



# E-Autos: Technik und Umstieg

Technik erklärt • Mythen entlarvt • Kosten analysiert

Was Ihnen Händler und Hersteller verschweigen

## TEST

Apples Mac Studio mit M1 Max und Ultra Monitorvergleich: Lieber Full HD oder 4K?  
3D-Bilderrahmen zeigt Fotos räumlich  
Unhörbar: Lüfterloser Mini-Barebone  
Linux-Desktop Gnome 42



## 13 schnelle SSDs im Test

M.2-Riegel mit PCIe 3.0 und 4.0

## XXL-Tablets bis 2500 Euro

iPad Pro, Galaxy Tab S8 Ultra, Surface Pro X...

## FOKUS

Web3 und Metaverse: Die Zukunft des Internet  
Alte Macs mit Linux sicher weiternutzen  
Passwortmanager per Windows Hello entsperren  
Dokumente richtig schützen in MS Office  
Windows Home: Einschränkungen umgehen

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

# Informationsflut beherrschen

Social-Media-Konsum steuern • News-Aggregatoren im Test

Doomscrolling, Fake News, Hate Speech, Fomo vermeiden





**12**  
.de-Domains  
inklusive!

**1blu**

# Homepage Big

**12 .de-Domains inklusive**

- > Kostenlose SSL-Certs für alle Domains
- > Webbaukasten
- > Webkonferenzlösung
- > 100 GB Webspace
- > 1.000 E-Mail-Adressen
- > 100 GB E-Mail-Speicher
- > 100 MySQL-Datenbanken

**2,29**  
€/Monat\*



**Angebot bis Ende  
April 2022 gültig!**  
Preis gilt dauerhaft.

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

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



## Informationsflut: Ein wenig Distanz halten

Nachdem sich Robinson Crusoe so halbwegs auf seiner Insel eingerichtet hat, hießt der Schiffbrüchige als "bösen" Aspekt seiner Situation fest: "Ich bin von der Menschheit getrennt, ein Einsiedler, verbannt vom Menschengeschlechte." Ob der Autor Daniel Defoe Crusoe das heute immer noch so negativ sehen lassen würde? Schließlich hat es gegenwärtig auch seine Vorteile, mal vom Menschengeschlechte getrennt zu sein – zumindest von dem Teil, der einen mit einer digitalen Reizüberflutung überzieht.

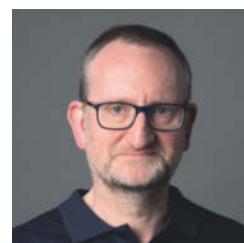
Längst werben Urlaubsveranstalter mit Digital Detox, also dem Nichtvorhandensein von WLAN und sogar Strom. Wenigstens für ein paar Wochen im Jahr will man wirklich offline sein – abgeschnitten von der permanent und von überall her auf einen einströmenden Verfasstheit der Welt.

Per Facebook, WhatsApp & Co. mit seinen Freunden quatschen und sich auf Dutzenden Nachrichten-Sites über das Geschehen in Berlin und Kyiv informieren: Das mag nützlich und wünschenswert sein. Die Fülle an Austausch- und Nachrichtenkanälen wirkt sich aber spätestens dann negativ aus, wenn man wie ein Süchtiger nach dem nächsten Like-Klick giert oder der nächsten Schreckensnachricht hinterherdoomscrollt.

Auch mir passiert es immer wieder, dass ich zu viel Nachrichten konsumiere. Schleichend erhöhe ich meine Informationsdosis und lasse mich treiben.

Zum Schluss ist man top informiert über Covid-19, den Klimawandel, die angesagtesten Hashtags und TikToker. Aber was hat man eigentlich davon? Nicht selten schlechte Laune und das Gefühl, trotz aller Informiertheit dennoch etwas verpasst zu haben.

Geht es Ihnen auch so? Dann bringen Sie wieder mehr Distanz zwischen sich und das hektische Weltgeschehen. Ab Seite 64 haben wir ein paar Tipps dafür. Sie müssen sich nicht gleich auf eine einsame Insel zurückziehen.



Jo Bager

Jo Bager

## Titelthemen

### E-Autos: Technik und Umstieg

- 16 **Einstieg** Stressfrei in die E-Mobilität
- 20 **E-Auto-Kauf** Worauf Sie achten müssen
- 28 **Technik** von E-Autos erklärt
- 32 **Ladetechnik** Wallbox versus 230 Volt

### Informationsflut beherrschen

- 64 **Dosieren** statt draufloskonsumieren
- 70 **News-Aggregatoren** im Vergleich
- 76 **Social Media** Kanäle entrümpeln

### 13 schnelle SSDs im Test

- 100 **PCIe-SSDs** ab 78 Euro

### XXL-Tablets bis 2500 Euro

- 108 **Riesig** mit Android, iPadOS und Windows

## Aktuell

- 36 **c't deckt auf** Datenleck im Legoland
- 37 **Internet** Twitter überarbeitet Löschfunktionen
- 38 **IT-Fachkräfte** Russen suchen neue Jobs
- 40 **Digitalpolitik** Nutzloses Cyber-Lagezentrum
- 41 **Internet** Chrome testet Cookie-Nachfolger
- 42 **Windows** Business-Funktionen für Windows 11
- 44 **Open Source** openSUSE, OpenSSH 9.0
- 46 **Forschung** KI-Bildgenerator Dall-E 2
- 47 **Anwendungen** Dropbox-Update, MS Journal
- 48 **Disney+** entschärft Gewaltszenen
- 49 **Computerspielpreis** Chorus gewinnt
- 50 **Bit-Rauschen** Krypto-Mining, Turing Award
- 52 **Netze** Fritzbox-Alternative, Mesh-WLAN
- 53 **Server & Storage** Server mit GPU-Connect
- 54 **Hardware** Gaming-Grafik von Intel
- 55 **Smart Bikes** VanMoof S5 & A5
- 56 **c't I/O** Investigativteam, Adressaufkleber
- 60 **Web-Tipps** Welterbe, Koffein, Illustrationen

## Test & Beratung

- 80 **Unhörbar: Lüfterloser Mini-Barebone**
- 82 **Desktop-CPU** Intel Pentium Gold G7400
- 82 **Wi-Fi-6-Access-Point** Zyxel NWA55AXE
- 83 **17-Zoll-Gaming-Monitor** ROG XG17AHP
- 84 **Monitorvergleich: Lieber Full HD oder 4K?**
- 86 **Gaming-Notebook** Dell Alienware x14
- 88 **Bluetooth-Kopfhörer** Shure Aonic 40
- 89 **Mitschnitt-Mikrofon** mit Transkriptions-App
- 90 **Bluetooth-Handmikrofon** für Smartphones
- 92 **Apples Mac Studio mit M1 Max und Ultra**
- 98 **Linux-Desktop Gnome 42**
- 114 **3D-Bilderrahmen zeigt Fotos räumlich**
- 181 **Bücher** Gegen Hass, Programmieren lernen

## Wissen

- 12 **Datenlücke bei Virenscan-Diensten**
- 58 **Open Source** in der Stadt Schwäbisch Hall
- 118 **Zahlen, Daten, Fakten** Elektroschrott

### 16 E-Autos: Technik und Umstieg



E-Autos fahren günstig, vor allem mit Strom aus der eigenen Photovoltaikanlage. Wir sagen Ihnen, worauf Sie bei der Planung achten müssen, stellen E-Autos vor, erklären ihre Technik und entranken Mythen darum.

- 120 Windows Home: Einschränkungen umgehen**  
**124 Datenschutz** Homomorphe Kryptografie  
**128 Autonome Waffen** Drohnen und KI  
**132 Server-Interconnects** CXL, PCIe 5.0 & 6.0  
**138 Twitch** Wie das Livestreaming funktioniert  
**144 Web3 und Metaverse: Die Zukunft des Internet**  
**172 Urheberrecht** Abgaben auch bei Cloudspeichern

## Praxis

- 152 Alte Macs mit Linux sicher weiternutzen**  
**156 Dokumente richtig schützen in MS Office**  
**162 Passwortmanager per Windows Hello entsperren**  
**164 Webentwicklung** mit Kotlin und Spring, Teil 2

## Immer in ct

- 3 Standpunkt** Wider die Informationsflut  
**6 Leserforum**  
**11 Schlagseite**  
**62 Vorsicht, Kunde** Neue Betrugsmasche  
**174 Tipps & Tricks**  
**178 FAQ** Videoaufnahmen mit DJI-Drohnen  
**182 Story** Verwandelt  
**190 Stellenmarkt**  
**192 Inserentenverzeichnis**  
**193 Impressum**  
**194 Vorschau 11/2022**

## 64 Informationsflut beherrschen



Doomscrolling, Informationsüberangebot, Fake News, Hate Speech: Was einem aus dem Netz entgegenströmt, kann ganz schön ungesund sein. Mit unseren Tipps räumen Sie Ihre Timelines auf und schonen so Ihre Nerven.

## Papierqualität

Für die gedruckte Auflage dieser Ausgabe musste aufgrund eines Streiks ein anderes Papier verwendet werden. Dieses Papier ist etwas dicker als das gewohnte und hat einen höheren Recycling-Anteil. In ct 6/2022 auf Seite 54 (ct.de/papier) lesen Sie mehr über die Hintergründe und Auswirkungen des Streiks.



Frisch aus  
**ct** Nerdistan

- 114 3D-Bilderrahmen** zeigt Bilder räumlich  
**162 Bitwarden** per Windows Hello entsperren

**ct** Hardcore

- 132 Superschnelle Schnittstellen** für Server  
**164 Webentwicklung** mit Kotlin: HTTP-Antworten

# Leserforum

Bild: Andreas Martini



Zum Titelthema „Die beste Passwort-Strategie“ (c't 9/2022) schrieben uns viele Leser über ihre Erfahrungen mit der Zwei-Faktor-Authentifizierung.

lien-Bank-/PayPal-Konto. Selbst die simple SMS funktioniert nicht problemfrei für zwei Personen, zum Beispiel wenn ich im Meeting bin, das Handy im Schwimmbad eingeschlossen habe oder in einer anderen Zeitzone unterwegs bin.

Torsten Steinborn

*Mit dem TOTP-Verfahren schützen Sie auch geteilte Accounts mit einem zweiten Faktor. Sie können das TOTP-Geheimnis in beliebig viele Authentikatoren einlesen.*

## Problem Datenleaks

**Standpunkt: Passwortlosigkeit**, c't 9/2022, S. 3

Tja, trotz alledem funktioniert das mit den Passwörtern einfach. In meinen über 40 Jahren Erfahrung mit Computern wurde ich nur zweimal Opfer von Datendiebstahl. Nein, nicht weil mein Computer gehackt wurde oder meine Passwörter „bruteforced“ oder anders geknackt wurden, sondern weil Firmen ihre Datenbanken nicht richtig gesichert haben und sich die Daten klauen haben lassen. Sogar mit den Zugangsdaten im Klartext.

serra.avatar

zwei dazu geeignete Hardwarestecker besitze. Des Weiteren konnte ich so weitere Zugänge mit einem zweiten Faktor absichern.

R. Kiefer

## Praktische Probleme

Natürlich verwenden wir schon 2FA, aber stolpern immer über praktische Probleme. Selbst wenn ich einen Stick immer mit mir rumschleppen würde, kann ich diesen noch nicht mal mechanisch in alle Geräte stecken, die ich für Webzugänge verwende (USB-A, Micro-USB, USB-C, geschweige denn Terminals).

Viele in der Praxis eingesetzte Hardware hat natürlich auch noch keine TPM-Chips verbaut und ein Update wäre ökologisch auch noch nicht zu empfehlen, zumal wir in der Familie die Geräte gut bis zu den Kindern durchreichen und somit die Nutzungszeiten noch lange technisch sinnvoll sind.

Des Weiteren sehe ich keine vernünftigen Lösungen, um einen Familienaccount zu nutzen. Angefangen vom Familien-Google-Account bis zum Fami-

## Faktencheck

**GPT-3 & Co. texten überzeugend, aber nicht faktentreu**, c't 9/2022, S. 64

Bei der Erklärung, warum WebGPT durch Online-Recherchen die Wahrscheinlichkeit von falschen Behauptungen reduziert, wird als Beispiel eines generierten Texts die Blockade des Suezkanals durch die Ever Given angeführt: „The obstruction occurred in the section of the canal that had two channels, so there was no way for other ships to bypass Ever Given.“

Das ist ja schon auf den ersten Blick Unsinn, denn bei zwei Kanälen wird ja der Kanal eben *nicht* durch *ein* Schiff blockiert. Und siehe da, im mitgelieferten Weblink ([en.wikipedia.org/wiki/2021\\_Suez\\_Canal\\_obstruction](https://en.wikipedia.org/wiki/2021_Suez_Canal_obstruction)) findet man: „The obstruction occurred south of the section of the canal that had two channels ...“

Je mehr der generierte Text semantisch plausibel ist, desto eher kann man natürlich glauben, dass er auch faktisch korrekt ist, zumal, wenn man weiß, dass er unter anderem aus Wikipedia komponiert wurde.

So werden aus richtigen Texten perfekte Desinformationen. Und die sind nicht so einfach als Unsinn zu erkennen, wie Apples Versuch, meine Fotos nach Gesichtern zu durchsuchen, wobei die Software neben dem Kopf meiner Nichte die Felge meines Jeeps platziert.

Lutz Bickhardt

## Fragen zu Artikeln

✉ **Mail-Adresse des Redakteurs am Ende des Artikels**

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

## Bequemlichkeitstool

GPT-3 ist optimiert für die Bequemlichkeit sowohl der Content-Erzeuger als auch der Verbraucher. Denn was ist schö-

# KEINE DATEN- LÖCHER MEHR!

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

© 2018 Cordaware GmbH. Alle Rechte vorbehalten.



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



Verfügbar für Windows, macOS, Linux und Android

Cordaware GmbH Informationslogistik +++ Fon +49 8441 8593200 +++ info@cordaware.com +++ www.cordaware.com



ner, als im eigenen Saft zu schmoren, immer wieder zu lesen, was man ja immer schon wusste.

qyor

## Sorgfaltspflicht

*Mangelnde Sorgfalt kann Garantieansprüche entfallen lassen, c't 9/2022, S. 58*

Ich bin erstaunt, dass c't sich für solch einen Fall Zeit nimmt. Es gibt von den jeweiligen Versandunternehmen ganz klare und eindeutige Verpackungsleitfäden, so schreibt zum Beispiel DHL einen Mindestabstand von 6 Zentimetern vor, damit die Ware nicht beschädigt wird.

Wer seiner eigenen Sorgfaltspflicht nicht nachkommt und eine mangelhafte Verpackung nutzt, gerade wenn man vom Unternehmen nochmals direkt auf eine ordentliche Verpackung hingewiesen wird, sollte nicht auch noch dafür belohnt werden.

Eure Ambitionen in Ehren, aber solche Beiträge haben nichts bei „Vorsicht, Kunde“ verloren. Der Lerneffekt hält sich für die Studentin damit in Grenzen, da der Schaden von Asus ja kulant beglichen wurde dank eurer Intervention. Asus hätte gut daran getan, der Kundin gleich die Fotos zu schicken. Schade, dass nun andere für diesen selbst verursachten Schaden aufkommen müssen.

Ralf M.

## Zensur

*Desinformationsembargo der EU gegen russische Staatsmedien, c't 9/2022, S. 34*

In Deutschland sollte noch das Grundgesetz gelten und vor Machtmissbrauch seitens der EU schützen. Artikel 5 (1) spricht eindeutig:

„Jeder hat das Recht, seine Meinung in Wort, Schrift und Bild frei zu äußern und zu verbreiten und sich aus allgemein zugänglichen Quellen ungehindert zu unterrichten. Die Pressefreiheit und die Freiheit der Berichterstattung durch Rundfunk und Film werden gewährleistet. Eine Zensur findet nicht statt.“

Wenn eine Zensur nicht stattfindet, was ist dann das Aussperren von anderen Nachrichtensendern? Werden chinesische Institutionen, die auf denselben Wegen ihre Nachrichten verbreiten, auch gesperrt, weil bekannt ist, dass deren journalistischen Inhalte zu 100 Prozent dem Diktat

der chinesischen Politikführung unterworfen sind, welche Menschenrechte nicht gerade hofieren, siehe Social Scoring?

Man mag zum Ukraine-Konflikt stehen, wie man will, aber Sanktionen gegen andere Nachrichtenstellen, ob man sie nun mag oder nicht, offenbaren eine erschreckende Schieflage von demokratischem Verständnis.

Michael Schuberger

## Security by Obscurity

*Wie Baden in Österreich 33.000 Meldedatensätze ins Netz stellte, c't 9/2022, S. 52*

Das Sicherheitskonzept war ganz klar vorhanden. Es bestand in der Nutzung eines Datenbankformats, welches heute keiner mehr kennt. ;)

6502

## Verklebte Akkus, hohe Preise

*Die ersten Smartphones mit dem Qualcomm Snapdragon 8 Gen 1, c't 9/2022, S. 124*

Apple hat die Branche angeführt im Guten wie im Schlechten. Das Gute ist bekannt: Verschlüsselung und vorgebliche Privatsphäre, hohe Auflösungen, flüssige Bedienung.

Leider wurden auch die hohen Preise, verklebte Akkus und Registrierungzwang zur verbreiteten Unart. Warum kann man heute fast kein Telefon mehr betreiben, ohne sich registriert zu haben? Selbst bei Windoof hat diese Unart Schule gemacht.

## Wir freuen uns über Post

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

 [c't Forum](#)

 [c't Magazin](#)

 [@ctmagazin](#)

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

Antworten sind kursiv gesetzt.

 [Anonyme Hinweise](#)  
<https://heise.de/investigativ>

Und 1200 Euro für ein Telefon, auf dem 90 Prozent der Nutzer höchstens surfen und Nachrichten versenden?

GarthVader

## Open-Source vermisst

*Videoschnittprogramme für Windows und macOS bis 130 Euro, c't 8/2022, S. 118*

Das Software-für-alle-Motto im Artikel lässt leider Open-Source-Videoeditoren wie zum Beispiel kdenlive vermissen und führt stattdessen am unteren Ende der Preisskala eine kostenlose Freemium-Software an.

Dabei ist hochwertige Open-Source-Software schon längst auch in der Windows-Welt angekommen, wie Ardour, Krita, OBS Studio, Darktable und viele andere Programme beweisen. Open Source bietet oft ausgereifte Software, die auch vom Einsteiger niederschwellig und sicher verwendet werden kann. Ich sehe es daher als einen Aspekt sozialer Verantwortung, diese Möglichkeit der Allgemeinheit besser zu erschließen und in Produktübersichten bewusst zu integrieren.

Immanuel Wilhelm

## Ergänzungen & Berichtigungen

### Werde-ID in Android 12

*ID-Provider: Nachfolger der Third Party Cookies?, c't 9/2022, S. 142*

In Android 11 und davor kann man die Werbe-ID bereits jetzt in den Einstellungen zurücksetzen, ab Android 12 kann man sie löschen und komplett deaktivieren.

### FIDO2-Stick sicher

*Verfahren und Geräte für sichere Online-Zugänge, c't 9/2022, S. 18*

Anders als in der Infografik dargestellt stufen wir die Zwei-Faktor-Authentifizierung mittels FIDO2-Stick nicht als mittelmäßig sicher, sondern als sicher ein.

### Stereo- statt Mehrkanalton

*Welche Player Netflix & Co. am besten auf den Schirm bringen, c't 6/2022, S. 116*

Die Nokia Streaming Box 8000 gibt über ihren optischen Digital-Audio-Ausgang (SPDIF) lediglich Stereoton aus und nicht, wie im Artikel angegeben, Mehrkanalton.

# Teamwork im Osten

# Laura & Malte sind für

# Sie #NäherDran

Ihr schneller Draht zu Thomas-Krenn: Unsere Vertriebs-Buddies Laura Reischl & Malte Rosenberger sind direkte Ansprechpartner für unsere Kunden im Osten Deutschlands. Damit erreichen Sie mit Ihrem Anliegen nicht nur sofort unsere Zentrale in Südstbayern – auf Wunsch besuchen Sie unsere Server Buddies auch vor Ort, um Ihre IT-Projekte zu besprechen!



Buddy-Beratung unter:  
[thomas-krenn.com/ost](http://thomas-krenn.com/ost)

**THomas**  
**KRENN**<sup>®</sup>

# Maker Faire®

Das Format für  
Innovation & Macherkultur

Die nächsten Events



[maker-faire.de](http://maker-faire.de)



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

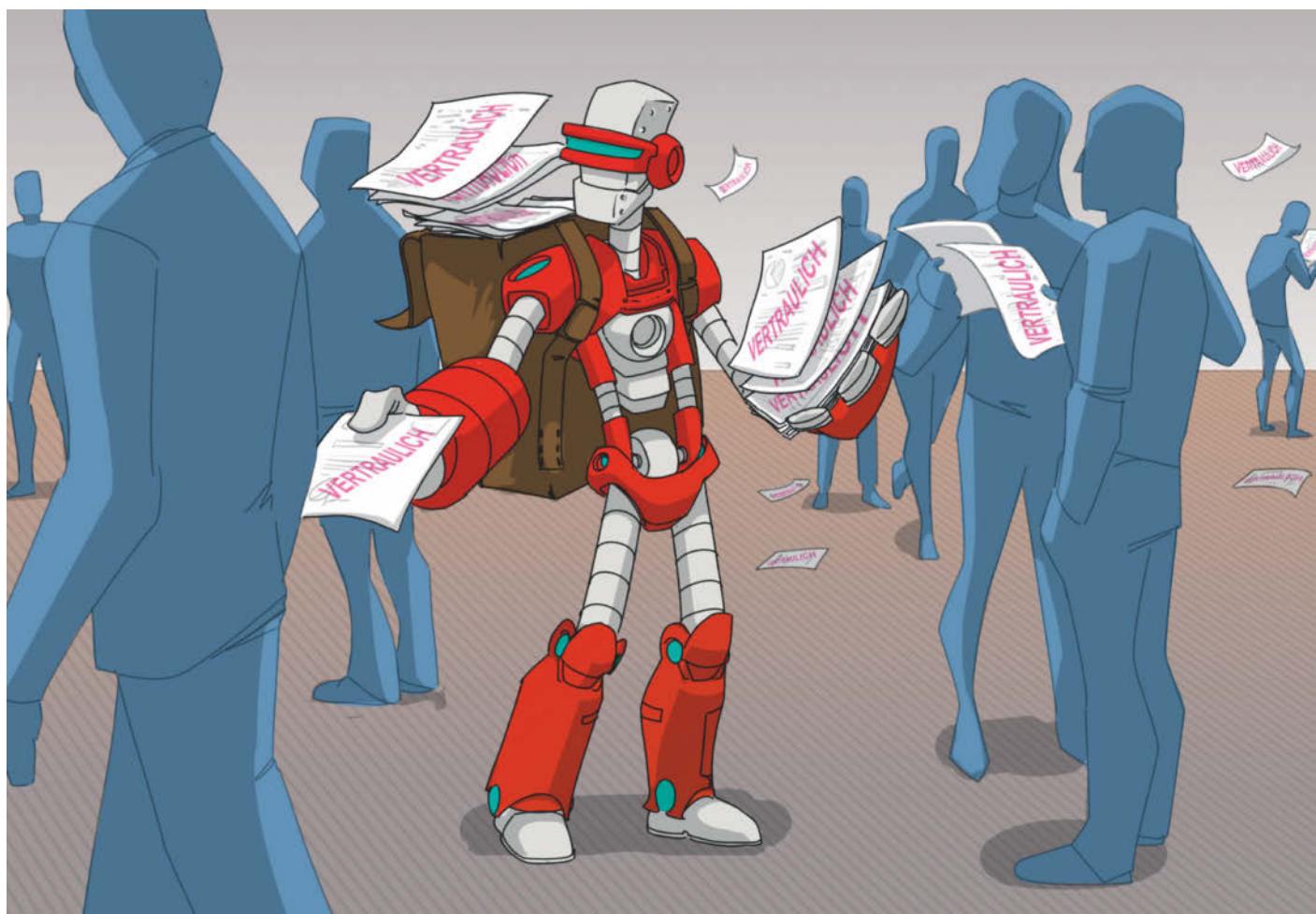


Bild: Thorsten Hübler

# Tausche Sicherheit gegen Datenschutz

## Virenskan-Dienste: Vertrauliche Dokumente der Nutzer öffentlicht abrufbar

**Arztberichte, Arbeitsverträge, Bewerbungen, Unfallgutachten und sogar einen Observierungsbericht der Polizei öffentlich zugänglich im Netz – all das fanden wir auf Virenskan-Plattformen, arglos hochgeladen von Nutzern, die diese Analyse-dienste nutzten.**

Von Ronald Eikenberg

**M**ail-Anhänge sind nicht erst seit Emotet & Co. brandgefährlich. Und Cyberschurken nutzen jeden Trick, um Sie zum Öffnen des verseuchten Anhangs zu bewegen: überfällige Rechnungen, teure Bestellungen, Paket-Trackinginfos und vieles mehr – alles Fake. Und gefälschte Bewerbungsmails sind schon so mancher Personalabteilung zum Verhängnis geworden.

Da ist die Versuchung groß, die angehängten Dateien vor dem Öffnen nicht

nur mit dem eigenen Virensucher auf Schädlingsbefall zu prüfen, sondern auch mit einem der zahlreichen Malware-Analysedienste im Netz eine zweite Meinung einzuholen. Nach dem Hochladen des Prüflings setzen diese meist gleich mehrere Virenjäger auf ihn an und können ihn in vielen Fällen auch in einer Sandbox öffnen, um sein Verhalten zu überwachen [1].

Die Sache hat allerdings einen Haken: Die Dienste behandeln die hochgeladenen Dateien nicht vertraulich, sondern geben

sie sogar explizit weiter. Zu den Abnehmern zählen Sicherheitsforscher und Security-Firmen wie Antivirenhersteller, die auf möglichst frische Schädlingsexemplare angewiesen sind, um ihre Signaturdatenbanken nachzuschärfen. Ausnahmen gibt es, wenn überhaupt, nur für zahlende Kunden.

Daraus machen die Analysedienste kein Geheimnis, der von Google betriebene Multiscandienst VirusTotal wirbt auf seiner Startseite sogar prominent damit: „Analysieren Sie verdächtige Dateien, Domains, IPs und URLs, um Malware und andere Sicherheitsrisiken zu erkennen, und teilen Sie diese automatisch mit der Security-Community.“ Die Analyseberichte können zumeist auch andere Nutzer der Plattformen einsehen.

So auch bei dem von CrowdStrike betriebenen Dienst Hybrid Analysis, bei dem wir uns exemplarisch für diesen Artikel umgesehen haben. Dort kann man vor dem Dateiupload zwar abwählen, dass die Datei anderen Mitgliedern und weiteren Dritten zugänglich gemacht wird, die Berichte sind aber immer öffentlich. Darauf macht ein Warnsymbol aufmerksam. Fährt man mit der Maus darüber, erscheint folgender Hinweis, der im Original auf Englisch verfasst wurde: „Alle Berichte werden immer mit der Community geteilt und enthalten Screenshots und extrahierte Zeichenfolgen von der Eingabedatei, ihrer Ausführung und Speicheranalyse.“

## Nutzer ignorieren Warnung

In der Datenschutzerklärung mahnt der Betreiber zudem eindringlich, keine Dateien hochzuladen, die personenbezogene Daten enthalten, sofern die betroffenen Personen nicht ausdrücklich zugestimmt haben. Wie Stichproben von c't zeigen, gibt es jedoch offenbar zahlreiche Nutzer, die die Warnungen geflissentlich ignorieren. Wir durchsuchten die öffentlichen Analyseberichte nach deutschsprachigen Begriffen, von denen wir annahmen, dass sie in Dateinamen von Dokumenten häufig auftauchen.

Schon mit dem ersten Suchbegriff trafen wir direkt ins Schwarze: Über 80 Dateien mit „bewerbung“ im Namen wurden allein in den ersten sieben Wochen des laufenden Jahres bei dem Analyse-dienst hochgeladen. Die meisten davon hatte der Dienst als harmlos eingestuft. Und das sind genau die potenziell problematischen Fälle: Denn die harmlosen

Dateien sind mit hoher Wahrscheinlichkeit echte Dokumente mit echten Daten.

## Öffentliche Sandbox-Analyse

In den meisten Fällen hatten die Nutzer beim Upload abgewählt, dass die Datei an andere Nutzer weitergegeben werden darf. Doch das bringt wenig, denn die hochgeladenen Dateien bleiben dennoch auf dem Server des Betreibers liegen. Zwar dürfen andere Nutzer diese nicht herunterladen, es ist jedoch auch nachträglich möglich, eine Sandbox-Analyse der Datei zu starten. Dann öffnet der Dienst die Dateien in einer virtuellen Umgebung mit einer passenden Anwendung; Word-Dokumente mit Microsoft Word, PDF-Dateien mit dem Adobe Acrobat Reader und so weiter.

Anschließend generiert der Dienst einen öffentlich einsehbaren Sandbox-Bericht, der unter anderem Screenshots von der Ausführung enthält, also zum Beispiel von dem in Word geöffneten Dokument. Ein solcher Screenshot ist ebenso brisant wie die Datei selbst, da der Inhalt klar erkennbar ist. Bei einigen Dateien liefert der Dienst sogar Fotos aller Seiten des analysierten Dokuments. Daraus lässt sich die vollständige Datei mühelos rekonstruieren.

## Persönliche Daten en masse

Die von uns entdeckten Bewerbungsdateien enthielten alles, was eine gute Bewerbung ausmacht: Neben Namen und Anschriften sahen wir Telefonnummern, Mail-Adressen und detaillierte Informa-

## c't kompakt

- Nutzer laden arglos vertrauliche Dokumente bei Virenscan-Diensten hoch.
- Die Dokumente sind dadurch öffentlich einsehbar.
- Wer bei der Weitergabe fremder Daten erwischt wird, hat ein hohes Bußgeld zu befürchten.

tionen über den beruflichen Werdegang zahlreicher Personen. Stichproben zufolge handelt es sich um echte Daten. Ein solches Datenleck kann für den Betroffenen unangenehme Folgen haben, etwa wenn der aktuelle Arbeitgeber auf diese Weise herausfindet, dass sich der Mitarbeiter jüngst bei der Konkurrenz beworben hat.

Doch das war nur die Spitze des Eisbergs. Neben etlichen Bewerbungen und Arbeitsverträgen entdeckten wir auch ein Schreiben, das eine Justizvollzugsanstalt an eine Bewerberin adressiert hatte. Die Empfängerin hat die vorläufige Zusage für die Stelle als Psychologin bekommen. Auch hier sind wieder persönliche Daten enthalten, einschließlich der Privatadresse der Empfängerin. In dem Fall ist wohl davon auszugehen, dass die Bewerberin die Datei und damit ihre persönlichen Daten selbst hochgeladen hat. Ihre eigene und die Sicherheit der JVA könnte sie damit aber trotzdem ernsthaft gefährden, auch Jahre nach dem Upload.

Ein Nutzer hatte offenbar einen Observationsbericht einer Polizei hochgeladen, der die Suche nach einer Person beschreibt, die ihrer Meldepflicht nicht nachgekommen ist. Eine andere Datei dient anscheinend einer sogenannten Zuverlässigkeitsüberprüfung bei einem LKA: Sie enthält Namen und Geburtsdaten dreier Personen sowie deren Geburtsorte. Bei diesem behördlichen Vorgang prüft das LKA mehrere polizeiliche Datenbanken, die etwa Daten zur Gefahrenabwehr enthalten.

## Arztberichte und vieles mehr

Wir stießen auch auf hochsensible Informationen aus dem medizinischen Bereich: so etwa den Arztbericht einer jungen Frau, die nach einer versuchten Vergewaltigung bei einem Arzt vorstellig geworden ist. Er enthält unter anderem



### Viele c't-Investigativ-Recherchen sind nur möglich dank anonymer Informationen von Hinweisgebern.

Wenn Sie Kenntnis von einem Missstand haben, von dem die Öffentlichkeit erfahren sollte, können Sie uns Hinweise und Material zukommen lassen. Nutzen Sie dafür bitte unseren anonymen und sicheren Briefkasten.

<https://heise.de/investigativ>

### Dienste wie Hybrid Analysis untersuchen hochgeladene Dateien auf Schädlingsbefall.

die persönlichen Daten der Betroffenen, Informationen über Gesundheitszustand und Tathergang und sogar Röntgenaufnahmen. Neben weiteren Unfallberichten stießen wir auch noch auf ein neurologisch-psychiatrisches Gutachten und vieles mehr. Solche Dokumente haben im Internet nichts verloren.

In einem weiteren Dokument beantragt ein sauerländischer Unternehmer bei einem Gesundheitsamt in NRW, ein Corona-Testzentrum eröffnen zu dürfen. Er verspricht, täglich die Anzahl der durchgeführten Tests sowie der Positivfälle zu melden. In der gleichen Stadt sollte zum 1. Januar eine Patisserie die Besitzerin wechseln, wie aus hochgeladenen Vertragsunterlagen hervorgeht. Da die neue Inhaberin inzwischen auf der Website des Geschäfts bekannt gegeben wurde, besteht kein Zweifel an der Echtheit des Dokuments.

Auch allerlei Skurrilitäten befinden sich unter den Dokumenten: etwa die Einladung eines pfälzischen CDU-Ortsverbandes, der seine Mitglieder zum traditionellen Wildessen lädt. Wer auf Daten aus ist, kann hier immerhin die Kontaktarten des Vorsitzenden mitnehmen, samt Handynummer und privater Mailadresse.

### Leichtsinn schlägt Datenschutz

Die Auflistung der Dokumente mit sensiblen Daten ließe sich beliebig lange fort-

nehmen erklärte, was wir schon der Webseite entnommen hatten: „Einsendungen an Hybrid Analysis werden mit der Community geteilt und sind nicht privat.“ Die Analyseergebnisse seien zudem jederzeit für alle Nutzer verfügbar. Auf unsere Rückfrage erklärte das Unternehmen, dass die Hybrid-Analysis-Infrastruktur in Kalifornien verortet ist. Wer sensible Dokumente bei dem Dienst hochlädt, schickt sie also um die halbe Welt. Dieser Export der Daten in die USA ist noch mal ein Problem für sich.

### Löschen lassen

Wer versehentlich problematische Daten bei der öffentlichen Plattform hochgeladen hat oder bedenkliche Dokumente anderer Nutzer entdeckt, kann selbst aktiv werden: „Jeder HA-Benutzer kann die Löschung von Samples und den zugehörigen Berichten aus der HA-Datenbank beantragen, wenn zum Beispiel personenbezogene Daten übermittelt worden sind“, rät CrowdStrike. Den Prozess startet man über den Knopf „Request Report Deletion“, der sich oben rechts auf dem Analysebericht befindet.

Der Betreiber beschreibt Hybrid Analysis als „kostenlose Community-Ressource, die CrowdStrike zum Nutzen der Sicherheitsgemeinschaft und der Endnutzer betreibt.“ Wer verhindern möchte, dass Dateien und Analyseergebnisse geteilt werden, könnte zu einem kostenpflichtigen Angebot des Unternehmens greifen: „Für die Analyse vertraulicher Daten in einer privaten Umgebung bietet CrowdStrike im Rahmen des Falcon-X-Angebots verschiedene Lösungen

**Ein Mouse-over-Hinweis macht darauf aufmerksam, dass Analyseberichte in jedem Fall öffentlich zugänglich gemacht werden – samt Screenshots.**

an.“ Für Falcon X betreibt CrowdStrike auch eine europäische Cloud.

Wir haben dem Betreiber unsere Liste mit problematischen Dokumenten zur Verfügung gestellt, woraufhin er die Dateien von der Plattform entfernte. Das ist allerdings ein Tropfen auf den heißen Stein, da wir nur einen Bruchteil der hochgeladenen Dateien überprüft haben. Zukünftig will CrowdStrike seinen Dienst umbauen, damit sich solche Fälle nicht weiter Tag für Tag wiederholen: „Wir arbeiten an Vereinfachungen, die die Webseite vor allem für Gelegenheitsnutzer leichter verständlich machen.“

## Fazit

Wer ist nun schuld an dem Datenschutz-Desaster? Der Betreiber gibt auf seiner Seite an, dass die hochgeladenen Dateien mit der Community geteilt werden und die Analyseberichte öffentlich sind – allerdings etwas versteckt und nur in englischer Sprache. Sicherlich wird es den Nutzern zu leicht gemacht, diese Hinweise zu übersehen und zu ignorieren. Auch die komfortable Suchfunktion, die sämtliche Analyseberichte aller Nutzer durchforstet, macht das Auffindenbrisanter Daten leichter als nötig.

Einen großen Teil zu der aktuellen Situation tragen jedoch auch jene Nutzer bei, die sich weder die Hinweise auf der Uploadseite noch die Datenschutzbestimmungen aufmerksam durchlesen, bevor sie sensible Inhalte mit dem fremden Server teilen. Es gilt, das Bewusstsein für den Datenschutz zu schärfen. Es ist so gut wie niemals eine gute Idee, Dateien, deren Inhalt nicht für die Öffentlichkeit bestimmt ist, auf einen fremden Server zu laden – ganz gleich, zu welchem Zweck. Ausnahmen gibt es nur wenige. In den von uns entdeckten Fällen diente die Nutzung der Gratis-Analyse zwar der Sicherheit, der Datenschutz wurde jedoch sträflich vernachlässigt. Wer dabei erwischt wird, muss seit Inkrafttreten der Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) mit einer hohen Geldbuße rechnen.

Wenn man sie mit Bedacht einsetzt, sind Malware-Analyseplattformen wie Hybrid Analysis oder VirusTotal ein guter Weg, einer verdächtigen Datei mit überschaubarem Aufwand auf die Finger zu schauen. Hochladen sollte man dort jedoch nur Dateien, die keine sensiblen Daten enthalten – insbesondere dann nicht, wenn diese Daten anderen gehören. Unkritisch hingegen sind meist aus-



**Medizinische Gutachten und vieles mehr: Bei Virenscan-Diensten werden oftmals Dokumente hochgeladen, die nicht für die Öffentlichkeit bestimmt sind.**

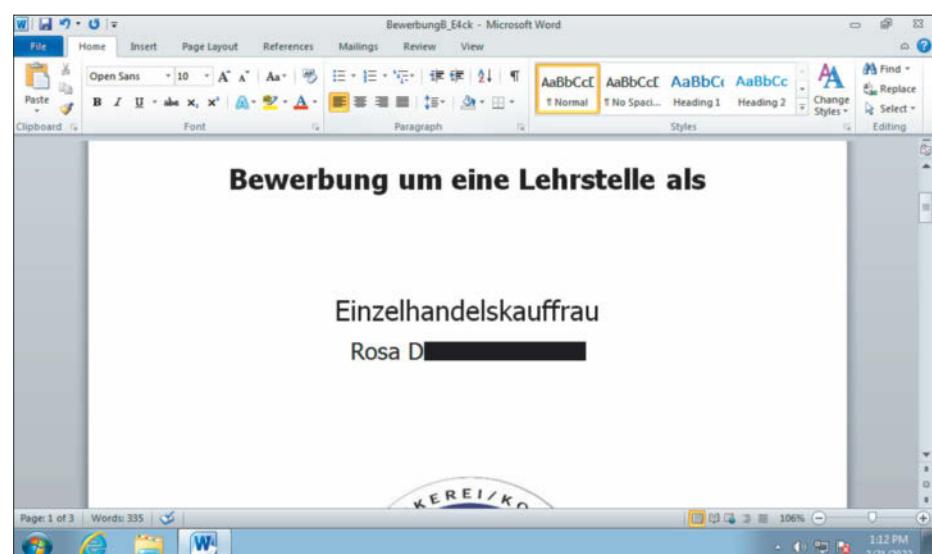
führbare Programme, da diese oft ohnehin öffentlich abrufbar sind. Davon ausgenommen sind allerdings Anwendungen, die nur einem ausgewählten Personenkreis zugänglich sein sollen, etwa Programme, die sich noch in der Entwicklung befinden und nur innerhalb des Unternehmens weitergegeben werden dürfen.

Wer auf Nummer sicher gehen möchte, kann mit Cuckoo Sandbox ein ähnliches Analysesystem auf der eigenen Hardware betreiben [2]. Möglicherweise sind auch kostenpflichtige Sandbox-Dienste wie Falcon X für den ein oder anderen interessant, weil hier die Weitergabe beziehungsweise Nichtweitergabe der Daten meist klar geregelt ist. Ein Virenscan mit mehreren Virenjägern ist ebenso mit

Desinfec't möglich, das als Live-Linux auch in einer virtuellen Maschine laufen kann. Viele Virenattacken kann man zudem per Telefon abwehren: indem man zum Hörer greift und den Mailabsender fragt, ob die Mail samt Anhang tatsächlich von ihm stammt. Wer angehängte Word-Dokumente ablehnt, weil da gefährlicher Makrocode drinstecken kann, fragt den Absender einfach nach einer weniger gefährlichen PDF-Datei. (rei@ct.de) ct

## Literatur

- [1] Olivia von Westernhagen, Antivirengremium, Malware-Bedrohungen erkennen und einordnen mit Online-Analysediensten, c't 5/2022, S. 166
- [2] Olivia von Westernhagen, Blick hinter die Kulissen, Schädlingsanalyse mit Cuckoo Sandbox, c't 19/2017, S. 156



**Bei unseren Stichproben entdeckten wir zahlreiche Bewerbungen mit persönlichen Daten, die vermutlich ohne Wissen der Bewerber hochgeladen wurden.**

# Ausweg E-Auto

Ihr stressfreier Einstieg in die E-Mobilität



<b>Stressfreier Einstieg in die E-Mobilität</b>	<b>Seite 16</b>
<b>Worauf es beim E-Auto-Kauf ankommt</b>	<b>Seite 20</b>
<b>Wie effizient E-Autos wirklich sind</b>	<b>Seite 28</b>
<b>Was Sie bei Wallboxen beachten müssen</b>	<b>Seite 32</b>

# Dass E-Autos viel Fahrspaß bieten, hat sich längst herumgesprochen. Spätestens der Preisschock an der Tankstelle bringt nun selbst glühende Verbrenner-Fans ins Wanken. Ist 2022 das Jahr, in dem man den Zapfhahn gegen den E-Stecker tauschen sollte?

