klappte bei unseren Testmodellen mehr oder weniger schlecht. So schaffte es nur der Xerox C315, das Blau des c't-Logos annähernd zu treffen. Bei allen anderen wurde daraus ein Mitternachtsblau oder sogar ein dunkles Lila.

Zwar versprechen die Hersteller hohe Auflösungen von 1200 dpi oder mehr. Eine

Verbesserung der Rasterqualität bemerkten wir aber kaum. Bei der Wiedergabe von Farb- und Graufächern spielt auch die Art des Rasters eine Rolle. Die Resultate sind zu dunkel oder zu hell, streifig oder fleckig. Auf Fotos zeigten sich abgesehen von der schlechten Farbgenauigkeit farbig schillernde Streifen und fleckig oder grießige Hintergründe. Bei der für Laserdrucker schwierigen Fotowiedergabe schnitt das Testgerät von Xerox am besten, das von Brother am schlechtesten ab. Laserdrucker sind nun einmal Textspezialisten; bei der Farbgrafik- und Fotowiedergabe ist ihnen so gut wie jeder Billigtintendrucker überlegen.

### Büroprofis

Bürotypische Drucksachen erledigten alle Testkandidaten flott. Anders als viele Tintendrucker, die bei hoher Druckqualität extrem langsam arbeiten, lieferten alle Text in guter Qualität und mit einer Geschwindigkeit von mindestens 20 Seiten pro Minute ab. Der Kyocera Ecosys schaffte diese Marke knapp, der Xerox C315 setzte sich mit über 30 Seiten in der Minute an

ONLINE-WEBINAR

# Datenschutz in Arztpraxen

3-teiliges Webinar für Ärzte  
und ärztliche IT-Dienstleister

**16., 23. sowie 30. November 2022**

Dieses Online-Webinar von c't beleuchtet in drei Sitzungen zu je zwei Stunden die wichtigsten Themen aus dem Telematik- und Datenschutz-Alltag einer Arztpraxis, liefert unerlässliches Hintergrundwissen und gibt konkrete, praktische Tipps.

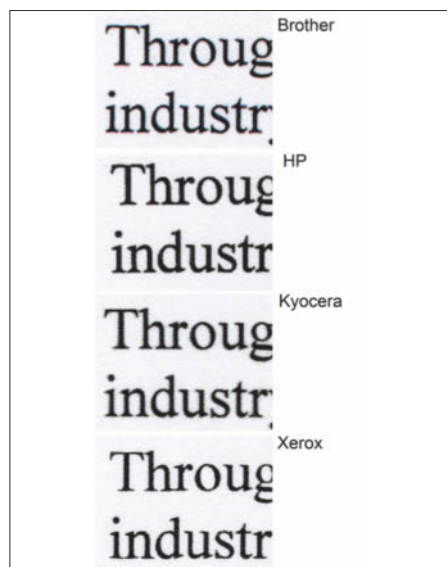
**c't**  
WEBINAR

**Jetzt Tickets sichern:**

[webinare.heise.de/datenschutz-in-arztpraxen](https://webinare.heise.de/datenschutz-in-arztpraxen)







**Beispiele aus Textkopien unserer Testgeräte: Der Brother MFC-L3770CDW verzerrt Buchstaben unten mit einem bunten Rand, der Kyocera setzt bunte Punkte zwischen die Buchstaben. Die zum Teil sichtbaren gelben Punkte gehören allerdings zum Identifikationscode MIC, den alle Farblaserdrucker im Test drucken.**

die Spitze. Bis auf den HP LaserJet Pro bieten alle Testdrucker einen Entwurfs- oder Sparmodus, der weniger Toner verbraucht. Die weiterhin gut lesbare Schrift wirkte dann leicht blasser. Die Drucker von Brother und Kyocera arbeiten auf Wunsch etwas leiser, aber auch langsamer.

Bis auf das Brother-Modell kopieren alle Testgeräte etwa so schnell wie sie drucken. Trotz DADF blieb der Brother MFC-L3770 auch beim beidseitigen Kopieren weit hinter dem Rest des Testfelds zurück. Als Büroprofis sind alle Testgeräte für gute Textkopien optimiert: Verknickte Textseiten zogen sie ohne Probleme ein und die Kopien zeigten kaum Spuren von Knicken oder Eselsohren. Auch von Text auf Farbpapier lieferten fast alle bestens lesbare Schwarz-auf-Weiß-Kopien, wenn man die Druckdichte verringert beziehungsweise die Helligkeit erhöht. Nur der HP LaserJet Pro hatte Probleme mit Rot- und Grünhintergründen.

Wie bei Farbkopierern und Laser-Multifunktionsdruckern üblich, finden sich auch auf den Kopien unserer Testgeräte die berühmt-berüchtigten gelben Punkte (Yellow Dots). Dabei handelt es sich um den sogenannten Machine Identification Code (MIC), der die Seriennummer des Druckers, sowie Datum und Uhrzeit in einem Punktraster kodiert. Die

gelben Punkte sind mit bloßem Auge kaum zu sehen, im Sonnenlicht mit einer Lupe aber auffindbar.

Das Scannen funktioniert mit Textvorlagen ebenfalls am besten, Fotoscans sind mit unseren Testkandidaten abgesehen vom Brother MFC-L3770 keine gute Idee, wenn man auf Bilddetails und korrekte Farben Wert legt. Meist schärfen die Geräte oder die Scansoftware kräftig nach, was gut für Texte aber schlecht für detailreiche Bilder ist. Vom Nachschärfen profitieren besonders Texterkennungen (Optical Character Recognition, OCR), die aus den Scans durchsuchbare PDFs erstellen. OCR-Software lieferten aber nur Brother und HP mit.

Alle Geräte sind wie von Bürodruckern zu erwarten netzwerkfähig und finden per Ethernetkabel oder bis auf den HP LaserJet Pro auch per WLAN Anschluss ans Büro- oder Hausnetzwerk. Auf diese Weise kann man sie von mehreren Arbeitsplätzen aus benutzen und über umfangreiche Web-Frontends bequem administrieren. Hierüber kann ein Administrator Scanziele etwa über einen eigenen SMTP-Client an E-Mail-Adressen oder auch an Netzfreigaben und FTP-Server einrichten. In den Frontends gibt es außerdem zahlreiche Sicherheitsfunktionen von SSL/TLS-Verschlüsselung, über Nutzeraccount-Management bis zu Secure Printing – Anwender müssen sich am Drucker ausweisen, bevor dieser den Auftrag druckt. Ebenso lassen sich die

USB-Host-Ports als Scanziele abschalten oder der Faxversand einschränken.

## Fazit

Farblaserdrucker lohnen sich wegen der hohen Tonerkosten am ehesten für Wenigdrucker, bei denen monatelang nicht gedruckt wird. Denn der Toner trocknet nicht ein und die Geräte sind auch nach langer Standzeit in einer Minute wieder druckbereit. Die Testgeräte Brother MFC-L3770CDW und HP Color LaserJet Pro MFP M479fdn sind gut bedienbar, aber sowohl in der Anschaffung als auch bei den Druckkosten sehr teuer.

Besser eignen sich die etwas günstigeren Geräte der auf Großkunden spezialisierten Anbieter Kyocera und Xerox. Wer jedoch mit deren Modellen Ecosys M2100cwf und C315 regelmäßig scannen und durchsuchbare PDFs etwa zum Archivieren erstellen will, muss zum Kaufpreis eine separate OCR-Software hinzurechnen. Wer viel druckt und auf die Vorzüge des Laserdruckers Wert legt, ist mit dem Xerox C315 gut beraten, der die höchste Druckgeschwindigkeit und die beste Qualität im Test ablieferte und dazu noch halbwegs moderate Tonerkosten verursacht. (rop@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Rudolf Opitz, Bunt fürs Büro, Multifunktions-Farblaserdrucker ab 240 Euro, c't 9/2020, S. 102

## Ausgabezeit erste Seite

	Aus [s]	Sparmodus [s]	Bereitschaft [s]
	◀ besser	◀ besser	◀ besser
Brother MFC-L3770CDW	40	17	16
HP CLJ Pro MFP M479fdn	45	11	10
Kyocera Ecosys MA2100cwf	48	16	12
Xerox C315	67	15	11

## Druckleistung (ISO-Seite Farbe)

[Seiten / Minute]	Standard	Leise-Modus	Beste Qualität	Standard Duplex
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶
Brother MFC-L3770CDW	22,3	10,5	22,3	8,7
HP CLJ Pro MFP M479fdn	24,2	-	-	22,9
Kyocera Ecosys MA2100cwf	20,4	9,9	20,4	11,1
Xerox C315	30,9	-	22,9	15,9

## Kopierzeiten

[Minuten:Sekunden]	Farbe 20 Kopien	20 ADF-Kopien	10 Blatt Duplex	A4-Foto
	◀ besser	◀ besser	◀ besser	◀ besser
Brother MFC-L3770CDW	1:56	1:57	4:37	0:32
HP CLJ Pro MFP M479fdn	1:00	1:09	01:08	0:24
Kyocera Ecosys MA2100cwf	1:07	1:48	-	0:11
Xerox C315	0:54	0:54	1:37	0:17

# Multifunktions-Farblaserdrucker

Gerät	Brother MFC-L3770CDW	HP Color LaserJet Pro MFP M479fdn	Kyocera Ecosys MA2100cwf	Xerox C315
Hersteller, URL	Brother, brother.de	HP, hp.com/de	Kyocera, kyoceradocumentsolutions.de	Xerox, xerox.de
Druckverfahren / Kartuschen	LED, Singlepass / 4	Laser, Singlepass / 4	Laser, Singlepass / 4	Laser, Singlepass / 4
Auflösung (Fotodruck) <sup>1</sup>	2400 dpi × 600 dpi	600 dpi × 600 dpi	1200 dpi × 1200 dpi	1200 dpi × 1200 dpi
Papiergewichte <sup>1</sup> / Papierablage <sup>1</sup>	60 g/m² ... 163 g/m² / 150 Blatt	60 g/m² ... 176 g/m² / 150 Blatt	60 g/m² ... 220 g/m² / 150 Blatt	60 g/m² ... 216 g/m² / 120 Blatt
Papierzufuhr / erweiterbar <sup>1</sup>	1 × Kassette 250 Blatt, 30 Blatt MF-Zufuhr / —	1 × Kassette 250 Blatt, 50 Blatt MF-Zufuhr / 550-Blatt-Fach	1 × Kassette 250 Blatt, 50 Blatt MF-Zufuhr / 250-Blatt-Fach	1 × Kassette 250 Blatt, Einzelblatteinzug / 100-Blatt-MF-Zufuhr, 550-Blatt-Fach
Drucken von USB-Stick	✓ (JPEG, TIFF, PDF)	✓ (JPEG, TIFF, PNG, PDF, MS-Word)	✓ (JPEG, TIFF, PDF, XPS)	✓ (JPEG, BMP, GIF, TIFF, PNG, PCX, DCX, PDF, XPS, MS-Office)
monatl. Druckvolumen (empf. / max.) <sup>1</sup>	300 bis 1500 S. / k. A.	750 bis 4000 S. / 50.000 S.	bis 2000 S. / 65.000 S.	bis 6000 S. / 80.000 S.
Scanner: Auflösung physikalisch <sup>1</sup>	2400 dpi × 1200 dpi, 1200 dpi × 600 dpi (ADF)	1200 dpi × 1200 dpi	600 dpi × 600 dpi	600 dpi × 600 dpi
Vorlageneinzug / Duplex	50 Blatt / ✓ (DADF)	50 Blatt / ✓ (DADF)	50 Blatt / —	50 Blatt / ✓ (RADF)
OCR-Software / Blauer Engel (RAL UZ 219)	✓ (integriert) / —	✓ (Readiris) / ✓	— / ✓	— / ✓
<b>Netzwerk- / Cloud-Funktionen</b>				
Scan to E-Mail / FTP / SMB-Freigabe	✓ / ✓ / ✓	✓ / — / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Scan to USB-Stick / Cloudspeicher / Sharepoint	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / — / —	✓ / — / ✓
Druck-App	Brother iPrint&Scan (Android, iOS)	HP Smart (Android, iOS; nur mit Smart-Konto)	Kyocera Print (Android, iOS)	Xerox Workplace (Android, iOS, nur via IPPs)
NFC / WiFi Direct	✓ / ✓	— / ✓	— / ✓	— / ✓
AirPrint / Android Print / Mopria	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Cloud-Dienst des Herstellers	Brother Web Connect	HP Smart	—	Xerox Print and Scan
<b>Kopieren und Faxen</b>				
Skalierung	25 % ... 400 % (1%-Schritte)	25 % ... 400 %	25 % ... 400 % (1%-Schritte)	25 % ... 400 %
autom. Duplex-Kopie / PC-Fax	✓ / ✓	✓ / ✓ (nur senden)	— / ✓ (nur senden)	✓ / ✓ (nur senden)
quali. Sendebericht mit Faxkopie	✓	✓	✓	✓
<b>Sonstiges</b>				
Schnittstellen	USB 2.0, Ethernet, WLAN (IEEE802.11n 2,4 GHz), Wi-Fi Direct, RJ-11 (Fax, Telefon)	USB 2.0, Ethernet, RJ-11 (Fax, Telefon)	USB 2.0, Ethernet, WLAN (IEEE802.11n 2,4 GHz), Wi-Fi Direct, RJ-11 (Fax, Telefon)	USB 2.0, Ethernet, WLAN (IEEE802.11n 2,4 GHz), Wi-Fi Direct, RJ-11 (Fax, Telefon)
Abmessungen (B × T × H) / Gewicht	41 cm × 51 cm × 42 cm / 24,5 kg	43 cm × 45 cm × 39,5 cm / 19 kg	42 cm × 47 cm × 50 cm / 26 kg	45 cm × 63 cm × 53 cm / 27,1 kg
Display	9,3-cm-Touchscreen (resistiv)	10,9-cm-Touchscreen (kapazitiv)	LC-Display, 5-zeilig, bel.	10,9-cm-Touchscreen (kapazitiv)
Treiber für Windows	ab Windows 7 SP1, ab Server 2008	ab Windows 7 SP1, ab Server 2008 R2	ab Windows 8.1, ab Server 2012	ab Windows 8, ab Server 2008 SP2
Treiber für Mac / Sonstige	macOS ab 10.11.6 / Linux	macOS ab 10.12 / Linux (HPIp), Citrix	macOS ab 10.9 / Chrome OS, Linux	macOS ab 10.14 / Linux
Software	Brother Utilities, Control Center 4, iPrint&Scan, PaperPort 14 SE	HP Smart, HP Scan, OCR-Engine Readiris, Twain Administration	WiFi Setup Tool, File Management Utility, Kyocera Quick Scan, Net Viewer, Net Direct Print, Remote Work Assistant	Xerox Print and Scan Experience, Xerox Notifications, Scanner Management Utility
Sicherheit	Secure Print, IPPs, HTTPS, IP-Filter (Black-/Whinte-Listing)	Secure Print, HTTPS, IPPs, Firewall, Netzfilter	Secure Print, HTTPS, IPPs, IPsec, Kerberos	Secure Print, HTTPS, IPPs, IPsec, LDAP-Anmeldung, IP-Blacklisting
Druckersprachen	PCL 6, PS3, PDF 1.0, XPS 1.0	PCL 5c, PCL 6, PS3, PDF, URF,	Prescribe IIc, PCL 5c, PCL6, KPDL3 (PS3), PDF 1.7, XPS	PCL 5c, PCL 6, PS3, PDF 1.7, XPS
<b>Tonerkartuschen</b>				
mitgeliefert	Standardtoner (1000 S.)	Setup-Toner (2400 S. BK / 1200 S. C,M,Y)	1500 S. (BK und C,M,Y)	Starter (1500 S. BK / 1000 S. C,M,Y)
Schwarz (Reichweite <sup>1</sup> )	TN-243BK (1000 S.); XL: TN-247BK (3000 S.)	HP 415A BK (2400 S.); XL: 415X BK (7500 S.)	TK-5430K (1250 S.), TK-5440K (2800 S.)	Standard 6R04356 (3000 S.), XL 6R04364 (8000 S.)
Farbe (Reichweite <sup>1</sup> )	TN-243C,M,Y (je 1000 S.); XL: TN-247C,M,Y (je 2300 S.)	415A C,M,Y (je 2100 S.); XL: 415X C,M,Y (je 6000 S.)	TK-5430 C,M,Y (je 1250 S.), TK-5440 C,M,Y (je 2400 S.)	Standard C,M,Y (4357-59, je 2000 S.), XL (4365-67, je 5500 S.)
Tonerkosten pro ISO-Seite (XL-Kartuschen)	18,99 Cent, Schwarzanteil 3,47 Cent	16,94 Cent, Schwarzanteil 2,77 Cent	17,85 Cent, Schwarzanteil 2,98 Cent	13,86 Cent, Schwarzanteil 2,28 Cent
sonst. Verbrauchsmaterial	Trommel (18.000 S.), Transfereinheit (50.000 S.), Resttonerbehälter (50.000 S.)	— (Fototrommeln in den Tonerkartuschen integriert)	— (3 Jahre oder 100.000 S. Garantie auf Trommel und Fuser)	Fototrommeln (KB und C,M,Y-Set, je 125.000 S.)
Verbrauchskosten pro ISO-Seite (XL-Kartuschen)	20 Cent	16,94 Cent	17,85 Cent	14,2 Cent
<b>Messergebnisse und Bewertungen</b>				
Druckzeiten [min:sek]	PDF gemischt 100 S.: 10:21, JPEG-Foto von USB-Stick: 1:02	PDF gemischt 100 S.: 4:43, JPEG-Foto von USB-Stick: 0:41	PDF gemischt 100 S.: 6:51, JPEG-Foto von USB-Stick: 0:30	PDF gemischt 100 S.: 4:30, JPEG-Foto von USB-Stick: 0:10
Scanzeiten	A4-Vorlage 300 dpi: 6 s, 600 dpi: 15 s	A4-Vorlage 300 dpi: 5 s, 600 dpi: 11 s	A4-Vorlage 300 dpi: 13 s, 600 dpi: 32 s	A4-Vorlage 300 dpi: 6 s, 600 dpi: 9 s
Geräuschmessung	Drucken: 7,5 sone, leise Drucken: 5,3 sone, ADF-Scan: 6,1 sone	Drucken: 8,6 sone, ADF-Scan: 6,0 sone	Drucken: 7,6 sone, leise Drucken: 5,9 sone, ADF-Scan: 8,3 sone	Drucken: 9,0 sone, ADF-Scan: 9,2 sone
Scheinleistung (Drucken)	630 VA	700 VA	580 VA	730 VA
Bedienung / Netzwerk	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	○ / ○	⊕ / ○
Textdruck / Tonersparen	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / —	⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕
Grafik- / Fotodruck	⊖ / ⊖⊖	○ / ○	⊕ / ○	⊕ / ○
Kopierqualität Text / Grafik / Foto	○ / ○ / ⊖⊖	⊕ / ○ / ⊖	○ / ○ / ○	⊕ / ○ / ⊖
Scanqualität / OCR	⊕ / ⊕	⊖ / ○	○ / —	○ / —
Herstellergarantie	3 Jahre	1 Jahr Vor-Ort	2 Jahre Bring-in	1 Jahr Vor-Ort
Gerätepreis (UVP/ Straße)	623 € / 640 €	680 € / 740 €	600 € / 510 €	540 € / 490 €
<sup>1</sup> Herstellerangabe ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden — nicht vorhanden k. A. keine Angabe				



Bild: Rudolf A. Blaha

# Ausgezeichnet

## Test: Sechs Markdown-Editoren für Windows, macOS und Linux

**Es muss nicht immer Word sein. Die Auszeichnungssprache Markdown hat sich längst aus der Nerd-Nische befreit und erlaubt es, sich auf den Inhalt zu konzentrieren, ohne ganz auf Struktur und Form zu verzichten. Die hier vorgestellten Editoren sollen den Ein- und Umstieg leichtmachen.**

Von Stefan Wischner

**M**arkdown ist eine Auszeichnungssprache für Texte. Sie wurde von Aaron Schwarz und John Gruber entwickelt, um

fürs Internet in einer lesbareren Form schreiben zu können als es HTML mit seinen sperrigen Tag-Konstrukten erlaubt [1]. Nicht nur Webdesigner und Verfasser technischer Dokumentationen schwören auf Markdown – inzwischen haben längst auch Blogger, Journalisten und Buchautoren die Vorzüge der leicht zu lernenden Syntax für sich entdeckt und funktionsüberladenen Textprogrammen den Rücken gekehrt. Auch einige c't-Kollegen schreiben ihre Artikel in Markdown.

Wir haben für diesen Vergleich sechs Editoren ausgewählt, die sich zwar auch für Programmierer und Webdesigner eignen, sich vor allem aber als ablenkungsfreie Schreibprogramme für Texter verstehen. Caret, Ghostwriter, iA Writer, Poe Writer, Typora und Writemonkey sollen mit speziellen Funktionen und Anzeige-

modi alle Vielschreiber ansprechen, auch Verfasser gänzlich untechnischer Prosa.

Ghostwriter gibt es offiziell nur für Windows und Linux. Auf GitHub findet sich zwar auch eine Mac-Version, aber nur als Sourcecode, der zunächst kompiliert werden will. iA Writer ist für macOS und Windows und zudem für die Mobilsysteme iOS/iPadOS und Android verfügbar. Von den übrigen vier existieren Versionen für alle drei Desktopsysteme bei nahezu identischer Oberfläche und Bedienung.

Wer sich ausschließlich in einem Betriebssystem bewegt, hat eine noch größere Auswahl an Markdown-Editoren. Für Apple-Nutzer bieten sich zum Beispiel die kostenpflichtigen Programme ByWord, Paper und Taio oder das kostenlose macOS an. Unter Linux-Nutzern beliebt sind beispielsweise AbriCotine, Apostrophe und Remarkable. Links zu den jeweiligen Editoren finden Sie unter [ct.de/ym3s](http://ct.de/ym3s).

### Mit oder ohne WYSIWIG

Um Markdown-Texte zu schreiben, braucht man eigentlich gar keinen speziellen Editor. Es handelt sich bei den Dokumenten um Textdateien mit zusätzlichen Satzzeichen, die Textauszeichnungen (fett, kursiv, durchgestrichen) und Formate wie Links, einzubettende Bilder oder Aufzählungen kennzeichnen. Daher tippt man Mark-



down-Texte auch problemlos mit einfachen Texteditoren und jeder Textverarbeitung, die reine Textdateien exportieren kann. Für das Markup-Format hat sich die Endung .MD eingebürgert.

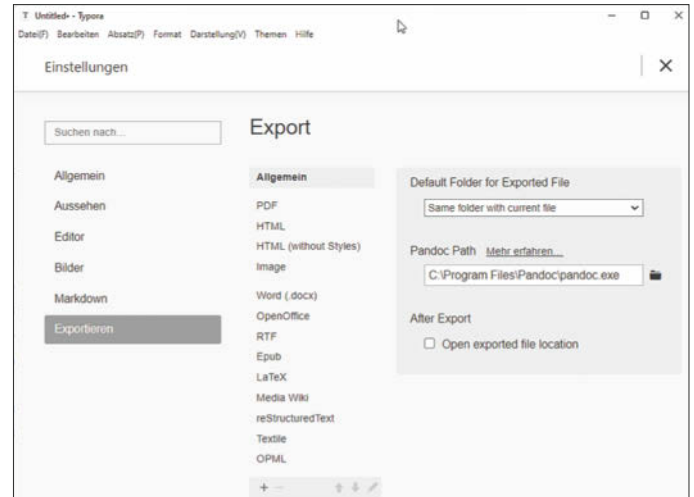
Jedoch fügen spezielle Markdown-Editoren einiges an Komfort und Funktionen hinzu. Zum Beispiel zeigen Sie die Auswirkungen von Markdown-Auszeichnungen in einer WYSIWYG-Vorschau (What You See Is What You Get) an – entweder in einem separaten Fenster (bei Caret, Ghostwriter, iA Writer und Writemonkey) oder automatisch direkt nach der Eingabe im Editor. Das können Poe Writer und Typora, wobei man bei letzterem zwischen Markdown-Ansicht und Vorschau wechseln kann.

Zusätzlich stellen manche Editoren zumindest einfache Auszeichnungen wie fett oder kursiv auch im Sourcecode dar, lassen die Markdown-Zeichen aber trotzdem stehen. Aus „**Begriff**“ wird also „**Begriff**“.

In allen Programmen kann man die wichtigsten Auszeichnungen auch aus einem Menü wählen – ganz wie man es von herkömmlichen Textverarbeitungen kennt. So tasten sich Markdown-Lehrlinge nach und nach an die Syntax heran und greifen mit fortschreitender Übung immer seltener zur Maus.

Als weitere Erleichterung helfen alle Programme außer iA Writer und Poe Writer bei der Eingabe von Markdownzeichen

**Das kostenlose Kommandozeilen-Tool Pandoc konvertiert Markdown-Texte in viele Formate. In Typora kann man es direkt einbinden.**



und Klammern, indem sie nach Eingabe eines Zeichens das Paar automatisch vervollständigen. Tippt man also eine geöffnete Klammer, landet die geschlossene gleich dahinter und der Cursor zwischen beiden.

## Nichts für schön Gedrucktes

Zum Gestalten von Druckwerken eignen sich Markdown-Texte nicht, auch nicht für Geschäftsbriefe und schon gar nicht für Bücher. Die Formatierungsmöglichkeiten sowie Gliederungsfunktionen wie mehrstufige Überschriften sollen Texte lediglich etwas in Form bringen. Für den Druck fehlen unter anderem sämtliche Funktio-

nen zur Seitengestaltung. Die getesteten Programme sind vornehmlich dazu gedacht, Texte zum digitalen Weiterverarbeiten zum Beispiel mithilfe von Content-Systemen wie Blog- und Redaktions-CMS vorzubereiten.

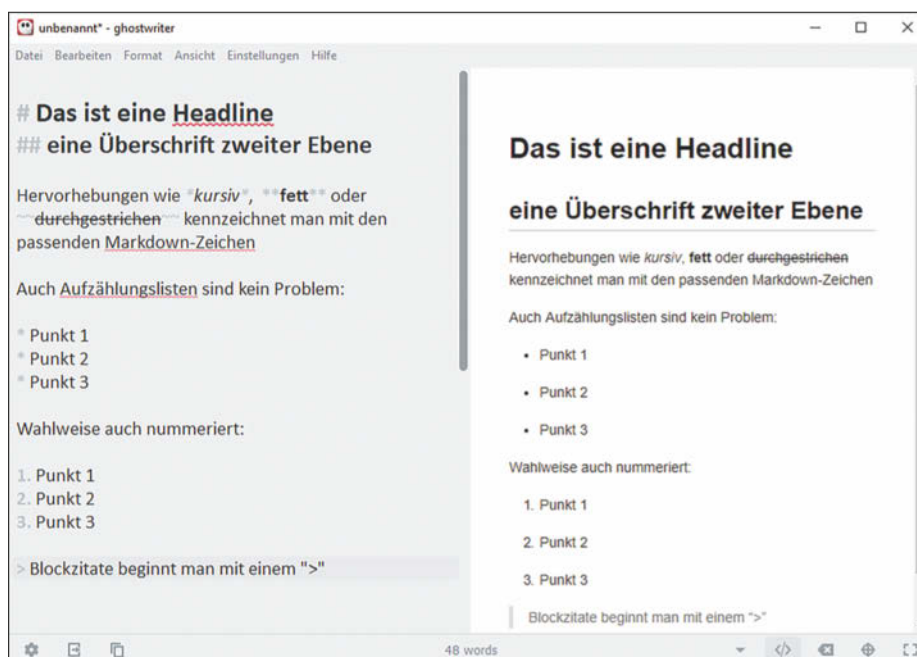
Für ein gefälliges Drucklayout sorgt ein geeigneteres Programm, entweder eine Textverarbeitung vom Kaliber eines Microsoft Office oder Libre Office Writer oder eine DTP-Software wie Adobe InDesign. Dummerweise interpretieren viele davon kein Markdown, können damit ohne Konvertierung also nicht viel anfangen. Eine Option ist der Export ins HTML-Format, das die meisten Text- und Layoutprogramme lesen können. Diese Möglichkeit bieten alle im Testfeld außer Poe Writer und Writemonkey. iA Writer kann zudem Word-Dateien (DOCX) schreiben.

Alternativ konvertiert man die Markdown-Dateien mit dem darauf spezialisierten Open-Source-Tool Pandoc (ct.de/ym3s), das aus Markdown-Texten RTF-, DOCX- oder das speziell für InCopy/InDesign passende ICML-Format erzeugen kann. Pandoc ist jedoch ein Kommandozeilen-Tool. Als einziger Editor in diesem Vergleich klinkt Typora Pandoc auf Wunsch als Plug-in ein und exportiert anschließend viele Formate bequem auf Mausklick.

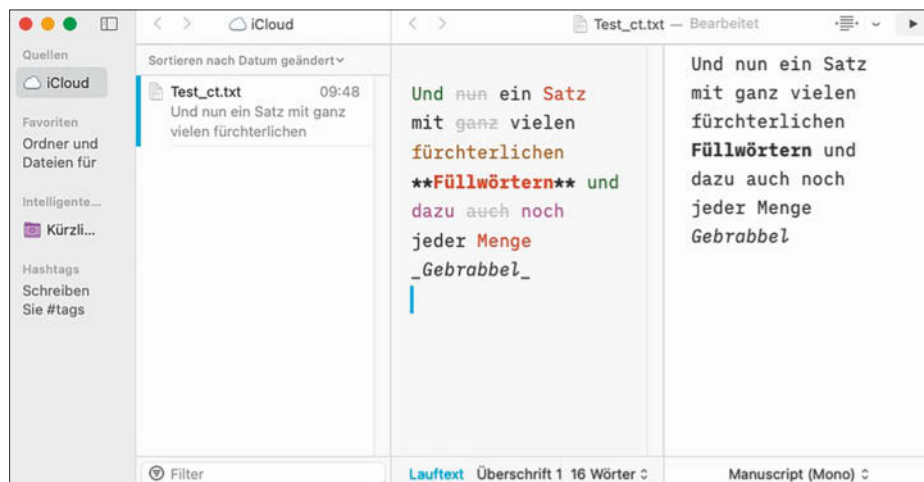
## Schreib(ge)hilfen

Alle Kandidaten zeigen auf Wunsch ständig die Wort- und Zeichenzahl an, teils sogar die geschätzte Lesezeit. iA Writer lässt Autoren zudem ein Schreibziel setzen, Poe Writer und Ghostwriter werten die Schreibleistung der aktuellen Session aus.

Alle Editoren versprechen möglichst ablenkungsfreies Schreiben: Neben einem Vollbildmodus gibt es den Fokusmodus,



**Die meisten Markdown-Editoren (hier: Ghostwriter) zeigen Texte in zwei Spalten an. Links steht die Markdown-Version mit sichtbarer Syntax, rechts eine gerenderte Vorschau.**



**iA Writer mahnt auf Wunsch Füllwörter und Phrasen an und markiert Wortarten wie Substantive und Adjektive farbig.**

der den gerade bearbeiteten Absatz oder die aktuelle Zeile hervorhebt und den übrigen Text abdunkelt. Der optionale Schreibmaschinenmodus übernimmt eine Eigenheit des antiken Schreibgeräts: Der Cursor steht immer in der vertikalen Mitte, auch beim Scrollen. Das restliche „Blatt“ bewegt sich auf und ab. Das kann gerade auf großen Monitoren nach einer Eingewöhnungsphase hilfreich sein. Lediglich Poe Writer bietet diese Option nicht.

Gegen Schraibfähler hilft die in allen Editoren vorhandene Rechtschreibprüfung, wenngleich es keine Hinweise auf die zugrundeliegenden Wörterbücher gibt. Bei Writemonkey muss man das deutsche Wörterbuch manuell nachinstallieren, Caret prüft bislang nur englische Texte. iA Writer geht noch einen Schritt weiter, es prüft Sätze auf ihre Syntax und beurteilt auf Wunsch auch den Schreibstil, indem es zum Beispiel Füllwörter und Phrasen farbig markiert.

Eine Besonderheit von Ghostwriter ist der „Hemingway“-Modus, der die Löschtaste und Backspace-Taste deaktiviert. Die Philosophie dahinter: Erst ohne Ablenkung schreiben, später korrigieren. Ganz konsequent ist diese Hardcore-Einstellung aber nicht. Markieren und überschreiben lassen sich Textteile nämlich trotzdem.

Bei größeren Textprojekten kann es helfen, wenn der Editor Textdokumente organisiert und zum Beispiel alle Kapiteldateien eines Buchprojekts zusammenfasst. Das klappt recht gut mit Writemonkey, das Textdokumente in lokalen Datenbanken speichert. Noch besser wäre es, wenn Writemonkey dafür auch Metadaten und Tags unterstützen würde. Auch Poe

Writer organisiert mehrere Texte auf Wunsch in Projekten, jedoch nur in der Kaufversion. Typora kann immerhin alle MD-Dateien eines Ordners in seiner Navigationsleiste anzeigen – organisieren muss man sie aber zu Fuß mit Ordnerstrukturen im Dateisystem.

### Das Auge tippt mit

Markdown hat mit Typografie und Seitengestaltung nichts am Hut, deshalb spielt es auch keine Rolle, welche Schriftart, -farbe und -größe der Editor nutzt. Nichts davon würde in der MD-Datei gespeichert werden. Dennoch möchte man vielleicht eine gefällige Schreibumgebung haben und sich nicht mit einem weißen Editor-Fenster und einer schnöden Systemschrift begnügen.

Außer vorgegebenen Kombinationen von Schriftart, -farbe und Fensterhintergrund (Themes) kann man die Oberfläche

bei allen Programmen auch selbst gestalten. Flexibilität und Aufwand unterscheiden sich allerdings deutlich. So unterstützen vier der Programme nur eine Handvoll Schriften; lediglich bei Ghostwriter und Poe Writer darf man alle auf dem jeweiligen System installierten Fonts nutzen. Das sind auch die beiden Editoren, bei denen man die Optik komfortabel über Optionsdialoge einstellt. Bei den anderen lädt man entweder Theme-Dateien aus dem Netz nach oder erstellt eigene als CSS-Datei (Cascading Style Sheets), was zumindest Webdesign-Grundkenntnisse erfordert.

Den bei vielen Textarbeitern beliebten Dark Mode bieten alle Programme – entweder als Option oder im Rahmen eines Themes mit dunklem Hintergrund und heller Schrift.

### Der Standard, der keiner ist

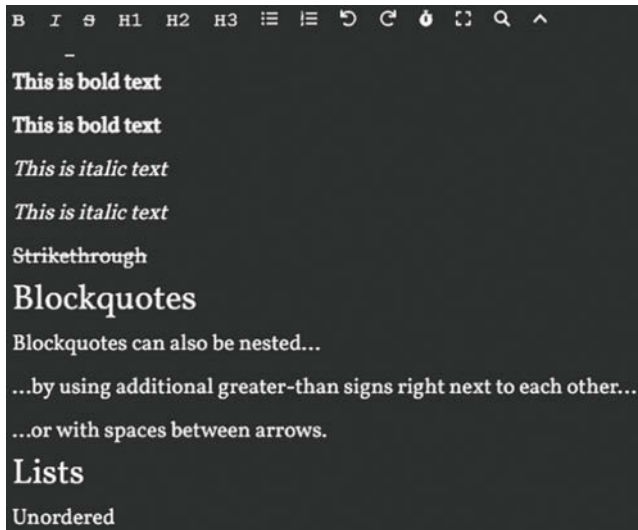
Vielen Nutzern und Entwicklern war der ursprüngliche Funktionsumfang der Auszeichnungssprache zu knapp, weshalb alsbald etliche Dialekte („Flavours“) entstanden. Sie veränderten die Elemente der Sprache oder fügten neue hinzu. Die gebräuchlichsten sind GitHub Flavoured Markdown und CommonMark, ein Versuch, den Wildwuchs einzudämmen und eine gemeinschaftliche Sprachbasis zu etablieren[1].

Die getesteten Editoren unterstützen mehrheitlich den GitHub-Dialekt und erweitern ihn teilweise um ganz eigene Definitionen. Das in allen Details für jeden Editor zu untersuchen, hätte den Rahmen dieses Tests gesprengt und wäre sehr unübersichtlich geworden. Wer auf bestimmte Elemente außerhalb der gängigen Flavours besonderen Wert legt, etwa auf Fuß-

## Markdown ist überall

Auch wenn man weder technische Dokumentationen noch Blogbeiträge via CMS verfasst, lohnt es sich, zumindest die Grundfunktionen von Markdown zu kennen. Die Auszeichnungssprache steckt nämlich als Option zur Text Hervorhebung in mehr Anwendungen, als man glauben mag: Nicht nur in Notizprogrammen und Produktivitäts-Apps (etwa Obsidian, Joplin, Trello, Notion), auch in zahlreichen Chatprogrammen, sozialen Medien, Internetforen und Kommentarbereichen erlauben die Texteditoren und -eingabefelder zumindest einige Text-

auszeichnungen gemäß der Markdown-Syntax – auch wenn sich manche nicht strikt an die Markdown-Vorgaben halten. So schließen Sie zum Beispiel in WhatsApp und MS Teams Textabschnitte in einfache „\*“ (anstelle der im Standard-Markdown vorgeschriebenen doppelten Sternchen) ein, um sie fett darzustellen. Darauf kann man sich aber einstellen. Manchmal funktionieren Markdown-Zeichen automatisch, bei manchen Diensten (zum Beispiel Reddit) muss man den Editor auf den Modus dafür umschalten.



Neben einer unterschiedlichen Anzahl von Designs bieten alle Editoren (hier: Poe Writer) einen Dark Mode – entweder als Theme oder als eigenständige Funktion.

hungsweise Syntax-Erweiterungen (Tabellen, Inhaltsverzeichnisse...) und Funktionen entscheiden vornehmlich Geschmacksfragen bei der Wahl des Markdown-Editors. Ästhetisch gelungen erscheinen uns Caret und Typora, aber das ist sehr subjektiv. Da es auch von den kostenpflichtigen Programmen Testversionen gibt, schadet es nicht, mehrere Editoren auszuprobieren. Die dabei entstandenen Texte lassen sich ja – zumindest wenn man sich auf Standard-Markdown-Auszeichnungen beschränkt hat – problemlos von einem zum anderen übertragen. (swi@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Sylvester Tremmel, # Überschrift, mit Markdown schnell und einfach Texte auszeichnen, c't 18/2022, S. 146

**Markdown-Editoren downloaden:**  
[ct.de/ym3s](https://ct.de/ym3s)

noten oder Inhaltsverzeichnisse, schaut sich am besten die Dokumentation des Wunsch-Editors an oder probiert es in den kostenlosen Demos der Programme einfach aus.

## Fazit

Mit allen getesteten Editoren lassen sich Texte komfortabel im Markdown-Format schreiben. Die Unterschiede liegen vor allem in den Zusatz- und Komfortfunktionen und darin, wie sie Text darstellen.

Wer bisher mit einer herkömmlichen Textverarbeitung wie Microsoft Word oder Libre Office Writer geschrieben hat und auf Markdown umsteigen will, dürfte sich mit Typora am wohlsten fühlen. Mit der Auszeichnungssprache kommt man dort nur in Berührung, wenn man es will – also bewusst auf die Menübefehle verzichtet, stattdessen die Markdown-Zeichen eintippt und auf die Source-Anzeige umschaltet. Der Poe Writer versteckt die Markdown-Syntax sogar komplett – man sieht sie nur in den exportierten Textdateien.

Gewöhnungsbedürftiger ist die Zweispalten-Ansicht mit Markdown-Code in der Editor- und dem gerenderten Text in der Vorschaupalte, wie sie Caret, Ghostwriter, iA Writer und Writemonkey (nach Geldspende) zeigen. So lernt man die Markdown-Syntax aber schneller – auch, wenn man die Kürzel anfangs noch nicht eintippt, sondern Formatierungen aus dem Menü wählt.

Etwas aus der Reihe fällt iA-Writer. Es versucht, nicht nur Markdown-Editor, sondern Autoren-Schreibprogramm zu sein. Die Zweispaltenansicht mag nicht so recht dazu passen. Die integrierte Stil-

prüfung schon. Sie hilft, Texte etwas zu schleifen.

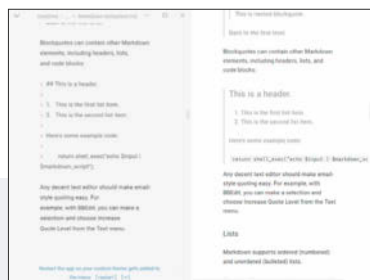
Neben individuellen Detailanforderungen an den Markdown-Dialekt bezie-

## Markdown-Editoren

	Caret	Ghostwriter	iA Writer	Poe Writer	Typora	WriteMonkey
Hersteller, URL	Caret.io, caret.io	wereturtle, wereturtle.github.io/ghostwriter	iA, ia.net	rotyok, getpoe.com	typora.io, typora.io	Writemonkey, writemonkey.com
Systeme	Windows, macOS, Linux (deb, rpm, nupkg)	Windows (ab 10), Linux (Ubuntu, Fedora)	Windows (k.A.), macOS (ab 10.11), Android (ab 6.0), iOS (ab 12.0)	Windows (ab 7), macOS, Linux (Snap)	Windows (ab 8), macOS (ab 10.14), Linux (deb, tar)	Windows (k.A.), macOS <sup>1</sup> , Linux (ZIP, manuell)
<b>Funktionen</b>						
Auto-Zeichenpaare (z.B. Klammern)	✓	✓	–	–	✓	✓
Tabs / Multiwindow	– / ✓	– / –	– / –	– / –	– / ✓	– / –
Autosave	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Zeichen- und Wortzähler	✓	✓	✓	✓	✓	✓
dt. Rechtschreibprüfung	–	✓	✓	–	✓	✓
Export, Save	MD/TXT, PDF, HTML	MD/TXT, HTML	MD/TXT, CSV, PDF, HTML, DOCX	MD/TXT	MD/TXT, PDF, HTML u.a. <sup>2</sup>	MD/TXT, plus interne Datenbank
<b>Darstellung</b>						
MD-Source / Vorschau	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	– / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓ <sup>3</sup>
Umschalt / 2 Fenster	✓ <sup>4</sup> / ✓	– / ✓	– / ✓	– / –	✓ / –	– / ✓
Fokus Zeile / Absatz	– / ✓	✓	✓ / ✓	✓ / –	– / ✓	✓ / ✓
Vollbild	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Schreibmaschinenmodus	✓	✓	✓	–	✓	✓
Fonts intern / System	3 / –	– / ✓	6 / –	– / ✓	5 / –	7 / –
Themes / Eigene	3 / CSS	5 / ✓	1 / CSS	8 / ✓	5 / CSS	12 / CSS
Dark Mode	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Wertung</b>						
Funktionsumfang	○	○	⊕	○	⊕⊕	○
Bedienung	⊕	⊕	○	⊕	⊕	⊖
Anpassbarkeit	⊖	⊕	○	○	⊕⊕	○
Preis	34,51 US-\$	kostenlos	49,99 US-\$ (macOS, iOS), 29,99 US-\$ (Windows, Android)	kostenlos, 6,99 US-\$/Jahr	14,99 US-\$	kostenlos, Pro: Spende

<sup>1</sup> ab 10.12 nur umständlich installierbar <sup>2</sup> mit installiertem Pandoc: DOCX, OPML, RTF u. v. a. <sup>3</sup> kostenpflichtig <sup>4</sup> nur Ansicht  
 ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe





## Caret

Caret ist ein schlicht gehaltener Editor mit moderner Oberfläche und einem etwas ungewöhnlichen Pull-down-Menü, das nur aus einem Eintrag besteht, der alle Hauptmenüpunkte listet und weitere Einträge seitlich ausklappt. Einstellungsmöglichkeiten finden sich darin außer wenigen optischen Anpassungen nicht.

Neben der klassischen Zweispaltenansicht – Markdown-Bearbeitung links, optional einblendbare Vorschau rechts – lässt sich das Editor-Fenster durch eine Vorschau ersetzen. In der kann man den Text aber nur ansehen, nicht bearbeiten.

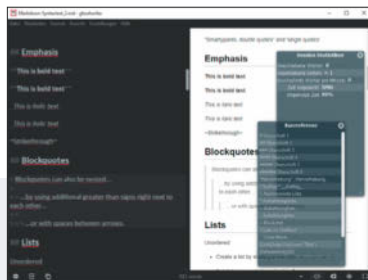
Das Programm richtet sich vor allem an Autoren technischer Dokumente, es interpretiert zum Beispiel LaTeX-Ausdrücke und rendert sie auch in der Vorschau. In Caret stecken einige originelle Ideen, die man bei anderen Editoren nicht findet. Besonders gut gefiel uns der Multi-Cursor, mit dem man mehrere Schreibmarken im Text setzen und an allen Stellen gleichzeitig tippen oder korrigieren kann. Markiert man damit ein Wort, kann man jedes Vorkommen gleichzeitig ändern oder auszeichnen.

Auch der Goto-Befehl ist sehr hilfreich. Mit ihm springt man zu Überschriften, zuletzt bearbeiteten Absätzen, Menübefehlen oder anderen Dateien. Passende Listen oder ein Dateibrowser blendet der Editor per Tastendruck direkt ins Fenster ein. Überhaupt ist Caret sehr tastaturorientiert. Lernt man alle wichtigen Kürzel, ist ein Griff zur Maus nur sehr selten nötig.

Das Programm ist zwar prinzipiell kostenlos nutzbar; fordert aber immer wieder zum Kauf einer Lizenz auf.

- 👍 gefällige Oberfläche
- 👍 praktischer Multi-Cursor
- 👎 kaum Einstellungsmöglichkeiten

Preis: 34,51 US-Dollar



## Ghostwriter

Ghostwriter nutzt die klassische Zweispaltenansicht: Texte schreibt man im Markdown-Fenster und tippt die Auszeichnungszeichen ein oder wählt Formatierungen aus dem übersichtlichen Menü. Eine gerenderte HTML-Vorschau blendet man bei Bedarf rechts ein.

Die Oberflächenfarben, Schriftarten und -größen lassen sich frei anpassen, wofür alle Systemschriften nutzbar sind. Eigene Themes kann man im Programm zusammenklicken und speichern, ohne dass man sich mit CSS auseinandersetzen muss – möglich ist das aber auch.

Eine Besonderheit der Ghostwriter-Oberfläche sind die HUD-Fenster (Head-Up-Display): Das sind frei verschiebbare, halbtransparente Textboxen mit Session- und Dokumentenstatistiken, einer Kapitelgliederung und einer Markdown-Kurzreferenz. Eine etwas ausführlichere und sehr hilfreiche Einführung mit anschaulichen Beispielen öffnet man über das Hilfenmenü.

Gut gefiel uns die übersichtliche Symbolleiste am unteren Fensterrand, über die man die wichtigsten Funktionen wie Export, Vollbild- und Fokusmode erreicht. Originell: Der Hemingway-Modus sperrt Lösch- und Rückstichtasten, damit sich der Autor nicht durch Korrekturen aus dem Schreibfluss bringt. Ob's hilft?

Für größere Schreibprojekte fehlen eine Multi-Dokument-Bearbeitung sowie Organisations- und Projektfunktionen. Alle wichtigen Basics von Auto-save bis HTML-Export sind aber enthalten und ohne Einschränkungen kostenlos nutzbar.

- 👍 flotte, funktionale Oberfläche
- 👍 frei gestaltbar
- 👎 knapper Funktionsumfang

Preis: kostenlos



## iA Writer

iA-Writer ist für Windows, macOS und als einziger Editor im Test auch für iOS und Android verfügbar und versteht sich mehr als ablenkungsfreies Textprogramm für Vielschreiber und Kreative denn als reiner Markdown-Editor. Dass er dennoch die klassische Zweispalten-Ansicht verwendet, mag nicht so recht dazu passen.

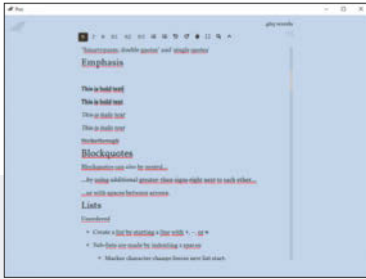
Am linken Rand gibt es zwei zusätzliche Spalten, die sich ausblenden lassen. Eine enthält die Bibliothek mit favorisierten Ordnern und Dateien, die andere einen Navigator für Überschriften und Abschnitte. Gewöhnungsbedürftig: Das Pull-down-Menü wird beim Tippen ausgeblendet und erscheint erst wieder, wenn man mit der Maus an den oberen Rand fährt.

Das Vorschaufenster zeigt nicht nur die HTML-Version, sondern rendert wahlweise auch als PDF, aber nur in voller Seitengröße und somit ziemlich klein. Seitengröße? Richtig, iA-Writer versucht einen Spagat zwischen Markdown-Editor und druckorientiertem Schreibprogramm. So gibt es einen in dieser Gattung eher unüblichen Druckbefehl und die Einteilung des Textes in A4- oder Letter-Seiten. Neben einer Rechtschreibprüfung markiert das Programm auf Wunsch Wortarten (Substantive, Verben...) farbig und moniert Stil-schwächen wie Füllwörter und Phrasen.

iA-Writer ist ein brauchbarer Markdown-Editor; für ein Autorenschreibprogramm sind die Stilprüfung und Organisationsfunktionen aber etwas mager – zumindest im Vergleich zu Spezialisten wie Papyrus Autor oder Scrivener.

- 👍 zusätzliche Autoren-Funktionen
- 👎 teils irritierende Bedienung
- 👎 teuer (vor allem für Apple)

Preis: 49,99 US-Dollar (macOS, iOS), 29,99 US-Dollar (Windows, Android)



## Poe Writer

Poe Writer adressiert schon mit seinem Namen vornehmlich Autoren, bietet als Hilfe für Schreiber aber nur – immerhin umfangreiche – Statistiken. Weitergehende Funktionen fehlen, etwa eine Gliederungshilfe wie ein Kapitelnavigator. Und: Die Rechtschreibprüfung spricht nur Englisch.

Die Oberfläche ist schlicht und aufgeräumt, verschwendet bei normaler Zeilenlänge aber viel Platz am rechten und linken Rand. Links blendet man ein zweispaltiges Menü ein; klassische Pull-down-Menüs gibt es nicht, was für eine UWP-Windows-App aus dem Microsoft-Store nicht ungewöhnlich ist. Die nur von GitHub installierbare macOS-Version sieht jedoch genauso aus und verzichtet auf die Apple-übliche zusätzliche Menüleiste. Eine ausblendbare Symbolleiste am oberen Rand enthält Schaltflächen für die wichtigsten Textauszeichnungen.

Im Gegensatz zu den meisten Markdown-Editoren fehlt eine Sourcecode-Ansicht. Alle Auszeichnungen werden sofort umgesetzt, man bekommt die Markdown-Syntax also nie zu Gesicht, was sowohl manchen Einsteiger wie auch Markdown-Profis stören mag.

Immerhin: Das Design lässt sich über das ansonsten eher schlank bestückte Menü flexibel anpassen; alle Systemfonts stehen zur Verfügung, CSS-Basteln ist nicht nötig.

Das Grundprogramm ist kostenlos. Die Pro-Version mit einem Kalender, (englischer) Vorlesefunktion und der optionalen Bündelung von Textdateien zu einem Projekt ist nur als Abo für knapp sieben US-Dollar pro Jahr zu haben.

- 👉 flexibel anpassbarer Look
- 👎 keine Source-Ansicht
- 👎 Pro nur als Abo

Preis: kostenlos, Pro: 6,99 US-Dollar pro Jahr



## Typora

Typora schafft es, einen sehr großen Funktionsumfang mit einfacher Bedienung zu verbinden und empfiehlt sich so auch und gerade für Markdown-Neulinge. Das Programm verzichtet auf die verbreitete Zweifensterdarstellung und setzt Markdown-Auszeichnungen im Editor-Fenster sofort um. Auf die Source-Ansicht lässt sich umschalten. Das Besondere: Am Text kann man in beiden Darstellungsformen arbeiten.

Als Navigationshilfe blendet man am linken Rand einen Dateinavigator mit Text-Snippets oder eine Gliederungsansicht für den aktuell bearbeiteten Text ein. Die Auswahl an Designs ist zwar mager, zusätzliche Ansichten baut man aber nicht nur in CSS, fertige gibt es auch in einer Onlinegalerie mit rund 90 Themes.

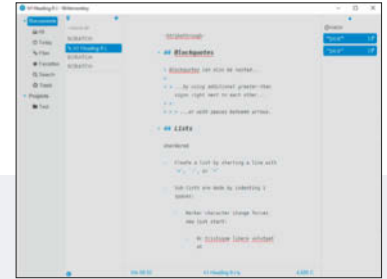
Das Programm wirkt eher wie eine schlanke, vollwertige Textverarbeitung als wie ein einfacher Editor. Neben den zahlreichen Funktionen in den gut strukturierten Menüs gibt es zahllose Optionsdialoge, in denen Kundige an Schraubchen drehen können – von Syntax-Feinheiten bis zu Automaten wie intelligenten Anführungszeichen und Gedankenstrichen und sogar einer Codeblock-Zeilenummerierung.

Installiert man das externe Tool Pandoc, speichert der Editor Texte nicht nur als HTML- und PDF-Dateien, sondern auch als RTF, Open Office, DOCX und in vielen anderen Formaten.

Typora ist zwar nicht kostenlos – es gibt lediglich eine 15-Tage-Testversion – aber angesichts seines großen Funktionsumfangs die verlangten rund 15 US-Dollar allemal wert.

- 👉 ansprechende Oberfläche
- 👉 großer Funktionsumfang
- 👉 viele Einstellmöglichkeiten

Preis: 14,99 US-Dollar



## Writemonkey

Die jüngste Version von Writemonkey (3.2) ist gut zwei Jahre alt. Es gibt keinen Installer; das Programm kommt in einer ZIP-Datei, die lediglich in einem beliebigen Ordner ausgepackt wird. Unter macOS-Versionen ab High Sierra geht das wegen deren Schutzmechanismen nur auf Umwegen, etwa über einen USB-Stick.

Der Editor präsentiert sich in einem vierspaltigen Fensterlayout. Die beiden linken Spalten enthalten zwei Navigatoren, in der dritten schreibt man mit Markdown-Auszeichnungen und die rechte erfüllt mehrere Aufgaben, zum Beispiel eine Textschnipselablage („Repository“) oder eine Vorschau des gerenderten Textes. Letztere gibt es neben einigen weniger wichtigen Extrafunktionen aber nur als Plug-in, nachdem man dem Autor ein paar Euro gespendet hat.

Anstelle eines klassischen Menüs mit mehreren Einträgen öffnet sich nach einem Rechtsklick am oberen Fensterrand ein einzelnes Pulldown-Menü mit sehr vielen Punkten, das extrem unübersichtlich ist. Besser ist es, die zugehörigen Tastenkürzel möglichst schnell zu lernen.

Alle Texte landen in einer lokalen Datenbank, optional zu Projekten zusammengefasst. Zudem lassen sich MD-Textdateien exportieren, mit dem zugehörigen Datensatz verbinden und künftig bei Änderungen mit der Version in der Datenbank synchron halten.

Bedienung und Oberfläche von Writemonkey sind etwas eigenwillig; hat man sich aber mal eingearbeitet, erweist sich der Editor als flottes und schlankes Schreibprogramm.

- 👉 projektorientiert dank Datenbank
- 👉 praktische Textschnipsel-Ablage
- 👎 sperrige (Maus-) Bedienung

Preis: kostenlos, Extrafunktionen nach Spende



# Klang mit Köpfchen

## Neun Programme für besseren Kopfhörer-Sound

**Wenn Ihr Kopfhörer dumpf oder spitz klingt, liegt das in der Regel an einer schlechten Frequenzabstimmung. Software kann helfen und zudem den Klang durch Lautsprecherimulationen verbessern. Wie gut das klappt, zeigt unser Test von kostenlosen Methoden und Profi-Anwendungen.**

Von Hartmut Gieselmann

**E**gal ob billig oder teuer: Der Frequenzgang von Kopfhörern ist meistens verbogen. Mal dröhnt der Bass, mal klingt er zu dünn. Mal wirken die Höhen dumpf, mal stechen sie unangenehm ins Ohr. Solche Abweichungen vom „Idealklang“ (dazu später mehr) lassen sich über einen Equalizer per Software ausgleichen. Dazu messen die Programmentwickler jedes einzelne Kopfhörermodell und gleichen Spitzen und Senken im Frequenzgang aus. Die Nutzer wählen in der Software ihr Kopfhörermodell

aus und laden das entsprechende Equalizer-Profil. Das hilft nicht nur Musikprofis, sondern auch Laien ohne „Goldohren“, den Klang ihrer Kopfhörer deutlich zu verbessern – und das mitunter sogar kostenlos.

Darüber hinaus simulieren manche Programme den Raumklang einer Lautsprecheranlage. Bei der Wiedergabe über Kopfhörer hört nämlich das linke Ohr nur den linken Stereokanal, und das rechte nur den rechten. Das führt zwar zu einem extremen Stereopanorama, die räumliche

Frisch aus  
**c't Nerdistan**



Staffelung der Instrumente geht jedoch verloren und man ortet Klänge oft im Kopf. Bei der Wiedergabe über Lautsprecher hört hingegen das rechte Ohr auch Signale aus dem linken Lautsprecher und umgekehrt. Das Stereopanorama wirkt dadurch zwar schmaler, die Musiker lassen sich aber auf einer virtuellen Bühne orten.

## Das Testfeld

In diesem Test untersuchen wir acht Desktopprogramme, die den Kopfhörerklang verbessern, indem sie den Frequenzgang ausgleichen und/oder Lautsprecher simulieren. Die Preise reichen von kostenlos bis knapp über 100 Euro. Darunter sind drei Anwendungen (Equalizer APO, SoundID Reference und SoundSource), die sich systemweit unter Windows und macOS einbinden lassen, sodass sie die Wiedergabe sämtlicher Quellen inklusive Streamingdiensten wie Spotify beeinflussen.

Die übrigen Anwendungen fungieren als Plug-ins für Musikprogramme. Sie sind primär für Musikproduzenten gedacht, die mit Kopfhörern arbeiten und zur Beurteilung ihres Mixes eine ausgewogene Wiedergabe benötigen. Morphit und SoundID Reference gleichen den Frequenzgang von jeweils etwa 500 Kopfhörern aus. Die Plug-ins Canopener Studio und Redline Monitor simulieren Lautsprecher, sodass sie Morphit oder SoundID ergänzen und sich mit ihnen kombinieren lassen. DearVR Mix und Waves Nx Virtual Studio bringen weniger Kopfhörerprofile mit, haben virtuelle Laut-

sprecheranlagen aber bereits eingebaut. Mit Ausnahme von Waves Nx lassen sich die Plug-ins auch über Equalizer APO und SoundSource systemweit einbinden, sodass sie auf sämtliche Musikquellen wirken.

Apple unterstützt für AirPods ab iOS 15 eine 3D-Audio-Simulation und passt den Klang dem Hörvermögen der Nutzer an (siehe Kasten „Audiogramme unter iOS“). Zum Vergleich haben wir die neueste Version in iOS 16 in diesen Test mit aufgenommen. Außen vor lassen wir einige Sonderlösungen für Mobilgeräte sowie Musikplayer wie Neutron, die die Anpassungen der weiter unten vorgestellten Sammlung AutoEQ nutzen. Weitere systemweite Einbindungen unter Android und iOS setzen einen Jailbreak voraus. Auf sie gehen wir ebenfalls nicht weiter ein.

Zum Test haben wir alle Programme mit zehn verschiedenen Kopfhörern (In/On/Over-Ear, offen/geschlossen) im Preisbereich zwischen 120 und 1800 Euro abgehört, darunter Modelle von Apple (AirPods Pro, AirPods Max), Beyerdynamic (DT 770, DT 990, DT 1770), Fostex (TH909), Neumann (NDH 30) und Sennheiser (HD 25, HD 600, HD 660S). Zusätzlich prüften wir mit der Analysesoftware DDMF Plugindocter eventuelle Änderungen im Frequenzgang, in der Lautstärke und der Phase.

## Frequenzmessungen

Um den Frequenzgang eines Kopfhörers auszugleichen, muss man ihn zunächst

messen. Das ist aber leichter gesagt als getan, weil jede Messapparatur den Klang beeinflusst. Was ein künstliches Ohr oder Kunstkopf anzeigt, weicht mehr oder weniger stark von dem ab, was ein echtes Ohr hört, denn Metall und Kunststoff reagieren akustisch anders als Haut und Knochen. Zudem existiert bislang keine allgemein gültige Definition, was ein neutraler Kopfhörerklang ist.

Bei einem Lautsprecher sollte der Schalldruck oder das gesamte Frequenzspektrum konstant bleiben. Ein Kopfhörer würde mit einem solch glatten Frequenzverlauf jedoch unnatürlich und furchtbar klingen. Denn durch den geringen Abstand und die Abkapselung der Schallwandler entstehen Resonanzen mit dem Ohr, die im Frequenzgang berücksichtigt werden müssen.

Manche Entwickler peilen dazu den Höreindruck neutraler Lautsprecher in einem Raum mit diffusen Reflexionen an. Andere verwenden die sogenannte Harman-Kurve, eine als neutral empfundene Frequenzkurve, die Harman International vor knapp zehn Jahren mit Testhörern in einer Studie ermittelte. Für die Filmwiedergabe in einem Kino gibt es wiederum angepasste Kurven von Dolby – und so weiter. Nicht zuletzt hängt es auch von der Lautstärke ab, welche Frequenzverteilung man als neutral empfindet.

Die Hersteller der Kopfhörer-Programme kochen meist ihr eigenes Süppchen: Jeder passt die Klangkurven etwas

## In der Musikproduktion

Kopfhörer sind ein wichtiges Utensil in der Musikproduktion, insbesondere wenn kein Studio mit kalibrierten Abhörmonitoren zur Verfügung steht. Equalizer und Kompressoren lassen sich oft exakter einstellen und die Basswiedergabe lässt sich besser beurteilen. Allerdings betonen viele Kopfhörer die Höhen zu stark. Durch die strikte Trennung der Stereokanäle lassen sich zudem Panorama und Tiefenstaffelung kaum beurteilen. Wer mit Kopfhörern mischt, läuft deshalb Gefahr, einen Mix zu produzieren, der auf Lautsprechern zu dumpf, flach und schmal wirkt.

Deshalb sollte man beim Mischen mit Kopfhörern nicht nur auf einen möglichst neutralen Frequenzgang der Geräte achten, sondern auch eine Lautsprecher-simulation hinzuschalten. Dann taugen

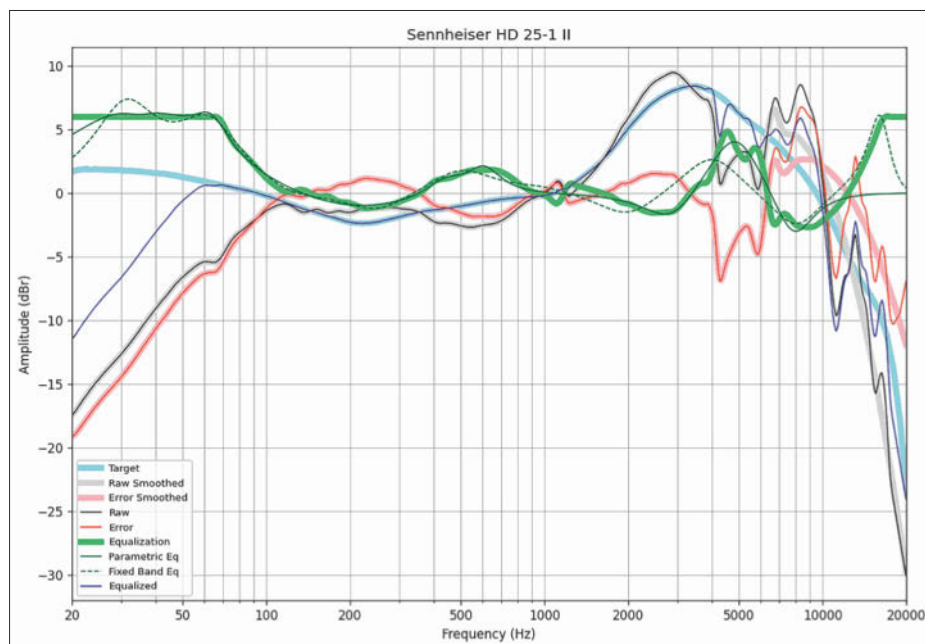
Kopfhörer durchaus als Alternative, wenn man unterwegs am Notebook mischt oder keinen Platz für ein Studio mit raumakustischer Kalibrierung hat.