Von Sven Hansen

**M**ikro-Stau in Hannover: Vor einer Tankstelle reiht sich Fahrzeug an Fahrzeug, als ob der Sprit in Kürze ausgehen könnte. Der Grund? Diesel kostet nur 1,99 Euro. Der Pächter hinter der Kasse meint: „Die Preise kommen von der Zentrale, hat mich auch gewundert.“ Wer hätte vor ein paar Wochen noch gedacht, dass man für einen Literpreis von „nur“ zwei Euro Schlange stehen würde?

Die Spritpreise spielen verrückt, jede Krise wird durch zusätzliche Spekulationen an den Rohstoffmärkten verstärkt, die Mineralölkonzerne nutzen die volatilen Preise und surfen nach dem „Rocket & Feather“-System: Ist ein Anlass gefunden, schießen die Preise raketengleich nach oben, um dann wie eine Feder nur langsam wieder herabzusinken. Selbst wenn die darunterliegenden Rohstoffpreise sich längst erholt haben, gibt der Preis an der Zapfsäule nur unwillig nach. Nicht umsonst lässt der Wirtschaftsminister prüfen, ob die Preispolitik der Konzerne dem Kartellrecht widerspricht.

## Strom als Ausweg?

Mit Weniger- und Langsamerfahren lässt sich das nur zum Teil kompensieren, und ob Ihre Lebensumstände es hergeben, häufiger auf Fahrrad oder Öffis umzusteigen, wissen Sie besser als wir. Also doch ein E-Auto? Allerdings spielen auch die Preise an den Strombörsen verrückt. Billiger wird Energie kaum werden, wenn sie künftig nachhaltig und CO<sub>2</sub>-neutral produziert werden soll.

Und doch gibt es aus Sicht der Verbraucher einige gravierende Unterschiede zu Diesel und Benzin: Stromverträge lassen sich für die Kunden langfristig schließen und sind keinen Schwankungen im

Minutentakt unterworfen. Denn selbst wenn man die großen Spritpreisbewegungen durch globale Krisen abzieht, gerät der Tankvorgang an den von Algorithmik getriebenen Zapfsäulen vermehrt zum Glücksspiel. Über den Tag schwankt der Literpreis schon mal um 25 Cent – wohl dem, der eine Tank-App am Start hat (ein Test folgt in einem der nächsten Hefte). Hinzu kommt: Eine Ölquelle hat niemand im Garten. Mit ein paar eigenen Solar-Panels kann man die Tankrechnung dagegen erheblich drücken. Der E-Fahrer tankt anders und spätestens, wenn er zu Hause tanken kann, in jedem Fall günstig.

## E-Auto-Mythen

Die Hersteller von E-Fahrzeugen konzentrieren ihre Werbung zurzeit vor allem auf die Schnellladefähigkeit der Modelle und adressieren so eine Hauptsoziale der Verbrenner-Befürworter: Wie lange muss ich an der Tanke herumstehen?

Wer zum E-Auto gewechselt hat, stellt dann oft fest, dass diese Frage im Alltag gar nicht so relevant ist. Denn der beim Verbrenner übliche Rhythmus von Leeraufnahmen und Volltanken entzerrt sich durch zusätzliche Ladepunkte: ob beim Supermarkt um die Ecke, beim Arbeitgeber oder am besten an der eigenen Steckdose oder Wallbox am Carport. So ranken sich ums E-Auto zahlreiche Ängste und Mythen, aber auch falsche Werbeversprechungen der Hersteller, denen wir in den folgenden Artikeln beikommen wollen.

In unserer Kaufberatung ab Seite 20 erfahren Sie, was Sie vor dem Erwerb eines E-Autos beachten sollten. Wir klären grundätzliche Fragen für Menschen, deren Herz noch eher im Vierzylinder-Takt schlägt.

## E-Auto-Fakten

Kollege Patrick Bellmer von heise+ berechnet schon lange mit spitzem Bleistift

die Kosten für E-Autos und vergleicht sie mit ähnlichen Verbrennermodellen. Für uns hat er aus seiner Datenbasis relevantes Zahlenmaterial zusammengetragen – etwa die Reichweite eines Fahrzeugs nach einer „Schuko-Nacht“. Denn auch ohne 11-kW-Wallbox kommt man nach 8 Stunden an einer diskret abgesicherten Außensteckdose oft weiter als man denkt. Unsere Infografik auf der folgenden Doppelseite gibt Ihnen einen Überblick über ausgewählte Fahrzeugmodelle, die sich aus unserer Sicht gut für den Einstieg in die E-Mobilität eignen.

Bei diesem „E-Auto-Quartett“ müssen Sie uns nachsehen, dass man die ein oder andere Karte zurzeit leider nicht spielen kann. Wegen Chipmangel, fehlenden Akkus und Kabelbäumen haben einige Hersteller einen Bestell- oder Lieferstopp verhängt. Alle Basisdaten zu den Fahrzeugen finden Sie online unter [ct.de/ynk](http://ct.de/ynk). Das Thema Nachhaltigkeit klammern wir bewusst aus, nicht zuletzt, weil unzählige Faktoren wie Strommix und globale Lieferketten gerade ebenfalls im Umbruch sind.

E-Autos wandeln die zugeführte Energie deutlich effizienter in Bewegungsenergie um als Verbrenner. Der Artikel ab Seite 28 nimmt die wichtigsten Bauteile eines E-Fahrzeugs genauer in den Blick und erklärt, wie effizient die Kette aus Ladeeinheit, Batterie und E-Motor wirklich ist. Denn spätestens bei jeder Wandlung von Gleichstrom zu Wechselstrom und zurück kommt es zu Verlusten, von denen die Hersteller in ihren Prospekten nicht berichten. Auch beim elektrischen Antrieb gilt: E-Motor ist nicht gleich E-Motor. Im Wallbox-Artikel ab Seite 32 erfahren Sie schließlich, was man bei Auswahl und Installation einer heimischen Ladelösung beachten muss.

## Schritt in die Zukunft

Mikro-Stau in Hannover: Vor einer Tankstelle reiht sich Fahrzeug an Fahrzeug. Sie surren mit einem Schmunzeln elektrisch vorbei. Nur wenn der Reifendruck einmal zu niedrig ist, fahren Sie mit schlechtem Gewissen auf die Tankstelle und kaufen pro forma eine Packung Minzpastillen. Vielleicht hat Ihnen dieses Heft zuvor geholfen, den für Sie perfekten Stromer zu finden. Dafür stehen wir morgens auf und wünschen nun viel Spaß beim Lesen.

(sha@ct.de) **ct**

**Daten zum E-Auto-Quartett:** [ct.de/ynk](http://ct.de/ynk)

## Spielregeln

Ihr Fahrzeug gibt es mit unterschiedlicher **Akkukapazität**. Auch ohne Wallbox können Sie die Reichweite in einer 8-stündigen **Schuko-Nacht** erhöhen. Plagt das **Fernweh**, brauchen Sie für unsere Beispiel-Tour inklusive Ladestopps die angegebene Zeit. **Nahverkehrs**-Sterne sammelt ein Fahrzeug als Nasenlader, mit 22-kW-AC-Option, einem leicht zugänglichen Fach fürs Ladekabel, Push-Nachrichten der App bei Ladeende und Batterie-Option bis 40 kWh. **Wintertauglichkeits**-Sterne: Option auf Sitz-/Lenkradheizung, Wärmepumpe, Vorklimatisierungsfunktion (App), Akku-Vorkonditionierung. **E-Fahrer**-Sterne: Option auf Tempomat mit Abstandshalter, E-Pedal, flexible Rekuperationseinstellungen, während Ladevorgang aktiv (Heizung/Infotainment), automatische E-Routenplanung (Akkustopps, prognostizierte Restkapazität am Ziel). Der **Reichweiteinbruch** in Prozent zeigt an, was man durch Konfiguration des Fahrzeugs (Gewicht / zusätzliche Verbraucher) im schlimmsten Fall einbüßt. Die **Batteriegarantie** sichert den Werterhalt des Fahrzeugs. Alle Infos zu den **Kosten pro gefahrenem Kilometer** und den Basisdaten zu unserem E-Auto-Quartett finden Sie unter [ct.de/yynk](http://ct.de/yynk).



## Renault Zoe R110

Akkukapazität	41 kWh / 52 kWh
Reichweite pro Schuko-Nacht	102 km
Fernweh (Flensburg - München)	11:30 Std
Nahverkehr	★★★★★
Wintertauglichkeit	★★★★★
E-Fahr-Faktor	★★★★★
Reichweiteinbruch durch Konfiguration	-3 %
Batteriegarantie	8 Jahre / 160.000 km
Mindestkosten pro km (ohne Wertverlust)	0,11 €



## Fiat 500 Action

Akkukapazität	31,3 kWh / 37 kWh
Reichweite pro Schuko-Nacht	112 km
Fernweh (Flensburg - München)	13:15 Std
Nahverkehr	★★★★★
Wintertauglichkeit	★★★★★
E-Fahr-Faktor	★★★★★
Reichweiteinbruch durch Konfiguration	-12 %
Batteriegarantie	8 Jahre / 160.000 km
Mindestkosten pro km (ohne Wertverlust)	0,10 €



## Hyundai Ioniq 5

Akkukapazität	58 kWh / 72,6 kWh
Reichweite pro Schuko-Nacht	86 km
Fernweh (Flensburg - München)	9:45 Std
Nahverkehr	★★★★★
Wintertauglichkeit	★★★★★
E-Fahr-Faktor	★★★★★
Reichweiteinbruch durch Konfiguration	-12 %
Batteriegarantie	8 Jahre / 160.000 km
Mindestkosten pro km (ohne Wertverlust)	0,16 €



## Mini Cooper SE

Akkukapazität	28,9 kWh
Reichweite pro Schuko-Nacht	102 km
Fernweh (Flensburg - München)	12:20 Std
Nahverkehr	★★★★★
Wintertauglichkeit	★★★★★
E-Fahr-Faktor	★★★★★
Reichweiteneinbruch durch Konfiguration	-14%
Batteriegarantie	8 Jahre / 160.000 km
Mindestkosten pro km (ohne Wertverlust)	0,13 €



## Tesla Model 3

Akkukapazität	60 kWh / 82 kWh
Reichweite pro Schuko-Nacht	108 km
Fernweh (Flensburg - München)	10:00 Std
Nahverkehr	★★★★★
Wintertauglichkeit	★★★★★
E-Fahr-Faktor	★★★★★
Reichweiteneinbruch durch Konfiguration	-15%
Batteriegarantie	8 Jahre / 160.000 km
Mindestkosten pro km (ohne Wertverlust)	0,13 €



## VW ID.4 Pure Performance

Akkukapazität	52 kWh / 77 kWh
Reichweite pro Schuko-Nacht	82 km
Fernweh (Flensburg - München)	11:25 Std
Nahverkehr	★★★★★
Wintertauglichkeit	★★★★★
E-Fahr-Faktor	★★★★★
Reichweiteneinbruch durch Konfiguration	-16%
Batteriegarantie	8 Jahre / 160.000 km
Mindestkosten pro km (ohne Wertverlust)	0,15 €



## Kia e-Niro Vision 100 kW

Akkukapazität	39,2 kWh / 64 kWh
Reichweite pro Schuko-Nacht	105 km
Fernweh (Flensburg - München)	10:55 Std
Nahverkehr	★★★★★
Wintertauglichkeit	★★★★★
E-Fahr-Faktor	★★★★★
Reichweiteneinbruch durch Konfiguration	-4%
Batteriegarantie	7 Jahre / 150.000 km
Mindestkosten pro km (ohne Wertverlust)	0,12 €

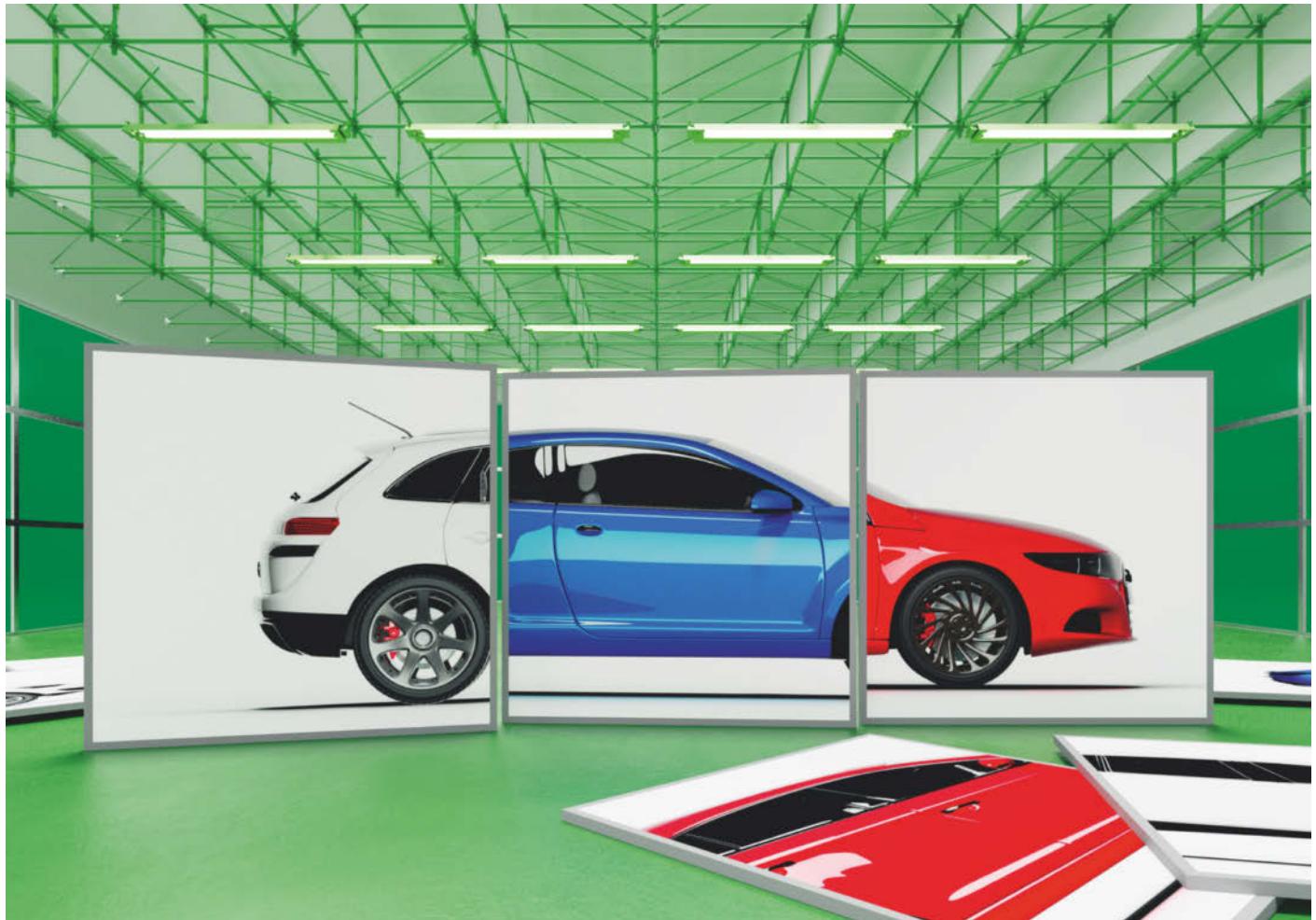


Bild: Andreas Martini

# Alles bleibt anders

**Worauf Sie beim E-Auto-Kauf achten müssen, damit Sie keine böse Überraschung erleben.**

**Das passende E-Auto zu finden ist kaum komplizierter, als einen Verbrenner zu konfigurieren. Man muss bloß auf andere Dinge achten – und zwar auf solche, die die Händler gerne verschweigen und die wir hier benennen und bewerten.**

**Von Sven Hansen und Stefan Porteck**

**R**einsetzen, losfahren, Unabhängigkeit und Freiheit genießen: Autofahren ist für viele mehr als der nüchterne Transfer von A nach B. Doch die Emotionen, die man mit Autos verbindet, haben sich nicht erst mit dem schwindelerregenden Preisanstieg an den Zapfsäulen gewandelt. Ob Rekordsommer, Jahrhunderthochwasser oder zunehmender Lärm, Feinstaub und Gestank in den Städten: Die vergangenen Jahre zeigen, dass Pkw mit Verbrennungsmotoren Auslaufmodelle sind.

Mit E-Autos gibt es schon seit Jahren eine umweltfreundlichere Alternative. Und wohl jeder, der mal in den Abendstunden mit einem E-Auto lautlos und ohne CO<sub>2</sub>-Ausstoß durch eine spätsommerliche

Landschaft gesegelt ist und dabei das Vogelgezwitscher hören konnte, will eigentlich keinen Verbrenner mehr fahren. Hinzu kommt, dass Autos mit elektrischem Antrieb auch in Sachen Fahrspaß die Nase vorn haben: Sie wandeln Energie deutlich effizienter und ohne Herumgerüre im Getriebe in Bewegung um als Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren.

## **E-Auto-AnGST**

Doch die Angst vor dem Neuen hält sich bei der Mehrheit der Bevölkerung hartnäckig. Viele Gegenargumente trafen tatsächlich früher zu, die meisten sind heute aber überholt. Wer jetzt auf E-Mobilität umsteigen will, trifft oft auf andere Hürden, von denen in keinem Verkaufsraum

oder Prospekt die Rede war – und wird zum Beispiel im nächsten Winter sprichwörtlich eiskalt erwischt. Wir zeigen deshalb, wie man damit umgeht und worauf man beim Kauf achten muss.

Viele Fahrer glauben, dass sie neben den Fahrkosten und dem Steuervorteil auch bei der Wartung eines E-Autos sparen – schließlich müsste der Verschleiß und das Defekt-Potenzial geringer sein, weil es unter anderem keinen Auspuff und insgesamt weniger bewegliche Teile gibt. Das ist leider ein Irrtum: Laut ADAC-Studien führen sehr häufig simple Elektronikfehler zu Pannen oder zu verweigerten TÜV-Plaketten. Hier sitzen E-Autos und Verbrenner im gleichen Boot, denn viel der 12-Volt-Elektronik ist bei E-Autos baugleich mit denen der Verbrenner.

Auch Inspektionen sind nicht immer günstiger, da die aufwendigen Kühlkreisläufe der Akkus bei der Kontrolle entsprechende Aufmerksamkeit benötigen. In der Praxis kann es schlimmstenfalls passieren, dass die E-Auto-Wartung in manchen (freien) Werkstätten sogar etwas mehr kostet als beim Verbrenner, weil die Wartungsarbeiter mangels Verbreitung und Routine für die neue Technik derzeit noch länger brauchen.

Bei E-Autos schwungt in vielen Köpfen immer noch das Thema Reichweitenangst mit – also die Sorge, wegen kurzer Reichweite irgendwo in der Pampa und fernab einer Ladesäule mit leerem Akku liegenzubleiben. Doch das ist in den meisten Fällen mittlerweile unbegründet: Beim Kauf neuer E-Autos stehen selbst im Kleinwagensegment Akkugrößen zur Auswahl, die einen Aktionsradius von 300 Kilometern und mehr erlauben. Da Händler und Hersteller mittlerweile Angaben zu Reichweite und Verbrauch nach dem neuen

WLTP-Messverfahren veröffentlichen müssen, sind die Zahlen im Prospekt keine reinen Fabelwerte mehr, sondern spiegeln den realen Verbrauch realistisch wider.

Normalfahrer brauchen sich im Alltag spätestens dann keine Sorgen um die Reichweite zu machen, wenn das E-Auto daheim in der Garage oder unterm Carport auflädt: Man startet morgens mit vollem Akku, fährt seine 100 bis 200 Kilometer Arbeits- und Einkaufswege und stellt das Fahrzeug abends mit halbvoller Batterie ab. Der nächste Morgen beginnt wieder mit einem vollen Akku. Als heimische Ladestation muss es nicht unbedingt eine Wallbox sein, wie der Artikel auf Seite 32 zeigt. Schon mit dem Schuko-Kabel bekommt man über Nacht 100 km Reichweite und mehr in die Batterie.

Wer auf öffentliche Ladesäulen angewiesen ist, startet selten mit vollem Akku in den Tag. Neigt sich die Ladung dem Ende zu, muss man für die nächste Fahrt zusätzliche Zeit einplanen, um den Akku vorher oder unterwegs zu befüllen. Auf Dauer ist das lästig, auch wenn man nicht mehr befürchten muss, dass man liegen bleibt. In den vergangenen Jahren wurden so viele Ladestationen aufgestellt, dass sich in mittleren und großen Städten und entlang von Autobahnen alle paar Kilometer eine freie Säule findet. Dennoch schränkt das ausschließliche Laden an öffentlichen Säulen merklich ein.

## Wintermüdigkeit

Viele frisch gebackene E-Fahrer erleben im ersten Winter eine böse Überraschung: Die Akkus mögen keine tiefen Temperaturen und quittieren sie mit geringerer Kapazität und langsamem Aufladen. Hier hilft zwar die Elektrik moderner E-Autos, die die empfindlichen Zellen bei Bedarf



**Nicht jedes Auto berechnet die Reichweite so exakt wie der Opel Ampera-e, der es nach der Trennung von Opel und General Motors nur in homöopathischen Dosen auf den hiesigen Markt schaffte.**

aufheizt, aber auch das kostet Energie und damit Reichweite. E-Motoren geben im Unterschied zu Verbrennungsmotoren außerdem nicht genug Wärme ab, um damit den Innenraum zu temperieren. Wer es warm haben will, schaltet die Heizung ein. Aber die braucht – Sie ahnen es schon – ebenfalls Strom und reduziert die Reichweite spürbar.

So mancher Kleinwagen, der im Sommer locker seine 200 Kilometer schafft, sorgt im Winter daher für Schrecken: Heizung an, Licht an, gerade vom Hof gerollt und schon zeigt die Restreichweitenanzeige nur noch läppische 150 Kilometer. Besonders Pendler sollten deshalb vor dem Kauf einplanen, dass die versprochene Reichweite im Winter um rund ein Drittel einbricht – bei manchen Modellen sogar mehr. Großer Akku, Heizelemente nah am Körper und eine Wärmepumpe sind die effektivsten Mittel gegen die Wintermüdigkeit. Sitz- und Lenkradheizung sorgen für ein direktes Wärmeempfinden und sind oft Teil eines Winterpakets. Die Wärmepumpe heizt den Innenraum besonders energiesparend und ist bei teureren Fahrzeugen ins Thermomanagement der Batterie eingebunden.

In puncto Komfort ist das E-Auto einem Verbrenner im Winterbetrieb überlegen: Da die Wärme elektrisch erzeugt wird, steht sie beim Losfahren bereit. Während Kurzstreckenpendler mit Verbrenner nach 20 Minuten immer noch durchgefroren wieder aussteigen, ziehen E-Auto-Besitzer schon beim Einsteigen den Wintermantel aus. Ein weiterer Pluspunkt: Die E-Heizung lässt sich wie eine Standheizung nutzen. Wer kein Eis kratzen will, stellt in der Smartphone-App des



**Eisprobe für E-Autos: Im Winter machte uns die unzuverlässige Reichweitenanzeige des Corsa E schwer zu schaffen.**



Bild: Clemens Gleich

**Mit einer Auswurftaste an der Typ2-/CCS-Ladebuchse lässt sich der Ladevergang beenden. Das ist praktischer, als Taster im Fahrzeug zu drücken oder das Smartphone zu zücken.**

Autos ein, dass der Innenraum schon 15 Minuten vorm Losfahren aufgewärmt wird. Hängt das Auto an der heimischen Wallbox, ist ein Vorwärmen des Innenraums nicht nur aus Komfortgründen sinnvoll. Fahrzeuge mit Akkuheizung temperieren die Batterie gleich mit, was deren Lebenszeit und die Reichweite und sogar die Sicherheit erhöht, weil die Scheiben weniger beschlagen.

Richtig effizient legt man die Ultrakurzstrecke im Winter auch im E-Auto nicht zurück. Mancher Besitzer wundert sich, dass der mit 15 kWh/100 km beworbene Kleinwagen im Winter fast das Doppelte verbraucht. Erst auf weiten Strecken pendelt sich der Verbrauch wieder aufs Normalmaß ein, weil das Halten der Temperatur viel weniger Energie benötigt als ständig neues Aufwärmen. Immerhin nimmt einem die E-Technik wiederholte Kaltstarts längst nicht so übel wie ein Verbrennungsmotor.

### Drum prüfe ...

Egal, in welcher Jahreszeit man den Wunschwagen beim Händler zu einer Testfahrt borgt, man sollte dabei immer die Restreichweitenanzeige ausprobieren. Im Idealfall plant man eine Route von rund 50 Kilometern inner- und außerorts mit einem kleinen Autobahnanteil und checkt vor, während und nach der Fahrt, ob die prognostizierte Reichweite sich annähernd mit der tatsächlich zurückgelegten Strecke deckt.

Manche Fahrzeuge wie der Nissan Leaf oder der Polestar 2 rechnen ziemlich exakt, während andere Modelle wie der E-Corsa von Opel und der Honda e in unseren Tests häufiger mal für einen ge-

fahrenen Kilometer von der errechneten Reichweite zwei Kilometer abzogen. Besonders wenn man viel Mittel- und Langstrecke fährt, nerven die ungenauen Anzeigen und die daraus resultierenden zusätzlichen Ladestopps schnell.

### Ein Pedal für alles

Beim Fahrverhalten gibt es deutliche Unterschiede zwischen Elektroautos und Modellen mit Verbrenner, wobei die E-Autos die Nase vorn haben. Das fängt mit dem Offensichtlichen an: Abgesehen vom gesetzlich vorgeschriebenen Summen oder Säuseln bei langsamem Geschwindigkeiten fahren E-Autos flüsterleise – außer dem Rollgeräusch der Reifen hört man meist nichts.

Zudem liefern E-Motoren aus dem Stand ihr volles Drehmoment und schieben nahezu über den gesamten Drehzahlbereich gleichmäßig kräftig an. Es braucht keinen Tesla oder E-Sportwagen von Porsche: E-Autos spurten so spritzig los, dass selbst ein elektrischer Smart auf den ersten Metern an der Ampel Oberklassefahrzeuge mit 250 PS stehen lässt. Das Anzugverhalten ist eine Frage der Software – manch ein E-Auto lässt selbst im Sportmodus eine halbe Gedenksekunde vergehen, bis der Motor zupackt. Wer gerne sportlich fährt, sollte bei der Probefahrt darauf achten.

Einmal in Bewegung, ziehen E-Autos mit gleicher Vehemenz bis zur Höchstgeschwindigkeit, wenn man das Pedal durchtritt. Das Gefühl des flotten Antritts wird davon verstärkt, dass das Schalten und die dabei auftretenden Zugkraftunterbrechungen fehlen. E-Motoren sind leistungsstark und drehzahlfest genug, um ein Getriebe überflüssig zu machen. Mit wenigen Ausnahmen wie dem Porsche Taycan und dem Audi e-tron GT haben sie eine feste Übersetzung. Verbrennungsmotoren müssen mittels Getriebe immer im Bereich zwischen rund 700 und 6000 U/min bleiben, E-Motoren machen Drehzahlen von 15.000 U/min nichts aus.

Die Höchstgeschwindigkeit erreichen die meisten E-Modelle aber früher als Verbrenner. Die Mehrheit der Klein- und Mittelklassewagen regelt zwischen 150 und 180 km/h elektronisch ab. Da der Luftwiderstand im Quadrat zur Geschwindigkeit steigt, bauen die Hersteller diese Sperre ein. Ansonsten fände das Autobahnvergnügen trotz versprochener Reichweite von 400 Kilometern schon nach 150 Kilometern ein jähes Ende.

Wegen des hohen Wirkungsgrads der Motoren hat der Luftwiderstand generell eine größere Auswirkung auf den Verbrauch. Deshalb erleben viele Neukunden in den ersten Wochen eine Überraschung: Im städtischen Stop-and-Go-Verkehr sind E-Autos sparsamer unterwegs als bei zügigen Überland- oder Autobahnfahrten – die Verbrauchscharakteristik fällt also anders aus als bei Verbrennern, die bei jedem Anfahren 80 Prozent der Energie in Form von Wärme verpuffen lassen.

Abseits der physikalischen Faktoren bestimmen die Hersteller mittels Fahrprogrammen – also per Software – das Fahrgefühl eines E-Autos. Praktisch alle Modelle haben einen Eco-Modus, der die Motorleistung drosselt und die Kennlinie des Gaspedals anpasst. Sie bestimmt, wie weit man das Pedal durchtreten muss, um einen bestimmten Vortrieb zu erreichen.

Deutlicher machen sich die Fahrmodi bemerkbar, wenn man den Fuß vom Pedal nimmt: Beim Ausrollen setzt das sogenannte Rekuperieren ein. Die Motoren arbeiten dann als Dynamo. Sie bremsen das Fahrzeug ab und erzeugen dadurch Strom, der zurück in den Akku geleitet wird.

Wie stark der E-Motor verzögert, lässt sich bei den meisten Modellen einstellen. Wünscht man ein ähnliches Verhalten wie beim Verbrenner, lässt die Steuersoftware das E-Auto möglichst segeln – in Wirklichkeit schiebt der Motor weiter leicht an – und gewinnt nur wenig Energie zurück, wenn man den Fuß vom Gas nimmt. Die Verzögerung entspricht in dieser Einstellung etwa der Motorbremse eines konventionellen Pkw.

In solchen Fahrmodi fällt der Umstieg zwar sehr leicht. Aber bergab und insbesondere im Stadtverkehr ist geringe Rekuperation ineffizient, da man häufiger auf die Bremse treten muss. Je nach benötigter Verzögerung müssen die mechanischen Bremsen zusätzlich zupacken. Statt zu möglichst großem Anteil wieder im Akku zu landen, verpufft dann ein Teil der Bewegungsenergie als Wärme an den Bremsscheiben.

Die meisten E-Fahrer stellen deshalb nach kurzer Umgewöhnung ihren Fahrstil um und setzen die Rekuperation auf eine höhere Stufe. Viele Modelle ab der Mittelklasse haben dafür sogar Knöpfe oder Wippen am Lenkrad. Mit etwas vorausschauendem Fahren passiert es dem E-Fahrer oft, dass die Restreichweite über längere Strecken kaum abnimmt oder bergab sogar mal um 20 Kilometer steigt.



# CALMO IST IGEL READY

Ein effizientes Gesamtkonzept für Software- und Hardwareangebote aus Deutschland.



ENTWICKELT FÜR HÖCHSTE SICHERHEIT

modular

read-only

basierend auf Linux

Innovative Industrie-Hardware der **Marke Calmo** und das Next-Gen Edge OS für Cloud Workspaces **IGEL OS** bieten gemeinsam das Maximum an IT-Sicherheit und hoher Performance  
– Made in Germany.

Jetzt mehr erfahren auf  
[www.calmo-pc.de/igel](http://www.calmo-pc.de/igel)



Eine besondere Form der Rekuperationsanpassung ist der sogenannte One-Pedal-Mode, den viele Hersteller anbieten. Nimmt man in diesem Modus den Fuß vom Pedal, bremst das Auto so stark bis zum Stillstand ab, als würde man mit mittlerer Kraft auf die Bremse treten. Wegen der deutlichen Verzögerung gehen dabei automatisch die Bremslichter an und es wird die maximal mögliche Energiemenge wieder in den Akku gespeist.

Im One-Pedal-Modus gelingt es nach wenigen Kilometern Übung, das Auto über Strecken von dutzenden, gar hunderten von Kilometern durch den Verkehr zu bewegen, ohne ein einziges Mal auf die Bremse zu treten. Trotzdem mag nicht jeder One-Pedal-Drive: Neulinge hassen die Funktion meistens und finden das starke Abbremsen irritierend und unangenehm – fast, als hätte man einen Bremsenschirm abgeworfen. Alte E-Hasen lieben das Auto-Scooter-Gefühl des One-Pedal-Drive hingegen, weil es besonders im innerstädtischen Berufsverkehr ein entspanntes Fahren ermöglicht.

## Stecker statt Pistole

Aus Fahrersicht ist das Aufladen des Akkus nicht komplizierter als Tanken – es dauert nur länger. Mittlerweile nehmen alle neuen Fahrzeuge sowohl Gleichstrom (direct current, DC) als auch Wechselstrom (alternating current AC) entgegen. Da der Akku prinzipiell nur Gleichstrom speichert und abgibt, kommt beim Laden an Wechselstrom im Fahrzeug ein Gleichrichter zum Einsatz. Anders als beim Tanken flüssiger Kraftstoffe geht beim Aufladen des E-Autos immer ein wenig Energie am Wandler oder bei der elektrochemischen Speicherung im Akku in Form von Abwärme verloren (siehe Artikel auf S. 28). Im Alltag bezahlt man also ein paar Euro mehr, als man anhand des Verbrauchs und der Stromkosten berechnet hat.

Für langsames AC-Laden an einer Wallbox oder an kleineren Säulen, wie man sie oft am Straßenrand oder auf Supermarktparkplätzen findet, dient die Typ-2-Buchse, die einen Ladeleistung von maximal 43,5 kW unterstützt. Solche Ladepunkte haben meist nur eine Buchse, sodass man das passende Ladekabel mitführen muss.

43,5 kW AC klingt super. Doch selbst wenn der Stecker passt, bedeutet das nicht, dass das Fahrzeug – beziehungsweise dessen Gleichrichter – diese Ladeleistung in den Akku bringt. Hier sollte man

die Datenblätter studieren oder den Händler explizit darauf ansprechen. Die Industrie hat sich auf 11 kW als Standard für die AC-Ladung festgelegt. Das ist die Ladeleistung, die man sich genehmigungsfrei, aber meldepflichtig auch mit einer Wallbox ans Haus stellen kann.

An vielen 22-kW-AC-Ladern, etwa Gratisladepunkten auf Supermarktparkplätzen oder am Urlaubsort im Ausland, kann man mit etlichen Fahrzeugmodellen nur 11 kW nutzen und verdoppelt die Standzeit. Einige Autos laden sogar nur mit 7,6 kW AC – an Wechselstromsäulen ist dann Geduld gefragt. Deshalb lohnt der genaue Blick in den Konfigurator in jedem Fall: Soll das E-Fahrzeug nicht ausschließlich als Langstreckenläufer an DC-Säulen zum Einsatz kommen, ist das Update auf die höchstmögliche AC-Ladeleistung empfehlenswert. Nichts ist ärgerlicher, als vor einer sprudelnden Quelle zu stehen und nicht das passende Gefäß dabei zu haben.

Beim DC-Laden kommen unterschiedliche Stecker zum Einsatz: Japanische Hersteller wie Nissan bauten bisher CHAdeMO-Buchsen in ihre Fahrzeuge ein. Darüber lässt sich Gleichstrom an Schnellladesäulen mit bis zu 200 kW laden und die Buchse ist bereits für das bidirektionale Laden vorbereitet – ein CHAdeMO-Fahrzeug kann als rollende Powerbank dienen. In Europa hat sich inzwischen jedoch das Combined Charging System (CCS) als Standard für DC-Ladung durchgesetzt. Auch Nissans jüngst vorgestellter Ariya kommt in Europa mit CCS-Buchse.

Als „Combined“ bezeichnet man sie, weil sie aus einer herkömmlichen Typ-2-Buchse für Wechselstrom besteht, die

um Starkstrom-Pins erweitert wurde. Autos mit CCS-Buchse lassen sich also ohne Adapter an Kabeln und Säulen mit Typ-2-Stecker und mit CCS-Stecker mit bis zu 350 kW laden. Jedes Fahrzeug mit CCS und DC-Schnellladefunktion kann über CCS auch AC laden. Auch hier sollte man vor dem Kauf checken, welches Wechselstrom-Limit der Gleichrichter besitzt, und den Aufpreis für eine leistungsfähigere Ladeelektronik einplanen.

Bei der Ladegeschwindigkeit öffentlicher Säulen gab es in den vergangenen fünf Jahren genauso große Fortschritte wie aufseiten der Autos: Hat man sich unlängst noch über 50 kW gefreut, gibt es heute Säulen und Fahrzeuge, die 350 kW verkraften. Die Ladeleistung ist neben der Akkukapazität ein gerne genutztes Marketinginstrument, spiegelt aber leider nicht die volle Wahrheit wider. So fließt der maximale Strom üblicherweise nur im optimalen Temperaturbereich von etwa 15 bis 20 Grad Celsius in den Akku. Wer nach schneller Autobahnfahrt zwischenladen will, bekommt bei zu stark erwärmtem Akku beispielsweise statt der im Datenblatt genannten 150 kW oft nur die Hälfte. Langstreckenfahrer sollten vor dem Kauf checken, ob das Auto bei Bedarf den Akku aktiv kühl, was bei neuen Modellen aber mittlerweile Standard ist.

Eine Akkuheizung ist Grundausstattung, weil die Lithium-Zellen bei Frost und beim Schnellladen unter tiefen Temperaturen Schaden nehmen oder deutlich schneller altern, also dauerhaft Kapazität einbüßen. Da die Heizung ihrerseits Strom verbraucht, läuft sie im Winter nur als Frostschutz. Wer nach einem Kaltstart di-



**Kampf der Ladeweile: Infotainment und Heizung sollten beim Laden voll funktionsfähig sein. So kann man sich wie beim Honda e auch mal im Auto die Zeit vertreiben.**

# msi®



## Produktiv in Büro und Home Office mit MSI PRO-Monitoren

Mit einer hochwertigen Ausstattung am Arbeitsplatz lassen sich nicht nur Arbeitskomfort und Wohlbefinden maßgeblich steigern, sondern auch die Arbeitseffizienz. Die PRO-Monitore von MSI besitzen speziell für Büroanwendungen optimierte Displays, welche durch fortschrittliche Eye Care-Technologien wie den Less Blue Light-Modus und das Anti Flicker-Feature ein besonders augenschonendes Arbeiten ermöglichen. Durch optionale Ergonomie-Funktionen lassen sich die Monitore außerdem individuell an jeden Bedarf und Arbeitsplatz anpassen. Das beugt Verspannungen, Kopfschmerzen, Unwohlsein und einer schädlichen Haltung wirkungsvoll vor und ermöglicht damit ein gesünderes Arbeiten und bessere Arbeitsresultate.

Alle Informationen zu den PRO-Monitoren und weiterer hochwertiger Office-Ausstattung von MSI finden Sie auf <https://csr.msi.com/global/energy-star>

Tech meets Aesthetic



## Nachhaltig und effizient mit ENERGY STAR-Auszeichnung

Die MSI-Monitore der PRO-Serie wurden mit dem begehrten ENERGY STAR-Siegel ausgezeichnet. Damit gelten sie als besonders energieeffizient und nachhaltig. Das spielt nicht nur in großen Unternehmen mit vielen Geräten eine wichtige Rolle bei der langfristigen Kostenkalkulation, sondern ermöglicht auch Einzelanwendern einen Arbeitsplatz mit mehreren Monitoren, ohne eine böse Überraschung auf der Stromrechnung befürchten zu müssen.



[de.msi.com](http://de.msi.com)



**An DC-Säulen lassen sich Autos mit bis zu 350 kW laden – aber nur unter optimalen Bedingungen.**

rekt an eine Schnellladesäule fährt, muss sich meist aufs Laden mit mickrigen 30 bis 40 kW in der ersten Viertelstunde einstellen, bis der Akku auf Temperatur ist.

Manche Fahrzeuge temperieren deshalb den Akku gemäß der Routenplanung: Führt der Weg an Ladesäulen entlang oder eine Strecke soll mit einem Ladestopp beginnen, heizt oder kühlt das Fahrzeug den Akku so vor, dass er sich an der Säule schon im richtigen Temperaturbereich befindet. Mittel- und Langstreckenfahrer sollten den Händler deshalb unbedingt nach diesem Feature fragen oder sich in einschlägigen Foren informieren. Die E-Community schaut ihren Fahrzeugen besonders genau auf die Finger und Infos zu komplexen Funktionen wie dem Konditionieren des Akkus vor der Ladung finden sich oft eher in Webforen als auf den Seiten der Hersteller.

Selbst unter optimalen Bedingungen wird der maximale Ladestrom nicht über den gesamten Ladevorgang gehalten. Wie es jeder aus leidiger Erfahrung vom Smartphone kennt, lassen Schnellladen und komplettes Aufladen den Akku schneller altern. Um ihn zu schonen, kommen mehrere Tricks zum Einsatz. Üblicherweise unterschlägt das Auto seinem Besitzer ein paar Prozentpunkte der Akkukapazität. Selbst wenn das Tacho-Display einen Ladestand von 100% (netto) anzeigt, ist das Fahrzeug meist nur zu etwa 90% (brutto) geladen.