Im Test gelang das besonders gut mit offenen neutralen Kopfhörern wie dem Sennheiser HD 660S im Zusammenspiel mit einer Kombination aus Morphit und Redline Monitor oder DearVR Mix. Letzteres bringt zwar weniger Kopfhörerprofile mit, ist aber bei der Raumsimulation flexibler. Alternativ harmonisierte DearVR Mix sehr gut mit dem Neumann NDH 30, wenn wir den Bass um 1 bis 2 Dezibel verstärkten.

Idealerweise stellt man bei diesen Programmen den Lautsprecherwinkel auf 60 Grad und reduziert die Ambience auf ein Minimum. Wichtig ist vor allem ein exakter Lautstärkeausgleich, damit die

Plug-ins nicht lauter oder leiser klingen als im Bypass-Modus.

Aufpassen muss man darauf, dass die Kopfhörersimulation beim Rendering der Songs abgeschaltet ist, sonst landen die Frequenzänderungen in der exportierten Datei. Wenn man die Kopfhörer-Plug-ins in die Masterspur hängt, wird man sie dort irgendwann unweigerlich vergessen. Daher sollte man sie entweder in einen separaten Monitoring-Kanal für den Kopfhörerausgang einklinken, oder in ein systemweit wirkendes Programm wie SoundSource oder Equalizer APO. Diese erlauben allerdings keine Kanalwahl am Audio-Interface. Wenn man auf die Lautsprecherwiedergabe am selben Audio-Interface umschaltet, muss man die Kopfhörer-Plug-ins deaktivieren.



**AutoEQ enthält über 2500 kostenlose Ausgleichskurven für Kopfhörer, die sich in Windows und macOS systemweit einbinden lassen.**

anders an – Details bleiben Betriebsgeheimnis. Idealerweise bieten die Programme mehrere verschiedene Zielkurven an oder erlauben es dem Zuhörer, die Frequenzkurven selbst anzupassen. Wichtig ist, zum Vergleich die Lautstärke genau

abzustimmen, sonst nimmt man das lautere Signal als besser wahr.

Nicht zuletzt können Frequenzgänge bei verschiedenen Exemplaren desselben Kopfhörermodells schwanken. Speziell im Bassbereich spielen Aufbau und Alter der

Ohrpolster, ihr Anpressdruck und sogar die Temperatur eine Rolle. Fertigungstoleranzen können bei vielen Kopfhörern Pegelunterschiede von 3 Dezibel ausmachen, lediglich bei Spitzenmodellen liegen sie im Bereich von 1 Dezibel. Solche Fluktuationen lassen sich nur durch eine manuelle Labormessung des jeweiligen Kopfhörers kompensieren. Sonarworks bietet eine solche Dienstleistung für 149 Euro an.

### AutoEQ-Datenbank

Das Dilemma um Messverfahren und Fertigungstoleranzen wird besonders deutlich, wenn man sich AutoEQ anschaut: Eine kostenlose Sammlung von circa 2500 Kopfhörmessungen, die sechs Spezialisten im Internet veröffentlicht haben, darunter Hi-Fi-Enthusiasten, Tontechniker und Betreiber von Portalen für Kopfhörertests. Die Frequenzkurven lassen sich von GitHub herunterladen (siehe [ct.de/y1y2](https://ct.de/y1y2)). Die Datenbank enthält Ausgleichskurven und Graphen, die sich in verschiedene Equalizer einbinden lassen. Der Equalizer APO nutzt beispielsweise die grafischen EQ-Kurven systemweit unter Windows. Für macOS hat SoundSource die AutoEQ-Kurven bereits eingebaut. Darüber hinaus findet man in der AutoEQ-Beschreibung zahlreiche Angaben und Links zu Musik-Apps für Android

Bild: Jaakko Pasanen

## Headtracking

In diesem Test haben wir nur die Stereowiedergabe geprüft. Apples 3D-Audio, Waves Nx und DearVR Monitor (eine erweiterte Version von DearVR Mix) unterstützen aber auch virtuelle Surround-Systeme, bei denen rund ein Dutzend Lautsprecher um den Kopf des Zuhörers herum verteilt sind. Solche Setups sind etwa für Dolby-Atmos-Produktionen interessant, da sie teure Abhöranlagen ersetzen. Während ein Headtracking bei der Stereowiedergabe eher stört, ist es für den 3D-Eindruck einer Surround-Anlage durchaus relevant.

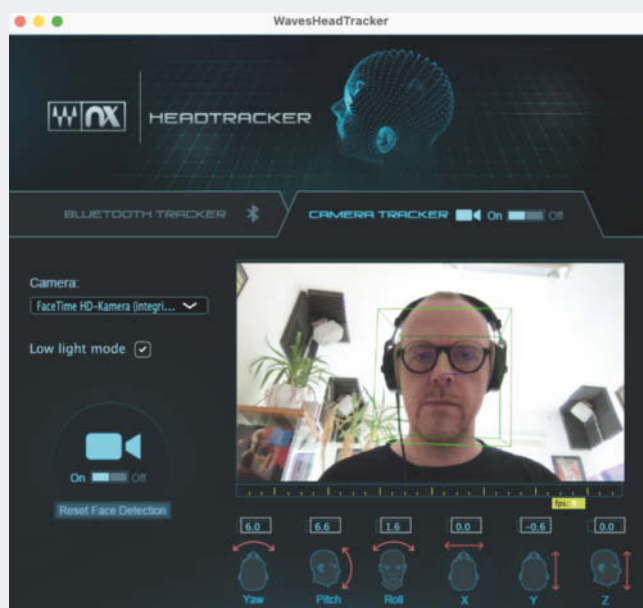
Das Headtracking von Waves Nx per Webcam überzeugte uns allerdings nicht, da es zu träge und fehleranfällig war und die CPU immens belastete. DearVR bietet für 570 Euro eine Anbindung für VR-Helme an.

Am besten klappt das Headtracking mit Apples AirPods (3. Generation, Pro und Max) sowie den Beats Fit Pro. Es nutzt

sowohl Bewegungssensoren im Kopfhörer als auch die Frontkamera der iOS-Geräte. Die Musiksoftware Logic Pro X

unterstützt auf Macs mit Apple-Chip das Headtracking bei der Produktion von Dolby-Atmos-Tracks.

**Waves Nx verfolgt Kopfbewegungen per Webcam, was im Test aber nur träge und unzuverlässig funktionierte sowie eine hohe CPU-Last erzeugte.**





## Apple 3D-Audio

Apple hat in iOS/iPadOS/tvOS 15 und Macs mit Apple-Chip eine 3D-Wiedergabe für AirPods (3. Generation, Pro und Max) und die Beats Fit Pro integriert. Ein binauraler Renderer nimmt Atmos-Tonspuren von Musikstücken und Filmen entgegen und simuliert unter Kopfhörern Raumklang. Das funktioniert auch bei der Wiedergabe von Stereoformaten.

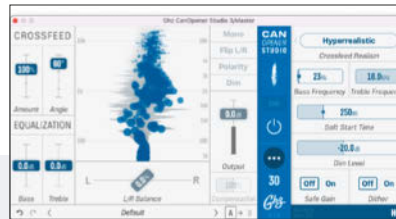
Weder Winkel, noch Abstand der Lautsprecher oder der Anteil der Raumreflexionen lassen sich verändern. Im Unterschied zum Redline Monitor ist die Raumsimulation aber keineswegs klangneutral. Wenn man „Stereo zu 3D-Audio“ aktiviert, wird die Musik auf den AirPods Max um 2,5 bis 3,0 Dezibel lauter. Der Bassbereich unterhalb von 100 Hz stieg sogar um 6 Dezibel.

Ab iOS 16 kann man den Standard-3D-Renderer durch eine persönlich angepasste Version ersetzen. Dazu scannt die iPhone-Kamera Gesicht und die Seiten des Kopfes, um dessen Form und Größe sowie die Position der Ohren zu ermitteln. Die biometrischen Parameter werden nur lokal gespeichert. Ein Profil lässt sich nicht ab- und wieder anschalten, sondern lediglich löschen und neu aufnehmen.

Während uns die Frequenzanpassungen per Audiogramm (Kasten Seite 110) sowie das Headtracking (Kasten Seite 106) gut gefielen, konnten uns die 3D-Scans lediglich bei den AirPods Pro (2. Gen.) überzeugen. Bei den AirPods Max und alten Pro-Modellen verschlechterten sie den 3D-Klang mitunter sogar. Insgesamt bläst die 3D-Audiofunktion den Sound mächtig auf und verstärkt den Bass. Filme und Dance-Tracks klingen dadurch sehr wuchtig.

- 👉 Atmos-Rendering mit Headtracking
- 👉 Anpassung durch Audiogramme
- 👎 starke Klangverfärbung

Preis: kostenlos



## Goodhertz Canopener Studio

Das Plug-in ahmt die Wiedergabe über Stereolautsprecher nach, allerdings ohne einen Abhörraum zu simulieren. Als Parameter lassen sich der Hörwinkel der Lautsprecher sowie die Überlagerung des rechten und linken Kanals einstellen. Die CPU-Last blieb stets gering, selbst wenn wir die höchste Genauigkeit (Hyperrealistic, HQ) einstellten. Die zusätzliche Dither-Option sollte man ausgeschaltet lassen, da sie nur bei einer Änderung der Bittiefe Sinn ergeben würde.

Die vorgefertigten Werte von 60 Grad und 100 Prozent führten zu einer guten Panorama-Aufteilung. Allerdings verbiegt Canopener den Frequenzgang und die Phase. Bässe und Höhen werden um 2 Dezibel lauter, was man mit dem Output-Regler ausgleichen sollte. Bei den oben genannten Panoramawerten sackten die Mitten bei etwa 1 kHz um satte 4 Dezibel ab, was eine spürbare Änderung der Klangfarbe zur Folge hatte.

Bässe und Höhen lassen sich mit frei wählbaren Frequenzen anheben und senken. Im Test ließen wir sie aber deaktiviert, da die Flanken der beiden Shelf-Filter zu steil sind und den Klang unangenehm verfärbten.

Am Output-Regler lässt sich eine Kompensationskurve für Bässe und Höhen in Abhängigkeit der Lautstärke einstellen. Eigentlich eine gute Idee, doch in der Praxis wird man die Lautstärke eher an einem Regler am Audio-Interface einstellen, und nicht im Plug-in. Deshalb beließen wir die Kompensation bei 0 Prozent.

- 👉 flexible Einstellungen
- 👎 Verschiebungen im Frequenzgang
- 👎 keine Raumsimulation

Preis: 65 US-Dollar



## Dear Reality DearVR Mix

DearVR Mix simuliert ein idealisiertes Paar Lautsprecher in virtuellen Abhörräumen. Deren Einflüsse lassen sich über zwei Regler (Ambience, Focus) stufenlos verstellen. Focus entspricht der Entfernung der Lautsprecher, indem es unter anderem die Höhen anhebt (Clarity) oder absenkt (Localized). Der Winkel der Lautsprecher lässt sich in drei Stufen ändern: 0 Grad (Mono), 60 Grad und 90 Grad.

Ambience regelt die Raumreflexionen. Um sie abzuschalten, wählt man den Raum „Analytic Dry“. Bassfrequenzen unterhalb von 100 Hz beeinflusst die Raumsimulation nicht. Die Lautstärke senkt DearVR Mix gegenüber dem Bypass-Signal um 3,5 Dezibel ab, was sich mit dem Gain-Regler ausgleichen lässt.

Zusätzlich gleicht DearVR die Frequenzgänge von 50 Kopfhörern aus. Im Unterschied zu Morphit und SoundID zeigt DearVR die Verlaufskurven nicht an und erlaubt auch keine separate Frequenzkorrektur ohne Lautsprecher-simulation. Lautstärke-Unterschiede lassen sich sehr exakt anpassen. Ein Equalizer gleicht Höhen und Bässe sanft und natürlich aus.

Im Test wurden in unserer Stichprobe sieben von zehn Kopfhörern gut bis sehr gut ausgeglichen, insbesondere der Sennheiser HD 660S. Weniger gefiel uns die Anpassung des Beyerdynamic DT 990 Pro, Apple-Modelle waren nicht zu finden. Die Raumakustik ließ sich je nach Musikgenre und Kopfhörermodell individuell anpassen. Sie klang überzeugend und praxisgerecht.

- 👉 sehr guter, flexibler Raumklang
- 👉 gute Kopfhöreranpassungen
- 👎 EQ-Korrektur nur mit Raumklang

Preis: 106 Euro





## Equalizer APO

Die quelloffene, kostenlose Software lässt sich systemweit unter Windows einklinken. Dank eingebautem VST-Host kann sie die übrigen Plug-ins für sämtliche Audioquellen einbinden und an verschiedene Anschlüsse ausgeben. Zusätzlich bringt Equalizer APO diverse Equalizer mit: parametrische Filter, grafische EQs mit bis zu 31 festen oder variablen Bändern, Convolution-Filter und frequenzabhängige Lautheitskorrekturen. Diese lassen sich kombinieren und in Reihe schalten, ein Analysefenster zeigt den finalen Verlauf aller Equalizer und Filter an.

Zum Ausgleich der Kopfhörfrequenzen kann die Software Frequenzkurven aus der Sammlung AutoEQ einbinden. Das Setup ist allerdings kompliziert: Um die Ausgleichsfilter aus AutoEQ zu installieren, laden Sie von GitHub das Verzeichnis `jaakopasanan/AutoEq` herunter (etwa 358 MByte). Im Verzeichnis „results“ suchen Sie eines der Unterverzeichnisse mit Ihrem Kopfhörer. Anschließend benennen Sie die Datei „Kopfhörermodell GraphicEQ.txt“ in `config.txt` um. Damit ersetzen Sie die Datei `config.txt` im Verzeichnis `C:\Windows\EqualizerAPO\config`. Danach können Sie die Datei im Configuration Editor von Equalizer APO verändern und etwa die Lautstärke mit einem Preamp ausgleichen.

Aus unserem Testfeld verbesserten die AutoEQ-Profile nur drei von zehn Kopfhörern, darunter die AirPods Max, den Beyerdynamic DT 770 und den Sennheiser HD 600. Bei den übrigen stimmten die Anpassungen im Bass oder Hochtonbereich oft nicht, sodass der Klang dumpf oder aufgequollen wirkte. Es ist ein Glücksspiel, ob man ein passendes Profil findet oder nicht.

- 👆 systemweiter VST-Host
- 👆 bindet AutoEQ-Profile ein
- 👇 umständliche Konfiguration

Preis: kostenlos



## Toneboosters Morphit

Toneboosters Morphit gleicht Frequenzgänge von rund 500 Kopfhörern aus. Das Programm lässt sich als Plug-in einbinden oder unabhängig betreiben, allerdings kann man es nicht wie Equalizer APO, SoundSource oder SoundID systemweit in Windows oder macOS einklinken. Eine Lautsprecher- oder Raumsimulation ist nicht mit an Bord. Die Demoversion läuft ohne Zeitlimit und speichert lediglich die Einstellungen nicht ab.

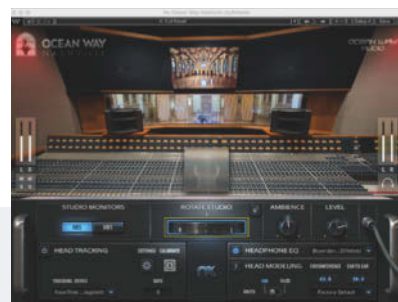
Nachdem man sein passendes Profil aus der Datenbank geladen hat, zeigt Morphit die Mess- sowie die Ausgleichskurve des Kopfhörers an. Die Ausgleichsstärke lässt sich stufenlos einstellen. Die Lautstärke bleibt konstant, ein (abschaltbarer) Limiter kappt Übersteuerungen.

Neben der normalen Korrektur lassen sich sechs weitere Zielkurven oder gar die Frequenzkurve eines anderen Kopfhörers als Ziel auswählen. Mit einem parametrischen 4-Band-Equalizer kann man die Zielkurve zudem seinen eigenen Wünschen anpassen.

Im Test konnte Morphit sieben von zehn Kopfhörern gut bis sehr gut ausgleichen, insbesondere die AirPods Pro (1. Gen.), den Beyerdynamic DT 770 und den Sennheiser HD 600. Im Unterschied zu SoundID bügelt Morphit die Frequenzgänge nicht komplett glatt, sondern gleicht nur extreme Unebenheiten aus, wodurch die Klangcharakteristik weitgehend erhalten bleibt. Laut Entwickler zieht Morphit dazu statistische und psychoakustische Modelle heran und nutzt Machine Learning. Die Ergebnisse können sich hören lassen, obwohl die Software keine linearphasigen Filter anbietet.

- 👆 ausgewogene Klangverbesserungen
- 👆 große Datenbank
- 👇 keine linearphasigen Filter

Preis: 39 Euro



## Waves Nx Virtual Studio Collection

Die Studio Collection ist eine Sammlung von vier Plug-ins, die Waves auch einzeln zum Stückpreis von 30 US-Dollar verkauft. Jedes der vier Plug-ins simuliert einen anderen Studioraum mit jeweils zwei bis drei umschaltbaren Abhörlautsprechern. Am flexibelsten ist der Nx Virtual Mix Room, da nur er die Raumeinflüsse komplett abschalten kann – die trockene Lautsprechersimulation klang dann gut. Die Veränderungen sind aber nicht frequenzneutral und betreffen selbst den Bassbereich unterhalb von 100 Hz.

Der Abhörwinkel der Lautsprecher lässt sich frei einstellen, bei Nx sogar von 0 bis 180 Grad. Gegenüber dem Bypass-Modus hebt das NX-Plug-in die Lautstärke um 1,3 Dezibel an, was man mit dem Gain-Regler ausgleichen kann. Von den simulierten Räumen gefiel uns das Ocean Way Nashville noch am besten. Die übrigen verfärbten den Klang unnatürlich.

Die Waves-Sammlung gleicht lediglich Frequenzverläufe von zwölf Kopfhörern aus – darunter zwei Modelle aus unserer Testauswahl. Der Sennheiser HD 600 und Beyerdynamic DT 990 wurden immerhin gut entzerrt.

Alle Plug-ins können Kopfbewegungen per Webcam verfolgen, was im Test aber schlecht klappte (siehe Kasten S. 106). Ein absolutes k.o.-Kriterium ist die hohe Prozessorlast, die alle vier Plug-ins erzeugten. Bei einem MacBook von 2019 mit i5-Quadcore kletterte die CPU-Last um 22 bis 26 Prozentpunkte, sodass die Lüfter laut rauschten. Bei den übrigen Testkandidaten betrug der Lastanstieg hingegen zwischen 2 und 7 Prozentpunkte.

- 👉 wenige Kopfhörer, guter Ausgleich
- 👇 sehr hohe CPU-Last
- 👇 unnatürlicher Raumklang

Preis: 79 Euro



## 112dB Redline Monitor

Der Redline Monitor von 112dB simuliert die Lautsprecherwiedergabe und bringt wie auch der Canopener keine Ausgleichskurven für Kopfhörer mit. Durch die Simulation in einem reflexionsfreien Raum verschwindet die Im-Kopf-Ortung, sodass sich Instrumente und Musiker besser auf einer virtuellen Bühne vor einem staffeln.

Über große Drehknöpfe stellt man den Winkelabstand der Lautsprecher zwischen 30 und 90 Grad ein. Zudem lässt sich der Anteil der Monomitte (Phantomcenter) um bis zu 3 dB abschwächen. Den Abstand der virtuellen Lautsprecher stellt man auf bis zu 2 Meter ein. Die Entwickler verwendeten dazu Kunstkopfmessungen in einer reflexionsfreien Kammer, um Verfärbungen durch eine Raumakustik zu unterbinden. Bei 0 Metern schaltet das Plug-in die Kunstkopfeinflüsse komplett ab. Die Lautstärke gegenüber dem Bypass-Signal gleicht das Plug-in automatisch aus.

Redline Monitor arbeitet sehr klangneutral und beeinflusst im wesentlichen nur das Stereopanorama. Bei einem Lautsprecherabstand von 0 Metern bleiben Frequenzgang und Phase nahezu linear. Veränderungen in der Klangfarbe traten nicht auf. Selbst die Kunstkopfsimulation greift erst bei Frequenzen ab etwa 500 Hz ein und lässt den Bassbereich sowie die unteren Mitten quasi unangetastet.

Zum Test lag uns die Betaversion 2.0 vor, die in Kürze erscheinen soll. Sie unterstützt VST3 und Apple-Prozessoren.

- 🟢 sehr gute Panoramaanpassung
- 🟢 neutraler Frequenzverlauf
- 🔴 kein Kopfhörerausgleich

Preis: 62 Euro



## Sonarworks SoundID Reference for Headphones

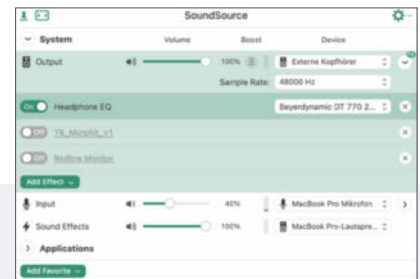
Sonarworks SoundID Reference gleicht unter Windows und macOS sowohl auf Systemebene sowie als Plug-in in einer Musiksoftware den Frequenzgang von Kopfhörern aus. Eine teurere Version für 250 Euro erlaubt auch, Stereolautsprecher einzumessen und im Frequenzgang zu korrigieren. Auf Systemebene simuliert die Software ein virtuelles Audio-Interface, das sich separat ansteuern lässt und die korrigierten Signale an einen frei wählbaren Hardware-Ausgang weitergibt.

Die Kopfhörerprofile lassen sich aus einer großen Datenbank mit rund 500 Einträgen wählen. Als Zielkurven stehen Flat, eine Dolby-Kurve mit leicht abgesenkten Höhen, sowie Simulationen verschiedener Abhörsysteme bereit. Ebenso kann der Nutzer die Zielkurve mit einem parametrischen 3-Band-Equalizer seinen eigenen Wünschen anpassen. Neben minimalphasigen Filtern stehen auch linearphasige Filter sowie eine Mischung aus beiden zur Wahl.

Die Ausgleichskurven plätten die Frequenzgänge der Kopfhörer zuweilen sehr rabiat. Die Ergebnisse fielen gemischt aus: Drei Kopfhörermodelle tauchten in der Datenbank nicht auf. Bei drei Kopfhörern verbesserte sich der Klang, bei drei anderen verschlechterte er sich. Dazu gehörten etwa die offenen Sennheiser-Modelle, deren Basswiedergabe SoundID über Gebühr verstärkte (HD 600, HD 660 S). Oft erzielten wir deutlich bessere Ergebnisse, wenn wir die Ausgleichskurve um 50 Prozent abschwächten. Anwender können in der Demo ausprobieren, ob SoundID oder Morphet ihren Kopfhörer besser ausgleicht.

- 🟢 sehr gute Systemintegration
- 🟢 große Kopfhörerdatenbank
- 🔴 plättet Frequenzgänge zu stark

Preis: 99 Euro



## Rogue Amoeba SoundSource

SoundSource läuft nur unter macOS und klinkt sich systemweit in die Audiowiedergabe ein. Das Programm kann für jede Anwendung auf dem Mac einen anderen Audio-Ausgang festlegen und AU-Plug-ins in dessen Signalweg einklinken. Im Unterschied zu SoundID lassen sich bei großen Audio-Interfaces aber keine Unterkanäle auswählen.

SoundSource hat die 2500 Kopfhöreranpassungen von AutoEQ bereits mit an Bord, sodass man sie wesentlich einfacher als bei Equalizer APO für Windows aktivieren kann. Allerdings werden die Ausgleichskurven nicht angezeigt und es gibt keine Möglichkeit, die Profile anzupassen.

Die Ergebnisse der AutoEQ-Profile fallen ebenso gemischt aus wie bei Equalizer APO, sodass es Glücksache ist, ein Profil zu erwischen, das den Klang tatsächlich verbessert. Die Demoversion von SoundSource läuft bei jedem Start des Programms für 20 Minuten, sodass man die AutoEQ-Profile ausprobieren kann.

Ein direkter Lautstärkeausgleich zum Bypass-Vergleich ist bei SoundSource nicht möglich. Man kann für jede App lediglich eine grobe Lautstärkeeinstellung vornehmen sowie einen „Booster“ zuschalten. Dabei handelt es sich um einen Kompressor, der die Lautstärke automatisch auf ein Maximum anhebt.

Im Test funktionierte SoundSource einwandfrei und half, Plug-ins wie DearVR, Morphet und Redline Monitor systemweit unter macOS einzubinden. Waves Nx wurde nicht geladen.

- 🟢 systemweiter AU-Host für macOS
- 🟢 einfache Installation + Bedienung
- 🔴 ungenauer Lautstärkeausgleich

Preis: 47 US-Dollar

und iOS sowie Programmen für Linux, die die Profile ebenfalls nutzen.

Anwender haben die Qual der Wahl, welches der bis zu sechs Kopfhörerprofile sie nun für ihr Modell einklinken sollen. Denn die Zulieferer nutzen unterschiedliche Messapparaturen und haben von manchen Kopfhörern gleich mehrere Kurven für verschiedene Polster im Programm. Im Test war es für uns Glücksache, ein passendes Profil zu finden. Nur vier von zehn Kopfhörern klangen anschließend besser, der Rest lediglich anders oder sogar deutlich schlechter. Problematisch war insbesondere die richtige Abstimmung von Bässen und Höhen.

Das mag daran liegen, dass die Profile lediglich auf der Messung eines einzelnen Kopfhörers beruhen und dabei womöglich Fehler passierten. Zudem senken die Profile stets die Lautstärke um unterschiedliche Beträge ab. Diese muss man für einen aussagekräftigen Vergleich manuell ausgleichen.

Kommerzielle Anbieter wie DearVR, Sonarworks, Toneboosters und Waves geben hingegen an, dass ihre Kopfhörerprofile auf einer Reihe von Messungen verschiedener Exemplare basieren und sie die Kurven nachträglich anpassen, um Messfehler und ähnliches auszugleichen. Morphet und SoundID erlauben es darüber hinaus, die Stärke der Ausgleichskurven zu verändern. Insbesondere bei SoundID war dies nötig, da die Anpassungskurven oft zu stark waren, sodass wir ihre Wirkung meist auf 50 Prozent halbierten.

## Raumsimulationen

Vier der Testkandidaten verändern das Stereopanorama, sodass der Eindruck entsteht, man würde die Musik durch Stereolautsprecher hören. Dazu mischen sie nicht bloß einen kleinen Teil des linken Kanals zum rechten: Weil das Lautsprechersignal unterschiedliche Laufzeiten zum rechten und linken Ohr hat, verzögern die Programme es beim gegenüberliegenden Ohr zudem. Dazu müssen die Programme das Frequenzspektrum berücksichtigen: Hohe Frequenzen verlieren bei längeren Strecken mehr Energie als tiefe und werden durch Ohren, Kopf und Oberkörper anders reflektiert. Die Berechnungen werden dadurch äußerst komplex.

Für den Stereoeindruck ist vor allem der Winkel zwischen Stereolautsprechern und Zuhörer entscheidend. Idealerweise sollte er wie bei einem gleichseitigen Dreieck 60 Grad betragen. Bei DearVR sind aber auch

0 Grad (Monowiedergabe) sowie 90 Grad möglich. Canopener, Redline Monitor und Waves Nx erlauben frei einstellbare Winkel.

Der zweite wichtige Parameter ist der Abstand der Lautsprecher zum Zuhörer, der den Klang im Zusammenspiel mit den Reflexionen im Raum beeinflusst. Je weiter weg die Lautsprecher, desto höher ist der Anteil indirekter Reflexionen (englisch „Ambient“ genannt).

Weil Canopener auf eine Raumsimulation verzichtet, kann man bei dem Programm nur die Stärke der Signalüberlagerung der beiden Lautsprecher einstellen. Beim Redline Monitor ist der Raumanteil bei einem Abstand von 0 Metern zu den Lautsprechern ausgeschaltet, und wird stärker, wenn man den Abstand auf bis zu 2 Meter erhöht.

Die Nx-Sammlung von Waves besteht aus vier Plug-ins. Jedes von ihnen simuliert einen anderen Studioraum, dessen Ambient-Anteil man mit einem Mixregler ändert. Zudem kann man in jedem Raum zwischen zwei oder drei Lautsprecher-

typen umschalten. Besonders flexibel ist die Simulation von DearVR. Sie erlaubt nicht nur den Wechsel zwischen neun verschiedenen Räumen, sondern verändert auch den Einfluss der Raumreflexionen sowie die Direktheit der Lautsprecher über den Focus-Parameter.

## Fazit

Auch wenn die kostenlosen Kopfhörerprofile von AutoEQ mit unseren zehn Testkopfhörern nicht so gut harmonierten, sollten Sie die Sammlung ausprobieren – vielleicht klappt es ja bei Ihnen. Ansonsten können Sie Equalizer APO (Windows) und SoundSource (macOS) nutzen, um die übrigen Plug-ins systemweit einzubinden. Dank der Demoversionen können Sie alle Programme kostenlos testen. Sehr gute Ergebnisse erzielten wir mit Morphet. Es bündelte die Frequenzgänge nicht so platt wie SoundID Reference, weshalb die Änderungen oft harmonischer wirkten.

Eine zusätzliche Raumsimulation verringert die Im-Kopf-Ortung und erlaubt

## Audiogramme unter iOS

Neben Frequenzanpassungen und Raumsimulationen beeinflusst auch Ihr Gehör, wie Sie den Klang wahrnehmen. Da dessen Empfindlichkeit gegenüber hohen Frequenzen im Alter abnimmt, empfinden manche ältere Semester einen Kopfhörer als dumpf, den Jüngere als klar beurteilen. Den Einfluss des Gehörs kann Apple in iOS berücksichtigen. Bedingung ist, dass Sie ein kompatibles Kopfhörermodell von Apple oder Beats benutzen.

Die systemweit gültigen Klanganpassungen für Kopfhörer sind allerdings gut im Setup versteckt. Sie finden sie unter Bedienungshilfen/Audio/Visuelles/Kopfhörer-Anpassungen. Dort können Sie unter „Audio abstimmen“ den Punkt „ausgewogene Töne“ aktivieren, und schon klingen etwa die AirPods Max deutlich klarer und weniger dumpf.

Noch genauer geht es mit einem eigenen Audiogramm, dass Sie mit der kostenlosen App Mimi Hearing Test erstellen. Dafür benötigen Sie einen zur App kalibrierten Kopfhörer. Dazu zählen die Apple EarPods, AirPods und AirPods Pro (1. Gen.) sowie die Sennheiser-Modelle HDA 200 und 300. Die App spielt Ihnen eine Reihe von leisen Tönen unterschied-

licher Frequenz vor und ermittelt Ihre frequenzabhängige Hörschwelle. Aus dem Audiogramm berechnet iOS dann eine Frequenzkurve, die beispielsweise Höhen sanft anhebt, wenn Ihr Gehör bei hohen Frequenzen nachlässt.



**Die kostenlose App Mimi Hearing Test erstellt mit AirPods ein Audiogramm, mit dem iOS die Kopfhörerwiedergabe an Ihr Gehör anpasst.**



Musikprofis, die Staffellung im Stereopanorama auch ohne Abhörmonitore zu justieren. Das Plug-in Redline Monitor liefert hier die neutralste Anpassung, sodass wir es dem Canopener Studio vorziehen.

Alternativ zur Kombination aus Morphit und Redline Monitor überzeugte DearVR Mix mit einer deutlich flexibleren Raumsimulation. Falls Ihr Kopfhörer zu dessen 50 unterstützten Modellen gehört, erlaubt DearVR Mix eine sehr überzeugende Simulation von Abhörlautsprechern,

die professionellen Ansprüchen genügt. Im Unterschied zu Waves Nx belastet es dabei die Prozessoren kaum, sodass Notebooklüfter nicht aufheulen. Apples 3D-Audio-Integration für AirPods bläst den Klang zuweilen überdimensional auf und verfärbt ihn. In Filmen klingt das bombastisch, bei der Musikwiedergabe ist es Geschmacksache.

Auch wenn die Programme aus einem billigen Kopfhörer keinen hochwertigen machen, so können sie den Klang eines

Kopfhörers aus nahezu jeder Preisregion verbessern. Davon profitiert nicht nur ein Profi, sondern jeder Otto-Normal-Verbraucher. In Kombination mit einem offenen, neutralen Kopfhörer sind sie eine wesentlich günstigere Alternative zu hochwertigen Lautsprechern und den nötigen raumakustischen Maßnahmen, um einen unverfälschten Klang zu erzeugen. (hag@ct.de) **ct**

**AutoEQ-Datenbank:** [ct.de/y1y2](https://ct.de/y1y2)

## Klangoptimierer für Kopfhörer

Name	3D-Audio	Canopener Studio	DearVR Mix	Equalizer APO	Morphit	Nx Virtual Studio Collection	Redline Monitor	SoundID Reference for Headphones	SoundSource
Hersteller	Apple	Goodhertz	Dear Reality	Jonas Thedering	Toneboosters	Waves	112dB	Sonarworks	Rogue Amoeba
Version	iOS 16.0	3.7.6	1.12	1.2.1	1.6.9	V14	2.0.0 (Beta)	5.3.2	5.5.4
Webseite	apple.com	goodhertz.com	dear-reality.com	equalizerapo.com	toneboosters.com	waves.com	112db.com	sonarworks.com	rogueamoeba.com
Standalone / Plug-in-Formate	– / –	– / VST2/3, AU, AAX	– / VST3, AU, AAX	✓ / VST-Host	✓ / VST2/3, AU, v3, AAX	– / VST2/3, AU, AAX	– / VST2/3, AU, AAX	✓ / VST2/3, AU, AAX	✓ / AU-Host
Systemweite Integration	✓	–	–	✓	–	–	–	✓	✓
Betriebssysteme	iOS/iPadOS/tvOS ab 15, Macs mit Apple-Chip	Windows ab 8, macOS ab 10.12 (Apple/Intel)	Windows ab 10, macOS ab 10.9 (Apple/Intel)	Windows ab Vista	Windows ab 7, macOS ab 10.9 (Apple/Intel), iOS ab 11	Windows ab 10, macOS ab 10.15 (Apple/Intel)	Windows ab 7, macOS ab 10.7 (Apple/Intel)	Windows ab 10, macOS ab 10.14 (Apple/Intel)	macOS ab 10.14 (Apple/Intel)
Trial-Periode	–	30 Tage	14 Tage	–	unbeschränkt, Save deaktiviert	7 Tage	60 Tage	21 Tage	20 Minuten pro Session
Installationen	unbeschränkt	unbeschränkt	3 Systeme	unbeschränkt	4 Systeme	1 System (Rechner oder USB-Stick)	unbeschränkt	3 Systeme	unbeschränkt
<b>Frequenzausgleich</b>									
Kopfhörerkurven	5	0	50	über 2500 (AutoEQ)	513	12	0	über 480	über 2500 (AutoEQ)
Anzeige Frequenzkurve	–	–	–	✓	✓	–	–	✓	–
anpassbare Ausgleichsstärke	–	–	–	–	✓	–	–	✓	–
EQ-Anpassungen	vorgegebene Profile	Bass, Höhen	Bass, Höhen	frei einstellbar	param. 4-Band-EQ	–	–	param. 3-Band-EQ	10-Band-EQ
Zielkurven	3 + Audiogramme	–	1	Harman (AutoEQ)	7	1	–	27	Harman (AutoEQ)
Lautstärkeausgleich	–	✓	✓	✓	✓ (mit Limiter)	✓	–	✓	–
Filter	keine Angabe	Minimum Phase	Minimum / Linear Phase	Minimum Phase	Minimum Phase	Minimum Phase	nahezu Linear Phase	Minimum, Mixed, Linear Phase	Minimum Phase
<b>Lautsprecher- &amp; Raumsimulation</b>									
Lautsprecher-Setups	Stereo, Atmos	1	4	–	–	9	1	–	–
Stereowinkel	60 Grad	0 bis 75 Grad	0, 60, 90 Grad	–	–	0 bis 180 Grad	0, 30 bis 90 Grad	–	–
Raumsimulationen	1 + individuelle Profile unter iOS 16	–	9	–	–	4	1	–	–
Raumanteil-Regler	–	Crossfeed amount	Ambience, Focus	–	–	Ambience Level	Abstand 0 bis 2 Meter	–	–
Neutraler Bassbereich	nein	bis 100 Hz	bis 100 Hz	–	–	nein	bis 100 – 500 Hz	–	–
Lautheitsabweichung	+2,5 bis +3,0 dB	+2,0 dB	-3,5 dB	–	–	+1,3 dB	0 dB	–	–
Headtracking	✓	–	optional	–	–	v (Webcam, NX Head Tracker)	–	–	–
Sonstiges	Frequenzausgleich nur für iPhone/iPad	Dither, EQ zur Lautheitskompensation	DearVR Monitor bis 9.1.6-Setups: 261 €	quelloffen, bindet AutoEQ ein (github.com/jaakkopasanen/AutoEq)	Peak-Limiter	lädt nicht in SoundSource, sehr hoher CPU-Bedarf	Version 2.0 soll in Kürze erscheinen.	Speakers & Headphone: 249 €	Boost-Kompressor
<b>Bewertung und Preis</b>									
EQ-Anpassungen	○	–	⊕	⊖	⊕⊕	○	–	○	⊖
Raumsimulation	○	○	⊕⊕	–	–	⊕	⊕⊕	–	–
Setup & Betrieb	⊕	⊕	⊕	⊖	⊕	⊖⊖	⊕	⊕⊕	⊕
Preis	kostenlos	65 US-\$	106 €	kostenlos	39 € (iOS: 9 €)	79 €	62 €	99 €	47 US-\$
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ befriedigend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden									

# Zahlen, Daten, Fakten

## Logistik beim Onlinehandel

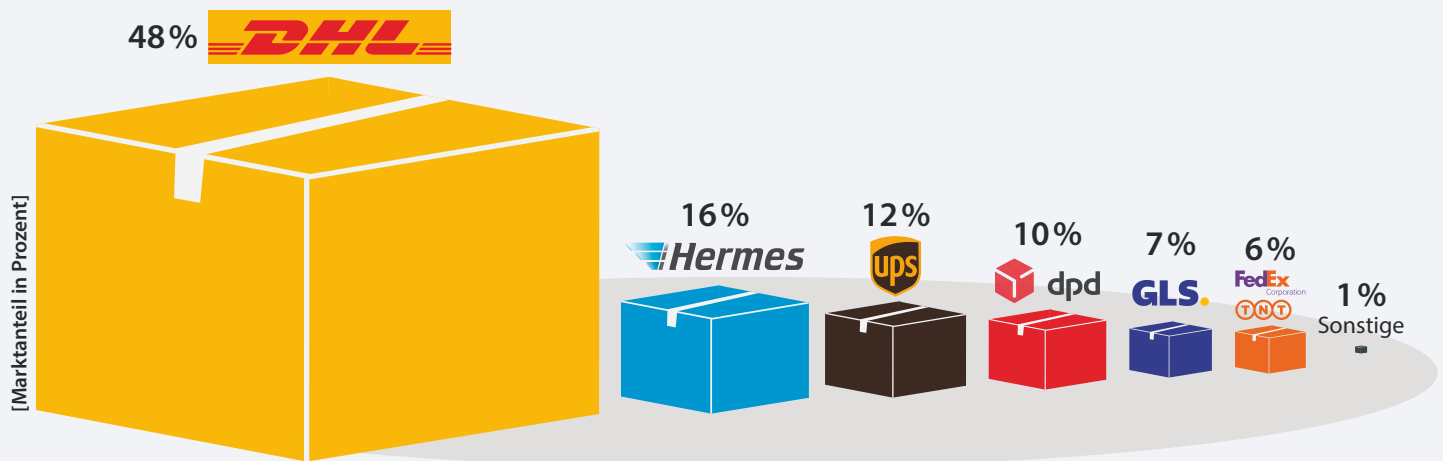
**P**ro Jahr erhält jeder in Deutschland im Schnitt 44 Pakete, besonders die zeitweiligen Ladenschließungen haben zu mehr Onlinebestellungen geführt. DHL-Lieferfahrzeuge sieht man hierzulande besonders häufig, aber in der Nische behaupten sich zahlreiche Klein- und Kleinstlieferfirmen und Kuriere und neuerdings liefert auch Amazon selbst aus. Apropos Fahr-

zeuge: Zurzeit fördert die Politik vielerorts Lastenräder, um Innenstädte von Staus durch Lieferwagen zu entlasten. Kunden kommt es vielfach auf verlässliche und planbare Lieferungen an, etwa damit man zum Annehmen der Pakete zu Hause ist. Zum Verkürzen der Lieferzeiten errichten immer mehr Hersteller im Ausland in den Zielländern spezielle Auslieferungslager.

In Deutschland ist es durch das 14-tägige Rückgaberecht leicht, im Internet bestellte Waren zurückzugeben. Nach einer IBI-Vergleichstudie in mehreren Nationen führt das in Deutschland zwar zu einer höheren Retourenquote. Diese rangiert aber nur im einstelligen Prozentbereich – für Bekleidung ist sie naturgemäß höher. (mil@ct.de) **ct**

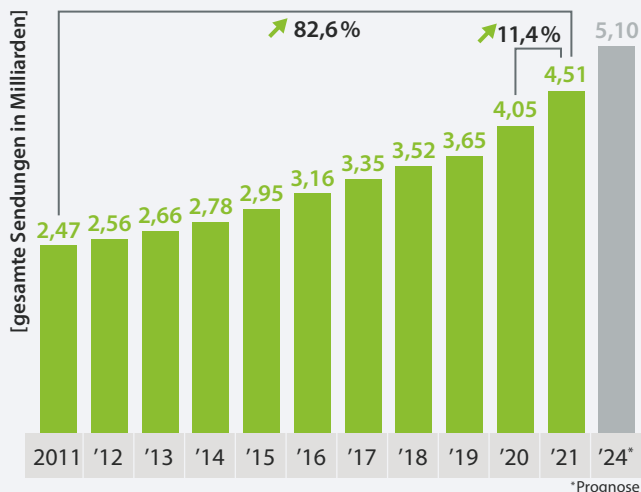
### ► Marktanteile

2019 lieferten DHL-Fahrzeuge fast die Hälfte des Paketvolumens aus.<sup>1</sup>



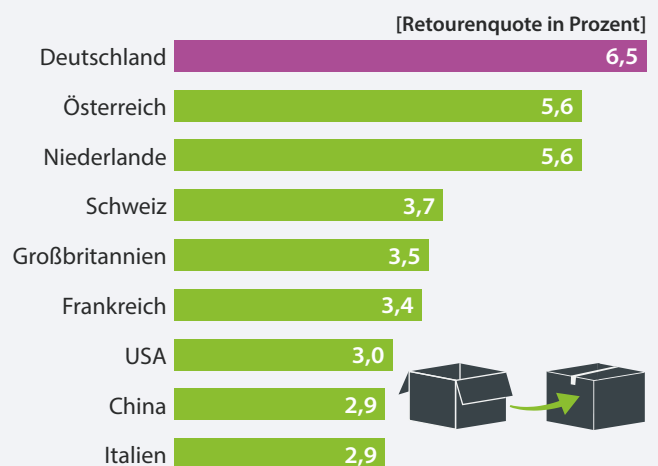
### ► Rekorde

Corona ließ die Paketzahl besonders stark anwachsen, auch wenn ein Anstieg an sich keine Überraschung war.<sup>2</sup>



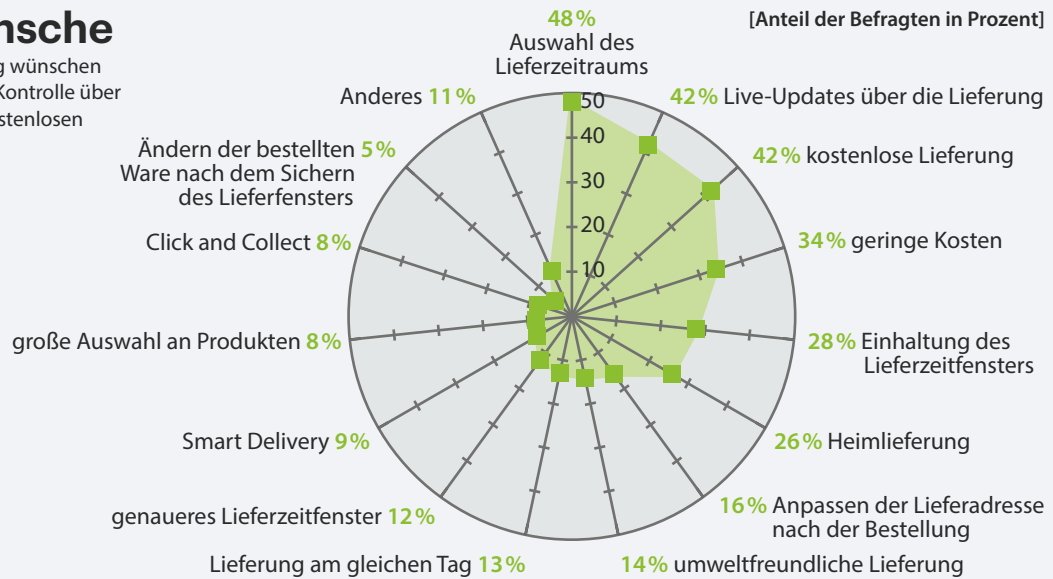
### ► Retouren

Kunden in Deutschland tauschen wegen verbraucherfreundlicher Regelungen mehr um als solche in anderen Ländern.<sup>3</sup>



## ► Lieferwünsche

Beim Onlineshopping wünschen die meisten Kunden Kontrolle über Liefertermine und kostenlosen Versand.<sup>4</sup>



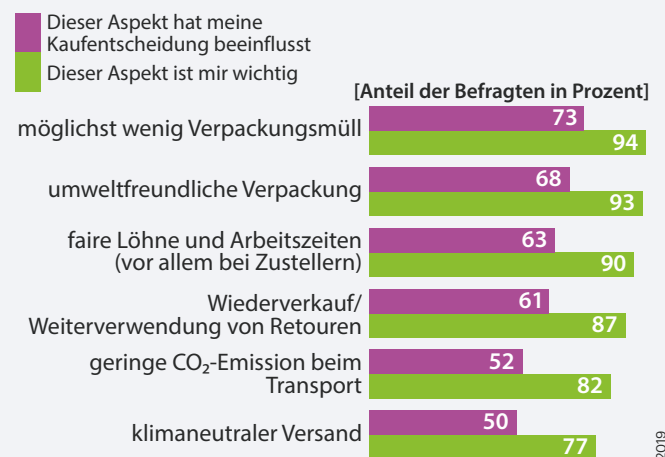
## ► Auslieferungslager

Viele deutsche Onlinehändler liefern auch ins Ausland, einige unterhalten dafür sogar ein Lager im Zielland.<sup>3</sup>



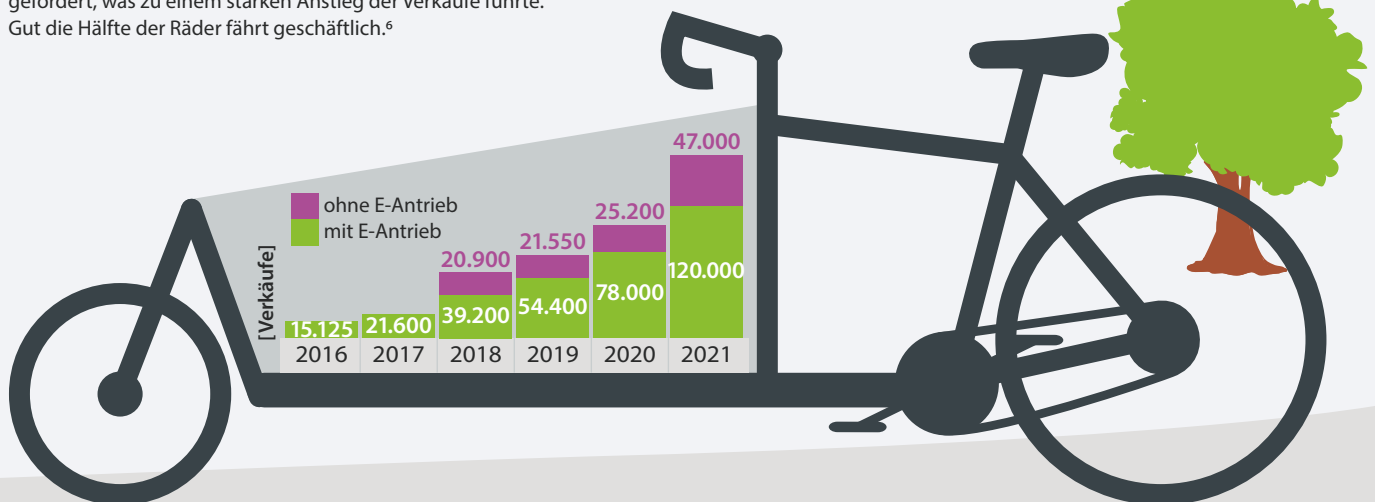
## ► Nachhaltig liefern

Klimaneutraler Versand, niedrige Emissionen sind Kunden wichtig und bestimmen teils die Kaufentscheidung.<sup>5</sup>



## ► Lastenfahräder

Lastenräder werden unter bestimmten Bedingungen öffentlich gefördert, was zu einem starken Anstieg der Verkäufe führte. Gut die Hälfte der Räder fährt geschäftlich.<sup>6</sup>







# Kleines Logo, große Wirkung

**Mit welcher Debitkarte Sie besser bezahlen:  
Girocard oder Visa und Mastercard**

**Seit Jahrzehnten ist die Girocard („EC-Karte“) die wichtigste Bezahlkarte in Deutschland. Doch Visa und Mastercard machen ihr mit ihren Debitkarten zunehmend Konkurrenz. Die verursachen aber an mancher Kasse noch Probleme – und sorgen für steigende Preise, wie unsere Analyse erklärt.**

Von Markus Montz

**K**arte abgelehnt: Den Einsatz ihrer neuen Karte hatte sich unsere Leserin und Kundin einer großen Direktbank anders vorgestellt. Als kostenlose Bezahlkarte zu ihrem Girokonto hatte ihr das Institut kürzlich eine Debitkarte von Visa zugesandt. Mit der könne sie wie bisher mit der Girocard im stationären Handel und zusätzlich auch online und im Ausland einkaufen, hieß es. Während es mit der Girocard jedoch nie Probleme an der Ladenkasse gegeben hatte, war unserer Leserin nun schon auf die dritte Stelle gestoßen, die keine Karten von Visa und Mastercard annahm – zwei inhabergeführte kleine Geschäfte und eine Ärztin.

Mit ihrem Problem ist die Leserin nicht allein. Wir hörten auch von Schwierigkeiten in Hotels und Autovermietungen, besonders im Ausland. Davon wurden viele Kartennutzer kalt erwischt: Hatten die Terminals oder Banken ein Problem? Lag es an den Karten selbst? Hatte die Abkündigung des Maestro-Systems durch Mastercard etwas damit zu tun? Ist Plastikgeld etwa nicht Plastikgeld? Was ist überhaupt der Unterschied zwischen Girocard, Debitkarte und Kreditkarte? Darüber hinaus fragen wir, welche Banken heute und in Zukunft welche Karten ausgeben und was das für Händler bedeutet.

## c't kompakt

- Die Girocard ist beim elektronischen Bezahlen an der deutschen Ladenkasse bislang die Nummer eins.
- Mastercard lässt Maestro auslaufen und greift die Girocard gemeinsam mit Visa und neuen Karten an.
- Debitkarten von Mastercard und Visa funktionieren online und im Ausland, kosten Händler und mitunter auch Kunden aber höhere Gebühren.

### Alles Debitkarten

Eine Debitkarte ist eine Bezahlkarte. In der Regel händigt eine Bank oder Sparkasse sie ihren Kunden aus und verknüpft sie direkt mit deren Girokonten. Nutzt ein Kunde eine Debitkarte, um damit irgendwo an einem Kartenterminal zu bezahlen, belastet („debitiert“) ihm sein Kreditinstitut den Zahlungsbetrag sofort auf dem Girokonto. Dabei kann „sofort“ ein bis zwei Werktage bedeuten, in jedem Fall aber ohne längeren Aufschub.

Das ist bereits der wichtigste Unterschied zu einer Kreditkarte: Bei ihr sammelt die Bank die Zahlungsbeträge als Kredit. In Deutschland rechnet sie diesen meist zu einem monatlichen Stichtag zinslos ab und zieht den Betrag vom verknüpften Girokonto ein [1]. Auf den Karten von Mastercard und Visa ist dieser Unterschied an dem Aufdruck „Credit“ oder „Debit“ auf der Vorder- oder Rückseite zu erkennen. Ansonsten gleichen sich die Karten: Sie tragen die Logos des Kreditkartennetzwerks und der ausgebenden Bank sowie die 16-stellige Kartenummer (Personal Account Number, PAN), den Namen des Inhabers, den Gültigkeitszeitraum sowie einen dreistelligen Sicherheitscode für Onlinezahlungen.

Auch Zahlungen mit der deutschen Girocard („EC-Karte“) belasten das Konto sofort. Die Girocard ist ein System des Spitzenverbands „Die Deutsche Kreditwirtschaft“, also der deutschen Banken und Sparkassen. Wie bei den Karten der beiden US-Netzwerke geben Geldinstitute die Karten aus, die man am „Girocard“-Logo erkennt. Die Girocard ist technisch und rechtlich ebenfalls eine Debitkarte. Das stiftet oft Verwirrung. Wir bleiben dennoch beim Begriff „Girocard“, um

diese von ihren Visa- und Mastercard-Pendants abzusetzen.

Noch größer machen die Verwirrung die Systeme Maestro und V Pay, deren Logos sich zusätzlich auf vielen Girocards finden. Auch bei ihnen handelt es sich um Debitkartensysteme, hinter denen wiederum Mastercard (Maestro) und Visa (V Pay) stecken. Viele Girocards enthalten dieses sogenannte „Co-Badge“ als Zweitsystem für den Auslandseinsatz, weil das Girocard-System auf Deutschland begrenzt ist. Neuerdings sind außerdem Girocards im Umlauf, die das Co-Badge einer „echten“ Debitkarte von Visa oder Mastercard tragen. In allen Fällen gilt, dass solch eine Karte grundsätzlich das Girocard-System nutzt, wenn das Terminal es unterstützt. Das Co-Badge-System springt erst ein, wenn das nicht der Fall ist.

### Die Girocard

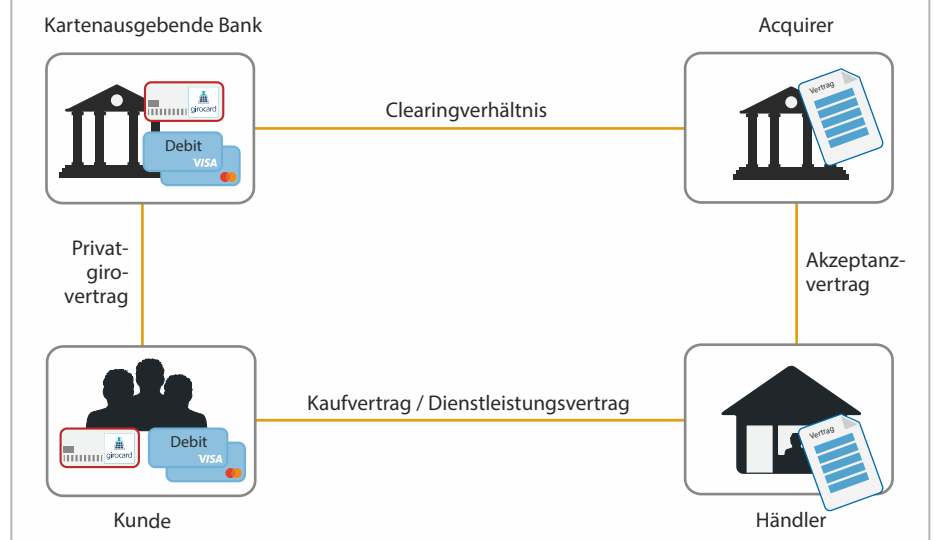
Nahezu alle Bezahlterminals bei Händlern und Dienstleistern in Deutschland akzeptieren die Girocard. Ausnahmen gibt es vor allem an den mobilen Bezahlterminals der Anbieter SumUp und Zettle, die man in

manchen Restaurants und Läden findet. Dort ist ein Co-Badge von Maestro, V Pay, Mastercard oder Visa erforderlich. Grundsätzlich lohnt sich daher immer ein Blick auf die Symbole an der Kasse oder Ladentür oder eine vorherige Nachfrage. Zahlungen im Ausland sind mit der Girocard ebenfalls nur möglich, wenn sie eines der Co-Badges aufweist – und der Händler es akzeptiert. Bargeld erhält man mit der reinen Girocard an nahezu jedem Geldautomaten in Deutschland. Im Ausland ist man auch dafür auf ein Co-Badge angewiesen.

Innerhalb Deutschlands ist die Girocard in den Kosten für das Girokonto enthalten (die Kartenausgabe kostet gelegentlich einen Obolus). Das gilt auch an Geldautomaten, solange man Geräte der eigenen Bank oder eines passenden Verbundes nutzt. An verbundfremden Automaten werden Zusatzkosten fällig. Deren Höhe hängt vom Kontomodell der eigenen Bank sowie der Entgeltordnung der Fremdbank ab. Alternativ zahlen auch manche Einzelhandelsketten in Deutschland kostenlos Bargeld aus; Voraussetzung ist ein Einkauf im Geschäft.

## Parteien einer Debitkartenzahlung

Debitkartenzahlungen in Deutschland liegt rechtlich ein Vier-Parteien-Verhältnis zugrunde: Auf der einen Seite stehen der Kunde mit seiner kartenausgebenden Bank („Issuer“), auf der anderen der Händler mit seinem Akzeptanzpartner („Acquirer“). Er leitet das Geld abzüglich eines Entgelts an die Bank des Händlers weiter; mitunter sind Bank und Acquirer auch identisch. Acquirer und kartenausgebende Bank verrechnen die Zahlungen untereinander („Clearing“). Die US-Unternehmen Visa und Mastercard agieren für die Karten in ihren Netzwerken als Lizenzgeber für Issuer und Acquirer und vermitteln Zahlungen zwischen ihnen. Für die Girocard übernehmen diese Rollen der Spitzenverband „Deutsche Kreditwirtschaft“ und ihre Mitglieder.







**Die Girocard kann man überall in Deutschland nutzen, wo man das „Girocard“- oder das alte „EC“-Symbol an der Kasse findet. Für den Auslandseinsatz tragen viele Karten ein Co-Badge der Systeme Maestro oder V Pay.**

Im Euroraum ist der Einsatz der Girocard mit einem Co-Badge normalerweise entgeltfrei möglich. Außerhalb der Eurozone nimmt die eigene Bank für den Einsatz bei stationären Händlern meistens einen Aufschlag. Geldabheben am Automaten ist überall im Ausland an ein Co-Badge gebunden und kostenpflichtig; es sei denn, man findet einen Automaten des eigenen Instituts. Die Höhe der Aufschläge hängt vom eigenen Geldinstitut, der Fremdbank, dem bereisten Land und vom Kartentyp ab. Mal sind Maestro und V Pay günstiger, mal eine „reine“ Mastercard- oder Visa-Debit- oder Kreditkarte. Das sollte man vorab klären.

In Sachen Onlinefähigkeit ist die Girocard im Hintertreffen. Insbesondere ist sie bislang für den E-Commerce quasi ungeeignet. Auch für das Bezahlen mit dem Smartphone im Laden eignet sie sich nur bedingt. Immerhin bieten Sparkassen und Volksbanken Android-Apps an, in denen man seine Girocard hinterlegen und mit NFC-fähigen Geräten nutzen kann. Mit Apple Pay funktioniert bislang nur die Girocard der Sparkassen. Apple Pay ist bislang auch der einzige Weg, mit einer Girocard in Onlineshops zu bezahlen – wenn der Shop denn Apple Pay unterstützt. Langfristig will die deutsche Kreditwirtschaft die Girocard in ein neues

## Das Ende von Maestro

Im Oktober 2021 kündigte Mastercard an, sein Debitkartensystem Maestro einzustellen. Ab 1. Juli 2023 können Banken mit wenigen Ausnahmen (unter anderem in der Schweiz) keine neuen Karten mehr damit ausgeben, weder als reine Maestro-Karten noch als solche mit Maestro als Co-Badge. Für Bestandskunden will Mastercard Maestro weiterlaufen lassen, bis die Banken Mitte 2027 die letzten Karten durch neue austauschen müssen. Offiziell hat Mastercard die Abkündigung mit der fehlenden Onlinefähigkeit von Maestro begründet. Experten werten den Schritt aber vor allem als Angriff auf nationale Kartensysteme wie die Girocard sowie auf die geplante European Payments Initiative [2]. Gerade letztere

soll ökonomisch und geopolitisch ein Gegengewicht zu Visa und Mastercard aufbauen.

Da mit Maestro dessen weltweit anzutreffendes Co-Badge-System wegfällt, sind die kartenausgebenden Banken wegen der Beschränkung des Girocard-Systems auf Deutschland in Zugzwang. Es ist abzusehen, dass viele zukünftig verstärkt auf reine oder Co-Badge-Debitkarten von Visa und Mastercard setzen. Zwar hat Visa sein Co-Badge-System V Pay nicht offiziell abgekündigt, langfristig ist aber mit einer Schwächung zugunsten der hauseigenen Debitkarte zu rechnen. Hinzu kommt, dass man V Pay weder außerhalb Europas noch online nutzen kann.

Wallet im Onlinebezahlverfahren Giro-pay integrieren, das derzeit erweitert wird [3]. Den Anfang sollen ab Ende des Jahres Karten von VR-Banken und Sparkassen in Kombination mit den Android-Apps machen.

## Visa und Mastercard Debit

Mit den Debitkarten von Visa und Mastercard kann man an vielen, aber nicht allen Kassenterminals in Deutschland bezahlen. Große Handels- und Supermarktketten sowie Geschäfte mit internationaler Kundschaft nehmen Zahlungen mit Visa- und Mastercard-Debitkarten nahezu durchgängig an. Wie bei der Girocard zahlt man dafür keinen Extraaufschlag. Bares bekommt man an allen deutschen Geldautomaten. Die Kosten variieren allerdings stark: Bei den meisten Banken ist es kostenfrei, ohne dass man auf Automaten eines bestimmten Verbundes festgelegt ist. Viele Banken nehmen nach zwei bis fünf Abhebungen allerdings einige Euro Entgelt. Alternativ kann man wie bei der Girocard in manchen Handelsketten beim Einkaufen ohne Aufschlag Bargeld bekommen.

Auch beim Auslandseinsatz in vielen gängigen Reiseländern punkten die Karten von Visa und Mastercard, weil viele Händler sie anstandslos akzeptieren. Es empfiehlt sich wie bei der Girocard, vorab zu klären, welche Karten ein Laden annimmt. Zahlt man in der Eurozone, ist das ohne Extrakosten möglich. Hat das besuchte Land eine andere Währung, fallen meist Fremdwährungsaufschläge wie bei der Girocard an. Es gibt jedoch auch Ausnahmen, abhängig von Bank und Kontomodell.