Da das nur den gröbsten Verschleiß verhindert, drosseln praktisch alle Hersteller ab einem Netto-Ladestand von 70 bis 80 Prozent die Ladeleistung schrittweise auf bis zu 15 kW. So gilt für viele Fahrzeuge zwar das Versprechen, dass sie sich von 0 auf 80 Prozent in rund 20 Minuten laden lassen, die Hersteller verschweigen aber, dass für den Rest durchaus zwei Stunden zu veranschlagen sind. Bei Autos mit großen Akkus und Reichweiten von über 400 km stört das

kaum, beim kleinen Stadtflitzer, der über Land schon mit vollem Akku kaum 250 Kilometer weit kommt, schon eher.

Bei manchen Modellen lässt sich der Beginn der Drosselung im Einstellungs-menü leicht verschieben, etwa ab 80 statt 70 Prozent. Doch abschalten ließ sich das bei keinem der Fahrzeuge, die wir in den vergangenen Jahren getestet haben. Bei manchen Modellen kann man einen Wert einstellen, bei dem das Auto den Ladevor-gang stoppt – praktisch an der heimischen Wallbox.

### Gutes Laden, schlechtes Laden

Nicht mehr auf Tankstellen mit ihren stark schwankenden Spritpreisen angewiesen zu sein, ist Segen und Fluch gleichermaßen. Am billigsten und bequemsten lädt man das Auto an einer Steckdose in der Garage oder schneller und mit moderaten Anschaffungskosten an einer heimischen Wallbox (siehe S. 32).

Doch nicht jeder hat den Luxus eines Einfamilienhauses oder in der Stadt einen Stellplatz mit Stromanschluss. Und spätestens auf längeren Strecken ist jeder auf die öffentliche Ladeinfrastruktur angewiesen. Dort wird es doch etwas komplizierter und manchmal auch lästiger als erwartet. So kommen einem – vorwiegend auf dem Ge- brauchtmarkt – immer noch Fahrzeuge unter, deren Navi die Route nicht entlang von Ladestationen plant oder stumpf reguläre Tankstellen vorschlägt – meist bei E-Autos der ersten Generation.

Wer häufiger unterwegs lädt, wünscht sich ein Navigationssystem, das nicht nur Ladesäulen anzeigt, sondern Routen auch anhand des Ladezustands entlang verfügbarer Säulen plant. Maßstäbe bei der Routenberechnung nebst Reichweitenprognosse setzen Tesla und seit Kurzem auch Google mit seinem Automotive OS. Das im

Polestar, einigen Volvos und künftig bei Renault angebotene System berechnet eine erstaunlich verlässliche Restreichweite. Einen ähnlichen E-Routenplaner hat auch Mercedes für seine EQ-Serie im An-gebot. Wer mit seinem künftigen E-Auto oft in unbekannten Gefilden unterwegs sein möchte, sollte auf ein entsprechendes On-Board-System achten. Da es in die Be-rechnung viele Fahrzeugdaten einbezieht, lässt es sich nicht ohne Weiteres durch ein Smartphone ersetzen.

Aber auch bei neueren Modellen sind die Infotainmentsysteme bei Weitem nicht immer perfekt an Ladepunkte angepasst. Zwar schlagen aktuelle Autos keine Diesel-Zapfsäulen mehr vor, aber bei der Anzeige der verfügbaren Ladesäulen fehlen den eingebauten Navis meist die einfachsten Filterfunktionen. So kann es passieren, dass das Navi für die Route einen Lade-stopp an einer 22-kW-Wechselstromsäule einplant, obwohl zwei Kilometer weiter eine 150-kW-Schnellladesäule steht.

Auch nach Anbietern lässt sich nur selten filtern und da droht das nächste Ärgernis: Die Ladeinfrastruktur wird von un-zähligen regionalen und überregionalen Anbietern bereitgestellt – jeder mitunter mit eigenem Bezahl- und Tarifsystem. Das Problem: An der Säulen authentifiziert man sich mit einer RFID-Karte des Anbie-ters und schaltet sie zum Laden frei. In den Anfangstagen der E-Mobilität kam es durchaus vor, dass man mit leerem Akku eine Säule erreichte, dort aber mangels Vertrag keinen Strom bekam.

Mittlerweile droht dieses Schreckens-szenario nicht mehr, denn die Säulenbe-treiber müssen allen potenziellen Kunden auch ohne Vertragsbindung eine Bezahl-option anbieten, sei es mit Kreditkarte oder per Smartphone-App. Das ist aber meist teurer als bei der Nutzung einer RFID-Karte. Glücklicherweise muss man davon nicht Dutzende im Handschuhfach liegen haben. Praktisch jede Ladesäule ist mindestens einem sogenannten Ladever-bund angeschlossen. Wer eine Karte des ADAC (mittlerweile EnBW) oder von New Motion (neuerdings Shell) oder von einem Stromanbieter wie EnBW besitzt, kommt damit durch die ganze Republik. Auch einige Fahrzeughersteller bieten Lade-karten zu günstigen Konditionen an.

Vorher gilt es aber, Preise zu vergleichen – und zwar genauer als an der klassi-schen Tankstelle, denn die Kosten flattern zwar nicht im Halbstundentakt, unter-scheiden sich aber grundsätzlich: Es finden

sich Tarife mit einem geringen Preis je Kilowattstunde, dafür aber mit einer monatlichen Grundgebühr. Andere Karten sind kostenlos, der Strompreis ist aber höher und an manchen Säulen wird unabhängig vom Aufladen zusätzlich eine Freischaltgebühr von einigen Euros fällig. Welches Tarifmodell am besten passt, lässt sich kaum pauschal beantworten, weil es sehr von der jährlichen Fahrleistung und den Strecken abhängt. Grob gilt, wer nur selten unterwegs lädt, ist mit Tarifen ohne Grundpreis meist besser beraten. Wer keine Lust auf unkalkulierbare Kosten hat, findet sogar Flatrate-Modelle. So kann man hinter den Punkt „Tankkosten“ in seiner Kalkulation zumindest eine feste Zahl schreiben.

An der Säule geht das Verwirrspiel weiter. Da sich viele Säulen mit Karten verschiedener Ladeverbünde freischalten lassen, sollte man die davorhalten, mit der der Strom am günstigsten fließt. Dabei sind Preisspannen von 20 bis 80 Cent je Kilowattstunde möglich. Wer Klarheit will, muss googeln oder eine Ladesäulen-Finder-App wie Nextcharge oder EVMap nutzen, die auch Preisangaben liefert. Das Navi des Autos wartet mit solchen Infos nicht auf.

Ärgerlich ist das vorrangig bei Ausflügen oder Urlaubsfahrten. Sobald man in seiner Region ein paar „Stammsäulen“ des passenden Ladeverbunds ausgemacht hat, wird die Sache übersichtlicher und auch komfortabler.

### Gebrauchte Stromer

Der Umstieg auf E-Mobilität lockt. Doch die hohe Nachfrage und die gestörten Lieferketten führen zu sehr langen Wartezeiten. Wer heute bestellt, hat keine Garantie, das neue Auto noch in diesem Jahr zu bekommen. Schlimmer noch: Manche Hersteller nehmen derzeit gar keine Bestellungen mehr an.

Da liegt es nahe, sich bei Gebrauchten umzuschauen. Vor ein paar Jahren gab es auf dem Gebrauchtmärkt fast nur Fahrzeuge mit (zu) kleinem Akku. Zog man von einem 20-kWh-Akku noch den über die Jahre eintretenden Kapazitätsverlust ab, blieb von der ohnehin knappen Reichweite kaum etwas übrig. Mittlerweile sind jedoch Fahrzeuge wie der beliebte und erschwingliche Renault Zoe ZE 50 mit 52-kWh-Akku zu finden. Er wurde seit Ende 2019 angeboten und stößt als Rückläufer nach drei Jahren Leasing vermehrt auf den Markt.

Die Batterie ist die Achillesferse gebrauchter E-Autos – Verschleißteil und teuerste Komponente in einem. Die Restkapazität ist beim Gebrauchtwagenkauf daher entscheidend. Mit dem „State of Health“ (SoH) misst das Batteriemanagement die Restkapazität in Prozent der ursprünglichen Akkukapazität. Leider zeigt das Infotainmentsystem diesen Wert nicht an.

Wer möglichst wenig Risiko eingehen will, holt sich beim Händler einen „neuen Gebrauchten“ und lässt den SoH-Wert im Kaufvertrag ausweisen. Dank gesetzlicher Vorschriften gibt es dort Gewährleistung. Das schafft Vertrauen, dass das Auto vorher ordentlich durchgecheckt wurde – was dann nicht nur für den Akku, sondern auch für die restliche Technik gilt.

Beim Privatkauf sollte man sich einen Verkäufer suchen, der die Akkukapazität hat prüfen lassen. Hierfür gibt es externe Dienstleister, die gegen Gebühr mit einem OBD-Dongle (On Board Diagnose) nicht nur den SoH, sondern auch Fahr- und Ladedaten einiger Tage auswerten. Aus den Lade- und Entladekurven errechnen sie mithilfe von Vergleichswerten neuer und anderer gebrauchter Fahrzeuge gleichen Typs eine Bewertung des individuellen Zustands des Akkus. Einen ähnlichen Service bietet auch der TÜV Rheinland an. Trotz der Kosten lohnt sich die Prüfung für Verkäufer, weil sie den Restwert des Fahrzeugs steigert. Theoretisch kann man auch als Käufer während einer Probefahrt einen eigenen OBD-Dongle anschließen, Laden und Entladen protokollieren und im Tacho die Restreichweite mit dem Wert vergleichen, den das Auto laut Werksangabe seinerzeit als Neuwagen erreichte.

Sobald man sich handelseinig wird, läuft der Privatkauf genauso ab wie bei jedem anderen Auto. Sinnvoll sind an E-Autos angepasste Kaufverträge, wie sie etwa der ADAC kostenlos als PDF zum Download anbietet. Sie decken auch Vertragsbereiche wie geleaste oder gemietete Batterien und die Akkugesundheit ab.

Manche Fahrzeuge werden neu zu einem günstigen Preis verkauft, wenn der Käufer den Akku gegen eine monatliche Gebühr mietet oder least. Diesen Batterie-Mietvertrag übernimmt der Gebrauchtwagenkäufer inklusive der monatlichen Kosten vom Vorbesitzer. Das klappt normalerweise reibungslos, bedeutet aber ein wenig mehr Papierkram. Im Gegenzug profitiert auch der Gebrauchtwagenkäufer davon, dass die gemietete Batterie beim Unterschreiten des vertraglich fest-

gelegten Mindestwertes kostenlos ausgetauscht wird.

### Fazit

E-Autos sind besser als ihr Ruf, und auch die Auswahl der Fahrzeugtypen ist in den vergangenen Jahren sprunghaft angestiegen: Vom Kleinwagen über Cabrio und Lieferwagen bis zur Luxuslimousine – es ist alles zu haben, was das Herz begehr und der Geldbeutel hergibt. Mit unserem Leitfaden finden Sie das richtige Auto und vermeiden ärgerliche Fehlkäufe.

Dennoch gerät E-Mobilität noch immer an ihre Grenzen, wenn Autos für extreme Anforderungen gesucht werden: Den Passat-Diesel, mit dem ein Außendienstler hunderte Kilometer am Tag absplitt, oder den kräftigen Lastenesel, der den Doppelachser-Wohnwagen bis zum Nordkap zieht, können E-Autos zurzeit nicht ersetzen.

Nähert man sich der E-Mobilität in erster Linie, um den horrenden Spritpreisen zu entfliehen, gibt es eine gute Nachricht: Selbst wenn man nicht immer an der günstigsten Säule lädt und der Akku wohl auch keine 20 Jahre halten wird, spart man mit E-Autos trotzdem bares Geld und kann den Verbrauch weit besser beeinflussen als beim Verbrenner. Mit Rekuperation auf voller Stufe, vorausschauendem Fahren und behutsamem Beschleunigen lässt sich beim E-Motor der Verbrauch locker spielerisch motivierend senken.

Starke kurzfristige Schwankungen des Strompreises braucht man auch nicht zu befürchten und man kann mit seiner persönlichen Ladestrategie bares Geld sparen. Und wer auf dem Parkplatz des Shoppingcenters das Auto an die dortige Ladesäule steckt, bekommt mit jedem Großkauf etliche Kilometer gratis dazu.

(spo@ct.de) ct



**AC-Ladepunkte haben meist ebenfalls eine Buchse, sodass man das passende Ladekabel mitführen muss. Der vordere Kofferraum – „Frunk“ genannt – ist dafür der perfekte Platz.**

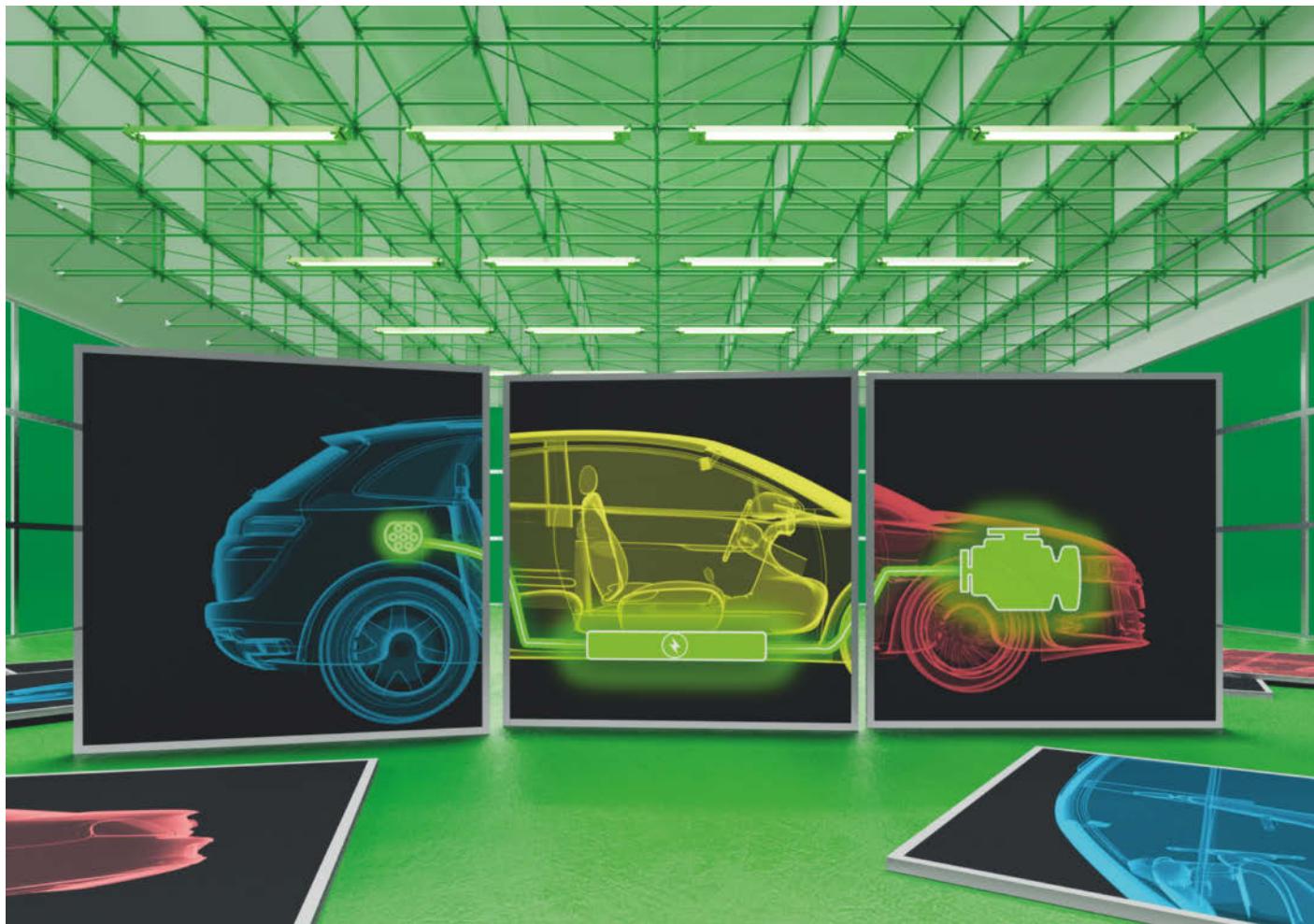


Bild: Andreas Martini

# Geheime Komplexität

## Technik von E-Autos erklärt

**Mittlerweile wissen viele, wie ein E-Auto grob funktioniert. Doch in den Details steckt so manch kleiner, unerwarteter Teufel. Wer den kennt, spart Geld, lädt schneller und schont den Akku.**

**Von Clemens Gleich**

**V**iele Menschen stellen sich den Aufbau eines Elektroautos ähnlich simpel vor wie bei ferngesteuerten Spielzeugautos: Akkus im Bauch, E-Motor

nahe der Antriebsachse(n), etwas Steuerung, restlicher Autokram, fertig. Doch da reale, große Elektro-Pkw erstens vergleichbar lange halten sollen wie Verbrennerfahrzeuge (durchschnittliches Verschrottungsalter in Deutschland: über 18 Jahre) und den gleichen Komfort bieten müssen, bestehen sie aus viel mehr Teilen als oft angenommen.

In so riesigen Pixeln wie bei NES-Spielen auf Röhren-TVs skizziert, sieht der Weg der Energie vom Stecker bis auf den Asphalt so aus: Bei über 80 Prozent der Ladevorgänge (nämlich denen am heimischen Stellplatz) fließt Wechselstrom (alternating current, AC) über den Stecker zum Onboard-Ladegerät des Autos. Das enthält einen Umrichter, der Gleichstrom (direct current, DC) in der passenden Spannung an die Batteriepole schickt.

### Der Grobüberblick

Je nach Akkugröße und Autopreis nimmt das Ladegerät an ein bis drei spannungsführenden Phasen Wechselstrom an, entsprechend viel oder wenig Gleichrichter-Leistungselektronik muss verbaut und vom Kunden bezahlt werden. Das Ladegerät verliert aufgrund der Gesetze unseres Universums einen Teil der Energie bei der Umwandlung in Wärme. Üblich sind derzeit etwa zehn Prozent, die nächste Generation soll auf die Hälfte kommen. Diese Ladeverluste kann das Auto prinzipiell nicht auf dem Tacho anzeigen, sie sind jedoch Teil der Verbrauchsmessung im WLTP-Zyklus (Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure).

Beim Laden an einer DC-Schnellladestation verhandelt diese mit dem Auto über die Eckdaten des Gleichstroms, den

sie liefern soll. Den Strom leitet die Ladesteuerung direkt ohne Wandlung in die Batterie. Aufgrund von Wärmeentwicklung kommt es auch dort zu Ladeverlusten. Stecker ab, Fahrt: Jetzt fließt Gleichstrom vom Akku zu einem kräftig dimensionierten, weiteren Umrichter, der daraus den passenden Strom für den jeweils verwendeten Motor macht – also unter anderem die Spannung anhand der Eingaben des Fahrpedals dosiert.

Im Motor entsteht aus elektrischer Energie nun ein Drehmoment, das fast immer über ein Einganggetriebe an die Antriebsräder gelangt. Es gibt im Serienbau nur wenige Ausnahmen. Die Geschwister Porsche Taycan / Audi e-tron GT verwenden auf der Hinterachse zwei Gänge, um die Effizienz bei höheren Geschwindigkeiten zu erhöhen. Bei einfacheren E-Motorrädern gibt es häufig Nabennmotoren direkt in der Felge, weil die sich zwar nachteilig auf das Fahrverhalten auswirken (Stichwort: „ungefederte Massen“), dafür aber billiger zu bauen sind als besser fahrende Konstruktionen. Der Großteil der Fahrzeuge fährt jedoch mit Einganggetriebe. Die von Verbrennern bekannten Ganganzahlen brauchen Elektromotoren aufgrund ihrer hohen Drehmomente ab Stand und hohen Nenndrehzahlen mit mehr als 15.000 U/min nicht.

Da ein Elektromotor prinzipiell ein umgekehrter Generator ist, kann er durch entsprechende Beschaltung die rotatorische Bewegungsenergie der Räder in elektrische Energie umwandeln, die der Umrichter dann als Gleichstromspannung in die Batterie zurückspeist (entsprechende Ladeleistung und Kapazitätsreserven vorausgesetzt). Dieses elektrische Bremsen mit Energierückgewinnung kennen fast alle Autofahrer mittlerweile: „Rekuperation“. An allen Übergängen entstehen Verluste.

Doch mit einer errechneten Effizienz vom Stecker bis zur Straße (Well to Wheel) von 60 bis 70 Prozent schlägt das E-Auto den Verbrenner um ein Vielfaches, was im Laufe der Lebenszeit die Mehremissionen der Akkuherstellung überkompensiert. Aktuelle Studien gehen von rund der Hälfte an CO<sub>2</sub>-Lebenszeitemissionen gegenüber Benzinantriebsautos aus. Deshalb eignet sich die Technik als Dekarbonisierungsmaßnahme, obwohl der private Pkw (ganz vorsichtig formuliert) nicht die nachhaltigste existierende Lösung im Verkehrssektor ist. Soweit das NES-Pixelbild. Erhöhen wir nun die Auflösung und schauen auf kleinere Details!

## Das teuerste Bauteil: der Akku

Alles am Elektroauto dreht sich um die Akkutechnik. Der Elektromotor war schon vor über 100 Jahren vorhanden und dem rappelnden Hubkolben-Ottomotor (und der Dampfmaschine) in jeder Hinsicht überlegen. Womit Bertha Benz bei ihrer 106-km-Fahrt im „Motorwagen“ ihres Mannes nach Mannheim warb, war die einfach erzielbare Reichweite, die den Akkuautos ihrer Zeit außerhalb der Städte fehlte.

Mit dieser durch Benzin angetriebenen Autonomie begann der Siegeszug der Verbrenner. Ermöglicht wurde er durch billige Energie, denn der Großteil der Energie verschwindet im Verbrenner als Abwärme: Ein Ottomotor im Realbetrieb ist mit 80 Prozent Wärme zu 20 Prozent Vortrieb eher eine Heizung als ein Antrieb. Solange Sprit billig war, war das egal.

Das Problem Kfz-Elektroreichweite interessierte kaum jemanden mehr, weil Verbrenner sich durchgesetzt hatten. Als E-Mobilität ihren zweiten Frühling erlebte, stammten die grundsätzlichen Zelltechniken daher aus mobilen Elektronikprodukten – etwa Notebooks und Tablets. Als die externalisierten Kosten von Rohöl stärker zu zwacken begannen, stand mit dem Lithium-Ionen-Akku bereits eine ausreichend gute Technologie zur Verfügung. Sie wird seitdem auch für den Autoeinsatz massiv weiterentwickelt.

Lithium-Ionen-Zellen altern durch die reine Zeit (kalendarische Alterung), durch Ladung und Entladung (zyklische Alterung) sowie durch Leistung und Temperatur. In all diesen Vektoren müssen Fahrzeughersteller Kompromisse finden. Ein maximal geschonter Akku bringt Sie nirgendwohin, weil das Auto dann weder gefahren noch geladen werden sollte.

Für Nordeuropa erhielt zum Beispiel der Nissan Leaf eine Batterieheizung, die zu tiefe Akkutemperaturen verhindert. Es gab jedoch aus Kostengründen keine aktive Kühlung, sodass der Leaf Schlagzeilen damit machte, dass sein Akku in der Hitze Arizonas rapide alterte. Nissan baute als erster (und bisher einziger) Hersteller eine Batteriezustandsanzeige in den Tacho ein, die den Kunden die Degeneration täglich unter die Nase rieb.

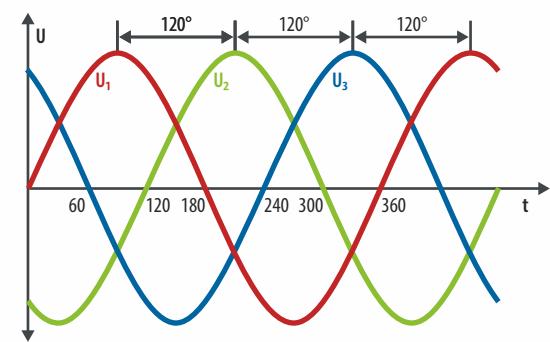
Ein Jahr früher als die Großserienautos ging ein Start-up mit dem Kleinserienfahrzeug „Tesla Roadster“ an den Start. Tesla setzte schon damals zur Lebenszeitverlängerung auf Flüssigkeitstemperierung, und es stellte sich Schritt für Schritt heraus, dass ohne eine solche die Akku-Dauerhaltbarkeit stark abhängig von den Einsatztemperaturen ist. Es gibt rein passiv luftgekühlte Akkus heute daher nur noch in den immer seltener werdenden kleinen Stadtfahrzeugen (etwa e.Go) und den belüftungstechnisch günstigen Krafträder.

## Komplexität kehrt zurück

Mit der Erkenntnis, dass eine Temperierung meistens sehr sinnvoll ist, stieg die Komplexität der Autos. Typisch heute: Ein Niedertemperaturkreislauf mit einem Kühlmittel auf Wasserbasis temperiert den Akku. Umrichter und Motor erhalten entweder ihren eigenen, per Wärmetauscher angekoppelten Flüssigkeitssüdkreislauf (dann oft auf Ölbasis), oder man hängt sie mit an den Batteriekühlkreislauf. Da Abwärme am Elektroauto nur in so geringem Maß anfällt, ist sie wertvoller als beim in Abwärme schwelgenden Benziner. Schlaue Konstruktionen führen die Abwärme daher der Onboard-Wärmepumpe zu, die sie auf ein Niveau hebt, das die

## Drehstrom

Beim Drehstrom liegen auf drei stromführenden Phasen gleich hohe Wechselspannungen an. Ihre Phasen sind gegeneinander um je 120° verschoben. Drehstrom entsteht in Generatoren, die prinzipiell umgekehrte Motoren sind. Daher die Häufigkeit von Drehstrommotoren.





Die einzelnen Zellen sind in den Fahrzeugakkus zu Clustern zusammengelegt.

Kabine heizt. Die komplexen Temperierungskreisläufe mit Heizung und Kühlung sind der Hauptgrund für die real nicht-so-groß-wie-erwarteten Wartungskosteneinsparungen gegenüber Verbrennerantrieben. Sie erhöhen – neben dem Akku – zudem die Anschaffungskosten gegenüber Verbrennern.

Eine Steuereinheit (Thermomanagement) kümmert sich um die optimale Regelung. Eine andere Steuerung (Batteriemagementsystem, BMS) steuert die mögliche Energieabgabe und -aufnahme in Abhängigkeit von Temperatur und Ladestand und kann im selben Rechnerkasten sitzen. Das BMS regelt außerdem, wie viel die Fahrer überhaupt jemals von der Batterie nutzen dürfen, denn ein Laden von nicht ganz leer bis nicht ganz voll ist schonender als das Ausnutzen der kompletten Kapazität. Der sogenannte „Batteriehub“ ist neben Thermomanagement die wichtigste Stellschraube der Alterung. Von Herstellerseite aus sind das normalerweise 90 Prozent der vollen Batteriekapazität.

Mittlerweile kann der Nutzer in den meisten Autos selbst noch weiter heruntergehen, üblich sind im Alltag zum Beispiel 80 Prozent (von den User-zugänglichen 90 Prozent, also 72 Prozent vom Bruttowert). Das passt dazu, dass Kunden gern große Batterien kaufen. Da die maximale Ladegeschwindigkeit von der Zelle vorgegeben wird, laden nämlich große Batterien bei gleicher Chemie grundsätzlich mit höherer Leistung als kleinere. Und wer will unterwegs schon länger laden als nötig?

### Was will jeder werden, aber keiner sein?

Akkualterung besteht aus viel „kommt darauf an“. Die Autohersteller geben in seltener Einigkeit acht Jahre und 160.000 Kilometer Garantie auf eine nutzbare Kapazität von mindestens 70 Prozent von netto 90 Prozent. Das sind 63 Prozent der Bruttokapazität der Batterie. Wird sie innerhalb der Garantie unterschritten, stellt der Hersteller die Mindestanforderung der Batterie wieder her, wahrscheinlich durch einen Tausch des schwächsten Moduls. Bei verklebten, nicht modularen Batterien wie im Tesla Model 3 bleibt nur der Tausch des kompletten Akkus.

Bei 63 Prozent Restkapazität liegt der Akku im Autobetrieb nach der Studienlage wohl meistens bereits tief im Bereich beschleunigter Alterung: Die Alterung von Li-Ion-Akkus verläuft bei der vorherrschenden Zellchemie (Nickel-Mangan-Cobalt, NMC) ab etwa 1000 Zyklen und 80 Prozent Restkapazität beschleunigt ab, und dieser Knick in der Alterungskurve ist irreversibel. Auch hier ist es bei ökologisch langer Nutzungsdauer also richtig, eher großzügig Akkukapazität einzukaufen – wenn man es sich leisten kann und das Auto lange fahren will.

Unabhängig von der Batteriegarantie kann der Nutzer selbst für ein längeres Leben sorgen, indem er möglichst geringe Leistungen entnimmt (also schwächer beschleunigt), mit möglichst geringer Leistung und bei einer Akkutemperatur zwischen 20 und 50 Grad Celsius lädt. Da

auch der Ladestand die Alterung beeinflusst, hält man den Akku die meiste Zeit auf einer Ladung zwischen 40 und 60 Prozent und vermeidet Ladestände über 70 und unter 30 Prozent.

Überraschend wenig bekannter Fakt übrigens: Alle aktuellen Elektroautos haben eine 12-Volt-Batterie nebst 12-Volt-Netz. Dieses Niederspannungsnetz startet über das BMS das in Ruhe entkoppelte Hochvoltnetz. Wie beim Verbrenner ist die 12-Volt-Batterie die Hauptursache für Defekte. Versuche, E-Autos ohne eine 12-Volt-Batterie zu konstruieren (die allerersten Tesla Roadster), zeigten jedoch, dass das schlicht noch schlechter funktioniert. Tesla rüstete den Roadster ab 2010 mit 12-Volt-Batterie aus. Wenn das Auto also tot scheint: erst einmal per Überbrückungskabel mit 12 Volt versorgen. Das gilt selbst dann, wenn das Auto am Ladekabel hängt, weil nicht jedes BMS schlau genug ist, das 12-Volt-System zu versorgen (siehe entsprechende Probleme beim Tesla Model S).

Aktuell kommen mehr Autos mit Lithium-Eisenphosphat-Zellen (LFP) auf den Markt. Ihre Nachteile: geringere Energiedichte, noch höhere Kälteempfindlichkeit. Die Zellen speichern je Masseeinheit weniger Energie, haben also eine geringere Kapazität. Ihre Vorteile: bessere Zyklenfestigkeit, günstigerer Preis, hohe Leistungsdichte, längeres Leben und eine inhärente höhere Sicherheit, weil das „thermische Durchgehen“ von NMC-Akkus hier nicht auftritt. Durch die höhere Leistungsdichte geben die Zellen mehr Leistung ab – etwa beim Beschleunigen des Autos – und altern dabei weniger.

Langfristig wahrscheinlich jedoch wichtiger wird die Natrium-Ionen-Batterie (Na-Ion). Der weltgrößte Batteriezellenhersteller CATL hat bei dieser Technik Durchbrüche erzielt und will bereits 2023 Serien-Elektroautos mit solchen Batterien ausliefern. Zwar sinkt hier die Energiedichte noch weiter, doch der Akku-Preisverfall kann wahrscheinlich nur bei diesen Zellen steil weitergehen, weil der Lithiumpreis noch Jahrzehnte auf hohem Niveau verharren dürfte. Die Hausbatterieszene geiert bereits auf Na-Ion.

### Motor, pft, egal

Sie erkennen anhand der Passagenlänge schon: Was beim Verbrenner der Motor, ist beim E-Antrieb der Akku. Der Motor verschwindet aus der Wahrnehmung und wandert in kompakten Baumaßen direkt

an die Antriebsachsen. Die sogenannte „E-Achse“ gibt es mittlerweile bei vielen Zulieferern. Sie enthält mindestens den Motor und die Radaufhängungen, oft überdies noch die Umrichtereinheit.

Ein Elektroauto mit Allradantrieb hat also immer mindestens zwei Motoren, nämlich einen pro Antriebsachse. Das ist schlicht einfacher, als eine Kardanwelle längs durchs Blech zu führen. Einige der kräftigsten Autos von Audi und Tesla verwenden drei Motoren an zwei Achsen. Die zwei Motoren an der Hinterachse unterstützen dabei die Lenkung durch ungleiche Drehmomentabgaben in Kurven („Torque Vectoring“), und zwar auch im Schiebebetrieb (also Torque Vectoring auf der elektrischen Bremse). Das herrlich einfache Packaging des E-Motors hat zudem zu einer Renaissance des Hinterradantriebs geführt, der in Sachen Sicherheit, Traktion, Handling und Fahrspaß dem Vorderradantrieb grundsätzlich überlegen ist. Der Frontantrieb war immer nur das freudlose Budget-Zugeständnis an Nutzwert-Lastesel: alle Technik vorn, viel Laderaum hinten.

Es ist schade, dass der E-Motor so versteckt sein Dasein fristet, denn es gibt ihn in einer Vielzahl interessanter, unterschiedlicher Ausgestaltungen. Als Automotor und zum Erklärungseinstieg bietet sich die am weitesten verbreitete Variante an, der Drehstrom-Synchronmotor. „Drehstrom“ bedeutet: Wechselstrom liegt auf drei Leitern an (suchen Sie die drei dicken orangen Kabel an Ihrem Motor). Die Spannungsverläufe der drei Leiter sind zueinander um jeweils 120° verschoben (siehe Grafik).

Im sogenannten Stator (dem Teil, der sich nicht bewegt) verbauen die Hersteller Spulen, aufgrund des Drehstroms in Vielfachen von drei. Die angelegte Spannung baut in diesen Spulen ein Magnetfeld auf. Der Rotor, also der Teil, der sich dreht und die Räder antreibt, ist ein Magnet – in der einfachsten Form ein starker Permanentmagnet (im technischen Datenblatt steht dann „permanenterregt“). Er folgt dem sich drehenden Magnetfeld in genau dessen Geschwindigkeit (deshalb: „synchron“). Solch ein permanenterregter Motor kann sehr einfach zum Rekuperieren als Generator laufen.

Die Seltenen Erden in kräftigen Permanentmagneten (etwa Neodym) fallen weg, wenn der Rotor induktiv oder durch Schleifer als Elektromagnet betrieben wird („fremderregt“). Das kostet die Bes-

ten ein bis zwei Prozentpunkte Effizienz, da der Strom für den Elektromagnet aus dem Akku des Autos kommt.

Im Asynchronmotor laufen Eingabemagnetfeld und Rotor, na ja: asynchron. Die Bewegung des Magnetfeldes gegenüber dem Rotor induziert in jenem einen Stromfluss, der zu einem eigenen Magnetfeld führt. Das Drehmoment entsteht also im Zusammenspiel dieser Magnetfelder. Laufen Rotor und Eingabemagnetfeld synchron gleich schnell, befindet sich der Motor im Leerlauf.

Asynchronmotoren sind einfach zu bauen und sehr robust, was sie grundsätzlich für den Autobau empfiehlt. Wie bei Drehstrom-Synchronmotoren ist es technisch trivial, sie im Generatorbetrieb laufen zu lassen. Im Vergleich zu Synchronmotoren sind sie jedoch in vielen Betriebsbereichen weniger effizient und haben generell eine geringe Leistungsdichte, weil im Läuferkäfig Abwärme aus dem Stromfluss anfällt.

Als Teslas Model S und X an einer Achse Synchronmotoren erhielten (vorher: Asynchronmotoren an beiden Achsen), stieg die Homologationsreichweite auf dem Prüfstand um 50 Kilometer. BMW verbaute im i3 einen interessanten Hybrid zwischen Synchron- und Asynchronmotor. Etwas Ähnliches bietet der Zulieferer Brusa.

Die Motorentechnik wird sich in der Zukunft weiter interessant entwickeln. Eine komplette Abhängigkeit von Seltenen Erden aus China können sich europäische und amerikanische Motorenhersteller nicht dauerhaft erlauben. Zulieferer ZF etwa begann deshalb schon früh, fremderregte Motoren in seine E-Achsen einzubauen. Um die Vorteile von Asynchron- und Synchronmotoren zu vereinen, arbeiten die Hersteller an Reluktanz-Syn-

chronmaschinen, denn die könnten der Hoffnung nach so günstig herzustellen und robust sein wie ein Asynchronmotor, gleichzeitig aber ähnlich effizient arbeiten wie ein Synchronmotor.

Im Reluktanzmotor dreht sich ein weichmagnetischer Rotor innerhalb eines Stators voller Nuten, hinter denen Spulen ein magnetisches Feld erzeugen können. Der Rotor strebt stets die Position an, in der er parallel zu den magnetischen Feldlinien der jeweils nächsten magnetisierten Nuten steht. Diese werden zur Drehung entsprechend geschaltet. Die zu behebenen Probleme liegen in der welligen Drehmomentabgabe, dem daraus resultierenden Lärm und einer deutlich schwierigeren Steuerung – alle Probleme sind aber klein genug, um von Serieneinsätzen in absehbarer Zukunft ausgehen zu können.

Sie lasen richtig: „Lärm“. Elektromotoren erzeugen ein Betriebsgeräusch, dessen Frequenzen in für Menschen unangenehmen Bereichen liegen. Wie Verbrennungsmotoren werden sie daher akustisch von der Karosserie entkoppelt, denn sonst raubte ihr Körperschall den Insassen jeden Nerv. Die günstigste Methode sind einfache Gummilager, es gibt jedoch sehr aufwendige Entkopplungen, denn je besser entkoppelt der E-Motor, umso leiser wird es in der Kabine.

Mercedes-Benz etwa montiert den Motor auf einen in zwei Achsen schwingungsentkoppelten Schemel. Entsprechend leise fahren die Modelle von EQA bis EQS. Um die Funktion bestmöglich zu nutzen, montiert Mercedes gleich den lauten Klimakompressor mit auf dem Schemel. Und plötzlich fällt in der Stille auf, wie LAUT turbulente Luft sein kann, wenn sie an Lüftungsauslässen, den Außenspiegeln oder der eigenen Nase verwirbelt.

(spo@ct.de) ct

**Bei modernen E-Autos befindet sich der Akku im Fahrzeugboden, was einen niedrigen Schwerpunkt bewirkt. Der oder die Motoren sind an der jeweiligen Achse montiert.**



Bild: Porsche

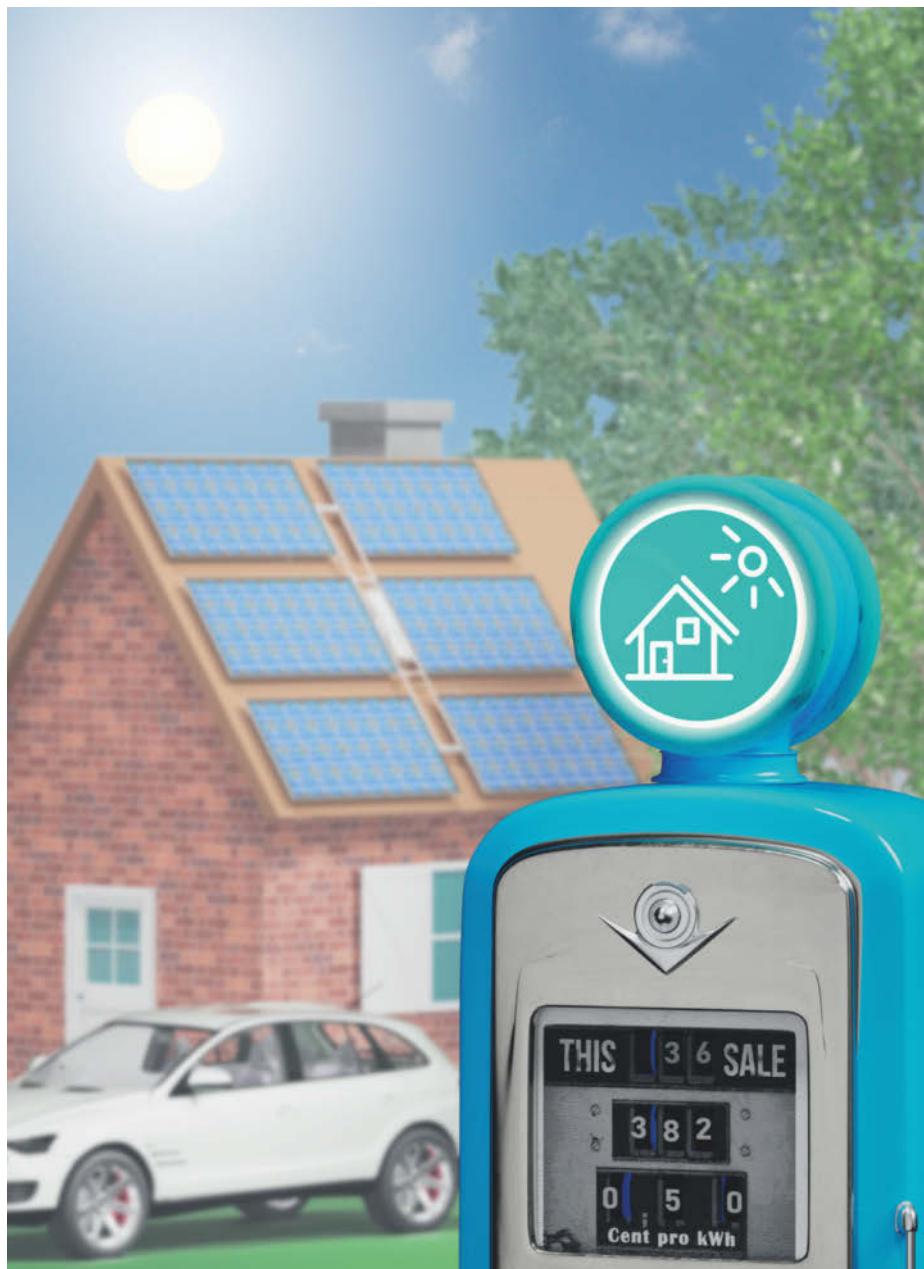


Bild: Andreas Martini

# Steckdosen-Kraftstoff

**E-Autos daheim günstig und sicher laden**

Die weitaus meisten E-Auto-Besitzer laden ihr heilig's Blechle am heimischen Stellplatz. Doch E-Autos haben wenig mit haushaltsüblichen elektrischen Verbrauchern gemein: Bei allzu hemdsärmeligem Vorgehen drohen Kabelbrände. Wir geben Hilfestellung bei der Steckdosenplanung.