Der größte Vorteil der Debitkarten von Mastercard und Visa ist, dass sie anders als die Girocard voll onlinefähig sind. Im E-Commerce kann man sie überall dort verwenden, wo ein Shop Kreditkarten der beiden Netzwerke akzeptiert. Das gilt auch für ausländische Shops, solange der Händler deutsche Karten nicht ausschließt. Zahlt man in Deutschland und im Euroraum, ist das aufschlagfrei. Für andere Währungen kann die eigene Bank ein Entgelt verlangen.

Will man mit dem Smartphone im In- und Ausland bezahlen und dafür eine Visa- oder Mastercard-Debitkarte in Google Pay (Android) oder Apple Pay (iOS) hinterlegen, kommt es auf das kartenausgebende Institut an. Apple Pay unterstützen bis auf die Postbank mittlerweile fast alle große-





Debitkarten von Visa oder Mastercard kann man auf den ersten Blick nur am entsprechenden Aufdruck auf der Vorder- oder Rückseite unterscheiden.

So reduziert man die häufig fälligen Zusatzkosten.

### Banken stellen um

Welche Karte eine deutsche Bank oder Sparkasse ihren Kunden als Standard zum Girokonto aushändigt, hängt vom Konto-modell ab. Lange Zeit war dies ausschließlich die Girocard mit V-Pay- oder Maestro-Co-Badge. Mit den Neobanken wie Fidor oder N26 kamen erstmals die Debitkarten heutigen Typs von Mastercard oder Visa hinzu. Neu waren diese nicht: In den USA sind sie schon seit Jahrzehnten im Umlauf.

Mittlerweile stellen auch die beiden großen Direktbanken Comdirect und ING ihren Kunden standardmäßig Debitkarten von Visa zum Girokonto aus. Die DKB will zum Januar 2023 folgen. Die deutsche Girocard können Kunden bei allen drei Geldinstituten optional hinzubestellen, bei DKB und ING kostet sie 99 Cent im Monat – das werden viele Kunden nicht zahlen wollen. Da diese Banken zusammengekommen eine achsstellige Zahl von Girokonten verwalten, werden die Debitkarten von Visa und Mastercard in den kommenden Jahren an Bedeutung gewinnen. Die Banken kalkulieren dabei knall-

ren Geldhäuser. Bei Google Pay gibt es hingegen Lücken; neben Sparkassen und Volksbanken fehlen dort zum Beispiel auch die Deutsche Bank und ebenfalls die Postbank. Debitkarten der großen Direkt- sowie den Neobanken kann man dagegen anstandslos mit Google Pay nutzen. Die Kosten dafür sind bei Apple wie Google die gleichen wie beim Einsatz der Plastikkarte.

### Ungewohnte Alltagsprobleme

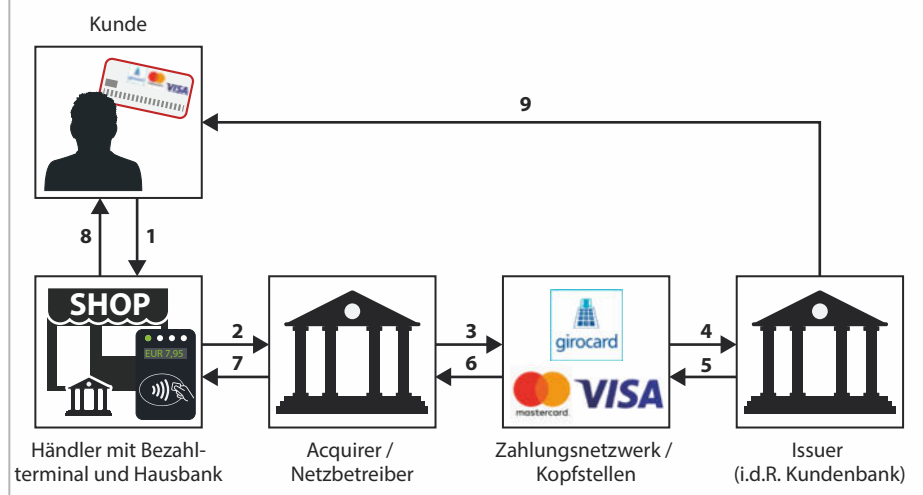
Während Zahlungen mit der Girocard in Deutschland eingespielt sind, akzeptieren viele inhabergeführte Geschäfte in Deutschland Visa und Mastercard ebenso wie V Pay und Maestro bislang nicht. Die Verbraucherzentralen bestätigten auf Nachfrage diese Erfahrungen unserer Leser. Den Händlern sind oftmals die Kosten dafür zu hoch (siehe Kasten „Extrakosten für Händler“ auf S. 118). Auch Behörden und Arztpraxen lehnen Debitkarten der US-Netzwerke häufig ab. Achten Sie also stets auf die Bezahllogos an der Ladentür oder neben dem Terminal. Falls möglich, sollten Sie mit einer Girocard bezahlen, weil deren Abzüge für die Händler niedriger sind als bei Mastercard und Visa. Als Kunde tragen Sie die Mehrkosten indirekt mit, weil die Händler sie irgendwann in ihre Preise einkalkulieren dürften.

Probleme kann es mit den Debitkarten von Visa und Mastercard zudem geben, wenn man ein Hotelzimmer bucht und die Betreiber im Voraus den Zimmerpreis auf der Karte blocken wollen. Ähnliches hörten wir von Lesern, die bei Mietwagenfirmen eine Kaution hinterlegen mussten. Zwar versichern sowohl

Visa und Mastercard als auch die kartenausgebenden Banken, dass ihre Debitkarten auch für diese Zwecke geeignet sind. In der Praxis kann man aber immer noch gegenteilige Erfahrungen machen. Daher sollte man im Ausland am besten mehrgleisig fahren und neben Bargeld eine vollwertige Kreditkarte dabeihaben. Je nach Institut kann man diese sogar monatsweise zum Konto hinzubuchen und nach dem Urlaub wieder kündigen.

## Ablauf einer Debitkartenzahlung

Der Kunde zahlt durch Stecken der Karte oder kontaktlos (1). Das Terminal prüft, ob der Kartentyp in Frage kommt und reicht die Autorisierungsanfrage sowie die Zahlungsdaten an den Acquirer oder bei der Girocard den Netzbetreiber weiter (2, 3). Der schickt beides an das Zahlungsnetzwerk von Visa und Mastercard respektive die Kopfstellen im Girocard-System; diese routen die Anfrage an den Kartenherausgeber des Kunden (Issuer, 4). Nach einer Deckungs- und Betrugsrisikoprüfung gibt der Issuer die Zahlung frei oder lehnt sie ab. Je nach Kartentyp liefern die Zwischenstationen eigene Risikoeinschätzungen. Anschließend laufen Freigabe oder Ablehnung zurück (5-8). Die Kundenbank belastet danach ohne Verzug das Konto des Kunden um den Zahlungsbetrag (9).



## Extrakosten für Händler

Anders als für Kunden kostet eine Kartenzahlung den Händler grundsätzlich etwas. Die Basis bildet die sogenannte Interchange Fee, die vom Acquirer (und damit de facto vom Händler) an die kartenausgebende Bank geht. Bei Debitkarten ist dieser Abzug in der EU auf 0,2 Prozent des Rechnungsbetrages gedeckelt.

Bei der Girocard kommen Händler nach Auskunft von Zahlungsexperten zusammen mit weiteren Rechnungsposten auf etwa 0,2 bis 0,25 Prozent. Hinzu kommen aber oft monatliche Grundkosten, Gerätemiete für das Kartenterminal, Kon-

toführungsentgelte sowie teilweise fixe Centbeträge pro Transaktion. Das kann Händlern bereits die gesamte Marge auffressen.

Debitkartenzahlungen mit den Systemen von Visa und Mastercard sind noch teurer. Zusammen mit der Interchange liegt der Gesamtabschlag oft bei 0,7 bis 0,9 Prozent, plus etwaige Fixkosten. Große Ketten zahlen oft deutlich weniger. Im E-Commerce liegt die Händlerbelastung aufgrund des höheren Zahlungsausfallrisikos für die Acquirer meist noch etwas höher.

hart: Ihnen geht es um Marktdurchdringung und die Einnahmen aus den Interchange-Abflüssen – auch im E-Commerce, wo man mit der Girocard so gut wie nicht zahlen kann. Hinzu kommen finanzielle Anreize der großen US-Kartennetzwerke, etwa bei den Lizenzkosten.

Doch auch bei den deutschen Filialbanken und Sparkassen stehen Änderungen im Raum, vor allem durch die Abkündigung von Maestro (siehe Kasten auf S. 116). Auf Nachfrage von c't beteuerten zwar fast alle kundenstarken Banken und Sparkassen, die Girocard als Hauptkarte zu behalten. Viele Sparkassen wollen aber zukünftig statt Maestro auf ein Co-Badge mit Visa- oder Mastercard-Debitkarte setzen, das die Girocard zugleich onlinefähig macht. Derzeit bieten das etwa 20 der 370 Sparkassen in Deutschland an. Die Volks- und Raiffeisenbanken bekommen von ihren technischen Dienstleistern ebenfalls diese Option, die Entscheidung liegt aber bei den Filialen vor Ort. Denkbar ist zum Beispiel, dass einige VR-Banken weiter die Kombination Girocard mit V Pay anbieten und für eine optionale Kreditkarte eine Gebühr verlangen. Die Santander Bank wird ab Oktober 2022 standardmäßig eine Visa-Debitkarte ausgeben, neue Girocards ohne Co-Badge kosten dann 12 Euro im Jahr.

Die Sparda-Banken sowie viele Privatbanken halten sich hingegen noch bedeckt auf die Frage, wie sie ab Mitte 2023 fortfahren. Bereits jetzt bieten Deutsche Bank, Commerzbank und Sparda Baden-Württemberg sowie Hypovereinsbank optional eine Debitkarte von Mastercard respekti-

ve Visa an. Die Targobank hat die Girocard ausweislich ihrer Homepage bereits ausgemustert und setzt ausschließlich auf die Debitkarten von Visa und Mastercard. Die Postbank könnte mit dem bisherigen Angebot aus Girocard mit V Pay und optionaler kostenpflichtiger Kreditkarte weitermachen oder sich an den Mutterkonzern Deutsche Bank anpassen.

## Ausblick

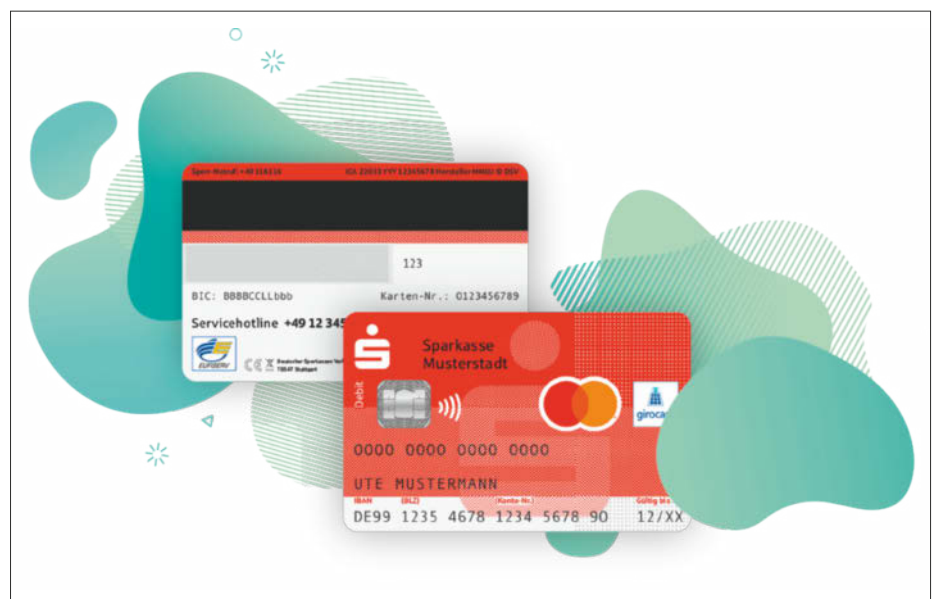
Bankkunden können sich spätestens seit der Abkündigung von Maestro nicht mehr darauf verlassen, eine Girocard zum Konto zu bekommen. Direktbanken, Neo-

banken und zukünftig vielleicht auch einige klassische Institute geben stattdessen Debitkarten von Visa und Mastercard aus. Diese Debitkarten sind voll onlinefähig und ohne zusätzliche Technik auslandstauglich. Wer die Regeln kennt, kann sogar in Übersee gebührenfrei Geld ziehen und an der Ladenkasse zahlen. Auch die gelegentlichen Probleme in Hotels und bei Autovermietungen dürften sich bald geben.

Doch an deutschen Kassen und damit im Alltag bleibt die Girocard auch in den kommenden Jahren zuverlässiger. Wer gerne mit Karte bezahlt und sich nicht gerade auf große Handelsketten, das Ausland oder den Onlinehandel beschränkt, wird damit rechnen müssen, dass manche Händler und Institutionen die Debitkarten der US-Konzerne nicht annehmen – weil es ihnen zu teuer ist. Eine (zusätzliche) Girocard stellt sicher, überhaupt mit Karte zahlen zu können. In Zeiten steigender Preise reduziert sie zudem Gebühren für den Händler, sodass er den höheren Aufschlag der Finanzindustrie nicht an seine Kunden weitergeben muss. (mon@ct.de) **ct**

## Literatur

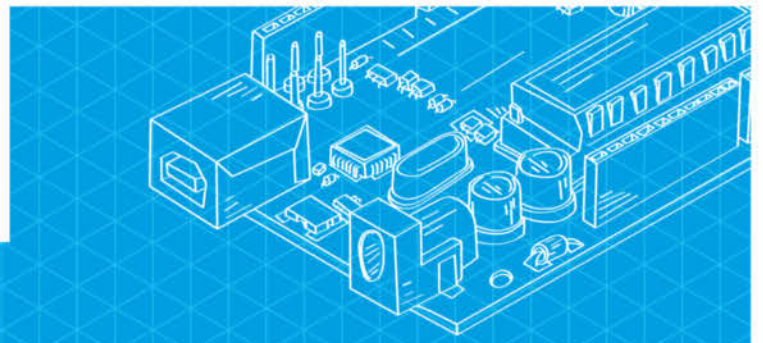
- [1] Markus Montz, Gute Karten, Wie elektronische Zahlungen funktionieren, c't 14/2021, S. 118
- [2] Markus Montz, Mastercard attackiert Girocard, c't 24/2021, S. 31
- [3] Markus Montz, Geld hin, Geld her, PayPal, Paydirekt, Kwitt: Bezahl-Apps im Vergleich, c't 18/2022, S. 120



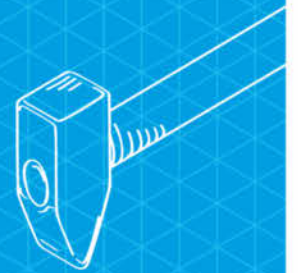
**Viele Sparkassen sowie Volks- und Raiffeisenbanken wollen ihre Girocards zukünftig um eine Debitkarte von Mastercard oder Visa als Co-Badge erweitern.**



# Make:



## DAS KANNST DU AUCH!



**GRATIS!**



## 2x Make testen und über 9 € sparen!

### Ihre Vorteile:

- ✓ **GRATIS dazu:** Make: Tasse
- ✓ Jetzt auch im Browser lesen!
- ✓ Zugriff auf Online-Artikel-Archiv\*
- ✓ Zusätzlich digital über iOS oder Android lesen

**Für nur 16,10 € statt 25,80 €**

\* Für die Laufzeit des Angebotes.

**Jetzt bestellen: [make-magazin.de/miniabo](http://make-magazin.de/miniabo)**





Bild: TeamViewer

# Die virtuelle Industrie

## Fertigung und Wartung im Industrial Metaverse

**Was früher Augmented oder Virtual Reality hieß, soll in der Industrie als Metaverse neue Interessenten anlocken. Unternehmen wie BMW, die Deutsche Bahn und TeamViewer suchen und finden Anwendungen, um die Fertigung oder Wartung mit 3D-Umgebungen und Datenbrillen virtuell zu unterstützen.**

Von André Kramer

**D**er Mensch ist nicht dafür gemacht, eine Computermaus zu schubsen oder auf Touchscreens zu tippen. Er sieht dreidimensional, und langfristig soll sich auch der Umgang mit virtuellen Maschinen ganz natürlich anfühlen, als bewege

man sich in der wirklichen Welt. So haben Facharbeiter außerdem die Hände frei – die brauchen sie schließlich, um die Maschinen zu bedienen.

Die Idee des Metaverse beflügelt nicht nur die Fantasie von Literaten und Filmmachern, auch die Industrie sucht nach Anwendungen in der virtuellen Welt. Das Metaverse, so die Theorie, ist die logische Konsequenz aus der Art, wie wir unsere Umwelt wahrnehmen und mit ihr interagieren. Jetzt muss es nur noch Wirklichkeit werden. Besonders Branchen, die ohnehin mit 3D-Modellen wie CAD-Daten agieren, zeigen Interesse, beispielsweise Architekten und Hersteller von Autos und Maschinen.

Das „Industrial Metaverse“ fasst Anwendungen zusammen, die Produktionsmaschinen und Anlagendaten aus der Ferne warten: Mitarbeiter greifen aus dem Büro oder von zu Hause über eine Datenbrille mithilfe von sogenannten di-

gitalen Zwillingen in den Produktionsprozess ein. Der digitale Zwilling ist ein Stück Software, das sich genauso verhält wie sein reales Original. Der Begriff bezieht sich dabei nicht nur auf Personen und ihre Avatare, sondern auch auf Maschinenteile oder nichtphysische Dinge wie Dienste oder Prozesse. Sensornetzwerke und Simulationsmodelle geben im Bau- oder Fabrikbetrieb die Realität möglichst genau wieder, um beispielsweise Materialeigenschaften in der Fertigung zu simulieren.

### CAD-Daten holografisch

Designer entwerfen ihre Produkte in CAD-Anwendungen und schaffen damit die Grundlage für die digitalen Zwillinge. Schon in der Entwurfsphase sollen Mitarbeiter an 3D-Modellen virtuell zusammenarbeiten. Ein VR-Headset macht ein Gebäude oder ein Auto kostengünstig erlebbar, ohne dass es physisch in der Nähe

## c't kompakt

- Der Traum vom Metaverse beflügelt die Industrie, nach neuen AR- und VR-Anwendungen zu suchen.
- Die Firma TeamViewer bietet nicht nur Fernwartung fürs Büro, sondern will auch Werkarbeiter unterstützen. Die Bahn schult Gleiswartung in AR; BMW digitalisiert ganze Werkshallen.
- Datenbrillen sind nicht so weit entwickelt wie das Zusammenspiel aus Monitor und Maus und damit eine Hürde bei Schulungen.

oder überhaupt schon gebaut sein muss. Es soll eine bessere Informationsgrundlage für Produktentscheidungen und Innovationen bieten als E-Mails und Video meetings. Mit VR-Headsets wie der Oculus Quest 2 oder Datenbrillen wie der Microsoft HoloLens können Entwickler Prototypen begutachten oder Servicemitarbeiter ausgebildet werden, ohne dabei wichtige Ressourcen zu binden. Auch im weiteren Lebenszyklus des Produkts sollen virtuelle und reale Welt ineinandergreifen.

Ein Beispiel, dass dies schon passiert, liefert das schwäbische Unternehmen TeamViewer. Es entwickelt seit 2005 Fernwartungssoftware und dehnt sein Angebot mittlerweile auf das Industrial Metaverse aus. Die Augmented-Reality-Plattform „TeamViewer Frontline“ enthält vier Komponenten, aus denen sich verschiedene AR-Szenarien bauen lassen: „xAssist“ für Remote-Support, „xInspect“ für angeleitete Fehlersuche und -diagnose, „xPick“ für Kommissionierung und Logistik und „xMake“ für Montageanleitung und Qualitätssicherung.

An der Werkbank sieht TeamViewer großes Potenzial für seine Software: „Im Büro ist die Digitalisierung mittlerweile eingezogen. Wir möchten nun auch dem Werker helfen, beispielsweise bei Montage, Wartung und Logistik“, sagt Dr. Hendrik Witt, Chef-Produktentwickler bei TeamViewer. „Der Begriff Industrial Metaverse ist noch nicht in aller Munde. Dabei ist es längst schon in der Industrie angekommen.“ Das spiegelt auch eine im Auftrag von TeamViewer angeleitete Befragung von 2500 Personen durch das Meinungsforschungsinstitut Civey. 58

Prozent der Befragten haben demnach noch nie vom Metaverse gehört.

Metaverse-Utopien wie Shopping und Sightseeing vom heimischen Sofa mit VR-Headset locken die wenigsten Unternehmen zu investieren. Bei Wartung und Produktentwicklung sehe das anders aus, findet Witt. „Das sind komplexe Prozesse, in denen sie von technischer Hilfe profitieren.“ Der Arbeiter habe beispielsweise nicht die Hände frei, um im Smartphone nachzuschauen, wie ein bestimmtes Bauteil zu warten ist. TeamViewer entwickelt Software, die in Echtzeit Daten direkt vors Auge projiziert, aber über eine Kamera und Spracheingabe auch Daten entgegennimmt sowie bei Bedarf Remote-Support-Mitarbeiter hinzuschaltet.

### Freihändig Daten erfassen

Der Getränkeabfüller Coca Cola HBC setzt an 18 Standorten die TeamViewer-Software „xPick“ ein, um die Warenentnahme aus dem Lager zu protokollieren. Die Lagermitarbeiter tragen Industriedatenbrillen wie die RealWear HMT-1, aber auch verschiedene Datenbrillen von Vuzix und Epson. Steht der Mitarbeiter vor einer Europalette mit dem gesuchten Produkt, aktiviert er per Sprachbefehl die Kamera der Datenbrille, scannt einen QR-Code mit Produktdaten und gibt die Anzahl entnommener Artikel ebenfalls per Sprachbefehl in die Datenbank ein.

Zuvor hantierten die Mitarbeiter mit Papier. Das verursachte zusätzliche Arbeitsschritte. Nun haben sie zudem beide Hände frei. „Wir haben den Augmented-Reality-Pickup im Jahr 2019 an sieben Standorten implementiert, was die Produktivität zu etwa zehn Prozent steigerte bei einer Genauigkeit von 99,9 Prozent der Lieferungen an Kunden“, sagt Coca-Cola

HBC in einem Statement dazu. Über „xAssist“ können die Lagerarbeiter zudem den Support hinzuschalten, der durch die Kamera der Datenbrille schaut und mittels AR im Sichtfeld Hinweise setzt.

Airbus Helicopters in Dallas, Texas, setzt „xInspect“ bei der Montage und Wartung ein. Beim Warten eines Helikoptergetriebes müssen Mitarbeiter jeden Arbeitsschritt dokumentieren und fotografisch festhalten. Bisher wurde manuell fotografiert und anschließend hochgeladen. Die Datenbrille RealWear HMT-1 hält Mitarbeitern die Hände frei und spart den zusätzlichen Arbeitsschritt am Ende der Wartung.

### Schulung am digitalen Zwilling

Digitale Zwillinge können außerdem bei der Schulung helfen, wenn nicht genug Originalteile für die Ausbildung zur Verfügung stehen. Franziska Kost von der DB Netz AG hat die Aufgabe, 11.000 Mitarbeitern beizubringen, wie Gleisanlagen instand zu halten sind. Im Schulungsraum geht das am besten am virtuellen Beispiel. Über die Datenbrille Microsoft HoloLens lernen Gleisarbeiter, wie Weichenantriebe und Schaltschränke funktionieren. Die TeamViewer-Software Frontline Spatial kann die dazu nötigen Hologramme direkt aus CAD-Daten erstellen. „Wir können auf diese Weise Störungen simulieren und Vorgänge besser visualisieren als auf dem Beamer“, sagt Kost.

Sitzt die HoloLens einmal, erscheint der digitale Zwilling der Weiche auf dem Tisch im Schulungsraum. Die Fingergeste einer flach ausgebreiteten linken Hand öffnet das Hauptmenü. Ein Fingerzeig mit der rechten Hand wählt Menüpunkte an. Um sie aufzurufen, muss man Daumen und Zeigefinger berühren, was ohne

**Datenbrillen wie die Microsoft HoloLens sollen bei Maschinenreparaturen helfen, indem sie die notwendigen Anleitungen einblenden.**



Bild: TeamViewer





Bild: Teamviewer

**Die Datenbrille unterstützt Airbus-Mitarbeiter bei der Wartung eines Helikoptergetriebes und protokolliert jeden Arbeitsschritt mit Fotos.**



**Facharbeiter lernen bei DB Netz mit dem AR-Headset Microsoft HoloLens an der virtuellen Gleisanlage, wie sie diese instand zu setzen haben.**

Übung oft schiefgeht. Im zweiten Ausbildungsschritt blendet die HoloLens an der realen Stellungsanlage wichtige Messpunkte ein. Letztlich müssen die Bahnmitarbeiter die Weiche ohne Datenbrille warten, können die Inhalte aber in einer Lern-App weiterhin aufrufen.

Auch der Autohersteller Audi gestaltet über die TeamViewer-Software Schulungen effizienter, nutzt dafür aber Tablets statt Datenbrillen, damit die Mitarbeiter vor dem eigentlichen Lerninhalt nicht noch den Umgang mit einer neuen Hardwarekategorie üben müssen. Als Audi in Brüssel ein neues Werk eröffnet hat, um e-tron-Fahrzeuge zu bauen, mussten in kurzer Zeit viele Qualitätsprüfer ausgebildet werden – eine komplexe Aufgabe, denn bei jedem Fahrzeug müssen sie später etwa 150 Datenpunkte prüfen, darunter Spaltmaße, Unregelmäßigkeiten im Lack, Beschädigungen und Schmutz. Wenn die Kamera des Tablets auf ein Fahrzeug gerichtet wird, blendet ein Overlay in der App die Silhouette der Karosserie ein. Ist sie eingepasst, erkennt die TeamViewer-Software das Fahrzeug, leitet den Schüler von einem Prüfpunkt zum nächsten und erläutert, worauf es ankommt.

### Virtuelle Produktionskette

Der Fahrzeughersteller BMW nutzt virtuelle Räume zur Entwicklung im technischen Bereich und im Design. „Das erste Fahrzeug, das von Anfang an virtuell entwickelt wurde, ist der BMW iX“, sagt Christophe Koenig, Sprecher für das digitale Auto und autonomes Fahren bei BMW. 2016 begann BMW, das Elektro-SUV zu entwickeln. Die Designphase nimmt üblicherweise ein, zwei Jahre in

Anspruch. „Früher arbeiteten wir mit Tonmodellen; heute wird sehr früh digital visualisiert“, sagt Koenig. BMW arbeitet dafür mit der Unreal-Engine. Die CAD-Daten kommen aus dem Programm „Catia“. In der Unreal-Engine entstehen aus den Ingenieursdaten präsentable Bilder mit hübschen Hintergründen, Texturen und Reflektionen.

„2016 hatten wir den ersten Automotive-Industry-Vertrag mit Unreal. Am Anfang stand die Planung von Produktionsstandorten, sprich Werken“, sagt Koenig. Dazu geht man so vor: Zunächst vermessen Mitarbeiter mit mobilen 3D-Laserscannern die Werkshallen. Die Produktionsstandorte werden anschließend in Unreal passgenau auf den Zentimeter geplant. Dabei können die Planer auch die Montagezeiten, die ein Mitarbeiter am

Band benötigt, und den Platz für Gitterboxen mit Bauteilen berücksichtigen.

Die Software „Nvidia Omniverse“ führt Daten aus der Unreal-Engine, „Catia“ und Prozessapplikationen nahezu in Echtzeit zusammen. Bei der Entwicklung errechnet eine Applikation zum Beispiel anhand von Materialeigenschaften, Geometrie und ihrem Gewicht die vorläufige Form eines Bauteils; in der Unreal-Anwendung übernimmt ein Entwickler mit VR-Brille das Finetuning.

Außerdem betreibt BMW in München ein Fahrersimulationszentrum, das Flugsimulatoren für das Pilotentraining ähnelt. BMW testet dort bei virtuellen Fahrten Designs ebenso wie Fahrassistenzsysteme, simuliert Bodenbeläge wie Asphalt und vereiste Strecken sowie Wetterverhältnisse. Dabei können Ingenieure präzi-

## Das ist das Industrial Metaverse

Das Metaverse beschreibt mehr als bloß eine virtuelle Realität oder einen 3D-Raum, in dem Nutzer sich online mit einem Avatar bewegen. Denn das trifft auch auf Spiele wie Call of Duty zu.

Es existiert nicht im Plural, es gibt also keine Metaversen. Wie das Internet unterschiedliche Webangebote und Online-dienste zusammenfasst, soll auch das Metaverse aus verschiedenartigen virtuellen 3D-Welten bestehen, in denen Menschen in Echtzeit kommunizieren und interagieren. Es ist interoperabel, folgt also offenen Standards. Es hat keine Obergrenze gleichzeitig aktiver Nutzer

und ist für alle Nutzer gleichermaßen präsent; man muss nicht anstehen und warten. Es ist persistent: Fußspuren im Schnee bleiben sichtbar, ein abgesägter Baum bleibt liegen; Kommunikation, Besitz und Zahlungen bleiben erhalten.

Ein Wartungsdienst, der bloß Datenbrillen nutzt, gilt nach dieser Definition nicht als Metaverse-Anwendung. Viele Unternehmen sehen im „Industrial Metaverse“ aber ein lohnendes Experimentierfeld, das Datenbrillen als Bestandteil nutzt, um Facharbeiter vor Ort oder auch aus der Ferne bei Wartung und Reparatur zu unterstützen.



se in Echtzeit beobachten, wie sich Bauformen und Materialien beispielsweise eines Stoßdämpfers verhalten.

Die Unreal-Umgebung habe sich sehr schnell im Unternehmen verbreitet, so Koenig. Mittlerweile können auch Käufer sie für Emotional-Virtual-Experiences (EVE) mit VR-Brillenstationen nutzen, die einige BMW-Händler bereithalten. „Davon haben wir weltweit über 6000 für unsere virtuellen Konfiguratoren im Einsatz“, sagt er weiter. Das selbst konfigurierte Auto erscheint auf einem Fernseher in der BMW-Filiale vor Kulissen wie Bergen, der Stadt oder einer Villa. „Jetzt sind wir noch in der Phase einzelner isolierter Anwendungen. Wir arbeiten an der Plattform Joytopia, in der sich Nutzer zusammenfinden können“, sagt Koenig. Mit der pastellfarbenen 3D-Welt, durch die Christoph Waltz als animierter Fuchs führt, visiert BMW offenbar die junge Käufergeneration an und möchte sie zukünftig mit dem Metaverse ansprechen. Bisher ist sie nur auf Messen wie der IAA und der CES zu sehen.

### Der Schritt in immersive Welten

Eine Unreal-Anwendung allein macht noch kein Metaverse; denn das ist als soziale Plattform gedacht und in dieser Form noch Zukunftsmusik. Der Fraunhofer-Verbund IUK-Technologie (Information und Kommunikation) sieht im Industrial Metaverse aber Potenzial, das nicht nur Social-Media-Konzerne, die Gaming-industrie und Lifestyle-Marken für sich erschließen können, sondern auch die Industrie. Das Medienunternehmen Bloom-

berg hat den Metaverse-Markt für 2024 auf 800 Milliarden US-Dollar geschätzt.

Das „Industrial Metaverse“ implementiert allerdings kaum einen Gedanken des Metaverse (siehe Kasten), sondern ist nur ein griffigerer Name als „industrielle VR/AR-Anwendungen“. Vieles davon wäre auch ohne die Ideen des Metaverse möglich – oder ist bereits seit Jahren im Gespräch und im Einsatz (siehe Literatur). Das „Industrial Metaverse“ profitiert immerhin von nun geläufigeren Begriffen wie dem digitalen Zwilling und von technischen Fortschritten – auch der Metaverse-Macher.

Einen breiteren Anspruch als die Entwickler des „Industrial Metaverse“ haben Alphabet, Meta und Microsoft. Sie arbeiten daran, E-Commerce, Businessmeetings und virtuelle Freizeit-Events auf demselben Konto mit demselben Avatar anzubieten. Das 3D-Büro soll in wenigen Schritten zu einem Treffen mit Freunden führen. Aktuell konkurrieren verschiedene Systeme, sind etliche Bereiche noch nicht zu Ende entwickelt und es fehlen Daten- und Sicherheitsstandards. Die Navigation mit Augmented-Reality-Brillen funktioniert noch nicht zuverlässig. VR-Brillen verursachen immer noch Seerkrankheit. Bandbreite und Rechenkapazität setzen virtueller Realität enge Grenzen. Techniken wie Blockchain und NFT genießen nicht das nötige Vertrauen, um sie als Grundlage einer virtuellen Warenwirtschaft zu etablieren. Für 3D-Plattformen und Objekte sowie digitale Zwillinge oder andere Avatare existieren keine verbindlichen Standards.



Bild: BMW

**In München betreibt BMW ein Fahrsimulationzentrum, das die Unreal-Engine in Kombination mit VR-Brillen nutzt.**

Immerhin: Der Anfang ist gemacht. TeamViewer beweist, dass der Einsatz von Datenbrillen im Alltag von Facharbeitern seine Berechtigung hat und einige Prozesse effizienter macht. BMW hat virtuelle 3D-Welten erfolgreich in die Prozesskette von Design über Produktion bis zum Verkauf integriert. Augmented- und Virtual-Reality durchdringen bereits viele Bereiche der Industrie. Und weitere werden folgen.

(akr@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Jan-Keno Janssen, Software zum Anfassen, Wie Virtual Reality bei großen Firmen in der Produktionsplanung hilft, c't 8/2019, S. 48
- [2] Peter-Michael Ziegler, Voll den Durchblick, Augmented Reality in der Industrie, c't 9/2017, S. 114
- [3] Jan-Keno Janssen, Christian Wölbert, Autoteile statt Aliens, Wie Unternehmen die HoloLens einsetzen wollen, c't 15/2016, S. 78



Bild: BMW

**Ein BMW-Mitarbeiter vermisst eine Produktionshalle mit einem Laserscanner.**

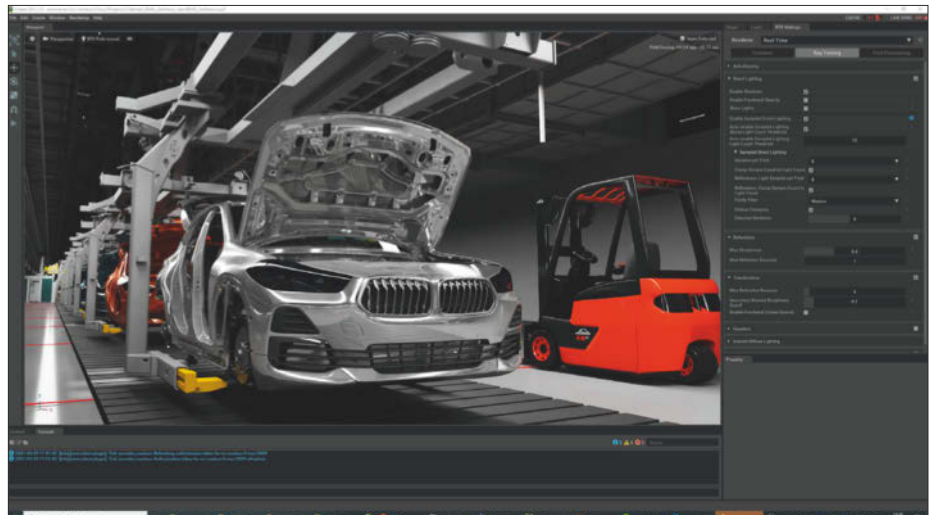


Bild: BMW

**Mit den Daten planen Entwickler die Produktionshalle passgenau auf den Zentimeter in der Unreal-Engine 5.**

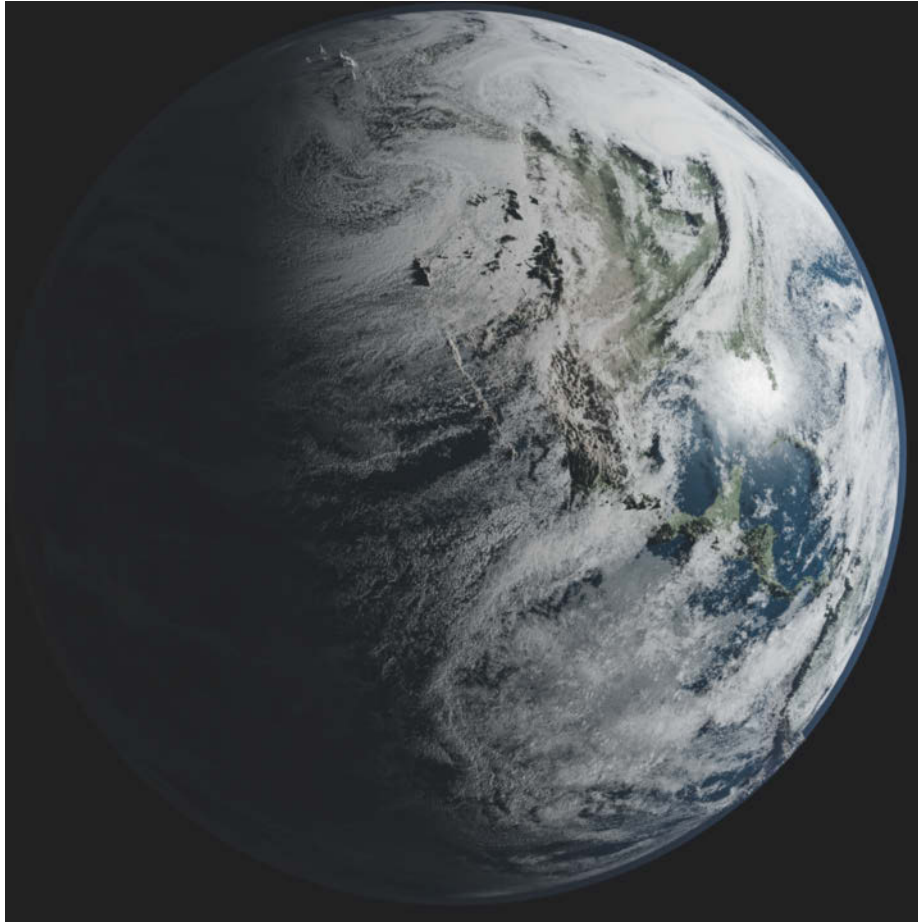


Bild: Deutsches Klimarechenzentrum

# Extremrechner für Extremwetter

## Erdzwilling im Exascale-Computer soll Klimakatastrophen vorhersehen

**Der erste europäische Exascale-Superrechner wird in Jülich aufgebaut. Mit seiner Rechenleistung könnten Wetterdienste lokalen Starkregen schon einige Tage im Voraus ankündigen. Detaillierte Klimaprognosen helfen Stadtplanern.**

Von Christiane Schulzki-Haddouti

**D**er diesjährige Dürresommer hat nicht nur Waldbrände verursacht, es drohen auch gravierende Ernteausfälle. Im Juli 2021 traf eine Hochwasserkatastrophe das Ahrtal, viele Menschen ertranken oder verloren Haus und Hof. Um solche Dürren und Starkregen besser vorherzusagen, brauchen die Forscher erheblich genauere Klimamodelle, als derzeit zur Verfügung stehen.

Klimasimulationen erreichen auf heutigen Petascale-Superrechnern eine Auf-

lösung von etwa zehn Kilometern. Das bedeutet, dass sie die Erdoberfläche in ein virtuelles Raster mit jeweils zehn Kilometern Kantenlänge aufteilen und für jedes dieser Areale ein eigenes Klima berechnen. Spezialsimulationen für Bewölkung können bereits mit einer Auflösung von 1,25 Kilometern rechnen. Deren Abbildungen sind kaum noch von Satellitenbildern zu unterscheiden (siehe Erdkugel im Aufmacherbild). Erst Exascale-Rechner, die heutige Weltspitze mit einer Trillion Rechenoperationen pro Sekunde, können vollständige Klimasimulationen in einer Auflösung von einem Kilometer berechnen, erklärte Thomas Lippert, Leiter des Jülich Supercomputing Centre (JSC) im Mai. Im Juni fiel dann die Entscheidung der europäischen Supercomputing-Initiative EuroHPC JU, 2023 den ersten europäischen Exascale-Rechner in Jülich aufzubauen. Weil dieser Superrechner allerdings nicht nur Wetterverläufe, sondern beispielsweise auch Pandemien und Energieerzeugung simulieren soll, fordern deutsche, britische, US-amerikanische und Schweizer Klimawissenschaftler in einer internationalen Initiative bereits einen weiteren Exascale-Rechner, der ausschließlich Klima- und Klimafolgenmodelle berechnen soll.

### Öffentliche Vorhersagedaten

„Die große Vision ist die Schaffung eines digitalen Zwillings der Erde“, sagt Peter Bauer, Leiter der europäischen Initiative Destination Earth. Das digitale Modell soll globale Auswirkungen des Klimawandels und extremer Wetterereignisse vorhersehen und zudem die Wechselwirkung von Naturphänomenen und menschlichen Aktivitäten simulieren. Tim Palmer von der Universität Oxford plädiert für eine Art „Klima-CERN“, wie er sagt: In einem Projekt, das mit der aufwendigen physikalischen Grundlagenforschung am großen Teilchenbeschleuniger bei Genf vergleichbar wäre, solle Europa globale Klimamodelle mit Kilometergenauigkeit entwickeln und auf einem eigenen Exascale-Computer betreiben.

Dabei wollen die Forscher die besten Klimamodelle, die es konzeptionell oder bereits prototypisch gibt, mit den besten Impaktmodellen koppeln. Das Ziel besteht darin, Starkregen-, Sturm- und Wald-Simulationssysteme zu bauen. Damit könnte ein Höchstleistungsrechner räumlich und zeitlich sehr differenzierte statistische Vorhersagen für Extremereignisse



Bild: Forschungszentrum Jülich / Sascha Kreklau



**Den Superrechner Juwels in Jülich will die europäische Supercomputing-Initiative EuroHPC JU 2023 zu Europas erstem Exascale-Rechner ausbauen.**

berechnen und diese im Internet zur Verfügung stellen. Planer bekämen so aussagefähige Daten, um Neubauten an das sich wandelnde Klima anzupassen, den Katastrophenschutz neu auszurichten, Flächennutzungspläne zu überarbeiten und Konzepte für resilientes Bauen zu entwerfen.

„Heute schaut man in die Vergangenheit, um zu planen“, sagt Georg Deutsch vom Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung UFZ. „Doch mit dem Klimawandel

gehen die Veränderungen so schnell vor sich, dass der Blick zurück nicht mehr unbedingt hilft.“ Beispielsweise prognostizieren bisherige Klimamodelle in Mitteleuropa leicht anwachsende Jahresniederschläge für die kommenden Jahrzehnte. Laut Deutsch wissen die Forscher aber nicht, wo und wann es künftig wie stark regnen wird und ob sich durch die Veränderungen womöglich lokal sogar weniger Grundwasser neu bilden könnte. Das würde die Wasserreserven des Landes gefährden und etwa den breiten Einsatz von Bewässerungssystemen in der Landwirtschaft verbieten.

Die Klimamodelle, die in den vergangenen 30 Jahren aufgebaut wurden, konzentrieren sich auf die Prognose der Temperaturveränderungen. Sie vereinfachen aber wasserführende Systeme stark. Damit können sie die Wasseraufnahme der Atmosphäre, die Wolkenbildung und das Entstehen von Stürmen oder längeren Regenperioden wie beim Monsun nicht detailliert nachbilden. Erst mit einer Auflösung von einem Kilometer lassen sich etwa bei der Modellierung von Stürmen Konvektionszellen ausmachen. Die Algorithmen dazu existieren; man braucht aber vor allem große Rechenpower.

### **Modell erfasst alle Gewitterwolken**

Globale Klimamodelle legen heute in der Regel Raster mit Kantenlängen von 100 bis 200 Kilometern über die Erdoberfläche [1]. Die angestrebte Auflösung von einem Kilometer wäre sogar besser als die der heutigen regionalen Wettermodelle.

## **Klima oder Wetter?**

Im Gegensatz zum Wetter, das den Zustand der Atmosphäre an einem Ort zu einem Zeitpunkt beschreibt, fasst das Klima statistische Eigenschaften über Jahrzehnte zusammen. Typisch für die Beschreibung des Klimas sind daher Mittelwerte, Extremwerte und Häufigkeiten von Wetterereignissen wie Sonnenschein und Temperaturentwicklung, Regenmengen und Winden. Ein Sonderfall der Klimatologie ist die Attributionsforschung. Diese Disziplin untersucht den Anteil einzelner Faktoren an Klimaänderungen, insbesondere den Einfluss menschengemachter Emissionen. Das könnte es einmal ermöglichen, bei extremen Wetterereignissen die konkreten Schadenssummen durch menschenverursachten Klimawandel zu beziffern.

**JETZT  
KOSTENLOS  
TESTEN**

# **WIR MACHEN IT-WEITER- BILDUNG DIGITAL!**

**Die neue Lernplattform  
für IT-Professionals**

### **Das erwartet dich:**

- Über 100 Online-Trainings und 80 Online-Kurse
- Die wichtigsten IT-Themen für heute und morgen
- Erfahrene IT-Experten
- Übungsaufgaben und Wissenstests

**Hier geht's zu  
deiner Weiterbildung:  
heise-academy.de**



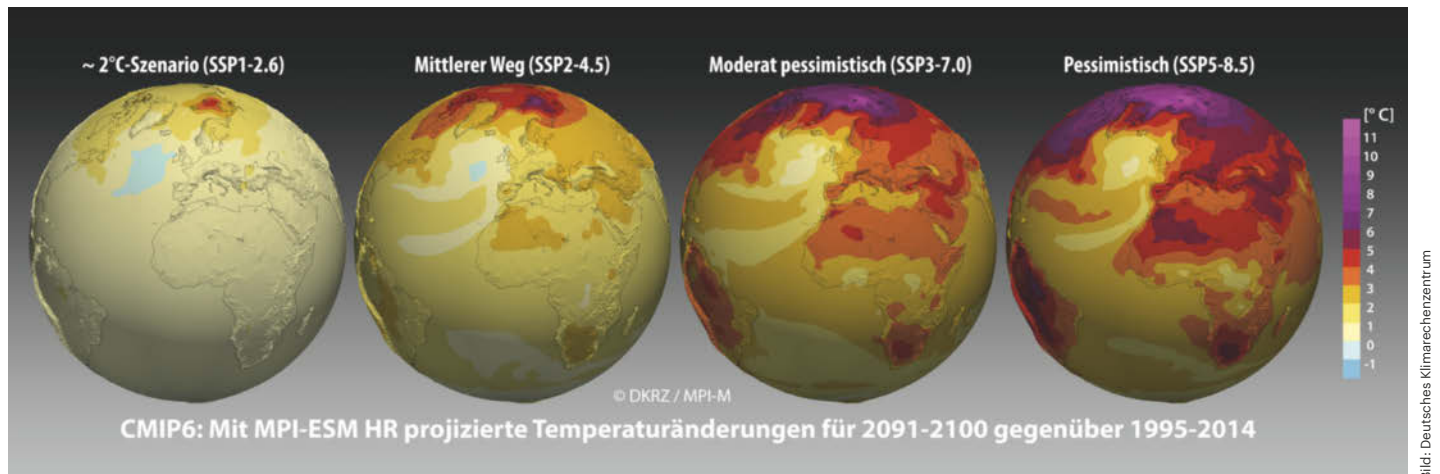


Bild: Deutsches Klimarechenzentrum

**Vier Klimasimulationen zeigen realistische Temperatursteigerungen auf der Erde bis zum Ende des Jahrhunderts: Je nach politischen Weichenstellungen (Shared Socioeconomic Pathways, SSP) wird das Zwei-Grad-Ziel eingehalten (ganz links) oder wie im pessimistischen Weiter-so-Szenario (rechts) klar verfehlt.**

Modelle des Deutschen Wetterdiensts DWD arbeiten für Deutschland inzwischen mit einer Rasterweite von 2,1 Kilometern, für Europa mit 6,5 Kilometern. „Klassische Gewitterwolken rutschen bei 6,5 Kilometern durch, aber für Deutschland lassen sie sich im Modell darstellen“, erklärt Uwe Kirsche vom DWD. Hochauflösende Modelle würden anders als die heute üblichen Berechnungen auch den Einfluss von Mittelgebirgen nicht einfach wegglatzen. Für den Rest der Welt rechnet der DWD heute mit einer Maschenweite von 13 Kilometern – das macht zusammen 315 Millionen Gitterpunkte. Damit berechnen Superrechner für Deutschland Wettervorhersagen über eine Woche und mittelfristige Wettervorhersagen für Europa über zwei Wochen.

### Klimavorhersage über 20 Jahre

Ein Exascale-Rechner könnte sowohl bei der Wettervorhersage als auch bei Klimamodellen erhebliche Verbesserungen erreichen [2]. Man werde zwar nicht vorhersagen können, wie das Wetter in zwanzig Jahren wird, erklärt Teutsch. Aber man könnte ein stochastisches Modell entwickeln, das kilometergenau die Verteilung von wahrscheinlichen Niederschlagsmengen und Varianzen vorhersagt. „Wenn wir wissen, welche Niederschlagsmengen in einer Region in zwanzig Jahren im Frühjahr zu erwarten sind, hilft das sehr, geeignete Klimaanpassungsmaßnahmen zu konzipieren.“

Die Vorhersage von Starkregen-Ereignissen gehört zur Königsdisziplin der Wetter- und Klimawissenschaft. Die Heraus-

forderung besteht darin, die aktuellen hydrologischen Flächenmodelle mit hoher räumlicher Auflösung direkt an hochauflösende Wettermodelle zu koppeln. Diese könnten dann auch Stürme abbilden und unter Verwendung von präzisen Geländemodellen sowie aktuellen Bodenfeuchtedaten ausrechnen, welche Wassermengen versickern und welche abfließen. Das ist für ein europaweites Starkregen-Warnsystem und die Planung von Katastrophenschutzmaßnahmen entscheidend. Doch diese Kopplungen seien nicht einfach, sagt Bauer: „Manche der Prozesse sind nicht gut bekannt und nur ungenau vermessen.“ Da gebe es noch einigen Entwicklungsbedarf, zumal das Gesamtsystem chaotisch sei. Das bedeutet, dass kleine Ungenauigkeiten große Auswirkungen haben – was bei den Berechnungen berücksichtigt werden muss.

### Starkregenwarnung zwei Tage im Voraus

Ziel ist es, künftig die Intensität und die Folgen von Starkregen in kleinen Einzugsgebieten wie im Ahrtal mit mehreren Tagen Vorlaufzeit zu prognostizieren. Teutsch: „Eine Erweiterung der Vorwarnzeit auf zwei Tage würde es dem Katastrophenschutz erlauben, rechtzeitig Evakuierungsmaßnahmen einzuleiten, die Elektroversorgung zu sichern und Gegenstände wie Container oder Autos zu entfernen, die sonst später den Wasserabfluss blockieren und damit zusätzliche Zerstörungen nach sich ziehen.“

Derzeit lassen sich intensive Niederschlagsereignisse und damit verbundene

Überschwemmungen nicht im Einzelnen dem Klimawandel zuordnen. Gleiches gilt für Dürren, Waldbrände oder Wirbelstürme. Attributionswissenschaftler um Friederike Otto an der Universität Oxford weisen in ihrer jüngsten Veröffentlichung in der Zeitschrift *Environmental Research* [3] darauf hin, dass auch das eine Frage der Rechenpower sowie der Auswertung extremer Wetterereignisse weltweit sei. Erst durch die Zuordnung (Attribution) der Wetterereignisse zu ihren Ursachen kann es gelingen, den Wert von Klima-Anpassungsmaßnahmen einzuschätzen.

Welch großes Engagement die Klimaforscher von den Regierungen verlangen, zeigt Tim Palmers bereits zitierte Vision eines künftigen „Klima-CERN“: Der europäische Teilchenbeschleuniger verschlingt jährlich eine Milliarde Euro für seine laufenden Kosten. Unter den 23 Staaten, die das finanzieren, trägt allein Deutschland 20 Prozent. Dieser Vergleich wirft die Frage auf, in welche Forschung künftig ein Großteil der öffentlichen Mittel fließen soll. Erst im vergangenen Jahr hatte das CERN-Management die Anschaffung eines eigenen Exascale-Computers gefordert.

(agr@ct.de) 

### Literatur

- [1] Arne Grävemeyer, Wie heiß wird's?, Das Deutsche Klimarechenzentrum simuliert die Zukunft der Erde, c't 26/2021, S. 136
- [2] Julia Slingo et al., Ambitious partnership needed for reliable climate prediction, *Nature Climate Change*, Juni 2022
- [3] Friederike Otto et al., Extreme weather impacts of climate change: an attribution perspective, *Environmental Research*, Juni 2022

Heise und if(is) präsentieren den

# IT-Sicherheitstag

17. NOVEMBER 2022  
GELSENKIRCHEN

Die Konferenz für Sicherheitsverantwortliche, Security-Experten, Hacker und IT-Projektleiter

Aktuelle Angriffe wie Ransomware, Supply Chain oder DDoS und ihre erfolgreiche Gegenmaßnahmen

## VORTRÄGE

- **Advanced Attacks** – Übersicht und Handlungsmöglichkeiten
- Prävention von und Reaktion auf **Cyberangriffe**
- **Multifaktor-Authentifizierung** und Zero Trust Policies
- **Confidential Computing**
- **Vorgehensweise** der Angreifer
- **Cybersecurity-Mesh-Architekturen**
- **Bug Bounty** für Unternehmen

**Jetzt Frühbucherrabatt sichern:**  
[konferenzen.heise.de/it-sicherheitstag](https://konferenzen.heise.de/it-sicherheitstag)



Unsere Partner



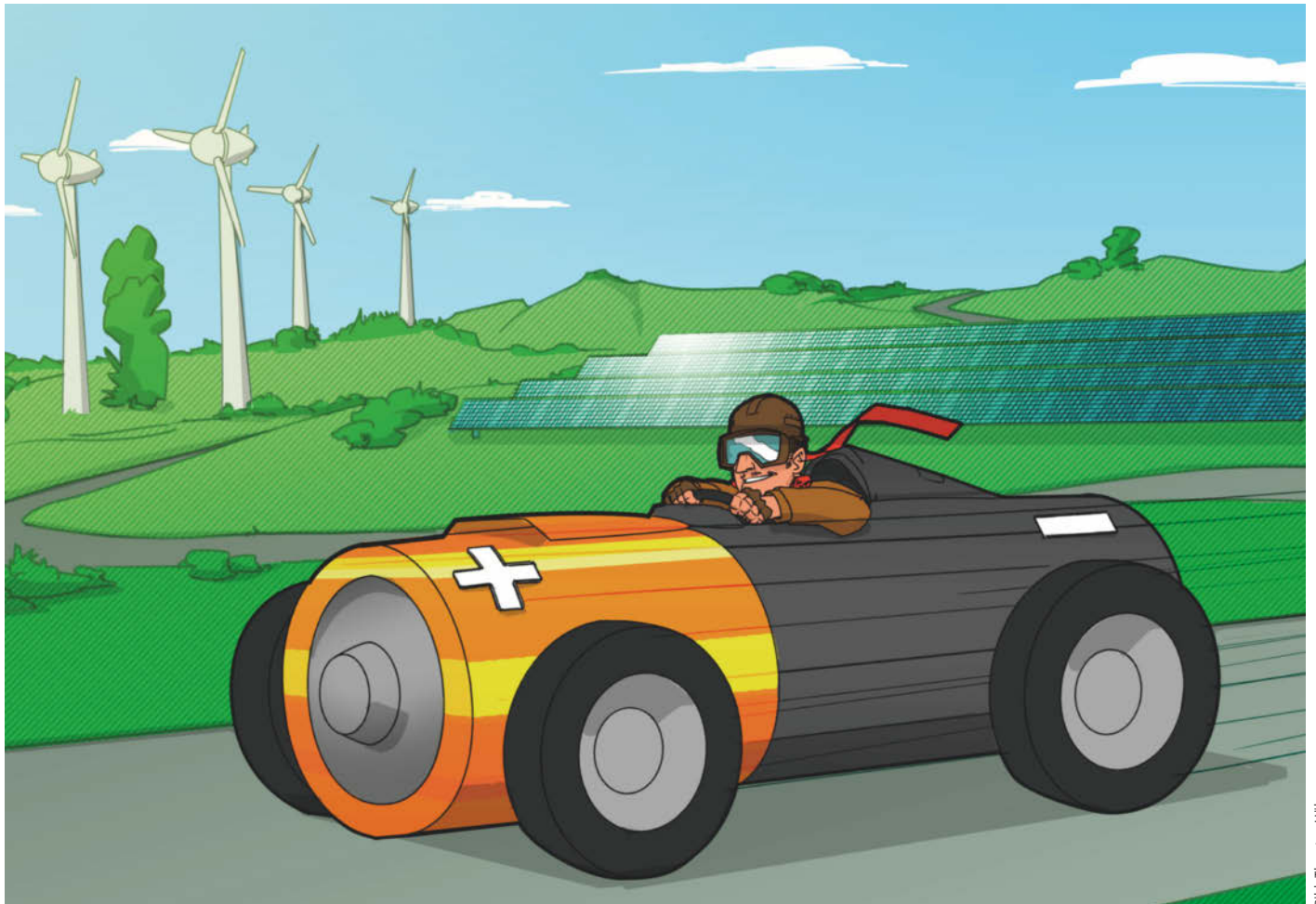


Bild: Thorsten Hübner

# Batterie auf Rädern

## E-Autos als privater Energiepuffer

**Elektroautos sind rollende Energiespeicher. Wenn sie stehen, können Modelle mit bidirektionaler Ladetechnik überschüssige Energie aus dem Netz oder aus einer PV-Anlage aufnehmen, um sie nach Sonnenuntergang an den Haushalt abzugeben. Die Technik funktioniert, doch regulatorische Hürden bleiben.**

Von Dirk Kunde

**A**us dem Ofen in der Küche strömt noch heiße Luft. Bis eben stand ein Nudelauflauf im Backofen, der nun auf

dem Esstisch steht. Die vierköpfige Familie Genster hat zum Abendessen im hell erleuchteten Raum Platz genommen, aus der Stereoanlage ertönt Musik. Die Energie für das alles kommt aus dem Auto in der Garage.

„Sobald die Sonne untergegangen ist, versorgt uns das Elektroauto beziehungsweise der Heimspeicher“, sagt Familienvater Torsten Genster. Er lebt mit Frau und zwei Kindern in Windeck im nordrhein-westfälischen Rhein-Sieg-Kreis. Wenn der 51-Jährige nach Hause kommt, schließt er seinen Nissan Leaf über einen Chademo-Stecker an die Wallbox. Dann fließt Energie aus den zwei PV-Anlagen in die 63-kWh-Batterie im Fahrzeugboden.

Eine PV-Anlage mit sechs Kilowatt Peak liegt auf dem Flachdach des Anbaus, im Garten hat die Familie noch mal 30

Quadratmeter Solarmodule auf einem Ständer installiert. Diese Anlage schafft in der Spitze sieben Kilowatt. Insgesamt erzeugen beide PV-Anlagen rund 10.000 kWh pro Jahr. Das ist in Summe mehr als genug für den Haushalt (etwa 4000 kWh) und den Bedarf des E-Autos. Für die rund 15.000 Kilometer braucht es jährlich etwa 3000 kWh. Warmwasser erzeugt die Familie per Solarthermie auf dem für PV ungeeigneten Dach des Wohnhauses.

Leider verteilt sich die Energieausbeute nicht gleichmäßig über das Jahr. In den dunklen Monaten muss Genster Energie hinzukaufen. Das summiert sich im Jahr auf 1000 bis 1200 kWh. Doch ab März reicht das Sonnenlicht aus, um das Haus komplett mit Sonnenenergie zu versorgen. Im Keller steht dazu ein stationäres Batteriesystem, ein Heimspeicher mit 10 kWh



## c't kompakt

- Neuere E-Autos mit CSS-Anschluss können Energie ins Netz speisen.
- In Kombination mit einer PV-Anlage hilft die Batterie, den Anteil des Eigenstroms am Verbrauch zu erhöhen.
- Die Technik ermöglicht Geschäftsmodelle, bei denen der Besitzer mit dem Auto während dessen Standzeiten Geld für systemdienliche Leistungen verdienen kann.

Kapazität. Die Größe ist so gewählt, dass Familie Genster den Bedarf eines Tages abdecken kann – so weit PV-Standard.

Im Auto steckt allerdings eine sechsmal so große Batterie. Sie verspricht also noch viel mehr Autarkie für sonnenarme Phasen. Um sie zu nutzen, ist eine bidirektionale Wallbox erforderlich – alles andere als PV-Standard. Tatsächlich gehört der Finanzbeamte mit seiner Installation zu den technischen Vorreitern. Gewerbliche Projekte, die das Potenzial bidirektionalen Ladens ausloten, gibt es einige. Im Privatbereich existieren erst wenige, vorsichtige Tests.

### Auto als Speicher

Einer davon ist das Projekt „I-Rezept“. Das Akronym steht für den etwas sperrigen Titel, der den Untersuchungsgegenstand mehr schlecht als recht beschreibt: „Intelligente rückspeisefähige Elektrofahrzeuge zur Eigenstrommaximierung und Primärregelleistungsmarkt-Teilnahme“. I-Rezept

soll untersuchen, welches Potenzial bidirektionales Laden für die Energiewende bietet. Genster war einer von 13 Haushalten bundesweit, die die bidirektionale Technik testen durften. Das Projekt ist bereits abgeschlossen. Die Auswertung der Ergebnisse steht noch aus.

Zu den Projektpartnern zählten Bosch Software Innovations und die Fraunhofer-Institute IAO und IFAM. Das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur unterstützte das Projekt finanziell, der japanische Automobilhersteller Nissan stellte den Leaf sowie die DC-Wallboxen mit Chademo-Anschluss. Für diesen japanischen Ladestandard ist bidirektionales Laden schon länger implementiert. Die Reaktorkatastrophe von Fukushima war Anlass, die Entwicklung der bidirektionalen Ladetechnik zu forcieren, um E-Autos als Notstromversorgung einzusetzen.

Chademo ist in Europa Geschichte, hierzulande wird nach CSS-Standard geladen. Dessen Norm für bidirektionales Laden (ISO 11518-20) haben die Gremien erst kürzlich verabschiedet. ID-Modelle von Volkswagen mit der 77-kWh-Batterie und Software ab Version 3.1 sind „BiDi ready“. Auch der Renault Megane E-Tech wird den bidirektionalen Standard unterstützen.

Stand heute gilt es vor allem, regulatorische Hürden im deutschen Strommarkt auszuräumen, damit Privatleute Energie aus ihrem Fahrzeug über den Hausanschluss ins Stromnetz speisen dürfen (V2G, Vehicle to Grid). „Die gesetzlichen Vorgaben kennen nur Erzeuger, Transporteure und Verbraucher im Energiemarkt. Das Konzept eines Speichers hat sich noch nicht etabliert“, sagt Marcus Fendt, Geschäftsführer von The Mobility House aus München im Gespräch mit c't.



**Die bidirektionale Chademo-Wallbox, die Gensters im Rahmen des i-Rezept-Projektes erhielten, unterscheidet sich kaum von herkömmlichen Wallboxen.**

Zusammen mit 16 weiteren Unternehmen aus der Automobil-, Energie- und Ladeinfrastrukturbranche gehört The Mobility House zur „Initiative Bidirektionales Laden“.

Stationäre Energiespeicher sind bereits von Abgaben und Umlagen befreit. Für mobile Speicher, also Elektroautos, gelten diese Befreiungen nicht. „Wären mobile und stationäre Speicher gleichgestellt, wäre die Frage der Abgaben- und Umlagenbefreiung zu 90 Prozent geklärt. Zum anderen würden sich Geschäftsmodelle rechnen, die mobile Speicher systemdienlich einsetzen“, sagt Fendt.