Von Clemens Gleich

**B**atterieelektrische Fahrzeuge haben sich als mögliche Verbrennungsmotor-Alternative behaupten können, weil es für sie bereits Infrastruktur gab: Wechselstrom liegt in Autofahrernationen fast in jedem Gebäude. Deshalb besitzt praktisch jedes E-Auto ein Onboard-Ladegerät, das diesen Wechselstrom nutzen kann.

Der wichtigste Aspekt beim Laden daheim ist die Sicherheit der elektrischen Anlage: Privathaushalte betreiben üblicherweise keine mit einem E-Auto vergleichbaren Verbraucher. Ein großes E-Auto kann nach einer Tour über acht Stunden lang 11 kW Drehstrom saugen. Am Schuko-Stecker geladen (bis 3,7 kW) verdreifacht sich die Ladezeit. Solche Dauerströme zieht keine Heizung und kein Herd, so etwas passiert sonst nur in der Industrie. Bei dauerhaft hohen Übertragungsleistungen rächen sich kleinste Fehler der Verkabelung: Ein Übergangswiderstand erzeugt über Stunden Hitze, die wiederum diesen Widerstand erhöht. Irgendwann in der Nacht hat sich genug Hitze für einen Brand akkumuliert.

Deshalb sollten Sie sich beim Kauf eines E-Autos aus Eigeninteresse an einen Elektriker wenden, der diese Besonderheit versteht und nicht mit Kinkerlitzchen wie einer Kreissäge in einen Topf wirft. Der Zentralverband des Elektrohandwerks (ZVEH) bietet hierzu einen „E-Check E-Mobilität“ an, siehe [ct.de/y6jy](http://ct.de/y6jy). Eine Prüfung der Elektroinstallation am Stellplatz ist immer wichtig, egal, ob per Wallbox oder aus der Schuko-Dose geladen

## c't kompakt

- Heimisches Laden ist günstiger und komfortabler als „Tanken“ an öffentlichen Ladesäulen.
- Nicht jeder benötigt eine Wallbox, oft reicht eine Schuko-Steckdose. Ein Elektriker sollte aber immer vorab die Verkabelung prüfen.
- Mit einer Photovoltaik-Anlage kommt selbst erzeugter Ökostrom in die Autobatterie.

werden soll. Der vertraute Schutzkontaktstecker suggeriert mit seiner Ähnlichkeit zum Anschluss der Kaffeemaschine eine trügerische Harmlosigkeit, und in Garagen verlegte man früher die Elektrik gern selbst und ausgesucht gruselig.

### Brauche ich eine Wallbox?

Um zu wissen, ob Sie eine Wallbox brauchen oder ob eine normale Steckdose reicht, ermitteln Sie am besten zuerst Ihr tägliches Mobilitätsbedürfnis. Müssen nach der Arbeit noch Umwege zum Supermarkt oder zum Kindergarten gefahren werden? Wichtig hier ist, dass Sie nicht Ihre durchschnittlichen Fahrkilometer messen, sondern die Entfernungen, die Sie in der Früh fahren wollen oder müssen, also zum Beispiel die montägliche Pendelstrecke plus den Montagseinkauf danach.

Anhand der Wegemessung in Kilometern schlagen Sie den WLTP-Verbrauch des gewünschten Fahrzeugs in kWh nach (Sommerwert). Sie wollen jedoch wahrscheinlich auch im Winter fahren. Nehmen Sie den Sommerwert mal 1,5. Dann kommt ein Wert heraus, der meistens ziemlich gut zum winterlichen Verbrauch passt.

Den geschätzten, täglichen (Winter-) Strombedarf erhalten Sie per Dreisatz aus zu fahrenden Kilometern und Verbrauch als Tagesverbrauch in kWh. Den Wert teilen Sie nun durch die Anzahl an Stunden, die der Wagen am Kabel steht, typischerweise über Nacht. Bei Vorwärmung ziehen Sie eine Stunde ab. Bei einer KfW-geförderten Wallbox ziehen Sie zukunftssicher ebenfalls am besten schon jetzt eine Stunde ab, denn die Förderung geschah unter der Bedingung, dass die Wallbox „netzdienlich“ abgeschaltet werden darf, sobald der Gesetzgeber sich überlegt hat, wie das technisch ablaufen soll. Am Ende dieser

Rechnung steht ein Wert in kW, die durchschnittliche Ladeleistung.

Beispiel: Ich leiste mir (in der Fantasie zum Erklären) einen Mercedes-Benz EQS 580. Sein Verbrauch WLTP kombiniert: 18,3 kWh/100 km. Für den Winter mal 1,5 sind 27,7 kWh. Das passt ganz gut zu meinen real gemessenen Winterwerten von 25 bis 30 kWh auf 100 km. Mein Mobilitätsbedürfnis läge bei 50 km pro Tag, Arbeit plus gelegentlich ein Einkauf. Dafür brauche ich 13,9 kWh. Das Auto kann bei mir locker 12 Stunden stehen. Ich ziehe konservativ vorne und hinten eine Stunde ab und teile 13,9 kWh durch 10 Stunden, ergibt 1,4 kW durchschnittliche Ladeleistung. Die kann ich selbst bei diesem Pottwal von Auto über einen Schuko-Stecker laden.

Der Schuko-Stecker wurde konstruiert für eine Last von 16 Ampere Stromstärke bei 230 Volt Spannung, das sind knapp 3,7 kW Leistung. Weil das in vielen Steckern aller Preisklassen nicht über 10 Stunden gut geht, hat sich in der Autoindustrie durchgesetzt, am Schuko-Adapter nur 10 A anzubieten, das sind 2,3 kW. Wenn das reicht, schadet es nichts, diese Industriepraktik zu übernehmen. Es gibt auch Schuko-Adapter mit einstellbarer Stromstärke (ab etwa 200 Euro) zwischen 10 und 16 A. Würde ich mit dem virtuellen EQS häufiger Touren von 200 km fahren, bräuchte ich schon über 5,5 kW durchschnittliche Ladeleistung, damit ich die Reichweite über Nacht regenerieren kann. Hier müsste ich dann eine Wallbox installieren.

Eine Wallbox stellt dreiphasig bis zu 22 kW Leistung zur Verfügung. Bei Leistungen bis 11 kW muss eine Ladeeinrichtung für Elektrofahrzeuge beim Netzbetreiber angemeldet werden – unabhängig davon, ob man die Einrichtung abstecken und mitnehmen kann. Je nachdem, wie Ihr Energieversorger den § 19 Niederspannungsanschlussverordnung liest, kann das selbst für Schuko-Adapter (oft Ladeziegel genannt) gelten. Letztendlich kein Beinbruch: Im Zweifelsfall melden Sie lieber einen Schuko-Adapter und einen E-Bike-Lader zu viel an, Sie dürfen diese Geräte auf jeden Fall betreiben. Anlagen über 12 kW Ladeleistung sind dagegen genehmigungspflichtig. Bei einer 22 kW starken Wallbox lohnt es sich also, die Chancen auf eine Genehmigung vorher zu klären.

Vorab: Die KfW-Fördertöpfe für Wallboxen sind leer. Die KfW förderte private Ladeinfrastruktur mit 900 Euro pro Lade-

punkt. Das deckte nur in seltenen Fällen die Gesamtkosten. Selbst wenn schon Drehstrom in der Garage liegt und wenn günstige Bedingungen (Handwerkerpreise!) herrschen: Rechnen Sie inklusive Installation mit dem Doppelten. Bei weniger rosigem Bedingungen (der Normalfall) ist alles drin bis über 5000 Euro tutti completi.

### Wallbox und Photovoltaik

Aktuelle Wallboxen sind fast alle steuerbar zur Einbindung in eine Haussteuerung. Langweilige, aber robuste Technik wie in einer eMH1 von ABL reicht vollkommen. Wirklich überlegenswerte Komplexität liegt im Fall: keine Haussteuerung vorhanden, aber Photovoltaik auf dem Dach. Für solche Fälle gibt es Wallboxen mit integriertem Energie-Manager, der das Auto dann lädt, wenn überschüssige Solarleistung vom Dach anliegt – zum Beispiel eine Myenergy Zappi.

Bei den aktuellen Kosten von Photovoltaikanlagen, den Strompreisen und der Einspeisevergütung verursacht jede ins Netz eingespeiste Kilowattstunde einen Verlust über die Anlagengesamtbetriebszeitkosten gerechnet. Deshalb optimieren private PV-Anlagenbetreiber auf den rentablen Eigenverbrauch – und einer der größten Verbraucher ist ein elektrisches Auto. Dessen leere Batterie soll am besten mit dem Strom gefüllt werden, der ansonsten als Überschuss über dem Hausgrundverbrauch eingespeist würde. Die gute



Bild: BMW

An einer Wallbox lädt das E-Auto bequemer und meist günstiger als an einer öffentlichen Ladesäule.



**So nicht! Selbst wenn das Auto „nur“ an einer normalen Steckdose laden soll, muss ein Elektriker vorher prüfen, ob die Hausverkabelung die Last für so lange Zeiträume aushält.**

Nachricht: Es gibt hunderte fertige Lösungen für dieses Problem. Die schlechte Nachricht: Es gibt hunderte Lösungen. Die folgende Übersicht kann Ihnen aus Platzgründen nur Wegweiser auf einige Lösungsansätze aufstellen.

Bei kleinen PV-Anlagen im Bereich bis 5 kW Peak-Leistung (kWp) reicht im Prinzip der Schuko-Ladeziegel, angesteuert über eine schaltbare Steckdose. Bei größeren PV-Anlagen, die tatsächlich üppig Überschuss abwerfen können, brauchen Sie eine Wallbox, die zwischen einphasiger und dreiphasiger Stromversorgung sicher umschalten kann. E-Autos beginnen eine einphasige Ladung ab 6 Ampere Stromstärke, was bei Haushaltsspannung von 230 V knapp 1,4 kW Leistung ergibt. Das ist die Mindestleistung, die überschüssig anfallen muss, damit überhaupt Solarstrom ins Auto fließt. Bei einer KfW geförderten Wallbox ist bei 16 Ampere Schluss, also einphasig bei 3,7 kW. Wenn noch mehr Überschuss anfällt, muss die Wallbox auf dreiphasige Ladung umschalten, um mit mindestens  $3 \cdot 1,4 \text{ kW} = 4,2 \text{ kW}$  weiterzumachen. Die Lücke zwischen 3,7 und 4,2 kW ist so gering, dass sie in der Praxis kaum eine Rolle spielt.

Beim einphasigen Laden gilt eine gesetzliche Obergrenze von 20 A (4,6 kW), die Schieflasten im Stromnetz vermeiden soll. Daran müssen sich auch nicht KfW geförderte halten. Es gibt jedoch eine clevere Alternative für Besitzer von E-Autos der 2. Generation, die häufig mit 32 A (7,4 kW) einphasig laden: Die Solar-Firma SMA etwa bietet für ihre einphasigen Wechselrichter eine „Boost“-Funktion der Wallbox „EV Charger“ an. Sie liefert (genug Leistung vom Dach vorausgesetzt) bis 7,4 kW, ohne eine schiefe Last aus dem

Netz anzufordern. Wermutstropfen: Beim dreiphasigen Wechselrichter funktioniert das nicht mehr so einfach.

Sie können bei SMA eine schlüsselfertige Lösung zum PV-Überschussladen kaufen, bei der Sie selber nichts mehr basteln müssen. Dasselbe gilt für andere namhafte Hersteller wie Kostal oder Fronius. All diesen Lösungen ist gemein, dass sie mit einem Energie-Manager arbeiten: Das ist ein kleiner Rechner, der Stromflüsse überwacht und regelt und üblicherweise im Schaltkasten montiert wird (z. B. SMA Sunny Home Manager 2.0). Sie können diese Geräte für einige hundert Euro in den meisten modernen Anlagen nachrüsten.

### Günstig nachgerüstet

Wer Überschussladen bei genügend Sonnenschein nachrüsten will, findet dafür günstigere Alternativen. Diese brauchen hauptsächlich einen stets aktuellen Stromzählerwert. Den lesen kleine Geräte wie der „poweropti“ von powerfox über die optische Schnittstelle moderner Zähler aus. Die Schaltung der Steckdosen fürs Auto erfolgt dann über die powerfox-App (ab dem 4. Jahr kostenpflichtig mit rund 5 Euro pro Jahr). Wer sowieso den Zähler tauschen will, kann gleich einen mit Internetschnittstelle kaufen, zum Beispiel von Discovergy. Günstig nachzurüsten ist ein separater, induktiver Stromzähler mit WLAN wie der Shelly 3em für gut 100 Euro. Eine (bislang) kostenlose Lösung bietet „Clever-PV“: Wie bei powerfox liest eine App mit Server-Unterstützung die Zählerdaten über eine der beschriebenen Auslesevarianten und steuert die schaltbaren Verbraucher inklusive E-Auto. Clever-PV will irgendwann in Zukunft ebenfalls eine Gebühr verlangen.

Noch günstiger: die Wallbox oder den Ladeziegel von Hand auf einen Erfahrungswert einstellen, der bei Sonne anliegt, und mittags das Auto anstecken. Mit dieser hemdsärmeligen Analog-Methode kann man auf über 70 Prozent PV-Strom in der Traktionsbatterie kommen. Ebenfalls einfach und oft effektiv: das sogenannte „statische Überschussladen“. Dabei schaltet der Wechselrichter einfach die Wallbox an, wenn er am Zähler erkennt, dass Überschuss eingespeist wird. Die Wallbox muss hierzu Zugriff auf das Zählersignal erhalten, und die einfache Schaltung bedeutet natürlich: Die Wallbox lädt mit der vorher eingestellten Leistung (wieder: Erfahrungswerte). Woher der

Strom letztendlich kommt, juckt sie nicht. Wie so oft im Leben können solche einfachen Methoden unterm Strich dennoch auf Dauer billiger sein als ausgefeilte Komplettlösungen.

### Warten auf den besten Preis

Die Idee gibt es seit langem, und schon der erste Nissan Leaf brachte die Technik dazu mit: Bidirektionalität. Spuckt die PV-Anlage abends nichts aus, liefert einfach das Auto den Strom für die Waschmaschine.

Der Leaf zeigte jedoch sogleich, woran die Idee hakt: Die bidirektionale Ladestation kostete 8000 Euro, sodass es günstiger war, eine separate Hausbatterie für die PV-Anlage zu beschaffen. Hinzu kommt, dass es derzeit billiger ist, Strom gleich zu nutzen, als ihn zu speichern.

In der aktuellen Energiepreislage ist das Angebot von speziellen Fahrstromtarifen einiger Stromanbieter unwichtig geworden. Wenn Sie heute einen solchen bestellen, wird der Ladestrom fürs Auto aufgrund des überhitzten Strommarktes teurer sein als der bisher vereinbarte Haushaltsstrom.

Ähnlich ruhig kann man sich strombörsengeführte Tarife wie bei Awattar ansehen: Ein zu günstigen Stunden geladenes E-Auto spart nur 3 bis 4 Cent pro Kilowattstunde gegenüber dem Preis zu Spitzenlastzeiten.

Der Grund für das geringe Sparpotenzial: Deutsche Privatkundenstrompreise bestehen hauptsächlich aus börsenunabhängigen Aufpreisen (Umlagen, Entgelte, Steuern). Selbst die 2022 stark gestiegenen Entstehungskosten liegen bei nur etwa einem Drittel des Endkundenpreises. Ausgehend von typischen Fahrstromverbräuchen zahlen Privathaushalte bei Awattar & Co. deshalb eher mehr als beim Grundversorger, weil die monatlichen Fixkosten mit smartem Stromzähler so hoch sind.

Vielleicht haben Sie noch viele Vergünstigungsversprechen aus Politik und Elektrofreak-Szene im Kopf, die nun beim Lesen zerbröselten. Doch Autofahren war nie günstig, und E-Autofahren wird nicht günstiger werden. Zwar bleiben dem E-Fahrer nicht die allgemein steigenden Energiekosten, wohl aber die extremen Preisschwankungen fossiler Brennstoffe erspart. Denn beim Strom ziehen die Versorger die Daumenschrauben zumindest gefühlvoll und linear an. (spo@ct.de) **ct**

Weitere Infos: [ct.de/y6jy](http://ct.de/y6jy)



# DIE Plattform rund um **die Digitalisierung von Schulen**

[www.heise.de/goschulemorgen](http://www.heise.de/goschulemorgen)



- **DigitalPakt:** Fördergelder abrufen und sinnvoll investieren
- **Nachhaltige Wegbegleitung** für den Wandel
- **Vermittlung** von Digitalkompetenz und Bildungsperspektiven
- **Moderne Lernumgebung** und individuelle IT-Infrastrukturlösungen
- **Digitaler Unterricht** als Erlebnis!

acer

Heise Medien

BECHTLE

intel.

# Datenleck im Legoland

## Legoland-Hotelbuchungen der letzten sieben Jahre einsehbar

Die Buchungsseite für Übernachtungen im bayrischen Legoland spuckte bereitwillig die Daten etlicher tausend Gäste aus. Die Buchungsbestätigungen waren online über eine URL mit fortlaufender Nummer einsehbar. Informiert wurden die Kunden auch im Nachhinein nicht.

Von Marie-Claire Koch

Bei dem zur Merlin Entertainments Group gehörenden Legoland Deutschland Resort im bayerischen Günzburg waren etliche tausend Datensätze aus allen seit Mai 2015 getätigten Buchungen öffentlich durch eine trivial ausnutzbare Sicherheitslücke einsehbar. Darauf machte uns ein Leser aufmerksam, woraufhin wir den Fall untersuchten.

Bei einer Buchungsanfrage muss man die Anzahl der reisenden Erwachsenen sowie die Anzahl der Kinder in einem Formular eintragen. Auch die Namen der Mitreisenden und die Anschrift des Buchenden sowie der gewünschte Reisezeitraum werden durch das System abgefragt. Der Leser wurde misstrauisch, als er im Anschluss an seine Buchung die PDF-Datei mit der Buchungsbestätigung über eine auffällige URL abrufen sollte.

Die URL hatte folgendes Schema: <https://mylogin.legolandholidays.de/api/booking/document/123456/0/CONFIRMATION>. Besonders die mehrstellige Zahl in der URL ließ ihn genauer hinschauen. Sie entsprach seiner Buchungsnummer. Er überlegte, ob auch andere Buchungen über eine veränderte Version des Links einsehbar sind.

Also probierte er eine kleinere Zahl im Browser aus und erhielt erneut Zugang zu einer PDF-Datei. Diesmal allerdings nicht für seine eigene Buchung, sondern mit der Adresse und den Namen mehrerer anderer Personen. Angaben zur Buchung wie den Preis und die erworbene Leistung enthielt

das Dokument ebenfalls. Daraufhin wandte sich der Leser an die c't-Redaktion.

Wir konnten das Leck nachvollziehen und stichprobenartig Buchungen fremder Personen abrufen. Mit jeder Buchung wurde dem Kunden eine fortlaufende Zahl zugewiesen, die sowohl im PDF-Dokument als Buchungsnummer als auch in der URL zu sehen war. Ein Zugriffsschutz war nicht vorgesehen, das Durchzählen der Nummer reichte aus, um beliebige PDF-Dateien einzusehen.

Das älteste Dokument, das wir finden konnten, stammt von 2015. Begonnen mit der Nummer 100001 und endend mit Nummer 604104 waren auf diese Weise mutmaßlich mehrere hunderttausend Datensätze öffentlich einsehbar. Und während unserer Recherche kamen laufend neue Datensätze hinzu. Um die Daten einzusammeln, hätten Unbefugte mit einem simplen Skript oder curl-Aufruf sämtliche PDFs abgreifen können.

### Trivialer Fehler

Dieser und ähnliche triviale Fehler führen immer wieder zu verheerenden Datenlecks. Persönliche Daten sollten stets gut geschützt und niemals über eine URL abrufbar sein, die nach einem vorhersehbaren Muster generiert wurde. Im besten Fall ist der individuelle Teil der URL lang und zufällig generiert. So eignen sich zum Beispiel sogenannte Universally Unique Identifier (UUID) für diesen Zweck [1]. Zudem sollte der Zugriff auf die URL

möglichst durch eine Authentifizierung geschützt sein.

Wir informierten Legoland über die in der Datenschutzerklärung hinterlegte E-Mail-Adresse. Am nächsten Tag funktionierten die Zugriffe auf die Buchungsbestätigungen nicht mehr. Einige Tage später bekamen wir eine Antwort, in der Merlin Entertainments die Deaktivierung des PDF-Abrufs bestätigte. Außerdem sei der Datenschutzverstoß der DSGVO entsprechend beim Bayerischen Landesamt für Datenschutzaufsicht gemeldet worden.

### Kunden werden nicht informiert

Merlin erklärte gegenüber c't, dass „eine umfassende Untersuchung durchgeführt und zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen ergriffen [werden], um unbefugten Zugriff auf Buchungsdaten zukünftig zu verhindern“. Seine Kunden hat das Unternehmen nicht informiert, weil es bei der „eingehenden Risikobewertung des Datenschutzvorfalls zu dem Ergebnis gekommen [ist], dass dieser Vorfall ein geringes Risiko für die betroffenen Personen darstellt.“ Als Begründung nannte die Merlin Entertainments Group, dass „zu keinem Zeitpunkt [...] auf Bank- oder Kreditkartendaten zugegriffen oder diese entwendet“ werden könnten. (rei@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Jan Mahn, Zufall schlägt das System, Ein Plädoyer für UUIDs in Datenbanken, c't 6/2022, S. 138



## Twitter stoppt neue Löschfunktion

**Twitter-Nutzer können unpassende @-Verlinkungen in fremden Tweets künftig löschen. Bei der Entfernung eingebetteter Tweets auf Webseiten Dritter ruderte der Konzern allerdings zurück.**

Twitter-Nutzer sollen zukünftig @-Verlinkungen zu ihrer Person aus fremden Tweets wieder entfernen können. Solche „Mentions“ binden Personen in öffentliche Debatten ein – ob sie dies wollen oder nicht. Da grundsätzlich alle Twitter-Nutzer Mentions sehen können und der Erwähnte über jede neue Antwort informiert wird, sind sie auch ein Mittel für Trollangriffe und Shitstorms gegen Institutionen oder politische Gegner. Bisher konnten Betroffene solche ungewollten Mentions nur loswerden, indem sie die Verfasser des Ausgangs-Tweets mit der Erwähnung komplett blockierten. Mit der neuen Löschfunktion steht ihnen nun ein moderateres Gegenmittel zur Verfügung.



Tesla-Gründer Elon Musk steigt bei Twitter als Großaktionär ein.

Wie eine GIF-Animation der noch im Test befindlichen Funktion zeigt, klicken Nutzer dazu auf die Optionen im Tweet und wählen „Leave this conversation“. Daraufhin wandelt Twitter das Tagging in reinen Text um und unterbindet jegliche weitere @-Verlinkung des Nutzers in der Konversation. Zugleich erhält dieser keine Benachrichtigungen über neue Antworten mehr.

Eine andere, bereits eingeführte Neuerung hat Twitter nach Protesten allerdings wieder zurückgezogen: Bislang waren bei Twitter gelöschte Tweets weiterhin auf fremden Webseiten sichtbar, wenn sie dort aus Dokumentationsgründen eingebunden wurden. Diese Regel hatte Twitter kürzlich stillschweigend geändert, sodass gelöschte Tweets fortan nur noch ohne sichtbaren Inhalt auf Drittseiten angezeigt wurden. Mit der Rücknahme reagierte der Dienst auf die Kritik von Entwicklern und Websitebetreibern.

Zugleich hat Twitter bestätigt, an einem Editier-Button für Tweets zu arbeiten. Laut Vizepräsident Jay Sullivan werfe die „seit vielen Jahren meistgewünschte Twitter-Funktion“ jedoch Probleme auf, deren Lösung Zeit brauche: „Ohne Zeitlimits, Kontrollen und Transparenz könnte man die Überarbeitung missbräuchlich nutzen und die Historie der öffentlich zugänglichen Konversation verändern.“

Elon Musk, der Anfang April 9,2 Prozent der Anteile an Twitter erworben hatte, wirbt ebenfalls für diese Funktion, lehnte einen Posten im Verwaltungsrat des Konzerns indessen vorerst ab. (mon@ct.de)

## Firefox verwahrt Kartendaten

Mozilla hat den Webbrowser **Firefox in Version 99** freigegeben. Nutzer können die Vorlesefunktion nun komplett mit der Tastatur erreichen, indem sie nach dem gewohnten F9 (Leseansicht) auf „n“ drücken. Außerdem testet Mozilla eine Autofill-Funktion für Kreditkartendaten. Diese hinterlegt man exklusive CVC/CVV-Nummer in den Einstellungen; den Autofill selbst kann man durch das Windows-Passwort schützen. In der Linux-Sandbox greifen Prozesse nicht mehr auf X-Windows (X11) zu; überdies hätten die Entwickler zwölf Sicherheitslücken beseitigt. (mon@ct.de)

### Kurz & knapp

Das Bundesgesundheitsministerium hat der Kassenärztlichen Bundesvereinigung bestätigt, dass **Arztpraxen doch keine Verantwortung für Datenschutzverstöße** durch Konnektoren der Firma Secunet tragen (siehe c't 6/2022, S. 36). Verantwortlich sei der Hersteller, eine Klarstellung im § 307 Abs. 1 SGB V steht allerdings noch aus.

Die Navigationsanwendung **Google Maps bekommt neue Features**, darunter neben Hinweisen auf Maut auch Informationen zu Ampeln und Stoppschildern sowie eine realistischere Darstellung vieler Straßen bei der Navigation.

**RATEN SIE MAL,  
WER KEINE ANGST  
VOR EINBRECHERN HAT?**

Barbara Schulz  
Afraid of IT Security



Erika Schmidt  
Chief Information Officer  
und Kentix Kundin

Mit Kentix sind Sie immer relaxt. Zutrittskontrolle, Überwachung und Protokollierung: Unsere SmartAccess-Lösungen schützen Ihre sensiblen Daten und Waren bereits an der Tür zu Büros oder Geschäftsräumen. Machen Sie jetzt Ihre physische IT unkompliziert sicher: [kentix.com](http://kentix.com)

**KENTIX**  
Innovative Security

# Nichts wie weg!

## Russische IT-Fachkräfte auf der Suche nach neuen Jobs

**Zehntausende IT-Fachleute haben Russland verlassen, um sich im Ausland einen Job zu suchen. Bereits im März gab es eine erste Welle an Ausreisen, noch im April könnten laut einem russischen Branchenverband weitere 100.000 IT-Experten dem Land den Rücken kehren. Manche Zielländer werben die gut ausgebildeten Spezialisten an – andere befürchten Sicherheitsrisiken.**

Von Dorothee Wiegand

Am 21. März meldete die Russian Association of Electronic Communications (RAEC), dass mehr als 50.000 IT-Fachkräfte aus Russland ausgereist seien. Auf einer Sitzung des IT-Ausschusses der Staatsduma zum Thema „Weiterentwicklung der IT-Branche unter Sanktionen“ berichtete RAEC-Chef Sergei Plugotarenko sogar von 70.000 Personen, die auf der Suche nach einem neuen Job das Land bereits verlassen hätten.

Um weitere Abwanderung zu verhindern, hatte der russische Präsident die Regierung angewiesen, Fachkräfte in der IT-Branche bis Ende 2024 von der Einkommensteuer zu befreien. Auch die Wehrpflicht ist für IT-Fachleute in Russland vorübergehend aufgehoben. Günstige Kredite für IT-Unternehmen sollen den IT-Jobmarkt stützen.

Doch laut Plugotarenko ist der Abwanderungstrend ungebrochen. Lediglich die hohen Preise für Flugtickets hielten viele IT-Talente noch davon ab, ins Ausland zu gehen. Bei dieser Prognose stützt er sich auf eine Ende März veröffentlichte Umfrage des russischen IT-Blogs Habr (bis 2018: „Habrahabr“). An der Umfrage nahmen knapp 3000 Personen teil, laut Habr

vor allem Entwickler, Administratoren, DevOps und Tester zwischen 25 und 40 Jahren.

Sieben Prozent von ihnen berichteten von Gehaltskürzungen oder -verzögerungen. Vier Prozent gaben an, aufgrund von Stellenabbau oder Firmenschließungen entlassen worden zu sein. Jeder dritte Befragte berichtete, dass sein Unternehmen weniger oder gar keine Neueinstellungen plane, und 16 Prozent der Umfrageteilnehmer beschäftigte die Sorge, dass ihr Unternehmen in diesem Jahr schließen oder zumindest deutlich weniger Umsatz erzielen könnte. Jeder dritte russische IT-Spezialist sucht der Umfrage zufolge inzwischen einen Job in einem Unternehmen, das Arbeitsplätze außerhalb von Russland anbietet, und jeder zweite plant, eine Fremdsprache zu erlernen.

### Firmen-Exodus

Es sind nicht nur Einzelpersonen, die das Land als Folge des Kriegs in der Ukraine und der damit verbundenen Sanktionen gegenüber Russland verlassen. Ebenso schließen viele Firmen ihre russischen Niederlassungen und verlagern deren Ge-



**Die Website des russischen Verbands für elektronische Kommunikation RAEC (im Bild die deutsche Übersetzung von Google) spricht explizit von einem „Brain Drain“ bei IT-Fachkräften.**

schäfte und Arbeitsplätze in andere Länder. So haben sich etliche europäische und US-amerikanische Unternehmen inzwischen vollständig aus Russland zurückgezogen; andere schränkten die Geschäfte ein, leisten aber weiterhin Support für Bestandskunden. Auch SAP ging anfangs so vor, was dazu führte, dass sich die Belegschaft öffentlich kritisch äußerte. Mitte März hatte dann der ukrainische Präsident Wolodymyr Selenskyj explizit Microsoft, Oracle und SAP aufgefordert, sämtliche Geschäftsaktivitäten in Russland zu beenden. Kurz darauf entschied man sich bei SAP, nicht nur das Neugeschäft, sondern auch die Clouddienste einzustellen.

Auch die Deutsche Telekom verhielt sich zunächst zögerlich. Nachdem der Gesamtbetriebsrat den vollständigen Rückzug aus Russland forderte, gab die Telekom schließlich bekannt, alle dortigen Aktivitäten einzustellen. Das Unternehmen hatte in St. Petersburg und an zwei anderen Standorten rund 2000 Entwickler beschäftigt, denen es inzwischen Arbeitsplätze außerhalb von Russland angeboten hat.

### Neue Ziele

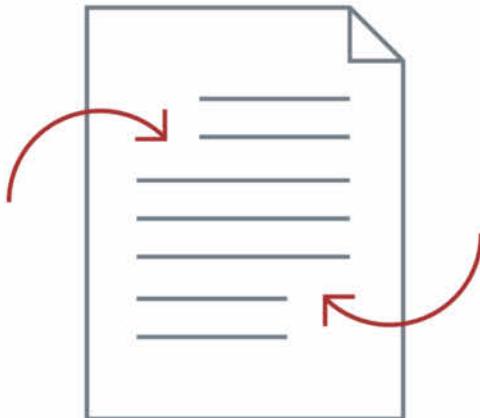
Die IT-Fachleute reisen in unterschiedliche Länder aus. Bei denjenigen, die ein EU-Visum haben, stehen die EU-Mitgliedsstaaten Polen, Lettland und Litauen hoch im Kurs. Zu den Ländern, in die russische Staatsbürger ohne Visum einreisen dürfen, gehören Armenien und Georgien sowie die früheren Sowjetrepubliken in Zentralasien: Usbekistan, Kirgisistan, Turkmenistan, Tadschikistan und Kasachstan. Sie sind unter anderem als Ziel beliebt, weil dort zum Teil noch Russisch gesprochen wird. Auch die Türkei und die Vereinigten Arabischen Emirate stehen auf der Wunschliste der Auswanderer.

Einige Länder zeigen sich interessiert an den russischen IT-Experten, die als überdurchschnittlich gut ausgebildet gelten. So hat etwa Usbekistan den Zugang zu Arbeitsvisa und Aufenthaltsbewilligungen für die meist jungen Talente erleichtert. An anderen Orten überwogen das Misstrauen gegenüber den IT-Spezialisten aus Russland und die Angst vor Spionage, berichtet das Nachrichtenportal des RedaktionsNetzwerkes Deutschland. Es zitiert den litauischen Journalisten und Politikexperten Marius Laurinavicius, der vor der Gefahr warnt, „Teile des kriminellen Systems aus Russland zu importieren“.

(dwi@ct.de) **ct**



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.

# Rechnungshof kritisiert IT-Projekte der Bundeswehr

**Abgekoppeltes Lagezentrum, mangelhafte E-Akte-Software, überflüssige Lizenzen: Der Bundesrechnungshof hat aufgeschrieben, wie Steuergelder in öffentlichen Digitalprojekten versickern.**

Mit einem „Sondervermögen“ in Höhe von 100 Milliarden Euro will die Regierung die Bundeswehr aufrüsten. Ein Bericht des Bundesrechnungshofs über die Verschwendungen von Steuergeldern zeigt jedoch, dass Geld allein nicht unbedingt hilft. Im aktuellen „Ergänzungsband 2021“ zerplücken die Rechnungsprüfer gleich drei teure Digitalisierungsprojekte des Verteidigungsministeriums (BMVg).

Demnach hat die Bundeswehr seit 2017 bereits 60 Millionen Euro in den Aufbau eines „Cyber-Lagezentrums“ gesteckt, das frühestens ab Mitte 2024 in der Lage sei, die Truppe bei Einsätzen zu unterstützen. Die Ursache sieht der Rechnungshof in schlechter Planung: Die Stelle der Projektleitung sei eineinhalb Jahre lang vakant gewesen, und die Bundeswehr habe die Anforderungen an die Software nicht eindeutig genug beschrieben. Das BMVg räumte ein, dass „der direkte Zugriff aus dem im Einsatz verwendeten IT-System auf die Funktionalitäten des Lagezentrums“ noch nicht möglich sei.

Das Ministerium hat das Projekt zwischenzeitlich unterbrochen, will nun aber weitere 76 Millionen Euro ausgeben. Die Summe werde „wahrscheinlich nicht ausreichen“, warnt der Rechnungshof. Das Ministerium müsse das Projekt entweder priorisieren – oder aber einstampfen, um „unnötige Aufwände“ zu vermeiden.

Die Einführung der elektronischen Akte (E-Akte) bei der Bundeswehr dauert laut dem Bericht des Rechnungshofs sogar mindestens sechs Jahre länger als geplant. Trotz Ausgaben in Höhe von 52 Millionen Euro habe die Software viele Mängel und erfülle wesentliche Anforde-

rungen nicht, zum Beispiel fehlten elektronische Signatur, Scanfunktion und revisionssichere Langzeitspeicherung. Bis 2027 plant das BMVg weitere Ausgaben für die E-Akte in Höhe von etwa 200 Millionen Euro.

Weiter haben die Rechnungsprüfer festgestellt, dass die Bundeswehr seit 2006 mehr als 50 Millionen Euro für ungenutzte Softwarelizenzen und die Pflege ungenutzter Anwendungen ausgegeben hat. Dabei handle es sich um einen Verstoß gegen das Haushaltsgesetz. (cwo@ct.de)

**Bericht des Rechnungshofs: ct.de/y8vc**

**Das Cyber-Lagezentrum der Bundeswehr hat seit 2017 insgesamt 60 Millionen Euro verschlungen, kann aber im Einsatz noch nicht mit den IT-Systemen der Truppe kommunizieren.**



Bild: Bundeswehr/Martina Pump

## Torschlusspanik bei der Digitalisierung der Verwaltung

Mit einem Programm namens „OZG-Booster“ will die Politik eine Blamage bei der Digitalisierung der Verwaltung abwenden. Bund und Länder wollen dabei besonders wichtige Verwaltungsleistungen priorisieren, um sie **bis Jahresende flächendeckend digital verfügbar** zu machen. Andere Leistungen sollen dafür „nötigenfalls“ zurückgestellt werden. Das geht aus einem aktuellen Entwurf des Bundesinnenministeriums (BMI) für einen Beschluss des IT-Planungsrates vor, der c't vorliegt.

Im Onlinezugangsgesetz (OZG) haben Bund und Länder sich 2017 dazu verpflichtet, knapp 600 Verwaltungsleistungen bis Ende 2022 zu digitalisieren. Bislang sind allerdings nur wenige Verfahren flächendeckend verfügbar, was unter anderem daran liegt, dass die meisten Leistungen von tausenden Kommunen

einzelnen adaptiert werden müssen (siehe c't 6/2022, S. 60). Im Dezember räumte die Bundesregierung ein, dass das OZG-Ziel bis Ende 2022 unmöglich zu erreichen sei.

Der „OZG-Booster“ soll nun auf den letzten Metern zumindest einen Teilerfolg bringen. In seinem Entwurf listet das BMI drei Dutzend Leistungen auf, „die noch im Jahr 2022 flächendeckend in den Kommunen ausgerollt werden sollen“. Dazu gehören Leistungen wie Ummeldung, Einbürgerung, Eheschließung, Hochschulzulassung, Führerschein, Elterngeld, Arbeitslosengeld II, Wohngeld und Baugenehmigung. Länder und Kommunen sollen diese Dienste gegenseitig voneinander beziehen, statt sie mehrfach zu entwickeln.

Der Bundesrechnungshof kritisiert in seinem aktuellen Bericht über die Ver-

schwendung von Steuergeldern (siehe oben) auch die Darstellung der OZG-Umsetzung durch das BMI. Das Ministerium habe den Fortschritt „beschönigt“, schreiben die Prüfer. Der Hintergrund: Das BMI bezeichnet ganze Bündel von Verwaltungsleistungen als „online verfügbar“, sobald das für mindestens eine zugehörige Leistung gilt. So kam das Ministerium im September 2021 auf einen Digitalisierungsgrad von 74 Prozent auf Bundesebene. Laut Rechnungshof waren zu diesem Zeitpunkt tatsächlich aber erst 20 Prozent der Leistungen online, und nur 4 Prozent entsprachen den OZG-Anforderungen, waren also ohne Mediabruch vollständig digitalisiert. Das BMI verteidigt seine Form der Darstellung mit dem Argument, dass die Gesamtzahl der Leistungen schwankt.

(cwo@ct.de)

# Chrome testet Cookie-Nachfolger

**Google hat mit den Tests der Techniken begonnen, die in seinem Browser Chrome im kommenden Jahr Werbe-Cookies ablösen sollen. Die neuen Verfahren werden von der Werbebranche, Marktwächtern und Datenschützern kritisch beäugt.**

Google will Werbe-Cookies aufs Altenteil schicken und durch angeblich datensparsamere Techniken ersetzen. Derzeit beginnen die Tests für die neuen Funktionen: Sie sollen zunächst in der Canary-Version und später auch in der Beta-Version des Browsers verfügbar sein. „Fledge“ verlagert die Werbeauktionen dabei auf das Gerät des Nutzers. Dazu muss der Browser Nutzungsdaten erfassen, die zum Beispiel das Retargeting ermöglichen. Ein Turnschuhverkäufer etwa kann Werbung gezielt bei Endnutzern ausspielen, die zuvor einen bestimmten Schuh in einem Online-Shop betrachtet haben.

Mit „Topics“ erfasst der Browser den Inhalt von Websites, um ein grobes Interessenprofil des Nutzers zu erstellen. Die Datensammlung soll weitgehend transparent sein: Nutzer können selbst einsehen, welche Interessen ihnen zugeordnet werden und welche Websites zu dieser Einschätzung beigetragen haben.

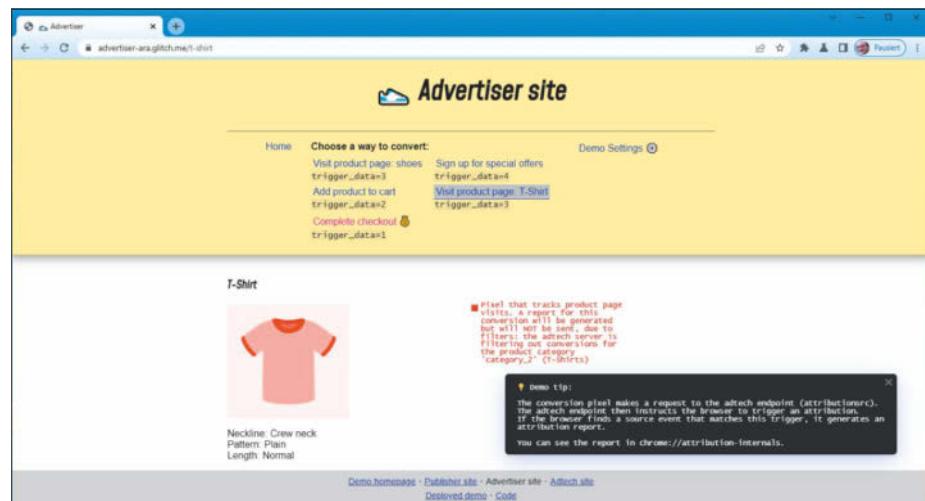
Als Drittes testet Google „Attribution Reporting“, bei dem es darum geht, tatsächliche Einkäufe der vorher gesehenen

Werbung zuzuordnen. In den vergangenen Wochen wurden bereits erste Anpassungen für diese Tests im offenen Web gesichtet, Werbeausspielungen gab es aber noch nicht.

Die drei neuen Techniken sind Teil der Privacy Sandbox, die im kommenden Jahr die Werbe-Cookies in Chrome endgültig ablösen soll. Eigentlich war der Wechsel bereits für Anfang 2022 vorgesehen, doch Google konnte sich im Markt nicht durchsetzen und hatte zudem Probleme mit den Aufsichtsbehörden. Die britische Marktaufsichtsbehörde Ofcom

hat nun die internationale Bankengruppe ING dazu verpflichtet, als „Monitoring Trustee“ alle Entwicklungen zu verfolgen und sicherzustellen, dass sich Google bei der Neuordnung des Marktes nicht selbst systematisch bevorzugt.

Die Verzögerung könnte zu Problemen führen, da die Geduld vieler Datenschutzbehörden mit den aktuellen Praktiken der personalisierten Werbung aufgebraucht ist. Dass Googles neuen Techniken sich mit der europäischen Datenschutzgrundverordnung vertragen, ist auch noch nicht sicher. (Torsten Kleinz/jo@ct.de)



Google betreibt einige Demo-Seiten, wie hier zum Beispiel für das Attribution Reporting.

**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!



Starten Sie jetzt und fordern Sie Ihr CodeMeter SDK an  
[wibu.de/sdk](http://wibu.de/sdk)



+49 721 931720  
[sales@wibu.com](mailto:sales@wibu.com)  
[www.wibu.com](http://www.wibu.com)



SECURITY  
LICENSING  
PROTECTION

PERFECTION IN PROTECTION

# Mehr Business-Funktionen für Windows 11

**Microsoft hat einen ganzen Schwung neuer Funktionen in Aussicht gestellt, die sich vor allem an geschäftliche Nutzer und Admins richten.**

Am 5. April hat Microsoft in einer Online-Präsentation einen regelrechten Feature-Reigen für Geschäftskunden und deren Admins angekündigt. Nicht alles davon hat konkrete Verfügbarkeitstermine, stattdessen hieß es nur allzu oft „in the near future“. Das Event war also vor allem als Werbeveranstaltung zu verstehen, die so ziemlich alle Aspekte von Windows aufgegriffen hat, die für Businesskunden zurzeit wichtig oder hip sind. Wohin die Reise gehen soll, zeigen die Ankündigungen dennoch recht gut, und einiges dürfte auch aus technischer Sicht interessant werden.

Die in Microsofts Cloud gehosteten virtuellen Maschinen namens „Windows 365“ etwa, die sich per Remote-Desktop-Client und im Browser bedienen lassen, haben seit ihrer Vorstellung vor rund einem dreiviertel Jahr kaum Schlagzeilen gemacht – bald bekommen sie aber neue Funktionen. So soll man künftig auch bei instabiler oder zeitweilig fehlender Internetverbindung mit dem Cloud-Windows arbeiten können („Windows 365 Offline“) und es wie ein lokal installiertes Windows direkt booten können („Windows 365 Boot“). Zwischen den Desktops von Windows 365 und lokal installiertem Windows sollen Nutzer ähnlich leicht umschalten können wie zwischen virtuellen Desktops („Windows 365 Switch“). Außerdem wurde eine separate App für den Zugriff auf den Cloudrechner angekündigt. Bislang kommt dafür die Remote-Desktop-App aus dem Store zum Einsatz.

In Sachen Sicherheit will Microsoft künftig den Zero-Trust-Ansatz stärker in

den Vordergrund stellen und neben einigen anderen Verbesserungen vor allem unter dem Schlagwort „Chip to Cloud Security“ die in PC-Prozessoren integrierte Pluton-Sicherheitshardware nutzen. Das ist bislang allerdings sehr theoretisch: Intels aktuellen CPUs fehlt die Pluton-Hardware; AMD liefert die Technik immerhin mit den seit Kurzem erhältlichen 6000er-Ryzens.

Autopatch soll die Verteilung von Sicherheitsupdates im Unternehmen KI-gestützt steuern und dabei automatisiert auf Probleme reagieren können. Im Prinzip handelt es sich um eine Übertragung des Modells der schrittweisen Verteilung bei Funktionsupdates auf die monatlichen Sicherheitspatches: Wenn etwa Performance- oder Stabilitätskriterien auf zuerst gepatchten Systemen im „Test“-Ring verfehlt werden, wird der Rollout an die breitere Masse angehalten. Autopatch kann problematische Updates allerdings bei Bedarf sogar von bereits gepatchten Rechnern wieder entfernen. Die Funktion setzt einen E3- oder E5-Volumenlizenzenvertrag voraus, ist dann aber ohne

Aufpreis verfügbar; die Geräte müssen zudem über ein cloudbasiertes Managementsystem verwaltet sein – im Idealfall Intune. Verfügbar soll das Ganze ab Juli 2022 sein.

Gezeigt hat Microsoft zudem Neuerungen im Endpoint Manager, die Fernwartungs-App „Remotehilfe“ etwa ist dort ab sofort integriert; demnächst sollen Verbesserungen der Audio- und Videoqualität in Teams hinzukommen („hardwareabhängig“). Nebenbei hat Microsoft einige der Neuerungen der nächsten Windows-11-Version 22H2 bestätigt, die wir bereits in c't 7/2022 beschrieben haben, etwa die Unterstützung für Ordner im Startmenü und Änderungen an der Fenster-Einrastfunktion Snap Assist, die auf Touchgeräten komfortabler wird. Der Datei-Explorer bekommt endlich Unterstützung für Tabs und die Möglichkeit, oft benutzte Dateien auf der Seite „Schnellzugriff“ anzupinnen. (jss@ct.de)

**Blogbeiträge und Autopatch-Präsentation: [ct.de/yck](http://ct.de/yck)**

**Firmen-Admins können Sicherheitsupdates künftig durch Autopatch steuern und problematische Patches auch automatisiert stoppen und sogar deinstallieren lassen – das Ring-Modell erinnert an den Rollout-Ansatz bei Funktionsupdates.**

## Deployment Rings

- Test
- First
- Fast
- Broad



Bild: Microsoft

# Microsoft Build 2022 findet statt – virtuell

Bis Anfang April hatte sich Microsoft Zeit gelassen mit der offiziellen Ankündigung der diesjährigen **Entwicklerkonferenz Build 2022**, jetzt steht fest: Die Konferenz findet vom 24. bis 26. Mai 2022 rein digital statt und wird kostenlos sein. Anmelden können sich Interessierte ab Ende April (siehe [ct.de/yck](http://ct.de/yck)). Die späte Ankündigung

hatte in den vergangenen Wochen schon für Spekulationen gesorgt, Microsoft habe das Format beerdigt und plane keine Build 2022.

Eine Agenda gibt es noch nicht, in den FAQs schreibt Microsoft lediglich, dass der erste Veranstaltungstag um 17:30 Uhr Mitteleuropäischer Sommer-

zeit beginnt. Inhaltlich geht es in den Vorträgen auf der Build schon lange nicht mehr um das ursprüngliche Kernthema Windows-(Desktop)-Entwicklung. Im Fokus stehen vor allem die Azure-Produkte. (jam@ct.de)

**Microsoft Build 2022: [ct.de/yck](http://ct.de/yck)**

# EINFACH UND SCHNELL INS INTERNET DER DINGE? WIR MACHEN'S MÖGLICH.

O<sub>2</sub> Business Easy IoT vernetzt Ihre Sensoren und Geräte ab einmalig 10 € inkl.\* flexibler Datennutzung und voller Kostenkontrolle.

Besuchen Sie uns auf der Hannover Messe, vom 30.05. bis 02.06.2022, Halle 8, Stand D06



[o2business.de](http://o2business.de)



Handelsblatt

**BESTE**  
Konditionen  
Mobilfunkanbieter

2021

O<sub>2</sub> Business

Business-Kunden  
Im Test: 8 Anbieter  
Partner: SWI Finance  
Handelsblatt - 29.09.2021

# openSUSE: Neuer Installer in Arbeit

**Die openSUSE-Entwickler arbeiten an einem schlanken Installationsassistenten. Eine sehr frühe Version des neuen D-Installers lässt sich jetzt schon ausprobieren.**

In der Linux-Distribution openSUSE führt das altbewährte Tool YaST durch die Installation. Doch mit dem „D-Installer“ arbeiten die Entwickler an einer Alterna-

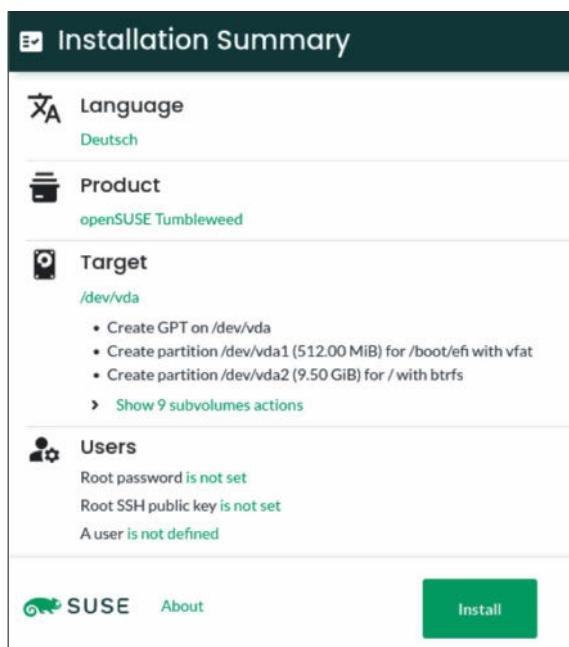
tive, den Interessierte ab sofort selbst ausprobieren können.

Bereits im Sommer 2021 diskutierte das Team Ideen zur Überarbeitung des alten YaST-Installers. Unter anderem soll der Installationsprozess verschlankt und die Bedienoberfläche vom YaST-Unterbau abgekoppelt werden. Aus einem frühen Prototyp eines Installationsassistenten mit Weboberfläche entstand der D-Installer.

Der neue Installationsassistent zeigt als Erstes direkt eine Zusammenfassung der Installation an, wie man sie von YaST als letzten Schritt kennt. Per Mausklick lassen sich die vorgeschlagenen Einstellungen ändern. Unter der Haube besteht der D-Installer aus drei Komponenten.

Im Hintergrund arbeitet der D-Installer-Dienst, der über die YaST-Bibliotheken die eigentliche Installation durchführt. Anweisungen nimmt der

**Der D-Installer zeigt direkt eine Übersicht an, in der man vor der Installation nur die gewünschten Optionen ändert.**



Dienst über D-Bus entgegen. Diesen Kommunikationsweg nutzt auch die Weboberfläche. Sie baut auf das Framework „React“ sowie die Serversoftware „Cockpit“. Zudem lässt sich durch die D-Bus-Schnittstelle der D-Installer auch über andere Frontends kontrollieren – etwa über einen Kommandozeilenclient oder die bisherige Qt-App von YaST.

Die neue Bedienoberfläche soll zumindest kurzfristig nicht die alte YaST-Oberfläche ablösen, sondern als deutlich einfacher zu bedienende Alternative fungieren. Bestehende AutoYaST-Profile, mit denen YaST eine Installation selbstständig durchführt, sollen sich weiterverwenden lassen.

Die Entwickler des D-Installers bitten derzeit um Anregungen und Kritik. Dazu stellen sie ein ISO-Image mit einem passenden Live-System bereit, das auf openSUSE Tumbleweed basiert und direkt den neuen Installationsassistenten startet (siehe [ct.de/ymn6](http://ct.de/ymn6)). Da es sich um eine sehr frühe experimentelle Version des D-Installers handelt, empfehlen die Entwickler, das System sicherheitshalber nur in einer virtuellen Maschine auszuprobieren. (Tim Schürmann/ktn@ct.de)

**Download des ISO-Images mit D-Installer: [ct.de/ymn6](http://ct.de/ymn6)**

## OpenSSH 9.0 wappnet sich gegen Quantencomputer

Das OpenSSH-Projekt will für die Zukunft vorsorgen. Dazu haben die Entwickler bei OpenSSH 9.0 die Standardmethode des Schlüsselaustausches geändert und nutzen dafür nun „Streamlined NTRU Prime“. NTRU Prime gilt als eines der wichtigsten Verfahren für **Post-Quanten-Kryptografie**. OpenSSH kombiniert zur Absicherung NTRU Prime in einem hybriden Ansatz mit dem bisherigen, herkömmlichen Diffie-Hellman-Schlüsselaustausch auf Basis elliptischer Kurven (X25519 ECDH). Das soll vor möglichen, bisher unbekannten Schwachstellen in NTRU Prime schützen und somit mindestens genauso sicher sein wie der vorherige Schlüsselaustausch. Das OpenSSH-Team führt bereits jetzt das neue Verfahren ein,

damit derzeit aufgezeichnete Datenströme nicht später, wenn leistungsfähige Quantencomputer verfügbar sind, entschlüsselt werden können.

Daneben löst in OpenSSH 9.0 SFTP das alte SCP-Protokoll als Vorgabe für Dateiübertragungen ab. Da beide Protokolle Wildcards anders auflösen, weisen die Entwickler auf mögliche Inkompatibilitäten hin. Mit der Option `scp -0` erzwingt man das alte SCP-Protokoll. Außerdem unterstützt der SFTP-Server nun die Erweiterung „copy-data“, was erlaubt, Daten innerhalb des Servers zu kopieren, ohne dass diese den Umweg über den Client nehmen müssen. Der SFTP-Client wurde entsprechend um den Befehl `cp` ergänzt. (ktn@ct.de)

## Kurz & knapp

Das Team hinter der Linux-Distribution **Elementary OS trennt sich**. Gründerin Danielle Foré macht alleine weiter, ihr bisheriger Kompagnon Cassidy James Blaede wechselt zur Linux-Distribution Endless OS.

Die Beta-Versionen der freien Vektorgrafiksoftware **Inkscape 1.2 und Tails 5.0**, der auf Anonymität getrimmten Linux-Distribution, sind erschienen. Die Projekte suchen Beta-Tester, um Fehler auszumerzen.

Die kürzlich veröffentlichte chinesische **Linux-Distribution Deepin 20.5** erlaubt die Anmeldung per Gesichtserkennung.



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



[ct.de/angebot](http://ct.de/angebot)

Jetzt gleich bestellen:

 [ct.de/angebot](http://ct.de/angebot)

 +49 541/80 009 120

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

**ICH KAUF MIR DIE c't NICHT. ICH ABBONNIER 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.**



# Traumbilder zur Texteingabe

## Die Schöpfer des Sprachmodells

**GPT-3 begnügen sich nicht mit künstlich intelligenter Texterzeugung: Der Nachfolger ihres Bildgenerators Dall-E erzeugt nach sprachlicher Vorgabe fotorealistische Darstellungen und variiert Bildvorlagen sinnvoll.**

15 Monate nach Dall-E hat das Forschungsunternehmen OpenAI nun Dall-E 2 vorgestellt. Wie sein Vorgänger ist das KI-System in der Lage, eine textliche Beschreibung in eine Auswahl bildlicher Interpretationen umzusetzen. Dabei übertrumpft Dall-E 2 seinen Vorgänger nicht nur mit einer viermal so hohen Bildauflösung seiner Kompositionen, es kann vor allem auch Bildvorlagen bearbeiten. Daraus entstehen beispielsweise Variationen von Gemälden oder Fotos. Die KI entfernt auf Wunsch auch Objekte aus einer Vorlage oder fügt welche hinzu, wobei sie Texturen, Schatten und Reflexionen berücksichtigt.

Die Bilderzeugung des tiefen neuronalen Netzes von Dall-E und Dall-E 2 arbeitet mit einem sogenannten Diffusionsmodell, das ausgehend von einer zufälligen Punktewolke schrittweise Bildstrukturen entwirkt und ausformt. Ein anderes Herzstück des Systems bildet CLIP (Con-

trastive Language-Image Pre-Training), ein Teilnetz, das Bildinhalte klassifiziert und textlichen Kategorien zuordnet. CLIP analysiert Bildvorgaben in Dall-E 2 oder bewertet dessen eigene Bildkreationen. Erst im März haben OpenAI-Forscher beschrieben, dass CLIP multimodale Neuronen aufweist, die sich bei der Erkennung bestimmter Konzepte aktivieren, zum Beispiel beim Anblick von Angela Merkel oder Spiderman. Überraschenderweise reagieren diese Neuronen in gleicher Weise auf ein Foto, eine Zeichnung oder sogar nur auf die textliche Erwähnung ihres Erkennungsobjektes.

Die Entwickler haben Dall-E 2 mit einem Satz von 650 Millionen Bilddateien

plus deren Inhaltsbeschreibungen trainiert. Sie legten Wert darauf, die Bilder so auszuwählen, dass diese weder Gewalt, Hass noch „Erwachsenen-Inhalte“ enthielten. Ebenso bauten sie in Dall-E 2 Sperren ein, sodass die KI keine Gewalt, politische Inhalte oder Gesichter realer Personen ausgibt. Derartige Bildvorlagen sollen auch Anwender nicht hochladen können. Zu Dall-E 2 hat OpenAI kein API veröffentlicht. Stattdessen befindet sich das System in einer geschlossenen Testphase. Wer daran interessiert ist, kann sich auf eine Warteliste eintragen. (agr@ct.de)

**Dall-E-2-Warteliste und Veröffentlichungen:** [ct.de/yzfk](https://ct.de/yzfk)

**Verstehen und variieren: Zu einer Vorlage (links) kann Dall-E 2 eine vergleichbare Szene erzeugen, etwa das Foto eines Blumenladens, den es gar nicht gibt (rechts).**



Bild: OpenAI

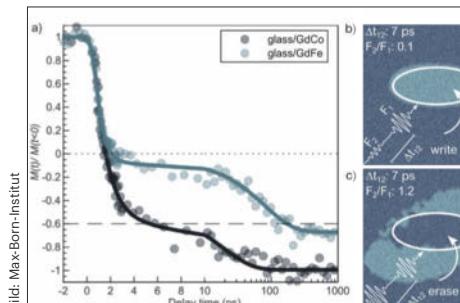
# Schreibzyklen Pikosekunden-kurz

Selbst im Zeitalter der SSDs werden die meisten Daten auf magnetisierbaren Medien gespeichert. Anstatt die jedoch mit magnetischen Schreibköpfen zu bearbeiten, ist es in magneto-optischer Technik auch möglich, die Bits mit Laserpulsen umzuschalten. Ein Team um Clemens von Korff Schmising am Max-Born-Institut für Nichtlineare Optik hat gemeinsam mit Forschern der FU Berlin die grundsätzlich erforderliche Zeit für **Umschaltvorgänge mit ultrakurzen Laserpulsen** bestimmt und dabei neue Rekordwerte erreicht.

Für ihr AOS-Verfahren (all optical switching) setzen sie auf eine Legierung aus Gadolinium und Kobalt (GdCo). Mit Femtosekunden-Laserpulsen optisch angeregt, erwärmen sich Elektronen sehr schnell, wodurch sich die Magnetisierung im Material steuern lässt. Gleichzeitig erhöht das die Temperatur im Atomgitter

kaum. Die somit energieeffiziente Technik erlaubt die Umkehrung der Magnetisierungsrichtung innerhalb von nur sieben Billionstel Sekunden (Pikosekunden).

(agr@ct.de)



**Gemessene Umschaltzeiten magnetischer Bits, angeregt durch Laserpulse, zeigten sehr kurze Zyklen in einer Gadolinium-Kobalt-Legierung (untere Kurve).**

# Windrad stört Funkfeuer kaum

Sogenannte Drehfunkfeuer senden Funksignale ähnlich wie Leuchttürme Licht ausstrahlen. Diese Signale sollen der Luftfahrt bei der Navigation helfen. Weil in der Nähe stehende Windräder aber UKW-Funksignale streuen können, gilt für sie bislang ein Mindestabstand von 15 Kilometern zu derartigen Anlagen. Wissenschaftler der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) haben nun ermittelt, dass je nach Technik des Drehfunkfeuers ein **Sicherheitsabstand von sechs bis sieben Kilometern genügt**. Für diesen Nachweis führten die Wissenschaftler Tests mit Drohnen durch und entwickelten Simulationsmethoden, um die maximale Störwirkung durch Windenergieanlagen zu bestimmen. Am 5. April übergab die PTB ihren Bericht an den Bundesminister für Wirtschaft und Verkehr. (agr@ct.de)

## Dropbox bekommt neue Funktionen

**Der US-amerikanische Filehosting-Anbieter Dropbox hat seinen gleichnamigen Dienst um einen integrierten PDF-Editor erweitert und das Backup-Tool übersichtlicher gestaltet. Neu sind HelloSign-Vorlagen und die Aktivitätsnachverfolgung DocSend Dashboard.**

Dropbox Backup zeigt Verlauf und Fortschritt einer Datensicherung jetzt zentral auf dem Desktop an. Laut Hersteller stellt die Software Dateien aus einem Cloud-Backup künftig schneller wieder her. Gesicherte und mit anderen Nutzern geteilte Daten sind nun sauber voneinander getrennt.

Das sogenannte DocSend Dashboard liefert datengesteuerte Erkenntnisse, etwa darüber, mit welchen seiner Kontakte der Anwender am häufigsten Dokumente teilt. Der neue PDF-Editor fügt Seiten in PDFs ein, dreht diese bei Bedarf oder ordnet sie neu an; PDF-Formulare kann man nun ebenfalls innerhalb von Dropbox ausfüllen. Noch handelt es sich bei der PDF-Bearbeitung um eine Beta-Version, die lediglich ausgewählten

Nutzern zur Verfügung steht; sie soll in den nächsten Wochen generell verfügbar werden.

Ebenfalls noch im Beta-Stadium sind HelloSign-Vorlagen, die eSignature-Anfragen vereinfachen sollen. Dokumente lassen sich damit in wiederverwendbare Vorlagen verwandeln, die der Anwender direkt in Dropbox erstellt, speichert und versendet. Per eSignature signierte Dokumente kann er während ihres ganzen Lebenszyklus verfolgen. (dwi@ct.de)



**Das jüngste Update von Dropbox verspricht übersichtlichere Datensicherungen und schnelleres Wiederherstellen als bisher.**

## Microsoft Journal verlässt die Garage

Microsoft hat das auf Stifteingabe und Handschrift fokussierte **Notizprogramm** Journal (Test in c't 1/2022, S. 82) aus dem Garage-Bereich für experimentelle Software in den regulären Store gehoben. Das Design ist jetzt an Windows 11 angepasst. Seit Veröffentlichung des Programms vor gut einem Jahr hat der Hersteller das Nutzungsverhalten durch anonymisierte Telemetriedaten intensiv analysiert, um das Programm an die Bedürfnisse der Anwender anzupassen.

Dabei seien keine Inhalte ausgewertet worden teilt Microsoft im Garage-Blog mit. Unter anderem ergab die Untersuchung, dass fast 60 Prozent der angelegten Seiten in Journal PDF-Dokumente enthalten.

Journal gibt es kostenlos im Store für Windows-Apps. Ungewöhnlich für Microsoft: Das Programm erfordert weder ein Microsoft-Konto noch eine Internetverbindung.

(swi@ct.de)

## Kurz & knapp: Apps

Foxit erweitert seinen **Signaturdienst** eSign um eine App für iOS. Damit können iPhone- und iPad-Nutzer unterwegs Dokumente vorbereiten, Vorlagen erstellen, Empfänger zuweisen und Dateien zur Unterzeichnung versenden. Im Offline-Modus signierte Dokumente synchronisiert die App, sobald wieder eine Verbindung besteht.

Microsoft hat **Verbesserung für Teams** angekündigt, die Firefox-Anwender betreffen: Bis-her konnte man mit diesem Browser lediglich

in MS Teams chatten, jedoch nicht an einem Meeting teilnehmen. Zumindest Support für Audioanrufe und geteilte Bildschirme wollen die Entwickler noch im April für Firefox nachrüsten.

Um Geflüchteten zu helfen, gibt der Mildenberger Verlag aus Offenburg eine Gratis-Version der **Sprachlern-App** LearnMatch für Deutsch als Zweitsprache heraus. Sie richtet sich an Kinder und Jugendliche mit Muttersprache Ukrainisch.

Herbert Hertrampf

**RASPBERRY PI 400 Schnelleinstieg**

Kompakter Leitfaden für Hard- und Software  
Für Homeoffice, Homeschooling und Freizeit

Jede Menge Tipps, Tricks und praktische Beispiele

mitp

Auch als E-Book oder Bundle in unserem Shop erhältlich: [www.mitp.de/0404](http://www.mitp.de/0404)

Sujeewan Vijayakumaran

**Git Schnelleinstieg**

14,99 € inkl. MwSt.

Versionsverwaltung lernen in 14 Tagen  
Einfach und ohne Vorkenntnisse

Zahlreiche Praxisbeispiele

mitp

Auch als E-Book oder Bundle in unserem Shop erhältlich: [www.mitp.de/0526](http://www.mitp.de/0526)

Tanja Kötter

**So einfach! Eigene Spiele erstellen mit Roblox**

Für Kinder und Erwachsene ab 10 Jahren  
Spielend lernen ohne Vorwissen  
Mit einfachen Schritt-für-Schritt-Anleitungen

mitp

Auch als E-Book oder Bundle in unserem Shop erhältlich: [www.mitp.de/0369](http://www.mitp.de/0369)

# „Der schläft nur“

## Disney+ entschärft nachträglich Gewalt in Marvel-Serie

**Durch einen Reddit-Beitrag ist ans Licht gekommen, dass Disneys Videostreamingdienst in einer seiner Serien nachträglich und ohne Hinweise Gewaltdarstellungen verändert hat. Manche feiern diesen Schritt, andere sehen darin eine Zensur.**

Von Nico Jurran

Szenen durch weniger gewalthaltige Fassungen ersetzt. Belegen sollen dies mehrere Screenshots der ursprünglichen und der aktuellen Versionen. Sie zeigen, dass an einer Stelle eine Leiche die Augen nun geschlossen statt geöffnet hat und keine Blutspuren mehr aufweist und dass in einer anderen Szene eine Eisenstange nun nicht mehr die Schulter einer Schurkin durchbohrt, sondern von dieser abprallt.

Eine Kontrolle durch c't ergab, dass die bearbeiteten Varianten auch beim deutschen Ableger von Disney+ laufen.

Und die Schauspielerin agiert in der zweiten Szene (Staffel 1, Folge 3, bei 37:45 Min.) sogar sichtbar so, als würde in ihrer Schulter noch eine Eisenstange stecken. Disney+ hat sich bislang nicht zu den Änderungen und deren Grund geäußert.

Es scheint so, als wollte Disney+ Kritikern wie dem PTC entgegenkommen. Damit feuert der Dienst aber wiederum die Gegenseite an, die von Zensur spricht und befürchtet, dass die Comic-Verfilmungen nun zum Kinderprogramm verkommen. Tatsächlich soll die kommende Serie „Ms. Marvel“ auf Disney+ mit der Einstufung TV-PG laufen, was etwa der Altersgrenze von zehn Jahren entspricht. Zudem sehen sich diejenigen einmal mehr bestätigt, die unveränderbare, physische Medien Streamingdiensten vorziehen. Abzuwarten bleibt nun, ob Disney+ seine Serien künftig in mehreren Versionen anfertigt oder Inhalte speziell für Erwachsene produziert und diese PIN-gesichert und hierzulande eventuell separat im Star-Bereich anbietet.

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

Das Versprechen der Familienfreundlichkeit ist für wenige Konzerne so wichtig wie für Disney. Passend dazu gab es beim Abo-Videostreamingdienst Disney+ weltweit anfangs nur Inhalte, die in den USA für Kinder ab 14 Jahren freigegeben waren („TV-14“). Erst im Februar 2021 wurde der deutsche Ableger um den Erwachsenenbereich „Star“ erweitert, in dem auch Filme wie „Deadpool“ und Serien wie „American Dad“ zu finden sind. In den USA muss man für derartige Inhalte weiterhin den Dienst „Hulu“ hinzubuchen.

Doch Kritiker bemängeln seit einiger Zeit, Disney+ miete minderjährigen Zuschauern bei seinen umsatzträchtigen Marvel- und Star-Wars-Serien zu viel Gewalt zu. Für das konservativ-christliche Parents Television and Media Council (PTC) ist das Maß endgültig voll, seit Disney+ sechs bislang bei Netflix abrufbare Marvel-Serien – darunter „Daredevil“, „Jessica Jones“ und „The Punisher“ – mit TV-MA-Einstufung (ungeeignet für Personen unter 17 Jahren) in seinen US-Dienst integrierte. Das PTC lässt dabei nicht gelten, dass die Neuzugänge extra mit Kindersicherungen versehen wurden.

In diese Diskussionen platzte nun ein Reddit-Beitrag, in dem ein User behauptet, Disney+ habe aus der seit einem Jahr abrufbaren Marvel-Serie „The Falcon and the Winter Soldier“ im Nachhinein zwei



**Der schläft nur: In der neuen Fassung einer Folge von „The Falcon and The Winter Soldier“ hat die Leiche ihre Augen geschlossen, zudem fehlen Blutspuren im Gesicht und auf der Kleidung.**

# Deutscher Computerspielpreis: Weltraumabenteuer Chorus ist „bestes deutsches Spiel“

**Insgesamt 800.000 Euro an Preisgeldern wurden beim diesjährigen Deutschen Computerspielpreis vergeben. Das Weltraumabenteuer Chorus erhielt den mit 100.000 Euro dotierten Hauptpreis.**

Hauptgewinner bei der Verleihung des Deutschen Computerspielpreises 2022 (DCP) ist ein Weltraumabenteuer. Die mit 100.000 Euro dotierte Auszeichnung als bestes deutsches Spiel sicherte sich der Weltraum-Shooter Chorus des Hamburger Studios Deep Silver Fishlabs. Auch die Nominierten gehen beim DCP nicht leer aus. Je 30.000 Euro gingen an das post-apokalyptische Aufbauspiel „Endzone – A world apart“ von Gentlymad Studios und das 2D-Sci-Fi-Noir-Adventure „Lacuna“ von DigiTales Interactive.

Alljährlich ehrt beim DCP eine Jury die besten Computer-Spiele aus Deutschland. Nach zwei digitalen Preisverleihungen fand die Veranstaltung mit Moderator Uke Bosse in diesem Jahr mit Publikum in München statt. Über eine halbe Million Spielden verfolgten die Preisverleihung laut Veranstalter im Livestream.

Die Jury vergab Auszeichnungen in 16 Kategorien und schüttete insgesamt 800.000 Euro als Preisgelder aus. 40.000 Euro gingen an das Single-Player-Abenteuer Omno von Studio Inkyfox (siehe ct.de/yqe3) als Preis für das beste Familienspiel. Das mache, so die Jury, allen in der Familie quer durch die Altersgruppen Spaß.

Den Puzzle-Platformer „White Shadows“ würdigte die Jury als „beeindruckendes Spiel mit einer meisterhaft erzählten Geschichte, einer deprimierenden und trotzdem wunderschönen Umgebung und unterschwelligen Bezugspunkten zur Welt von heute“. Dafür erhielt das Kölner Entwicklerstudio Monokel den mit 50.000 Euro dotierten Preis fürs beste Debüt. Über je 25.000 Euro können sich die beiden weiteren Nominierten Christoph Schultz für „Cleo – a pirate's tale“ und das Stuttgarter Studio kaleidoscobe für „A Juggler's Tale“ freuen. Letzteres wurde außerdem für die beste Spielwelt und Ästhetik ausgezeichnet (40.000 Euro). Einen Eindruck davon verschafft unser Video (siehe ct.de/yqe3).

Peter Bartonik, Christian Walter und Ramona Raabe dürften jetzt hoch motiviert sein, ihren mit dem Nachwuchspreis ausgezeichneten besten Prototypen Wiblu fertigzustellen (60.000 Euro). Vier weitere Nominierte erhalten je 25.000 Euro. Neu

ist in diesem Jahr die Kategorie „Bestes Live-Game“: ein Spiel, das man immer wieder spielt und für das Spiele-Entwickler weiterhin neue Inhalte liefern, um die Community bei der Stange zu halten. Diesen mit 40.000 Euro dotierten Preis sicherte sich „Hunt: Showdown“ von CryTek.

Als bester Spieler wurde Maximilian Knabe alias „HandOfBlood“ ausgezeichnet, die Auszeichnung für das beste Studio nahm CipSoft mit nach Regensburg. Bei der Preisverleihung kündigte der Vertreter des Unternehmens, das Onlinespiele entwickelt, an, das Preisgeld von 50.000 Euro für Geflüchtete aus der Ukraine zu spenden.

Träger des DCP sind das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz sowie der Branchenverband game e. V. Alle weiteren Nominierungen und Preise finden Sie über ct.de/yqe3. (lmd@ct.de)

**Videos & alle DCP-Auszeichnungen:  
ct.de/yqe3**



Bild: Koch Media

In „Chorus“, dem als bestes deutsches Spiel ausgezeichneten Weltraumabenteuer, steuert man als magiebegabte Pilotin Nara ein Raumschiff.



**dongleserver Pro®**  
**dongleserver ProMAX®**

Made  
in  
Germany

**Die nächste Dongleserver-Generation**  
Netzwerkweit auf USB-Dongles zugreifen

## Ihre Vorteile

- Erweitertes Monitoring inkl. Logging (syslog-ng) und Benachrichtigungsfunktion
- USB-Dongle Zugriff mit Passwörtern schützen (frei definierbare Gültigkeitsdauer)
- Zukunftssichere USB 3.0 SuperSpeed Ports
- Ideal für serverbasierte und virtualisierte Umgebungen
- Für alle gängigen Betriebssysteme
- Service<sup>plus</sup> – Garantieverlängerung und Vorab-Austausch
- Kostenlose Updates und weltweiter Support

vollständig  
IPv6-  
kompatibel



SEH Computertechnik GmbH | Hotline: +49(0)521-94226-29 | E-Mail: info@seh.de | [www.seh.de](http://www.seh.de)

# Bit-Rauschen

## Kuriose Mining-Hardware und Turing Award für Linpack-Entwickler

**Die Prozessorhersteller verkaufen Testchips und teildefekte Spielekonsolenchips fürs Schürfen von Kryptowährungen. Moore Threads betritt als neuer GPU-Hersteller den Grafikkartenmarkt. Jack Dongarra, einer der Hauptverantwortlichen der Top500-Liste, erhält die höchste Auszeichnung in der Informatik.**

Von Christian Hirsch

Nach einigen Verzögerungen hat Intel endlich die ersten Gaming-tauglichen Grafikchips der Serie Arc vorgestellt. Allerdings gibt es zunächst nur vergleichsweise schwache Modelle für Notebooks (siehe S. 54). Mit dem Starttermin 30. März hat Intel gerade so die selbstgewählte Frist für das erste Quartal 2022 eingehalten. Bis Redaktionsschluss waren in Deutschland aber noch keine Notebooks damit lieferbar. Auch auf die leistungsstärkeren Varianten der Serien Arc 5 und 7 sowie auf Grafikkarten für Desktop-PCs heißt es weiter warten. Laut Intel soll es irgendwann im Sommer so weit sein.

Gamer in Russland und Weißrussland werden die Intel-GPUs auf unbestimmte Zeit gar nicht zu Gesicht bekommen, denn der Chiphersteller hat sich dem Vorgehen der meisten westlichen Firmen angeschlossen und wegen des Angriffskriegs gegen die Ukraine sämtliche Geschäftstätigkeiten in Russland und Weißrussland eingestellt. Dazu gehört auch ein Lieferstopp für alle Produkte. Intel arbeitet daran, die Folgen für die 1200 russischen Angestellten abzumildern. Der Lieferstopp betrifft vermutlich auch die fürs dritte Quartal angekündigte zweite Generation der Bitcoin-ASICs Blockscale.



Intel verspricht für die Bitcoin-ICs eine deutlich bessere Effizienz von 25,6 Joule pro Terahash als bei den Prototypen-Vorgängern Bonanza Mine (55 J/Th). Im Unterschied zu diesen läuft Blockscale statt im eigenen 7-Nanometer-Prozess „Intel 4“ bei TSMC in 5-Nanometer-Technik (TSMC 5N) vom Band. Weil die fürs Mining von Kryptowährungen verwendeten Hashing-Schaltkreise sehr einfach aufgebaut sind, eignen sie sich auch gut dafür, neue Fertigungsverfahren zu testen und zu optimieren. So kann Intel Erfahrungen mit den Herstellungsprozessen anderer Auftragsfertiger sammeln und zugleich einen Teil der Kosten wieder reinholen, ohne Verzögerungen oder mangelhafte Ausbeute bei den für Umsatz und Gewinn wichtigen Produkten wie Prozessoren und Grafikchips zu riskieren.

Mitbewerber AMD und der taiwanische Komponentenhersteller Asrock haben einen anderen Dreh gefunden, aus dem Mining-Boom Profit zu schlagen: Für 13.500 Euro bietet Asrock einen 4HE-Rackeinschub an, in dem zwölf Rechen-

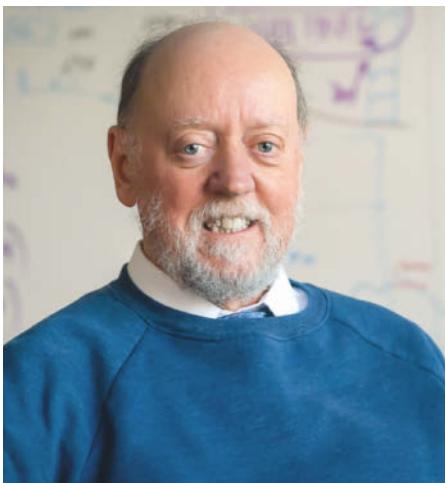


Bild: University of Tennessee

**Jack Dongarra kann sich über den Turing Award 2021 freuen, den er für seine Verdienste bei der Entwicklung von Algorithmen für Hochleistungscomputer bekommen hat.**

beschleuniger vom Typ AMD BC-250 mit je 16 GByte GDDR6-RAM stecken. Dahinter verbergen sich mit hoher Wahrscheinlichkeit teildefekte Kombiprozessoren, die sonst in die Spielekonsole Playstation 5 eingelötet werden. Der gesamte Einschub soll 610 Megahashes pro Sekunde bei der Kryptowährung Ethereum erreichen.

### Lahme Moore Threads

Dass Embargos auch Entwicklungen fördern können, zeigt ein chinesisches Chip-Start-up mit dem doppeldeutigen Namen Moore Threads. Innerhalb von nur anderthalb Jahren nach Gründung will es bereits die Gaming-Grafikkarte MTT S60 mit 2048 Shader-Kernen und 8 GByte LPDDR4X-RAM sowie den Rechenbeschleuniger MTT S2000 mit 4096 Shader-Kernen und 16 GByte Speicher für HPC-Server mit eigenen GPUs zur Produktionsreife gebracht haben.

Weil China wegen diverser Handelsbeschränkungen von Auftragsfertigern wie Intel, Samsung und TSMC abgeschnitten ist, kommt für die Grafikchips nur der chinesische Fertiger SMIC infrage. Das beschränkt die Herstellung allerdings auf einen verbesserten 14-Nanometer-Prozess, während die GPUs der Konkurrenz aktuell bereits mit 6 bis 8 Nanometern vom Band laufen und dadurch wesentlich effizienter rechnen. Die Performance wird auch durch den Mangel an schnellen Speicherarten wie DDR5- oder GDDR6-RAM aus dem Ausland begrenzt. Aus diesem Grund pflanzt das Start-up vergleichsweise langsame LPDDR4X-Speicher auf die Karten.

Apropos Rechenbeschleuniger für HPC-Server: Die 1947 gegründete Association for Computing Machinery (ACM) hat den renommierten Turing-Award 2021 an den Informatikprofessor Jack Dongarra der University of Tennessee verliehen. Dieser hat unter anderem die Algebra-Bibliotheken Linpack und Lapack mitentwickelt, die heutzutage unter anderem bei Supercomputern zum Einsatz kommen. So erklärt sich, dass Jack Dongarra auch an der Erstellung der halbjährlich veröffentlichten Top500-Serverliste der schnellsten Rechen-Cluster eine wichtige Rolle spielt. Die Geschwindigkeit der Server ermittelt dabei der auch schon von c't eingesetzte Linpack-Benchmark, der große lineare Gleichungssysteme mittels Matrizen löst.