In Fendts Augen sollte der Gesetzgeber keine Unterscheidung bei Speichern vornehmen. Als weitere Hürde benennt die Initiative die Pflicht zum Einbau eines teilweise eichrechtskonformen Smart Meter inklusive Gateway: Die Geräte seien nicht in ausreichender Zahl verfügbar, ihr Einbau sei problematisch und mit hohen Kosten verbunden. Gemäß den aktuellen Vorschriften müssten Kunden bis zu drei separate Zähler für PV-Anlage, Heimspeicher und Auto installieren.

Wären diese Hürden genommen, ließen sich innovative Geschäftsmodelle umsetzen. Private Fahrzeuge stehen einen Großteil des Tages ungenutzt herum. Wenn sie daheim oder auf der Arbeit mit einem bidirektionalen Ladepunkt verbunden sind, können sie als Pufferspeicher dienen oder die Netzfrequenz stabilisieren. Diese systemdienlichen Leistungen kann der Anbieter gegen Geld zur Verfügung stellen, und den E-Autobesitzer beteiligen.



**Familie Genster hat genügend Solarpanels auf dem Grundstück und dem Anbau platziert, um den Jahresbedarf zu decken, auch fürs E-Auto.**



**Mit Vehicle to Load (V2L) ausgestattete Fahrzeuge können Haushaltsgeräte direkt betreiben. Man schließt sie an einer Schuko-Dose im Fahrzeuginnenraum oder wie im Foto über einen externen Adapter an.**

## We Drive Solar

Der Car-Sharing-Anbieter We Drive Solar nutzt die bidirektionale CSS-Erweiterung im niederländischen Utrecht für einen groß angelegten V2G-Test. Seit Ende April sind 25 Hyundai Ioniq 5 in der Stadt unterwegs, die Energie in beide Richtungen leiten. „Im Laufe des Jahres werden wir die Zahl der Ioniq 5 auf 150 erhöhen“, sagt Robin Berg, Geschäftsführer von We Drive Solar. Das E-Auto des koreanischen Herstellers verwendet das leicht angepasste bidirektionale Protokoll der ISO-Norm für seine V2L-Funktion. Das L steht für „Load“, eine elektrische Last, die wie im Haushalt mit Wechselstrom betrieben wird. Über eine Steckdose unter der Rückbank und einen Adapter im Ladeanschluss können Nutzer elektrische Geräte mit einem Schukostecker betreiben (3,6 kW Leistung).

In Utrecht geben die E-Autos während der Standzeit auf einer Phase bis zu 5 Kilowatt über das Typ-2-Kabel an das öffentliche Stromnetz ab. Die Nutzung der E-Autos als Energiespeicher soll den not-

wendigen Netzausbau in Grenzen halten. Wie der Name des Anbieters andeutet, erzeugt We Drive Solar auf insgesamt 25 Dächern öffentlicher Gebäude mit PV-Anlagen die Energie, die die derzeit 200 E-Autos in der Flotte antreibt.

Rechnerisch bräuchte man 8000 E-Autos, um den grünen Strom zu speichern, der im gesamten Stadtgebiet produziert wird. Von den heute 140.000 Pkw in Utrecht sollen in drei Jahren 25.000 rein elektrisch fahren. Ob die dann bidirektional laden können, ist fraglich. Hyundai sieht die Wechselstrom-Technik nicht als endgültige Entscheidung für V2G.

Volkswagen beispielsweise setzt auf Gleichstrom. Im Laufe des Jahres sollen ID-Modelle mit mindestens 77 kWh Batteriekapazität ein Update für bidirektionales Laden erhalten. Will man die Fahrzeuge als Batterie fürs Haus einsetzen, benötigt man eine bidirektionale DC-Wallbox.

Während die Hardware im E-Auto Gleichstrom bereits in beide Richtungen fließen lässt, wäre für die Nutzung von

Wechselstrom eine Nachrüstung notwendig. „In etlichen Ländern Europas bestehen zudem unterschiedliche Netzanschlussrichtlinien bei Wechselstrom“, sagt Martin Roemheld, Vice President der Volkswagen Group Charging. Somit wäre der Energiefluss mit Wechselstrom im ausländischen Ferienhaus mitunter unmöglich. Gleichstrom-Wallboxen kosten rund 5000 Euro. Volkswagens Energietochter Elli nennt noch keinen Preis, doch das hauseigene Angebot soll deutlich darunter liegen.

Noch ist bidirektionales Laden eine Spielwiese für Versuche, aber V2G und V2H (Vehicle to Home) sind wichtige Bausteine der Energiewende. Weil die Menschen immer mehr Geräte im Haushalt mit Strom versorgen – E-Autos gegen den Ölpreis-Schock und E-Heizungen gegen den russischen Winter –, warnen Kritiker vor künftigen Netzausfällen. Doch gerade das E-Auto könnte als Energiespeicher der Puffer sein, den die Stromnetze zur Stabilisierung brauchen. Ist überschüssige Energie im Netz, nimmt der Akku Energie aus erneuerbaren Quellen auf. Wird sie gebraucht, gibt er einen Teil wieder ab.

## Zurück in die Zukunft

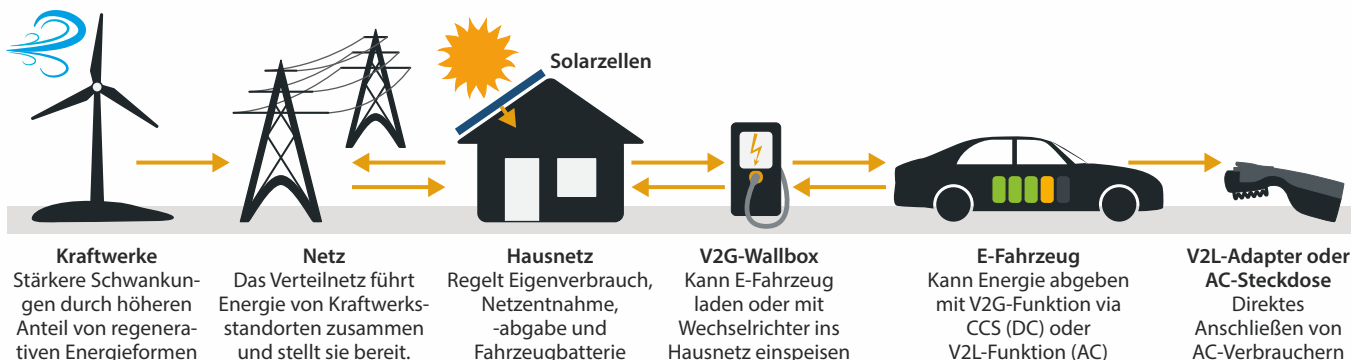
Torsten Genster hat seine DC-Wallbox nach dem 15-monatigen Test wieder gegen eine klassische AC-Wallbox getauscht. In der Garage im Untergeschoss steht jetzt ein Tesla Model 3. Bidirektionales Laden ist damit nicht möglich. Dennoch ist Genster nach seiner Testerfahrung überzeugt: „Dem bidirektionalen Laden gehört die Zukunft.“

(sha@ct.de) **ct**

## Bidirektionales Laden

Ein E-Fahrzeug mit bidirektionaler Ladetechnik kann – eine spezielle Wallbox vorausgesetzt – Energie via Vehicle-to-Grid (V2G) ans Hausnetz oder ins öffentliche Netz einspeisen. Der Fahrzeugbesitzer entscheidet, ob der gesamte Akku oder

nur ein Teil der Akkukapazität für solche netzdienlichen Leistungen bereitsteht. E-Fahrzeuge mit Vehicle-to-Load-Funktion (V2L) können gespeicherte Energie lediglich an direkt verbundene Lasten abgeben.





Die Konferenz für Python in  
Business, Web & DevOps



**Online-Konferenz - 25. Oktober 2022**

### Themenschwerpunkte:

- ☑ Chaos Engineering für Web-Applikationen
- ☑ Python trifft Flutter und Vue.js
- ☑ Dependency Management
- ☑ Pattern Matching

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

Jetzt  
**Tickets**  
sichern!

Veranstalter



 **heise Developer**

 **dpunkt.verlag**

## DIGITAL DESIGN DAY

**UX.IxD.DD - gemeinsam.gut.gestalten**

**Online-Konferenz - 8. November 2022**



**Gemeinsam gut gestalten ist das Thema des ersten Digital Design Day.**

Unser Event bietet:

- ☑ **Inspiration** durch herausragende Beispiele für gutes Design durch gute Zusammenarbeit
- ☑ Weiterbildung zu **methodischen und praktischen Aspekten** von ganzheitlicher Gestaltung
- ☑ **Fundierte Perspektiven** der Disziplinen User Experience, Interaction Design und Digital Design auf gute Zusammenarbeit

Für Produkt- und Servicemanager, Usability & User Experience Professionals/User Researcher, Interaction-, Service- und Digital Designer, Requirements Engineers, Produktverantwortliche und Product Owner.

[www.digital-design-day.de](http://www.digital-design-day.de)

Jetzt  
**Frühbucher-**  
**rabatt**  
sichern!

Veranstalter



 **dpunkt.verlag**

Kooperationspartner



VERBAND  
DEUTSCHER  
INDUSTRIE  
DESIGNER





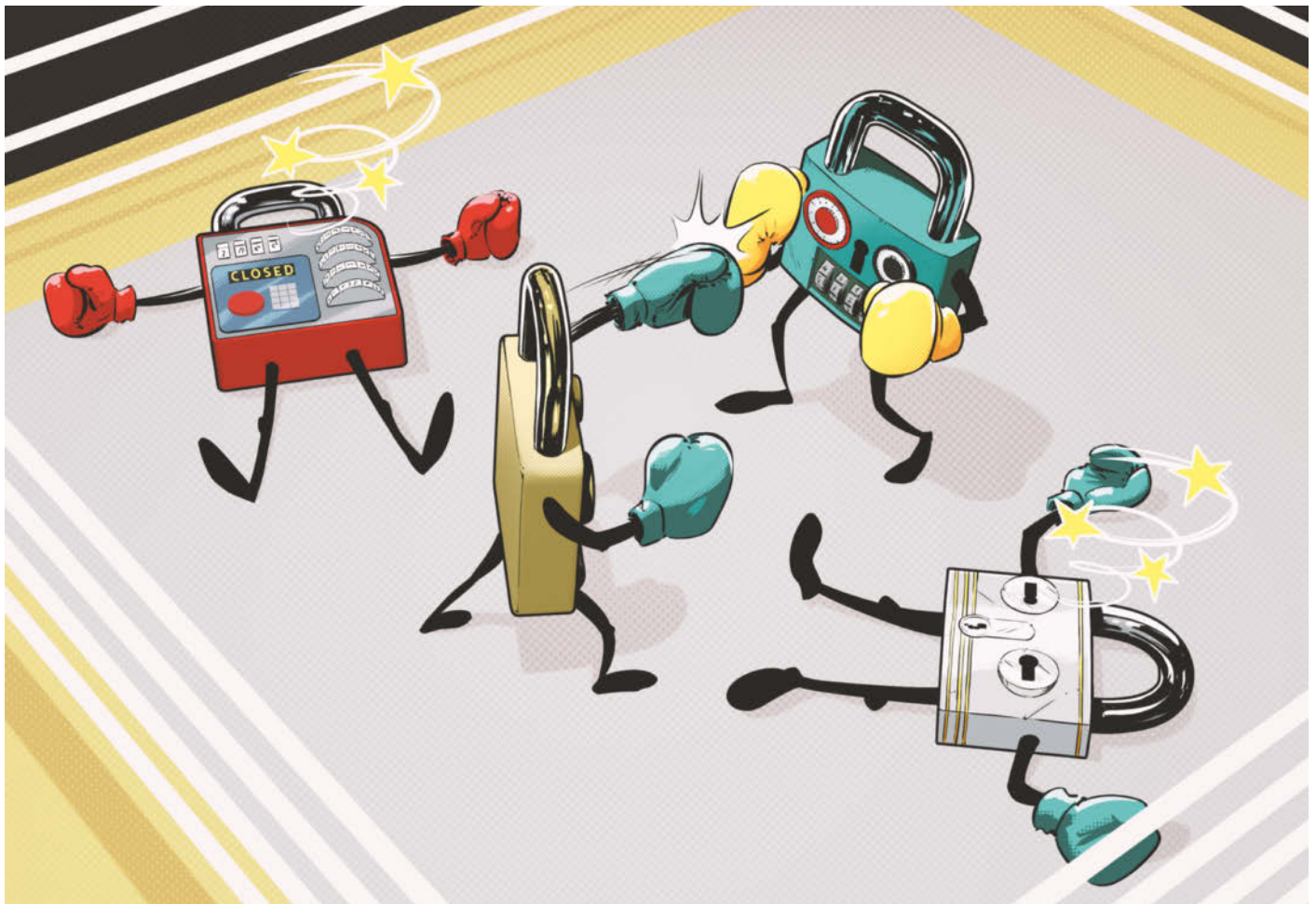


Bild: Albert Hulm

# Ding, ding. Fight!

## Post-Quantum-Kryptografie: Wie es mit dem NIST-Auswahlverfahren weitergeht

**Seit sechs Jahren sucht die US-Standardisierungsbehörde NIST nach quantencomputerresistenten Verschlüsselungsverfahren. Währenddessen knackten Kryptoanalytiker plötzlich vielversprechende Kandidaten und das NIST wurde verklagt. Aber nun sind die ersten vier Verfahren standardisiert – ein Überblick über die wichtigsten Ereignisse im Auswahlprozess und die Empfehlungen anderer Behörden.**

Von Wilhelm Drehling

**E**in typisches Szenario aus Dutzenden Blockbustern: Hacker sitzen in schwach beleuchteten Räumen vor Monitoren und brechen in wenigen Minuten ins Pentagon ein, schleusen Gelder um und knacken verschlüsselte Mails. In der Realität funktioniert das fast nie so, wie es im Film dargestellt wird. Gängige Verschlüsselungsverfahren wie RSA [1] oder ECDSA schützen Kommunikationskanäle nicht nur vor Hackern, sondern auch vor jeglicher Art von Supercomputer.

Quantencomputer dagegen sind eine andere Geschichte. Der bereits 1992 von Peter Shor entwickelte Algorithmus knackt zum Beispiel im Handumdrehen die oben genannten Verfahren. Vorausgesetzt in Zukunft gibt es solch große leistungsstar-

ke Quantencomputer, die den Algorithmus ausführen können, wären tatsächlich hollywoodreife Szenarien möglich.

Das Problem ist den Kryptologen bewusst: 2006 tagte die erste Post-Quanten-Kryptografie-Konferenz, die sich anschaut, welche Verfahren von Quantencomputern bedroht sind. Knapp 10 Jahre später startete das US-amerikanische National Institute of Standards and Technology (NIST) ein rundenbasiertes Auswahlverfahren, um neue Verschlüsselungen, Signaturen und Schlüsselaustauschverfahren zu finden, die Angriffen eines Quantencomputers trotzen können (siehe Infografik „NIST-Auswahlverfahren“ auf Seite 134) – sogenannte quantencomputerresistente Verfahren.

Bereits vergangenes Jahr sprachen wir in [2] von den unterschiedlichen Kandidaten und Finalisten, die sich im Laufe der Jahre hervor getan haben. Einige von ihnen hat das NIST mittlerweile standardisiert, andere wiederum sind Kryptoanalytikern zum Opfer gefallen. Dieser Artikel beleuchtet die größten Veränderungen in der Welt der Post-Quantum-Kryptografie (PQC) und wie es mit dem Auswahlverfahren weitergeht.

### Das Auswahlverfahren ...

Nach vier Runden und sechs Jahren hat das NIST im Juli dieses Jahres die ersten Verfahren standardisiert: die Verschlüsselung CRYSTALS-Kyber und die digitalen Signaturen CRYSTALS-Dilithium, Falcon und SPHINCS<sup>+</sup>. Vier weitere Verschlüsselungen ziehen eine Runde weiter. Die Bedenkezeit zahlte sich bereits aus, denn Kryptologen haben für eines der Verfahren einen effizienten Angriff gefunden. Dazu später mehr.

Bei den CRYSTALS-Verfahren und Falcon handelt es sich um sogenannte gitternetz-basierte Verfahren (ein detailliertes Beispiel für deren Funktionsweise haben wir in [2] beschrieben). Die mathematischen Probleme wie Shortest-Vector-Problem (SVP) oder Closest-Vector-Problem (CVP), die sich aus Gitternetzen ergeben, sind gut erforscht und gelten als sicher. Die CRYSTALS-Verfahren zum Beispiel benutzen beide CVP als mathematisches Problem. Falcon dagegen verwendet SVP. NIST nahm Falcon mit in die Liste auf, weil Dilithium sehr große Signaturen erstellt, aber kürzere Signaturen schnelle Anwendungen begünstigen würden (Falcon: 5000 Bit, Dilithium: 20.000 Bit).

SPHINCS<sup>+</sup> dagegen benutzt klassische Hashes [3] wie SHAKE256, SHA-256 und Haraka. Das NIST entschied sich, eine Alternative zu den gitternetz-basierten Ver-

fahren zu standardisieren, damit eine größere Auswahl an Verfahren mit unterschiedlichen mathematischen Problemen zur Verfügung steht.

Das Verfahren ist simpel und im Vergleich zu gitternetz-basierten Verfahren gut implementierbar, produziert aber noch größere Signaturen und Schlüssel als Falcon und Dilithium zusammen. SPHINCS<sup>+</sup> generiert geradezu monströse Signaturen von 8 KByte beim niedrigsten Sicherheitslevel und 65 KByte beim höchsten. Mit geschickten Optimierungen konnten die Ersteller des Verfahrens zumindest die Länge der Schlüssel auf ein paar Hundert Bits reduzieren.

### ... ist noch nicht vorbei

Die vier Kryptosysteme für die nächste Runde heißen BIKE, Classic McEliece, HQC und SIKE. Erweist sich innerhalb des kommenden Jahres eines der Verfahren in den Augen der Kryptologen als würdig, dann wird es nachträglich standardisiert. Das NIST will nämlich nicht nur auf gitternetz-basierte Verfahren vertrauen, sondern für den Fall der Fälle alternative Kandidaten im Repertoire wissen.

Classic McEliece war bereits in der vorherigen Runde ein Finalist, aber wegen der extrem langen Schlüssel von mehr als einem MByte hat sich das NIST vorerst gegen eine Standardisierung entschieden. Das Verfahren verwendet fehlerkorrigierende Matrizen, deren Funktionsweise wir ebenfalls in [2] genauer beschrieben haben. Der große Vorteil von McEliece ist sein Alter: Mit fast 45 Jahren gehört er zu den am besten studierten Algorithmen, eine ganze Generation an Kryptologen hat sich daran schon die Zähne ausgebeissen.

HQC und BIKE gehörten wie SIKE zu den alternativen Kandidaten. Deren zugrundeliegenden mathematischen Probleme sind leider alles andere als ein Zu-

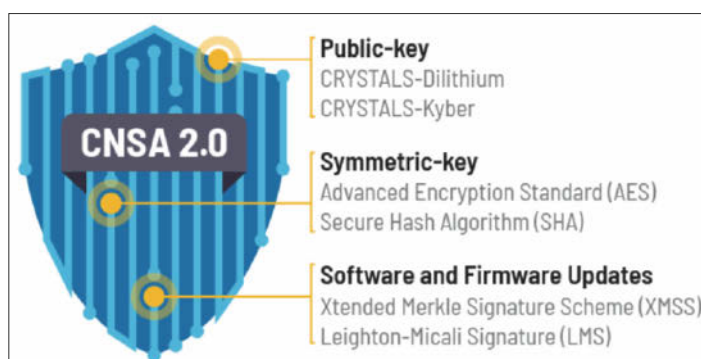
## ct kompakt

- Vier Verfahren, die Angriffen mit Quantencomputern standhalten sollen, hat das NIST schon standardisiert, vier weitere ziehen eine Runde weiter.
- Dieses Jahr sind schon zwei Verfahren aus dem Wettbewerb geflogen, weil Kryptologen sie an einem Wochenende knacken konnten.
- Andere Behörden empfehlen teilweise andere Verfahren als das NIST.

ckerschlecken (eine kompakte, aber nicht gerade leicht lesbare Erklärung finden Sie in der NIST-Übersicht über [ct.de/yw5k](https://ct.de/yw5k)). Das Grundgerüst von HQC und BIKE sind sogenannte „binary linear quasi-cyclic moderate density parity checks“ (QC-MDPC). HQC hat aber leider im Vergleich zu den bereits standardisierten Verfahren in allen Kategorien das Nachsehen, die Schlüssel sowie der Geheimtext fallen größer aus als bei der Konkurrenz. Auch die Performance lässt zu wünschen übrig. BIKE dagegen gilt als Favorit der vierten Runde, da es von den übrig gebliebenen Kandidaten die höchste Performance in Implementierungen verheißt.

### Kryptologen, Laptops und ein Wochenende

Bei SIKE handelt es sich primär um ein Schlüsselaustauschverfahren. Es sollte künftig Verfahren wie Diffie-Hellman ersetzen, da diese ähnlich wie RSA nicht quantencomputerresistent sind. Doch so weit kommt es wohl nicht, denn die beiden Kryptologen Wouter Castryck und Thomas Decru haben einen effizienten Angriff darauf gefunden. Sie beschreiben den ganz und gar nicht trivialen Angriff in ihrem Paper „An Efficient Key Recovery Attack on SIDH“. Die Abkürzung SIDH heißt ausgeschrieben Supersingular Isogeny Diffie-Hellman (SIDH) [5] und bezeichnet das mathematische Problem hinter SIKE. Ganz ohne Quantencomputer lief deren Programm single-threaded auf einem Laptop und knackte in 62 Minuten SIKEp434, den niedrigsten vom NIST verlangten Sicherheitslevel. Auch höhere Level hielten nicht Stand: SIKEp503 fiel in gut 2 Stunden, SIKEp610 in gut 8 und SIKEp751 in rund 20,5.



**Das NSA vertraut den Entscheidungen des NISTs so sehr, dass die US-amerikanische Geheimbehörde alle empfohlenen Verfahren direkt in ihrem neuen Standard CNSA 2.0 übernommen hat.**

Eine klare Entscheidung seitens des NISTs steht aber noch aus. Das ist übrigens nicht das erste Mal, dass ein vielversprechender Kandidat plötzlich fällt. Das gleiche Schicksal ereilte die digitale Signatur RAINBOW Anfang dieses Jahres. Der Kryptologe Ward Beullens knackte die digitale Signatur an einem Wochenende – ebenfalls mit einem Laptop [6].

### Andere Empfehlungen

Außer dem NIST suchen auch andere Behörden auf der Welt nach quantencomputerresistenten Verfahren. Nicht selten beobachten sie das Auswahlverfahren sehr genau, ziehen dabei ihre eigenen Schlüsse oder empfehlen direkt die vom NIST vorgeschlagenen und untersuchten Verfahren.

Das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) zum Beispiel hat erst gar nicht auf das Ergebnis des NIST-Auswahlverfahrens gewartet und anhand der gesammelten Daten 2020 schon die Verschlüsselungen FrodoKEM

und Classic McEliece empfohlen (das aktuelle BSI-Paper von Januar 2022 finden Sie unter [ct.de/yw5k](https://ct.de/yw5k) verlinkt). McEliece ist nach wie vor im NIST-Auswahlverfahren, während FrodoKEM aufgrund von Performanceschwächen gegenüber den Kandidaten BIKE, HQC und SIKE herausgefliegen ist. Die Sicherheit des Verfahrens dagegen ist unumstritten.

Das BSI empfiehlt außerdem, ähnlich wie das NIST, die neuen Verfahren in der Praxis mit einem klassischen Verfahren zu kombinieren, da es an Erfahrung mit der Implementierung der neuen PQC-Verfahren mangelt. Unter den empfohlenen klassischen Systemen finden sich die üblichen Verdächtigen wieder: RSA [1] und asymmetrische Verschlüsselungen auf Basis von elliptischen Kurven.

Die EU rief bereits 2015 mit PQCRYPTO ein eigenes Projekt ins Leben (siehe [ct.de/yw5k](https://ct.de/yw5k)). Namhafte Kryptografen wie Tanja Lange, Peter Schwabe und Daniel J. Bernstein gehören zum Projekt. Noch im selben Jahr veröffentlichten sie ein Paper

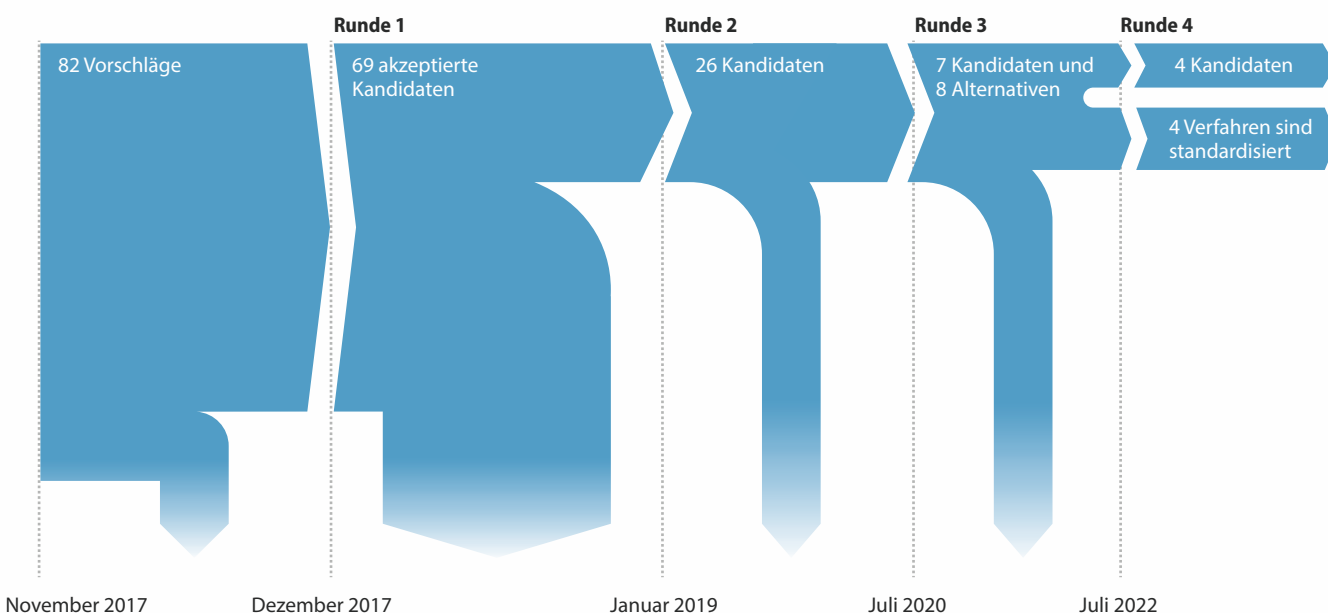
mit Empfehlungen. Darin tauchen bekannte Namen wie McEliece, SPHINCS (der Vorgänger von SPHINCS+), die digitale Signatur XMSS und eine spezielle Version des gitternetzbasierten Verfahrens NTRU auf. Nachdem das NIST sein Auswahlverfahren ein Jahr später ausgerufen hatte, reichte PQCRYPTO zahlreiche Kandidaten ein. Von den 69 akzeptierten Verfahren in der ersten Runde stammten 22 aus dem Projekt. In der Liste finden sich vor allem die Verfahren wieder, die am Ende das Rennen gemacht haben, unter anderem die CRYSTALS-Verfahren, SPHINCS+, FrodoKEM, McEliece und BIKE.

Die NSA veröffentlichte Anfang September dieses Jahres ein Update ihrer „Commercial National Security Algorithm Suite“, kurz CNSA 2.0. Die empfohlenen Verfahren stammen allesamt aus dem NIST-Auswahlverfahren. In einer Hinsicht schlägt die NSA aber eine andere Richtung ein: anders als andere Behörden plant die NSA keine hybriden Anwendungen. Statt-

## NIST-Auswahlverfahren

Um den Wildwuchs an aufkommenden PQC-Verfahren zu bändigen und einen Standard zu setzen, startete das National Institute of Standards and Technology (NIST) 2016 ein Auswahlverfahren. Das Ziel: die besten quantencomputerresistenten digitalen Signaturen, asymmetrischen Verschlüsselungen und Schlüsselaustauschverfahren zu finden.

Der Wettbewerb war für Kryptografen die Möglichkeit, ihre Verfahren auf einen großen Prüfstand zu stellen. Die eingereichten Kandidaten mussten aber ein paar Kriterien erfüllen, damit Kryptologen auf der ganzen Welt die einzelnen Verfahren auf Herz und Nieren prüfen können. Jeder Kandidat brauchte eine ausführliche Dokumentation, musste in der Programmiersprache C öffentlich zur Verfügung stehen und durfte nicht an ein Patent gebunden sein. Am Ende der Frist lagen dem NIST 82 Vorschläge vor. Die einzelnen Kandidaten durchliefen danach mehrere Runden und wurden nach Sicherheit, Performance und Implementierungsscharakteristika bewertet.





dessen sollen die neuen PQC-Verfahren schnellstmöglich ins System integriert werden, sobald ausreichend getestete Systeme zur Verfügung stehen. Der Kryptograf Daniel J. Bernstein bezeichnet diese Entscheidung in dem Blogpost, in dem er mit der NSA abrechnet, als fahrlässig und nicht vertrauenswürdig (siehe Kasten „NSA und NIST“ unten).

## Aussicht

Der Wettbewerb ist noch nicht vorbei: Vier Verfahren sind standardisiert, vier (oder auch nur drei) stehen unter weiterer Beobachtung. Nachdem RAINBOW im Januar gefallen ist und andere Signaturverfahren nicht mehr infrage kommen, sind keine alternativen digitalen Signaturen mehr übrig. Daher sucht das NIST seit Kurzem wieder nach weiteren digitalen Signaturen, die keine Gitternetze verwenden. Die Ergebnisse der vierten Runde erscheinen voraussichtlich im Laufe des nächsten Jahres. (wid@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Wilhelm Drehling, Primzahlen jonglieren, Wie die RSA-Verschlüsselung funktioniert, c't 8/2022, S. 136
- [2] Wilhelm Drehling, Sylvester Tremmel, Post-Quanten-Portfolio, Der lange Weg zu Quantencomputer-resistenten Kryptosystemen, c't 16/2021, S. 68
- [3] Sylvester Tremmel, Deterministisches Chaos, Was kryptografische Hashfunktionen leisten müssen, c't 7/2021, S. 64
- [4] Dr. Michael Brenner, Jürgen Schmidt, Angriff der Krypto-Zombies, Warum Verschlüsselungen mit Hintertüren unsere Sicherheit gefährdet, c't 11/2016, S. 64
- [5] Wouter Castryck, Thomas Decru, An Efficient Key Recovery Attack on SIDH, imec-COSIC, KU Leuven, 2022: <https://eprint.iacr.org/2022/975.pdf>
- [6] Ward Beullens, Breaking Rainbow Takes a Weekend on a Laptop, IBM Research, Zurich, Switzerland, 2022: <https://eprint.iacr.org/2022/214.pdf>

**NIST-Auswahlverfahren, andere Empfehlungen und weitere Informationen:** [ct.de/yw5k](https://ct.de/yw5k)

## NSA und NIST

Einer der wichtigsten Aspekte im Auswahlverfahren ist Transparenz. Alle eingereichten Verfahren liegen praktisch nackt da: Der Code ist frei zugänglich und kein Patent schützt sie. Das NIST muss alle getroffenen Entscheidungen begründen und Lücken sowie Angriffe dokumentieren und bewerten. Dieser Punkt ist essenziell, denn sonst vertraut niemand den Empfehlungen. Das ist wichtiger denn je, denn das NIST hat sich schon wenigstens einmal dem Verdacht ausgesetzt, nicht unabhängig zu sein.

Ein Beispiel: Anfang der 2000er entwickelte die NSA den Zufallszahlengenerator Dual\_EC\_DRBG. Kurz nach der Veröffentlichung standardisierte das NIST das Verfahren, obwohl die Kryptografen Dan Shumow und Niels Ferguson schon früh Schwächen an dem Generator kritisierten. Ein paar Jahre später bewahrheitete sich nach den Enthüllungen von Edward Snowden, dass die NSA mit voller Absicht eine Hintertür in das Verfahren einbaute und als einzige Zugriff darauf hatte [4].

Seither bemüht sich das NIST um eine bessere Wahrnehmung. Das ge-

samte PQC-Auswahlverfahren läuft transparent ab. Führende Kryptologen tragen dazu bei, indem sie die Verfahren auf alle Eventualitäten prüfen.

Trotzdem gibt es weiterhin Zweifel an der Unabhängigkeit: Daniel J. Bernstein, einer der führenden Kryptografen auf dem Gebiet der Post-Quantum-Kryptografie, verklagte das NIST – obwohl er an drei der vier standardisierten Verfahren beteiligt ist. Bernstein hatte eine Informationsfreiheitsanfrage an die Behörde gestellt und verlangt, dass das NIST Absprachen mit der NSA über das laufende Auswahlverfahren offenlegen soll. Dem ist das NIST nicht nachgekommen, also wandte sich Bernstein an das US-Bundesbezirksgericht für Washington D.C. In seinem Blogpost (siehe [ct.de/yw5k](https://ct.de/yw5k)) begründet er seine Klage damit, dass die NSA wiederholt kryptografische Verfahren sabotiert habe, und dem daraus entstandenen Misstrauen. Als Beispiele nennt Bernstein unter anderem die absichtliche Kürzung der Schlüssel beim symmetrischen Verfahren DES und den absichtlich unsicheren Zufallszahlengenerator Dual\_EC\_DRBG.

# In GO we tRUST



Die Welt der Softwareentwicklung ist im steten Wandel. Anders als beim Turmbau zu Babel ist die Sprachenvielfalt in der Softwareentwicklung kein Nachteil. Vier Sprachen haben aus unserer Sicht gute Chancen, die nächste Generation zu bilden. ix Developer zeigt Stärken, Schwächen und Anwendungsgebiete dieser Programmiersprachen:

- ▶ TypeScript: Wartungsarmer Code dank Typsystem
- ▶ Kotlin: Objektorientierte und funktionale Konzepte vereint
- ▶ Go: Interfaces, Concurrency und Generics
- ▶ Rust: Sicheres Speichermanagement dank Ownership-Modell
- ▶ Portofrei für Abonnenten
- ▶ Auch im Spar-Set als Heft + PDF + Buch „Rust“

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



[shop.heise.de/ix-dev-programmiersprachen22](https://shop.heise.de/ix-dev-programmiersprachen22)

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.



Bild: Michael Vogt

# Familienangelegenheit

## Kinderschutz unter Android mit Google Family Link einrichten

**Android hat mit der zweigeteilten App Family Link einen Kinderschutz, der Eltern vieles abnimmt. Probleme gibt es vor allem dann, wenn man den Google-Kosmos verlässt.**

Von Steffen Herget

**M**aaaa, wann bekomme ich endlich ein Haaandy? Papaaa, alle anderen haben ein Smartphone, ich brauche wirklich auch eins! Spätestens, wenn der Nachwuchs so redet, wird es ernst für das Thema. Dass es eine schlechte Idee ist, die lieben Gar-nicht-mehr-so-Kleinen einfach mit dem Smartphone oder Tablet allein zu lassen, sollte sich mittlerweile herum-

gesprochen haben – zu viel im Netz ist nichts für Kinderaugen. Eltern sind gefordert, zusammen mit den Kindern einen sinnvollen und altersgerechten Umgang mit der Technik hinzubekommen.

Sowohl Google als auch Apple bieten mächtige Werkzeuge für den Kinder- und Jugendschutz, die Sie kennen sollten [1]. Im Vergleich mit Kinderschutzsoftware von Fremdanbietern haben die in diesem Artikel beschriebenen Pakete von Google und im Folgenden die von Apple einen großen Vorteil: Sie sind ins Betriebssystem integriert und können weitreichender eingreifen als Apps und Dienste, die man aus fremder Quelle installiert.

Family Link ist die Anlaufstelle für den Kinder- und Jugendschutz in Googles Android. Die kostenlose App ist zweigeteilt: Die Schaltzentrale kommt auf das Elternhandy, das Pendant wird auf dem Kindersmartphone installiert. Dort kann

das Kind die jeweiligen Einstellungen und Beschränkungen zwar sehen, aber nicht ändern. Dass sich die Bewertungen im Play Store eklatant unterscheiden und die Eltern-App weit besser wegkommt als die für die Kinder, liegt in der Natur der Sache: Wenn die Kontrolle funktioniert, freut das die Betroffenen meist weniger.

### Neues Smartphone muss nicht sein

Die Systemanforderungen für Google Family Link sind überschaubar. Das Kindergerät muss mindestens Android 7.0 Nougat aufweisen. Bei einigen Smartphones und Tablets reicht sogar Android 5.0 Lollipop. Mit einem so alten Android, das keine Sicherheitspatches mehr bekommt, sollten Sie Ihre Kinder aber nicht mehr ausstatten. Die Elternversion von Family Link ist mit allen Android-Geräten ab Version 5.0 kompatibel, alternativ können Sie sie auch auf



einem iPhone ab iOS 11 installieren. Auch Chromebooks von Kindern lassen sich mit Family Link verwalten, Windows-Geräte und iPads aber nicht.

Richten Sie das erste Android-Gerät für Ihr Kind ein, legen Sie ein frisches Google-Kinderkonto an. Das verknüpfen Sie dann mit einem Elternkonto, um die Jugendschutzfunktionen einzurichten. Richten Sie sich auf jede Menge Lesestoff bei der Ersteinrichtung ein, denn so viele Erläuterungen und Informationen zeigt Google wohl zu keinem anderen Feature an. Google fragt Sie dabei auch nach dem Geburtstag ihres Kindes. Aus Datenschutzgründen können Sie hier ruhig ein wenig flunkern: Das Jahr sollte für die Auswahl der Inhalte stimmen, aber das genaue Datum muss Google nicht unbedingt wissen.

Wollen Sie nicht nur ein frisches Kinderkonto, sondern auch einen nagelneuen Eltern-Account anlegen, müssen Sie eine weitere Hürde überspringen: Sie brauchen eine Kreditkarte, die Sie bei Google Pay einrichten müssen. Darüber wird zwar kein Geld abgebucht, aber die Identität überprüft. Nutzen Sie das Google-Konto

schon länger und haben sich bereits irgendwann einmal ausgewiesen, entfällt dieser Schritt. Ist die Einrichtung abgeschlossen, können Sie die Kreditkarte aus Ihrem Google-Konto wieder entfernen, wenn Sie die Bezahl Dienste von Google nicht benötigen.

### Die Uhr tickt

Die drei wichtigsten Funktionen von Google Family Link sind das Steuern der Nutzungszeit, das Verwalten der Inhalte sowie die Berechtigungen auf dem Kindersmartphone, die man gewähren oder entziehen kann. Die Zeiten, in denen Ihr Kind sein Smartphone verwenden darf, können Sie auf zwei Arten einstellen: Sie können dem Kind ein Zeitkonto gewähren, das es pro Tag auf dem Smartphone verdaddeln darf. Die niedrigste Einstellung sind 15 Minuten, sie können dem Nachwuchs aber auch ein paar Stunden tägliche Handyzeit einräumen. Die Zeit lässt sich für jeden Wochentag getrennt vergeben, um etwa am Wochenende die Zügel etwas lockerer zu lassen.

Ist das Zeitkonto verbraucht, sperrt sich das Smartphone automatisch, solange Sie keine Verlängerung gewähren. Einzig Anrufe bleiben erlaubt, um die Erreichbarkeit sicherzustellen. Die zweite Zeitoption erlaubt es, feste Sperrzeiten einzustellen – erneut nach Wochentagen getrennt –, in denen das Smartphone nicht verwendet werden kann. Dabei ist zu empfehlen, die Nutzung schon mindestens eine halbe Stunde vor einer angepeilten Schlafenszeit zu unterbinden, denn wer noch im Bett auf das Smartphonedisplay glotzt, schläft bekanntlich schlechter. [2] Obendrein können Sie die Nutzungszeit für jede App separat regeln und eigene Zeiträume für jede Anwendung einstellen: Wikipedia geht immer – Zocken nur eine Stunde am Tag.

Schon bei der Ersteinrichtung des Telefons fragt Family Link, welche der vorinstallierten Anwendungen gestattet oder verboten werden sollen. Für Apps und Spiele, aber auch Filme, Serien und Bücher sollten Sie die Altersklasse nach der Jugendschutzkennung (USK) auswählen, innerhalb der sich Ihr Sprössling frei bewegen darf. Wer an dieser Stelle alles zulässt, kann sich den Kinderschutz eigentlich auch komplett sparen.

Möchten Kinder eine neue App installieren, die weder auf der Freigabeliste der Eltern steht noch in die erlaubte Altersklasse fällt, müssen sie um Erlaubnis fragen. Das funktioniert auf zwei Arten: di-

### c't kompakt

- Viele Inhalte, die Kinder mit ihrem ersten Smartphone oder Tablet aufrufen können, sind nicht kindgerecht.
- Mit Google Family Link haben Eltern vielfältige Optionen zur Steuerung und Kontrolle der Kindersmartphones.
- Vor allem mit alternativen Browsern und freien Appstores sollten Sie vorsichtig sein.

rekt oder als Nachricht am Smartphone. Direkt geht so: Das Kind geht mit seinem Smartphone zu einem der Eltern, fragt, ob die gewünschte App genehmigt ist. Falls ja, tippt das Elternteil sein Passwort auf dem Kinderhandy ein. Bei der zweiten Methode poppt auf dem Elternteil ein Hinweis von Google Family Link über die gewünschte App auf, den Sie genehmigen oder ablehnen können. Nach ein paar Sekunden kommt die Entscheidung beim Kind an und die Installation startet oder startet eben nicht. Machen Sie sich aber auf eine Flut an Benachrichtigungen und Mails gefasst, denn zu jeder Anfrage per Push-Notification klingelt es zusätzlich im E-Mail-Postfach. Sie können diesen Freigabezwang auch für jede App unabhängig von der Altersklasse verlangen oder ganz ausschalten.

Blockierte Apps, die bereits auf dem Smartphone vorinstalliert sind, werden dem Kind zwar nicht angezeigt, aber auch nicht entfernt. In der App-Liste in den Systemeinstellungen tauchten beispielsweise die von uns blockierten Facebook und YouTube auf, auch manuell heruntergeladene Updates konnten wir installieren. Ein Menü-Icon gab es jedoch nicht, und auch über Links, Sprachbefehle oder Shortcuts konnten wir die Apps nicht starten.

Google bietet eine Reihe seiner wichtigsten Apps als spezielle Kinderversionen mit eingeschränkter Funktionalität an. In Chrome, Gmail, Maps, Fotos und der Google-Suche sollen die Kinder sich so behütet bewegen können. Für Kinder ist etwa das Teilen von Bildern und Videos aus der Foto-App unmöglich, im Browser ist SafeSearch aktiviert. Der Inhaltsfilter von Chrome erlaubt das Anlegen von Listen mit blockierten oder gestatteten Websites



**Deine Geräte sind verbunden**

Du kannst auf deinem Gerät jetzt Family Link verwenden, um die Jugendschutzeinstellungen für Google Play, Google Chrome und andere Dienste anzupassen.

Gib Moritz das Smartphone erst dann zurück, wenn du mit allen Einstellungen einverstanden bist.

Weiter

**Die Smartphones von Eltern und Kind werden bereits bei der Ersteinrichtung mit dem neuen Kinderkonto gekoppelt.**



ebenso wie einen generellen Filter für anstößige Inhalte.

Bei YouTube fährt Google zweigleisig: Einerseits gibt es die YouTube-Kids-App mit kindlicher Optik und entsprechenden Inhalten, andererseits können Sie in der normalen YouTube-App den eingeschränkten Modus einschalten, der für Kinder ab 13 Jahren gedacht ist.

### Wenn Dritte mitspielen, wird es unübersichtlich

Mit Google Family Link verwalten Sie die Berechtigungen von Apps sowohl global als auch für jede Anwendung separat. Sie können zum Beispiel einstellen, dass gar keine Anwendung die Kamera, das Mikrofon oder den Standort des Kindersmartphones verwenden kann – und manche App damit ganz oder teilweise lahmlegen. Sinnvolle Ausnahmen sollten gestattet sein, auch wenn die Konfiguration des Systems dadurch ein wenig mehr Arbeit

erfordert. Dabei können Sie dann auch mit Ihrem Kind das Thema: „Welche Freiheiten sind für welche App sinnvoll?“ durchdeklinieren.

Während sich Googles Apps größtenteils mit Family Link individuell konfigurieren lassen, gibt es bei Anwendungen von Fremdanbietern in aller Regel nur eine Option: erlauben oder verbieten, jeweils mit allen Konsequenzen. Wer dem Kind etwa die Installation von WhatsApp gestattet, hat über Family Link keinen Blick oder gar Einfluss darauf, mit welchen Kontakten das Kind sich austauscht und welche Inhalte dort geteilt werden. Das ist angesichts von Cybermobbing und ähnlichen unschönen Phänomenen gefährlich. Im Alltag lassen sich populäre Messenger jedoch kaum komplett verbannen, werden sie doch weitläufig genutzt – nicht nur privat mit Freundeskreis und Familie, sondern auch von der Schule, dem Sportverein oder der Freizeitgruppe. An dieser Stelle sollten Sie mit Ihrem Kind gemeinsam einen Weg zur sicheren Verwendung finden, etwa durch den Verzicht auf das Verschicken von Fotos und Videos oder den WhatsApp-Status sowie regelmäßige Kontrolle der Nachrichten durch die Eltern. Alternativ könnten Sie zum Beispiel ein weiteres Kinderhandy ausschließlich für Messenger einrichten, das Ihr Kind nur unter Aufsicht verwenden darf.


Besonders vorsichtig sollten Eltern beim Erlauben von alternativen Browsern sein. Diese lassen sich nämlich über Family Link ebenfalls nur entweder komplett freischalten oder ablehnen, eine Kontrolle der Inhalte wie bei Chrome ist mit Edge, Firefox, Opera und anderen Browsern über Family Link nicht möglich. So lässt sich beispielsweise die Sperre von YouTube problemlos umgehen, indem statt der App einfach die Webversion im Browser angesurft wird. Auch alle möglichen anderen Seiten mit nicht kindgerechten Inhalten können Minderjährige damit betrachten, wenn man keine Maßnahmen abseits des Google-Kinderschutzes ergreift. Unterm Strich heißt das: Google Family Link verlangt, dass jeder Webzugriff ausschließlich über den Chrome-Browser läuft, um dessen eingebaute Filterung zu verwenden. Wenn die Anfrage für einen alternativen Browser auf Ihrem Smartphone aufpoppt, sollten Sie also lieber den Daumen senken – und dem Nachwuchs erklären, warum.

Besondere Vorsicht gilt auch für bei Anwendungen aus unbekannten Quellen,

also allem, was von außerhalb des Play Store kommt. Auf diese Weise lassen sich nämlich auch alternative App-Stores installieren, in denen wiederum die eingestellte Altersklasse für den Play Store nicht greift. Diese App-Stores sind eigentlich eine brauchbare und etwa im Falle von F-Droid aus Datenschutzgründen sinnvolle Anlaufstelle neben dem Play Store. [3] Auf dem Kinderhandy unterlaufen sie jedoch die Kontrollmechanismen und können gefährlich werden. Android bemerkt allerdings, wenn eine explizit verbotene App direkt aus einer heruntergeladenen APK-Datei installiert werden soll, die systemweite Sperre konnten wir auf diese Weise nicht umgehen.

### Ohne Internet bleibt die Tür zu

Family Link ist nur dann ein gutes Team, wenn Kinder- und Eltern-Smartphones online sind. Hat das Elternhandy keine Verbindung ins Internet, kommen keine Benachrichtigungen an, man kann nicht helfen und erhält keine Hinweise, wenn das Kind beispielsweise seine tägliche Nutzungszeit ausgereizt hat. Schaltet andererseits der Nachwuchs in den Flugmodus oder verliert aus anderem Grund den Onlinezugang, sind die Eltern blind für alles, was sich auf dem Kindersmartphone tut. Das hebt allerdings die eingestellten Regeln nicht aus: Gesperrte Apps bleiben tabu und die Uhr mit der voreingestellten Nutzungszeit tickt unerbittlich weiter.

Mit dem Teenageralter erreicht Ihr Kind den Punkt, an dem es sein eigenes Google-Konto laut Googles Regeln selbst verwalten darf. In Deutschland liegt diese Grenze bei 16 Jahren, in Österreich sind es 14 Jahre, in der Schweiz ist es schon mit 13 Jahren soweit. Sie können die Schutzmechanismen zwar auch danach noch weiter nutzen, sind allerdings mehr denn je auf Kooperation in der Familie angewiesen: Das Kind kann die Elternkontrolle dann jederzeit selbst ausschalten. Sie werden eben einfach so schnell groß, die lieben Kleinen. (sht@ct.de) 

### Literatur

- [1] [1] Alexander Spier: Smartphones kindersicher, iOS und Android mit Bordmitteln kindersicher machen, c't 17/2019, S. 144
- [2] [2] Ingo Schwabe: Blaulichtgefahr, Reduzierung des Blaulichtanteils im LED-Licht, c't 11/2020, S. 132
- [3] [3] Steffen Herget: Frische Apps im Sonderangebot, Sechs alternative App-Stores für Android, c't 9/2021, S. 106



In Google Family Link bekommen Eltern einen detaillierten Überblick darüber, was die Kinder auf ihren Geräten anstellen – und können fein einstellen, was sie dürfen und was nicht.



# Das Magazin von Fotografen für Fotografen



**Drohnenfotografin und  
c't Fotografie-Autorin**

Andrea Künstle, fotografiert u. a.  
in Deutschland, Sumatra,  
Kambodscha und vielen anderen  
Ländern.

*„Fotografie ist für mich nicht  
schauen, sondern fühlen!“*

Andrea Künstle



© Andrea Künstle

## 2 x c't Fotografie testen

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



**35%  
Rabatt**



Jetzt bestellen:

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



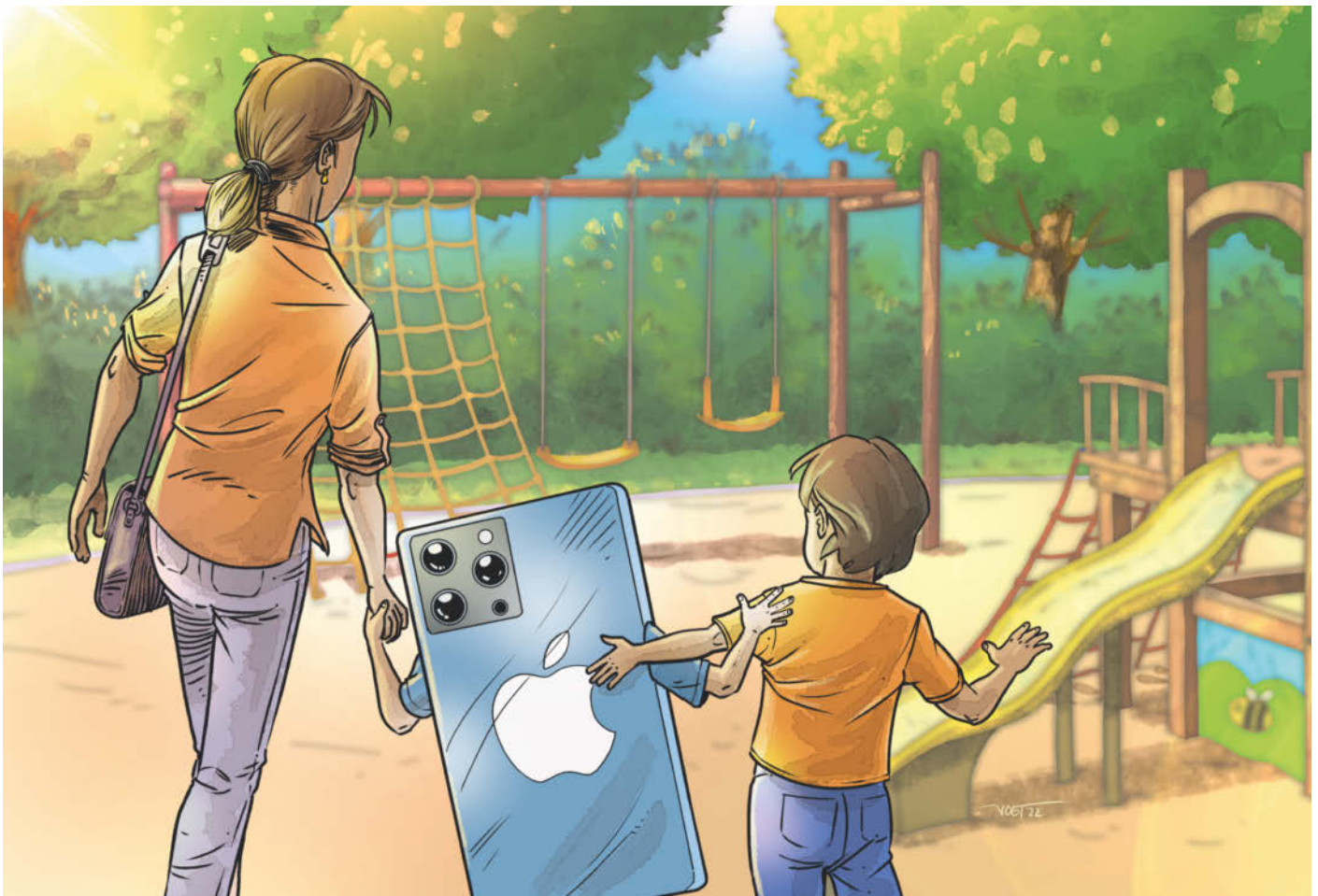


Bild: Michael Vogt

# Apples Entwicklungshilfe

## Kinder- und Jugendschutz mit iPhones und iPads einrichten

**Mit den Werkzeugen „Bildschirmzeit“ und „Familienfreigabe“ gibt Apple Eltern einen wirksamen Schutz für Kindergeräte an die Hand. Damit der findige Nachwuchs die Sperren nicht umgeht, sollten Sie potenzielle Schwächen des Systems kennen. Wir unterstützen Sie beim Einrichten.**

Von Holger Bleich

Apple und Google haben die Familien als Kunden entdeckt. Mit immer neuen Techniken versuchen sie sich gegenseitig zu übertrumpfen, um Smartphones

und Tablets in Kinderhänden abzusichern. Im Artikel auf Seite 136 haben Sie erfahren, wie Sie Android-Handys kind- und altersgerecht mit Bordmitteln konfigurieren. Apple bietet in seinem hermetischen iOS- und iPadOS-Ökosystem mindestens ebenso effektive Mechanismen für fürsorgliche Erziehungsberechtigte.

Die ersten Kinder- und Jugendschutzoptionen baute Apple bereits in iOS 8 im Jahr 2014 ein – lange bevor Google begann, sich mit dem Thema zu beschäftigen. In iOS 12 (2018) krepelte der Konzern das System um, seitdem findet sich der Kern der Schutzfunktionen – die „Beschränkungen“ – verwirrenderweise im Systemmenüpunkt „Bildschirmzeit“. Unter diesem Stichwort will Apple iPhone-Junkies helfen, ihre Daddelerei am Gerät zu reduzieren und zugleich Eltern anbieten, ihre Schützlinge vor zu viel Dreck aus dem

Internet zu bewahren. Daraus folgen an einigen Stellen Usability-Problemmchen.

Dieses Durcheinander verstärkt Apple, indem die mögliche Fernadministration der Bildschirmzeit über die „Familienfreigabe“ läuft. Diese wiederum stellt eigentlich eine ganz andere Funktion in den Vordergrund: Damit verbindet ein „Familienorganisator“ seine Apple-ID mit bis zu fünf weiteren IDs zu einer Familie, mit der er seine bei Apple erworbenen Inhalte, freigegebene Fotos und sein Zahlungsmittel teilt. Richtig konfiguriert dient die Familienfreigabe aber auch dazu, die Smartphones und Tablets der Sprösslinge aus der Ferne unter Kontrolle zu halten.

Im neuen iOS 16 (ab iPhone 8) hat Apple die Schutzoptionen kaum erweitert, aber die Administration um einiges verbessert – etwa mit einem Assistenten, der auf möglicherweise lückenhaften Kinderschutz



## ct kompakt

- Mit „Bildschirmzeit“ lässt sich unter iOS der Kinderschutz einrichten, den Eltern dann über die „Familienfreigabe“ fernadministrieren.
- Apples Schutzkonzept weist Schwächen auf. Beispielsweise kommen Kinder auch bei blockierter App an YouTube-Videos.
- Der Nacktfoto-Scanner soll vor Sexing schützen, funktioniert aber nur in Apples Nachrichten-App, die Kids wenig nutzen.

hinweist. Auf den Clients sollte mindestens iOS 13 laufen, sonst sind sie nicht komplett kompatibel – also etwa alle iPhones ab 6s (2015). Bei Refurbished-Anbietern sind iPhone 7 in gutem Zustand bereits für etwas mehr als 100 Euro zu haben – unserer Ansicht nach ideale Geräte für Kids unter 14. Sie schonen den Geldbeutel und die Umwelt bei ausreichender Performance.

### Familienfreigabe

Überlassen Sie Ihrem Kind dauerhaft ein iOS-Gerät, benötigt es auf jeden Fall eine Apple-ID. Apple vergibt vollwertige IDs erst ab dem Alter von 16 Jahren. Ist Ihr Kind 15 oder jünger, legen Sie besser einen Kinder-Account mit korrekter Angabe des Alters an und tragen sich als Erziehungsberechtigten ein. Das geschieht über die Familienfreigabe, die Sie auf Ihrem Gerät als Menüpunkt in den eigenen iCloud-Einstellungen finden und dort erstmalig aktivieren können.

Wenn Sie dort eine „Familie“ erstellen, fungieren Sie automatisch als „Organisator“ und „Erziehungsberechtigter“, der bis zu fünf andere Mitglieder – unter anderem auch einen weiteren „Erziehungsberechtigten“ – zufügen kann. Als Organisator dürfen Sie auch Ihre bei Apple erworbenen Ressourcen wie Apps oder Abonnements teilen. Außerdem rechnet Apple künftig die Käufe aller Mitglieder über das Zahlungsmittel des Organisators ab, sofern Sie die „Kauffreigabe“ aktivieren. So können Sie Ihrem Kind App-Käufe über Ihre Kreditkarte ermöglichen.

In diesem Fall sollten Sie allerdings in der ID des Sprösslings „Kauferlaubnis erforderlich“ aktivieren, sodass Sie etwa jeden Download aus dem App Store – auch die kostenlosen – genehmigen müssen.

Ein erteiltes Placet gilt für immer, weshalb das Kind künftig die App ohne Genehmigung installieren darf, solange sie kein Geld kostet.

Die Anfragen des Kinderaccounts erscheinen unmittelbar als Mitteilungen auf den Geräten des Organisators, wo er sie bestätigen oder ablehnen kann. Sehr unpraktisch: Wischt man sie einmal beiseite, verschwinden sie im Nirwana, und das Kind schaut in die Röhre. Besser wäre etwa, die Eltern per iMessage zu benachrichtigen. Diese Option hatte Apple für iOS 16 angekündigt, bislang fehlt sie aber noch und folgt wohl erst in einem späteren Update.

### Bildschirmzeit

Nun gilt es, die Kinderschutzfunktionen einzurichten. Dies erledigen Sie am besten direkt auf dem Gerät des Kindes unter dessen Apple ID. Wir empfehlen, sich dafür Zeit zu nehmen und den Sprössling dabei zu haben. Erläutern Sie, was Sie im Einzelnen einstellen, und warum Sie es tun. Diese Transparenz bei erzieherischen Maßnahmen dürfte nicht immer Begeisterungstürme bei den Kids hervorrufen, aber langfristig zu mehr Verständnis führen.

Über „Bildschirmzeit“ können Sie fast alle Jugendschutzoptionen des Kinder-Smartphones oder -iPads direkt auf dem Gerät administrieren. Aktivieren Sie die Funktion über das Einstellungsmenü erstmals, fordert das Betriebssystem zur Eingabe eines vierstelligen PIN-Codes auf, der künftig vor jeder Änderung eingegeben werden muss.

Dieser Code gilt nur für die Einstellungen auf diesem Gerät, nicht aber für die Fernadministration über die Familienfreigabe. Achtung: Erst ab iOS 13 ist es möglich, zusätzlich eine Apple-ID zur Wiederherstellung anzugeben – für den Fall, dass Sie den Code vergessen. Dass Apple nur einen Vier-Ziffern-Code zur Absicherung aller Einschränkungen zulässt, ist ein möglicher Schwachpunkt. Achten Sie gut darauf, dass das Kind Ihnen nie über die Schulter schaut.

Kern der Schutzfunktionen sind die „Beschränkungen“. Tippen Sie darauf und aktivieren Sie sie über den Schieberegler. Unter „Käufe“ unterbinden Sie die gefährlichen In-App-Käufe und legen fest, ob das Kind überhaupt Apps installieren oder löschen darf. Mit „Erlaubte Apps“ können Sie die Apple-Apps einzeln blocken. Bei iOS heißt das: „Aus den Augen, aus dem Sinn“ – die Apps werden komplett unsichtbar, beispielsweise die Kamera. Beim Blo-

cken von App-Käufen verschwindet übrigens auch das App-Store-Icon vom Home-Screen, was durchaus verwirren könnte.

Die Option „Inhaltsbeschränkungen“ suggeriert mehr, als sie bietet. Sie bezieht sich nämlich nur auf Inhalte aus dem Apple-Ökosystem, beispielsweise auf die FSK-Freigaben für Filme und Musik aus iTunes. Auf Dienste wie Netflix oder Spotify haben sie keinen Einfluss. Dasselbe gilt für die Gaming-Beschränkungen, die sich nur auf Spiele in Apples Game Center auswirken. Der unter „Webinhalte“ aktivierbare Jugendschutzfilter fürs Web greift nur in Safari. Er ergibt folglich nur Sinn, wenn Sie unterbinden, dass das Kind andere Browser wie Firefox installiert.

Gerade bei jüngeren Kindern, etwa im Grundschulalter, sollten Sie besonderes Augenmerk auf die Kategorie „Datenschutz“ legen. Diese blendet Bildschirmzeit nur lokal auf dem Gerät, nicht aber via Fernwartung ein. Hier blockieren Sie beispielsweise Apples Werbe-Tracking und schalten Funktionen wie die Standort-Freigabe, Bluetooth oder das Mikrofon gezielt ab.



Ist über die Familienfreigabe eine Gruppe organisiert, kann der „Organisator“ seine Inhalte teilen. Seit iOS 16 hilft eine „Familiencheckliste“ beim Einrichten.

## App-Blockaden

Anders als mit Googles Family Link kann man mit „Bildschirmzeit“ leider kein tägliches Nutzungslimit fürs gesamte Gerät festlegen. Über „Auszeit“ blockieren Sie das Gerät in einer festgelegten Tageszeitspanne, die Sie entweder pauschal oder für jeden Wochentag separat wählen. So können Sie ihrem Kind etwa am Wochenende einige Stunden mehr gönnen. Achten Sie darauf, diese mit dem Schieberegler „Zur Auszeit blockieren“ auch zu aktivieren. Das Gerät des Kindes zeigt fünf Minuten vor der Blockade eine Warnung und gibt die Möglichkeit, mehr Zeit bei den Eltern zu erfragen.

Unter „Immer erlauben...“ im Bildschirmzeit-Menü bestimmen Sie Ausnahmen, die auch bei blockiertem iPhone oder iPad funktionieren. Voreingestellt sind beispielsweise das Telefon und die Nachrichten-App. Über „Erlaubte Kontakte“ können Sie festlegen, dass das Kind nur bestimmte Personen anrufen oder anschreiben darf, wenn das Handy blockiert ist – beispielsweise die Familiengruppe.

Besonders gefürchtet unter den Kids sind naturgemäß die Nutzungsbeschränkungen für einzelne Apps, die Sie unter „App-Limits“ konfigurieren. Tippen Sie auf „Limit hinzufügen“, zeigt iOS eine lange Kategorien-Liste. Darin sortiert das Betriebssystem alle installierten Apps in Gruppen wie „Soziale Netze“, „Spiele“ und „Unterhaltung“ vor. Bei einem großen App-Zoo kann es nerven, einzelne Apps zu finden, weil die Sortierung nicht immer logisch erscheint. Leider lassen sich weder eigene Reiter erstellen noch Apps umgruppieren.

Das wäre überaus nützlich, denn tägliche Limits dürfen Sie nicht nur für einzelne Apps, sondern auch pauschal für Kategorien oder gar für alle Apps gemeinsam aussprechen. Limits gelten dann nicht mehr für jede App, sondern für die Summe der Nutzungszeit über die Kategorie hinweg. Als Raster dient die Tageszeit von 0 bis 24 Uhr, nicht etwa ein davon unabhängiger 24-Stunden-Zyklus – ein kleiner, aber fürs Kind sicher wichtiger Unterschied. Was ebenfalls Frustrationspotenzial birgt: Der Zähler läuft nicht nur, wenn die App auf dem Screen läuft, sondern auch, wenn sie in den Hintergrund geschoben statt explizit geschlossen wurde.

App-Limits stellen Sie in einer Spanne von einer Minute bis 24 Stunden minuten genau ein. Außerdem können Sie für jeden Wochentag eigene Grenzen definieren. Beispielsweise soll das Kind an Schultagen höchstens 30 Minuten täglich YouTube

glotzen, Samstag und Sonntag erlauben Sie eine Stunde.

Apropos YouTube: An diesem Beispiel zeigen sich die Schwächen von Apples Schutz sehr deutlich. Sie können die App einschränken oder blocken, doch das heißt nicht, dass Ihr Kind nicht an Videos kommt. Safari etwa zeigt weiterhin in Website eingebettete YouTube-Videos an – App-Sperre hin oder her. Eine Blockade sollte Sie also nicht in falscher Gewissheit wiegen. Beobachten Sie aufmerksam, wie Ihr Kind das Smartphone oder Tablet nutzt und justieren Sie gegebenenfalls nach – im Beispiel mit einem Limit für den Webbrowser.

Für viele Apps gibt es kinderfreundliche Alternativen desselben Herstellers. Google etwa hält YouTube Kids im App Store bereits, Spotify liefert das sehr bunte Spotify Kids. Natürlich lockt man damit keinen 16-Jährigen hinter dem Ofen hervor, aber die Kleinen wird der vergleichsweise gefahrlose Spaß erfreuen.

## Sensibler Fotofilter

Im August dieses Jahres hat Apple seinen umstrittenen Nacktfoto-Scanner auch im deutschen iOS ab Version 15 freigeschaltet. Sie finden ihn in „Bildschirmzeit“

unter dem Menüpunkt „Kommunikations-sicherheit“, wo er in der Voreinstellung deaktiviert ist. Eine lokal auf dem Gerät arbeitende KI untersucht ein- und ausgehende Fotos auf von Apple sogenannte „sensible Inhalte“, sprich auf Merkmale, die auf Nacktheit und sexuell aufreizende Posen hindeuten.

Möchte das Kind beispielsweise ein „sensible Foto“ via iMessage verschicken, fragt die App zweimal nach, ob es sich das nicht noch einmal überlegen will. Außerdem erscheint der Rat, zunächst die Eltern zu kontaktieren. Umgekehrt warnt die App auch, wenn ein solches Foto eingeht. In stichprobenartigen Tests hat dieses System bei uns tatsächlich gut funktioniert.

Allerdings läuft der Filter nur in der Nachrichten-App von Apple, die ohnehin nur wenige Kids nutzen dürften. Auf WhatsApp oder Snapchat etwa hat er keinen Zugriff. Ein Plus an Kinderschutz bietet er daher zumindest bislang nicht.

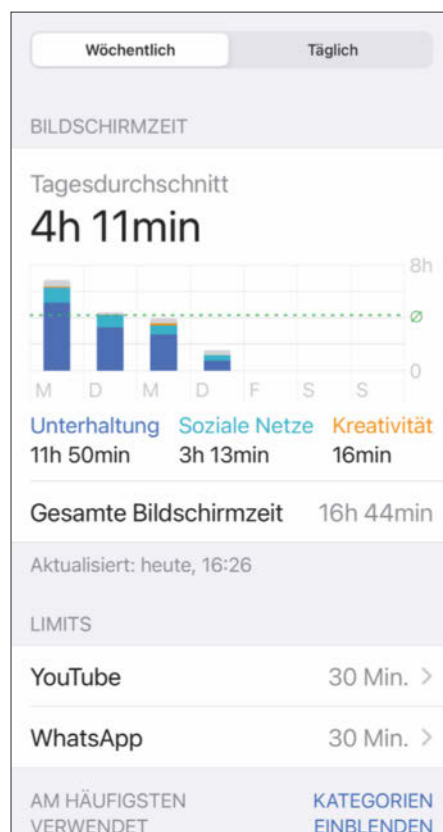
## Big Brothers oder sorgende Eltern?

Haben Sie die Einstellungen nach Ihren persönlichen pädagogischen Vorgaben fürs Erste abgeschlossen, können Sie sie fortan größtenteils über Ihr Organisator-Konto administrieren. Tippen Sie dazu in den Einstellungen auf den Menüpunkt „Familie“, und dort auf die verbundene Apple-ID des Kindes. Unter „Bildschirmzeit“ sehen Sie nun einen grafisch aufbereiteten Aktivitätsreport, der auch mehrere Geräte umfasst.

„Alle Aktivitäten anzeigen“ öffnet eine aufschlussreichere Tages- oder Wochenzusammenfassung. Hier erfahren Sie beispielsweise, wie viel Bildschirmzeit pro Tag anfällt, mit welchen Apps Ihr Kind am meisten Zeit verbringt und welche Domains in Safari angesurft wurden. Sie sollten Ihrem Kind mitteilen, dass all diese Daten bei Ihnen landen – es hat ein Recht darauf zu erfahren, dass es in Teilen überwacht wird.

Aber auch in diesen Statistiken offenbart Apples Kinderschutz seine Schwäche: Detaillierte Informationen liefern sie lediglich zu den iOS-beziehungsweise iPadOS-Apps. Insbesondere die Kommunikationsfilter arbeiten meist nur mit Apps aus dem iOS-Universum zusammen. Eltern bringt das in Schwierigkeiten: Entweder sie lassen Fremdanbieter-Apps an der langen Leine oder sie schwören ihre Kids aufs Apple-App-Ökosystem ein. Doch gerade das ist bei denen wenig angesagt.

(hob@ct.de)



**Der Tagesbericht offenbart auf einen Blick, womit sich das Kind am iPhone am liebsten beschäftigt.**



# Schonen Sie Geldbeutel und Klima!



**c't ENERGIE TIPPS**  
So sparen Sie Energiekosten

**Energiebedarf im Blick behalten**  
Wann sich smarte Stromzähler lohnen  
Stromtarife vergleichen und wechseln

**Selbst Strom erzeugen**  
Windrad privat betreiben  
Photovoltaikanlagen fürs Dach

**Energie und Kosten sparen**  
Stromverbrauch im Haushalt optimieren  
Smarte Heizkörperthermostate im Vergleich

**Kleinsolaranlagen für den Balkon**  
Im c't-Check: Wann sich Balkonkraftwerke lohnen, wie viel sie kosten und wie man sie installiert



**Heft + PDF  
mit 29 % Rabatt**

Die gute Nachricht lautet, es gibt viele Möglichkeiten, Energie zu sparen! Dabei geht es nicht nur darum Kosten zu minimieren, sondern jede gesparte Kilowattstunde hilft der Umwelt und verringert die Abhängigkeit von Gas aus Russland. Lesen Sie im neuen c't Sonderheft was Sie selbst dafür tun können:

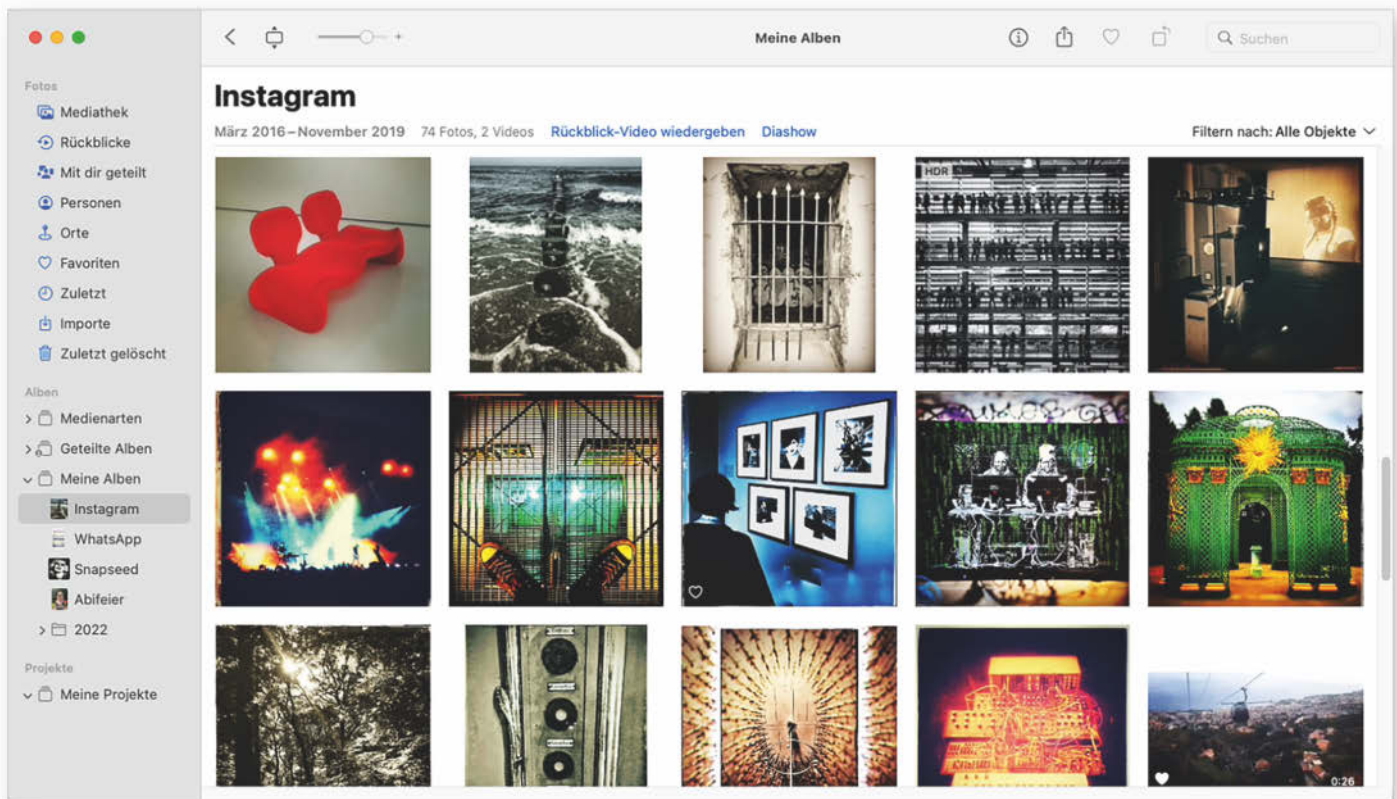
- ▶ Energiespartipps im digitalen Umfeld
- ▶ Strom selbst erzeugen mit Solaranlagen
- ▶ Stromfresser identifizieren und Verbrauch reduzieren
- ▶ Wo die Energie der Zukunft herkommt

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



[shop.heise.de/ct-energiertipps22](https://shop.heise.de/ct-energiertipps22)





# Bild schön sortiert

## Bildersammlungen mit der Fotos-App von macOS verwalten

**Die Fotos-App von macOS ist ein mächtiges Verwaltungswerkzeug für Bilder und Videos. Doch gerade Einsteiger tun sich mit der Organisationsstruktur und iCloud-Synchronisation schwer. Wir erklären, wie Sie Ihre Sammlung in den Griff bekommen.**

Von Immo Junghärtchen

Apple liefert mit jedem Mac die kostenlose Bildverwaltung „Fotos“ mit. Sie unterstützt die automatische Synchronisation mit Bildern und Videos von iPhones und iPads über die iCloud sowie den Import

externer Einzeldateien und Verzeichnisse. Anhand von Metadaten legt Fotos „intelligente Alben“ an und sortiert die Bilder automatisch. Dadurch können Sie Ihre Fotosammlung dynamisch verwalten und Bilder nach Zeit, Ort, Personen oder Projekten sortieren, ohne sie manuell von einem Verzeichnis ins andere schieben zu müssen.

In diesem Artikel zeigen wir Ihnen einige Kniffe, mit denen Sie auch große Sammlungen im Griff behalten und fehlende Daten bei unsortierten Fotos ergänzen. So lassen sie sich später umso einfacher als Dateiordner, Diashow-Video oder Fotobuch exportieren.

### Import in die Mediathek

Wer mit Apples Fotos-App arbeitet, überlässt ihr die komplette Kontrolle über die Dateioorganisation. Die App sichert näm-

lich alle importierten Fotos in einer eigenen Datenbank, die in einer einzelnen großen Datei mit der Endung „photoslibrary“ voreingestellt im Nutzerordner „Bilder“, auf der Festplatte landet.

Wer eine Bildersammlung mit einer über Jahre liebevoll gepflegten Ordnerstruktur an Fotos übergeben will, muss keine Angst haben, dass die Fotos-App sie durcheinanderbringt. Von Haus aus speichert die Fotos-App eine Kopie der Originale in ihrer Mediathek ab und arbeitet mit dieser Kopie weiter. Wenn Sie unter „Fotos/Einstellungen/Allgemein“ den Haken bei „In die Fotomediathek kopieren“ jedoch entfernen, referenziert die Fotos-App neue Bilder lediglich, sobald man sie über „Ablage/Importieren“ hinzufügt.

Dann dürfen Sie die Originale aber weder verschieben oder umbenennen noch löschen, sonst verliert die Fotos-App ihre Zuordnung. Falls Sie sich später umentscheiden, und doch mit Kopien der Originale arbeiten wollen, können Sie sie mit dem Befehl „Ablage/Zusammenlegen“ auch nachträglich bereits referenzierte Fotos importieren und sie fortan unabhängig vom Speicherort der Originale bearbeiten.

Die Fotos-App bearbeitet Bilder nicht-destruktiv, das heißt, Sie können jeden

einzelnen Schritt rückgängig machen, aber nur solange Sie den Bearbeitungsmodus nicht verlassen. Danach lassen sich die bisherigen Bearbeitungen nur noch als Ganzes zurücknehmen und das Bild auf den Importzustand zurücksetzen.

Die Originale bleiben stets unangetastet. Änderungen am Bild und in den Metadaten landen in der Mediathek, die Ursprungsdatei bleibt unverändert. Selbst wenn Sie ein Bild in einer referenzierenden Fotos-Mediathek löschen, bleibt die ursprüngliche Datei erhalten.

## Mehrere Mediatheken

Wenn Sie verschiedene Bildersammlungen haben, die nicht gemischt werden sollen, können Sie mit der Fotos-App auch mehrere Mediatheken verwalten. Halten Sie beim Klick auf das Fotos-Icon im Dock die Option-Taste gedrückt, um einen Dialog zur Auswahl der Mediathek erscheinen zu lassen – oder zur Neuanlage. Ihre Auswahl wird zur neuen Standardmediathek von Fotos, bis Sie sie mit einem erneuten Option-Start wechseln.

Wo die zweite Mediathek liegt, können Sie frei entscheiden. Auch externe Laufwerke sind möglich. Wenn der Platz auf der internen Festplatte des Mac knapp wird, können Sie mit Ihrer Foto-Mediathek umziehen: Mediathek auf eine externe SSD kopieren, Fotos-App mit gedrückter Option-Taste starten, Mediathek am neuen Ort auswählen, in den Einstellungen diese als Systemmediathek definieren, und Sie arbeiten nahtlos weiter. Vergessen Sie nicht, den neuen Speicherort der Mediathek in Ihre Backup-Routine aufzunehmen.

## Transfer per iCloud

Wenn Sie mehrere Apple-Geräte besitzen, können Sie Fotos einfach über die iCloud austauschen und synchronisieren. So gelangen die Bilder beispielsweise automatisch von Ihrem iPhone auf den Mac. Sobald Sie sich auf dem Mac per Apple-ID bei iCloud anmelden, ist diese Funktion standardmäßig aktiv.

Wenn Sie einen neuen Mac zum ersten Mal mit der iCloud verbinden und Ihre Fotosammlung für die iCloud freigeben haben, fängt macOS mit dem Import an – selbst wenn Sie die Fotos-App noch gar nicht geöffnet haben. Wollen Sie einen neuen Mac aber gar nicht zur Fotobearbeitung einsetzen, rufen Sie kurz die Fotos-App auf und deaktivieren unter „Einstellungen/iCloud“ die iCloud-Fotos, um die Synchronisation abzubrechen.

Der von Apple kostenlos zur Verfügung gestellte Platz von 5 GByte genügt nur für kleine Sammlungen. Sie können ihn für 99 Cent pro Monat auf 50 GByte erweitern. Maximal sind 2 TByte für 10 Euro pro Monat möglich. Das Kontingent können Familienmitglieder mitbenutzen. Das betrifft aber nur die Abrechnung: Jedes Mitglied erhält seinen eigenen iCloud-Speicher, auf den kein anderer zugreifen kann.

Bilder werden stets in der höchsten Qualitätsstufe in die iCloud geladen. So haben Sie dort immer eine Sicherungskopie. In der Fotos-App auf dem Mac können Sie sich unter Fotos/Einstellungen/iCloud aussuchen, ob Sie Bilder dauerhaft in höchster Qualität lokal speichern, oder ob macOS bei Speicherplatzmangel nur Kopien in geringerer Auflösung vorhalten soll.

## c't kompakt

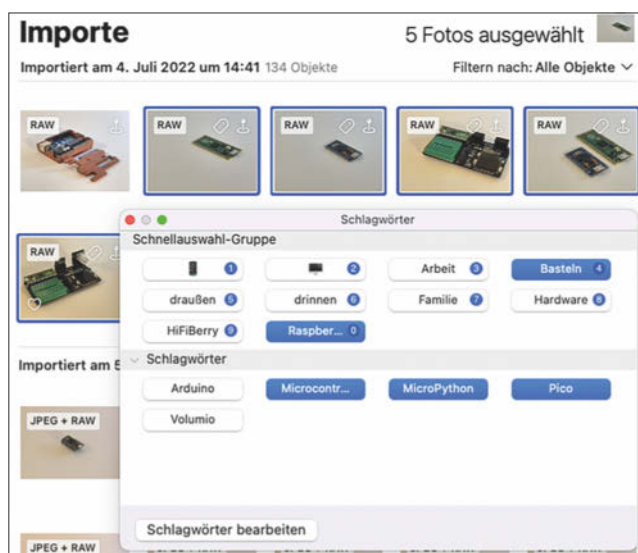
- Fotos bearbeitet Bilder aus verschiedenen Quellen, inklusive RAW-Formaten.
- Fotos kann zwischen verschiedenen Datenbanken wechseln und Bilder per iCloud synchronisieren.
- Über Metadaten und Schlagworte sortieren Sie Bilder dynamisch in intelligente Alben.

Welche Bilder das sind, entscheidet die Fotos-App automatisch. Um ein reduziertes Bild in voller Auflösung zu bearbeiten, benötigen Sie dann eine Onlineverbindung, um das Original aus der iCloud zu laden. Wenn Sie also wichtige Bilder an einem Ort ohne oder mit schlechter Internetverbindung bearbeiten wollen, sollten Sie unbedingt die Option „Originale auf diesen Mac laden“ in den iCloud-Einstellungen von Fotos wählen. Sie können zudem immer nur eine Mediathek mit der iCloud verbinden. Wenn Sie zwei Mediatheken mit unterschiedlichen iCloud-Accounts verwenden wollen, müssen Sie ein zusätzliches Benutzerkonto anlegen.

## Mit anderen teilen

In den iCloud-Einstellungen der Fotos-App können Sie unten ein Häkchen für „geteilte Alben“ setzen. Damit können Sie ganze Alben aus der Fotos-App mit anderen Nutzern von Apple-Geräten teilen oder auf Alben von selbigen zugreifen. Das funktioniert unabhängig von der iCloud und dem dort gemieteten Speicherplatz. Das Format der geteilten Bilder ist jedoch auf das JPG sowie die Auflösung auf eine maximale Breite oder Höhe von 2000 Pixel begrenzt.

Auf älteren iCloud-Konten wird zudem die Option „mein Fotostream“ angezeigt. Dieser synchronisiert die neuesten 1000 Bilder der letzten dreißig Tage eines iCloud-Accounts auf allen angemeldeten iOS-Geräten und Nutzerkonten. Außen vor bleiben Videos sowie Inhalte mit erhöhter Farbtiefe: HEIF- und RAW-Bilder rechnet der Fotostream auf JPEGs mit 8 Bit pro Farbkanal herunter. Apple entwickelt den Fotostream nicht weiter, und iCloud-Konten, die nach August 2018 angelegt wurden, bekommen „mein Fotostream“ nicht mehr angeboten.



**Im Schlagwort-Manager können Sie bevorzugte Kategorien per Tastenkürzel schneller zuordnen.**



Voraussichtlich mit macOS 13 will Apple im Oktober eine zusätzliche iCloud-Fotomediathek einführen, in der alle Mitglieder einer Familie Bilder miteinander teilen und gemeinsam bearbeiten können.

## Import von Kameras

Wenn Sie die iCloud nicht nutzen oder Bilder von Digitalkameras, Scannern oder Smartphones in Ihre Fotos-Mediathek importieren wollen, schließen Sie die Geräte per USB an, rufen das Programm „Digitale Bilder“ auf und folgen dessen Anweisungen. Sie können entweder alle Bilder oder lediglich eine Auswahl in die Fotos-Mediathek kopieren.

Liegen die Bilder hingegen schon auf Ihrer Festplatte, dann wählen Sie in der Fotos-App „Importieren“ aus dem Ablage-Menü. Wer dabei „Ordnerstruktur beibehalten“ wählt, erhält in Fotos unter „meine Alben“ eine hierarchische Struktur, die der Struktur der importierten Ordner entspricht. Die jüngsten Importe finden Sie chronologisch sortiert in der linken Leiste der Fotos-App unter „Fotos/Importe“.

Ebenso wie bei der ersten iCloud-Synchronisation kann es beim manuellen Import großer Bilddatenbanken mitunter Stunden dauern, bis die Fotos-App alle Bilder verdaut hat. Dabei scannt sie neue Fotos nach Motiven, um sie später nach erkannten Gesichtern, Haustieren oder Landschaften in intelligente Ordner zu sortieren und automatische Rückblicke zu erstellen. Die Prozessorlast des Mac kann dabei erheblich steigen, sodass sogar die Lüfter anspringen. Die einfachste Lösung

ist noch, den Mac über Nacht mit angeschlossener Stromzufuhr laufen zu lassen, bis die Importanalyse beendet ist.

## Formatfrage

Die Fotos-App importiert viele gängige Dateiformate: JPEG, PNG, TIFF, GIF und MP4-Videos. Seit einigen Jahren gehören auch die effizienteren Formate HEIF und HEVC dazu, die Teil des MP5-Standards sind. Die Fotos-App akzeptiert zudem die RAW-Formate aller handelsüblichen Digitalkameras – inklusive ProRAW und ProRes der iPhone-Pro-Modelle.

iPhone-Nutzer können im iOS-Setup unter „Kamera/Formate“ wählen, ob sie Bilder im HEIF-/HEVC- oder JPEG-Format speichern. HEIF benötigt deutlich weniger Platz als JPEG, obwohl es eine höhere Farbtiefe nutzt (10 Bit anstatt 8 Bit pro Farbkanal). iPhone-Pro-Nutzer können dort auch ProRAW für Fotos und ProRes für Videos auswählen. Wenn sie beim Fotografieren auf das RAW-Symbol tippen, nimmt das iPhone Pro eine sehr große Bild-Datei im DNG-Format auf. Die zeigt unter Umständen mehr Details, lässt sich speziell auf älteren Macs aber nur träge nachbearbeiten.

Vorteilhafter sind Spiegelreflexkameras, die neben dem RAW-Format auch eine JPEG-Version des Fotos abspeichern. Die Fotos-App erkennt solche Paare beim Import automatisch und zeigt oben links im Bild „RAW + JPEG“ an. Wenn die Vorschau und Bearbeitung zu langsam arbeiten, schalten Sie im Bild-Menü der Fotos-App auf „JPEG als Original verwenden“

um. Die Einblendung wechselt dann zu „JPEG + RAW“ und die Bildberechnungen laufen deutlich schneller. Wenn Sie später zurück auf RAW wechseln, überträgt die Fotos-App alle Änderungen auf das detailreichere Format. Helligkeits- und Farbanpassungen müssen Sie aufgrund der unterschiedlichen Dynamikumfänge beider Formate jedoch vermutlich nachjustieren.

## Sortieren mit Metadaten

Die größte Herausforderung bei wachsenden Bildersammlungen ist es, den Überblick zu behalten. Dazu hält die Fotos-App einige Hilfsmittel parat, die zum Teil aber gut versteckt sind. Die Kernidee ist dabei, dass Sie Fotos nicht von Hand in verschiedene Ordner sortieren, sondern die Bilder mit Metadaten anreichern. Mit diesen Metadaten können Sie die Bilder später völlig frei in immer wieder neuen Zusammenhängen gruppieren, sodass sie in unterschiedlichen Kontexten auftauchen.

Jedes Digitalfoto führt ein Paket zusätzlicher Daten mit sich: Neben Aufnahmedatum, Auflösung und Ausrichtung schreibt die Kamera meist noch Infos über Verschlusszeit und Blende sowie beim iPhone und anderen GPS-Kameras den Aufnahmeort in die Bilddatei. Beim Import in die Fotos-App kommen von der Bilderkennung gewonnene Informationen über Personen, Tiere und andere Bildinhalte dazu.

Die Seitenleiste der Fotos-App erscheint bei ausreichender Fensterbreite links und zeigt bereits einige metadaten-gestützte Ordner an. Der „Medienarten“-Ordner etwa sortiert die Bilder nach Bildschirmfotos, Selfies, RAW- und Panoramabilder sowie Videos. „Personen“ präsentiert von der App-KI erkannte Gesichter. „Orte“ zeigt die Bilder auf einer Landkarte an.

In der Standardansicht „Mediathek“ präsentiert die Fotos-App eine chronologische Ansicht der aufgenommenen Bilder. Etwas versteckt, aber sehr mächtig, ist die Info-Palette, die sich über das umkreiste „i“ in der Werkzeugleiste am Fensterkopf öffnen lässt (Tastenkürzel: Cmd+I). Hier erscheinen alle weiteren Metadaten, vom Dateinamen über Kameradaten bis hin zum Aufnahmeort. Viele dieser Einträge lassen sich editieren. Besonders praktisch: Wenn Sie mehrere Bilder markieren, können Sie sie mit der Info-Palette auf einen Rutsch bearbeiten. Die Änderungen wirken sich auf die komplette Auswahl aus.



In der Info-Palette ändern Sie Metadaten und Schlagwörter für ausgewählte Bilder.



## Schlagwörter für intelligente Alben

Besonders mächtig sind die Schlagwörter, die Sie in der Info-Palette für jedes Bild eintragen können. Wählen Sie hier möglichst zahlreiche einfache Begriffe, die den fotografierten Ort, Personen und Objekte näher beschreiben. Für spezielle Projekte können Sie auch Schlüsselwörter verwenden, damit Sie die Bilder später beim Export schneller filtern können. Tipp: Nutzen Sie Begriffe nur in der Einzahl, damit Sie später bei der Suche nach „Baum“ auch die Bilder zu sehen bekommen, auf denen „Bäume“ zu sehen sind.

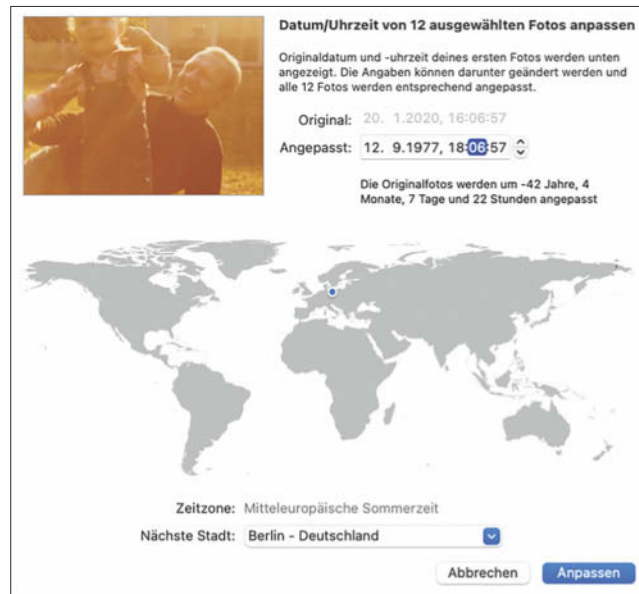
Eine Übersicht über bereits vergebene Schlagwörter finden Sie im Fenster-Menü über den Schlagwortmanager (Cmd+K). Um sie der aktuellen Bildauswahl zuzuweisen, klicken Sie sie direkt an. Sie können die verwendeten Begriffe auch bearbeiten und über Tastaturkürzel schneller zuordnen. Im Menü „Darstellung“ blendet das Untermenü „Metadaten“ zusätzliche Informationen in den Ecken der Vorschaubilder ein.

Diese Schlagwörter bilden die Basis für dynamische Alben, denen Sie nichts mehr per Hand hinzufügen müssen. Dafür legen Sie via Ablage-Menü ein „intelligentes Album“ an. Bei diesen entscheiden Sie über Filterkriterien, was dort hineingehört. So können Sie automatisch generierte Metadaten wie Datum, Zeit und Ort ausfiltern, aber auch Schlagwörter auswählen.

Wenn Sie etwa eine Wetterstation mit individuellen 3D-Druck-Gehäuse gebaut und die Bilder perfekt verschlagwortet haben, erzeugen Sie zunächst ein Album für alle Bilder mit dem Schlagwort „Wetterstation“. Fügen Sie ein zweites Auswahlkriterium hinzu, das nach „3D-Druck“ sucht, und geben an, dass das Album alle Bedingungen erfüllen soll. Das Resultat ist ein Album, das nur die Bilder von 3D-Drucken enthält, die mit ebendieser Wetterstation in Verbindung gebracht werden.

Über das unscheinbare Auswahlkriterium „Foto“ selektieren Sie nach iPhone-Aufnahmetypen, vom Live-Foto bis zum Panorama. Über die Kategorien „ausgeblendet“ oder „ist kein Favorit“ spüren sie schnell Löschkandidaten auf. Die intelligenten Alben zeigen nicht nur alle bisherigen Bilder an, die die Filterkriterien erfüllen, sondern auch neue Bilder, die Sie später hinzufügen.

Mit intelligenten Alben können Sie auch gezielt nach Fotos mit fehlenden oder falschen Metadaten suchen – etwa bei analogen Fotos, die per Scanner digitalisiert



wurden. Ein intelligentes Album namens „Datum falsch“ wird zu einer To-Do-Liste: Geben Sie Suchkriterien ein, bei denen „Kameratyp“ den Namen des Scannerherstellers enthält und beim Aufnahmedatum das wahrscheinlich falsche Datum des Scanvorgangs. Anschließend tragen Sie die Daten für alle eingescannten Fotos in diesem intelligenten Album nach. Das Aufnahmedatum korrigieren Sie über „Datum und Uhrzeit anpassen“ im Bild-Menü. Jedes korrigierte und ergänzte Bild verschwindet automatisch aus dem intelligenten Album.

## Feste Reihenfolgen

Während die intelligenten Alben Bilder nach Filtervorgaben aussortieren, können Sie über das Ablage-Menü der Fotos-App über „Neues Album“ auch ein Album von Hand anlegen, um dann Bilder per Drag & Drop hinzuzufügen und die Reihenfolge festzulegen. Wichtig: Wenn Sie Bilder aus einem Album löschen, bleiben sie in der Fotos-Mediathek trotzdem erhalten und sind in anderen Alben weiterhin sichtbar. Beim Löschen aus einem intelligenten Album oder aus anderen Ansichten der Fotos-App wandern die Bilder hingegen in den Papierkorb der App und werden nach 30 Tagen aus der Mediathek gelöscht. Bilder aus dem Papierkorb können Sie innerhalb dieser Frist über den Menüpunkt „Darstellung/Fotos/zuletzt gelöscht“ retten.

Zur besseren Übersicht in großen Bildersammlungen können Sie über das Ablage-Menü der Fotos-App zusätzliche Ordner anlegen, die sowohl intelligente als auch manuell erstellte Alben aufnehmen.

**Aufnahmedatum und Uhrzeit können Sie über diesen Dialog gleich für mehrere Bilder anpassen.**

Über ein kleines Pfeil-Icon lassen sich Ordner in der Seitenleiste ein- oder ausblenden.

## Export

Mit optimalen Metadaten sind Sie jederzeit gerüstet, um projektbezogen Bilder zusammenzutragen. So legen Sie nach Bedarf intelligente Alben aus den passenden Filterkriterien an. Darin treffen Sie eine Auswahl, um via „Ablage/Erstellen“ beispielsweise eine Diashow oder die Vorlage für ein Fotobuch zu exportieren.

Über „Ablage/Exportieren“ geben Sie die selektierten Bilder aus der Fotos-App als JPEG, PNG oder TIFF aus. Dabei entscheiden Sie, ob Titel, Schlagwörter und Untertitel sowie Ortsinformationen exportiert werden sollen. Wenn Sie bei Dateinamen „sequenziell“ wählen, nummeriert die Fotos-App sie in der aktuellen Reihenfolge. Den Dateinamensstamm legen Sie am besten passend zum Projekt fest.

HEIF- und RAW-Bilder geben Sie über „unbearbeitetes Original exportieren“ aus. Die Metadaten speichert die Fotos-App in einer separaten XMP-Datei, wenn Sie ein Häkchen bei „IPTC als XMP exportieren“ setzen. Bilddatei und Metadaten können Sie anschließend in einer mächtigeren Bearbeitungssoftware wie Photoshop oder Affinity Photo importieren.

Wenn Sie die hier skizzierten Grundkonzepte der Datenbanken, Metadaten, Schlagwörter und intelligenten Ordner beachten, kann die Fotos-App Ihnen viel Arbeit bei der Synchronisation und Sortierung Ihrer Bilder abnehmen.

(hag@ct.de) **ct**



Bild: Thorsten Hübner

# PDF-Tools stets griffbereit

## Wie Sie mit PDF24 kostenlos Dokumente bearbeiten

**Der Onlinedienst PDF24 bietet 77 Ein-Klick-Funktionen für Nutzer, die gelegentlich an die Innereien ihrer PDF-Dokumente ranmüssen – seien es einzelne Seiten, Bilder oder Text. Sogar Rechnungsgenerator und Schwärzen-Funktionen sind mit an Bord: praktisch für Schule, Studium und das mobile Homeoffice.**

Von Andrea Trinkwalder

Mit den meisten kostenlosen PDF-Programmen kann man Dokumente nur lesen und kommentieren. Wenn man aber einzelne Seiten aus einer Präsentation entnehmen, Bewerbungsunterlagen in einer Datei zusammenstellen oder Texte und Bilder wiederverwerten möchte, ist guter Rat beziehungsweise Editor teuer. Onlinewerkzeuge helfen in der Not – jederzeit, an jedem Gerät, ohne Installation. Eine besonders alltagstaugliche Gratis-Toolsammlung beherbergt PDF24.org von Geek Software aus Berlin. Wir zeigen, was Sie damit alles erledigen können.

Die PDF24-Tools können Sie uneingeschränkt und ohne Anmeldung nutzen, lediglich seinen Fax-Service betreibt der Entwickler als Freemium-Modell und verschickt nur fünf Seiten pro Monat gratis; Windows-Anwender können sich die Tools auch lokal installieren und offline damit arbeiten.

PDF24 präsentiert sämtliche Funktionen in einem Raster aus Schaltflächen; Untermenüs und Optionsfülle wie in komplexeren Programmen gibt es nicht, stattdessen trifft die Software sinnvolle Voreinstellungen. Jede Schaltfläche erfüllt eine einfache Aufgabe, zum Beispiel „Seiten löschen“. Ein Klick darauf fordert zum Hochladen des Dokuments auf, ein weiterer führt sie aus. Das Ergebnis kann man anschließend begutachten, herunterladen oder verschicken. Beliebig kombinieren lassen sich die Funktionen daher nicht; einige wie etwa „Seiten extrahieren“ oder „Bewerbung erstellen“ verketteten automatisch logisch aufeinander folgende Schritte.

### PDF erzeugen

Wenn Sie ein Dokument ins Portable Document Format umwandeln möchten,

## c't kompakt

- Mit PDF24 lassen sich PDF-Dokumente kostenlos im Browser bearbeiten.
- 77 Ein-Klick-Funktionen erleichtern auch Gelegenheitsnutzern den Umgang mit PDFs.
- Zu den Besonderheiten gehören Schwärzen, OCR, Fax und ein Rechnungsgenerator.

öffnen Sie es bevorzugt in der Ursprungsanwendung und nutzen den nativen PDF-Export: also DOCX/ODT-Dateien in Word oder LibreOffice laden, PPTX in PowerPoint und Vektorgrafiken mit Inkscape oder Illustrator. So bleiben möglichst viele Eigenschaften des Originalformats erhalten. Doch manchmal geht das nicht, zum Beispiel wenn man mit dem Smartphone unterwegs ist und darauf kein Office-Paket installiert hat.

Dann springt PDF24 in die Bresche, das gängige Bildformate, SVG, MS- und OpenOffice-Dateien sowie Epub konvertiert. Wählen Sie dazu „PDFConverter“ und dort „In PDF umwandeln“, laden die Datei hoch und drücken die Schaltfläche „Umwandeln“. Anschließend können Sie das Ergebnis per Vorschau betrachten, mailen, faxen oder mit weiteren Dokumenten kombinieren; nur für den Fax-Versand ist ein Account erforderlich. Bei Word-Dateien funktioniert das tadellos, der PDF24-Konverter übersetzt sogar das Inhaltsverzeichnis in PDF-Bookmarks und erhält im Text hinterlegte Links.

Auch die Funktion „Als PDF anzeigen“ ist eine Variante dieses Konverters, nur eine etwas zielstrebigere: Sie präsentiert das gewandelte Dokument ohne weitere Umschweife formatfüllend im PDF-Betrachter des Browsers.

### Seiten-Kombinatorik

Rasch ein paar Mitschriften aus der letzten Vorlesung zur kompakten Infosammlung binden oder aus dem dicken Tourenführer die Essenz destillieren: Das geht in PDF24 mit „PDF zusammenfügen“ am besten. Dabei ist es egal, ob Sie reine PDFs oder eine Mischung aus PowerPoint-Präsentationen, Excel-Tabellen, OpenOffice-Writer-Texten, Bildern und Grafiken vor-



**77 kostenlose PDF24-Tools wandeln Dokumente in PDF und wieder zurück, kombinieren Inhalte neu, bearbeiten oder extrahieren sie.**

liegen haben. Auch hier schiebt der Formatkonverter Hintergrunddienst und wandelt sämtliche Dateien nach dem Upload automatisch um. Sie selbst müssen lediglich „PDF zusammenfügen“ aufrufen und Ihr Material hochladen.

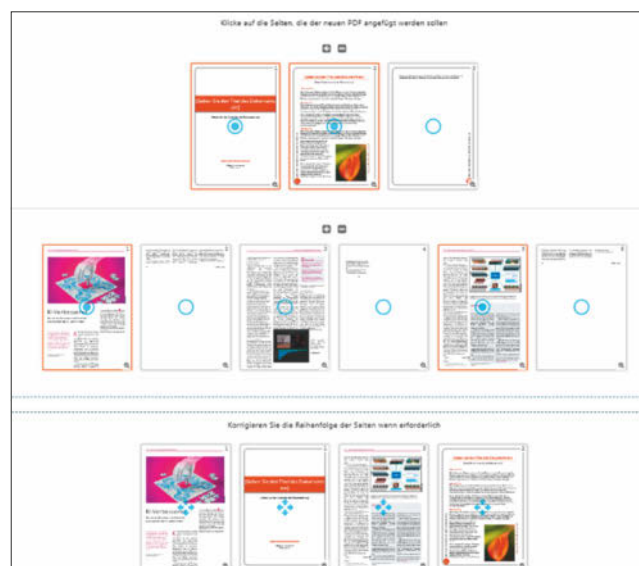
Aktivieren Sie anschließend die „Seitenmodus“-Ansicht über den Schalter links unter dem Fenster. Daraufhin blendet PDF24 alle Dokumente untereinander als Seitenminiaturen ein. Klicken Sie darin einfach die gewünschten Seiten an und PDF24 erstellt daraus automatisch eine Vorschau aufs kombinierte Dokument.

Die ausgewählten Seiten können Sie dort noch umsortieren.

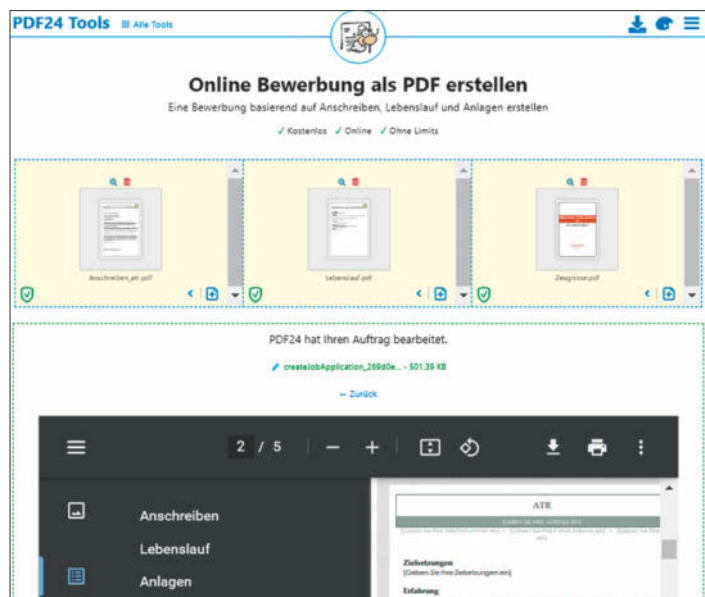
### Mobiler Scanner

Per Smartphone- oder Tablet-Kamera kann man auch direkt Seiten ins Dokument fotografieren. Falls Sie abgelichtete Infos durchsuchbar machen möchten, wählen Sie „Text per OCR erkennen“. Achten Sie auf eine gleichmäßige Ausleuchtung, denn in abgeschatteten Randbereichen leidet die Quote der prinzipiell guten Zeichenerkennung. Die stützt sich übrigens auf die Open-Source-Software

**Aus zwei mach eins:  
„PDF zusammenfügen“  
kombiniert Dateien  
unterschiedlicher Formate zu einem einheitlichen PDF – auch ausgewählte Seiten in beliebiger Reihenfolge.**







Tesseract von Google, die Text zeilen- und sogar blockweise auslesen kann, spricht: Im resultierenden PDF führt auch die Suche nach zusammenhängenden Wörtern wie „c’t Magazin für Computertechnik“ zum Ergebnis.

### Bewerbungshelfer

Wer Unterlagen für eine Bewerbung zusammenstellen möchte, kann mit kostenlosen Editoren böse Überraschungen erleben. PDF-XChange Editor etwa enthält alle Funktionen der Kaufversion als Demo, die allerdings ein Wasserzeichen ins Dokument stempeln. Dies geschieht mittlerweile bei sämtlichen Seiten-Operationen, ein entsprechender Warnhinweis ist rasch versehentlich weggeklickt. PDF24 ist durchschaubarer – und hilft mit einem praktischen kleinen Bewerbungsmappengenerator, Pannen zu vermeiden.

Ein Klick auf die Schaltfläche „PDF Bewerbung erstellen“ öffnet ein dreiteiliges Fenster, über das Sie Anschreiben, Lebenslauf und Anlagen separat hochladen. Die einzelnen Dokumente klebt PDF24 dann gleich in der richtigen Reihenfolge zusammen, ergänzt ein Inhaltsverzeichnis (Lesezeichen) und speichert das Ganze im Archivierungsformat PDF/A. Das Ergebnis können Sie vor dem Download per Vorschau begutachten. Schönes Detail mit professioneller Wirkung: In der Lesezeichen-Verknüpfung wurde auch eine passende Einstellung für die Anzeige gesetzt, sodass die zugehörige Seite in voller Breite angezeigt wird.

Wenn Sie Bilder und Text aus einem PDF wiederverwenden möchten, versu-

**Der Bewerbungsmappengenerator von PDF24 stellt sicher, dass Anschreiben, Lebenslauf und Zeugnisse in der richtigen Reihenfolge im PDF landen.**

tiert PDF24 zu recht brauchbarem Material; bei raffinierteren Layouts mit Spaltensatz, umflossenen Grafiken oder Silbentrennung benötigt man einen professionellen Editor.

### PDF-Rechnungen

Eine bei Gratissoftware einzigartige Funktion verbirgt sich hinter „Rechnung erstellen“. Sie generiert unterschiedliche Varianten von PDF-Rechnungen, nämlich eine „gedruckte“ auf Basis eines einfachen Layouts sowie elektronische, aus denen sich die Rechnungsdaten standardisiert weiterverarbeiten lassen: XRechnung und ZUGFeRD. Beide sind inhaltlich identisch, wobei XRechnungen reine XML-Dateien mit der Endung .xml sind. ZUGFeRD ist ein hybrides Format mit der Endung .pdf, das aus einem „gedruckten“ menschenlesbaren PDF-Teil und einem darin eingebetteten XML-Block für die maschinelle Verarbeitung besteht.

Egal wofür Sie sich entscheiden, dank der Vorlagen ist es rasch erledigt. Im interaktiven Drucklayout sind alle wichtigen Inhalte wie Absender, Empfänger, Bankverbindung und Einzelpositionen bereits als ausfüllbare Formularfelder angelegt; ein Klick ergänzt zusätzliche Zeilen für Produkte und Dienstleistungen. Den Rechnungsbetrag kalkuliert PDF24 selbstständig anhand von Einzelpreisen, Bestellmenge, Steuer sowie Rabatt.

Für ZUGFeRD und XRechnung wählen Sie „Elektronische Rechnung erstellen“ und geben die Daten händisch per Tab-Taste ein oder importieren sie im JSON-Format. In der AutoFill-Funktion des Browsers gespeicherte Daten werden ebenfalls berücksichtigt.

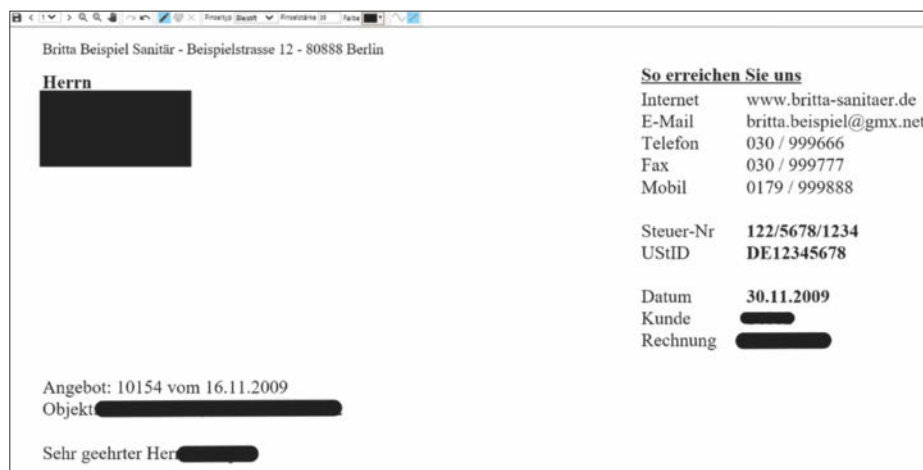
chen Sie zunächst unbedingt, die Ursprungsdatei zu bekommen. Denn in Office- und Layout-Formaten befindet sich vor allem der Text noch in einem Zustand, der sich leicht weiterbearbeiten lässt. PDF-Text hingegen ist meist stark fragmentiert und ungeordnet.

Im Notfall helfen die Extrahieren-Werkzeugen von PDF24, am besten gelingt der Bildexport mit „PDF Bilder extrahieren“: Einfach die Datei hochladen, „Bilder extrahieren“ drücken und Zip-Datei mit allen Bildern aus dem Dokument herunterladen.

Um Text herauszulösen oder den kompletten Inhalt bearbeitbar zu machen, wählen Sie „PDF umwandeln in“ und im Drop-down-Menü unten links die Option „Text“, „DOCX“ oder ein anderes Format. Einfach aufgebaute Dokumente konver-



**PDF24 erstellt PDF-Rechnungen gemäß ZUGFeRD-Standard. Sie bestehen aus dem gewohnten Drucklayout und einer eingebetteten XML-Datei, deren Daten sich leicht maschinell auslesen lassen.**



**„PDF schwärzen“ eliminiert sensible Informationen im Dokument: keine High-End-Funktion, aber für gelegentlichen Gebrauch in Ordnung.**

Wer nur gelegentlich Rechnungen schreiben muss, kommt mit PDF24 rasch zum Ziel. Mehr Kunden und Dienstleistungen versorgt man aber besser per Serienbrieffunktionen von Word und LibreOffice Writer oder mit einer dedizierten Buchhaltungssoftware.

### Schwärzen, Metadaten entfernen, Flatten

Wer ein PDF online publiziert oder verschickt, sollte sicherstellen, dass es keine vertraulichen Daten mehr enthält. Dazu können Namen, Adressen und Kontonummern gehören, aber auch der Verfasser des Dokuments. Um Inhalte unkenntlich zu machen, rufen Sie „PDF schwärzen“ auf und laden Ihr Dokument hoch: Text überdecken Sie am besten per Linienwerkzeug mit einem dicken Balken und größere Flächen mit einem schwarzen Rechteck. Wenn Sie jede Seite geprüft und bearbeitet haben, speichern Sie das Ergebnis.

Seiten mit Schwärzungen werden daraufhin schlicht gerastert. Die Funktion erfüllt also ihren Zweck, solange man nur mit einfachen Dokumenten hantiert. Wer dicke Vertragswerke anonymisieren muss, investiert besser in ein professionelles Tool wie Acrobat oder Foxit PhantomPDF, die automatisiert suchen und schwärzen und außerhalb der markierten Stellen nichts verändern.

Sensible Informationen können sich auch in den Metadaten verbergen, was Sie mit „Metadaten entfernen“ beheben und „Metadaten bearbeiten“ überprüfen. Ausgefüllte Formulare und kommentierte Dokumente können Sie via „PDF glätten“ flachrechnen – wodurch sämtliche Objek-

te und Ebenen zu einer einzigen Schicht verschmelzen.

Ob Ihre Anonymisierungsbemühungen erfolgreich waren, überprüfen Sie mit einem Betrachter, der Ebenen, Inhaltsobjekte und Metadaten strukturiert auflistet, zum Beispiel PDF-XChange Editor. Die beiden ersten können Sie sich über Ansicht/Leisten und dort „Ebenen“ und „Inhalte“ einblenden lassen und die Metada-

ten per „Datei/Dokumenteigenschaften“.

### Sicherheit und (Offline-) Alternativen

Wie die meisten Online-Dienste lädt PDF24 Ihre Dokumente auf den Server hoch, verarbeitet sie dort und löscht sie anschließend wieder. Die Übertragung geschieht laut Hersteller SSL-verschlüsselt und spätestens nach einer Stunde soll das Dokument vom Server getilgt werden. Wer sich mit stationären Anwendungen wohler fühlt, kann sich die PDF24-Tools auch installieren – allerdings nur auf Windows-Rechnern.

### Unterm Strich

PDF24 bietet Gelegenheitsnutzern genau das, was sie im Alltag brauchen: einfache, durchschaubare Werkzeuge mit sinnvollen Voreinstellungen. Hier muss man weder lange nach der geeigneten Funktion suchen noch Einstellungen optimieren, sondern kann einfach loslegen. Die Ergebnisse sind nicht immer professionell, aber durchaus akzeptabel. (atr@ct.de) **ct**

**Kostenlose Online-Dienste und Gratis-Tools:** [ct.de/yyge](http://ct.de/yyge)

## Alternativen: viel Demo, wenig Nutzen

Zu den PDF24-Tools gibt es diverse Online-Alternativen, die sich auf den ersten Blick stark ähneln: zum Beispiel PDFCreatorOnline aus Deutschland, SmallPDF aus der Schweiz, Sejda aus den Niederlanden oder PDF.online (Xodo) aus Kanada. Fast alle begrenzen den Umfang gratis verfügbarer Funktionen: PDF.online erlaubt fünf Aktionen pro Tag, SmallPDF lediglich eine. Sejda.com arbeitet dreimal pro Stunde für lau, akzeptiert aber nur Dokumente mit maximal 200 Seiten oder 50 MByte. Bei SmallPDF und PDF.online entpuppt sich manch attraktive Funktion als Lockvogel für das Abomodell.

PDFCreatorOnline können Sie bis zu einer Dateigröße von 250 MByte kostenlos nutzen. Wer viel mit Markdown arbeitet, findet dort übrigens auch einen MD-to-PDF-Konverter.

Wie bei PDF24 laufen auch auf den Servern dieser Alternativen eher einfache Libraries, namentlich Ghostscript bei PDFCreator und das PDFTron-SDK bei SmallPDF sowie PDF.online. Sejda ent-

wickelt ein eigenes SDK, das wiederum die Freemium-Software PDFsam antreibt. Auch sie bringen keinen professionellen Textexport zustande, der mit Adobe Acrobat, Foxit Phantom, Abbyy FineReader oder PDFlib vergleichbar wäre. Letzteres wurde übrigens vor ein paar Wochen von PDFTron übernommen.

Etwas mehr Sicherheit bietet PDF.online (Xodo), das die Daten lokal im Browser verarbeitet. Die Daten verlassen den eigenen Rechner damit nicht. Auf dem Mac erledigt Preview einige Basisarbeiten (auch einfaches Schwärzen), eine Open-Source-Alternative mit gutem Funktionsumfang ist Skim. Unter Windows, macOS und Debian Linux läuft die auf Seitenoperationen spezialisierte Open-Source-Software PDFsam: Sie kombiniert, extrahiert und mischt Teile von Dokumenten nach allen Regeln der Kunst, ist aber auch nicht so unkompliziert zu bedienen wie PDF24. Auf Mobilplattformen deckt Xodo in Kombination mit Adobe Scan Grundlegendes ab.



# Router-Testhilfe

## PPPoE-Internet-Zugang nachgebaut

**Wer Routern auf den Zahn fühlen muss, ohne den eigenen Internet-Zugang zu stören, schätzt einen eigenen Server für das „Point-to-Point Protocol over Ethernet“ (PPPoE). Die meisten Router nutzen das Protokoll nämlich zum Verbindungsaufbau. Den Serverdienst dafür liefert jedes Linux und wir hier die Schritte, um einen provisorischen Internet-Zugang damit einzurichten.**

Von Peter Siering

**F**ür den c't-Themenschwerpunkt zu Pi-hole in Ausgabe 20/2022 wollten wir Tricks überprüfen, die allerlei Router, allen voran Speedport-Router, dazu bringen, einen anderen DNS-Server als den der Telekom zu nutzen. Ein halbes Dutzend Routermodelle fanden sich in der Redaktion. Um die Wirkung der Konfigurationsstricks zu prüfen, wollten wir den Netzwerkverkehr bequem einsehen können. Dafür bot es sich an, die Router nicht an einem realen DSL-Anschluss zu

betreiben, sondern die WAN-Gegenstelle zu simulieren.

### Fake-Internet

Die meisten Router, auch die der Telekom, können nicht nur per integriertem DSL-Modem, sondern auch via Ethernet und ein externes DSL-Modem eine Verbindung zum Internet aufbauen, und zwar über ein spezielles Protokoll, „Point-to-Point Protocol over Ethernet“ (PPPoE). Das Point-to-Point Protokoll (PPP) authentifizierte





schon zu Urzeiten des Internets Modemverbindungen und handelte die Zugangsparameter wie IP-Adressen, DNS-Server und Gateways aus. PPPoE verpackt PPP in Ethernetpakete.

Um solchen Routern einen Fake-Internetzugang bereitzustellen, genügt ein Gerät im Netz, im Folgenden PPPoE-Server genannt. Er spricht auf einer Ethernet-Schnittstelle PPPoE und handelt mit dem Router eine PPP-Verbindung aus. Auf dieser PPP-Verbindung reicht der Server dann wie ein Provider Netzwerkpakete an den Router weiter und nimmt sie von ihm entgegen. Wenn Sie den PPPoE-Server mit dem Internet verbinden wollen, braucht er dazu ein zweites Ethernet-Interface.

Ein solcher Server ist versuchsweise schnell eingerichtet: Ein Linux-Rechner, zum Beispiel ein Raspi mit aktuellem (Debian-)Betriebssystem, braucht dazu nur ein Paket, das Sie mit `apt-get install pppoe` hinzufügen (allen Befehlen sudo voranstellen oder als Benutzer „root“ ausführen). Es enthält das nötige Programm `pppoe-server`. Das können Sie allerdings nicht einfach starten, sondern müssen in einigen Konfigurationsdateien sinnvolle Vorgaben für die Konfiguration des Serverdienstes machen.

Und Sie brauchen zusätzlich eine freie Netzwerkschnittstelle am PPPoE-Server, an der der DSL-Router andocken kann. Im Fall eines Raspi bietet sich ein USB-Ethernetadapter an (der für die weiteren Erklärungen den Schnittstellennamen „eth1“ erhält). Ohne weitere Vorbereitung fressen Telekom-Router die PPPoE-Pakete nicht, die dieser Adapter sendet und empfängt. Sie müssen zusätzlich mit einem VLAN-Tag versehen sein (zu VLANs siehe Kasten auf Seite 154).

Das stellen Sie sicher, indem Sie mit `apt-get install vconfig` das Konfigurationsprogramm für VLANs hinzufügen und mit `vconfig add eth1 7` den Server dazu bringen, für das physische Interface eth1 ein spezielles VLAN-Interface anzulegen; die Warnung, dass das Paket bald ausgemustert wird, können Sie ignorieren.

Den durch den `vconfig`-Aufruf entstandenen Interface-Namen verwenden Sie im Folgenden in der Notation „eth1.7“. Die 7 ist das Tag, mit dem alle Pakete versehen werden, die das Interface verlassen. In anderen Ländern und bei anderen Providern als der Telekom sind andere VLAN-Tags gebräuchlich; eine Übersicht finden

Sie über [ct.de/ye9c](http://ct.de/ye9c). Wie Sie all das dauerhaft konfigurieren, schlägt der Artikel später vor.

## Handgeklöppelt

Zurück zu `pppoe-server`: Der Serverdienst braucht zwei Konfigurationsdateien. Die erste `/etc/ppp/pppoe-server-options` beschreibt die Optionen für den PPP-Dienst, der die wesentliche Arbeit verrichtet – er übernimmt die Aushandlung der Verbindungseigenschaften wie DNS-Server und Gateway. Eine minimale Konfiguration könnte wie folgt aussehen:

```
ms-dns 192.168.25.254
netmask 255.255.255.0
defaultroute
noauth
mtu 1492
mru 1492
```

Das setzt den DNS-Server (`ms-dns`), den der Router verwendet (die Adresse müssen Sie an Ihr Netz anpassen), und die Netzwerkmaske (`netmask`) dieses Netzes und weist den Router an, alle Pakete außerhalb seines lokalen Netzes an den Server weiterzuleiten (`defaultroute`). Auf Authentifizierung verzichtet der Testzugang (`noauth`) – das heißt, Sie können im Router beliebige Zugangsdaten eintragen. Die letzten beiden Option (`mtu` und `mru`) begrenzen die Größe der Nutzdaten auf der ausgehandelten Verbindung auf die maximal bei PPPoE möglichen 1492 Bytes, um Fragmentierung vorzubeugen.

Welche IP-Adressen der Server an den verbindenden Router vergibt, steht in einer weiteren Datei, für die das Folgende den Namen `/etc/ppp/ipaddress_pool` annimmt – ihr Inhalt beschreibt einen IP-Adressbereich:

```
192.168.28.20-30
```

Aus diesem Bereich schöpft der Server dann Adressen für den Router.

Damit der Router über die per PPPoE aufgebaute Verbindung auch das Internet erreicht, müssen Sie den Server anweisen, IPv4-Pakete weiterzuleiten, indem Sie die dafür zuständige Kernel-Option setzen:

```
echo 1 >/proc/sys/net/ipv4/ip_forward
```

Außerdem müssen Sie dem Server beibringen, IP-Adressen per Network Address Translation (NAT) vom privaten

## ct kompakt

- Die meisten Router verwenden das „Point-to-Point Protocol over Ethernet“ (PPPoE), um sich mit dem Internet zu verbinden.
- Um die Funktionsweise von Routern zu erforschen, braucht man nicht unbedingt einen DSL-Anschluss, ein lokal betriebener PPPoE-Server genügt.
- Die dafür nötige Linux- und Netzwerktüftelei führt durch museale Teile der Internetzugangstechnik, aber auch zu aktueller Technik wie VLANs.

Netz 192.168.28.0/24 auf das externe Interface des Servers (im Beispiel eth0) umzuschreiben:

```
iptables -t nat -A POSTROUTING \
-s 192.168.28.0/24 -o eth0 \
-j MASQUERADE
```

Mit den beiden Konfigurationsdateien und der geänderten Netzwerkkonfiguration startet der folgende Aufruf den Serverdienst:

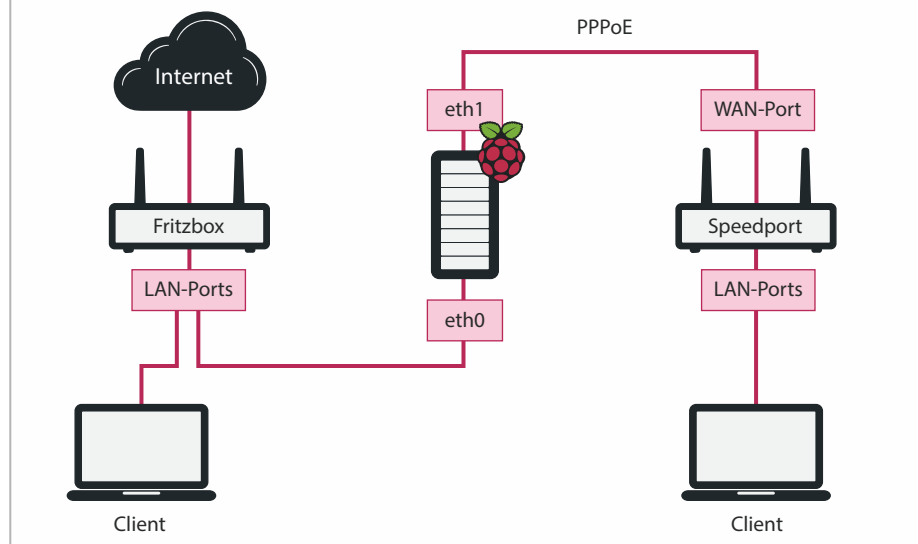
```
pppoe-server -L 192.168.28.1 \
-S default -I eth1.7 \
-p /etc/ppp/ipaddress_pool
```

Mit der Option `-L` geben Sie die IP-Adresse des Servers an, die als Gateway für die Router dient – sie muss aus demselben Netz stammen wie der Adressbereich, den Sie über die Konfigurationsdatei beschreiben (Option `-p`). Das Interface, auf dem der Server arbeitet, benennt die Option `-I`. Die Option `-s` gibt der PPPoE-Sitzung einen Servicenamen. Es kann sein, dass Sie den auf Routerseite als Providernamen eintragen müssen – meist geht es ohne.