(chh@ct.de) **ct**

**Podcast Bit-Rauschen: [ct.de/yzwa](http://ct.de/yzwa)**

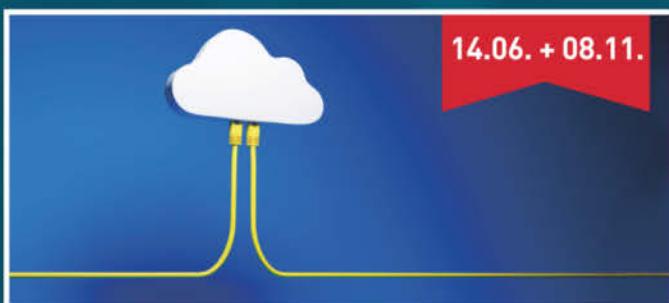


05.05.

## Einführung in GitLab

Dieser Workshop bietet einen Einstieg in den Betrieb einer eigenen Instanz der Entwicklungsplattform. Sie lernen sowohl, wie Sie GitLab initial aufsetzen, als auch wie Sie Ihre GitLab-Instanz konfigurieren und optimal an die eigenen Anforderungen anpassen.

14.06. + 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.



21. – 22.06.

## Post-Quantum Cryptography

In diesem Workshop tauchen wir in das Feld der Post-Quantum Cryptography ein und zeigen sowohl theoretisch als auch praktisch, wie Hersteller bereits jetzt verschlüsselnde Systeme gegen Quantencomputer absichern können.

23.06. + 06.09.  
+ 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.



18.10.

## Dienste mit SELinux absichern

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



## Docker und Container in der Praxis

Der Workshop richtet sich an Entwickler und Administrierende, 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)**

# Alternativer Router für Provider

**Der WLAN-Router Gigaset ONE X8100 soll Internetanbieter unabhängiger von den dominanten Fritzboxen und wackeligen Lieferketten aus Fernost machen.**

Der Bundesverband Breitbandkommunikation (Breko), in dem über 400 IT-Unternehmen organisiert sind, und der für Telefone, Smartphones und Smart-Home-Geräte bekannte deutsche Hersteller Gigaset haben gemeinsam einen WLAN-Router entworfen. Er soll Internetprovider eine Alternative bieten zu den vergleichsweise leicht auf ihre Bedürfnisse anpassbaren, aber teuren Fritzboxen und supportaufwendiger OEM-Ware aus Fernost, die aufgrund der zurzeit wackeligen Lieferketten schlecht erhältlich ist.

Die technischen Daten des Gigaset ONE X8100: WLAN mit vier MIMO-Streams (Wi-Fi 4 für max. 800 Mbit/s brutto auf 2,4 GHz und Wi-Fi 5 für bis zu 1733 Mbit/s bei 5 GHz), vier Gigabit-LAN-Ports, ein WAN-Port für externe Modems, integrierte DECT-Basis für bis zu fünf Schnurlosetelefone, ein analoger Telefonie-Port, je einmal USB 2.0 und USB 3.2 Gen 1.

Das deckt sich weitgehend mit der Ausstattung einer Fritzbox 7590. Deren Basisfunktionen wie automatische providerseitige Provisionierung per TR-069, Dualstack-Internetzugang, Telefonie mit integrierten Anrufbeantwortern und Durchleiten von Live-Fernsehen (Multicast-IPTV) sollen auch abgedeckt sein. Anders als die Fritzbox unterstützt der Gigaset-Router laut Datenblatt (ct.de/yt8c) aber noch keine verbesserte WLAN-Verschlüsselung WPA2+3 (Mixed-Mode aus WPA2 und WPA3). Ob sie noch per Firm-

ware-Update nachgerüstet wird, konnte Gigaset bei Redaktionsschluss noch nicht sagen. Auch die unterstützten Internetzugangswege, also etwa xDSL oder DOCSIS (Koaxialkabel), nennt der Hersteller nicht.

Die Breko-Einkaufsgemeinschaft will den Gigaset ONE X8100 ab Mai ausliefern. An weiteren Modellen mit Wi-Fi 6 und integriertem Glasfaseranschluss arbeitet man schon. (ea@ct.de)

**Datenblatt Gigaset ONE X8100:**  
[ct.de/yt8c](http://ct.de/yt8c)

**Der Gigaset ONE X8100 erfüllt als vom Provider gestellter WLAN-Router grundlegende Bedürfnisse: Internet per DSL und Telefonie mit DECT-Schnurlosgeräten. Damit sollen die Internetanbieter mehr Auswahl bei besserer Versorgungssicherheit bekommen.**



Bild: Breko

## Mesh-WLAN mit 6-GHz-Funk

Nach Netgear (Test des Orbi RBK963 in c't 9/2022, S. 106) bringt TP-Link ebenfalls ein **Mesh-WLAN-System mit Wi-Fi 6E** auf den Markt: Die XE75 getauften Mesh-Nodes haben drei Wi-Fi-6-Funkmodule für das 2,4-, 5- und 6-Gigahertz-Band, die Daten über jeweils zwei MIMO-Streams schicken. Mit der maximalen Kanalbreite von 40 beziehungsweise 160 MHz erreichen sie Linkraten bis zu 600 Mbit/s auf 2,4 GHz beziehungsweise 2400 Mbit/s brutto (5 und 6 GHz).

Laut Hersteller treibt ein mit 1,7 GHz getakteter Broadcom-Quadcore-Prozessor die Nodes an; sie haben drei Gigabit-Ethernet-Ports für die Internetverbindung und für per LAN-Kabel einzubindende Geräte. Für die drahtlose Verbindung untereinander (Mesh-Backbone) wählen die Nodes dynamisch das jeweils bessere der beiden hohen Bänder. Das Deco X75 soll ab Mai

200 Euro pro Stück zu haben sein. Ein Menigenrabatt ist nicht vorgesehen; Sets kosten jeweils das Vielfache. (ea@ct.de)



Bild: TP-Link

**TP-Links Mesh-WLAN-Knoten Deco XE 75 funken gemäß Wi-Fi 6 in drei WLAN-Bändern gleichzeitig. So sollen sie auch große Wohnungen lückenlos mit schnellem Internet versorgen.**

## Kurz & knapp

Der Internetknotenbetreiber DE-CIX wird im vierten Quartal einen Standort in Leipzig eröffnen. Die Technik findet in den Rechenzentren der Internetprovider envia Tel und Pýur Platz; die Kapazität wird zunächst 1,6 Terabit pro Sekunde betragen.

EZVIZ' neue C6, eine 2K-IP-Kamera für Innenräume im Kugeldesign, soll Fehlalarme mittels künstlicher Intelligenz vermeiden. Sie richtet sich speziell an Haustierbesitzer und unterscheidet zwischen Tieren, die da sein sollten, und Menschen, die eigentlich gerade nicht da sein sollten. Die motorgetriebene mechanische Abdeckung der Kamera sorgt auf Kommando für Privatsphäre. Die C6 kostet 110 Euro.

## Grafikkarten virtualisieren mit GPU-Connect

Ein rasend schnell angebundener GPU-Pool statt gelangweilter Rechenbeschleuniger in jedem Knoten: Mit dieser Idee will das Start-up Fungible Rechenzentren effizienter machen.

Das Start-up Fungible (zu Deutsch ersetz- oder austauschbar), gegründet 2015 von den ehemaligen Apple- respektive Juniper-Networks-Führungskräften Pradeep Sindhu und Bertrand Serlet, will Server durch eine virtualisierte Anbindung von GPU-Clustern über spezialisierte, smarte Netzwerkkarten und eine proprietäre Softwareschicht disaggregieren und damit effizienter machen. Dazu nutzt das Unternehmen FC200 genannte Karten mit Fungible-Data-Processing-Units (DPUs), per 8×100-Gbit/s-Ethernet angebundene FX-108-Racks für die GPUs und die Fungible Composer Software.

Um GPU-Rechenbeschleuniger effizient zu nutzen, müssen die GPUs dank dieser Anwendung von In-Network-Computing dann nicht mehr physisch in jedem Server-Rack, also nahe der CPU, vorhanden sein. Jeder Server könnte bei Bedarf auf zentrale GPU-Cluster zugreifen. Die FC200 würden sich um das Management und die Verschlüsselung des Netzwerkverkehrs kümmern, die Fungible Software soll die effiziente Auslastung der GPUs sicherstellen. Damit sollen teure, aber häufig brachliegende Beschleuniger in einzelnen Servern eingespart werden können und das Rechenzentrum insgesamt günstiger und effizienter arbeiten.

(csp@ct.de)



Bild: Fungible  
Fungible  
FC200: virtuelle  
GPUs für viele  
Server

## Kurz & knapp: Server & Storage

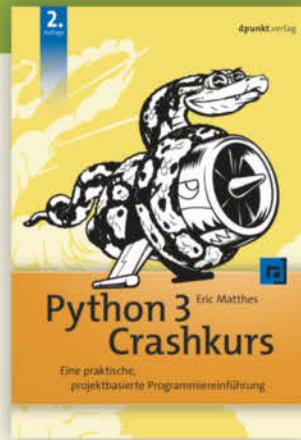
Drei Monate nach dem Verkauf von Intels Speichersparte an SK Hynix kommt die erste Ankündigung einer neuen SSD: Die **Server-SSD** unter dem Namen Solidigm DC55304 enthält NAND-Flash von SK Hynix und einen SSD-Controller von Solidigm. Die SSDs sind mit Kapazitäten von bis zu 4 TByte erhältlich.

Micron aktualisiert seine **PCIe-4.0-SSDs mit 176-Layer-NAND-Flash**. Die 7450 genannte Reihe ist wie üblich in Max- und Pro-Version mit unterschiedlicher Belastbarkeit aufgeteilt und im 2,5-Zoll-Gehäuse mit U.3-Anschluss sowie als E1.S- oder M.2-Streifen erhältlich.

## Ihr Einstieg in Python

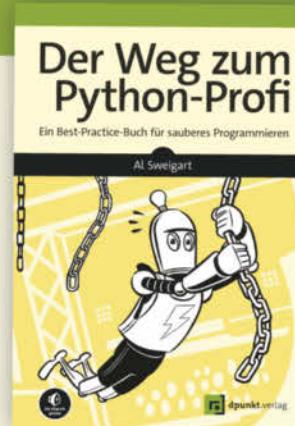


352 Seiten · 22,90 €  
ISBN 978-3-86490-875-0

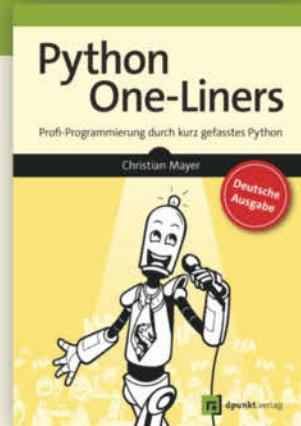


2. Auflage · 620 Seiten · 32,90 €  
ISBN 978-3-86490-735-7

## Profi-Wissen



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



248 Seiten · 29,90 €  
ISBN 978-3-86490-805-7

## Zum Üben



526 Seiten · 34,90 €  
ISBN 978-3-86490-809-5



# Intels erste Gaming-Grafikchips für Notebooks

**Mit starken Videoeinheiten, aber mäßiger 3D-Leistung starten die Arc-3-GPUs für Mobilrechner. Desktop-Grafikkarten mit Intel-Chips sind jedoch noch Monate entfernt.**

Intel hat die ersten Grafikchips aus der Baureihe Alchemist vorgestellt, die unter den Produktbezeichnungen Arc 3, 5 und 7 in den Handel kommen. Wer jetzt allerdings auf eine schnell verfügbare Alternative zu den immer noch teuer gehandelten AMD-Radeon- und Nvidia-GeForce-Karten gehofft hat, wird enttäuscht. Denn zunächst liefert Intel ausschließlich Notebookherstel-

ler mit den vergleichsweise schwachen Mobilvarianten Arc A350M und Arc 370M.

Die PCI-Express-4.0-GPUs bestehen aus sechs beziehungsweise acht Xe-Cores mit insgesamt 768 beziehungsweise 1024 Shader-Einheiten. Für Raytracing-Effekte enthalten die Grafikchips sechs und acht spezialisierte Recheneinheiten. Als Grafikspeicher dienen jeweils 4 GByte GDDR6-Speicher, die über 64 Datenleitungen angebunden sind. In der Praxis liegt die 3D-Leistung bei Spielen deshalb laut Intel im Schnitt nur rund 50 Prozent oberhalb der schnellsten integrierten Iris-Xe-GPU der Core i-12000-Mobilprozessoren.

Bei den Videofähigkeiten schneidet Intel hingegen besser ab als die Konkurrenz. Die Arc-GPUs entlasten die CPU-Kerne nicht nur bei der Wiedergabe gängiger, moderner Videoformate wie H.265/HEVC, VP9 und AV1, sondern auch bei deren Enco-

ding. Über das neue API oneVPL sollen sich die Videoeinheiten von Grafikchip und im Prozessor integrierter GPU zusammenschalten lassen.

Das erste Notebook mit Arc-3-Grafikchip Galaxy Book2 Pro stammt von Samsung. Später folgen dann Modelle unter anderem von Acer, Asus, Dell, HP und Lenovo. Zudem erwähnt Intel die eigene Mini-PC-Serie Next Unit of Computing (NUC).

Im Frühsommer sollen dann die stärkeren Mobilgrafikchips Arc 550M, Arc 730M und Arc 770M kommen. Das Topmodell A770M tritt mit 4096 Shader-Einheiten und 16 GByte GDDR6-RAM an. Dieser Chip dürfte von der Leistung ungefähr auf dem Niveau der mobilen GeForce RTX 3070 liegen. Für Intels Desktop-Gaming-Grafikkarten muss man sich noch länger gedulden. Diese hat der Chiphersteller nur unbestimmt für den Sommer versprochen, ohne Bezeichnungen oder technische Eigenschaften zu verraten.

(chh@ct.de)

## Mobilgrafikkarten Intel Arc

GPU	Xe-Kerne / Raytracing / Shader	Takt	Speicher / -anbindung	Power-Budget
Arc A770M	32 / 32 / 4096	1650 MHz	16 GByte GDDR6 / 256 Bit	120 - 150 W
Arc A730M	24 / 24 / 3072	1100 MHz	12 GByte GDDR6 / 192 Bit	80 - 120 W
Arc A550M	16 / 16 / 2048	900 MHz	8 GByte GDDR6 / 128 Bit	60 - 80 W
Arc A370M	8 / 8 / 1024	1550 MHz	4 GByte GDDR6 / 64 Bit	35 - 50 W
Arc A350M	6 / 6 / 768	1150 MHz	4 GByte GDDR6 / 64 Bit	25 - 35 W

## High-End-Prozessorkühler für enge Gehäuse

Nicht in jedes PC-Gehäuse passt ein hoher Tower-Kühler mit 12-cm-Lüfter. Speziell für schmale Tower-Gehäuse hat Noctua deshalb den Prozessorkühler NH-D12L entwickelt. Statt der bei anderen Modellen üblichen 15,8 cm ragen die beiden Lamellenpakete nur 14,5 cm hoch auf. Damit das klappt, hat der österreichische Hersteller den Lüfter NF-A12x25r entwickelt, bei dem die Ecken des Rahmens nach innen versetzt sind. Dadurch kann der **Ventilator näher am Prozessor** sitzen, ohne dass er mit anderen Bauteilen auf dem Mainboard wie den Speichermodulen in Konflikt gerät.

Die CPU-Abwärme transportieren fünf Heatpipes zu den Lamellen. Der 12-cm-Lüfter mit PWM-4-Pin-Anschluss sitzt dazwischen. Der NH-D12L passt auf alle gängigen CPU-Plattformen. Dazu zählt nicht nur LGA1700 für die wenige Monate alten Core-i-12000-Prozessoren von Intel, sondern auch die Fassung AM5 für die AMD Ryzen 7000, die für die zweite Jahreshälfte angekündigt sind. Das bedeutet, dass die Position der Befestigungs-

löcher bei der nächsten Generation der Ryzen-CPUs unverändert bleibt. Inklusive sechs Jahren Garantie verlangt Noctua 90 Euro für den NH-D12L. Der Lüfter kostet einzeln 30 Euro.

(chh@ct.de)



Bild: Noctua

**Der Noctua NH-D12L kühlt leistungsstarke CPUs in schmalen Midi-Tower-Gehäusen.**

## Kurz & knapp: Hardware

Nvidia legt bei seinen High-End-Grafikkarten noch eine Schippe drauf: Die **GeForce RTX 3090 Ti** tritt mit 10.752 Shader-Kernen und 24 GByte GDDR6X-RAM an. Zur RTX 3090 hat sie 256 zusätzliche Shader und taktet mit 1860 MHz knapp 10 Prozent schneller. Den Performance-Zuwachs erkauft Nvidia aber durch eine deutlich höhere Leistungsaufnahme: Die Thermal Design Power steigt von 350 auf 450 Watt. Zudem kostet die RTX 3090 Ti 2250 statt 1650 Euro.

G.Skill bietet ein 64-GByte-Kit aus zwei 32-GByte-Speichermodulen an, das mit Geschwindigkeiten von **DDR5-6000** und einer CAS-Latenz von 30 stabil laufen soll. Der G.Skill Trident Z5 eignet sich also für Anwender, die viel Arbeitsspeicher benötigen und zugleich auf hohen Takt Wert legen. Die DDR5-Module sollen innerhalb der kommenden zwei Monate verfügbar sein.

# VanMoof S5 & A5: Smart Bikes mit Ringlichtern

**Für die neue Generation seiner E-Bikes wartet VanMoof mit vielen Detailverbesserungen auf – und einem spannenden User Interface.**

Stärkerer Motor, bessere Kraftentfaltung, komplett überarbeitetes User Interface: VanMoof verspricht viel für die neue Generation seiner Smart Bikes – doch das Design ist unverkennbar geblieben. Die aktuelle Auflage verkauft der niederländische Hersteller in zwei Varianten – eine mit Diamantrahmen, eine mit tieferem Einstieg – und tauft diese S5 und A5. Das größere S5 steht auf 27,5-Zöllern, das A5 rollt auf wendigen 24-Zoll-Rädern. Das S5 soll sich für Menschen ab 1,65 Meter eignen, das A5 auch bei zehn Zentimeter weniger Körpergröße passen. Verschiedene Rahmengrößen für die beiden Modelle bietet VanMoof nicht an. Ab sofort kann man sich in eine Warteliste für das 2498 Euro teure E-Bike eintragen – die Auslieferung hat VanMoof für ab Juli angekündigt.

Nach wie vor setzt der niederländische Hersteller auf einen Vorderradnabenmotor mit einer Nenndauerleistung von 250 Watt. Drückt man einen am rechten Griff platzierten „Powerknopf“, stürmt das Bike mit einer Kraft von 68 Newtonmetern nach vorne. Das ist noch einmal mehr als beim ohnehin schon starken Vorgänger (59 Nm). Ein neu integrierter Drehmomentsensor soll für eine flüssigere Kraftentfaltung sor-

gen, ein solcher findet sich zum Beispiel auch im Cowboy 3. Beim ersten kurzen Ausprobieren war der Kraftzuwachs im Turbomodus spürbar – wie viel der Drehmomentsensor bringt, muss ein Test zeigen, auf den wir schon gespannt sind.

Das User Interface hat VanMoof runderneuert: Das ins Oberrohr integrierte Matrix-Display ist verschwunden und wurde durch zwei LED-Ringlichter mit jeweils zehn LEDs am Lenker ersetzt. Die dimmbaren LEDs zeigen anhand verschiedener Farben und Balkenlängen den Batteriestand, die Geschwindigkeit und die Verbindung zur App an. Auch die App selbst hat VanMoof überarbeitet und sammelt dort mehr Statistiken zur aktuellen Fahrt und zu bisherigen Touren auf dem

Rad. Mithilfe eines USB-C-Anschlusses im Lenker kann man das Smartphone während der Fahrt laden.

Die Kapazität des ins Unterrohr integrierten Akkus ist auf 487 Wh (A5: 463 Wh) geschrumpft, bei S3 und X3 betrug sie jeweils 504 Wh. Die Reichweite gibt VanMoof mit 60 bis 150 (S5) und 55 bis 140 Kilometer an – je nach Fahrweise, Zuladung, Temperatur und Gelände. Ein optionaler, 463 Wh fassender externer Akkupack verdoppelt die Reichweite. Die Fahrräder werden mit Schutzbrettern aus Metall ausgeliefert. Front- und Hinterrad gepäckträger lassen sich nachrüsten. Letzteren gibt es auch in einer Schwerlastausführung, die bis zu 27 kg transportieren kann.

(rbr@ct.de)



Bild: VanMoof

**Bis auf Rahmengröße und unterschiedliche Reifengrößen (27,5 Zoll vs. 24 Zoll) sind VanMoof S5 und A5 nahezu identisch ausgestattet.**

**CAK** Cyber Akademie  
Zentrum für digitale Souveränität

**IT-Sicherheit**  
**Datenschutz**  
**Business Continuity**  
**Digitalisierung**

**Unsere Webinar-Specials im Mai 2022**

**Krisenmanagement in Cyber-Lagen – Schwerpunktthema „Ransomware“**

- Was sind Cyber-Lagen?
- Werkzeuge für das Krisenmanagement in Cyber-Lagen
- Planspiel Ransomware – Einführung, Planbesprechung und Auswertung

**30.05.2022 | 08:30 – 17:30 | Online**

**Incident Response – wie reagiert man korrekt auf Sicherheitsvorfälle**

- Hintergrund und Ziele eines Incident Response-Konzepts
- Angriffsvektoren und Angreiferklassen
- Sicherstellen der Verfügbarkeit von Daten und Diensten

**24.–25.05.2022 | 9:30 – 14:30 | Online**

**Next Gen Cyber-Security KI Technologien für IT-Sicherheit bewerten und integrieren**

- Einführung KI
- Übersicht Next Gen Cyber Security Produkte
- Einbindung der Produkte in den Sicherheitsprozess

**12.05.2022 | 10:00 – 18:00 | Berlin**

**Allianz für Cyber-Sicherheit Partner**

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

**55**

# Wie c't Skandale und Sicherheitslücken entdeckt und damit umgeht

Wenn an einem Artikelanfang „c't deckt auf“ steht, dann steckt meist eine Investigativrecherche dahinter. Wir stoßen auf solche Themen unter anderem durch Whistleblower.

Hinweise unserer Leser auf Unregelmäßigkeiten oder Sicherheitslücken sind immer willkommen. Falls Sie uns etwas Heikles mitzuteilen haben, sollten Sie das aber im eigenen Interesse besser nicht per E-Mail tun. Vor allem wenn es um Whistleblowing geht, beispielsweise um illegale Aktivitäten eines Unternehmens, sind Ihre Nachrichten in unserem Briefkasten heise investigativ (heise.de/investigativ) besser aufgehoben.

Für Tipps und Hinweise reicht dort das Kontaktformular über eine sichere Verbindung aus. Fürbrisantes Material nutzen Sie bitte über heise investigativ den sicheren Briefkasten im Darknet. Er baut auf Secure Drop auf. Danach beginnt die Arbeit des c't-Investigativ-Teams: Unter Wahrung der Anonymität des Tipfgebers suchen wir weitere Informationen, um zu prüfen, ob die Vorwürfe stimmen. Bis dann

The screenshot shows a white header with the 'heise investigativ' logo. Below it are two main sections. The left section is titled 'Sie wollen uns anonym einen Hinweis geben?' and 'Kontaktieren Sie uns über unser sicheres Kontaktformular.' It features a small icon of a person and a server. The right section is titled 'Sie wollen unsbrisantes Material zukommen lassen und sich dabei bestmöglich schützen?' and 'Dafür haben wir einen speziell gesicherten Server eingerichtet.' It features an icon of an open book with an upward arrow and a lock. At the bottom of each section is a green button labeled 'zum anonymen Kontaktformular' or 'zum sicheren Briefkasten' respectively.

Über unsere Plattform heise investigativ können Sie über eine sichere Verbindung Tipps geben (links) oder anonym über einen Hidden Service (rechts).

ein Artikel unter „c't deckt auf“ erscheint, können durchaus Monate vergehen.

Beispiele für „c't deckt auf“ sind Datenlecks in der HPI Schul-Cloud (c't 6/2021, S. 12), Sicherheitslücken im Pandemie-Management-System SORMAS (c't 12/2021, S. 24) oder mangelhafte Si-

cherheitsprüfungen der elektronischen Patientenakte (c't 2/2022, S. 26). Geht es um Sicherheitslücken, dann informieren wir die betroffenen Unternehmen vorab im Rahmen von Responsible Disclosure, denn wir wollen nicht über Lücken berichten, die noch offen sind. (jr@ct.de)

## Die Sache mit dem Adressaufkleber

Immer wieder schreiben uns Abonnenten, dass sie sich über die Adressaufkleber auf der Titelseite ärgern. Einige bemängeln fehlende oder abfallende Aufkleber, andere klagen darüber, dass die Aufkleber

nicht abgehen, ohne das Titelblatt zu beschädigen.

Um herauszufinden, wie die Meinungen darüber verteilt sind, haben wir eine **Umfrage für den c't-Leserbeirat** erstellt.

Antwort: 55 Prozent lassen den Aufkleber drauf (je fester, desto besser), 45 Prozent machen ihn ab (er soll sich leicht lösen). Zwei Drittel derjenigen, die das Etikett entfernen, geben an, dass das Titelblatt einfach schöner aussieht und sie alle Zeilen lesen wollen, knapp ein Drittel löst das Etikett ab, weil auf Reisen nicht jeder die Adresse sehen soll.

Unser Fazit: Da keine klare Mehrheit pro oder contra Ablösen zu erkennen ist, muss das Etikett gut ablösbar sein, aber bitte schön so lange halten, bis das Exemplar den Leser erreicht hat. Damit hat die Druckerei den Schwarzen Peter, die den Kleber und die Menge entsprechend wählen muss.

Noch ein Tipp vom Leserbeirat: Zieht man den Adressaufkleber von einer eiskalten c't ab, so reißt das Papier schon mal ein. Wartet man hingegen, bis das Heft Raumtemperatur hat, lässt sich der Aufkleber in der Regel leicht und ohne Beschädigung der Titelseite entfernen. (jr@ct.de)

## Ärger mit dem Adressaufkleber

Wir haben die Mitglieder des Leserbeirats gefragt, was sie mit dem Adressaufkleber machen.

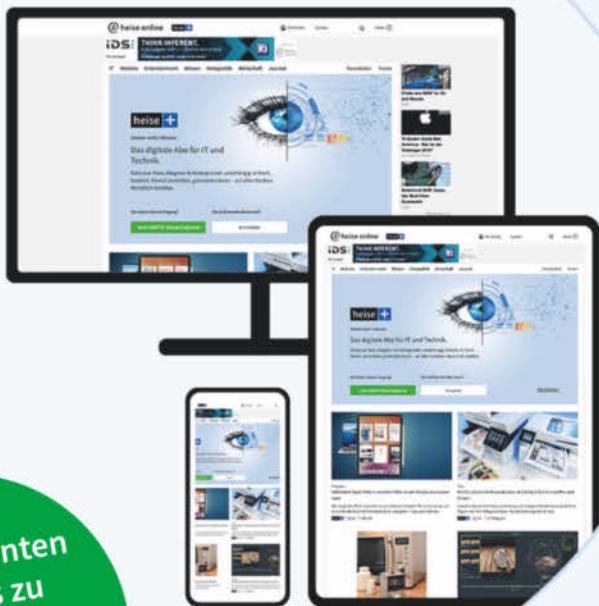
Entfernst Du bei Deiner Ausgabe in der Regel den Adressaufkleber?

[in Prozent]	ja	nein	Bei mir klebt kein Adressaufkleber (Umschlag etc.)
40,0	48,5	11,5	

Was ist der Hauptgrund, weswegen Du den Adressaufkleber entfernst?

[in Prozent]	Sieht einfach schöner aus / Ich möchte das komplette Cover sehen	Ich lese c't unterwegs und da muss nicht jeder meine Adresse sehen	Weil er sich eh meist schon halb ablässt
63,0	32,6	4,4	

c't-Abo-  
nenten  
lesen bis zu  
**75%**  
günstiger



## Das digitale Abo für IT und Technik.

**Exklusives Angebot für c't-Abo-  
nenten:**  
Sonderrabatt für Magazinabonnenten

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

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

[heise.de/plus-testen](http://heise.de/plus-testen)

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

# „Unter Linux leidet die Produktivität“

## Der IT-Leiter der Stadt Schwäbisch Hall über Open Source in der Verwaltung

**Schwäbisch Hall ist die einzige deutsche Stadt, in der die Behörden überwiegend quell-offene Software nutzen. IT-Chef Mathias Waack berichtet im c't-Interview allerdings von Problemen mit den Anwendungen und verlangt mehr Unterstützung von der Politik. Einen Wechsel zu Microsoft schließt er nicht völlig aus.**

Von Keywan Tonekaboni und Christian Wölbert

**c't: Herr Waack, nach dem Aus von Limux in München ist Schwäbisch Hall die einzige deutsche Stadt, die statt Microsoft Windows und Office vorwiegend quelloffene Software wie Linux und LibreOffice einsetzt. Wie kam es dazu?**

**Mathias Waack:** Anfang der 2000er Jahre hat die Stadt auf einen Schlag hohe Steuereinnahmen verloren, weil die Bausparkasse Schwäbisch Hall ihre Zahlungen verlagert hat. Die Verwaltung musste von jetzt auf gleich mit erheblich niedrigeren Einnahmen auskommen und hat deshalb unter anderem entschieden, von Windows zu Linux zu wechseln, um die Lizenzgebühren einzusparen. Das hat funktioniert, und wir sind bis heute dabei geblieben.

**c't: Sie sind erst vor eineinhalb Jahren nach Schwäbisch Hall gewechselt. Wollen auch Sie am Open-Source-Kurs festhalten?**

**Waack:** Ja. Mir ist dabei das Thema Datensouveränität sehr wichtig. Es hat sich ja mittlerweile herumgesprochen, dass Microsoft bei Windows auf Daten zugreifen kann. Und dass wegen des proprietären Codes niemand kontrollieren kann, welche Daten abfließen. Meines Erachtens dürfte man so ein System garnicht im öffentlichen Bereich einsetzen. Ich halte das für sehr problematisch. Und es gibt Datenschutzbeauftragte, die meine Auffassung teilen.

**c't: Welche Open-Source-Software setzen Sie ein?**

**Waack:** Unser Basissystem ist Ubuntu, als Office-Paket nutzen wir LibreOffice, für E-Mail Open-Xchange und für Videokonferenzen Jitsi. Die speziellen Anwendungen der Verwaltung, die Fachanwendungen, laufen entweder im Browser oder unter Windows. Um auf die Windows-Anwendungen zuzugreifen, verwenden wir zum Beispiel RDP oder Citrix.

**c't: Wie zufrieden sind die Mitarbeiter der Stadtverwaltung nach Ihrem Eindruck mit der Open-Source-Software?**

**Waack:** Die Anwender machen ihre Zufriedenheit nach meiner Erfahrung gar nicht so sehr an der Software fest, sondern eher am Service der IT. Sie wollen das Gefühl haben, dass da jemand ist, der sie unterstützt und sich wirklich Mühe gibt.

**c't: Und wie sieht es bei der Produktivität aus?**

**Waack:** Das ist schwer zu messen und man kann das nicht verallgemeinern. Wenn man zum Beispiel nur im Browser arbeitet, ist es egal, was für ein System darunter läuft. Aber wenn ich einen Durchschnitt für die gesamte Verwaltung bilde, stelle ich fest: Unter Linux leidet die Produktivität an einigen Stellen gegenüber Windows. Wir unterstützen hier die Anwenderinnen und Anwender so gut wir können, damit diese effizient arbeiten können, doch an manchen Stellen setzt die Software einfach Grenzen.

Die einzelnen Tools können zwar fast mit der Windows-Welt mithalten, doch Linux hat Schwächen beim Zusammenspiel der Tools. Das ist ein Grundproblem in der Open-Source-Welt: Jeder werkelt vor sich hin und hat nicht die Zeit, nach links und rechts zu schauen. Der übergreifende Gedanke fehlt. Microsoft hingegen kann als Monopolist bequem die Standards vorgeben.

**c't: Können Sie Beispiele für das schlechte Zusammenspiel zwischen Anwendungen nennen?**

**Waack:** Anwender nutzen gern Dinge wie Drag & Drop, viele Open-Source-Applikationen unterstützen das aber nicht programmübergreifend. Zum Beispiel klappt es meistens nicht, eine Datei aus dem Dateimanager in den Browser zu ziehen. Da Open-Xchange im Browser läuft, kann man Dateien nicht einfach per Drag & Drop an eine Mail anhängen. Das nervt die Anwender, gerade bei Inkonsistenzen.

**»Open Source hängt zum Beispiel bei der Verarbeitung von PDFs klar hinterher.«**

**c't: Ihre Aussage, dass Anwender in der Verwaltung mit Open-Source-Software weniger produktiv sind als unter Windows, ist eine steile These. Woran machen Sie das noch fest?**

**Waack:** Open Source hängt zum Beispiel bei der Verarbeitung von PDFs klar hinterher, da gibt es im Moment keine vernünftigen Tools. Wir erhalten viele PDF-Formulare, die unter Linux nicht richtig lesbar und bearbeitbar sind, besonders bei dynamischen Formularfeldern. Wir stellen unseren Anwendern deshalb schon den Acrobat Reader per RDP zur Verfügung.



Bild: Stadt Schwäbisch Hall

**Der Diplom-Informatiker Mathias Waack leitet seit November 2020 den Fachbereich „Organisation und IT“ der Stadtverwaltung von Schwäbisch Hall. Er und sein Team betreuen dort rund 500 PC-Arbeitsplätze. Zuvor arbeitete Waack als IT-Manager und Softwareentwickler in der Wirtschaft.**

Da muss die Open-Source-Community echt mal Gas geben. Was auch immer Zeit und Nerven kostet, ist die Kommunikation mit der Windows-Welt. LibreOffice ist zwar stolz darauf, wie gut sie MS-Office-Dokumente importieren können, aber in der Praxis haben wir damit viele Probleme.

Wir haben auch zunehmend Probleme mit Firefox, zum Beispiel werden dynamische Inhalte nicht richtig aktualisiert. Wir gehen deshalb in Richtung Chromium, aber auch der ist nicht hundertprozentig zuverlässig, zum Beispiel macht Jitsi darin immer mehr Probleme. Anfangs haben wir den Anwendern dringend ans Herz gelegt, Jitsi nur in Chromium zu nutzen, weil Firefox Probleme mit WebRTC hatte. Im Moment sagen wir, halt zurück, Jitsi funktioniert im Firefox jetzt besser als im Chromium. So etwas ist immer sehr unglücklich.

**c't: Melden Sie Bugs den Entwicklern? Und welches Feedback erhalten Sie?**

**Waack:** Wir schauen nach Bug Reports und machen auch selbst welche auf. Aber das ist ein zunehmend frustrierender Job. Man läuft häufig ins Leere. Nach meinem Eindruck haben viele Open-Source-Entwickler eher die Sicht von Privatanwendern, ihnen fehlt das Verständnis für Business-

Prozesse. Zum Beispiel haben wir mal den Cinnamon-Desktop ausprobiert. Da gibt es schon seit ewigen Zeiten das Problem, dass der Desktop nach dem Aufwachen aus dem Standby manchmal direkt offen ist, ohne Bildschirmsperre. In der Microsoft-Welt wäre das eine riesige Sicherheitslücke. Bei Cinnamon rangiert dieser Bug unter „ferner liegen“.

**c't: Cinnamon ist ein Projekt einer kleinen Gruppe von Hobbyentwicklern. Müssten Sie nicht eher Enterprise-Open-Source-Software samt professionellem Support einkaufen?**

**Waack:** Natürlich haben wir in vielen Bereichen Supportverträge, wie sich das gehört. Da werden wir auch entsprechend unterstützt. Aber wenn ein Bug dahintersteckt, machen die Dienstleister auch nicht mehr als einen Bug Report bei der Community. Die haben auch nicht die Ressourcen, da tiefer einzusteigen.

Und man muss im Hinterkopf behalten: Die Dienstleistungen rund um Open Source liegen im Allgemeinen im gleichen Preisbereich wie die entsprechenden Windows-

## »Wenn unsere Nachbarn uns bei Innovation und Produktivität gnadenlos überholen, dann müssten auch wir zu Microsoft wechseln.«

Angebote. Wenn man das Gleiche zahlt für deutlich geringere Produktivität, dann hinterfragt man als professionelle Organisation natürlich den Sinn des Ganzen.

**c't: Wenn man Ihnen folgt, hat die Verwaltung mit Linux ein Produktivitätsproblem, aber Windows scheidet wegen der mangelnden Datensouveränität aus. Wie kommt man aus diesem Dilemma raus?**

**Waack:** Mein Lösungsvorschlag ist, dass Deutschland sich endlich aufrafft, über die föderalen Grenzen springt und einen bundesweit einheitlichen Behördendesktop auf Open-Source-Basis schafft. Ein Vorteil wäre, dass die Software den Anwendern immer vertraut ist, auch wenn sie zwischen Verwaltungen wechseln. Außerdem würden wir damit einen riesigen Markt schaffen. Wir haben Millionen von Arbeitsplätzen in der Verwaltung. Open Source wäre dann für Softwarehersteller plötzlich interessant, denn dann müssten sie ihre Anwendungen nicht mehr auf zig Distributionen und Paketformate verteilen. Gleichzeitig wäre der Betreuungsaufwand für die IT-Abteilungen der Behörden deutlich geringer. Ein standardisierter Arbeitsplatz wäre auch ein gutes Rezept gegen den riesigen Fachkräftemangel in der Verwaltung.

**c't: Die Bundesregierung und die Bundesländer haben im November genau das angekündigt, einen einheitlichen Open-Source-Desktop für Behörden. Müssten Sie die Politik nicht für den Ansatz loben?**

**Waack:** Das würde ich machen, wenn ich nicht so viele schlechte Erfahrungen mit Ankündigungen aus der Politik in dem Bereich gemacht hätte. Mir ist kein größeres Open-Source-Projekt bekannt, das am Ende wirklich umgesetzt wurde.

**c't: Eine Grundlage dieses Open-Source-Desktops existiert immerhin schon, und zwar die browserbasierte Office- und Kommunikations-Suite Phoenix von Dataport. Wäre das eine Alternative für Sie?**

**Waack:** Das ist durchaus der richtige Ansatz. Ich könnte mir vorstellen, dass wir in zwei, drei Jahren reif für einen Umstieg auf Phoenix wären, wenn sich das etabliert und gut funktioniert. Aber wir müssen uns in vielen kleinen Schritten in diese Richtung bewegen. Die Anwender wollen nicht experimentieren, sondern ihren Job machen.

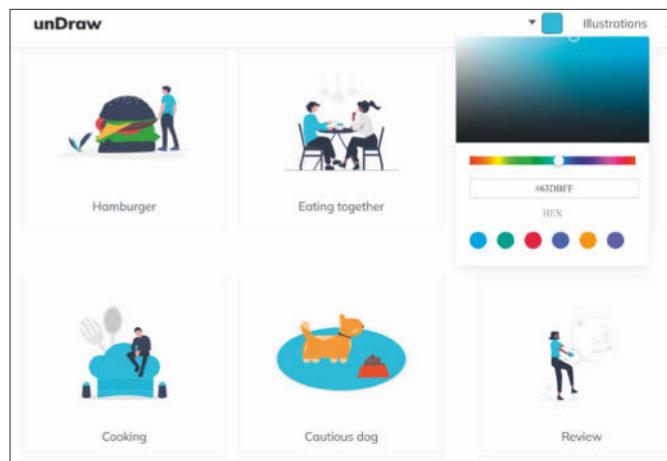
**c't: Können Sie sich ein Szenario vorstellen, in dem Sie doch zu Microsoft wechseln?**

**Waack:** Ja, leider durchaus. Ich bin kein Linux-Fanatiker. Mir ist wichtig, dass unsere Anwender ihre Arbeit erledigen können. Im Moment hakelt es an einigen Stellen, aber das ist in den Nachbarkommunen mit Windows auch so. Wenn ich mitkriege, dass unsere Nachbarn uns bei Innovation und Produktivität gnadenlos überholen, dann müssten auch wir zur Microsoft-Welt wechseln. Das würde ich persönlich schade finden, aber es wäre nicht zu vermeiden. (cwo@ct.de) **ct**

## Gekonnt visualisiert

[undraw.co](https://undraw.co)

Illustrationen helfen dabei, den Fokus auf einen bestimmten Bereich einer Webseite zu lenken, oder einfach, das Präsentierte zu verdeutlichen. Wer bisher noch vergeblich den Designer in sich sucht, greift auf fertige Werke zurück. Auf der Website [undraw.co](https://undraw.co) gibt es unzählige frei verwendbare Cliparts zur Bebilderung. Die Suche am oberen Rand hilft, Passendes zu gewünschten Themen zu finden.

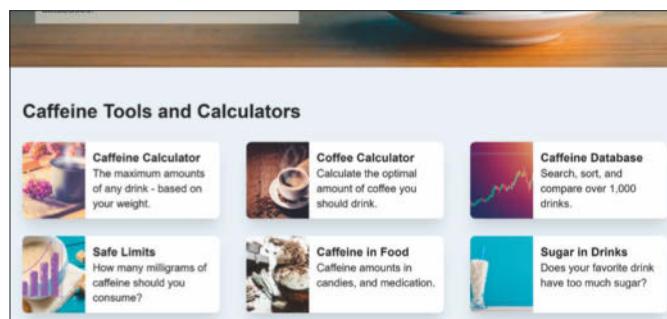


Bereits seit 2017 veröffentlicht Katerina Limpitsouni ihre Open-Source-Zeichnungen. Im Fokus der Illustrationen stehen Personen in unterschiedlichen Situationen. Die Akzentfarbe lässt sich anpassen, beispielsweise an ein Corporate Design oder an eine im Zieldokument bereits prominent vertretene Farbe. Das ist ausdrücklich erlaubt. Wer eine passende Bebilderung gefunden hat, kann diese wahlweise als Vektorgrafik (SVG) oder als Pixeldatei (PNG) herunterladen. (abr@ct.de)

## Kenn dein Limit

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

Wie viel ist eigentlich zu viel? Die Frage stellt sich nicht nur beim Thema Alkohol. Auch übermäßiger Kaffeegenuss kann sich negativ auswirken, sogar zum Tod führen. Dazu wären jedoch ganz schön viele Tassen Kaffee nötig: Ein rund 70 Kilo-



gramm schwerer Mensch müsste um die 64 Tassen (je 236 ml) trinken, und zwar in relativ kurzer Zeit. Denn ähnlich wie beim Alkohol baut der Körper auch Koffein mit der Zeit wieder ab.

Als Berechnungsgrundlage nutzt die Website **caffeinoinformer** die mittlere letale Dosis (LD50). Dieser Wert gibt an, bei welcher Konzentration 50 Prozent der Lebewesen in einer bestimmten Zeit sterben. Falls Sie eher Teeliebhaber sind, müssten Sie übrigens etwa 210 Tassen schwarzen Tee trinken. In allen Fällen dürfte die aufgenommene Flüssigkeitsmenge das größere Problem für den Körper darstellen. Die Website bietet außer dem Koffeinrechner eine Tabelle, die Kalorien und Koffeingehalt unterschiedlichster Getränke auflistet.

(abr@ct.de)

## Welterbe vor der Haustür

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

Natürlich kann man in die Ferne schweifen und dort umwerfende Bauwerke wie die Pyramiden bewundern. Und doch reicht oft ein Blick um die Ecke, um **UNESCO-Welterbestätten** kennenzulernen. Für Deutschland listet die Organisation 51 Standorte (48 Weltkulturerbe- und 3 Weltnaturerbestätten). Die Beschreibungen bieten Einblicke in über 6000 Jahre Geschichte. Die Pfahlbauten am Bodensee entstanden beispielsweise bereits in der Steinzeit. In Wittenberg begibt man sich auf die Spuren Martin Luthers und an der Nordsee wandert man durchs Wattenmeer.



Auf der Website erfährt man interessante Dinge über die einzelnen Stätten und was zu den Anerkennungskriterien zählte. Reisefreudige Menschen finden außerdem acht Tourenvorschläge, mit denen sich verschiedene Anlaufpunkte geschickt verbinden lassen, samt Streckenlänge und der Anzahl von Übernachtungen, die sich empfiehlt. Letztere ist eher als Mindestanzahl zu verstehen, sofern man nicht von Ziel zu Ziel hetzen möchte, nur um dort gewesen zu sein. Der Pressebereich lohnt auch immer wieder einen Blick, um über aktuelle Veranstaltungen in den jeweiligen Orten informiert zu bleiben. Lübeck etwa feiert im Juni das HanseKulturFestival mit Konzerten, Ausstellungen, Theatervorführungen und vielem mehr. (abr@ct.de)

Diese Seite mit klickbaren Links: [ct.de/yu8m](https://ct.de/yu8m)

# Alles aus einer Hand

Homepages, Online-Shops, Suchmaschinenwerbung, SEO, Social Media, TV-Banner, Verzeichniswerbung, Video-Spots oder virtuelle 3D-Rundgänge und vieles mehr.



## Profi-Konzepte für Ihren regionalen Werbeauftritt.

Heise RegioConcept – umfassende Beratung und Full Service. So präsentieren Sie sich optimal bei Ihrem Kunden und Interessenten vor Ort. Rufen Sie uns an: 0511 80 90 89 43.

Erfolgreiches  
Marketing  
vor Ort.



2022 Microsoft Advertising  
Select Partner



Heise RegioConcept

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



**Betrug im Online-Handel ist ein weit verbreitetes Phänomen. Oft sind die Händler die Geschädigten. Mitunter trifft es auch Unbeteiligte.**

**Von Georg Schnurer**

**D**a staunte Ute A. nicht schlecht, als sie am ersten Februar ein Paket von Zalando bekam: Die 72-jährige Dame hatte noch nie etwas im Internet bestellt und mit Zalando konnte sie nichts anfangen. Also bat sie ihren Sohn Martin um Unterstützung.

Am 1. Februar um 17:29 Uhr kontaktierte er die Zalando-Hotline. In einem 17-minütigen Telefonat erklärte er den Sachverhalt. Doch an einer schnellen Klärung schien der Zalando-Supporter kein Interesse zu haben. Man müsse die Reklamation über die bei der Bestellung verwendete E-Mail-Adresse abwickeln. Geduldig erklärte der Sohn, dass seine Mutter nichts bei Zalando bestellt und auch keinen Zugriff auf die E-Mail-Adresse habe. Es müsse sich hier entweder um eine Verwechslung oder einen Betrugsversuch handeln, führte Martin A. aus. Doch egal was er sagte, der Support-Mitarbeiter beharrte auf eine Klärung per E-Mail.

Nachdem er so abgeblitzt war, öffneten Mutter und Sohn das Paket, doch weder die teuren Sneaker noch der Lieferschein verrieten, wer tatsächlich hinter der Bestellung steckte. Also rief Martin A. um 19:24 Uhr erneut bei der Zalando-Hotline an. Dieses Mal erwischte er eine verständigere Mitarbeiterin. Sie schien zu verstehen, dass da jemand die Daten seiner Mutter für einen Betrugsversuch genutzt hatte, und versprach, das Problem an die Datenschutzabteilung weiterzugeben. Das unerwünschte Paket möge man doch bitte unter Verwendung des der Lieferung beiliegenden Rücksendeetiketts zurücksenden.

### **Paketschwemme**

Schon am nächsten Tag stand der DHL-Paketbote erneut vor der Tür von Ute A.: Dieses Mal brachte er einen Karton von „Care of Carl DE“, einem in Schweden beheimateten Herrenausstatter. Wieder übernahm Sohn Martin den Fall und telefonierte mit der Service-Hotline des Unternehmens. Kaum hatte er erwähnt, dass seine Mutter ein unbestelltes Paket erhalten hatte, vermutete die freundliche Mitarbeiterin, dass diese wohl in Berlin woh-

# **Paketschwundel**

**Eine neue Masche beim Warenbetrug bringt arglose Menschen in Schwierigkeiten**

nen würde. Nachdem der Sohn das bestätigte, erklärte die Supporterin, dass es in den letzten Monaten vermehrt zu solchen Betrugsversuchen aus Berlin und Umgebung gekommen wäre. Seine Mutter möge bitte Anzeige bei der Polizei erstatten und den Zahlungsdienstleister Klarna informieren. Die würden dann nach Rücksendung des Pakets die Forderung ausbuchen.

Die Anzeige bei der Berliner Polizei war schnell erledigt und in Kürze wollte Martin A. sowohl das Paket von Zalando als auch das von „Care of Carl DE“ zur Post bringen. Da sich bislang niemand von Zalando bei seiner Mutter gemeldet hatte, legte er dem Zalando-Paket ein Schreiben bei, in dem er das Unternehmen darüber informierte, dass es sich hier wohl um einen Betrugsversuch handele. Seiner Mutter schärfte er noch ein, die beiden Pakete unter keinen Umständen aus der Hand zu geben.

Wie zur Bestätigung klingelte am nächsten Tag ein Mann an der Tür seiner Mutter. Es hätte da eine Verwechslung gegeben, behauptete er frech. Zwei eigentlich für ihn bestimmte Pakete seien versehentlich bei ihr gelandet. Er würde die Pakete jetzt gern mitnehmen. Doch die resolute Dame ließ sich nicht so leicht hinters Licht führen. Der Abholer könnte gern warten, bis sie die Polizei gerufen hätte. Dann könne man gemeinsam mit den Beamten klären, was es mit den angeblich fehlerhaften Lieferungen auf sich habe. Als der vermeintliche Besteller das Wort Polizei hörte, zog er schimpfend ab.

Am 5. Februar fand Martin A. dann Zeit, die beiden Pakete zu DHL zu bringen. Seiner Mutter gratulierte er noch zum erfolgreichen Vertreiben des Betrügers. Noch am selben Tag konnte er der DHL-Tracking-Information entnehmen, dass das Zalando-Paket „ab Paketzentrum“ an den Geschäftskunden zugestellt worden sei. Die Rücklieferung nach Schweden dauerte noch bis zum 10. Februar. Damit sei das Thema dann wohl abgeschlossen.

## Mahn-Wahn

Doch da hatte Familie A. die Rechnung ohne die Zalando Payments GmbH gemacht. Am 9. März landete eine auf den 5. März datierte „Zweite Mahnung“ in Ute A.s Briefkasten. „Wir haben dir am Di., 22.02.2022 eine E-Mail zur Zahlungserinnerung über 7,90 Euro Liefergebühr für

deine Bestellung vom Mo., 31.01.2022 geschickt“, hieß es darin plump vertraulich. Frau A. möge doch bitte bis zum 14. März die Liefergebühr sowie zusätzlich 5,30 Euro Mahngebühr zahlen.

Damit hatte Martin A. nun wieder den Ärger mit Zalando. Anscheinend hatte dort niemand das Schreiben zur Kenntnis genommen. Noch am selben Tag schrieb er per Einschreiben an die Zalando SE und stellte klar, dass seine Mutter Opfer eines Betrugs geworden war und nichts bei Zalando bestellt hatte. Die Ware sei ordnungsgemäß zurückgesendet worden und die Kosten für die Lieferung möge sich Zalando doch bitte vom Betrüger zurückholen.

Eine Reaktion auf dieses Einschreiben blieb Zalando schuldig. Stattdessen erreichte Ute A. am 22. März eine auf den 17. März datierte „letzte Mahnung“. Nun sollte sie insgesamt 17,90 Euro zahlen. Mutter und Sohn platze jetzt der Kragen. Sie baten die c't-Redaktion um Beistand gegen das wild gewordene Mahnsystem von Zalando.

## Ignoranz und Unverständnis

Wir sahen uns den sorgfältig dokumentierten Fall genau an und konnten letztlich nicht verstehen, warum Zalando nicht in der Lage war, den offensichtlichen Betrugsversuch zu erkennen. Statt die Mahnungen zu stoppen, traktierte man die alte Dame mit immer neuen Schreiben. Also batet wir Julia Zweigle, Senior Corporate Communication Manager DACH bei der Zalando SE, um Stellungnahme.

In einer ersten Reaktion teilte uns die Unternehmenssprecherin mit, dass man das Kundenkonto von Ute A. bereits nach der ersten telefonischen Kontaktaufnahme am 1. Februar gesperrt habe. Aus Sicherheitsgründen hätte man aber keine weiteren telefonischen Auskünfte zum Fall geben können. Erst nach Eingang des Einschreibens habe man reagieren können und am 16. März die Liefergebühr storniert. Zudem habe man Frau A. per Brief kontaktiert.

Diese Schilderung passt allerdings nicht so recht zu den Ereignissen, war die „letzte Mahnung“ doch auf den 17. März datiert, also einen Tag nach der angeblichen Stornierung der Forderung. Einen Brief von Zalando hatte Ute A. bis jetzt nicht erhalten – nur die erwähnten Mahnungen. Auf Nachfrage erfuhren wir dann, dass die Expressgebühr tatsächlich am 19. März ausgebucht worden sei. Die zugehörige Mahngebühr

habe man erst am 22. März storniert. Zudem übermittelte uns die Zalando-Sprecherin noch eine Kopie des erwähnten Briefs an die Kundin. In dem auf den 19. März datierten Schreiben informiert Zalando die Kundin über die Sperrung des Kundenkontos und die Einleitung interner Nachforschungen. Zudem empfiehlt Zalando eine Strafanzeige bei der Polizei. Sobald sich die Polizei dann bei Zalando melde, werde man alle verfügbaren Daten an die Polizei weiterleiten. Nach der Anzeige könne Frau A. alle weiteren Mahnungen von Zalando einfach ignorieren.

Bei Ute A. ist dieses Schreiben allerdings bis heute nicht eingegangen. Zudem hätte sie so einen Brief im Februar erwartet und nicht Mitte März. Immerhin: Am 29. März kam dann ein Brief bei Ute A. an. In dem auf den 24. März datierten Schreiben bedankt sich Zalando für die Geduld und lässt die Kundin wissen, dass nun keine weiteren Mahnungen mehr von Zalando zu erwarten seien.

## Aufpassen!

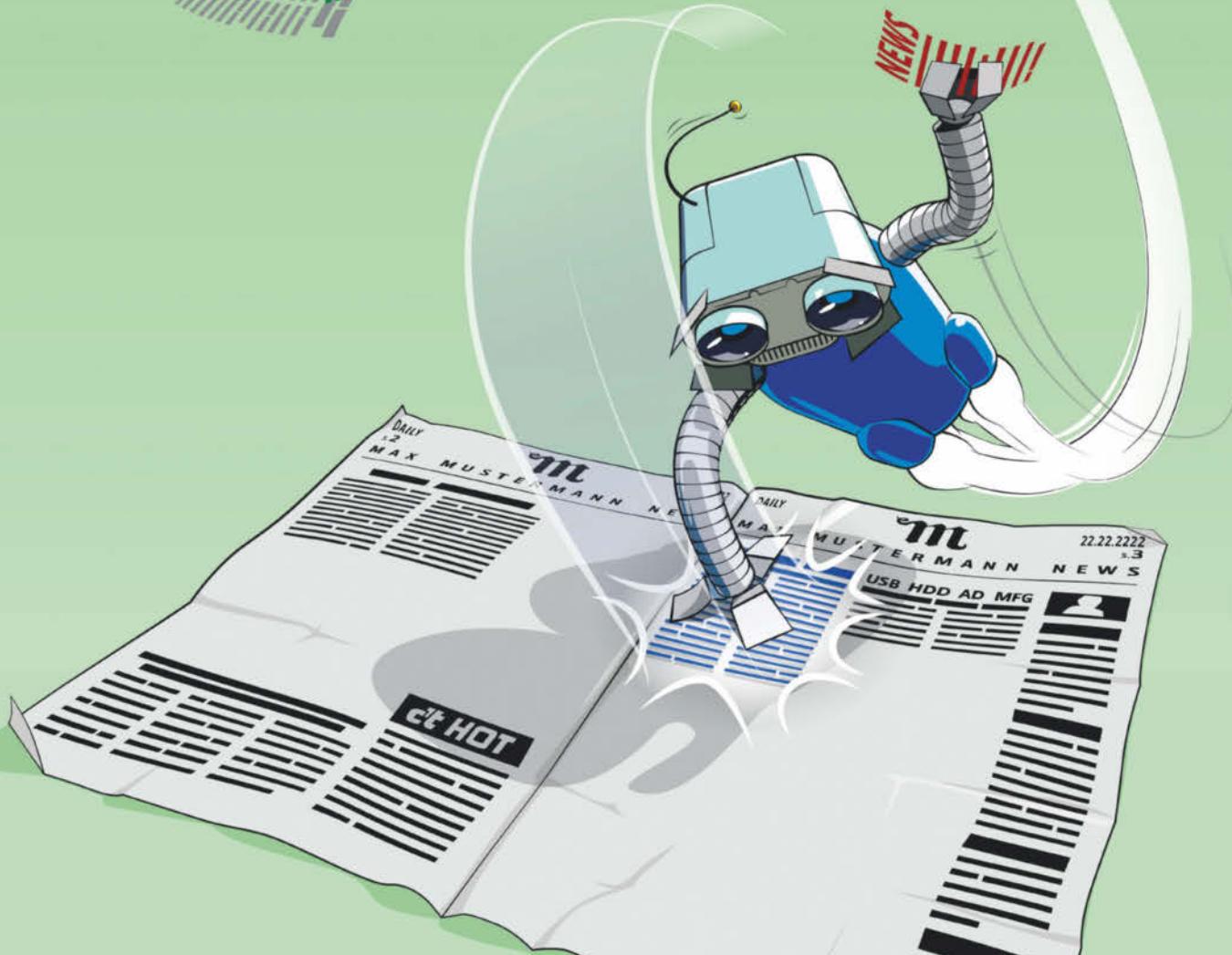
Bei Ute A. hat der dreiste Betrugsversuch dank des beherzten Einschreitens ihres Sohnes nicht funktioniert. Zudem hat die resolute Dame den Abholer der vermeintlichen Fehllieferung erfolgreich abblitzen lassen. Das sollte ein Vorbild sein: Ist ein Paket an mich adressiert, trage ich die Verantwortung für die darin enthaltene Ware – selbst wenn ich diese nicht bestellt habe. Wer so ein Paket leichtfertig an Dritte aushändigt, riskiert Ärger und ist unter Umständen gegenüber dem Versender schadensersatzpflichtig. Zwar ist man als Verbraucher weder verpflichtet, unbestellte Ware zu bezahlen noch diese zurückzusenden, doch wenn die Betrüger den eigenen Namen für die Bestellung missbraucht haben, kommt man schnell in Beweisnot.

Richtig ist hier, Kontakt mit den Versender aufzunehmen und die Ware auf Kosten des Versenders zurückzusenden. Zu einer Rücksendung auf eigene Kosten ist man nicht verpflichtet. Sinnvoll ist es auch, Anzeige bei der Polizei zu erstatten. Danach kann man sich getrost zurücklehnen und weitere Mahnungen des Lieferanten ignorieren. Den Rücksendebeleg und idealerweise auch die Daten der Sendungsverfolgung sollte man allerdings zwei Jahre lang sorgfältig aufheben. So hat man später, wenn das Mahnsystem des Versenders möglicherweise einen Schluckauf bekommt, noch einen Beleg für die Rücksendung in der Hand. (gs@ct.de) ct



# Der eigene Nachrichtenchef

# Gezielter informieren, (Social-)Media-Konsum dosieren, Zeitdiebe einfangen



<b>Die Krux mit den Online-Nachrichten</b> .....	<b>Seite 64</b>
<b>Sechs RSS Reader im Test</b> .....	<b>Seite 70</b>
<b>Social-Media-Timelines und -Bedienoberflächen konfigurieren</b> .....	<b>Seite 76</b>

# Fear of Missing out, Doomscrolling, Filterblasen, Fake News, Hate Speech: Das schier endlose, oft algorithmisch vorgefilterte Nachrichten-Fast-Food im Netz tut vielen Nutzern nicht gut. Mit unseren Tipps für einen gesünderen News-Konsum wählen Sie sich Ihre Quellen gezielt aus und trennen Interessantes von Unwichtigem.

Von Jo Bager

Vielen neuen Begriffe beschreiben Phänomene, die durch den ungesehenen Konsum des ständigen Nachrichtenstroms entstehen – etwa Fomo, kurz für Fear of Missing out, also die Angst, etwas zu verpassen. Dabei schafft es der Mensch gar nicht, die ganzen Informationen zu verdauen, die im Netz auf ihn einströmen. Onlineplattformen und Medienverbreiter versuchen jedoch gezielt, die Schwachstellen der menschlichen Psyche auszunutzen. Dieser Artikel beschreibt die schädlichen Mechanismen und skizziert Maßnahmen für eine wirksame Nachrichtendiät.

## Angst und Echokammern

Habe ich einen interessanten Kommentar bekommen, wurde ein Like verteilt oder eine Nachricht geschrieben, auf die ich

reagieren sollte? Fomo bezeichnet die Sorge, nicht mitzubekommen, was auf Instagram, Snapchat, Facebook & Co. gerade passiert. Es hat mit dem – völlig normalen – Verlangen nach zwischenmenschlicher Interaktion zu tun, denn es ist für das Selbstwertgefühl wichtig, Zeit mit Freunden zu verbringen – auch online.

Viele Plattformen befeuern Fomo allerdings durch ihr Endless Scrolling: Wann immer der Nutzer in der Timeline weiterscrollt, lädt der Dienst neue Posts nach. Er erhält also nie das Gefühl, fertig zu sein. Das soll ihn bei der Stange halten, denn Aufmerksamkeit ist die Währung der werbefinanzierten Dienste: Nur wer auf der Plattform aktiv ist, dem kann man Werbung präsentieren. Das Endless Scrolling setzt den Leser aber permanent unter Druck. Obwohl er viel Zeit verdaddelt, behält er das Gefühl, etwas zu verpassen, wenn er die Plattform verlässt.

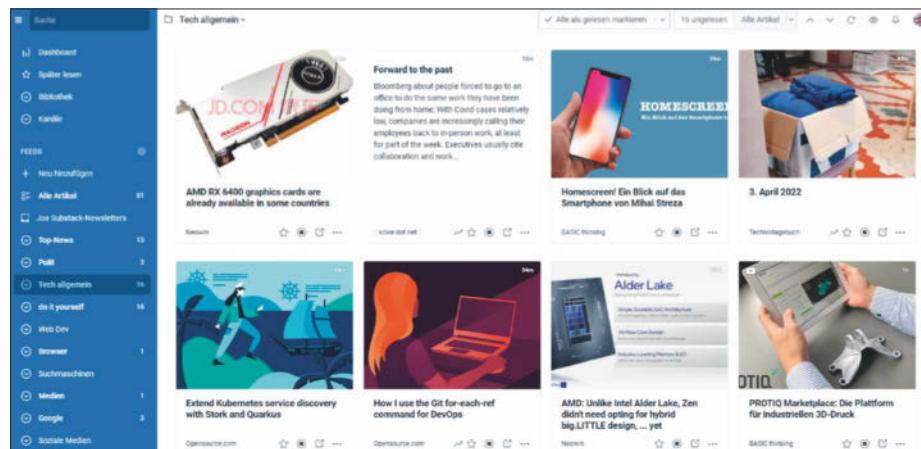
Social-Media-Dienste nutzen weitere psychologische Kniffe, um Nutzer zu bin-

den. Schreibt jemand zum Beispiel einen Beitrag und wird dieser von einem anderen gelikt, so gibt das dem Urheber jedes Mal einen kleinen positiven Kick. Laut Julia Brailovskaja, die an der Ruhr-Universität Bochum Psychologie lehrt, kann das nach und nach zu einem suchtähnlichen Verhalten führen. Dem Spiegel sagte sie: „Diese sozialen Verstärker tragen dazu bei, dass wir diese Apps immer mehr nutzen, weil wir durch sie positive Emotionen empfinden und gleichzeitig negativen Emotionen in der Realität entfliehen können.“

Filterblasen, auch Echokammern genannt, entstehen vor allem durch Aggregationsalgorithmen. Typischerweise haben Social-Media-Nutzer so viele Freunde oder folgen so vielen anderen Teilnehmern, dass es zu viel wäre, ihnen alle Nachrichten chronologisch zu präsentieren. Daher versuchen die Plattformen aus der Masse der Inhalte eine relevante Auswahl zusammenzustellen. Ihre Auswahlalgorithmen verfolgen aber auch den Zweck, den User lange zu binden. Er soll intensiv mit den Inhalten interagieren, also etwa Likes vergeben oder Inhalte weiterverbreiten.

Das führt oft dazu, dass die Algorithmen ihm immer mehr Inhalte präsentieren, die vermutlich seiner Meinung entsprechen – auch Inhalte, die er gar nicht abonniert hat, die aber woanders auf der Plattform populär sind.

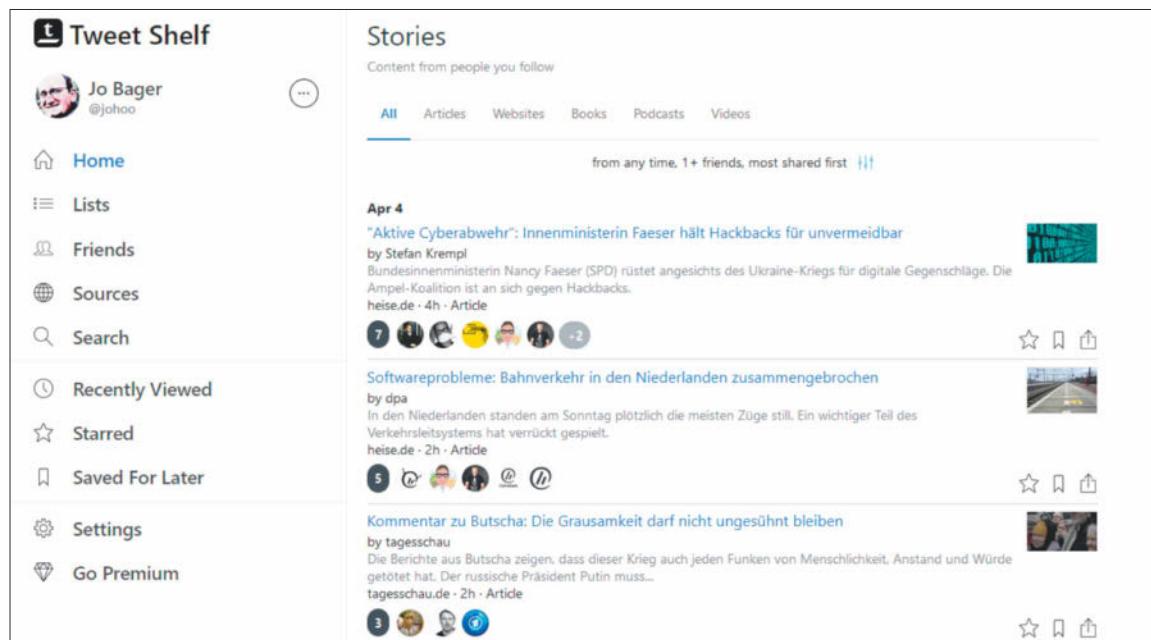
Posts, die seine Meinung vielleicht infrage ziehen – zum Beispiel entsprechende Inhalte von Freunden mit einer anderen Sichtweise – sieht er dagegen immer weniger. Je mehr er sich darauf einlässt und mit solchen Inhalten interagiert, desto



Mit RSS-Readern wie Inoreader können Sie Ihren Nachrichten-Input nach Ihren eigenen Bedürfnissen zusammenstellen.

## ct kompakt

- Die algorithmisch gesteuerten Inhalte von Social-Media- und Nachrichten-Sites haben viele negative Auswirkungen auf die Nutzer.
- Man kann mit den richtigen Tools und ein wenig Know-how allerdings gegensteuern.
- Grundlage ist eine ehrliche Be standsaufnahme, etwa darüber, mit welchen Apps und auf welchen Sites man die meiste Zeit verbringt.



The screenshot shows the Tweet Shelf application interface. On the left is a sidebar with the following links: Home, Lists, Friends, Sources, Search, Recently Viewed, Starred, Saved For Later, Settings, and Go Premium. The main area is titled 'Stories' and shows content from people the user follows. It includes a header for 'Apr 4' with a news item from Stefan Krempel about cyber defense. Below that are other news items: one from dpa about a train strike in the Netherlands, and one from tagesschau about a comment from Butscha. Each news item has a small thumbnail image, a title, a byline, a timestamp, and a 'heise.de' link. At the bottom of each news item are three small circular icons representing different user interactions.

Ein externer Client wie TweetShelf gibt einen ganz neuen Blick auf die Twitter-Timeline.

mehr besteht das Risiko, dass er in Filterblasen gerät.

In der Regel sind die Algorithmen für den Nutzer Black Boxes. Er erfährt nicht, auf Basis welcher Informationen er bestimmte Inhalte zu Gesicht bekommt oder nicht. Oft kann er nur sehr eingeschränkt auf ihre Funktionsweise Einfluss nehmen, wenn überhaupt.

## Mehr vom Schlechten

Doomscrolling ist ein verhältnismäßig neuer Begriff für ein Verhalten, das in Hochzeiten der Pandemie Konjunktur hatte und durch den Ukraine-Krieg wohl bei vielen wieder aufgeflammt ist. Er bezeichnet das ständige Konsumieren schlechter Nachrichten. Doomscrolling wird durch das endlose Scrollen und durch Filterblasen begünstigt.

Dass schlechte Nachrichten uns in so besonderer Weise fesseln, liegt an unserem „Steinzeithirn“, zitiert Faz.net Maren Urner, Neurowissenschaftlerin und Professorin für Medienpsychologie an der Hochschule für Medien, Kommunikation und Wirtschaft in Köln. Sie sagt, das menschliche Gehirn sei darauf optimiert, Negatives besser, schneller und intensiver zu verarbeiten als positive Nachrichten. In der Steinzeit „konnte eine verpasste negative Nachricht potenziell das Letzte sein, was wir wahrnehmen.“

Doomscrolling ist aber nur ein Grund für die schlechte Stimmung, die in manchen sozialen Medien herrscht beziehungsweise die diese bei ihren Nutzern

entfacht. Ein weiterer Grund ist die vollkommen überdrehte Debattenkultur in vielen sozialen Medien.

Der Medienwissenschaftler Bernhard Pörksen hat die ihr zugrundeliegenden Phänomene in seinem Buch „Die große Gereiztheit“ analysiert. Ein wichtiger Grund für immer wieder aufkommende Shitstorms und unerbittlich ausgefochtene Streits: Jeder sei in den sozialen Medien Sender und Empfänger, was dazu führe, dass man online „der Gesamtgeistesverfassung der Menschheit“ schutzlos ausgesetzt sei. Diskursfilter, wie es früher die hierarchisch-vorsortierenden klassischen Medien waren, fehlen. Wenn dann zwei Meinungen aufeinandertreffen, kracht es. Dann ist der Weg zu Hate Speech nicht weit. Und dass jeder seine Version der Wahrheit verbreiten kann, führt außerdem zum Problem der Fake News.

## Unbestechliche Logger

Wenn der tägliche Nachrichtenstrom so viele negative Effekte hat: Wie kann man sich umfassend informieren und austauschen, ohne in eine der beschriebenen Fallen zu tappen? Dafür gibt es kein Patentrezept. Wir können Ihnen aber Vorschläge machen, aus denen Sie sich die für Sie selbst am besten passenden herauspicken können.

Zunächst einmal ist es eine gute Idee, eine Bestandsaufnahme zu machen: Wie oft etwa nehmen Sie Ihr Smartphone zur Hand, wie häufig starten sie welche Apps und wie viel Zeit verbringen sie damit? Für

solche Statistiken bieten Google und Apple eigene Apps an.

So gehört der Bereich „Digital Well-being“ seit Android 9 zu den Google-Services. Sie finden diese Funktion in den Systemeinstellungen. Ist sie aktiv, überwacht sie Ihre Smartphone-Nutzung. Sie können sich für jeden Tag anzeigen lassen, wie oft Sie Ihr Smartphone entsperrt haben, welche Apps Sie wie lange genutzt, wie oft Sie sie geöffnet haben und wie viele Nachrichten Sie von welchen Apps erhalten haben. So sehen Sie schnell, welche Apps die meiste Aufmerksamkeit auf sich ziehen.

Einige Hersteller von Android-Smartphones haben ihren Geräten zusätzlich eigene Funktionen für die digitale Selbstkontrolle spendiert. Samsung nennt sein Pendant „Digitales Wohlbefinden“, bei Huawei heißt es „Digital Balance“.

Unter iOS können Sie mit „Bildschirmzeit“ Ihr Nutzungsverhalten kontrollieren. Die App zeigt an, wie viel Zeit Sie mit bestimmten Apps, auf Websites und mit anderen Aktivitäten auf Ihren iOS-Geräten verbringen. Sie finden diese Funktionen in den Einstellungen. Wählen Sie dort zusätzlich „Geräteübergreifend teilen“ aus, erfasst die Funktion die Nutzungszeiten auf allen Geräten, die mit Ihrer Apple-ID bei der iCloud angemeldet sind.

Auf dem PC kann ActivityWatch ihre Nutzungsgewohnheiten erfassen. Die App ist für Windows, Linux, macOS und Android verfügbar. Unter Windows zum

Beispiel zeigt sie in einem Dashboard sekundengenau an, welche Anwendungen und – noch aufschlussreicher – welche Fenstertitel sich wie lange im Vordergrund befanden. Mit Add-ons für Firefox und Chrome schlüsselt die App die am häufigsten besuchten Domains und URLs auf.

## Sperrstunden

Nachdem Sie wissen, womit Sie die meiste Zeit verbringen, können Sie beginnen, sich Grenzen zu setzen: Mit Leechblock zum Beispiel halten Sie sich am Desktop-Browser vom Besuch Zeit fressender Websites ab. Leechblock gibt es als Erweiterung für Firefox, Chrome und Chromium-Browser wie Edge und Opera. Sie vergeben damit pauschale Sperrzeiten für bestimmte Websites oder beschränken die Besuchszeiten, etwa auf zehn Minuten pro Stunde.

Maximale Nutzungsdauern für einzelne Apps können Sie mit den bereits erwähnten Detoxing-Funktionen der Smart-

phone-Hersteller vergeben. Auch einige Social-Media-Apps stellen solche Funktionen bereit. Bei Instagram etwa finden Sie sie in den Einstellungen unter „Deine Aktivität/Verbrachte Zeit“. Dort können Sie vorgeben, dass die App Sie in Intervallen von 10 bis 30 Minuten ununterbrochener Nutzung daran erinnert, mal eine Pause einzulegen. Verlassen Sie sich aber nicht zu sehr auf die Funktionen einschlägiger Apps. Der Betreiber kann sie auch schnell wieder abschalten.

Parallel zu den Nutzungszeiten sollten Sie auch die Benachrichtigungen einschränken, mit denen viele Apps versuchen, Ihre Aufmerksamkeit zu erhaschen. Von welchen Websites und Apps benötigen Sie wirklich immer sofort eine Push-Nachricht, sobald sich etwas ereignet?

In Android sehen Sie in den Einstellungen unter „Apps und Benachrichtigungen“, welche Apps Ihnen in der letzten Zeit Nachrichten gesendet haben; dort können Sie ihnen das Recht entziehen, Benachrichtigungen zu senden. Unter iOS finden

Sie diese Funktionen in den Einstellungen unter „Mitteilungen“.

Über die in die Smartphone-Betriebssysteme eingebauten Funktionen hinaus gibt es noch etliche Apps, die Ihnen bei der Social-Media-Entwöhnung helfen. Space (Android und iOS) zum Beispiel hält noch detailliertere Einstellmöglichkeiten bereit. Und One Sec (nur iOS) verzögert den Start von einschlägigen Apps ein paar Sekunden – Zeit genug, um noch mal darüber nachzudenken, ob man jetzt wirklich die betreffende App starten will.

Auch Chrome und Firefox zeigen in ihren Einstellungen an, welche Sites Push-Meldungen senden dürfen. Dort können Sie ihnen dieses Privileg auch wieder entziehen. Bei Chrome finden Sie die betreffende Option unter „Sicherheit und Datenschutz/Website-Einstellungen/Berechtigungen/Benachrichtigungen“, bei Firefox unter „Datenschutz & Sicherheit/Berechtigungen/Benachrichtigungen“.

Vielleicht bringt es Ihnen etwas, den Push-Alarm Ihrer Lieblings-Nachrichten-

# Mehr wissen – besser verstehen

Heft + PDF  
mit 29 % Rabatt



Selbst IT-Profis haben Mühe, immer auf dem Laufenden zu bleiben. Dieses ct-Sonderheft bringt Sie mit technischen Hintergründen rund um Hardware, Software und Netzwerktechnik auf den neuesten Stand:

- ▶ Docker verstehen und richtig loslegen
- ▶ Windows-Basics: Explorer, Dateisysteme, Registry
- ▶ Mikrocontroller versus Mikroprozessoren
- ▶ Das eigene Netzwerk richtig ausrüsten

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



[shop.heise.de/ct-knowhow22](http://shop.heise.de/ct-knowhow22)

quelle feinzutunen? Dann verpassen Sie zu einem bestimmten Thema keine Breaking News, werden aber sonst nicht mit Sofortnachrichten behelligt. Einige Medien wie der Spiegel bieten zu diesem Zweck die Option, die Benachrichtigungen auf einzelne Rubriken einzuschränken.

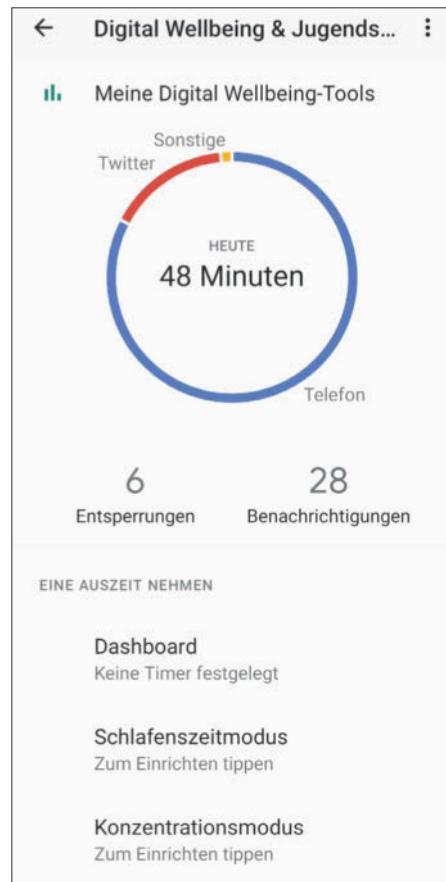
### Nachrichten nach Maß

Wie bei den Push-Nachrichten ist es auch bei den Nachrichtenkanälen hilfreich, Inventur zu machen: Welche benötigen Sie wirklich – und was ist verzichtbar? Werden Sie Intendant Ihres eigenen Programms – auch wenn das der anspruchsvollste Teil bei der Nachrichtendiät ist.

Um sich einen Gesamtüberblick über das Nachrichtengeschehen zu verschaffen, sind soziale Medien nicht das Mittel der Wahl – zu beliebig, zu wenig kontrollierbar, was durch die Timeline rauscht. Ein Online-Newsportal eignet sich aber ebenso wenig – selbst, wenn es von einem etablierten Medium wie dem Spiegel oder der Süddeutschen stammt. Das liegt daran, dass auch Redaktionen seriöser

Webmedien sich nicht den Mechanismen der Online-Welt entziehen können. Auch sie messen permanent den Erfolg ihrer Meldungen – und reagieren darauf. Wenn zum Beispiel die Nachricht über einen neuen Film häufig aufgerufen wird, dann werden weitere Stücke über den Film oder die Schauspieler nachgeschoben. Kurzum: Ähnlich wie soziale Medien versuchen Onlinemedien, Sie möglichst lange auf ihren Seiten zu halten.

Ein in sich geschlossenes Format eignet sich besser, um einen Gesamtüberblick über die Nachrichtenlage zu erhalten – eine klassische gedruckte Zeitung zum Beispiel. Das mag in der schnelllebigen Newsbranche altbacken erscheinen und tatsächlich sind Sie auf diese Weise nicht am Puls des Geschehens. Aber wenn es auf den Überblick ankommt, ist Tempo nicht entscheidend. Wichtiger ist es, dass eine Redaktion über einen Zeitraum das Geschehen beobachtet, gewichtet und daraus eine Zusammenfassung destilliert. Dabei muss es ja nicht unbedingt Papier sein, PDF tut es ebenfalls. Auch Nachrichtensendungen, egal ob per Audio oder Video, geben einen Überblick. Viele Medien geben zudem morgens oder abends kompakte Zusammenfassungen des Geschehens als E-Mail-Newsletter heraus.



**Mit den Digital-Wellbeing-Funktionen der Smartphones – hier Android – finden Sie Ihre persönlichen Zeitfresser.**



Apps wie Space helfen Ihnen, sich selbst Grenzen zu setzen.

### Geschickt aggregieren

Zu den Themen, die einen tiefer interessieren, möchte man detailliert informiert werden. Hier können spezialisierte News-Aggregatoren weiterhelfen. Google News etwa bricht die Nachrichtenvielfalt auf acht Rubriken herunter, Techmeme sammelt Technikmeldungen aus amerikanischen Quellen aller Art. Bei solchen Diensten kommen zwar wie bei den sozialen Medien wieder Algorithmen ins Spiel, die die Nachrichten gewichten. Weil die Dienste aber ihre News-Quellen vor auswählen und nicht jeder Nutzer dort selber posten kann, rufen sie die eingangs beschriebenen Probleme weniger hervor. Unter ct.de/y2cw finden Sie weitere Aggregatoren für ausgewählte Themengebiete.

Auch RSS Reader können Ihnen helfen, die Nachrichtenflut besser zu bewältigen. Sie sammeln Inhalte aus den verschiedensten Quellen, filtern und sortieren sie und präsentieren sie in einem Guss: schick aufgemacht im Magazinstil oder als funktionale Liste der Titelzeilen zum schnellen News-Scan – ganz, wie Sie es mögen. Der Artikel ab Seite 70 vergleicht

sechs besonders vielseitige Vertreter dieser Softwaregattung. Jede der dort vorgestellten Anwendungen macht Sie zum Programmchef. Sie legen fest, welche Kanäle Ihr Dienst scannen und wie er die Inhalte weiterverarbeiten soll – keine Blackbox, kein obskurer Algorithmus, der Ihnen Inhalte in die Timeline pumpt.

Sie müssen auch nicht ungefiltert hinnnehmen, was Ihnen Social-Media-Plattformen auftischen. Der Artikel ab Seite 76 beschreibt, wie Sie die Nachrichtenvielfalt bei verschiedenen Social-Media-Diensten für Ihre Bedürfnisse feintunen – mit Funktionen, die die Dienste selbst bereithalten, und mit externen Helferlein.