Wenn Sie jetzt einen angeschlossenen Router für PPPoE einrichten und eine Verbindung initiieren, sollte die erfolgreich aufgebaut werden. Geräte, die mit dem Router verbunden sind, gelangen über den Router und den (PPPoE-)Server ins Internet. Mit der so weit beschriebenen Konfiguration klappt das vorerst nur für IPv4; Tipps für IPv6 folgen später.

## PPPoE-Server im lokalen Netz

Unterm Strich bauen Sie mit dem PPPoE-Server eine Router-Kaskade, also ein zweites Netzwerk: Der Server, zum Beispiel auf einem Raspi, hängt als Client in Ihrem LAN an Ihrem Router, etwa einer Fritzbox. Über die zweite Schnittstelle des Servers baut zum Beispiel ein Speedport-Router eine (PPPoE-)Verbindung auf. Clients, die Sie jetzt am Switch dieses Speedports anschließen, nutzen das von ihm eingerichtete separate LAN. So konnten wir mit einem dort angeschlossenen Client für die Pi-hole-Artikel prüfen, wie sich die verschiedenen DNS-Optionen in Routern auswirken.



### Stummer Gesell

Wenn die Internetverbindung nicht zustande kommt, müssen Sie sich auf die Fehlersuche machen. Leider ist der PPPoE-Server ein stummer Gesell. Selbst wenn man ihn mit der Option `-F` im Vordergrund startet, schweigt er. Auch falsche oder fehlende Parameter schluckt er still, ohne einen Fehler zu melden. Hilfreich ist die Installation eines Paket-schnüfflers mit `apt-get install tcpdump`. Beobachten Sie dann die Vorgänge auf der `eth1.7`-Schnittstelle mit `tcpdump -i eth1.7`. So finden Sie zum Beispiel einen abweichenden Servicenamen für die PPPoE-Sitzung heraus.

Dort sollte beim Verbindungsaufbau zunächst eine PPPoE-Aushandlung stattfinden. Der Router schickt PADI-Pakete, der Server antwortet mit PADO. Bleiben die Antworten aus, stimmt meist etwas mit der Konfiguration von `pppoe-server` nicht. Schauen Sie sich die Parameter noch mal akribisch an. In den Ausgaben von `tcpdump` sehen Sie, wenn der Router einen Servicenamen mitschickt. Dann rufen Sie den `pppoe-server` versuchsweise mit diesem Namen auf. Optional können Sie mit der Option `-c` den Namen des von `pppoe-server` bereitgestellten Access

Concentrators setzen; fehlt der, nimmt der Dienst den Hostnamen des Servers an.

Wenn sich Server und Router munter per PPPoE verständigen, also Pakete hin und her gehen und eine Session ID aushandeln, übernimmt den weiteren Aufbau der Verbindung das Point-to-Point-Protokoll (PPP). Wenn Sie in der zu Anfang erwähnten Datei `/etc/ppp/pppoe-server-options` zusätzlich eine Zeile mit der Option `debug` unterbringen, dann protokolliert der Server die einzelnen Schritte des PPP-Verbindungsaufbaus

und -unterhalts in den Systemprotokollen. Nötig sollte das eigentlich nicht sein, kann aber bei Authentifizierungsängern oder Problemen mit IP-Netzbereichen Hinweise abwerfen.

### VLANs statt USB

Wenn Sie die Kosten für einen USB-Ethernet-Adapter einsparen wollen und einen VLAN-fähigen Switch zur Hand haben, können Sie auch den nehmen. Solche Switches, die man per Webbrowser konfigurieren kann, gibt es schon ab 20 Euro. Indem man auf dem Switch je ein VLAN für die benötigten Netze einrichtet, genügt dann ein Kabel zum Switch, um das gesamte Test-Setup zu versorgen.

Am Switch, der für VLAN-Tagging konfiguriert ist, würde man die folgenden Ports und VLANs vorsehen:

- Der Uplink-Port holt das Testnetz ins Internet. Dort kommen die Pakete aus einem vorhandenen Netz an und werden vom Switch ins VLAN 999 umgetopft. Die VLAN-ID ist willkürlich gewählt.
- Mit dem PPPoE-Port wird der WAN-Port des Routers verbunden. Passend zu den Telekom-Vorgaben bietet sich VLAN 7 an. Der Switch versieht alle auf diesem Port ausgetauschten Pakete mit dem VLAN-Tag.
- Ein weiterer Port versorgt den Raspi mit allen auf dem Switch konfigurierten VLANs: So kann er sich über das VLAN 999 Internetzugang verschaffen und auf VLAN 7 `pppoe-server` ausführen. Auf dem Raspi sind dazu die VLAN-Interfaces `eth0.7` und `eth0.999` dauerhaft zu konfigurieren.
- Sollen zusätzliche Geräte Teil des Testaufbaus werden, etwa Clients im LAN des Routers, dann bieten sich weitere Ports in einem separaten VLAN an, zum

## Virtual Local Area Network

VLANs bringen Virtualisierung in Netzwerkschwitches: Ein virtuelles LAN (VLAN) ist ein logisches Netzwerk, das Geräte zusammenfasst, die sich in einem physischen LAN befinden, und den Datenverkehr zwischen ihnen vom Rest des Netzwerks isoliert. An einem Switch, der für VLAN-Betrieb konfiguriert ist, können an einem Port anlandende Pakete bereits ein VLAN-Tag tragen und werden

dann an alle für dieses VLAN konfigurierten Ports weitergegeben. Wenn Sie ohne Tag ankommen, weist der Switch eingehenden Paketen ein VLAN zu. Mit VLANs kann man Netzkabel sparen beziehungsweise mehrere logische Netze über eine physische Verbindung legen. Ein VLAN-fähiger Switch kann mehrere unabhängige Switches ersetzen.

Zum Konfigurieren günstiger Switches genügt ein Webbrowser. So sind einige VLANs schnell eingerichtet. Die Terminologie für die zu setzenden Optionen variiert je nach Hersteller.

Wichtig bei der Switch-Konfiguration ist, das VLAN-Tag (PVID) auch für ausgehende Pakete passend zu setzen. Wenn man das versäumt, kommt es oft zu sonderbaren Effekten im Netz.

Beispiel mit der ID 77: Dort schließt man den LAN-Port des Routers an und kann an den anderen passend dazu konfigurierten Ports des Switches die weiteren Clients anschließen (statt an den Router) – auch der Raspi kann über eine zusätzlich konfigurierte Schnittstelle `eth0.77` in dieses Netz, wenn dieses VLAN an seinem Port auch zugänglich gemacht ist.

Die VLAN-Konfiguration muss passend auf dem Switch angelegt sein. Was dafür zu tun ist, hängt sehr von der Marke des Switches ab – wichtig ist, darauf zu achten, dass die entsprechenden Ports auch die richtige primäre VLAN-ID übertragen beziehungsweise setzen.

Die VLANs erscheinen auf den ersten Blick kompliziert, zahlen sich aber aus, wenn der Raspi (oder worauf auch immer `pppoe-server` läuft) nicht nur Server spielen soll, sondern auch noch Dienste für das vom Router geöffnete Netz bereitstellen soll. In unserem Fall war das eine Pi-hole-Installation, die auf das `eth0.77`-Interface gebunden war.

Um die VLAN-Konfiguration auf einem Raspi weitgehend zu automatisieren, genügt eine handgeklöppelte Datei für die Netzwerkkonfiguration in `/etc/network/interfaces`:

```
auto eth0.999 eth0.77 eth0.7
iface eth0.999 inet dhcp
iface eth0.999 inet6 auto
iface eth0.77 inet dhcp
iface eth0.7 inet manual
pre-up /usr/bin/echo 1 > /dev/null
```

```
/proc/sys/net/ipv4/ip_forward && \
iptables -t nat -A POSTROUTING \
-s 192.168.28.0/24 -o eth0.999 \
-j MASQUERADE
post-up /usr/sbin/pppoe-server \
-L 192.168.28.1 -S default \
-p /etc/ppp/ipaddress_pool \
-I eth0.7
pre-down /bin/killall pppoe-server
post-down /usr/bin/echo 0 > /dev/null
/proc/sys/net/ipv4/ip_forward && \
iptables -t nat -D POSTROUTING 1
```

Die setzt passende Firewall-Regeln, aktiviert das Routing, startet `pppoe-server` und räumt die Konfiguration auch wieder ab (über die Zeilen für `pre-up`, `post-up`, `pre-down` und `post-down` für das Interface „`eth0.7`“). Wenn Sie das Gebilde nachbauen, aber keinen VLAN-tauglichen Switch benutzen wollen, sondern einen USB-Ethernet-Adapter namens `eth1`, wandeln Sie das Beispiel wie folgt ab:

```
auto eth0 eth1.7
iface eth0 inet dhcp
iface eth1.7 inet manual
pre-up /usr/bin/echo 1 > /dev/null
/proc/sys/net/ipv4/ip_forward && \
iptables -t nat -A POSTROUTING \
-s 192.168.28.0/24 -o eth0 \
-j MASQUERADE
post-up /usr/sbin/pppoe-server \
-L 192.168.28.1 -S default \
-p /etc/ppp/ipaddress_pool \
-I eth1.7
pre-down /bin/killall pppoe-server
post-down /usr/bin/echo 0 > /dev/null
```

```
/proc/sys/net/ipv4/ip_forward && \
iptables -t nat -D POSTROUTING 1
```

Die Änderungen dieser Dateien wirken sich erst aus, wenn Sie den Raspi oder das verwendete Debian-System neu starten.

## IPv6-Provisorium

PPP möchte auch IPv6 aushandeln, allerdings übernimmt das die verbreitete PPP-Implementierung nicht selbst, sondern vertraut dazu auf die in IPv6-Netzen üblichen Dienste: Mit DHCPv6 könnte ein PPPoE-Server beim vorgeschalteten Router ein IPv6-Präfix beziehen (also ein IPv6-Netz) und mit RADVD könnte er dieses Präfix den PPPoE-Clients bekannt machen (die sich dann selbst eine Adresse „nehmen“).

Details, das für globale IPv6-Adressen einzustellen, bleiben wir hier schuldig. Anregungen finden Sie in älteren c't-Artikeln [1, 2, 3]. Ein minimaler Ansatz, der zumindest dem Router eine IPv6-Adresse verschafft, sei trotzdem skizziert: Fügen Sie mit `apt-get install radvd` den Dienst hinzu, der im Netz ein IPv6-Präfix ankündigt. Erstellen Sie eine minimale Konfigurationsdatei in `/etc/radvd.conf`, mit folgendem Inhalt:

```
interface ppp0
{
    AdvSendAdvert on;
    prefix fd00:fd00::/64
    {
        DeprecatePrefix on;
    }
}
```



```
AdvRouterAddr on;
};
RDNSS fd00::10 {
    AdvRDNSLifetime 3600;
};
};
```

Mit dieser Konfigurationsdatei kündigt RADVD auf dem Interface ppp0 das ULA-Präfix „fd00:fd00“ an; ULA steht für „unique local address“, dabei handelt es sich letztlich nur um lokal gültige IPv6-Adressen, die am ehesten gebräuchlichen privaten IPv4-Adressen wie 192.168.0.0 entsprechen. Bei der PPP-Aushandlung des Verbindungsaufbaus per PPPoE werden die von angekündigten Adressen dann verwendet.

Die Konfiguration in /etc/radvd.conf wirkt genau auf ein Interface, nämlich ppp0. Wenn Ihr Router zickt und sich gelegentlich neu verbindet (was wir bei alten Speedports erlebt haben), dann kommen solche Verbindungen oft mit dem Interface ppp1 et cetera zustande. Kopieren Sie den Block dann gegebenenfalls einfach für weitere ppp-Interfaces (ppp1 ...).

Sorgen Sie vor dem erneuten Verbindungsaufbau des Routers noch dafür, dass RADVD auch startet:

```
systemctl enable radvd
systemctl start radvd
```

Damit der verbundene Router per IPv6 auch über den PPPoE-Server hinaus Verbindungen aufbauen kann, braucht es – für IPv6-Puristen unappetitliche – Regeln in der Firewall, die per Network Address Translation die IPv6-Adressen umschreiben:

```
ip6tables -t nat -A POSTROUTING \
-s fd00:fd00::/64 -o eth0 \
-j MASQUERADE
```

Außerdem müssen Sie dem PPPoE-Server bebiegen, dass er IPv6-Netzwerkverkehr überhaupt weiterleitet. Das bringt ihm die folgende Zeile näher:

```
echo 1 > /proc/sys/net/ipv6\
/conf/all/forwarding
```

Unterm Strich ist das mit IPv6 alles nicht schön. Besser sollte es mit einer Neuimplementierung von PPPoE und PPP gelingen, die als accel-ppp zu haben ist (siehe ct.de/ye9c): Darin haben die Ent-


wickler Optionen vorgesehen, die eine IPv6-Konfigurationen erleichtern. Leider stehen bisher nur Quelltexte und keine fertigen Pakete für gängige Distributionen bereit.

Für diese PPPoE/PPP-Variante spricht übrigens auch der Durchsatz: Das in Linux-Distributionen gängige, auf der Roaring-Penguin-Version aufbauende PPPoE läuft im Linux-Usermode und erreicht einen Durchsatz von 1 Gbit/s, accel-ppp auf Kernebene war bei uns mit 2,4 Gbit/s Durchsatz noch nicht am Anschlag.

## Andere Router

Nicht alle Router sind so doof wie die von der Telekom: Viele ältere Speedports können nur zur WAN-Seite hin PPPoE sprechen (über ihren WAN-Port, manche auch über den ersten Switch-Port, wenn man sie in den Optionen geeignet konfiguriert). Fritzboxen können das auch, wenn man sie für PPPoE konfiguriert,

aber die sprechen zusätzlich auch DHCP auf der WAN-Schnittstelle, sodass man den ganzen Krampf nicht braucht.

Interessant fanden wir, dass die Autoconfiguration von Speedports für die Telefonie auch dann klappte, wenn der Speedport per PPPoE über unseren Raspi hinter einer Fritzbox hing (also bei einer Router-Kaskade). Womöglich hilft ein PPPoE-Server hier oder da, in Ungnade gefallen Routern noch zu einer sinnvollen Tätigkeit zu verhelfen. (ps@ct.de) 

## Literatur

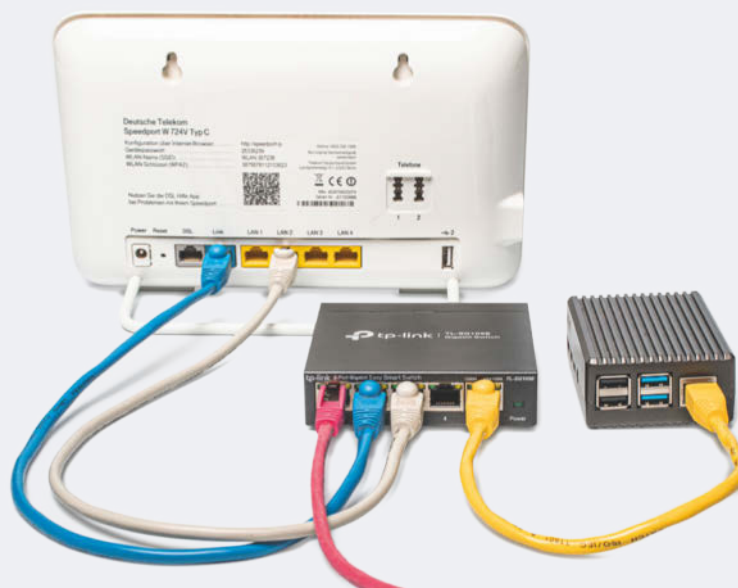
- [1] Peter Siering, Schutz ausrollen, Den eigenen VPN-Server mit WireGuard bauen, c't 15/2019, S. 166
- [2] Peter Siering, Innenleben, Hinter den Kulissen des c't-Raspion, c't 1/2020, S. 30
- [3] Dušan Živadinović, Himbeertunnel, Raspi versorgt LAN mit IPv6-Adressen, c't 20/2022, S. 172

**Downloads, Konfigurationsdateien:**  
[ct.de/ye9c](https://ct.de/ye9c)

## VLAN-Switch statt mehrerer Netzwerkkarten

Die im Artikel verwendete und im Bild gezeigte Beispielkonfiguration erhält über das mit dem rosafarbenen Kabel verbundene VLAN Zugang zum lokalen Netz. Im VLAN mit dem blauen Kabel spricht sie PPPoE, sodass der Speedport-Router dort eine Verbindung aufbauen kann. Das graue Kabel holt das vom Speedport bereitgestellte Netzwerk als

VLAN in den Switch zurück, sodass der Raspi oder am freien Port angeschlossene Geräte in dieses Netz kommen und dort für Tests verwendet werden können. Der Switchport mit dem gelben Kabel macht alle im Switch konfigurierten VLANs als separate Netzwerkschnittstellen für den Raspi zugänglich, auf dem unter anderem der PPPoE-Server läuft.



# Ihr Erste-Hilfe-Set:

## Das Notfall-System für den Ernstfall



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

**Komplett auf  
32 GByte USB-Stick.**  
Desinfec't startet  
direkt vom Stick.

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
- Für Profis: Open Threat Scanner (Yara), Thor Lite Scanner
- Daten retten und sofort wiederherstellen
- Viren-Scanner von ClamAV, Eset und WithSecure

Heft für 14,90 € • PDF für 12,99 € • Bundle Heft + PDF 19,90 € • Desinfec't-Stick 19,90 €



[shop.heise.de/desinfect22](https://shop.heise.de/desinfect22)



Bild: Albert Hulm

# Schnittstellenkurier

## APIs mit Postman erforschen und entwickeln

**Programmierschnittstellen auf Basis von HTTP betreiben Webanwendungen, verbinden Maschinen und ermöglichen Automationen. Mit dem API-Analysewerkzeug Postman kommen Sie unbekannten APIs auf die Spur, finden Probleme in eigenen Entwicklungen und generieren sogar Code.**

Von Manuel Ottlik

**W**enn vom Web-Protokoll HTTP die Rede ist, denken viele zuerst an Browser: Man gibt eine Adresse ein, der

Browser besorgt eine Webseite per HTTP und zeigt sie an. Dieses Szenario beschreibt aber nur einen kleinen Teil dessen, was HTTP kann: Das Protokoll unterscheidet über sogenannte Verben, welche Aktion ausgeführt werden soll. Neben GET, das bei einem Seitenaufruf zum Einsatz kommt, gibt es unter anderem POST, PUT, PATCH und DELETE. Das machen sich moderne Programmierschnittstellen (APIs) zunutze, die den kompletten Lebenszyklus von Objekten abbilden. Welche Aktion gerade ansteht, ist nicht in der URL kodiert, sondern im HTTP-Verb. Objekte anzeigen (GET), anlegen (POST), aktualisieren (PUT und PATCH) oder löschen (DELETE). Das ist praktisch, weil der Befehl dann nicht in der URL stehen muss – zum Entwickeln und Fehlersuchen reicht der Browser dann aber nicht mehr aus.

Wenn Sie selbst APIs bauen oder eine Anwendung schreiben, die mit einem API arbeitet, müssen Sie eine Menge Aufrufe absetzen, bis alles rund läuft. Während Sie einen GET-Befehl noch leicht über die Adresszeile Ihres Browsers starten können, gestaltet sich ein POST-Aufruf schon schwieriger. Wenn das API dann noch einen HTTP-Header für die Authentifizierung fordert, wird es dringend Zeit für einen richtigen HTTP-Client, um mit Webschnittstellen zu arbeiten. Ein solcher HTTP-Client ist Postman und er ist mittlerweile zu einem ganzen Ökosystem für professionelle API-Entwicklung geworden. Neben einfachen API-Erkundungen kann Postman auch APIs automatisiert testen, überwachen und für verschiedene Programmiersprachen Code erzeugen.



Viele HTTP-Programmierschnittstellen, die Sie heutzutage im Internet finden, basieren auf einer Konvention namens REST (Representational State Transfer). Der Server antwortet zum Beispiel mit einem HTTP-Statuscode und teilt dem Aufrufer so mit, ob die Anfrage erfolgreich verarbeitet wurde. Ausführlich vorgestellt haben wir das REST-Paradigma in [1], in der Tabelle rechts unten sehen Sie, wie die REST-Endpunkte für ein einfaches API einer To-do-Anwendung aussehen.

Für Ihre ersten Gehversuche mit Postman soll genau dieses API dienen – und für Testzwecke gibt es das kostenlos und befüllt mit Testdaten im Internet unter `jsonplaceholder.typicode.com/todos`.

Der Aufruf eines lesenden REST-Endpunkts ist noch spielend einfach im Browser erledigt, denn ein Seitenaufruf ist immer ein GET-Befehl: `jsonplaceholder.typicode.com/todos` zeigt alle Aufgaben, die das API zu bieten hat, und zwar als Text in JSON-Syntax. Auf der Kommandozeile kommen Sie mit folgendem Befehl an die Daten:

```
curl https://jsonplaceholder.
typicode.com/todos
```

Wenn Sie nun aber eine neue Aufgabe anlegen wollen und einen Aufruf mit dem Verb POST auf den Endpunkt `/todos` absetzen wollen, wird es mit dem Browser unmöglich und mit curl unübersichtlich, weil auch der neue Eintrag als JSON-Objekt in den Aufruf muss:

```
curl --location --request POST \
'https://jsonplaceholder.typicode.com/
/todos' \
--header 'Content-Type: application\
/json' \
--data-raw '{
  "userId": 15,
  "title": "c't 21/2022 lesen",
  "completed": false
}'
```

## HTTP-Verben verwenden

Hier kommt Postman ins Spiel und hilft dabei, HTTP-Verben und -Header, aber auch Body und Authentifizierung zu steuern. Postman können Sie direkt im Browser bedienen oder als Electron-Anwendung für Windows, Linux und macOS herunterladen (zu finden über `ct.de/yhmf`). Da das Unternehmen hinter Postman den einfachen API-Client Stück für

## ct kompakt

- Webentwickler und API-Programmierer brauchen einen flexiblen HTTP-Client, um Fehler aufzuspüren oder ein fremdes API zu verstehen.
- Mit Postman steuern Sie genau, wie ein HTTP-Aufruf aussehen soll, und bearbeiten komfortabel alle Parameter.
- Postman greift Entwicklern unter die Arme, mit Import, Export, Code-Erzeugung und automatischen Tests von APIs.

Stück zum Entwickler-Universum ausgebaut hat, versucht es auch, die Entwickler in Abomodelle zu holen. Für Postman im Browser brauchen Sie daher einen Account, die Desktopversion funktioniert auch ohne Anmeldung.

Öffnen Sie Postman als Desktopanwendung und erstellen Sie einen neuen Request, indem Sie oben einen Tab erstellen. Geben Sie die URL `https://jsonplaceholder.typicode.com/todos` ein und klicken Sie rechts auf „Send“. Das ist schon die Kernfunktion von Postman: Sie sehen im Bereich in der Mitte unten die Ergebnisse, die Sie zuvor im Browser zu Gesicht bekommen haben. Postman gibt Ihnen außerdem Einblick in wertvolle Metadaten: Unter Headers im unteren Bereich des Fensters finden Sie alle HTTP-Header, die der Server mit der Antwort gesendet hat. Außerdem erfassen Sie mit einem Blick den HTTP-Statuscode sowie Antwortzeit und Größe der Antwort.

Um eine Aufgabe anzulegen, benötigen Sie einen weiteren Tab. Geben Sie auch dort wieder dieselbe URL ein und stellen Sie links von der URL das HTTP-Verb von GET auf POST um. Jetzt fehlt nur noch der Inhalt der neuen Aufgabe im HTTP-Body. Diesen können Sie im Body-Tab unterhalb der URL bearbeiten. Wichtig für das API ist, die Daten korrekt als JSON zu kennzeichnen. Wechseln Sie in der oberen Leiste von „none“ auf den Typ „raw“. Daraufhin taucht rechts von der Typauswahl ein Dropdown-Menü auf, in dem Sie angeben können, um welches Format es sich bei Ihrem HTTP-Body handelt: Wählen Sie dort JSON. Postman teilt dem Server so über den HTTP-Header Content-

Type: `application/json` mit, dass Sie Ihren HTTP-Body als JSON interpretiert wissen möchten. In das Eingabefeld können Sie dann die neue Aufgabe tippen:

```
{
  "userId": 15,
  "title": "c't 21/2022 lesen",
  "completed": false
}
```

Mit der Schaltfläche Send oben rechts schicken Sie den Auftrag ab und sehen wieder unten die Antwort. Wenn der Server mit dem Statuscode 201 Created antwortet und Ihnen eine frisch angelegte Aufgabe mit der ID 201 zurückliefert, haben Sie alles richtig gemacht. Weil es sich bei der Antwort um JSON handelt, sind Sie automatisch in den Genuss einer weiteren Postman-Funktion gekommen: Im Bereich für den Body der Antwort ist die Option Pretty vorausgewählt, Postman formatiert die Antwort dann lesefreundlich.

## Collection anlegen

Jetzt haben Sie bereits zwei Requests in Postman offen. Damit Sie diese später noch einmal verwenden können, empfiehlt es sich, eine Postman-Collection anzulegen. Eine Collection ist eine Sammlung von Requests, die Sie in mehreren Unterordnern sortieren können. Gehen Sie zum Anlegen auf den Tab Ihres ersten Requests zurück, mit dem Sie alle Aufgaben abgerufen haben, und klicken oberhalb des Send-Buttons auf Save. Sie können dem Request einen Namen geben, etwa „Aufgaben auflisten“, und anschließend im unteren Bereich des Fensters mit „New Collection“ eine neue Collection anlegen, in die der Request gespeichert werden soll. Speichern Sie auch den zweiten Request ab. Im linken Bereich von Postman sollte nun eine Ordner-ähnliche Struktur auftauchen, in der

## REST-Endpunkte eines To-do-APIs

Aktion	HTTP-Verb	Pfad	HTTP-Statuscode
Aufgaben auflisten	GET	<code>/todos</code>	200 Ok
Aufgabe erstellen	POST	<code>/todos</code>	201 Created
Aufgabe abrufen	GET	<code>/todos/:id</code>	200 Ok
Aufgabe komplett aktualisieren	PUT	<code>/todos/:id</code>	200 Ok
Aufgabe teilweise aktualisieren	PATCH	<code>/todos/:id</code>	200 Ok
Aufgabe löschen	DELETE	<code>/todos/:id</code>	204 No Content



die Requests unterhalb Ihrer Collection liegen.

Legen Sie an diesem Ort nun die restlichen Requests für die Endpunkte des To-do-APIs an. Erstellen Sie dafür mit einem Rechtsklick auf den Namen der Collection und der Auswahl des Befehls „Add request“ einen neuen Request. Um einen einzelnen To-do-Eintrag abzurufen, belassen Sie das HTTP-Verb auf GET, geben die bewährte URL ein und setzen /42 ans Ende. Wenn Sie den Request absenden, bekommen Sie nur die Aufgabe mit der ID 42 angezeigt. Um die URL nicht für jeden Datensatz anpassen zu müssen, können Sie die 42 auch durch :id ersetzen. Dann taucht im Reiter „Params“ unter der URL der Bereich „Path Params“ auf. Dort können Sie den Wert setzen und ihm eine Beschreibung geben. Das ist praktisch, wenn sich der Pfad-Parameter mitten in der URL befindet und Sie sich nicht bei jeder Anfrage die Finger brechen wollen, um genau die richtigen Zeichen zu ersetzen. Neben den Pfad-Parametern finden Sie in dieser Ansicht auch die Query-Parameter, also alles, was einer URL mit dem Schema ?key1=value1&key2=value2 angehängt wird. Auch diese können Sie hier komfortabel verändern, ohne direkt in der URL herumtippen zu müssen.

## Variablen verwenden

Mit diesen Mitteln sind Sie nun in der Lage, Anfragen für die restlichen Endpunkte anzulegen, die in der Tabelle auf Seite 111 aufgeführt sind. Um eine Aufgabe mit PUT oder PATCH zu aktualisieren, konfigurieren Sie den HTTP-Body wie beim Anlegen einer Aufgabe und setzen die ID in der URL mit :id ein. Um eine Aufgabe zu löschen, brauchen Sie gar keinen HTTP-Body, nur das Verb DELETE. Probieren Sie alle Requests einmal aus, vergleichen die HTTP-Statuscodes der Antwort mit der Tabelle und speichern alle Requests in der Collection. Bei DELETE weicht das Beispiel-API von der Konvention ab und antwortet mit 200 statt 204.

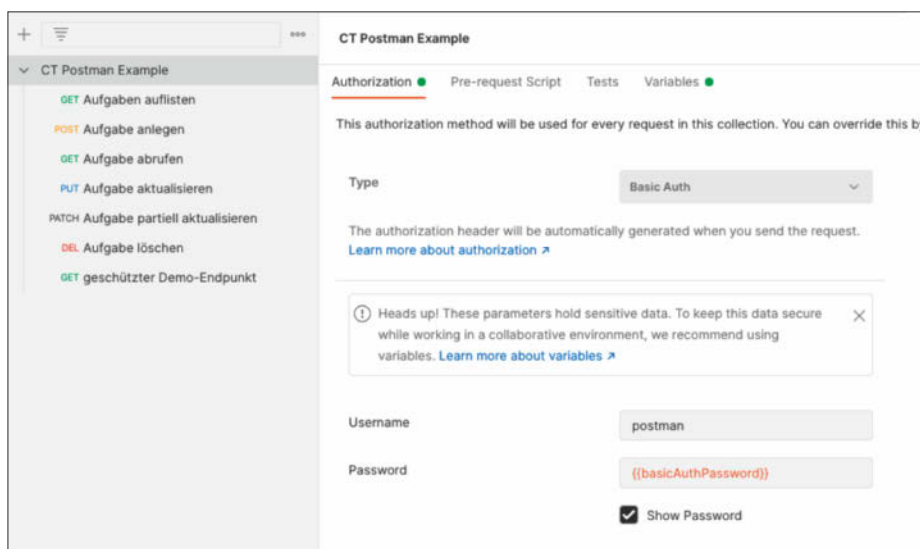
**Mit Postman bestimmen Sie genau, wie ein HTTP-Aufruf aussieht, und steuern HTTP-Verb, Header und Body bis ins letzte Detail.**

übersehen: Nach dem Eintragen von Variablen mit dem Diskettensymbol oben rechts speichern.

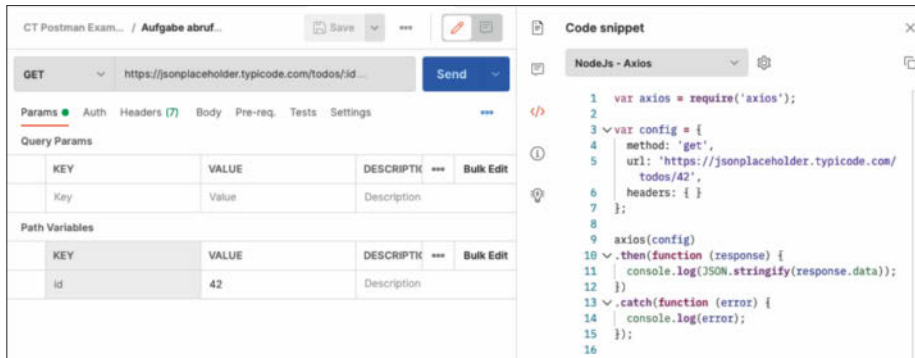
Die Variable baseUrl können Sie nun innerhalb der Collection verwenden, um nicht in jedem Request die URL angeben zu müssen. Bearbeiten Sie dazu einen Ihrer Requests und ersetzen Sie alles bis zu /todos durch {{baseUrl}}. Die geschweiften Klammern signalisieren Postman, dass hier eine Variable eingesetzt werden soll. Wenn Sie die Anfrage absenden, sollten Sie wieder dieselbe Antwort erhalten. Solche Variablen dürfen Sie an allen möglichen Stellen verwenden: in HTTP-Headern, im HTTP-Body oder auch in den Pfad-Parametern anstelle der ID 42.

## Umgebungsabhängige Variablen benutzen

Zusätzlich zu den Variablen in der Collection gibt es das Konzept der Umgebungsvariablen. Ihre Umgebungen finden Sie oben rechts neben den Request-Tabs. In einem Dropdown sollte dort „No Environment“ stehen, sofern Sie nicht vorher schon mal eine Umgebung angelegt haben. Klicken Sie rechts von diesem Dropdown auf das Auge und fügen mit Add eine neue Umgebung hinzu. Geben Sie Ihrer Umgebung einen Namen und legen Sie, wie auch schon in der Collection, die Variable baseUrl mit initialen Werten an. In Umgebungen können Sie außerdem den Typ einer Variable festlegen: Wählen Sie „secret“, um Passwörter und Token zu maskieren.



**Sensible Daten haben in einer Collection nichts zu suchen. Stattdessen sollten solche Werte in Umgebungsvariablen ausgelagert werden.**



**Postman kann nicht nur HTTP-Aufrufe absetzen, sondern auch Code-Schnipsel für zahlreiche Programmiersprachen erzeugen.**

Wenn Sie in der Umgebung die Variable `baseUrl` verwenden, wird Postman den Wert aus der Umgebung bevorzugen. Eine Umgebung funktioniert dabei völlig unabhängig von Collections – wenn Sie mehrere Collections erstellen, überschreibt sie alle gleichnamigen Variablen in allen Collections.

### Authentifizierung mitgeben

Das API, das Sie bisher aufgerufen haben, ist für jeden öffentlich und ohne Anmeldung verfügbar. Das ist allerdings die Ausnahme: Die meisten APIs sind in irgendeiner Art und Weise geschützt – Sie müssen sich gegenüber dem API authentifizieren, um Daten abrufen oder verändern zu dürfen. Diese Authentifizierung kann über unterschiedlichste Verfahren erfolgen: über HTTP-Basic-Auth, OAuth mit einem JSON Web Token oder mit einem API-Schlüssel in einem HTTP-Header. All diese Optionen unterstützt Postman. Um die Funktion auszuprobieren, öffnen Sie einen neuen Request-Tab und geben die URL `https://postman-echo.com/basic-auth` ein. Wenn Sie den Request jetzt absenden, antwortet Ihnen der Server mit dem Statuscode 401 `Unauthorized`. Das liegt daran, dass dieser Demo-Endpunkt mit HTTP-Basic-Auth abgesichert ist, dem einfachsten der angesprochenen Verfahren. Dabei werden im HTTP-Header `Authorization` ein Benutzername und ein Passwort übergeben. Klicken Sie zum Einrichten unterhalb der URL auf den Reiter `Authorization` und wählen im Dropdown-Menü „Basic Auth“. Geben Sie als Benutzernamen „postman“ und als Passwort „password“ an. Schauen Sie anschließend in den Headers-Tab unterhalb der URL. Dort hat Postman automatisch den Header `Authorization` angelegt. Wenn Sie den Request jetzt absenden, lässt Sie der Server mit dem Statuscode 200 `Ok` herein.

Wenn Sie nun für ein API einige Requests in einer Postman-Collection angelegt haben, wäre es lästig, für jeden dieser Requests die Authentifizierungsmethode per Hand einzutragen. Deshalb bietet Postman für Requests als „Authorization Type“ auch „Inherit auth from parent“ an. Wenn Sie diese Option auswählen, können Sie die Authentifizierung zentral in der Collection hinterlegen. Für sensible Daten wie das Passwort des Basic-Auth-Verfahrens empfiehlt es sich außerdem, Umgebungsvariablen zu verwenden. Dann können Sie Ihre Collection mit Kollegen teilen, ohne sensible Daten zu verbreiten.

### Teamwork mit Postman

Die Import- und Exportfunktionen sind der letzte große Funktionsbereich von Postman. Hier gibt es mehr zu entdecken, als dieser Artikel erzählen kann. Oben links finden Sie einen Import-Button, der verschiedene Formate entgegennimmt. Besonders nützlich für das Reverse-Engineering oder die Fehlersuche in fertigen Webanwendungen ist der Reiter „Raw Text“. Der nimmt zum Beispiel `curl`-Befehle entgegen und macht Postman-Requests daraus. Die `curl`-Befehle wiederum bekommen Sie aus den Entwicklerwerkzeugen aller gängigen Browser unter „Network“ per Rechtsklick auf einen Eintrag. In Postman können Sie dann systematisch Parameter ändern und so Fehler einkreisen.

Ein anderes nützliches Hilfsmittel ist ganz rechts im Programmfenster versteckt: In der rechten Seitenleiste finden Sie das Icon `</>`, hinter dem sich ein vielseitiger Codegenerator verbirgt, der neben `curl`-Befehlen eine ganze Reihe verschiedener Bibliotheken aus den gängigsten Programmiersprachen kennt.

Über Import und Export kann man Collections auch mit Kollegen teilen. Kli-

cken Sie dazu auf das Drei-Punkte-Menü neben dem Namen einer Collection und wählen Export. Andere Postman-Nutzer können die erzeugte Datei über den „Import“ Button wieder laden. Daneben gibt es noch andere Import-Formate: Postman akzeptiert unter anderem OpenAPI-Dateien, die gängige Schnittstellenbeschreibung für REST-APIs. Falls Ihre Kollegen kein Postman benutzen, können Sie auch eine Dokumentation aus der Collection generieren lassen und im Internet veröffentlichen. Da das Feature über den HTTP-Client hinausgeht, ist dafür ein Postman-Account notwendig. Der Basis-Tarif ist kostenlos und so gestaltet, dass Sie ihn als Privatperson kaum ausreizen dürften. Den Dialog, um eine Dokumentation zu publizieren, finden Sie unter „View Documentation“ hinter dem Drei-Punkte-Menü neben dem Namen einer Collection. Postman bietet leider keine Möglichkeit, die Dokumentation als HTML oder PDF zu exportieren.

### Raus in die Welt

Postman ist längst mehr als ein HTTP-Client und mehr als ein Client für REST-APIs, die in diesem Artikel abgerufen wurden. Auch mit SOAP- und GraphQL-APIs kommt die Software zurecht. Darüber hinaus gibt es noch weitere Funktionen zu entdecken: Sie können zum Beispiel mit dem Postman-Interceptor (siehe `ct.de/yhmf`) HTTP-Verkehr mitschneiden und anschließend analysieren oder mit dem Postman-Visualizer die Antworten aus den Requests direkt als Tabelle oder Graph aufbereiten. Die Software und ihr Ökosystem sind so groß, dass sie mit der POST/CON inzwischen sogar ihre eigene Entwicklerkonferenz haben.

Wenn Sie selbst APIs entwickeln, ist Postmans Funktion für Integrationstests einen Blick wert. In den Collections definieren Sie Testfälle mit Annahmen und können am Ende ein gesamtes API von vorne bis hinten auf Funktion prüfen – nicht nur lokal, sondern auch in einer CI/CD-Umgebung. Aus dem kleinen Analysewerkzeug Postman wird dann ein ständiger Begleiter bei der API-Entwicklung. (jam@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Manuel Ottlik, Besuch im RESTaurant, Webdienste per REST-Schnittstelle anzapfen, c't 15/2018, S. 178

**Dokumentation und Download:**  
[ct.de/yhmf](https://ct.de/yhmf)



# 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 €

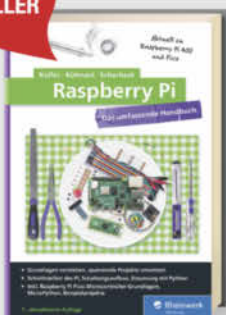


Thomas Kaffka  
**3D-Druck – Praxisbuch für Einsteiger (3. Auflage)**

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 stabilem 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 €

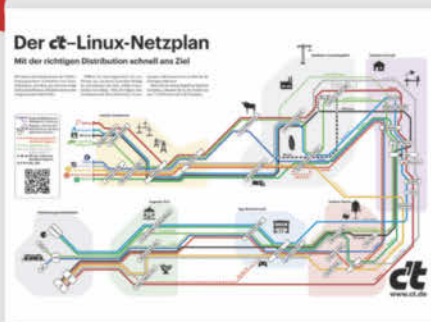


### musegear® finder Version 2

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 €

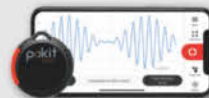
NEU



### 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 mattschwarz 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.

39,90 €



### „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 €



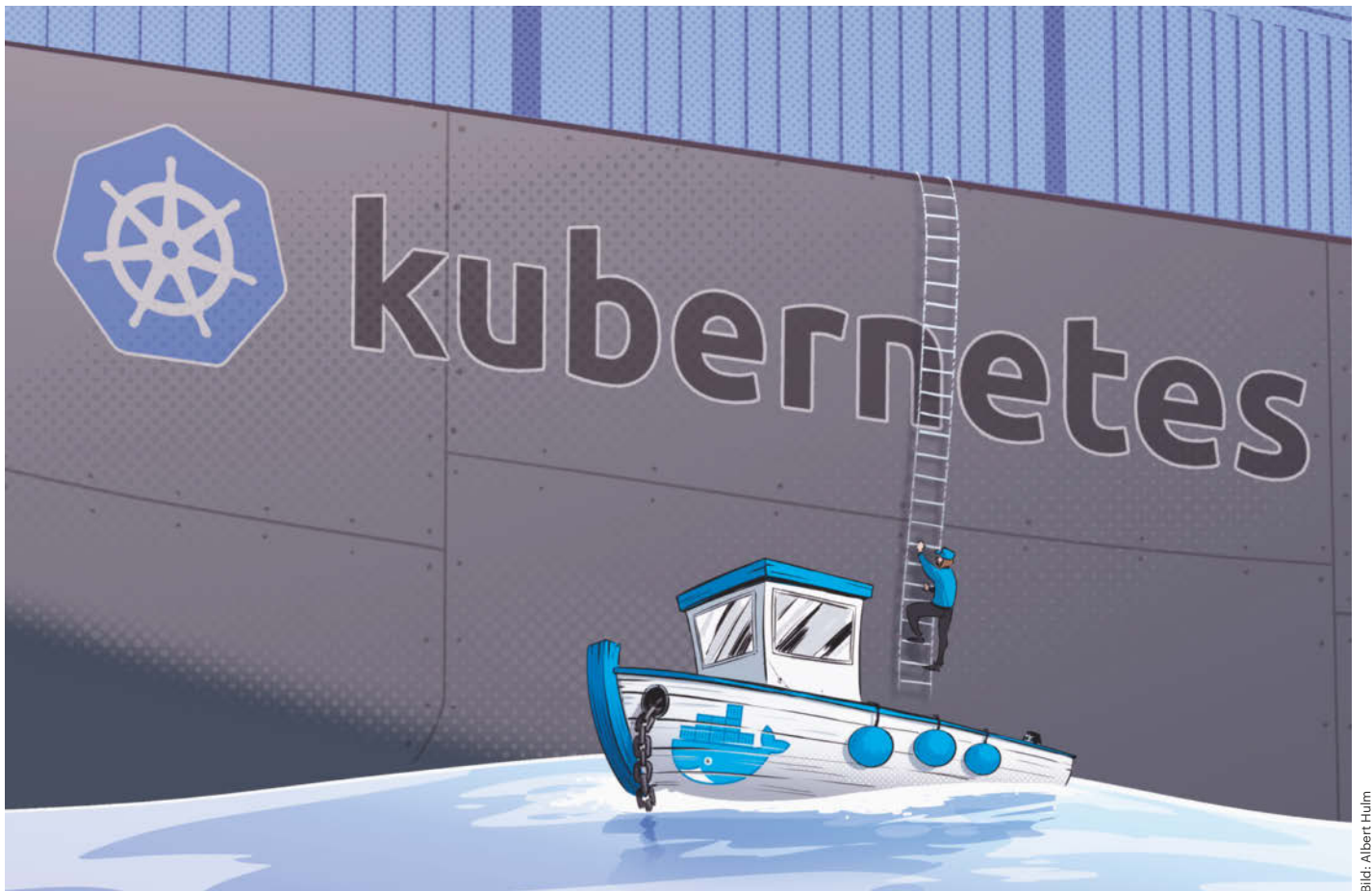


Bild: Albert Hulm

# Containerkompetenzoffensive

## Auf dem Lernpfad zum Kubernetes-Kenner, Teil 1

**Kubernetes-Experten sind gefragt und viele Docker-Nutzer würden die andere Seite des Container-Universums gern mal kennenlernen – wäre das Ökosystem nicht so groß und undurchsichtig. Mit unserer ausführlichen Praxis-Reihe gelingt der Umstieg: Der erste Teil zeigt, wie Sie aus drei Linux-Servern einen Cluster bauen.**

Von Jan Mahn

**D**as Softwareprojekt ist zu groß geworden für einen einzigen Docker-Server, Ihre Chefs erwarten von Ihnen jetzt Ku-

bernetes-Erfahrung oder Sie wollen aus eigenem Antrieb verstehen, wie man seine Container mit der Software betreibt, die auch Schwergewichte wie Netflix, Spotify und Banken im Einsatz haben. Gründe, sich heute an den Einstieg in Kubernetes zu wagen, gibt es viele – Voraussetzung ist lediglich ein souveräner Umgang mit Docker oder einer anderen Container-Umgebung wie Podman. Wenn Sie noch nicht überzeugt sind, warum Sie Kubernetes brauchen und lernen sollten, finden Sie Argumente auf Seite 166. Aber ohne dass man einige Monate lang Container betrieben, Abbilder heruntergeladen und eigene gebaut hat, sollte man die Finger von Kubernetes lassen; Frust wäre garantiert. Eine Einführung in Docker und den aktuellen Stand lesen Sie in [1].

Auch für erfahrene Docker-Nutzer führt der naheliegendste Weg in die Kuber-

netes-Welt leider schnell in eine Sackgasse. Beim ersten Blick auf die offizielle Kubernetes-Dokumentation wird man ziemlich zuverlässig erschlagen. Die liegt unter docs.kubernetes.io und wird später ein zuverlässiger Begleiter. Wie Sie vielleicht schon mitbekommen haben, stammt Kubernetes ursprünglich aus dem Hause Google und wird jetzt als branchenübergreifendes Open-Source-Projekt entwickelt. Daher arbeitet ein Team aus Dokumentationsprofis daran, die Texte auf dem aktuellen Stand zu halten und leistet gute Arbeit. Die Doku verrät jedes Detail und ist ein unverzichtbares Nachschlagewerk, denn auswendig lernen kann niemand alle Funktionen von Kubernetes. Für Einsteiger ist dieses Werk jedoch keine Empfehlung – das liegt auch daran, dass Sie neben Kubernetes auch gleich ein ganzes Ökosystem aus Open-Source-Projekten kennenlernen müssen,



## ct kompakt

- Kubernetes führt dieselben Container-Abbilder aus wie Docker, mehrere Server können als Cluster zusammenarbeiten.
- Cluster kann man fertig eingerichtet mieten oder auf eigenen virtuellen Maschinen betreiben. Entscheidend ist die Wahl der Kubernetes-Distribution.
- Gesteuert wird Kubernetes per Kommandozeile oder grafischer Oberfläche aus der Ferne.

die im Zusammenspiel mit Kubernetes funktionieren. Und oft gibt es auch mehrere Projekte, die dasselbe Problem lösen. Die Kubernetes-Doku allein enthält also nur einen Teil der Wahrheit. Im Ökosystem gibt es aber so viele Pfade und Verzweigungen, dass man sich allzu leicht verlaufen kann.

### Eigene Erfahrungen statt Theorie

Dieser Artikel möchte einen möglichen Weg durch das Profi-Container-Dickicht aufzeigen. Nicht den einzigen Weg und sicher nicht den besten Weg für alle erdenklichen Umgebungen, aber einen, der sich für Docker-Kenner bewährt hat. Wo es angebracht ist, erhalten Sie Hinweise auf alternative Routen. Dieser Artikel ist Teil einer Serie, denn nach einem einzelnen Text sind Sie noch kein Kubernetes-Experte. Im Mittelpunkt steht das Ausprobieren und Nachbauen: Anhand einer An-

wendung, die aus einer Ein-Server-Docker-Umgebung in die Kubernetes-Welt umziehen soll, lernen Sie Kubernetes-Konzepte, Werkzeuge aus dem Ökosystem und erprobte Lösungsansätze kennen. Auf dem Weg verinnerlichen Sie Begriffe und Kommandozeilenbefehle ganz automatisch.

Die Voraussetzungen zum Nachvollziehen dieser Einführung sind für Administratoren und Entwickler mit etwas Linux-Erfahrung keine unüberwindbare Hürde: Sie brauchen drei (virtualisierte) Server, die bestenfalls über öffentliche IP-Adressen im Internet ansprechbar sind und sich – sofern möglich – auch über ein internes Netz erreichen. Außerdem eine Domain, für die Sie Subdomains verwalten können. Nur dann können Sie später auch Experimente mit TLS und der Zertifikatsbeschaffung nachvollziehen.

Theoretisch könnten Sie auch mit einer einzigen Maschine Ihre Kubernetes-Karriere beginnen und selbst die lokale Entwicklermaschine mit installiertem Docker Desktop reicht aus, um einen Kubernetes-Cluster zu simulieren. Wenn Sie unter Windows, macOS und neuerdings auch Linux den Einstellungsdialog von Docker Desktop öffnen, können Sie beim Menüpunkt Kubernetes einen Single-Node-Cluster hochfahren. Die Funktion richtet sich vor allem an Entwickler, die testen müssen, wie sich ihr Container unter Kubernetes-Bedingungen verhält. Zum Lernen der Grundlagen ist das aber nicht die beste Wahl, weil Kubernetes erst im richtigen Cluster spannend wird.

In diesem ersten Artikel soll es nicht um Anwendungsentwicklung in Containern gehen, sondern um den Bau eines richtigen Clusters aus mehreren Maschi-

nen. Am besten suchen Sie sich für die Experimente einen Cloudprovider und ordern dort drei kleine virtuelle Linux-VMs zum Stundentarif – für diesen Artikel kommt Ubuntu Server 20.04 LTS zum Einsatz. In [2] finden Sie eine Marktübersicht europäischer und US-Anbieter in diesem Geschäft. Trotz gestiegener Energiekosten bekommen Sie für unter 20 Euro im Monat (bei Dauerbetrieb) eine Testumgebung mit drei Maschinen. Auch wenn Sie schon absehen können, dass Sie sich beruflich niemals mit der Installation und dem Betrieb eines Kubernetes-Clusters beschäftigen müssen, weil Ihr Unternehmen ein Managed-Kubernetes-Produkt eines Providers nutzt, ist es fürs Verständnis ungemün hilfreich, mal selbst einen Cluster gebaut zu haben.

### Drei Server, ein Cluster

Entstehen soll im Folgenden ein Zusammenschluss aus mehreren Servern, die am selben Ziel arbeiten: Ihre containerisierte Anwendung stabil, skalierbar und redundant auszuführen. Aber warum gleich drei Maschinen, ein Testcluster könnte man doch auch mit zwei Maschinen günstiger simulieren – oder nicht? Die Zahl drei werden Sie in der Kubernetes-Welt noch öfter lesen und dafür gibt es einen guten Grund: Kubernetes nutzt (in den allermeisten Fällen) die Key-Value-Datenbank etcd für die Verwaltung des Cluster-Zustands. Diese Datenbank kann redundant über mehrere Maschinen verteilt laufen und setzt auf den Konsens-Algorithmus Raft – und der wiederum funktioniert am besten mit einer ungeraden Anzahl Maschinen. Warum das so ist und was das mit Demokratie unter Servern zu tun hat, lesen Sie in [3].

Kubernetes allein ist nicht der Schlüssel zum Erfolg – es ist das Ökosystem aus Open-Source-Projekten. Die Landkarte der Cloud Native Computing Foundation ([landscape.cncf.io](https://landscape.cncf.io)) zeigt, was es im Kubernetes-Universum alles zu entdecken gibt.



Ihr erster Cluster soll gleich ausfall-sicher arbeiten. Daher bekommen alle drei Maschinen (in der Kubernetes-Welt Nodes genannt) die Master-Rolle und eine etcd-Kopie. Das versetzt Sie in die Lage, dass Sie die Server (etwa bei Updates) problemlos nacheinander neu starten können. Den Ausfall einer Maschine steckt der Cluster dank Raft-Algorithmus weg, die anderen sind weiter arbeitsfähig. Servern mit der Master-Rolle kommt im Cluster eine besondere Aufgabe zu: Sie stellen ein API nach innen und auf Wunsch auch nach außen bereit, über das man den Zustand des Systems abfragen und verändern kann. Nach außen nutzen alle Verwaltungswerkzeuge für Admins dieses API, nach innen steht es privilegierten Containern zur Verfügung, die darüber den Zustand von anderen Objekten und Containern erfahren und verändern können. Docker-Nutzer kennen dieses Prinzip von speziellen Containern, die den Unix-Socket `/var/run/docker.sock` als Volume bekommen, um andere Container zu steuern – die grafische Oberfläche Portainer ist ein weit verbreitetes Beispiel aus der Docker-Welt.

Neben diesen Master-Nodes kennt Kubernetes reine Worker-Nodes, die von dem oder den Master kontrolliert werden und nur Container ausführen, ohne sich mit etcd und Verwaltung zu belasten – für den Einstieg reicht es aus, die Master auch als Worker einzusetzen. In vielen produktiven Clustern laufen drei Master (das ist für etcd eine gute Größe) und beliebig

viele Worker (die theoretische Obergrenze liegt bei 5000 Nodes pro Cluster).

Zum Steuern Ihrer Cluster müssen Sie sich nach der Einrichtung nicht mehr per SSH auf Ihren Server begeben, auch die Werkzeuge auf Ihrer lokalen Maschine nutzen dieses API. Und anders als der Docker-Socket ist das Kubernetes-API mit Authentifizierung ausgestattet und darf veröffentlicht werden. Damit Sie von der lokalen Maschine aus mit dem Cluster arbeiten können, brauchen Sie darauf das offizielle Kubernetes-Kommandozeilenwerkzeug `kubectl`. Wer Docker Desktop unter Windows oder macOS nutzt und den lokalen Cluster aktiviert, hat `kubectl` damit direkt installiert, unter macOS bekommt man es ansonsten schnell über den Paketmanager Homebrew:

```
brew install kubernetes-cli
```

Ubuntu-Nutzer finden es über Snap:

```
sudo snap install kubectl --classic
```

Für alle anderen Betriebssysteme (mit und ohne Paketmanager) verrät die Kubernetes-Doku, wie Sie das kleine Werkzeug herunterladen, in den Programmpfad verschieben und ausführbar machen (siehe [ct.de/yeptd](https://kubernetes.io/docs/getting-started-guides/ct/)).

## Distributionskunde

Nach diesen Vorbereitungen kann die Installation des Clusters beginnen – fehlt nur

noch Kubernetes selbst. Auf der offiziellen Seite [kubernetes.io](https://kubernetes.io) werden Sie aber vergeblich nach einem Download-Button fahnden. Mit Kubernetes verhält es sich wie mit dem Linux-Kernel: Den können Sie auch irgendwo aus einem schmucklosen Archiv herunterladen, werden damit aber zunächst wenig anstellen können. Wie auch Linux wollen Sie Kubernetes in Form einer Kubernetes-Distribution haben. Die bündelt all das, was zum Betrieb notwendig ist und verdrahtet die Komponenten schon mal sinnvoll. Etcd zum Beispiel wollen Sie nicht per Hand an ein nacktes Kubernetes-Binary anbinden. Kubernetes-Distributionen gibt es mittlerweile viele und ihre Wahl ist zur Wissenschaft geworden. Die meistgenutzten fallen für Selbstbetreiber schon mal raus, sie heißen GKE (Google Kubernetes Engine), AKS (Azure Kubernetes Service) und EKS (Amazon Elastic Kubernetes Service) und stecken in den Managed-Kubernetes-Angeboten der drei Branchenriesen im Cloudgeschäft.

Was Sie suchen, ist Kubernetes für „Bare-Metal-Umgebungen“. So nennt man in der Szene Installationen auf eigenen Servern, virtualisiert oder physisch. Bei der Suche nach Bare-Metal-Kubernetes werden Sie früher oder später auf das Unternehmen Rancher stoßen. Das ehemalige Start-up gehört heute zum deutschen Linux-Distributor Suse, die Rancher-Produkte funktionieren aber unabhängig von Suses Linux-Distros. Ranchers Hauptprodukt, das auch schlicht Rancher heißt, können Sie sich direkt für später merken. Es handelt sich um eine Verwaltungsoberfläche, mit der Sie Kubernetes-Cluster im eigenen Rechenzentrum oder bei den oben genannten Cloud Providern verwalten. Rancher selbst ist ein Docker-Container, den Sie auch auf der lokalen Maschine starten können und von da aus Cluster in aller Welt hochfahren und verwalten. Der Ansatz eignet sich für Firmen, die eine Multi-Cloud-Strategie planen, ist aber überdimensioniert für den Einstieg.

Für die ersten Gehversuche (und auch für kleine und mittelgroße Kubernetes-Cluster) empfehlen wir die Distribution `k3s`, die ursprünglich aus dem Hause Rancher stammt und heute von der CNCF verwaltet wird. Von dieser Organisation werden Sie auf dem Weg noch öfter hören: Die Cloud Native Computing Foundation ist eine Tochter der Linux Foundation, ihr gehört unter anderem der

## Darum Kubernetes

Kubernetes ist weit mehr als eine Docker-Alternative, die im Cluster-Betrieb läuft. Selbst im Ein-Server-Betrieb kann Kubernetes weit mehr als Docker: Zunächst sind da die Konfigurationsmöglichkeiten, die den Lebenszyklus eines Containers von Anfang bis Ende kontrollierbar machen. Was in einer Docker-Compose-Datei eine Zeile ist, kann man bei Bedarf in einer Kubernetes-YAML-Datei oft auch in 20 Zeilen haarklein steuern. Sie haben zum Beispiel Ärger mit der Startreihenfolge Ihrer Container, die voneinander abhängen, und die Werkzeuge von Docker reichen nicht aus, dass sie korrekt aufeinander warten? Kubernetes hat Mittel dagegen. Durch diese Steuerung des Containerlebenszyklus sind auch

perfekte Rolling Updates kein Problem mehr. Einmal richtig eingestellt, können Sie Anwendungen aktualisieren, ohne dass Nutzer einen Ausfall bemerken. Mit etablierten Werkzeugen wie Helm wird auch das Installieren und Weitergeben von Containerzusammenstellungen viel einfacher als mit Docker-Compose-Dateien.

Im Hintergrund stellt Kubernetes eine Programmierschnittstelle bereit, auf die Fernsteuerungssoftware von außen und auch Container selbst zugreifen können. Neben den Zuständen von Containern kann das API auch alle Formen von Konfigurationen verwalten – und anders als der Docker-Socket hat es eine Benutzer- und Berechtigungsverwaltung.

Open-Source-Code von Kubernetes. Außerdem verwaltet sie viele Projekte aus dem Ökosystem.

k3s ist mit dem Ziel angetreten, das Betreiben von Kubernetes-Clustern zu vereinfachen; ein paar Nischenfunktionen, die kaum jemand vermisst, sind daher rausgeflogen. Den ersten Cluster haben Sie mit k3s in wenigen Minuten einsatzbereit, weil die Distribution die Installation in ein komfortables Installationskript verpackt hat. Öffnen Sie am besten je eine SSH-Sitzung auf Ihren drei Maschinen und platzieren Sie die Fenster für die nächsten Schritte schon einmal nebeneinander. Doch Achtung: Die nächsten Anweisungen müssen Sie zunächst nur auf einer der drei Maschinen ausführen.

## Loslegen

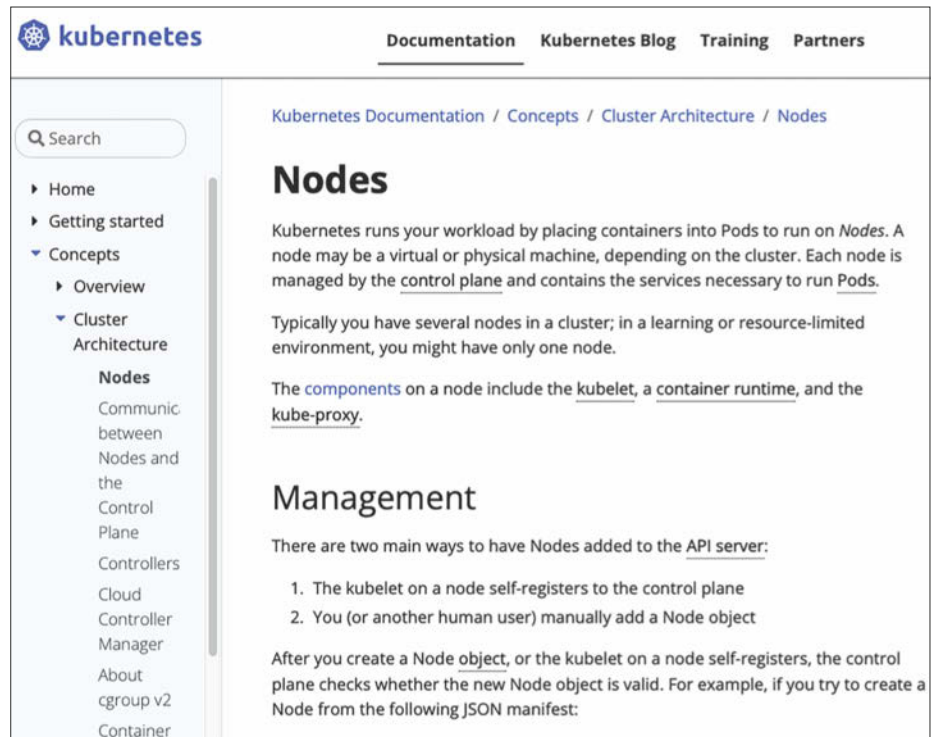
Die offizielle k3s-Anleitung zur Installation besteht aus einem Einzeiler, von dem wir ohne weitere Vorbereitungen aber abraten, weil spätere Anpassungen dadurch schwieriger werden:

```
curl -sL https://get.k3s.io | sh -
```

Die Zeile lädt ein Installationsskript herunter und führt es direkt aus. Wenn Sie wissen wollen, was da passiert, öffnen Sie die Adresse `get.k3s.io` im Browser. Das Skript lädt die k3s-Bestandteile nach und richtet einen Dienst für `systemd` oder `OpenRC` ein. Danach hat das Skript ausgesiegt und Kubernetes läuft rund um die Uhr im Hintergrund als Dienst mit dem Namen `k3s`, den Linux-Admins auch mit `systemctl`-Befehlen wie `systemctl status k3s` verwalten können.

Mit Umgebungsvariablen greifen Sie in den Einrichtungsprozess ein und legen Einstellungen fest, die dann in die Konfiguration des Dienstes gelangen. Wenn man daran nach der Installation etwas ändern will, muss man per Hand an der `systemd`-Konfiguration schrauben oder das Installationsskript erneut mit neuen Einstellungen drüberlaufen lassen. Sinnvoller ist es, direkt von Anfang an tiefer in der Doku versteckten Weg zu gehen und die k3s-Konfiguration in eine YAML-Datei namens `/etc/rancher/k3s/config.yaml` zu schreiben. Hat man später etwas daran geändert, reicht `systemctl restart k3s`, damit die Änderungen übernommen werden. Erzeugen Sie also auf dem ersten Ihrer drei Server das Verzeichnis für diese Datei:

```
mkdir -p /etc/rancher/k3s/
```



**Die gut gepflegte Kubernetes-Dokumentation hat auf fast jede Frage eine Antwort. Für den Einstieg ist das aber zu umfangreich.**

Legen Sie darin (zum Beispiel mit dem Texteditor Nano) die YAML-Datei `config.yaml` an:

```
nano /etc/rancher/k3s/config.yaml
```

Fürs Erste reicht darin eine Zeile:

```
disable: traefik
```

Die verhindert, dass k3s den HTTP-Proxy Traefik direkt startet, nicht weil Traefik ein schlechter HTTP-Proxy wäre, sondern damit Sie später selbst lernen, Traefik manuell zu installieren. Auf dem ersten Server ist damit alles bereit für die Installation von k3s:

```
curl -sL https://get.k3s.io | \
sh -s - server --cluster-init
```

Die Leerzeichen in diesem Befehl sehen vielleicht falsch aus, haben aber ihre Richtigkeit. Das Installationsskript wird an `sh` übergeben und mit dem Befehl `server --cluster-init` ausgeführt. Der letzte Parameter führt dazu, dass k3s eine frische `etcd`-Instanz einrichtet. Nach einer Minute ist die Einrichtung erledigt und Ihr Cluster läuft. Glauben Sie nicht? Ihr erster Befehl mit `kubectl` auf dem Server selbst beweist es:

```
kubectl get nodes
```

Wenn Kubectl einen Zertifikatsfehler präsentiert, geben Sie der Installation noch ein bisschen Zeit. Sobald „Ready“ in der Tabelle erscheint, ist der Single-Node-Cluster hochgefahren. Sollte der Befehl mit einer Fehlermeldung scheitern, sind Sie nicht Root auf dem Server – k3s schränkt die Rechte auf die Konfigurationsdatei stark ein (was man mit der Zeile `write-kubeconfig-mode: "064"` in der Konfiguration ändern könnte). Mit einem vorangestellten `sudo` können Sie zugreifen. Wie schon erwähnt: Im Alltag greifen Sie selten über eine SSH-Sitzung vom Server selbst zu, sondern per `kubectl` vom heimischen Arbeitsplatz.

Bevor Sie `kubectl` lokal einrichten, soll der Cluster aber um zwei weitere Mitglieder erweitert werden. Erzeugen Sie die oben angelegte Konfigurationsdatei auf den anderen beiden Maschinen. Damit auch die anderen Server als Master in den Cluster aufgenommen werden dürfen, brauchen Sie ein Token, das das k3s auf der ersten Maschine automatisch angelegt und in eine Datei geschrieben hat. Sie finden es mit folgendem Befehl:

```
cat /var/lib/rancher/k3s/server/token
```



Kopieren Sie die komplette zurückgegebene Zeichenkette in die Zwischenablage. Nun brauchen Sie nur noch die IP-Adresse des ersten Servers, der schon ein Cluster eröffnet hat. Im besten Fall können sich die drei Clustermitglieder über eine interne IP-Adresse erreichen, zur Not klappt es für die Experimentierumgebung auch mit den externen Adressen (für ein produktives System müssen Sie da später noch mal nachbessern). Fügen Sie Token und IP-Adresse in den folgenden Befehl ein und setzen Sie diesen auf den Servern zwei und drei ab:

```
curl -sL https://get.k3s.io | \
K3S_TOKEN=<Token> sh -s - server \
--server https://<IP Server 1>:6443
```

Der Befehl setzt voraus, dass sich die Server untereinander über Port 6443 erreichen, außerdem braucht etcd die TCP-Ports 2379 und 2380. Die Ports müssten Sie in Ihren Firewalls öffnen – gute Gründe für ein internes Netz. Am Ende der Zeremonie sollte `kubectl get nodes` (auf einem der Server abgesetzt) drei gesunde Master-Nodes anzeigen.

Anschließend können Sie die Fernsteuerung auf Ihrer lokalen Maschine einrichten. Dafür müssen Sie insgesamt vier Werte hinterlegen: die externe Adresse eines Ihrer Kubernetes-Master, dessen TLS-Zertifikatsinformationen sowie den öffentlichen und den privaten Schlüssel für den Benutzeraccount im Cluster. Die externe IP-Adresse kennen Sie, die anderen Informationen liegen auf allen drei

Master-Servern. Mit folgendem Befehl bekommen Sie diese zu sehen:

```
cat /etc/rancher/k3s/k3s.yaml
```

Der Inhalt der Datei sieht auf den ersten Blick kompliziert aus und ist es aus gutem Grund auch: `kubectl` ist dafür konzipiert, mit mehreren Clustern zu arbeiten – die meisten Nutzer haben mindestens ein Produktiv- und ein Entwicklungscluster oder gar Cluster bei mehreren Kunden, daher kann man zwischen Kontexten wechseln (und muss bei schreibenden Befehlen immer sicherstellen, dass man im richtigen Kontext unterwegs ist). Ein Kontext ist immer eine Kombination aus einem Cluster und einem Benutzer mit seinen Zugangsdaten. Verwaltet werden diese entweder alle in einer YAML-Datei oder in mehreren Dateien, wir stellen hier die Strategie mit einer Datei vor, andere Herangehensweisen beschreibt die Doku (zu finden über [ct.de/yepd](https://kubernetes.io/docs/concepts/configuration/organize-cluster-access-kubeconfig/)).

Sofern Sie `kubectl` über Docker Desktop bekommen haben, liegt in Ihrem Benutzerverzeichnis bereits der Ordner `.kube`, unter Linux und macOS also unter `~/.kube`, unter Windows in `%USERPROFILE%\kube`. Weil der Ordnername mit einem Punkt beginnt, blenden ihn viele grafische Dateieexplorer aus, über die Kommandozeile finden Sie ihn aber. Gibt es den Ordner noch nicht, weil Sie `kubectl` per Hand installiert haben, legen Sie ihn zunächst an.

`kubectl` erwartet in diesem Ordner eine Datei namens `config` (ohne Endung).

Gibt es sie noch nicht, legen Sie sie an und kopieren den kompletten Inhalt der Datei `k3s.yaml` vom Server hinein. Ändern müssen Sie dann nur die IP-Adresse 127.0.0.1:6443 durch die externe IP-Adresse eines Servers (oder durch einen DNS-Namen) mit dem Port 6443 am Ende. Geben Sie dem Kontext in Zeile 11 noch einen sprechenderen Namen als `default` geben – zum Beispiel `dev-k3s`. Anschließend sind Sie einsatzbereit.

Gibt es die Datei bereits, hat Docker sie angelegt und mit den Werten für die lokale Umgebung befüllt. Dann müssen Sie die Abschnitte vom Server einzeln in die Datei kopieren (am besten mit einem grafischen Texteditor). Zunächst die Clusterinformationen (mit angepasster IP-Adresse). Aus dem Clusternamen `default` machen Sie einen sprechenderen Namen wie `dev-k3s`. Dann den Abschnitt für den User, dessen Namen Sie ebenfalls von `default` in `dev-k3s` ändern sollten. Als dritten Schritt fügen Sie einen Block unter `contexts` hinzu und kombinieren nach dem schon angelegten Schema das Cluster `dev-k3s` mit dem gleichnamigen Benutzer zu einem Kontext mit ebendiesem Namen. Wenn Sie im YAML-Salat den Überblick verloren haben, finden Sie ein Beispiel (ohne gültige Zugangsdaten) über [ct.de/yepd](https://kubernetes.io/docs/concepts/configuration/organize-cluster-access-kubeconfig/).

Weisen Sie `kubectl` jetzt an, den konfigurierten Kontext zu nutzen:

```
kubectl config use-context dev-k3s
```

Der schon bekannte Befehl `kubectl get nodes` sollte jetzt auch aus der Ferne die

CTcttest2

Cluster

Nodes

Workloads

Overview

Pods

Deployments

DaemonSets

StatefulSets

ReplicaSets

Jobs

CronJobs

Config

Network

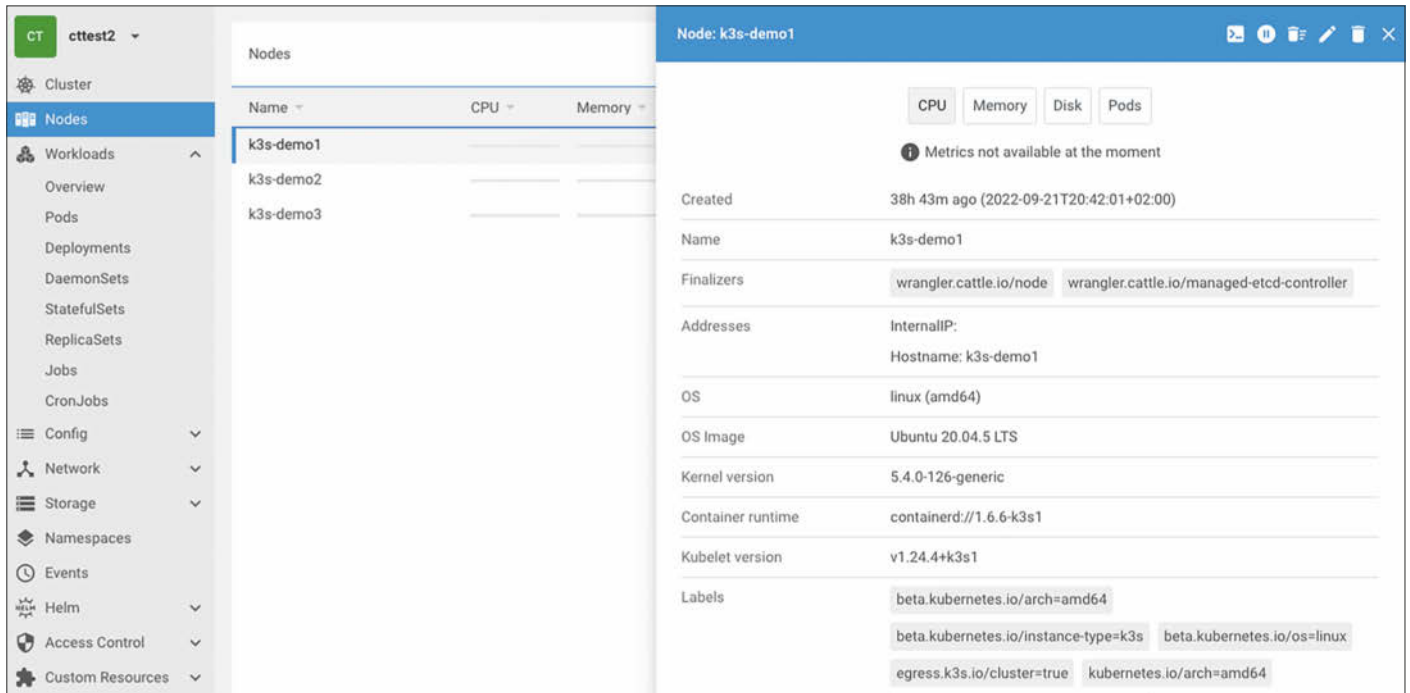
OverviewPodsDeploymentsDaemonSetsStatefulSets

Pods

9 items

<input type="checkbox"/>	Name	Namespace	Containers	Restarts	Controlled By
<input type="checkbox"/>	coredns-b96499967-nbd4l	kube-system	<div></div>	1	<a href="#">ReplicaSet</a>
<input type="checkbox"/>	helm-install-traefik-crd-8mqj	kube-system	<div></div>	0	<a href="#">Job</a>
<input type="checkbox"/>	helm-install-traefik-z8fn4	kube-system	<div></div>	1	<a href="#">Job</a>
<input type="checkbox"/>	local-path-provisioner-7b7dc8d6f5-jnrm	kube-system	<div></div>	2	<a href="#">ReplicaSet</a>
<input type="checkbox"/>	metrics-server-668d979685-2n9p8	kube-system	<div></div>	2	<a href="#">ReplicaSet</a>
<input type="checkbox"/>	svclb-traefik-d1334196-m42zv	kube-system	<div></div>	0	<a href="#">DaemonSet</a>
<input type="checkbox"/>	svclb-traefik-d1334196-qb8vn	kube-system	<div></div>	0	<a href="#">DaemonSet</a>
<input type="checkbox"/>	svclb-traefik-d1334196-vlsqs	kube-system	<div></div>	2	<a href="#">DaemonSet</a>
<input type="checkbox"/>	traefik-7cd4fcff68-ss4nc	kube-system	<div></div>	0	<a href="#">ReplicaSet</a>

Kubernetes kann man nicht nur auf der Kommandozeile verwalten. Die Desktop-Anwendung Lens verbindet sich mit dem Cluster und stellt seine Details grafisch dar.



**Nicht nur Einsteiger finden in der grafischen Oberfläche Lens wichtige Informationen, die auf der Kommandozeile schnell untergehen.**

drei gesunden Nodes anzeigen. Wenn nicht, könnte eine Firewall Port 6443 auf Ihrem Node blockieren. Sollten Sie Fehler beim Zusammenbau der YAML-Datei gemacht haben, beschwert sich der YAML-Parser von kubectl mit einer hilfreichen Fehlermeldung.

Für Docker-Desktop-Nutzer gibt es noch einen zweiten Weg, den Kontext zu wechseln: Mit einem Klick auf das Wal-Logo in der Taskleiste öffnen sie ein Menü, das den Punkt Kubernetes enthält. Dahinter verbergen sich alle erkannten Kontexte für den schnellen Wechsel per Mausklick. Und noch eine Abkürzung ist dringend empfohlen: Während Ihrer nächsten Kubernetes-Lernschritte werden Sie `kubectl` oft eingeben. Kubernetes-Intensivnutzer sparen sich viel Tipperei, wenn sie sich einen Alias wie `k` dafür anlegen. `kubectl get nodes` legen Kubernetes-Profis gern auf den Alias `kg`.

Neben `kubectl` raten wir Ihnen zu einem weiteren Werkzeug, mit dem Sie auf Ihre Cluster zugreifen können: Lens ([k8slens.dev](https://k8slens.dev)) ist eine grafische Oberfläche, die als Anwendung auf Ihrer Maschine läuft und die Kontexte aus der `kubectl`-Konfigurationsdatei übernimmt. Die Software ist kostenlos, schnell eingerichtet und läuft unter Windows, Linux und macOS. Welche Details Lens zeigen kann, sehen Sie im Bild oben.

## Aufbauen und abreißen

Der folgende Tipp mag etwas befremdlich wirken, zahlt sich aber später aus: Wenn Ihr Cluster läuft, sollten Sie ihn möglichst bald wieder abreißen und den Bau, soweit es geht, automatisieren – das ist eine Herangehensweise, an die man sich im Cloud-Native-Umfeld früh gewöhnen sollte. Erzeugen Sie Ihre Infrastruktur immer reproduzierbar und schaffen Sie handgeknüpfte Strukturen ab. Zum restlosen Entfernen von k3s gibt es den Befehl

```
/usr/local/bin/k3s-uninstall.sh
```

Für eine reproduzierbare Installation verpacken Sie alle Schritte im einfachsten Fall in Bash-Skripte; wenn Sie mit Werkzeugen wie Ansible und Terraform vertraut sind, nutzen Sie diese für Einrichtung von Servern, Firewalls, DNS-Einträgen und schließlich k3s.

## Zum Schluss

Glückwunsch, Sie sind jetzt Betreiber eines selbst gebauten Clusters mit echter Redundanz dank verteilter Master-Rolle. Fahren Sie zum Test mal einen der Server herunter und testen, ob `kubectl get nodes` auf den anderen beiden noch funktioniert. Im Cluster läuft aber (abgesehen von ein paar System-Containern) noch nichts. Einen ersten Container, der eine einfache

Website auf Port 30.000 veröffentlicht, haben Sie schnell in Betrieb: Über [ct.de/yepd](https://ct.de/yepd) finden Sie eine YAML-Datei namens `first-pod.yml` zum Download und fürs Selbststudium. Laden Sie diese auf Ihre lokale Maschine mit installiertem `kubectl`, navigieren Sie auf der Kommandozeile in den Ordner mit der Datei und installieren die Zusammenstellung im Cluster:

```
kubectl -f first-pod.yml apply
```

Wenig später sollten alle drei Maschinen auf ihren externen IP-Adressen auf Port 30.000 mit einer Website antworten. In einer der nächsten c't-Ausgaben erfahren Sie im nächsten Teil dieser Reihe, warum Container in Kubernetes in sogenannten Pods stecken, wie Sie solche erzeugen und mit der Außenwelt verdrahten.

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

## Literatur

- [1] Jan Mahn, Zu neuen Ufern, Nach dem Hype: Docker verstehen und loslegen, c't 24/2021, S. 146
- [2] Holger Bleich und Jan Mahn, Wolkenangebotsvielfalt, Sechs europäische Cloudprovider im Überblick, c't 21/2021, S. 62
- [3] Jan Mahn, Gemeinsame Wahrheit, Wie verteilte Systeme dank Raft-Algorithmus zusammenarbeiten, c't 21/2022, S. 146

**Dokumentation und Beispiele:**  
[ct.de/yepd](https://ct.de/yepd)

# Sammelbecken fürs Web

## Notizen, Links und mehr mit Wakelet organisieren

**Mit der kostenlosen Web-App Wakelet sammeln und sortieren Sie Internetschnipsel, Fotos und vieles mehr. Wir zeigen, wie Sie Sammlungen anlegen, ordnen und veröffentlichen – allein oder in der Gruppe.**

Von Anke Brandt

Wakelet eignet sich für vielfältige Szenarien, die von der alternativen Lesezeichenverwaltung für den Browser, über digitales Storytelling bis zur Vorbereitung des nächsten Workshops reichen. Das folgende Beispiel zeigt, wie man die Webanwendung zur Urlaubsplanung nutzt, wenn die mal wieder umfangreicher wird. Etwa wenn Sie eine Reise mit dem Camper durch Südschweden machen wollen und dazu vorher Informationen zu Zielen, Routen und Stellplätzen sammeln und sortieren möchten. Unterwegs können Sie das auch mit den Mobil-Apps für Android und iOS erledigen.

Die Wakelet-Anmeldung (siehe [ct.de/3r](https://ct.de/3r)) klappt, indem man ein bestehendes Konto bei Apple, Clever, Facebook, Google oder Microsoft verbindet, was aus Datenschutzgründen nicht empfehlenswert ist. Besser ist es, ein separates Mailkonto für Wakelet zu erstellen. Im schulischen Kontext wird Wakelet häufig als Alternative zu Padlet genannt. In der englischsprachigen Datenschutzerklärung gibt Wakelet jedoch an, Daten an Drittanbieter in den USA zu übermitteln. Damit scheidet das Werkzeug für den Unterrichtseinsatz aus und taugt maximal als Sammelmappe für die eigene Unterrichtsplanung. Wer dagegen auch im Unterricht eine Onlinepinnwand einsetzen will, der sollte sich Taskcards anschauen, das Nutzerdaten auf Servern in Deutschland speichert beziehungsweise angibt, Daten ausschließlich innerhalb der EU zu verarbeiten.

Auf der Übersichtsseite verweist ein Kreis mit dem Anfangsbuchstaben des Vornamens in der linken Spalte auf Ihr öffentliches Profil. Die öffentlichen Profileinträge, also Namen, Nutzernamen, Foto, ein Galeriebild und gegebenenfalls veröffentlichte Sammlungen sind für andere Anwender sichtbar. Dazu müssen sie Ihren Nutzernamen kennen oder durch Zufall über die Suche darauf stoßen. Außerdem tauchen später die einzelnen Räume (Spaces) in dieser Spalte auf. Sie sind vergleichbar mit Ordnern, in denen die jeweiligen Sammlungen landen.

In unserem Beispiel bleibt das öffentliche Profil leer, denn die Urlaubsplanung geht höchstens die Mitreisenden etwas an. Erstellen Sie stattdessen einen neuen Raum, der in Wakelets Standardeinstellung immer privat ist. Wählen Sie dazu in der linken Spalte unter Ihrem Profil das Plusymbol und geben Sie einen Raumnamen ein, beispielsweise „Urlaubsplanung“. Das Vorschaubildchen lässt sich mit einem Klick auf den Kreis ändern.

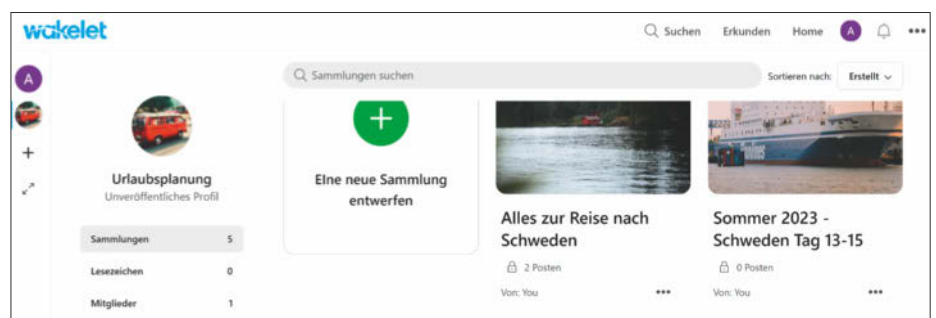
### Sammelwahn

Um eine erste Sammlung zu beginnen, klicken Sie auf das pulsierende Pluszeichen. Die Beschreibung verrät, dass die Reise in Malmö startet und an der Westküste entlang in Richtung Norden führt.

Damit die Übersichtsseite etwas hübscher aussieht, bekommt die soeben erstellte Sammlung ein Titelbild. Öffnen Sie

dazu das Designmenü oben links in der Ecke (Farbpalettensymbol beziehungsweise Pinsel in der Betaversion). Die Layout-Einstellungen bleiben zunächst außen vor. Hier lässt sich auch justieren, wie Wakelet die einzelnen Elemente der Sammlung präsentieren soll, beispielsweise als Raster oder Moodboard. Die erste Sammlung mit Ausgangspunkt in Malmö bekommt ein Foto der Öresundbrücke aus der Unsplash-Suche. Falls das Titelbild zu viel Platz einnimmt, hilft die Auswahl „Half“ weiter. Dann schneidet Wakelet automatisch oben und unten einen Teil weg. Alternativ entfernen Sie das Häkchen bei „Benutze Titelbild als Überschriftsbild“, um das Foto nur auf der Übersichtsseite, nicht jedoch in der Sammlung selbst zu sehen. Außerdem können Sie ein Hintergrundbild hinzufügen, das sich über die gesamte Seite erstreckt.

Sobald Sie Ihre erste Sammlung angelegt und das Design nach Ihren Wünschen angepasst haben, wiederholen Sie diese Schritte für die restlichen Reisetage. In einer weiteren Sammlung landet alles zur Reise nach Schweden, was sich nicht den einzelnen Tagen zuordnen lässt, zum Beispiel eine allgemeine Übersicht über schöne Stellplätze. Denkbar wären auch Restaurant- und Blogsammlungen. Vielleicht auch – ganz im Sinne der guten alten To-do-Liste – eine Sammlung mit Dingen, die noch zu planen sind: Fahrtickets kaufen, Stadtrundgang buchen und so weiter.



**Mit Wakelet erstellt man unbegrenzt viele Sammlungen zu einem oder mehreren Themen.**



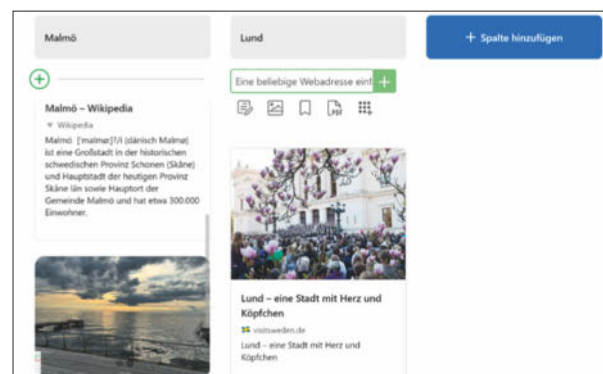
Nach der Vorbereitung gilt es, die Sammlungen zu befüllen. Links zu Websites fügen Sie per Copy & Paste in die Eingabezeile ein. Sobald Wakelet darin einen Link erkennt, generiert die App eine Karte innerhalb der Sammlung. Auf dieser ergänzt sie, sofern verfügbar, das erste Bild der Website, Überschrift und je nach Website-Aufbau noch den ersten Textabsatz. Außerdem können Sie eigene Notizen anfertigen oder den Weblink durch eigenen Text informativer machen. Bilder und PDF-Dateien lassen sich von der Festplatte hochladen oder von Giphy und Unsplash auswählen. Des Weiteren können Sie Tweets hinzufügen, YouTube-Videos einbinden und Links zu Dateien von Google Drive, OneDrive sowie Creative Cloud Express ablegen.

## Ordnungsliebe

Nachdem Sie alles zusammengetragen haben, gilt es, den Haufen zu sortieren. Aktivieren Sie dazu über das Designmenü (Farbpalettensymbol/Pinsel) die Rasteransicht. Dann haben alle Karten dieselbe Größe, was eine bessere Übersicht bewirkt. Mit gedrückter Maustaste lassen sich die Karten so lange hin und her schieben, bis die thematische Ordnung passt, also beispielsweise alle Malmö-Karten hintereinanderliegen. Spätestens wenn eine Sammlung zu groß gerät, können Sie schauen, ob sie sich in mehrere Einzelsammlungen aufteilen lässt. Hier und da hilft auch die Spaltenansicht weiter, die einem typischen Kanbanboard entspricht. Jede Stadt auf der Reiseliste erhält eine eigene Spalte samt zugeordneter Kärtchen. Wakelet speichert diese Einteilung und stellt sie beim nächsten Aktivieren der Spaltenansicht automatisch wieder her.

Sollten sich die Pläne mal ändern, müssen Karten unter Umständen in eine andere Sammlung wandern, beispielsweise

**Wakelet bietet auch eine Kanbanansicht an, mit der man innerhalb einer Sammlung thematische Untersammlungen in Spalten anlegen kann.**



se, weil ein Ort besonders interessant ist, der Aufenthalt dort länger dauert und der Faktenstapel dann besser separat aufgehoben ist. Das Umziehen klappt mit Wakelet nicht so einfach. Statt eine Karte über ihr Kontextmenü an eine andere Stelle zu schicken, müssen Sie diesen Umweg in Kauf nehmen: „Speichern“ auswählen, im Menü die gewünschte Sammlung suchen, dort die Karte zuerst ablegen und dann die Karte an der alten Stelle löschen.

## Teilen und bewundern

Damit die ganze Organisation nicht an Ihnen allein haften bleibt, können Sie Ihre Mitreisenden unter dem Punkt „Teilen/Mitarbeiter einladen“ zur Mitarbeit einladen. Das klappt via Einladungslink, QR-Code, E-Mail-Einladungslink, Teams und Classroom. Ihre Mitstreiter benötigen kein eigenes Wakelet-Konto, um Einträge zu verfassen. Besonders charmant: Sie müssen Ihre Sammlungen dazu nicht veröffentlichen und können den Bearbeitungslink beziehungsweise QR-Code jederzeit zurücksetzen, sodass die anderen nicht mehr zugreifen können. Das müssen Sie allerdings für jede Sammlung einzeln erledigen, eine generelle Bearbeitungsfreigabe des Raums gibt es nicht.

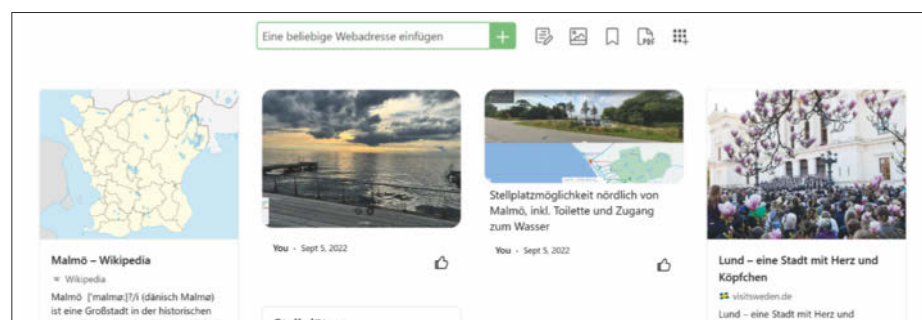
Wakelet kennt drei Sichtbarkeitsstufen. Private Sammlungen kann niemand außer Ihnen selbst anschauen. „Unlisted“ bedeutet, dass jeder mit dem Link die Sammlung betrachten kann, sie aber nicht im öffentlichen Profil erscheint. Öffentliche Sammlungen ergeben nur dann Sinn, wenn Sie auch Ihr jeweiliges Raumprofil veröffentlicht haben. Dann erscheinen diese auf der Profilseite.

Wer auch immer Ihre Sammlung anschaut, sieht genau die Darstellung, die Sie zuvor in den Designeinstellungen festgelegt haben. Sollen Ihre Mitreisenden ein bisschen Urlaubsgefühl entwickeln, bietet sich die Medienansicht an. Hier erscheinen die Beiträge untereinander in der von Ihnen definierten Reihenfolge. Noch schöner betrachten lassen sich Sammlungen in der Leseansicht. Dann startet Wakelet eine Präsentation, die sich über die Pfeiltasten auf der Tastatur oder per Wischgesten am Tablet bedienen lässt.

## Fazit

Mit Wakelet sammelt man fast alles, was einem im Internet über den Weg läuft. Wer ab und an unterwegs Inhalte hinzufügen oder betrachten möchte, nutzt die Mobil-App. Die Webanwendung und iOS-App sind, anders als die Android-App, überwiegend auf Deutsch übersetzt. Wer auf die Hilfeseiten zugreifen will, muss jedoch immer mit dem englischsprachigen Original Vorlieb nehmen. Auch wenn der Anbieter damit wirbt, dass das Produkt kostenlos ist, zahlt man am Ende wie bei vielen anderen vermeintlich kostenlosen Webservices doch mit seinen Daten. Kann man damit leben und hat sich erst einmal eingefuchst, geht die Sammelei leicht von der Hand. Alternativ lohnt ein Blick auf Padlet oder das deutsche Taskcards.

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



**In der Moodboardansicht passt Wakelet die Kartengröße an den Inhalt an. Vorschautexte verlinkter Websites beschneidet die App, sodass die Karte nicht ausufert.**

**Wakelet:** [ct.de/yd3r](https://ct.de/yd3r)

# Lizenz zum Flöten

## Mehr Rechtssicherheit für Whistleblower

**Insider in Unternehmen oder Behörden, die Missstände öffentlich machen wollen, haben rechtlich nach wie vor einen schweren Stand. Der deutsche Gesetzgeber unternimmt nun den zweiten Versuch, Whistleblower besser als bisher zu schützen.**

Von Harald Büring

**M**it dem Brandschutz im Gebäude der Verwaltungshochschule sah es übel aus: Der technische Leiter, der zugleich im Betriebsrat der Bildungseinrichtung saß, hatte schlimme Mängel bemerkt und bei seinem Arbeitgeber darauf gedrängt, dass er diese beseitigen ließ. Der jedoch dachte nicht daran. Vielmehr stellte er den unbequemen Nörgler von der Arbeit frei, sperrte dessen Account und erteilte ihm Hausverbot. Der so Kaltgestellte meldete die Missstände der Bauaufsicht und drohte damit, an die Presse zu gehen. Nachdem der Arbeitgeber ihm fristlos gekündigt hatte, erhob der Mann Kündigungsschutzklage beim Arbeitsgericht (ArbG) Hannover.

Das Gericht fand die Meldung bei der Behörde in Ordnung – immerhin war ja der Versuch einer innerbetrieblichen Klärung zuvor gescheitert. Der Rauswurf sei dennoch rechtmäßig: Dadurch, dass der technische Leiter gedroht hatte, das Ganze zu veröffentlichen, habe er seine vertraglichen Pflichten gegenüber der Hochschule erheblich verletzt. Darin liege gemäß § 626 des Bürgerlichen Gesetzbuchs (BGB) ein „wichtiger Grund“ für eine fristlose Kündigung. Das berechnete Interesse des massiv unter Druck gesetzten Arbeitgebers, das Arbeitsverhältnis zu beenden, wiege schwerer als das Interesse des Mitarbeiters an einer Weiterbeschäftigung [1].

In zweiter Instanz landete die Sache beim niedersächsischen Landesarbeits-

gericht (LAG). Das sah den Fall anders und entschied im März 2022, das berechnete Interesse des Arbeitnehmers überwiege. Grund: Der Arbeitgeber selbst habe rechtswidrig gehandelt und dadurch beträchtlich zur Eskalation beigetragen [2].

Bereits dieser Fall, der in der niedersächsischen Landeshauptstadt für Schlagzeilen gesorgt hat, zeigt: Gerichte bewerten das Handeln von Whistleblowern sehr unterschiedlich. Im Bewusstsein, das Recht auf ihrer Seite zu haben, gehen Beschäftigte beim Kampf gegen Missstände schnell mal zu weit.

### Übers Ziel hinausgeschossen

Das wird etwa am Fall einer langjährigen Mitarbeiterin einer Kirchengemeinde deutlich: Um die Buchhaltung zu erledigen, durfte sie den PC im Pfarramt nutzen und dort auf den E-Mail-Account zugreifen. Dabei entdeckte sie angeblich zufällig eine Mail, die der Dienstvorgesetzte des Pfarrers an diesen persönlich geschrieben hatte. Wie die Frau sagte, enthielt der Betreff die Worte „Pfarrer bedrängt im Kirchenasyl befindliche Frau sexuell“. Daher sei ihr die Nachricht aufgefallen.

Sie öffnete die Mail. In dieser informierte der Vorgesetzte den Pfarrer darüber, dass die Staatsanwaltschaft gegen diesen ermitteln würde, weil er sich möglicherweise strafrechtsrelevant verhalten habe. Die Mitarbeiterin druckte die Mail aus. Dann durchsuchte sie den Rechner.

Dabei fiel ihr in einem ungeschützten Ordner des Pfarrers eine andere E-Mail samt Dateianhang auf. Dieser enthielt einen privaten Chatverlauf zwischen ihm und der Frau, die Kirchenasyl in Anspruch genommen hatte. Die Mitarbeiterin kopierte die Datei auf einen USB-Stick und gab ihn zunächst einer ehrenamtlichen Mitarbeiterin der Gemeinde als Vertrauensperson. Dann schickte sie ihn an die Staatsanwaltschaft. Diese stellte das Verfahren schließlich ein: Sie sah anders, als die Frau es vermutet hatte, keinen hinreichenden Tatverdacht auf strafbares Handeln. Nachdem der Arbeitgeber von dem Vorgang erfahren hatte, kündigte er der Mitarbeiterin. Die wiederum wollte sich das nicht gefallen lassen und erhob Kündigungsschutzklage.

Zunächst gab das ArbG Aachen ihr im April 2021 recht (Links zu den Entscheidungen unter [ct.de/y1ww](https://www.ct.de/y1ww)): Indem sie den Dienststrecker nach privater Korrespondenz des Pfarrers durchsuchte, die gefundene Datei speicherte und weitergab, habe sie zwar erheblich gegen ihre Pflichten als Arbeitnehmerin verstoßen. Das habe gemäß § 626 BGB ihrem Arbeitgeber einen „wichtigen Grund“ für die Kündigung geliefert. In ihrem Verhalten liege nämlich eine rechtswidrige Verarbeitung personenbezogener Daten, durch die sie das allgemeine Persönlichkeitsrecht des Pfarrers verletzt habe. Das berechnete Interesse der Mitarbeiterin an einer Weiterbeschäftigung sei jedoch höher zu bewerten, weil sie von einer Straftat des Pfarrers ausgegangen sei und die vermeintlich sexuell bedrängte Frau vor Übergriffen habe schützen wollen.

In der zweiten Instanz hob das LAG Köln diese Entscheidung jedoch auf: Die Richter stellten fest, die Kündigung sei trotz der guten Absichten der Mitarbeiterin rechtmäßig gewesen. Sie stießen sich besonders daran, dass die Frau den USB-Stick an ihre Vertraute weitergegeben hatte: Sie hätte ihr Ziel auch durch die interne Weitergabe an das Presbyterium als dienstvorgesetzte Stelle erreichen können.

Selbst Whistleblower, die eigentlich nichts falsch machen, setzen ihre Existenz aufs Spiel. Ein besonders krasses Beispiel ist der berühmte Fall der Bottroper Zyt-Apotheke, der 2020 durch die Presse ging: Der kaufmännische Leiter der Apotheke hatte durch Abrechnungskontrolle entdeckt, dass sein Chef über mehrere Jahre Krebsmedikamente gestreckt, aber zum Originalpreis abgerechnet hatte. Er zeigte



**Unter Federführung von Bundesjustizminister Dr. Marco Buschmann (FDP) ist der neue Entwurf fürs Hinweisgeberschutzgesetz zustande gekommen.**

den Apotheker an und erhielt umgehend die fristlose Kündigung: Der Chef behauptete einfach, der Mitarbeiter habe heimlich Medikamente entwendet. Das war gelogen, wie sich später herausstellte. Das Landgericht (LG) Essen verurteilte den Apotheker 2018 zu einer Freiheitsstrafe von 12 Jahren wegen 14.537 Verstößen gegen das Arzneimittelgesetz sowie wegen gewerblichen Betrugs. Zudem verhängte es gegen ihn ein lebenslanges Berufsverbot. Der Bundesgerichtshof verwarf 2020 die Revision des Verurteilten.

## Gesetzgebungsmotor stottert

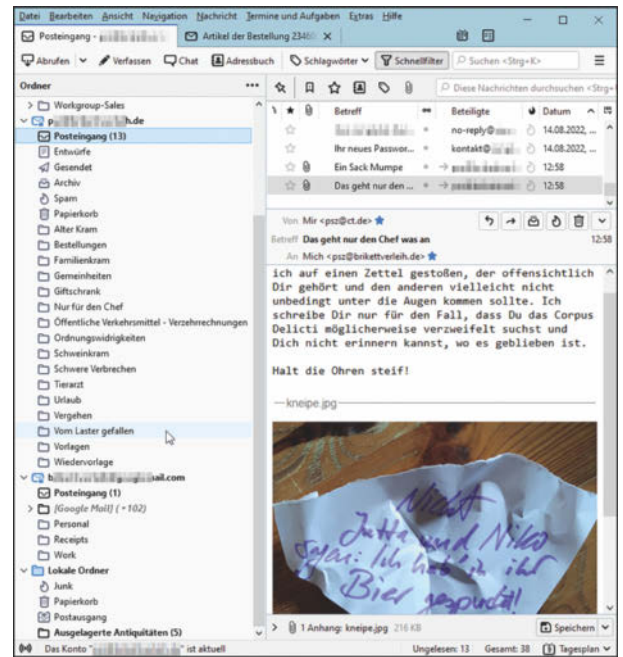
Bisher ist die Rechtslage für Whistleblower in Deutschland nach wie vor äußerst unbefriedigend [3]. Der deutsche Gesetzgeber hätte eigentlich die EU-Richtlinie 2019/1937 von 2019, die sogenannte Whistleblower-Richtlinie, bis zum 17.12. 2021 in innerstaatliches Recht umsetzen müssen. Diese sieht etwa vor, dass ein Hinweisgeber einen Missstand, der gegen EU-Recht verstößt, nicht zunächst intern seinem Arbeitgeber zu melden braucht: Artikel 10 erlaubt es ihm, sich direkt an die zuständige Behörde zu wenden. Die Sache publik machen darf ein Whistleblower allerdings auch nach der Richtlinie normalerweise nicht. Der Schutz, den sie für Hinweisgeber vorsieht, gilt nach Art 3 Abs. 3 zudem nicht, sobald es um Verschluss-sachen geht.

Ein Gesetz, das die Richtlinie in deutsches Recht hätte umsetzen sollen, kam im ersten Anlauf nicht zustande: Ein Referentenentwurf des damaligen Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz (BMJV) vom November 2020 scheiterte bereits im Bundeskabinett der großen Koalition. Es kam, was kommen musste: Die EU-Kommission leitete Anfang 2022 ein Vertragsverletzungsverfahren gegen Deutschland ein, da der nationale Gesetzgeber die Richtlinie nicht fristgerecht umgesetzt hatte.

Anschließend reichte das nunmehr FDP-geführte Bundesjustizministerium (BMJ) einen neuen Referentenentwurf für ein Hinweisgeberschutzgesetz (HinSchG) ein. Das Bundeskabinett der Ampelkoalition verabschiedete am 27. Juli 2022 den Regierungsentwurf dazu.

Wenn das Gesetz ungefleddert das Parlament passiert, kann es Whistleblowern in Deutschland tatsächlich mehr Schutz bieten als die Richtlinie. Es erfasst nämlich nach § 2 nicht bloß Hinweise auf Verstöße gegen EU-Recht. Darüber hinaus

**Dürfen Arbeitnehmer einen unbefugten Einblick in die E-Mails des Chefs ausnahmsweise dadurch rechtfertigen, dass sie schwere Rechtsverstöße aufdecken wollen? Das bleibt künftig wohl eine offene Streitfrage.**



kann es bei den offenzulegenden beziehungsweise zu meldenden Verstößen um eine Vielzahl deutscher Rechtsvorschriften gehen. Informationsgeber sind etwa dann geschützt, wenn ein Arbeitgeber sich strafbar macht (§ 2 Abs. 1 Nr. 1) oder sich einen Verstoß gegen bestimmte Arten bußgeldbewehrter Vorschriften leistet (§ 2 Abs. 1 Nr. 2): Diese müssen dem Schutz von Leib, Leben, Gesundheit oder Arbeitnehmerrechten dienen. § 2 Abs. 1 Nr. 3 bis 6 enthalten einen umfangreichen Katalog weiterer Verstöße, die ein Whistleblower unter dem Schutz des Gesetzes melden beziehungsweise offenlegen darf. Wer im IT-Bereich tätig ist, wird insbesondere bei § 2 Abs. 1 Nr. 3 o) bis q) aufhorchen: Hier geht es um Verstöße gegen Vorschriften zum Schutz von Privatsphäre und personenbezogenen Daten sowie zum Schutz der Sicherheit von Netz- und Informationssystemen.

So lang dieser Katalog auch ist: Der Anwendungsbereich des HinSchG umfasst eben nicht alle Verstöße gegen nationale Vorschriften. Obwohl leicht einzusehen ist, dass nicht jeder Parkverstoß Whistleblowing rechtfertigen soll, ist es für betroffene Arbeitnehmer schwierig, in dem unübersichtlichen Gesetzesabschnitt herauszufinden, ob sie Hinweisgeberschutz beanspruchen können, wenn sie ihren Arbeitgeber in Bezug auf einen konkreten Rechtsverstoß verpetzen wollen. Ebenfalls Anlass zum Zögern kann eine Einschränkung in § 9 Abs. 1 geben: Sie trifft Hinweisgeber, die grob fahrlässig unrichtige Informationen über Verstöße mel-

den. Wann genau grobe Fahrlässigkeit vorliegt, sagt die Vorschrift nicht.

Verschwiegenheits- und Geheimhaltungspflichten können dem Schutz von Whistleblowern zudem enge Grenzen setzen: Sobald es etwa um Vorgänge geht, die als Verschlussachen eingestuft sind, fällt normalerweise die Klappe. § 5 Abs. 2 Nr. 1 HinSchG erlaubt es lediglich, strafbewehrte Verstöße im Zusammenhang mit Angelegenheiten der untersten Geheimhaltungsstufe (Dokumente „nur für den Dienstgebrauch“) der zuständigen internen Meldestelle mitzuteilen. § 12 verpflichtet „Beschäftigungsgeber“, solche Meldestellen einzurichten.

## Fragezeichen

Ungewiss bleibt im vorliegenden HinSchG-Entwurf, inwieweit Whistleblower damit drohen dürfen, Missstände in Presse oder Onlinemedien zu veröffentlichen. Heiße Diskussionen wird es weiterhin auch darum geben, ob das vertrauenswidrige Durchsuchen eines Rechners oder E-Mail-Accounts ausnahmsweise gerechtfertigt sein kann. (psz@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] ArbG Hannover, Urteil vom 18.6.2020, Az. 2 Ca 486/18 (unveröffentlicht)
- [2] Niedersächsisches LAG, Urteil vom 16.3.2022, Az. 8 Sa 809/20 (unveröffentlicht)
- [3] Harald Büring, Helden oder Verräter?, Was Whistleblower dürfen und was nicht, c't 10/2021, S. 170: <https://heise.de/s/7Z5w>

**Entscheidungen und Gesetzestext:**  
[ct.de/y1ww](https://www.ct.de/y1ww)



# Tipps & Tricks

## Sie fragen – wir antworten!

### Energiekapazität einer USB-Powerbank

? Mein Smartphone hat einen Akku mit 4,5 Amperestunden (Ah), also 4500 mAh. Um mein Smartphone zweimal nachfüllen zu können, habe ich eine USB-Powerbank mit angeblich 10.000 mAh gekauft. Wieso reicht es trotzdem nicht für zwei Ladungen?

! Dafür kann es mehrere Ursachen geben und die einfachste ist Betrug: Manche Billiganbieter, die Powerbanks auf Handelsplattformen wie AliExpress, Amazon Marketplace oder eBay verkaufen, lügen das Blaue vom Himmel herab. Doch selbst wenn die in der Powerbank eingebauten Akkus tatsächlich 10 Ah (10.000 mAh) fassen, reicht das nicht unbedingt zum zweimaligen vollständigen Laden Ihres 4,5-Ah-Akkus. Denn zum einen sind Verluste im Spiel, zum anderen sagt die Angabe der Amperestunden alleine noch nichts über die nutzbare Energie aus. Wichtig sind noch die Spannungen der beteiligten Akkus und deren maximal zulässige Entladung.



Alles, was warm wird, vermindert den Wirkungsgrad. Bei Entladevorgängen von Powerbanks mit hohen Strömen bleiben die Akkuzellen selbst am kühls-ten (blau), die Ladeelektronik und die Spannungskonverter heizen sich da-gegen stärker auf (gelb, rot), am wärms-ten wird der Steckerkontakt links (weiß).

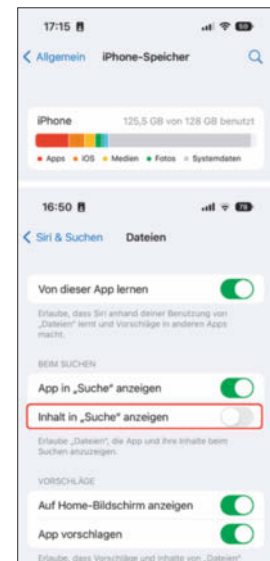
Fangen wir mit der Spannung an: In den meisten Smartphones stecken Lithium-Polymer-(LiPo-)Akkus mit 3,7 Volt Nennspannung. Multipliziert man diese mit der Kapazität von 4,5 Ah, kommen 16,65 Wattstunden (Wh) Energie heraus. Um diesen Akku komplett zu laden, ist aber mehr nötig, weil Verluste auftreten, einerseits im Akku selbst und andererseits bei der Umwandlung der eingespeisten Ladespannung in die Akkuspannung. USB-Ladebuchsen arbeiten mit 5 Volt, Schnellladefunktionen wie Quick Charge und USB Power Delivery (USB PD) mit bis zu 20 Volt. Nimmt man für jede Wandlung nur 5 Prozent Verlust an (beziehungsweise 95 Prozent Wirkungs-grad), sind zum Laden bereits 18,5 Wh nötig.

Eine Powerbank mit 3,7-Volt-Zellen und 10 Wh speichert zwar 37 Wh, liefert aber weniger. Denn die Spannung der Powerbank-Akkus muss zum Laden erst auf 5 Volt oder mehr hochgesetzt werden, wobei wiederum Verluste auftreten. Hinzu kommt der Innenwiderstand des Kabels zwischen Powerbank und Smartphone. Zudem verändert sich die Speicherfähigkeit der Akkus mit der Temperatur und durch Alterung.

Grob geschätzt sollten Sie eine Powerbank mit mindestens 20 Prozent höherer Kapazität kaufen, als sie für die Anzahl der gewünschten Ladungen benötigen. Und das gilt auch nur dann, wenn der Anbieter der Powerbank die Akkukapazität korrekt angibt. (ciw@ct.de)

### iPhone-Speicher läuft voll

? Nach dem Wechsel auf das neue iPhone 14 Pro wachsen unter iOS 16.0.1 die Systemdaten unaufhaltsam an, bis sie den ganzen Speicherplatz des iPhone blockieren. Wie kann ich den Platz wieder freiräumen?

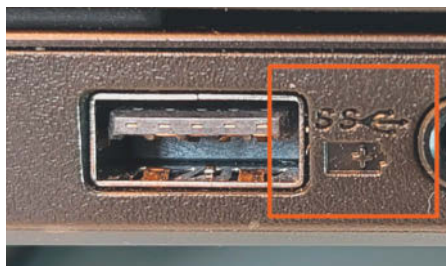


Durch die Indizierung der App-Inhalte kann der Speicher des iPhone volllaufen. Sie schalten die Funktion (oben rot umrandet) unter „Siri & Suchen“ ab.

! Die Größe der Systemdaten fragen Sie unter iOS in den Einstellungen unter „Allgemein/iPhone-Speicher“ ab. Scrollen Sie auf dem Bildschirm ganz runter. Wenn die Systemdaten deutlich größer als 10 GByte sind, sollten Sie handeln. Bei uns wuchsen die Systemdaten nach jedem Neustart des iPhone innerhalb von wenigen Stunden unaufhaltsam von etwas mehr als 10 GByte auf über 80 GByte an, bis der komplette Speicher belegt war.

Als Ursache machten wir die Suchen-Funktion von iOS aus. Diese indiziert im Hintergrund die Inhalte von Apps, damit sie bei einer systemweiten Suche in den Ergebnissen auftauchen. Die Indizierungen legt iOS im Speicher des iPhone ab, sodass die Systemdaten immer mehr Speicherplatz okkupieren.

Um eine außer Rand und Band laufende Indizierung zu bändigen, wechseln Sie in den iOS-Einstellungen zu „Siri & Suchen“ und scrollen runter zur Liste der



**Das kleine Batteriesymbol kennzeichnet eine USB-A-Buchse, die auch dann Strom liefert, wenn das Notebook schläft oder heruntergefahren ist.**

installierten Apps. Öffnen Sie jede App-Einstellung und deaktivieren dort „Inhalt in Suche anzeigen“. Anschließend starten Sie das iPhone neu, zum Beispiel indem Sie kurz hintereinander auf laut und leise und danach lang auf die Einschalttaste drücken.

Nach dem Neustart sollten die Systemdaten deutlich weniger als 10 GByte belegen. Nun können Sie die Inhaltssuche bei einzelnen Apps selektiv wieder einschalten. Achten Sie darauf, ob die Systemdaten anwachsen. Falls ja, schalten Sie die Inhaltssuche der entsprechenden App wieder aus. Besonders anfällig sind Apps, die mit großen Datenmengen hantieren wie Mail, Fotos, Dateien, Messenger und Browser. (hag@ct.de)

## Batteriesymbol an USB-A-Buchse

? In c't 19/2022 auf Seite 60 sind Batteriesymbole zu sehen, die USB-C-Ladefunktionen kennzeichnen. Neben einer USB-A-Buchse meines Lenovo-Notebooks finde ich jedoch ein anderes Batteriesymbol mit einem winzigen Pluszeichen – was soll das bedeuten?

! Das abgebildete Zeichen markiert eine USB-A-Buchse, die Strom liefern kann, auch wenn das Notebook abgeschaltet ist oder schläft. Diese Funktion namens „Always-On USB“ ist zum Laden von Smartphones und anderen Mobilgeräten gedacht. Sie lässt sich per BIOS-Setup (unter „Konfiguration“) ein- oder ausschalten, bei manchen ThinkPads auch mit der Windows-Software „Lenovo Vantage“. Wenn Sie an dieser Buchse ein Gerät aufladen, dann leert sich der Akku des Notebooks, sofern Sie kein Netzteil angeschlossen haben. (ciw@ct.de)

## VoIP an mehreren Orten gleichzeitig

? Ich möchte gerne einen VoIP-Anschluss abwechselnd in meinem Homeoffice und meinem Ferienhaus nutzen. Muss ich den Account dazu jedes Mal ab- und am neuen Standort wieder anmelden?

! Die meisten VoIP-Provider lassen die gleichzeitige Nutzung des Accounts an mehreren Standorten zu. Beschränkt ist üblicherweise nur die Zahl gleichzeitig führbarer Gespräche. Sie können Ihren VoIP-Account also gleichzeitig auf Routern oder VoIP-Telefonen im Homeoffice, im Ferienhaus und an weiteren Standorten aktivieren und wenn Sie möchten, noch parallel auf Ihrem Smartphone. Sie benötigen zur Einrichtung lediglich die Zugangsdaten des VoIP-Accounts.

Sobald jemand anruft, klingeln dann alle Telefone an allen Standorten. Der Anruf wird an dem Gerät beantwortet, das den Anruf zuerst entgegennimmt. Vorsicht also mit automatischen Geräten wie Anrufbeantwortern, die sich das Telefonat womöglich schnappen. Sie sollten in einer solchen Konfiguration am jeweils genutzten VoIP-Gerät die Funktion „busy on busy“ aktivieren, damit Anrufe, die eingehen, während Sie bereits ein Telefonat führen, mit einem Besetztzeichen abge-

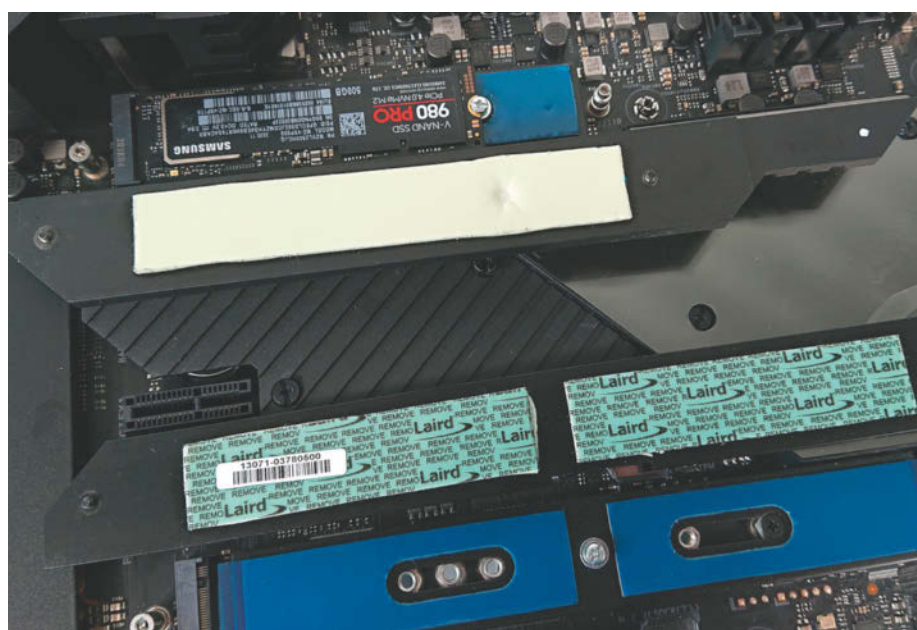
lehnt werden und nicht etwa nur unbemerkt anderenorts klingeln.

Etwas tricksen müssen Sie, wenn Sie einen VoIP-Anschluss der Telekom haben und an einem der Standorte den Internetanschluss eines anderen Anbieters dafür nutzen wollen. Die Telekom unterbindet die Nutzung aus fremden Netzen. Das lässt sich umgehen, indem Sie einen VPN-Tunnel zum Router am heimatlichen Telekom-Anschluss einrichten und den VoIP-Verkehr darüber leiten. (uma@ct.de)

## Wärmeleitpads für SSDs

? Meinem neuen Mainboard lag ein dünner, biegsamer Streifen bei, der ein bisschen an Kaugummi erinnert. Von der Größe passte er genau auf eine M.2-SSD. Auf beiden Seiten ist eine Folie drauf. Was ist das und wozu dient es?

! Das ist ein Wärmeleitpad, welches die von der SSD erzeugte Wärme besser an den Kühlkörper abführen soll – wahrscheinlich hat Ihr neues Mainboard mindestens einen M.2-Slot unter einem Aluminiumblech. Die Farbe des Pads spielt keine Rolle, es gibt sie jedoch in verschiedenen Stärken und Qualitäten. Gelegentlich findet man eine Angabe der Wärmeleitfähigkeit, je höher dieser Wert, desto besser leitet das Pad die Wärme ab (gängig sind Werte zwi-



Der „Kaugummistreifen“ (oben) soll die Wärme schneller M.2-SSDs an die Kühlkörper übertragen. Oft sind Schutzfolien aus dünnem Plastik angebracht (unten), die man vor Verwendung entfernen sollte.

schen 3,5 und 14 W/m · K). Die Dicke spielt ebenfalls eine Rolle: Je weniger Material die Wärme überwinden muss, desto besser.

Nach der Montage der M.2-SSD ziehen Sie die Folien ab und legen das Pad auf die SSD. Bevor Sie das Kühlblech festschrauben, sollten Sie schauen, ob es Kontakt zum Pad hat. Bei höher aufragenden SSDs kann es passieren, dass das Pad eigentlich zu dick ist. Der leichte Druck durch die Kühlblechschrauben presst es meist passend.

Ob die Montage eines Kühlers und damit eines Wärmeleitpads überhaupt notwendig ist, hängt von der SSD und der Nutzungsweise des PCs ab. PCIe-3.0-SSDs brauchen selten Kühlung, schnelle PCIe-4.0-SSDs können aber unter starker Belastung so heiß werden, dass sie Schreib- und Lesegeschwindigkeiten drosseln, um die Bauteile vor dem Hitzetod zu bewahren. Mit Tools wie CrystalDiskInfo, Hard Disk Sentinel oder den smartmontools (siehe ct.de/yn14) können Sie die Temperatur auslesen. Wenn sie häufig über 70 °C steigt, ist eine Kühlung sinnvoll.

(ll@ct.de)

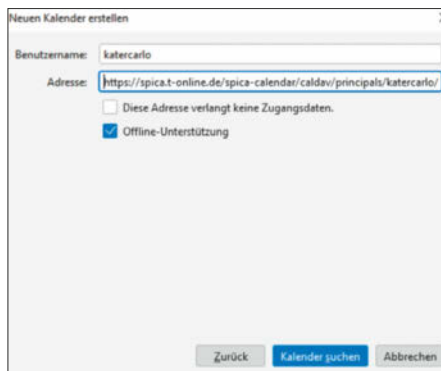
**SSD-Auslesetools:** [ct.de/yn14](https://ct.de/yn14)

## Thunderbird-Kalender mit T-Online-Konto nutzen

Um der US-Datenkrake Google zu entfliehen, pflege ich Online-Kalender in meinem T-Online-Account. Mit dem Update auf Thunderbird 102.x (unter Windows 11) funktionieren jedoch die zur Synchronisation nötigen Add-ons TbSync und „Provider für CalDAV & CardDAV“ nicht mehr. Gibt es Alternativen?

In unseren Versuchen mit Thunderbird 102.2.2 64-bit konnten wir einen Kalender auf den Servern von T-Online mit Bordmitteln der Thunderbird-Kalenderfunktion einbinden. Dazu muss man aber eine andere URL einstellen als die bisher von T-Online dokumentierte <https://spica.t-online.de/>, doch der Reihe nach.

In der linken Spalte der Kalenderansicht befindet sich der Abschnitt „Kalender“; dort klicken Sie auf das Pluszeichen rechts neben der Überschrift. Es erscheint der Assistent „Neuen Kalender erstellen“, wo Sie zunächst „Im Netzwerk“ wählen. Im folgenden Menü geben Sie unter Benutzernamen den Teil Ihrer T-Online-Mailadresse vor dem „@“-Zeichen ein,



### Die jüngste Thunderbird-Version synchronisiert Kalender auch mit einem T-Online-Account.

also im Beispiel „katercarloct@t-online.de“ nur „katercarloct“.

Als Adresse des Kalenders verwenden Sie „https://spica.t-online.de/spica-calendar/caldav/principals/katercarloct/calendars/USER\_CALENDAR-MAIN/“, wobei Sie wiederum „katercarloct“ durch Ihren T-Online-Benutzernamen ersetzen. Nach einem Klick auf „Kalender suchen“ folgt die Abfrage Ihres Anmeldepassworts. Dort sollten Sie erlauben, dass Thunderbird das Passwort speichert, weil Sie es sonst sehr häufig eintippen müssen. Schließlich sollte Ihr T-Online-Kalender – meistens unter dem von T-Online vorgegebenen Namen „Mein Kalender“ – in der linken Spalte der Kalenderansicht von Thunderbird erscheinen.

Voreingestellt ist die Synchronisation alle 30 Minuten. Nach einem Doppelklick auf „Mein Kalender“ können Sie diese Zeitspanne und andere Parameter des Kalenders verändern.

(ciw@ct.de)

## Pi-hole warnt wegen vielen Verbindungen

Ich habe Pi-hole so konfiguriert, dass mein Router Pi-hole befragt und ich somit nicht an der Client- oder Router-DHCP-Konfiguration fummeln muss. Nun klemmt allerdings die Namensauflösung sporadisch. In der Weboberfläche taucht die Warnung „Maximum number of concurrent DNS queries reached“ auf. Ist das empfohlene Ausschalten der Limits nicht kritisch?

Das Deaktivieren des Rate-Limiting kann in solchen Szenarien die einzig sinnvolle Einstellung sein. Oft genügt schon ein Gerät, das beim Starten viele

DNS-Anfragen auslöst. Da bei der von Ihnen gewählten Konfiguration Pi-hole als DNS-Client nur den Router sieht, passiert das bei mehreren im Netz laufenden Geräten sehr schnell. Setzen Sie kurzerhand beide Werte auf 0, dann drosselt Pi-hole eingehende Namensanfragen nicht mehr.

(ps@ct.de)

## Unerklärliche Spielabstürze


Das Spiel Shadow of the Tomb Raider stürzt auf meinem Windows-11-System häufig ab und ich lande wieder auf dem Desktop. Einen Hardware-Defekt kann ich nahezu ausschließen, auch Temperaturen und Netzteilleistung sind im grünen Bereich. Was kann die Ursache sein?

Dieses Problem trat auch im c't-Labor auf. Wir haben uns durch nahezu sämtliche passenden Hardware-Komponenten aus dem Bestand gewühlt und außer dem Prozessor auch Speicher, SSD und Netzteil getauscht sowie mehrfach Windows frisch installiert. Am Ende war ein kleines Audio-Utility von Nahimic für die Abstürze verantwortlich, dessen Treiber im Audio-Treiberpaket des Mainboardherstellers (in unserem Fall Asus) enthalten war: der „Sonic Studio Virtual Mixer“.

Um die Abstürze zu beheben, genügt es, den Treiber via Windows-11-Gerätemanager stillzulegen. Den Gerätemanager erreichen Sie am schnellsten über die Tastenkombination Win+X für das Kontextmenü des Windows-Startknopfes und dann G für Gerätemanager. Dort finden Sie den Sonic Studio Virtual Mixer unter „Audio, Video und Gamecontroller“. Per Rechtsklick auf den Eintrag öffnen Sie dessen Kontextmenü und wählen den Befehl „Gerät deaktivieren“.

(csp@ct.de)

Fragen richten Sie bitte an

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

 [c't Magazin](https://www.facebook.com/ctmagazin)

 [@ctmagazin](https://twitter.com/ctmagazin)

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter [www.ct.de/hotline](https://www.ct.de/hotline).





Brigitte Hagedorn  
**Podcasting**

Schritt für Schritt zum eigenen Podcast

mitp, Frechen 2022 (3. Aufl.)  
ISBN 978-3747505083  
248 Seiten, 20 €  
(als Bundle mit PDF-/Epub-E-Book  
beim Verlag: 23 €;  
PDF-/Epub-/Kindle-E-Book allein:  
20 €)

## Rundschlag für Podcast-Novizen

**Eigene Hörbeiträge auf den Plattformen von Apple und Google sowie bei Spotify unterzubringen, ist eine reizvolle Sache. Die erfahrene Hörfunkjournalistin und Podcasterin Brigitte Hagedorn vermittelt insbesondere Neulingen vielfältiges Know-how rund um Technik, Konzeption und Vermarktung.**

Wer gesprochene Kommentare, launige Dialoge oder Audio-Reportagen online zu Gehör bringen will, muss sich einer übermächtigen Konkurrenz von Profi-Produzenten stellen. Um nicht ungehört zu bleiben, geht man zielgerichtet vor. Das beginnt beim Konzept: Es geht etwa um Zielgruppen, zugkräftige Themen und Alleinstellungsmerkmale.

Neben der audiogerechten redaktionellen Aufbereitung der Themen und Details will Sprechtempo, -rhythmus und Stimmlage verdient nicht zuletzt die Aufnahmetechnik einige Aufmerksamkeit: Ein geeignetes Sprechermikrofon muss her, taugliche Hard- und Software zum Abmischen, Filtern, Schneiden und Komprimieren ist nötig. Nicht zuletzt die Akustik des Sprechplatzes will optimiert werden. All diesen Aufwand wird zumindest derjenige treiben, der auf Werbeeinnahmen bei seiner Podcast-Veröffentlichung hofft. Und schließlich stellen sich noch viele Fragen in Bezug darauf, wie man die eigenen Hörbeiträge auf Plattformen platziert, wie man sie bekannt macht und wie man das eigene Angebot gegebenenfalls monetarisiert. Schon die Vernetzung mit Social-Media-Akteuren und relevanten Bloggern kann eine entscheidende Rolle spielen.

All diese Aspekte und noch viele mehr kommen in Brigitte Hagedorns Buch vor. Die dritte Auflage berücksichtigt aktuelle Entwicklungen. Bei Audacity, dem Gratis-Schnittwerkzeug ihrer Wahl, setzt die Autorin Version 3.1 voraus. Überhaupt ist sie bestrebt, hoffnungsvollen Podcastern mit kleinem Budget kostenlos nutzbare oder zumindest preisgünstige Optionen vorzuschlagen.

Hagedorn versäumt es auch nicht, auf häufige Anfängerfehler hinzuweisen: Die Gruselvorgeschichte beginnt bei schlecht geführten Interviews und endet bei abmahnträchtigen Rechtsverstößen. Viele Kapitel des Buches enden mit Interviews: Dabei kommen mehr oder minder reichweitenstarke Podcaster zu Wort. Die aufgeworfenen Fragen sind allemal nachdenkenswert. Schon deswegen empfiehlt es sich, das Buch komplett durchzuarbeiten und nicht nur zum punktuellen Nachschlagen zu nutzen.

(Tam Hanna/psz@ct.de)

## Mal eben etwas zum Laufen kriegen

**PHP mit MySQL ist nach wie vor ein Brot-und-Butter-Werkzeug für datenbankorientierte Webanwendungen. Jon Ducketts Praxisbuch zeigt, dass sich dynamische Websites effizient und schnell damit bauen lassen.**

Auch wenn Python derzeit für Web-Anwendungen vielfach erste Wahl ist, eignet sich das quelloffene Gespann aus der Skriptsprache PHP und dem relationalen Datenbanksystem MySQL weiterhin sehr gut, um schnell kleinere bis mittlere Webprojekte und -dienste zu entwickeln. Jon Duckett hat viel Erfahrung damit. Sein Buch wendet sich an Einsteiger. Wer von der Lektüre profitieren will, braucht lediglich HTML und CSS zu kennen.

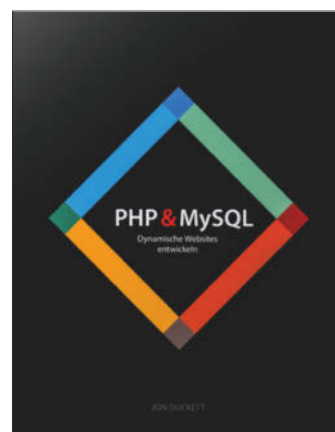
Nachdem der Autor ausführlich die Grundlagen beschrieben und Kontrollstrukturen, Datentypen sowie Funktionen vorgestellt hat, erklärt er sogar die objektorientierte Programmierung mit PHP. Alle Konstrukte bettet er in Beispiel-Webseiten ein. Dabei nutzt er Eigenschaften der aktuellen PHP-Version 8.

Die Webprojekte werden schrittweise komplexer. Sobald Formulare ins Spiel kommen, brauchen die Demo-Anwendungen eine Datenbank. Bei dieser Gelegenheit beschreibt Duckett die Grundlagen relationaler Datenbanksysteme und der Abfragesprache SQL anhand von MySQL. Dabei geht er ebenso einsteigerfreundlich vor wie bei PHP.

Am Schluss hat Duckett ein rudimentäres CMS zusammengebaut, das eine Upload-Funktion für Bilder anbietet und E-Mails versenden kann. Er findet sogar noch genug Raum, um die erste Version der Anwendung einem ordentlichen Refactoring zu unterziehen. Außer der Codequalität liegt ihm besonders die Sicherheit am Herzen. Unter anderem zeigt er, wie man XSS-Attacken verhindert und Passwörter sicher speichert.

Abgesehen von einer Template-Engine nutzt der Autor keine nennenswerten Bibliotheken oder Frameworks. Das macht sein Buch einigermaßen zeitlos. Dass Duckett nicht nur Programmierlehrer, sondern auch Webdesigner ist, merkt man dem Buch deutlich an. Es hat ein frisches, an Webseiten orientiertes Erscheinungsbild und setzt Farben sinnvoll und gezielt ein. Sämtliche Informationen präsentiert es in mundgerechten Ein- bis Zweiseiterhäppchen. Sogar den ziemlich umfangreichen Referenzteil hat Duckett in solche Portionen gegliedert. Dort stellt er unter anderem reguläre Ausdrücke sowie die wichtigsten String- und Dateifunktionen vor.

(Maik Schmidt/psz@ct.de)



Jon Duckett  
**PHP & MySQL**

Dynamische Websites entwickeln

Wiley-VCH, Weinheim 2022  
ISBN 978-3527760701  
688 Seiten, 45 €



# MS-Office: Gesperrte VBA-Makros

**Nach längerem Hin und Her [1] hat Microsoft nun doch einen rigorosen Makroschutz für Office-Dateien aus dem Internet oder Mail-Anhängen aktiviert – und damit einige Fragen aufgeworfen.**

Von Stefan Wischner

## Condition Red

**?** Wie äußert sich die Makro-Blockade?

**!** Wenn Sie versuchen, ein Office-Dokument (z. B. DOCM, DOC, XLSM) oder eine Vorlagendatei zu öffnen, die aus einer nicht vertrauenswürdigen Quelle wie dem Web oder einem Mailanhang stammt und zudem mindestens ein VBA-Makro enthält, erscheint zwischen Symbolleiste und Arbeitsbereich des zugehörigen Office-Programms eine rot hinterlegte Warnmeldung, dass alle enthaltenen Makros deaktiviert sind, weil sie aus einer nicht vertrauenswürdigen Quelle stammen.

## Ein alter Hut?

**?** Aber eine solche Meldung gab es doch vorher auch schon. Was ist daran neu?

**!** Richtig, eine Makrowarnung für Office-Dateien, die Sie aus dem Netz heruntergeladen oder aus einem Mailanhang gespeichert haben, gibt es schon länger. Jedoch stand die auf gelbem Hintergrund und Sie konnten sie mit einem Bestätigungsklick überspringen – und

Datei und Makros danach problemlos öffnen. Die neue Makrosperre in Rot enthält zwar auch eine Schaltfläche zum Anklicken („Weitere Informationen“); die führt aber nur zu einer erklärenden Webseite von Microsoft.

## Nur für Office unter Windows

**?** Welche Office-Versionen sind betroffen?

**!** Bislang greift der Makroschutz nur in Microsoft Office für Windows, und zwar – je nach Update-Kanal – ab Version 2203 (Aktueller Vorschaukanal) respektive 2206 (Aktueller Kanal). Wie bei Microsoft-Produkten üblich wird das Update nach und nach ausgerollt; es kommt also nicht bei allen Nutzern zum gleichen Zeitpunkt an. Enterprise-Versionen sind je nach Updatefrequenz etwas später dran. Nicht betroffen sind Office für macOS, die Browserversionen (Office Online), Office für Android und iOS. Wann Microsoft den Schutz auch für ältere und Einmalkauf-Office-Versionen (Office 2016, 2019, 2021) scharf schaltet, ist unklar. Angekündigt ist es jedenfalls.

## Mark of the Web

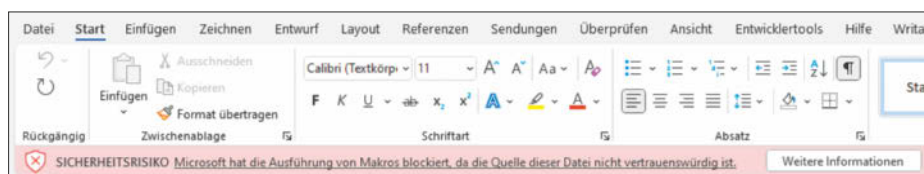
**?** Woher weiß Office, dass eine Datei aus dem Internet oder einem Mailanhang stammt?

**!** Im NTFS-Dateisystem gibt es zu jeder Datei optionale zusätzliche Datensätze. Einer dieser sogenannten Alternativen Data Streams (Zone.Identifier) hält die Quelle einer Datei fest. Diese Kennzeichnung setzen Browser beim Download und Mailprogramme beim Speichern eines Dateianhangs, sie nennt sich auch Mark of the Web (MOTW). Office-Programme wie Word prüfen auf das MOTW und aktivieren gegebenenfalls den Makroschutz.

## Schutz aufheben

**?** Wie hebe ich den Makroschutz einer Datei wieder auf?

**!** Klicken Sie die betroffene Datei im Windows-Explorer mit der rechten Maustaste an – hängt sie an einer Mail, speichern Sie sie zuvor in einen Ordner Ihrer Wahl. Wählen Sie aus dem Kontextmenü „Eigenschaften“. Auf der Registerkarte „Allgemein“ des folgenden Dialogs steht unten der Hinweis „Diese Datei stammt von einem anderen Computer. Der Zugriff wurde aus Sicherheitsgründen eventuell blockiert“. Setzen Sie das Häkchen rechts von dem Hinweis beim Kästchen „Zulassen“. Der Hinweis verschwindet und die Datei kann mit Makros geöffnet werden. Die MOTW-Kennzeichnung wird dabei aus der Datei entfernt.



**Bei heruntergeladenen oder per Mail empfangenen Office-Dateien weist eine rot hinterlegte Warnung auf die deaktivierten Makros hin.**

## Sichere Speicherorte

? Gibt es auch noch eine andere Methode?

! Ja. Sie können die Datei in einem Ordner speichern, den Sie zuvor zum vertrauenswürdigen Speicherort erklärt haben. Klicken Sie dazu im Office-Programm auf „Datei/Optionen/Trust Center/Einstellungen für das Trust Center...“ und wählen links „Vertrauenswürdige Speicherorte“. Klicken Sie auf „Neuen Speicherort hinzufügen...“, geben im folgenden Dialog einen Speicherpfad an und aktivieren Sie optional „Unterordner dieses Speicherorts sind ebenfalls vertrauenswürdige“. Nachdem Sie alle Dialoge mit „OK“ geschlossen haben, können Sie künftig heruntergeladene oder per Mail empfangene Office-Dateien im betreffenden Ordner speichern und dadurch den Schutz automatisch deaktivieren. Die MOTW-Kennung wird dabei nicht entfernt, sondern von Office nur ignoriert. Eine Kopie der Datei aus dem betreffenden Speicherort löst also wieder die Makrosperre aus – auch, wenn Sie sie nicht über das Internet verschicken.

Speichern Sie die Datei jedoch auf einem Datenträger, der nicht mit NTFS formatiert ist, also zum Beispiel einem USB-Stick im FAT- oder FAT32-Format, wird MOTW entfernt und so der Schutz dauerhaft abgeschaltet.

## Server des Vertrauens

? Kann man Office-Dateien von einem bekannten Server oder dem Intranet generell von der Makrosperre ausnehmen?

! Ja. Dazu müssen Sie den oder die betreffenden Serveradressen in der Systemsteuerung unter „Internetoptionen/Sicherheit“ entweder der Zone „Lokales Intranet“ oder „Vertrauenswürdige Sites“ hinzufügen. Klicken Sie auf „Sites“, beim lokalen Intranet zusätzlich noch auf „Erweitert“ und tragen im Feld „Diese Webseite zur Zone hinzufügen“ die vertrauenswürdige Adresse ein. Um unverschlüsselte Quellen („http://“) zu erlauben, entfernen Sie das Häkchen bei „Für Sites dieser Zone ist eine Serverüberprüfung (https:) erforderlich“.

# Es gibt 10 Arten von Menschen. iX-Leser und die anderen.



## Jetzt Mini-Abo testen:

3 digitale Ausgaben + Bluetooth-Tastatur nur **19,35 €**

[www.iX.de/digital-testen](http://www.iX.de/digital-testen)



[www.iX.de/digital-testen](http://www.iX.de/digital-testen)



[leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de)



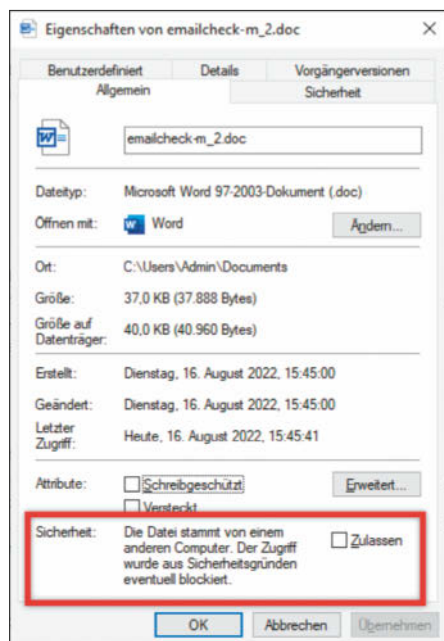
49 (0)541 800 09 120



## Fragwürdige Schutzwirkung

? Wenn es so viele und einfache Möglichkeiten gibt, den Schutz zu umgehen, wo liegt dann der Sicherheitsgewinn der neuen Funktion?

! Microsoft steckt in einer Zwickmühle. Bei vielen Anwendern – häufig in Unternehmen – sind VBA-Makros wichtiger Bestandteil komplexer Workflows. Eine komplette Sperre käme einer Sabotage gleich. Die Entwickler wagen es vermutlich aus diesem Grund nicht, VBA komplett abzuschalten oder die Sprache so zu verändern, dass Makros zum Beispiel nur noch Zugriff auf Office-Objekte haben und keine externen Programme starten oder externe Libraries nutzen können. Die neue Blockadefunktion legt nur die Latte etwas höher, die Nutzer überspringen müssen, bevor sie Makros starten können. Besonders hoch ist sie aber immer noch nicht.



Die Makrosperre einer einzelnen Datei heben Sie auf, indem Sie im Explorer-Eigenschaften-Dialog der betreffenden Datei den Schalter „Zulassen“ setzen.

## OneDrive und Teams

? Was ist mit Office-Dateien auf OneDrive, SharePoint oder in Teams?

! Ob die Datei die MOTW-Kennung bekommt und Makros somit blockiert werden, hängt vor allem davon ab, wie Sie die Datei aus der Microsoft-Cloud auf

Ihren Rechner bekommen. Laden Sie sie zum Beispiel von OneDrive oder OneDrive for Business per Browser herunter, gelten die Zoneneinstellungen in der Systemsteuerung unter „Internetoptionen/Sicherheit“. Standardmäßig wird MOTW gesetzt. Nutzen Sie hingegen den OneDrive-Client für Windows und lassen die Datei automatisch synchronisieren, wird die Markierung nicht gesetzt; Makros sind aktiv. Dasselbe gilt, wenn Sie die Datei aus der Webversion eines Office-Programms oder Teams mit „In der App öffnen“ beziehungsweise „In Desktop-App öffnen“ in ein lokales Office-Programm laden.

## Testmail von heise.de

? Ich habe gerade keine Office-Datei mit Makros zur Hand. Wie kann ich testen, ob die Sperre in meinem Office schon aktiv ist?

! Lassen Sie sich von heise.de eine Testmail mit einer Word-Datei (DOC) schicken, die ein harmloses Autostart-Makro enthält. Dazu geben Sie auf [heise.de/s/5bYv](https://heise.de/s/5bYv) eine Mailadresse an, an die die Datei geschickt werden soll. Sie erhalten zunächst eine Nachricht mit einem Bestätigungslink. Der führt Sie auf eine Webseite, wo Sie die Testmail anfordern können. Wenn Sie die Mail erhalten haben, öffnen Sie die DOC-Datei im Anhang. Ist der Makroschutz aktiv, erscheint die rot hinterlegte Warnung in Word. Die können Sie zwar mit einem Klick auf das „x“ ganz rechts entfernen; das enthaltene Makro bleibt dennoch deaktiviert. Ist der Makroschutz hingegen nicht aktiv, erscheint nur eine gelbe Warnung mit der Schaltfläche „Bearbeitung aktivieren“. Ein Klick darauf startet das Makro, das sich mit einem Dialog („Achtung! Makro wurde ausgeführt!“) meldet.

## MOTW-Forensik

? Gibt es außer den Dateieigenschaften im Explorer noch eine andere Methode, um herauszufinden, ob bei einer Datei das MOTW-Attribut gesetzt ist?

! Die Dateien enthalten einen Alternate Data Stream (ADS) namens „Zone.Identifier“. Das ist ein Datensatz mit Informationen über die Herkunft der Datei, unter anderem der ID der Herkunftszone.

0 steht dabei für den eigenen Computer, 1 für das Intranet, 2 für vertrauenswürdige Speicherorte, 3 für das Internet/Mail und 4 für gesperrte Zonen. Falls ein Zone.Identifier in einer Datei vorhanden ist (das prüft zum Beispiel der Kommandozeilenbefehl `Dir /r`), können Sie ihn per Eingabeaufforderung mit folgendem Befehl auslesen:

```
notepad <Dateiname>:Zone.Identifier
```

<Dateiname> ersetzen Sie durch den Pfad und Namen der zu untersuchenden Datei. Es öffnet sich der Windows-Editor, der unter der Überschrift [ZoneTransfer] zum Beispiel ZoneID=3 zeigt. In diesem Fall stammt die Datei aus dem Internet.

Das geht auch mit der PowerShell und direkter Ausgabe im Konsolenfenster mit dem Befehl

```
Get-Content -path <Dateiname> -stream &Zone.Identifier
```

## Die Zip-Lücke

? Und was ist mit Office-Dateien in einem Zip-Archiv?

! Eine heruntergeladene oder aus einem Mailanhang gespeicherte Zip-Datei erhält zwar die MOTW-Markierung – die darin enthaltenen Office-Dateien jedoch in der Regel nicht. Der Zip-Mechanismus des Windows-Explorers erkennt das MOTW jedoch in der Archivdatei und setzt es beim Auspacken auch in den enthaltenen Dateien, sogar zusammen mit der Angabe der ursprünglichen Zip-Datei. Letztere lässt sich mit dem PowerShell-Kommando aus der vorherigen Frage auslesen.

Gängige Packprogramme unterstützen hingegen keine NTFS-Streams; Makros in der ausgepackten Office-Datei werden also ungehindert ausgeführt. Eine Ausnahme bildet 7-Zip: Ab der Version 22 können Sie unter „Extras/Optionen.../7-Zip“ die Behandlung von MOTW einstellen. Stellen Sie „Propagate Zone.Id Stream“ auf „Ja“ oder auf „For Office files“, um die MOTW-Kennung auch bei ausgepackten Dateien zu setzen, wenn es in der ursprünglichen Zip-Datei aktiv ist.

(swi@ct.de)

## Literatur

- [1] Jürgen Schmidt, Microsoft rudert beim Makroschutz für Office-Nutzer zurück: <https://heise.de/s/xgQm>



# » Continuous Lifecycle »

## [Container] Conf

Die Konferenzen für Continuous Delivery, DevOps, Containerisierung und Developer Experience

15. – 17. November 2022  
in Mannheim

### Endlich wieder vor Ort

**Continuous Delivery, DevOps und Containertechniken** sind fest etabliert in der zeitgemäßen professionellen Softwareentwicklung – unterliegen aber ständigem Wandel. **Developer Experience** und eine optimal integrierte Developer-Plattform werden zu entscheidenden Faktoren für die erfolgreiche Umsetzung in der Praxis. Continuous Lifecycle und ContainerConf halten Sie mit regelmäßigen Updates erfahrener Expert:innen auf dem Laufenden.

Das Programm bietet Vorträge zu folgenden Themen:

- ✓ Continuous Integration & Continuous Delivery
- ✓ DevOps, Dev(Sec)Ops, GitOps, AIOps, FinOps
- ✓ Containerisierung, Kubernetes
- ✓ Infrastructure as Code
- ✓ Softwarearchitektur
- ✓ Teamwork & Weiterentwicklung

Jetzt  
Tickets  
sichern!

Jetzt anmelden: [www.continuouslifecycle.de](http://www.continuouslifecycle.de)

Gold-Sponsoren



Silber-Sponsoren

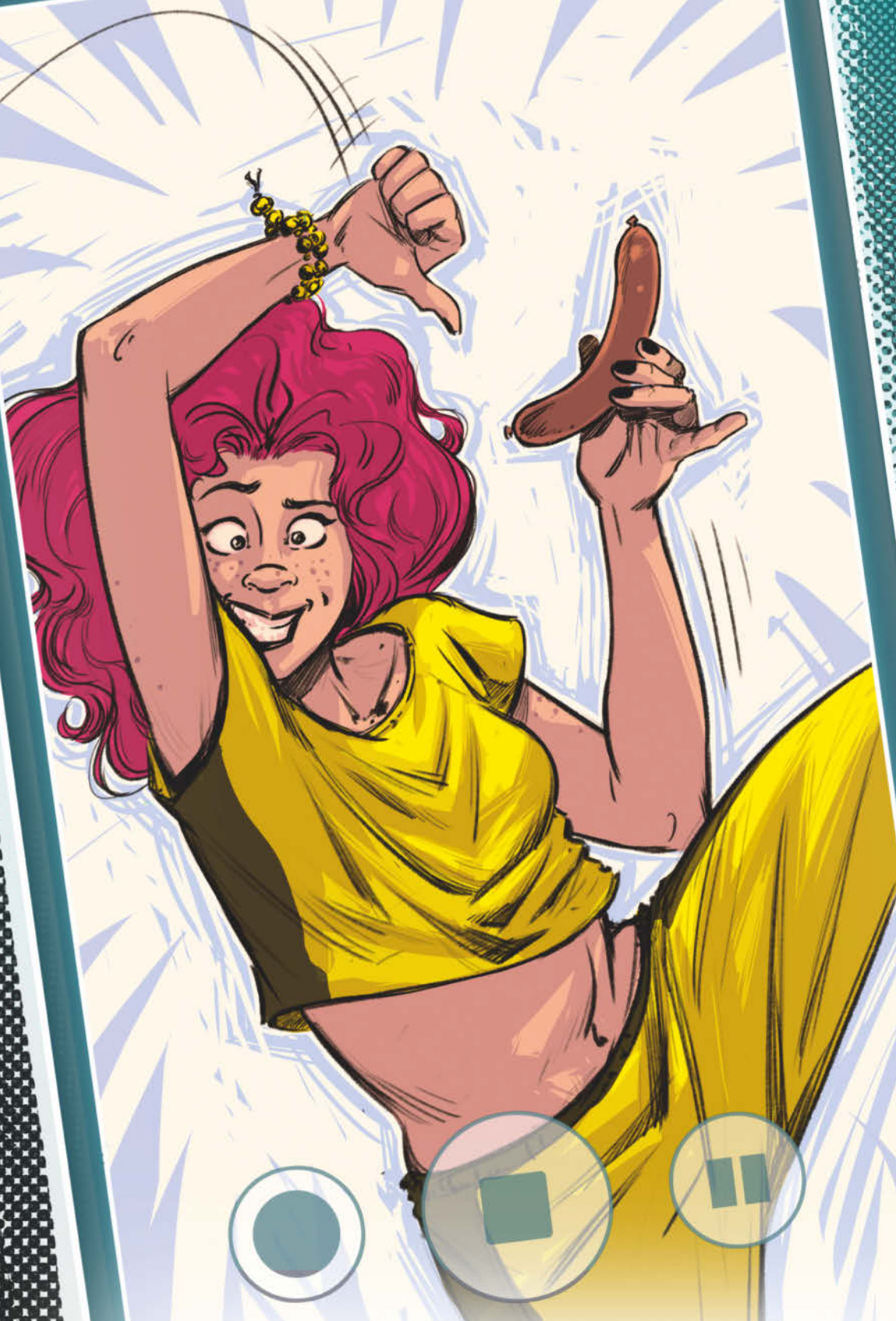


Veranstalter





00:08





# EINE BRÜHEND HEISSE CHALLENGE

VON BARBARA SCHWARZ

**S**chuld ist meine Nichte – was niemanden überraschen wird, der unsere Familie kennt. Damit will ich nicht etwa sagen, dass meine Schwester, Elisabeth heißt sie, eine schlechte Mutter wäre. Im Gegenteil! Sie hat alles richtig gemacht: als Erste in der Familie studiert, ein paar Jahre gearbeitet und dann den Erben einer Anwaltskanzlei geheiratet. Sie und ihr Mann können meiner Nichte wirklich viel bieten: eine Villa mit Pool, Feriencamps, Klavier-, Reit- und Tennisstunden.

Bitte nicht falsch verstehen, Neid und Eifersucht liegen mir fern. Ich bin Onkel Uwe, der Gutmütige, der stets auf „Leben und leben lassen“ programmiert gewesen ist. Sicher, der Imbiss, den ich von unseren Eltern übernommen habe, kann mit so einer florierenden Kanzlei nicht mithalten, aber was macht das schon?

Ich bin mit meinem Leben recht zufrieden. War, sollte ich sagen. Ich *war* mit meinem Leben recht zufrieden. Meine Schwester und ihr Mann – er heißt übrigens Wolf, kein böser Wolf, sondern ein guter, haha – hatten mich stets unterstützt. Wolf hatte mich sogar mal zum Freundschaftspreis anwaltlich beraten, als dieser Bäcker aus der Kleinstadt gemeint hatte, die Wurst auf meinem Schild mit den nach unten geneigten Zipfeln sähe seinem Croissant allzu ähnlich.

Wo war ich? Ach ja. Meine Nichte ist an allem schuld. Alice. Sie hatte in einem ihrer Camps erfahren, wie man In-flu-en-cer würde, und wollte mir das nun erklären. Was mich ein bisschen wunderte, für Alice war ich nämlich ein verschrobener alter Kauz, der hinterm Mond lebte, wo der Mobilfunkempfang ausgesprochen mies war. Sie und ihre Freundinnen fanden es total witzig, dass ich meine Bankgeschäfte tatsächlich noch in der Bankfiliale erledigte und meine Zeitungen „offline“ am Kiosk kaufte. Noch dazu kommunizierte ich in ganzen Sätzen und das auf Deutsch, während Alice überall mit „Hashtags“, „Memes“ und Abkürzungen zu jonglieren pflegte.

**Alt und Jung lebten schon immer in unterschiedlichen Welten – soweit man überlieferten Schriftzeugnissen glauben kann. Ältere Generationen täten allerdings bisweilen gut daran, sich Lebenswichtiges vom Nachwuchs abzuschauen. Das gilt umso mehr, je schneller digitaltechnische Kulturumbrüche einander jagen.**

Influencer, erklärte mir Alice, seien Leute, die etwas hätten und anderen Leuten davon erzählen würden, damit diese es auch haben wollten. So etwas wie Werbefachleute, erschien mir, nur dass Influencer wohl nichts gelernt zu haben brauchten.

Zum Beispiel: „Guck, Onkel Uwe! Sina von *Sinas Schminktipp*s hat ein Foto dieser total süßen Tasche von *Kometenbaby* gepostet, oh my god, ist die niedlich! Haben muss!“ Sie klickte auf ihrem Mobiltelefon herum und fügte die Tasche ihrer Wunschliste hinzu. Sie wissen schon, ihrer Wunschliste im Internet. Ich kenne so was nur, weil Elisabeth meistens sehr gestresst war, wenn ich sie fragte, was sich Alice denn zu Weihnachten oder zum Geburtstag wünschte. „Steht alles auf der Liste“, kriegte ich dann zu hören.

**MEINE NICHT BRACHTE DIE GLORREICHE IDEE AUF, SIE MIT IHREN ACHT KA-FOLLOWERN KÖNNTE DOCH FÜR MEINEN IMBISS WERBEN.**

„Oder guck – ooooooh! *Prinzessin Pipo* empfiehlt ihren Followern *Summer Dream Body Wash* mit dem luxuriösen Duft nach Orangenblüten und Bambus. Und hach, wie süß!

Sie trägt einen Bikini!“ Geklickt und schon hinzugefügt. Dass meine Nichte sogar eine Prinzessin zu ihrem Freundeskreis zählte, wunderte mich. Ein Blick auf das Foto klärte mich aber auf. *Prinzessin Pipa* war ein Schoßhündchen. Das für Duschgel warb und das jemand für dieses Bild tatsächlich in einen pinkfarbenen Bikini gezwängt hatte.

Nun schwante mir, warum Alice sich die Mühe machte, ihrem vertrottelten Onkel das alles zu erklären. „Sollte ich mir einen Hund suchen, der für meinen Imbiss wirbt?“, überlegte ich laut. Was nicht so abwegig gewesen wäre; Hunde fraßen bestimmt lieber Wurst, als dass sie gebadet wurden. „Einer meiner Stammkunden hat einen Schäfermischling. Der mag meine Würste. Der Hund, meine ich. Nur der Senf schmeckt ihm nicht.“

Alice rümpfte ihr Näschen. „Onkel Uwe, nein! Du brauchst jemanden, der gut aussieht und viele Follower hat.“ Wenn Sina mit ihren neunhundert oder Prinzessin Pipa mit ihren achthundert Ka-Followern Fotos von Taschen oder Duschgel posteten, erklärte sie mir weiter, kriegten die beiden dafür vom Taschen- beziehungsweise vom Duschgelhersteller sogar was bezahlt. Und meine Nichte brachte nun die glorreiche Idee auf, sie mit ihren acht Ka-Followern könnte doch für meinen Imbiss werben. Wohin das führen würde, hätte ich ahnen sollen.

Ich gebe zu, ich war skeptisch. Acht Ka-Follower, was auch immer das wäre, schienen mir jetzt nicht so wahnsinnig viel zu sein. Acht Paar Würste verkaufte ich normalerweise in einer halben Stunde. Da klärten mich Alice und ihr Vater, also mein Schwager, erst mal auf, dass das Ka für „Tausend“ stünde, es wären somit achttausend Paar Würste.

„Maximal“, schwächte Wolf ab. „Man müsste sich angucken, wie viele der Follower in einem angemessenen Radius um deinen Imbiss wohnen oder arbeiten.“

„Aber manche werden mehr als ein Paar Würste kaufen!“, warf Alice freudig ein.

Mir kam das noch immer seltsam vor. Ich kaufte Würste, weil sie mir schmeckten oder aus beruflichem Interesse, nicht weil andere Leute auch welche aßen. „Du siehst das völlig falsch“, widersprach mir Alice. „Es geht um Per-so-nal Branding. Wenn die Leute sehen, wie ich deine Würste esse, wollen sie die Würste, weil sie so sein wollen wie ich.“

„Indem sie meine Würste essen?“

„Ja! Guck mal: Das ist Sina.“ Sie zeigte mir einen blonden Teenie in einem knappen Tanktop, auf dem in Glitzerschrift ihr Name stand. So ein T-Shirt hatte ich auch, kein Tanktop natürlich und auch nicht mit Glitzer, nur schlichtes Schwarz, darauf in weißen Blockbuchstaben meinen Namen und als Grafik meine Wurst mit den nach unten geneigten Zipfeln. Ich hatte es zum 50-jährigen Jubiläum des Imbisses getragen und war damit sogar in die Lokalpresse gekommen, zwar nur verschwommen im Hintergrund eines Polizeieinsatzes im Park, aber immerhin. Der Fleischer hatte mich gleich erkannt.

„Sie ist ein Superstar“, schwärmte mir Alice nun von Sina vor. „Sie scheffelt unendlich viel Kohle, hat einen heißen Freund ...“ Ein Seufzer entfuhr ihr, während sie sich durch die Postings klickte. „Sie wird dafür bezahlt, dass sie zwei Wochen an einem Strand abhängt und Cocktails schlürft! Wenn ich auch so reine Haut hätte ... – Welche Creme sie bloß benutzt? Ach, da steht es ja: Wollt ihr das Geheimnis

meiner reinen Haut wissen?“ las sie vor. „Ich verrate es euch – aber pst, nicht weitersagen! LaVive Deluxe heißt meine neue beste Freundin. Hier ist der Link.“ Und klick und hinzugefügt. Sie seufzte wieder.

„Willst du wirklich sein wie diese Sina?“, versuchte ich sie zu trösten. „Du kennst sie doch nicht persönlich. Vielleicht ist sie gar nicht so nett, wie sie tut.“

Alice rollte die Augen. „Guck sie dir bloß an! ‚Mein Lebensmotto lautet: Innere Schönheit spiegelt sich nach außen‘“, las sie vor. „Außerdem ist sie mit Je-Go zusammen und glaubst du ernsthaft, der würde sich für sie interessieren, wenn es bei ihr cringen würde?“

Da ich nicht wusste, was ein Je-Go war, geschweige denn wofür dieser sich interessierte, lenkte ich das Gespräch zurück auf den Imbiss. „Du meinst also, wenn deine Follower sehen, dass du meine Würste isst, wollen sie sie auch essen, damit sie sein können wie du“, fasste ich zusammen. „Obwohl sie dich gar nicht persönlich kennen?“

„Sie kennen mein wahres Ich“, versicherte mir Alice und rief ihren Account auf. Ihr wahres Ich schien aus ziemlich vielen Fotos zu bestehen, auf denen sie die Lippen wie einen Entenschnabel spitzte. Das konnte sie zugegebenermaßen gut.

## ICH ERHOFFTE MIR NICHT VIEL UND MEINE GERINGEN ERWARTUNGEN WURDEN AUCH VOLLAUF ERFÜLLT.

Um es kurz zu machen: Ich ließ mich überreden. Elisabeth, die ausgezeichnet vernetzt ist, organisierte einen Filmstudenten und die nötigen Geräte. Dann drehten wir ein kurzes Video von meiner Nichte und zweien ihrer Freundinnen, wie sie schick zurechtgemacht mit ihren neuen Kometenbaby-Taschen an der Theke meines Imbisses lehnten und die Würste aßen. Oder so taten. Die eine Freundin war, wie sich herausstellte, Veganerin. Die andere bezeichnete sich als Kubanerin – was, wie sie mir erklärte, nicht etwa hieß, dass sie aus Kuba käme, sondern dass sie nur Dinge in Würfelform essen dürfte. Und Alice mag sowieso keine Würste. Mochte sie noch nie. Aber sie spuckte den Bissen erst aus, als das Video im Kasten war.

Meine Nichte hatte dann noch eine Idee: Man müsste ihrem Posting einen Link hinzufügen, über den die Leute bestellen und dafür Rabatt kriegen würden.

Ein Paar Würste kam bei mir auf drei Euro fünfzig, das war nicht sehr viel. Davon noch Rabatt geben? „Ich könnte einen zweiten Löffel Senf drauflegen?“, schlug ich nach einigem Hin-und-her vor. Der Senf war mein Spezialsenf; ich machte ihn selbst mit Zwiebeln und Currypulver und ... nun, das ist Geschäftsgeheimnis. Sagen wir nur so viel: Er

schmeckt. Die erste Portion war im Preis inbegriffen, für Nachschläge berechnete ich normalerweise fünfzig Cent.

Naja, ich erhoffte mir nicht viel von dem Ganzen und meine geringen Erwartungen wurden auch vollauf erfüllt. Das Video und der Link hatten null Impact, wie der Influencer sagt. Von den acht Ka-Followern meiner Nichte hörte ich nie was. Ein ziemliches Verlustgeschäft, wenn man die Arbeitszeit des Filmstudenten, die Miete für die Kameras und so weiter einrechnete. Das alles hatten Wolf und Elisabeth für mich ausgelegt – netterweise, wie ich dachte. Der einzige positive Effekt war, dass dem Filmstudenten die Würste und vor allem der Senf schmeckten und er wiederkam, als er mal in der Gegend zu tun hatte. Da erfuhr ich dann auch, dass die Kamera und alles andere seiner Uni gehörten und dass Elisabeth ihn für das Gesamtpaket – An- und Abfahrt, die Miete der Geräte, seine Verpflegung und die paar Stunden Dreh- und Schnittzeit – bezahlt hatte, indem sie ihm Alices Telefonnummer gegeben hatte. Er war nämlich in sie verliebt.

Alice tauchte auch auf, um sich zu entschuldigen. Sie versicherte mir, das mit dem Video sei nur der erste Schritt gewesen und ich würde bestimmt bald viel mehr Kundschaft sehen. Ich sagte: „Jaja.“ Sonst nichts. Man soll Kindern nicht ihre Träume stehlen.

Apropos stehlen: Nun ist es so – das hätte ich vielleicht früher erwähnen sollen – dass Alice ein kleines Problem hat. Nämlich ein Problem damit, Mein und Dein auseinanderzuhalten. Bitte keine Anwaltswitze darüber, von wem sie das haben könnte! Ich hatte Wolf bis dahin als hochanständigen Schwager kennengelernt. Keine Ahnung, woran es lag, sicher nicht an der Erziehung durch meine Schwester, und Alice hatte doch auch stets alles, was sie sich wünschen konnte. Es waren bis dahin auch wirklich immer nur Kleinigkeiten gewesen, hier mal einen Lippenstift nicht bezahlt, da die neue Handyhülle, von der sich herausstellte, dass ihr die Schulfreundin diese nicht geschenkt hatte, sondern dass Alice sie einfach aus deren Tasche genommen hatte. Natürlich war es nie zu einer Anzeige gekommen, dafür hatte Wolf schon gesorgt. Eine Vorstrafe hätte das Ende für seinen Plan bedeutet, dass Alice später mal in die Kanzlei eintreten würde. Und das alles soll auch nicht klingen, als wollte ich irgendjemandem einen Vorwurf machen. Ich erwähne es nur, weil es für die Geschichte wichtig ist.

\* \* \*

Ich verkaufte also weiterhin meine acht Paar Würste in der halben Stunde. Und nach zwei, drei Wochen fiel mir etwas auf. Ich hatte neue Kundschaft. Komische Kundschaft! Meine traditionellen Stammgäste waren meistens über fünfzig. Jetzt wurde mein Stand aber plötzlich von Teenagern überschwemmt. Naja, nicht so richtig überschwemmt, es war mehr ein Tröpfeln. Sie kamen zu zweit oder zu dritt, hauptsächlich Mädchen, und sie kicherten beim Bestellen. Manche fragten, ob sie ein Foto mit mir machen dürften. Na, warum nicht? Ich sehe für mein Alter nicht schlecht aus, Haarverlust ist keine Schande, und was war schon dabei?

Diese kichernden Teenager kauften jedes Mal ein Paar Würste, egal wie viele sie waren, und wenn sie davongingen, sah es aus, als hätten sie Zuckungen. Ich dachte schon, mit der Ware wäre was nicht in Ordnung, aber die meisten bissen

nicht mal ab. Sie hielten die Wurst bloß in der Hand und zuckten. Merkwürdig, das.

Misstrauisch wurde ich erst, als mich ein Teenie fragte: „Schreibt man Würstedepp mit ü oder mit ue?“

An dieser Stelle sollte ich wahrscheinlich noch etwas erwähnen. Nämlich: Ich mache Gymnastik. Nichts Aufregendes: auf einem Bein stehen, Arme hoch und nieder. Wenn man so vor dem Kessel darauf wartet, dass die Würste durch sind, wird einem ja die Zeit lang. Und das hatte ich auch gemacht, während Alice sich bei mir wegen des Null-Impact-Videos entschuldigt hatte. Und da hatte sie mich, wie sich nun herausstellte, heimlich gefilmt. Und das Video dann so bearbeitet oder bearbeiten lassen, dass es aussah, als hätte ich schlimme Zuckungen. Und dazu gab es ein Lied. Dieses Lied war, entschuldigen Sie, wenn ich das so offen sage, einfach nur blöd. „Nepp, Nepp, Nepp“, grölte da einer, und das reimte sich auf „Depp“, dazwischen war „Würste“ reingeschnitten. Das hieß dann also „Würstedepp“. Und es gab auch ein Spiel, eine Challenge, wie der Influencer sagt: rumzuhumpeln wie der Würstedepp.

Der Würstedepp war ich.

Und Sie werden nicht glauben, wie viele Beiträge dieses Challenge-Ding schon hatte! Nicht nur von meinem Imbiss, nein, von allen Imbissen der Stadt oder des ganzen Landes! Einer dürfte sogar in China gewesen sein, jedenfalls waren da sehr fremdartige Schriftzeichen auf dem Schild und die Wurst sah auch nicht aus wie eine hiesige.

\* \* \*

Na, Sie können sich vorstellen, dass ich da stinkig war. Ein Familientreffen fand statt. Ich sagte, dass ich es nicht in Ordnung fände, ohne mein Einverständnis gefilmt und zur Witzfigur gemacht zu werden. Und dass ich nicht Würstedepp hieß, sondern Uwe Depf, das f wäre wichtig. Wolf sagte, Alice habe ihm versichert, sie hätte meine Erlaubnis. Alice sagte, wir hätten das mit dem nächsten Schritt doch abgeklärt. Hatten wir! Aber nicht dass der nächste Schritt darin bestünde, mich als Würstedeppen darzustellen!

## „ZWÖLFEINHALB PROZENT ERHÖHUNG, IMMERHIN!“

Um es kurz zu machen: Ich ging als Verlierer aus diesem Gespräch hervor. Alice und ihr Vater überzeugten mich, das alles sei doch zu meinem Besten. Statt acht Paar Würste in der halben Stunde verkaufte ich seit Beginn der Challenge ungefähr neun. „Zwölfeinhalb Prozent Erhöhung, immerhin!“, bekräftigte Wolf. Von jedem Paar blieben mir nach Abzug der Kosten ganze fünfzehn Cent. „Und wenn man in Betracht zieht, dass Alice für ihre Hilfe noch keinen Euro von dir gesehen hat ...“ – Vater und Tochter sahen mich bedeutungsvoll an. Alice stülpte hoffnungsvoll ihre Unterlippe vor, wie



## Über die Autorin

Die Österreicherin **Barbara Schwarz** nimmt oft Internet-Zeiterscheinungen in den Blick, die sich dann in ihren Stories zu surrealen Szenarien verselbstständigen. Nach „Ein Date mit Liesa“ in Ausgabe 6/2022 ist „Eine brühend heiße Challenge“ bereits ihre zehnte c't-Story. Mit dem in c't 16/2019 abgedruckten „Score!“ war Barbara Schwarz 2020 für den Kurd-Laßwitz-Preis nominiert. Die Autorin begegnet dem technischen Fortschritt mit Neugier und einer gehörigen Portion Skepsis. Insbesondere fasziniert sie, wie viel Macht wir Maschinen im Alltag einräumen.

sie es schon als kleines Mädchen getan hatte. Na, und da kriegte sie natürlich ihre LaVive-Creme und ihr Orangenblüten-Duschgel und dazu noch was Kleines aus der neuesten Kometenbaby-Kollektion, man ist ja kein Unmensch. Gute Absichten gehören belohnt.

So fügte ich mich also in mein Schicksal als Würstedepp der Nation. Klar, lustig ist das nicht, wenn du beim Fleischer, am Kiosk und überall sonst als „Würste-du-weißt-schon-was“ begrüßt wirst, wenn die Kundschaft beim Bezahlen „Nepp, Nepp, Nepp“ vor sich hin singt und wenn feixende Aushilfen x-mal fragen: „Ich nehme an, Depf schreibt man mit Doppel-p, ohne f?“ Aber was tut man nicht für fünfzehn Cent mehr in der halben Stunde und um die Familie nicht zu vergrämen.

## WOLFS KANZLEI FLORIERT, ABER DIE MEISTEN SEINER KLIENTEN WAREN WOHL INFLUENCER.

Bloß: das dicke Ende kam noch. Dieses Würstedepp-Lied, von dem ich angenommen hatte, ein Grundschüler hätte es in höchstens drei Minuten runtergeschrieben ... naja, dem war nicht so. Es stammte sogar von einem ziemlich bekannten jungen Sänger. Und der verklagte uns wegen unerlaubter Nutzung. Besser gesagt, er verklagte mich. Das war nämlich der Zeitpunkt, an dem ich erfuhr, dass das alles – der Account, die Challenge – auf meinen Namen lief. Alice hatte mich dafür nicht um Erlaubnis gefragt, ebenso wenig wie den jungen Sänger. Mein und Dein, Sie wissen schon.

Jedenfalls flehte mich Elisabeth an, das arme, unschuldige Kind nicht vor Gericht zu zerren. Wobei das ja für eine angehende Anwältin gar kein schlechtes Training gewesen wäre. Und Wolf erklärte mir knallhart, wenn es darauf an-

käme, dann würde sich schon ein Schriftstück finden lassen, auf dem stünde, dass ich Alice für das alles bevollmächtigt hätte. Da zweifelte ich zum ersten Mal an seiner Hochanständigkeit.

Zu allem Überfluss stellte sich heraus, dass der junge Sänger weitaus bessere Anwälte hatte als damals der Bäcker aus der Kleinstadt. Ich bekam eine horrende Strafe aufgebürdet. Wovon sollte ich die zahlen, etwa von den zusätzlichen fünfzehn Cent in der halben Stunde? Elisabeth konnte mir auch nicht helfen, denn wie sie mir gestehen musste, lebten sie und Wolf in ihrer Villa mit Pool nur auf Pump. Sicher, Wolfs Kanzlei florierte, aber die meisten seiner Klienten waren wohl Influencer, denen er für lau half in der Hoffnung, dass sie andere Influencer oder irgendwann auch mal einen zahlenden Mandanten anschleppen würden. Alice schrieb dem jungen Sänger mehrere herzerweichende Nachrichten. Das half auch nichts.

Zur gleichen Zeit erfuhr ich, dass ein Teenager beim Herumhampeln von einer Parkbank gefallen war und sich das Bein gebrochen hatte. Und wen verklagten seine Eltern? Nicht etwa die Stadtverwaltung oder die Plattform, die solche blödsinnigen Spielchen erlaubte und dazu ermutigte, sie mitzumachen, sondern den Würstedeppen. Ein anderes Paar schloss sich ihnen an. Ihre Tochter hatte beim Herumhampeln versehentlich in die Wurst gebissen und wegen des toten Tierfleisches darin einen seelischen Schaden erlitten. Plötzlich interessierte sich auch die Polizei für mich und warf mit Begriffen wie „Körperverletzung“ und „Gefährdung der öffentlichen Sicherheit“ um sich. Das Ende vom Lied war: Ich musste ins Gefängnis.

Aber die Geschichte geht trotzdem gut aus, denn dank meiner umfangreichen Erfahrung bekam ich sofort einen Job in der Gefängniskantine. Mein Spezialsenf, das darf ich Ihnen mit Stolz versichern, ist bei den schweren Jungs der absolute Renner! Alice hat inzwischen die Schule fertig. Das weiß ich, weil mich Elisabeth hin und wieder besucht. Sie erzählt mir, dass meine Nichte mit ihrem neuen Freund, irgendeinem jungen Sänger, durch die Weltgeschichte jettet. Seinen Namen will sie mir nicht verraten, sie meint aber, ich hätte ganz sicher schon von ihm gehört. Alices und sein gemeinsamer Account hat inzwischen mehr als zweitausend Ka-Follower – sagt man das so? Sie kriegt von Kometenbaby alle Taschen geschenkt und wird sogar noch fürs Posieren damit bezahlt, weshalb sie überlegt, ob sie nicht ihr Studium hinschmeißen und für immer Influencerin bleiben will.

Wenn ich ihr einen Rat geben müsste? Ganz ehrlich: Das verkneife ich mir. Was sollte ich denn auch groß sagen? „Such dir besser einen anständigen Job, Mädchen?“ Oder womöglich gar „Mach einen Imbiss auf. Da weißt du, was du hast?“

(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)).

# Keine Angst vor Python!



## c't PYTHON

Lernen • Verstehen • Anwenden

**PLUS**

Programmier-  
Onlinekurs im  
Wert von  
119,- Euro

Mit komplettem  
Python-ONLINEKURS

Installieren und



Schritt-für-Schritt lernen  
auf der neuen heise Academy-  
Lernplattform:

- Kompletter Programmierkurs für Anfänger
- Mit Wissensquiz zur Lernkontrolle
- Ideal für Studium, Schule und Fortbildung
- 73 Video-Lektionen



Schritt-für-Schritt lernen  
auf der neuen heise Academy-  
Lernplattform:

- Kompletter Programmierkurs für Anfänger
- Mit Wissensquiz zur Lernkontrolle
- Ideal für Studium, Schule und Fortbildung
- 73 Video-Lektionen

Installieren und  
loslegen

Python schnell und einfach  
Die passende Entwicklungsumgebung

Web-Programmierung  
mit Django

Grundgerüst und Datenbanken  
Views und Templates im Detail

Python-Projekte  
für Nerds

Python-Programme auf den  
Raspi Pico portieren

Schreib-KI GPT-3 mit Python Wrapper  
in eigene Programme einbinden

Programmieren mit KI-Unterstützung

**Heft + PDF  
mit 29% Rabatt**

**GRATIS**  
Online-Kurs  
„Das Python-  
Bootcamp“

Mit diesem c't-Sonderheft überspringen Sie mühelos Einstiegshürden und erlernen in kurzer Zeit die Grundlagen des Programmierens mit Python. Außerdem zeigt Ihnen dieses Heft die erstaunliche Vielseitigkeit von Python anhand vieler praktischer Projekte:

- Python-Programme auf den Raspi Pico portieren
- Web-Programmierung mit Django
- Programmieren mit KI-Unterstützung
- inkl. GRATIS Python-Onlinekurs im Wert von 119,- €

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



[shop.heise.de/ct-python22](https://shop.heise.de/ct-python22)



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



# Nerdistan

# Neuland

magazin für  
computer  
technik

## Fernstudium Robotik

Ihre Chance in einem schnell wachsenden Zukunftsmarkt. Aus- und Weiterbildung zum Roboter-Techniker und -Programmierer. Kostengünstiges und praxisgerechtes Studium ohne Vorkenntnisse. Beginn jederzeit.

**NEU: Umweltschutz-Techniker,  
Netzwerk-Techniker, SPS-Techniker**

Teststudium ohne Risiko.  
GRATIS-Infomappe gleich anfordern!

**FERNSCHULE WEBER - seit 1959**  
Neerstedter Str. 8 - 26197 Großenkneten - Abt. F14  
Telefon 0 44 87 / 263 - Telefax 0 44 87 / 264

**www.fernschule-weber.de**

Inkl.  
Roboterbausätze  
und -Modelle

# AGB

## VERSTEHER

magazin für  
computer  
technik

**Moderner Wohnen**

**Bis zu 30 Prozent Heizkosten sparen**

Im Test: 11 smarte Heizkörperthermostate, die automatisch die passende Temperatur einstellen.

**Smarte Haushaltsgeräte für den Alltag**

Vom Kochfeld bis zum Kühlschrank: Was es gibt und wie Sie es nutzen.

## Smart gespart

Dieses **heise online-Sonderheft** rund um den smarten Haushalt zeigt Ihnen viele spannende Produkte, die Zeit und Energie sparen, sich als Helfer im Alltag beweisen und obendrein noch Spaß machen:

- ▶ 11 smarte Heizkörperthermostate im Test
- ▶ Smarte Schließsysteme: Was Sie beim Kauf beachten müssen
- ▶ Alexa & Co. ins Smart Home einbinden
- ▶ Displays: Amazon Echo Show vs. Google Nest

**Heft + PDF mit 29 % Rabatt**

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

[shop.heise.de/ho-wohnen22](https://shop.heise.de/ho-wohnen22)

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 Medien

c't Redakteur (m/w/d) / Volontär (m/w/d) IT-Security / Privacy



Wir sind c't – das größte Magazin Europas für IT und Technik. Wir setzen uns mit Leidenschaft für diese Themen ein. Werde Teil unserer Community und arbeite in unserer 70-köpfigen Redaktion als Redakteur (m/w/d) oder Volontär (m/w/d) mit.

#### Deine Aufgaben

- Für Print und Online schreibst Du Artikel rund um das Thema Security und Privacy.
- Dafür arbeitest Du mit internen und externen Experten zusammen – Du gestaltest die Themen!
- Hilf den Lesern dabei, nicht Opfer zu werden, indem Du Datenlecks analysierst und Privacy-Probleme thematisierst.
- Das c't-Magazin weiter denken: Zusammen mit einem tollen Team entwickelst Du Themen und Formate, von Podcasts über Social bis zu Webinaren.

#### Deine Talente

- Du weißt, dass RSA keine Programmiersprache ist, kannst Wireshark bedienen und traust Dir zu, plaudernden Apps auf den Zahn zu fühlen.
- Wenn Du gern komplizierte Sachverhalte einfach erklärst und Spaß am Schreiben hast, bist Du bei uns richtig. Vor allem aber zählen Dein Wunsch und Deine Ausdauer, diese Talente zu perfektionieren.
- Englische Fachtexte verstehst Du ohne Wörterbuch und kannst Dich im Austausch mit internationalen Experten in dieser Sprache verständlich ausdrücken.

#### Ihr Ansprechpartner

Peter Siering,  
Ressortleiter c't  
Tel.: 0511 5352-329

Bitte bewirb Dich online: [karriere.heise-gruppe.de](https://karriere.heise-gruppe.de)

Bei uns ist jede Person, unabhängig des Geschlechts, der Nationalität oder der ethnischen Herkunft, der Religion oder der Weltanschauung, einer Behinderung, des Alters sowie der sexuellen Identität willkommen.

**Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung!**



mainova

**Arbeiten bei Mainova –  
Da steckt mehr dahinter!**

**Zuverlässige Energie  
für Ihre Karriere**

**Jetzt bewerben**  
[mainova.de/karriere](https://mainova.de/karriere)



# Inserenten\*

1&1 Telecom GmbH, Montabaur .....	196
1blu AG, Berlin .....	17
AVM Computersysteme Vertriebs GmbH, Berlin .....	2
Cordaware GmbH, Pfaffenhofen .....	21
CRONON GmbH, Berlin .....	9
dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg .....	65
eQ-3 AG, Leer .....	35
EXTRA Computer GmbH, Giengen-Sachsenhausen .....	7
Fernschule Weber, Großenkneten .....	189
Micro-Star International Co. Ltd., ROC-Taipei County 235, Taiwan .....	31
mitp Verlags GmbH & Co. KG, Frechen .....	45
netfiles GmbH, Burghausen .....	51
O'Reilly, dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg .....	27
Secomba GmbH, Augsburg .....	61
Thomas Krenn.com, Freyung .....	53
WIBU-SYSTEMS AG, Karlsruhe .....	41
Wiesemann & Theis GmbH, Wuppertal .....	37

## Stellenanzeigen

Heise Gruppe GmbH & Co. KG, Hannover .....	191
Mainova AG, Frankfurt .....	191

## Veranstaltungen

betterCode	heise developer, dpunkt.verlag	71
Apple School Manager	Mac & i	77
c't workshop	c't, heise Events	93
Datenschutz in Arztpraxen	c't Webinar	95
heise Academy	heise Academy	125
IT Sicherheitstag	heise Academy	127
enter Py/ Digital Design Day	iX, heise developer, dpunkt.verlag	131
Continuous Lifecycle/ ContainerConf	iX, heise developer, dpunkt.verlag	181
c't webdev	c't, heise Events	195

\* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich.  
Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.

# Alles für Ihr Smart Home!



[shop.heise.de/ho-sicheres-zuhause22](https://shop.heise.de/ho-sicheres-zuhause22)



[shop.heise.de/ho-smarthome21](https://shop.heise.de/ho-smarthome21)



[shop.heise.de/ho-smartgardening22](https://shop.heise.de/ho-smartgardening22)

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.



# 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:** „Energie sparen in Haus und Wohnung“:  
Jörg Wirtgen ([jow@ct.de](mailto:jow@ct.de)), „Ryzen 7000: Vier Desktop-Prozessoren für die Fassung AM5“:  
Carsten Spille ([csp@ct.de](mailto:csp@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 ([ach@ct.de](mailto:ach@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 Leonie Friedrich ([gref@ct.de](mailto:gref@ct.de)), Tim Gerber ([rig@ct.de](mailto:rig@ct.de)), Arne Grävemeyer ([agr@ct.de](mailto:agr@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 ([imd@ct.de](mailto:imd@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 Juran ([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 (Ltg., [uk@ct.de](mailto:uk@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)), Denis Fröhlich ([dfr@ct.de](mailto:dfr@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 Krempl, Ben Schwan ([bsc@ct.de](mailto:bsc@ct.de)), Christiane Schulzki-Haddouti

**DTP-Produktion:** Mike Bunjes, Birgit Graff, Angela Hilberg, Jessica Nachtigall, Astrid Seifert, Dieter Wahnert, 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: [ayznmonmewb2tyvgf7ym4t2726muprjvwckzx2vhf2hbarbbzydm7oad.onion](http://ayznmonmewb2tyvgf7ym4t2726muprjvwckzx2vhf2hbarbbzydm7oad.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 139,05 €,

Österreich 149,85 €, Europa 159,30 €, restl. Ausland 184,95 € (Schweiz 228.15 CHF);

ermäßigtes Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende (nur gegen Vorlage einer

entsprechenden Bescheinigung): Inland 79,65 €, Österreich 87,75 €, Europa 93,15 €, restl.

Ausland 108,00 € (Schweiz 133.65 CHF). c't-Plus-Abonnements (inkl. Zugriff auf das

c't-Artikel-Archiv sowie die App für Android und iOS) kosten pro Jahr 24,30 € (Schweiz

29.70 CHF) Aufpreis. Ermäßigtes Abonnement für Mitglieder von AUGE, bdv e.V., BvDW e.V.,

/ch/open, GI, GUUG, ISACA Germany Chapter e.V., JUG Switzerland, VBIO, VDE und VDI

(gegen Mitgliedsausweis): Inland 104,29 €, Österreich 112,39 €, Europa 119,48 €,

restl. Ausland 138,71 € (Schweiz 171.11 CHF). Luftpost auf Anfrage.

**Leserservice:**

Bestellungen, Adressänderungen, Lieferprobleme usw.

Heise Medien GmbH & Co. KG

Leserservice

Postfach 24 69

49014 Osnabrück

E-Mail: [leserservice@ct.de](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 2022 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA 

# Vorschau **ct** 23/2022

Ab 22. Oktober im Handel und auf ct.de



## Fritzchens neue Kleider

FritzOS gehört zu den guten Routerbetriebssystemen, aber hier und da kneift der Anzug. AVM spendiert seinen Fritzboxen nun ein modernisiertes Webinterface und mit WireGuard eine neue VPN-Technik. Wir schauen, was das Gratis-Upgrade bringt.



## Der c't-Notebook-Guide

Die Hersteller kündigen munter neue Notebook-Generationen mit immer stärkeren CPUs, schnelleren Schnittstellen und besseren Displays an, doch Lieferschwierigkeiten machen den Markt unübersichtlich. Wir geben Orientierung, damit Sie im aktuellen Angebot das passende Notebook finden.

## Einem Pentester über die Schulter geschaut

Mit dem Domainnamen als einzige Information schafft es der Pentester Michael Wiesner, auf interne Systeme seines Kunden zuzugreifen und mehrere Gigabyte vertrauliche Daten zu exfiltrieren. Wie macht er das? Schauen Sie ihm dabei über die Schulter.

## Haus aus dem 3D-Drucker

Mit 3D-Druck auf der Baustelle sollen Architekten in Zukunft Wände und Räume kreativ und materialsparend gestalten. Forscher wollen mit diesem Verfahren das Bauwesen digitalisieren und weitgehend automatisieren. Inzwischen entstehen im 3D-Druck erste CO<sub>2</sub>-neutrale Lehmbauten.

## KI intelligenter machen

Mit vielen Daten entwickeln neuronale Netze von alleine Intelligenz. Wären größere Netze intelligenter? Oft klappt das Training aber auch erst nach Anpassungen an der Struktur. Fehlt also noch Grundlagenforschung oder ist es Zeit, die Netze zu skalieren?

## Noch mehr Heise-Know-how



c't Desinfec't jetzt im Handel und auf heise-shop.de



MIT Technology Review 7/2022 jetzt im Handel und auf heise-shop.de



iX 10/2022 jetzt im Handel und auf heise-shop.de





8. bis 9. November in Köln & im Live-Stream

# Das Update für Frontend Devs

**Endlich wieder in Präsenz!**

Die Konferenz bietet eine gute Gelegenheit für die Frontend-Gemeinschaft, sich zu treffen, auszutauschen und vor allem wieder mit vielen großartigen Talks Einblicke zur Webentwicklung, Best Practices und Techniktrends zu erhalten. Freue dich auf zwei Tage voller Wissen, Einblicke, Spaß und vor allem auf eine großartige Community von Entwickler:innen.

Über  
40 Talks  
und Work-  
shops



Sponsoren:

structr 

 VOLKSWAGEN  
GROUP IT SOLUTIONS

Sicher dir jetzt dein  
Ticket zum Frühbucher-  
Preis unter [ctwebdev.de](https://ctwebdev.de)



# Top Smartphones von 1&1

Aktion: Hohe Tauschprämie für Ihr altes Handy!\*



## 1&1 ALL-NET-FLAT

- ✓ **FLAT** Telefonie
- ✓ **FLAT** Internet
- ✓ **FLAT** EU-Ausland

**9,99**  
ab €/Monat\*  
6 Monate, danach  
39,99 €/Monat.

mit Samsung Galaxy S22



## Jetzt neues Smartphone bestellen und hohe Tauschprämie für Ihr altes Gerät sichern!

Wenn Sie sich jetzt für ein neues Top Smartphone aus dem riesigen 1&1 Angebot entscheiden, erhalten Sie für Ihr altes Android- oder Apple-Smartphone mindestens 200,- € Tauschprämie. Selbst mit Displayschaden. Und je nach Modell und Zustand gibt's sogar **bis zu 800,- € direkt auf Ihr Bankkonto.\*** Wählen Sie jetzt Ihr neues Smartphone aus und ermitteln Sie in Sekunden-schnelle Ihre persönliche Tauschprämie auf 1und1.de.

Inklusive



### Alt gegen Neu

1&1 zahlt Ihnen eine hohe Tauschprämie beim Kauf eines neuen Geräts.\*



### 24 h Austausch-Service

Im Schadensfall erhalten Sie innerhalb von 24 h ein neues Gerät.\* Ohne zusätzliche Handy-Versicherung!



### Sofort-Start

Heute bestellt, schon morgen telefonieren und surfen.



### 30 Tage testen

Geräte, Netz, Tarif – Sie können alles einen Monat lang unverbindlich testen.\*



### Priority-Hotline

1&1 ist rund um die Uhr persönlich für Sie da. Kein Sprach-computer.



**1und1.de**

**0721/960 1000**



\*Top-Smartphones für 0,- € einmalig in Verbindung mit einer 1&1 All-Net-Flat, z.B. das Samsung Galaxy S22 mit der 1&1 All-Net-Flat XS (1 GB Highspeed-Volumen/Monat, danach unbegrenzt 64 kBit/s) die ersten 6 Monate für 9,99 €/Monat, danach 39,99 €/Monat. Telefonate in dt. Fest- und Handynetze inklusive sowie Verbindungen innerhalb des EU-Auslands und aus EU nach Deutschland plus Island, Liechtenstein und Norwegen. Bereitstellungspreis 39,90 €. 24 Monate Vertragslaufzeit. Sonderkündigung im ersten Monat (30 Tage testen). 24h-Austausch-Service bei gleichzeitiger Vertragsverlängerung (24 Monate) sowie Rückgabe des defekten Geräts. Höhe der Tauschprämie abhängig vom eingesendeten Gerät. Ausgeschlossen sind durchgebrochene Geräte, Geräte mit abgebrochenen Bauteilen oder ausgedehntem Akku. Es gelten die jew. Servicebedingungen. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Preise inkl. MwSt. 1&1 Telecom GmbH, Elgendorfer Str. 57, 56403 Montabaur. WEEE-Reg.-Nr. DE13470330