Lassen Sie nicht Twitter, Facebook, TikTok und die Armada hochgezüchteter, Klick-optimierter News-Portale entscheiden, welche Informationen auf Sie einströmen. Schlagen Sie stattdessen den Algorithmen ein Schnippchen und gewinnen Sie die Kontrolle zurück. (jo@ct.de) ct

**Alle erwähnten Apps und Dienste:** ct.de/y2cw

# Alles für Ihr Smart Home!



**heise online special**

## Smarte Beleuchtung

Grundlagen, Kaufberatung und Praxis für smarten Licht in Haus & Garten

**Licht für Haus & Garten**  
Wie Sie die passende LED-Lampe finden  
Smart Home-Lampen für E14 und E27 im Test  
Smarte Retro-Lampe für Glühbirnen-Feling  
DELL, Rose & Co.: Dutzendpreise Lichtspiele

**Lichtsysteme im Vergleich**  
Welcher Funkmodus ist Ihnen passend?  
Smart LED-Lampen für E14 und E27 im Test  
Smarte Retro-Lampe für Glühbirnen-Feling  
DELL, Rose & Co.: Dutzendpreise Lichtspiele

**Intelligente Erweiterungen**  
Leuchten mit Zusatzfunktionen smart machen  
Mit smarten Lichterleuchten erleben Sie einen Tag starten

**Coole Lichtstimmungen**  
Punktierendes Glühen und flammendes Glühen mit dynamischem Licht  
Mit smarten Tageslichtleuchten erleben Sie einen Tag starten

**heise online**

## Smart Home

**Ihre Fritzbox als Smart-Home-Zentrale**  
Die wichtigsten Smart-Home-Funktionen, die Sie jetzt per Fritzbox nutzen, wie Sie sie ausrichten, steuern und erweitern

**Smart Home von Ikea**  
Wichtigste Funktionen des Smart-Home-Systems von Ikea für die Smarte Beleuchtung & für Smarte Bewässerung

**Günstig und gut?**  
Was kostet die Systeme von Smart Home und wieviel unterscheiden sie?

**Tipps für Ihr System**  
Erweiterung, Praxis, Tuning, Schäden bei Smart-Home-Systemen & wie Sie sie beheben

**heise online Smart Home**

## Smart Gardening

**Intelligente Mäharoboter**  
Bewässerungssysteme & -geräte vergleichen  
Bewässerungssysteme  
Von Tropfen- bis Duschenbewässerung  
Zugangs- & Bewässerungsgeräte für jeden Anwendungsbereich

**Gärten smart machen**  
Smart Home für Garten  
Smart Home für Garten  
Smart Home für Garten

**Licht & Sicherheit**  
Smarte Beleuchtung für Gärten  
Bewässerungssysteme  
Von Tropfen- bis Duschenbewässerung  
Zugangs- & Bewässerungsgeräte für jeden Anwendungsbereich

**Smarte Helfer für Wohnung, Terrasse & Balkon**  
Gärtnerische Werkzeuge für Smart Home im Überblick  
Werkzeuge für Smart Home im Überblick  
Werkzeuge für Smart Home im Überblick



### Smarte Beleuchtung

- Smartes Licht in Haus und Garten
- Smarte LED-Lampen für E14 und E27 im Test
- Auch im Set mit smarter Steckdose zum Sonderpreis
- Für Abonnenten portofrei

**Heft+PDF für 19,90 €**  
Auch als einzelnes Heft erhältlich!

### Einstieg ins Smart Home

- Fritzbox einrichten, steuern und erweitern
- Smart Home von Ikea
- Praxis- und Tuningtipps für Ihr System
- Auch im Set mit Heizkörperthermostat zum Sonderpreis

**Heft+PDF für 19,90 €**  
Auch als einzelnes Heft erhältlich!

### Smart Gardening

- Das brauchen Sie, bevor Sie starten
- Bewässerungssysteme: Sechs im Vergleich
- Intelligente Mäharoboter: Fünf smarte Rasenmäher im Test
- Auch im Set mit Gartenbewässerung WLAN Ventil zum Sonderpreis

**Heft+PDF für 19,90 €**  
Auch als einzelnes Heft erhältlich!



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



[shop.heise.de/ho-smarthome21](http://shop.heise.de/ho-smarthome21)



[shop.heise.de/ho-smartgardening22](http://shop.heise.de/ho-smartgardening22)

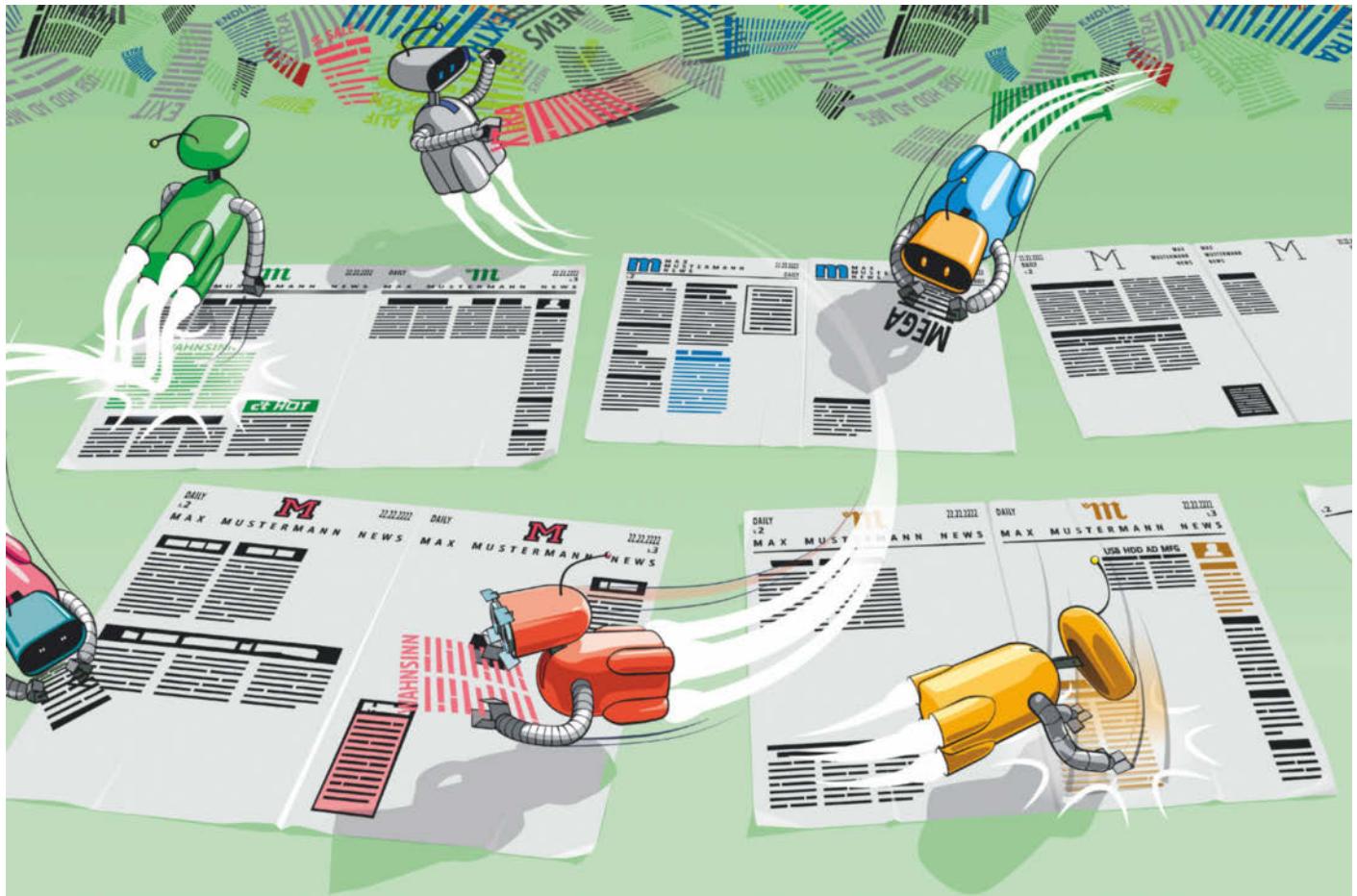


Bild: Rudolf A. Blaha

# Persönliche Nachrichtensammler

## Sechs News-Aggregatoren im Vergleich

**RSS-Reader kanalisieren die tägliche Nachrichtenflut für Sie. Dazu fischen die mächtigen Anwendungen nach Ihren Vorgaben Meldungen von Nachrichten-Sites, relevanten Blogs sowie aus sozialen Medien und bauen daraus ein persönliches Nachrichtenportal. Die vielseitigsten Vertreter dieser Software-Gattung haben wir einem Stresstest unterzogen.**

Von Jo Bager

**N**ews-Sites, Blogs, Reddit, YouTube, Facebook, Twitter, Podcasts, Newsletter, et cetera pp.: In Dutzenden Quellen warten permanent Nachrichten darauf, auf Sie einzuströmen. Werkzeuge, mit denen Sie daraus ein verdauliches Ganzes machen, nennen sich nach einem uralten Standard RSS-Reader.

RSS steht (unter anderem) für „Really Simple Syndication“ (richtig einfache Syndizierung). Ein RSS-Feed oder Newsfeed besteht aus einer XML-Datei, die die Inhalte einer Site und die Links auf die dazugehörigen Artikel in der umgekehrt chronologischen Reihenfolge ihrer Veröffentlichung enthält. Im Zusammenhang mit RSS taucht oft auch der Begriff „Atom“ auf, der ein ähnliches Format beschreibt.

Beide Formate werden im Folgenden der Einfachheit halber als RSS bezeichnet, Feedreader unterstützen in der Regel beide Formate gleichermaßen.

Durch die standardisierten Formate lassen sich Feeds einfach automatisch verarbeiten. RSS-Reader zum Beispiel sammeln die Nachrichten, bereiten sie auf und machen sie durchsuchbar. Für diesen Artikel haben wir sechs Vertreter dieser Gattung versuchsweise Tausende Nachrichten bearbeiten lassen: BazQux, Feedbin, Feedbro, Feedly, Inoreader und NewsBlur.

### Steinalter Dauerbrenner

Erfunden wurde RSS bereits rund um den Jahrtausendwechsel. Damals diente es Bloggern dazu, ihre Inhalte untereinander

zu verbreiten. (Daher röhrt das „Syndizieren“ im Namen.) Aber RSS ist längst kein altes Eisen und nicht auf Blogs beschränkt. Fast alle Nachrichten-Websites stellen heute noch Schlagzeilen, Vorlauftexte oder die vollen Inhalte ihrer Artikel in Form von RSS-Feeds bereit. Manche Webseite unterhält Dutzende solcher Feeds, etwa für einzelne Ressorts.

Für Sites und Plattformen, die keine eigenen Feeds bereitstellen, springen externe Dienste in die Bresche. FetchRSS zum Beispiel generiert RSS-Feeds aus den Inhalten von öffentlichen Facebook-Seiten, Timelines, Hashtags und Suchanfragen bei Twitter, YouTube-Kanälen, -Playlisten und -Suchanfragen, Soundcloud-Timelines und eBay-Suchanfragen. rssBridge bietet ähnliche Funktionen für Instagram, Telegram und VK.com. Und Kill the Newsletter macht aus Newslettern RSS-Feeds.

Automatisierungsdienste wie IFTTT oder Zapier unterstützen RSS als Ausgabekanal. Auf diese Weise kann man die Meldungen Dutzender weiterer Dienste per RSS zugänglich machen. Unter ct.de/yh73 finden Sie noch weitere Tools, die aus den verschiedensten Quellen RSS-Feeds backen.

In vielen Fällen benötigen Sie aber gar keine externen Tools mehr, denn auch die Reader haben dazugelernt. Sie extrahieren selbst die Inhalte sozialer Medien und behandeln sie wie RSS-Feeds. Für E-Mail-Newsletter vergeben sie individuelle Adressen und sammeln alle Mails an diese Adressen ein. Die meisten der Apps in diesem Vergleich generieren auch für Websites ohne eigenen Feed einen Nachrichtenstrom. Feedly und Inoreader stellen zu diesem Zweck einen interaktiven Editor bereit. Podcasts beherrschen alle Dienste in diesem Test – was nicht verwundert, denn Podcasts sind nichts anderes als RSS-Feeds, die auf Audiodateien verlinken.

Wichtigstes Auswahlkriterium für die Probanden in diesem Test war, dass sie zuverlässig viele Nachrichten aufbereiten und dass sie weitere Quellen neben RSS-Feeds unterstützen. Welche Anwendung welche Kanäle beherrscht, geben die Einzelbesprechungen ab Seite 72 und die Tabelle auf Seite 74 wieder.

## Global vs. lokal

Alle Anwendungen außer Feedbro sind Webdienste. Das hat für Nutzer den Vorteil, dass sie nur einen Browser benötigen,

um auf die Dienste zuzugreifen. Zudem sehen sie auch immer denselben Nachrichtenstamm und dieselben ungelesenen Nachrichten – egal, von wo aus und mit welchem Client sie auf ihr News-Portal zugreifen.

Die Web-Oberflächen der Dienste stehen denen von nativen Anwendungen in nichts nach. Dennoch stellen einige der Dienste Clients für einzelne Plattformen bereit. Ein Teil der Dienste betreibt eigene Schnittstellen, mit denen externe Programme auf die eingesammelten Inhalte zugreifen. NewsBlur steht als Open Source bereit, sodass Sie es auch auf einem eigenen Server einrichten können.

Feedbro verrichtet seine Dienste als rein lokale Browser-Erweiterung. Dadurch entfallen die Vorteile der Cloud-Anbindung. Allerdings bietet diese Form der Feed-Verwaltung abgesehen vom selber Hosten den größten Privatsphärenschutz, weil kein Dritter erfährt, für welche Inhalte Sie sich interessieren.

## Aufbereitung

Alle Reader gruppieren auf Wunsch Feeds in hierarchischen Strukturen und zeigen die Inhalte kompletter Feed-Gruppen gesammelt an. Ein dunkler Anzeigemodus gehört ebenso zum Standard. Bei jeder App kann der Nutzer Schriftgröße und -art anpassen. Sämtliche Apps bieten die Inhalte in verschiedenen Layouts an. In einer sehr kompakten Liste zeigen sie zum Beispiel nur die Überschriften für den schnellen News-Scan. Alle Dienste bereiten die Meldungen aber auch mit Bildern magazinartig auf.

Nicht überall lässt sich die Ansicht individuell für jeden Feed und jede Feed-

Gruppe festlegen. So eine vermeintliche Kleinigkeit kann den Unterschied machen, wie schnell und bequem der Nutzer durch den täglichen News-Strom schwimmt. Zwei weitere Beispiele: Markiert der Leser bei Feedly, Inoreader oder NewsBlur eine Feed-Gruppe als gelesen, springt der Reader selbsttätig zur nächsten Gruppe mit ungelesenen Nachrichten. Einige Reader laden auf Aufforderung des Nutzers oder immer den vollen Text einer Nachricht von der Quellseite nach, falls der Feed nur eine verkürzte Version bereithält. Beides spart Klicks und Zeit.

Ausgefeilte Filter- und Sortiermechanismen bereiten den eintreffenden News-Strom für den Leser vor. Gespeicherte Suchen beispielsweise durchkämmen alle neuen Meldungen nach Suchbegriffen, idealerweise mit regulären Ausdrücken.

Einige der Apps stellen lernende Algorithmen bereit, die sich nach und nach aneignen, welche Nachrichten sie herauspicken beziehungsweise unterdrücken sollen. Das kann aber nach hinten losgehen: Letztlich gibt der Nutzer so ein Stück weit die Kontrolle über seinen Nachrichteneingang an einen Algorithmus ab.

## Vernetzung

Oft hat der Leser beim morgendlichen News-Scan nicht die Zeit, alles zu lesen. Dann ist es hilfreich, Artikel per Klick, Tipp oder Wisch zwischenzuspeichern. Alle Apps halten dafür eigene Ordner vor, geben Artikel aber auch an einen darauf spezialisierten Dienst wie Pocket oder Evernote weiter.

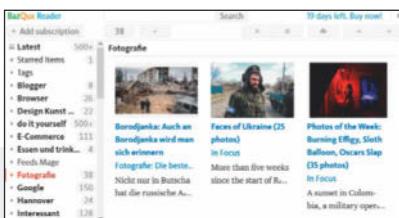
## Jenseits des Testfelds

Neben den sechs Probanden dieses Tests gibt es noch massenhaft weitere RSS-Reader. Das für Android und iOS verfügbare Flipboard zum Beispiel verzeichnet alleine im Play Store mehr als 500 Millionen Downloads. Allerdings lässt sich Flipboard bei Weitem nicht so vielseitig verwenden wie die Allzweckwerkzeuge in diesem Test.

Einige Mailprogramme besitzen RSS-Fähigkeiten, etwa Outlook oder Thunderbird. Aber die Feed-Funktionen wirken dort eher lieblos angeflanscht. Mehrere

Darstellungsmodi sucht man bei Thunderbird zum Beispiel vergeblich.

Eine ganze Reihe von RSS-Readern kommt als eine Art Dashboard daher, zum Beispiel Protopage oder start.me. fraidycat wiederum ist ein neuer, bunter Exot für den Desktop, der neben RSS auch Twitter und Instagram-Feeds, YouTube-Kanäle und Subreddits ausliest – für unseren Test aber zu verspielt war. Unter ct.de/yh73 listen wir weitere Quellen mit RSS-Readern.



## BazQux

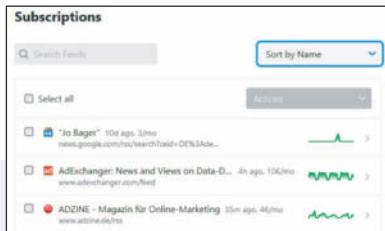
BazQux stellt nur eine Weboberfläche bereit. Über APIs lässt sich ein gutes Dutzend externe Anwendungen an den Dienst anbinden. Die Bedienoberfläche ist schick, aufgeräumt und grundsätzlich einfach zu bedienen. Einige wichtige Details unterscheiden sich aber zwischen der Desktop- und der Mobilansicht – ein wenig verwirrend. Anders als in der Ansicht auf mobilen Geräten muss der Nutzer auf dem Desktop immer explizit bestätigen, wenn er die Inhalte einer Feed-Gruppe löschen will.

Gut: Auf Wunsch lädt BazQux die vollständigen Inhalte gekürzter Artikel nach. Der Reader unterhält nicht nur einen Ordner für das spätere Lesen. Artikel lassen sich auch taggen. Für jedes Tag legt BazQux ebenso einen Ordner und auf Wunsch auch einen öffentlichen Feed an, mit dem Dritte auf die Inhalte zugreifen können. Unter [ftr.bazqux.com](http://ftr.bazqux.com) befindet sich ein Dienst, mit dem man versuchen kann, für Webseiten, die keinen Feed anbieten, einen zu erzeugen.

Insgesamt kommt BazQux mit vielen News-Kanälen klar, Newsletter beherrscht es aber nicht. Für 30 US-Dollar pro Jahr erhält man einen Reader, der auf maximal 3000 Feeds sowie insgesamt 500 Filter oder dauerhafte Suchanfragen beschränkt ist – was für die meisten Nutzer völlig ausreichen sollte.

- ⬆ lädt Artikel nach
- ⬇ viele Quellen, aber keine Newsletter
- ⬇ keine Automatisierer

Genauso flink sollte der Leser Fundstücke in andere Kanäle weiterleiten können, um sie zum Beispiel in sozialen Medien zu posten. Einige der Apps bieten darüber hinausgehende Community-Funktionen, angefangen bei Boards für



## Feedbin

Feedbin sammelt Inhalte aus Feeds, Websites ohne eigenen Feed, Twitter-Profilen, -Listen, -Suchen und -Hashtags sowie aus Newslettern ein. Der Betreiber unterhält eine Weboberfläche sowie ein API, auf das immerhin 18 Anwendungen zugreifen.

Die angenehm aufgeräumte Bedienoberfläche hält nur zwei Darstellungsmodi bereit: Die linke Spalte enthält den Quellen-Baum. In einer zweiten Spalte präsentiert Feedbin entweder die Überschriften oder Kacheln, die neben den Überschriften auch einen Vorlauftext und ein Bild enthalten. Ein kleines Manko: Diese Einstellung lässt sich nur pauschal für alle Feeds vornehmen.

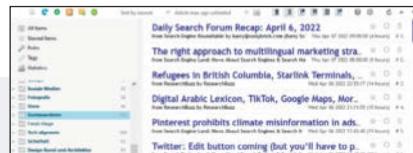
Die rechte Hälfte des Bildschirms enthält eine vollständige Meldung – sofern der Feed das hergibt. Ist die Meldung im Feed beschnitten, kann Feedbin versuchen, den vollständigen Inhalt nachzuladen. Das hat in unseren Tests nicht immer geklappt. Feedbin hält nicht nur einen Tag- und Nachtmodus bereit, sondern weitere Farbschemata sowie einen Auto-Modus, der das Schema abhängig von den Systemeinstellungen wählt.

Feedbin kann Artikel an ein Dutzend Dienste zum Speichern oder Teilen weiter, kann aber auch weitere Dienste per Webhook einbinden und Artikel selber speichern. Zu den bei Feedbin selbst gespeicherten Artikeln stellt der Dienst auf Wunsch einen RSS-Feed bereit.

- ⬆ aufgeräumte Bedienoberfläche
- ⬆ lädt Artikel nach
- ⬇ relativ wenige Quellen

News-Fundstücke über öffentliche RSS-Feeds der gespeicherten Artikel bis hin zu integrierten Blogs.

Besonders vielseitig anbindbar sind RSS-Reader, die per Webhook andere Dienste kontaktieren – oder die als Ein-



## Feedbro

Feedbro ist als kostenloses Add-on für Firefox, Chrome und andere Chromium-Browser (Edge, Vivaldi, Brave, Opera etc.) verfügbar. Dass sich die App in den Browser einklinkt, macht sich nicht negativ bemerkbar. Mit unseren rund 150 Test-Feeds und etwa 1000 News pro Tag kam sie reibungslos klar. Auch bei unserem Testbrowser Firefox haben wir keine Nebenwirkungen bemerkt.

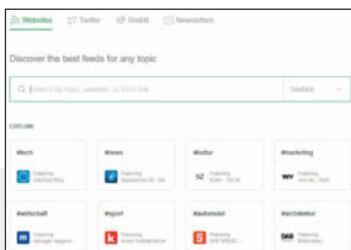
Feedbro kommt mit ziemlich vielen verschiedenen Input-Kanälen klar. Der Bro kann Instagram-Feeds und als einziger Reader im Test Instagram-Hashtag-Feeds sowie LinkedIn-Newsfeeds und -Gruppen darstellen. Newsletter sind ihm allerdings fremd.

Feedbros Look ist aufgeräumt, aber ein wenig angestaubt. Er bietet eine große Auswahl an Layouts für die Darstellung von Feed-Inhalten an und kann die vollen Feed-Inhalte laden – auch automatisch. So muss man den Reader gar nicht mehr verlassen.

Für die Recherche nach neuen Feeds enthält Feedbro eine Suchmaschine. Der Nachrichtenstamm in der App lässt sich allerdings nicht im Volltext durchsuchen. Die Regel-Engine für die automatische Weiterverarbeitung eintreffender Nachrichten ist dagegen mächtig. Sie kann Text im Artikel per regulärem Ausdruck hervorheben sowie IFTTT, Discord- und Slack-Kanäle ansprechen.

- ⬆ lädt Artikel nach
- ⬇ viele Quellen, aber keine Newsletter
- ⬇ keine Volltextsuche

gangskanal bei Automatisierungsdiensten wie IFTTT oder Zapier konfiguriert sind. Letzteres ist keine Funktion der RSS-Reader, sondern der Automatisierer. Da solche Integrationen aber sehr nützlich sein können, sind sie in der Tabelle mit angegeben.



## Feedly

Der Betreiber unterhält Apps für Android und iOS, außerdem können 50 externe Clients mit dem Feedly-API umgehen. Die Bedienoberflächen sind sehr schick und schlank, einige Funktionen findet man aber erst durch Herumklicken.

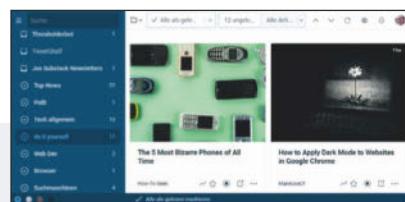
Feedly kommt mit Twitter- und Reddit-Inhalten, Newslettern sowie mit Google-News-Alerts klar. Für andere Sites stellt es ein Werkzeug bereit, mit dem der Nutzer einen Feed zusammenklicken kann. Das funktioniert allerdings nicht für Inhalte von Facebook, Instagram und LinkedIn; zu TikTok-Videos prokelt Feedly nur die Links heraus, keine weiteren Inhalte.

Kaum ein Feed, zu dem Feedly nicht mehrere weitere Quellen empfiehlt. Mit seiner Suchfunktion eignet sich Feedly auch als allgemeines Recherchewerkzeug, denn es kann die Schlüsselwortsuche auf sämtliche Feeds aller Feedly-Nutzer ausdehnen – mehr als 40 Millionen Quellen. Fundstücke aus Feeds oder Suchen lassen sich in sogenannten Boards speichern, die man auch veröffentlichen kann.

An vielen Stellen soll die KI „Leo“ dem Nutzer helfen. Sie hebt auf Wunsch in allen englischsprachigen Artikeln Kernsätze hervor. Findet sie Artikel zum selben Thema, verweist sie darauf. Sucht der Nutzer nach dem Begriff „RSS Reader“, schlägt Leo das Themenfeld „News aggregator“ mit einem guten Dutzend Synonymen des Begriffs vor.

- gute Recherchefunktionen
- viele vernetzte Dienste
- gewöhnungsbedürftige Oberfläche

Alle Apps exportieren die Links zu ihren Feed-Quellen als OPML-Datei und lesen die OPML-Dateien anderer Reader ein. Somit ist es grundsätzlich einfach, mit seinen Quellen von einem Reader zu einem anderen umzuziehen, mit einer



## Inoreader

Dieser News-Aggregator zapft außergewöhnlich viele Quellen an, darunter Facebook-Seiten, öffentliche Telegram-Kanäle sowie die vollständige Twitter-Timeline und alle YouTube-Kanäle des Nutzers. Der Betreiber unterhält eigene Android- und iOS-Apps sowie ein API, das ein halbes Dutzend externer Anwendungen nutzen.

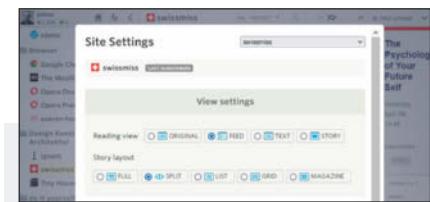
In der vorbildlich einfach zu bedienenden Weboberfläche kann man neue Nachrichten schnell scannen und durchlesen. Bei einem gekürzten RSS-Post genügt ein Klick (beziehungsweise eine Wischgeste in der App), und Inoreader holt die kompletten Inhalte von der Quelle.

Inoreader liefert Posts bei einem halben Dutzend Diensten zum späteren Lesen ab, betreibt aber auch eine eigene Bibliothek, in der der Nutzer Artikel speichern und mit Notizen versehen kann. Anhand von Regeln verarbeitet Inoreader eintreffende Nachrichten, die bestimmte Bedingungen erfüllen, automatisch. Der Dienst leitet sie etwa per Mail weiter, schreibt sie in das Mikroblog, das jeder Nutzer erhält, oder löst einen Webhook aus.

Der in der Tabelle angegebene Tarif lässt beliebig viele Feeds zu, beschränkt aber zum Beispiel die Anzahl der Regeln, aktiven Suchen und Newsletter-Abonnements. Wer mehr davon benötigt, kann sie dazubuchen. Für die meisten Nutzer sollten die Kontingente aber locker genügen.

- aufgeräumte Bedienoberfläche
- gute Automatisierungsfunktionen
- lädt Artikel nach

**Einschränkung:** In OPML lassen sich nur die Adressen von RSS-Feeds speichern; die Informationen zu den anderen genutzten Kanälen, etwa Social-Media-Feeds und Newslettern, und gespeicherte Artikel gehen beim Wechsel verloren.



## NewsBlur

NewsBlur ist ein Exot. Der Betreiber, der Entwickler Samuel Clay, will mit seinem Dienst Menschen zusammenbringen. So erhält jeder Nutzer ein eigenes „Blur-blog“, in dem er Artikel teilen kann. Und unter den Feeds wiederum taucht einer mit den geteilten Artikeln aller Nutzer auf. Zu den Besonderheiten zählt auch die Feed-Liste „Infrequent Site Stories“, die Artikel von Sites enthält, die weniger als einmal am Tag aktualisiert werden.

Die Bedienoberfläche mutet ein wenig altbacken an – lässt sich allerdings mit individuellem CSS und JavaScript aufpeppen. Jeden Feed kann NewsBlur auf fünf verschiedene Weisen darstellen. Für die Leseansicht der Artikel lädt NewsBlur auf Wunsch die Originalseiten der Artikel herunter.

Der Benutzer kann eine KI darauf trainieren, Artikel bestimmter Autoren oder Blogs oder zu bestimmten Themen zu verbergen oder hervorzuheben. NewsBlur bedient ein gutes Dutzend externer Dienste direkt, ist aber auch bei IFTTT als Eingangskanal eingebunden. Alles in allem ist NewsBlur sehr leistungsfähig und vielseitig. Es dauert aber ein wenig, alle Funktionen zu entdecken.

Wer NewsBlur mag, seine Feeds aber nicht in fremde Hände geben will, kann sich einen eigenen Server aufsetzen: Clay hat NewsBlur als Open Source veröffentlicht.

- als Open Source verfügbar
- vielseitig konfigurierbar
- gewöhnungsbedürftige Oberfläche

## Fazit

Die Apps aus diesem Artikel mögen sich zwar RSS-Reader nennen. Dieser alte Begriff wird ihnen aber nicht mehr gerecht, denn man kann damit mehr als nur lesen und nicht nur RSS-Feeds ab-

fragen. Vielmehr fangen die Informationsmanager aus diesem Test die vielstimmige Medienwelt für Sie ein und helfen Ihnen, sie an einem Ort zu orchestrieren. Dabei unterstützen sie Sie bei Ihrem gesamten News-Workflow: Sie erleichtern es, interessante Quellen aufzuspüren und zu sammeln. Die Program-

me filtern Nachrichten, bereiten sie schick auf, speichern sie bei Bedarf zwischen und verarbeiten interessante Fundstücke weiter.

BazQux, Feedbin und Inoreader machen den Einstieg einfach. Wenn Sie Wert auf Datenschutz legen, sind Feedbro oder die selbst gehostete Version von NewsBlur

die Kandidaten der Wahl. In puncto Vernetzung mit externen Diensten liegen Feedly und Inoreader vorne. Bei Feedly stechen die Recherchefunktionen hervor, Inoreader unterstützt ein „runderes“ Set von Quellen. (jo@ct.de) 

**Alle Dienste:** [ct.de/yh73](http://ct.de/yh73)

## RSS Reader

Name	BazQux	Feedbin	Feedbro	Feedly	Inoreader	NewsBlur
Anbieter, URL	BazQux, bazqux.com	Feedbin, feedbin.com	Nodetics, nodetics.com/feedbro	Feedly, feedly.com	Inoreader, inoreader.com	NewsBlur, newsblur.com
Typ	Webanwendung	Webanwendung	Browser-Add-on (Chromium und Firefox)	Webanwendung	Webanwendung	Webanwendung
eigener Client für Android / iOS / Windows / macOS / Linux	- / - / - / -	- / ✓ / - / -	- / - / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / - / -	✓ / ✓ / - / -	✓ / ✓ / - / -
Schnittstelle / Anzahl externer Clients	✓ <sup>1</sup> / 16	✓ / 18	- / -	✓ / ~50	✓ / 6	✓ / 18
<b>Quellen</b>						
Empfehlungen / abhängig von aktueller Kategorie / aktuellem Feed	- / - / -	- / - / -	✓ / - / -	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / - / -
Seiten ohne eigenen Feed / interaktiver Generator	✓ / -	✓ / -	- / -	✓ / ✓	✓ / ✓	- / -
Twitter: Profile / Listen / Suchen / sonstiges	✓ / ✓ / ✓ / -	✓ / ✓ / ✓ / -	✓ / ✓ / ✓ / -	✓ / ✓ / ✓ / jeweils nur Posts, die Links enthalten	✓ / ✓ / ✓ / eigene Timeline, Likes eines Profils	✓ / ✓ / - / -
Facebook-Seiten	✓	-	✓	-	✓	-
Subreddits / Reddit-Suchen	✓ / -	- / -	✓ / -	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / -
LinkedIn: Eingangs-Feed / Gruppen	- / -	- / -	✓ / ✓	- / -	- / -	- / -
Instagram: öffentliche Feeds / Hashtag-Feeds	✓ / -	- / -	✓ / ✓	- / -	- / -	- / -
E-Mail-Newsletter	-	✓	-	✓	✓	✓
Telegram-Kanäle	✓	-	-	-	✓	-
sonstige Quellen	-	-	Yammer, Bitchute, Vimeo, SlideShare, Pinterest, Rumble, Dribbble	TikTok (eingeschränkt)	andere Inoreader-Nutzer, Google-News-Suchen	-
<b>Darstellung / Lesen</b>						
Schlagzeilen / Kacheln / Magazin / Volltext / jeweils individuell pro Kanal	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / - / ✓ / -	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓
springt automatisch zur nächsten Feed-Gruppe	-	-	-	✓	✓	✓
lädt Volltext von Artikeln / automatisch	✓ / -	✓ / ✓	✓ / ✓	- / -	✓ / -	✓ / ✓
<b>Organisation</b>						
Schlagwortfilter / mit regulären Ausdrücken / KI-Filter	✓ / ✓ / -	✓ / - / -	✓ / ✓ / -	✓ / - / ✓	✓ / ✓ / -	✓ / - / ✓
Volltextsuche / gespeicherte Suchen	✓ / ✓	✓ / ✓	- / -	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / -
Automatisierungsdienste / Webhooks	- / -	- / ✓	✓ (IFTTT) / -	✓ (u.a. IFTTT, Zapier) / ✓ (Enterprise-Accounts)	✓ (u.a. IFTTT, Zapier) / ✓	✓ (IFTTT) / -
<b>Weiterverarbeiten</b>						
Später lesen / Artikel speichern in ...	Instapaper, Pinboard, Pocket, Wallabag, Wakelet	Evernote, Instapaper, Kindle, Pinboard, Pocket	Evernote, Pocket	Dropbox, Evernote, Instapaper, OneNote, Pocket	DropBox, Evernote, Google Drive, Instapaper, OneNote, Pocket	Delicious, Diigo, Evernote, Instapaper, Pocket
Artikel teilen via	Buffer, E-Mail, Facebook, Tumblr, Twitter, VK	Buffer, E-Mail, Facebook, Micro.blog, Tumblr	Buffer, Digg, E-Mail, Facebook, HootSuite, LinkedIn, Reddit, Telegram, Tumblr, Twitter, VK, Yammer	Buffer, E-Mail, Facebook, LinkedIn, Twitter, WordPress	Buffer, E-Mail, Facebook, Hootsuite, LinkedIn, Telegram, Twitter	Blogger.com, Buffer, Facebook, Pinboard, Pinterest, Tumblr, Twitter
sonstige Funktionen	öffentliche Feeds der gespeicherten und getagten Artikel	Notifier für iOS	-	Boards	eigenes Mikroblog	eigenes Blog
<b>Bewertung</b>						
Vielseitigkeit der Quellen	⊕	○	⊕	⊕	⊕	○
Funktionsumfang	○	○	⊕	⊕	⊕	⊕
Bedienfreundlichkeit	⊕	⊕⊕	⊕	⊕	⊕⊕	○
<b>Preismodelle</b>						
Preis für 1 Jahr, jährliche Abrechnung	30 US-\$ (Lebenszeit: 249 US-\$)	50 US-\$	-	Pro: 1000 Feeds, 72 US-\$; Pro+: 2500 Feeds, 144 US-\$	20 € (500 Feeds), 50 € (beliebig viele Feeds)	36 US-\$
kostenlose Version	- (30 Tage Testphase)	- (2 Wochen Testphase)	✓	✓ (100 Feeds, 3 Ordner)	✓ (150 Feeds, Werbung)	✓ (64 Feeds)

<sup>1</sup> zwei verschiedene ⊕⊕ sehr gut

⊕ gut

○ zufriedenstellend

⊖ schlecht

⊖⊖ sehr schlecht

✓ vorhanden

- nicht vorhanden

k. A. keine Angabe



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

**1. – 3. Juni 2022  
in Karlsruhe**

### **Vor-Ort-Konferenz ... wieder unter Menschen**

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

Das Programm bietet an zwei Tagen in drei Tracks unter anderem folgende Vorträge:

- ✓ **Der Entwicklungsprozess eines Machine-Learning-Projekts**
- ✓ **Your Rediscover Past: Spotify-Personalisierung selbstgemacht**
- ✓ **Data Poisoning: Risiken für ML-Anwendungen minieren**
- ✓ **Evaluierung von Neural-Search- und Question-Answering-Ansätzen**
- ✓ **Data Science in Production – Wärmebedarfsprognosen in der Cloud**
- ✓ **ML und die Gesetze: Was gilt heute ... und was kommt morgen?**

**[www.m3-konferenz.de](http://www.m3-konferenz.de)**

**Jetzt  
Ticket  
sichern**

Goldsponsoren

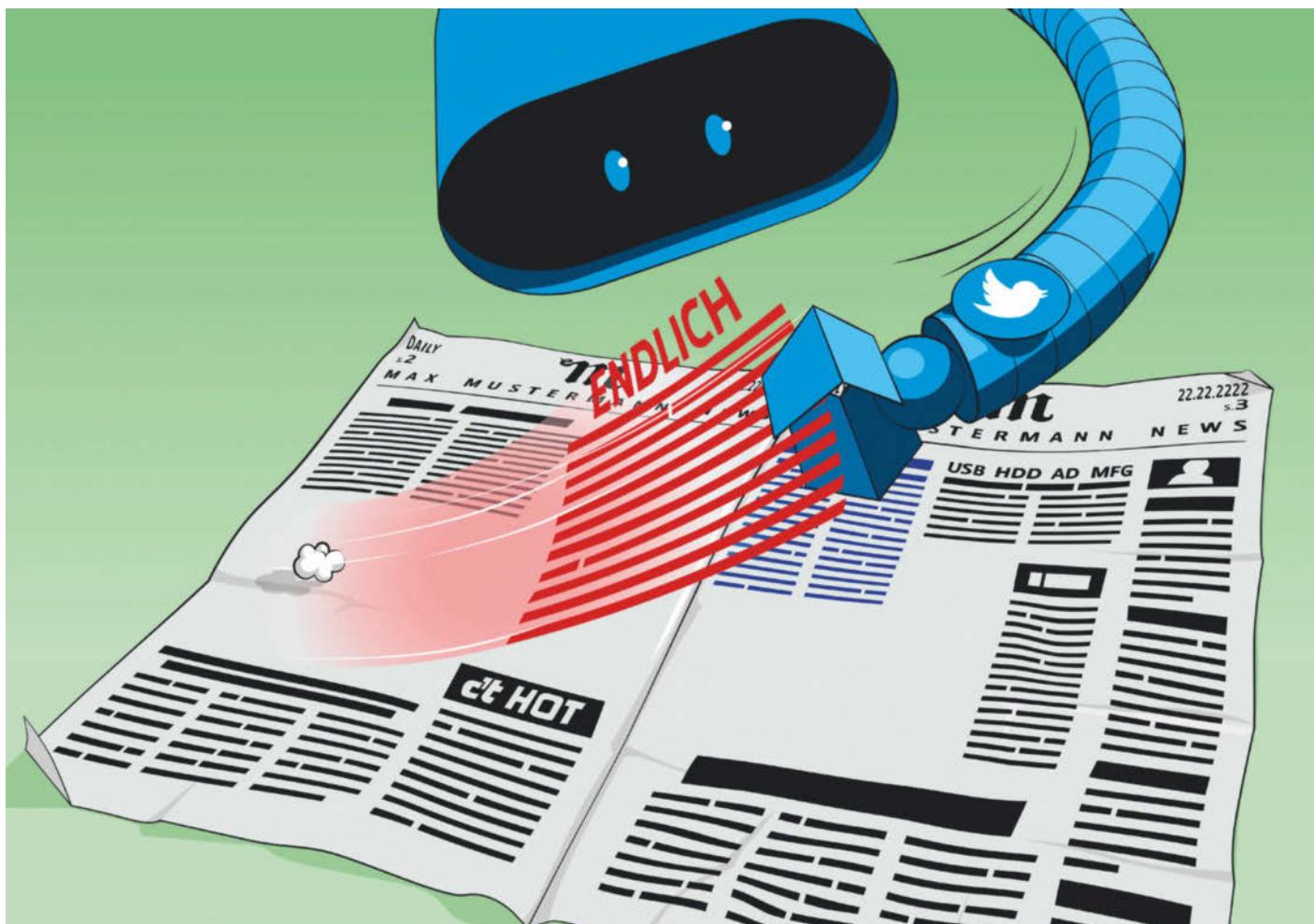


Veranstalter



heise Developer

dpunkt.verlag



# Programmumbau

## Social-Media-Kanäle entrümpeln und aufräumen

**Was Sie bei Twitter, Facebook, YouTube und Konsorten zu sehen bekommen, können Sie anpassen – mit den Mitteln der Dienste selbst und mit nützlichen externen Werkzeugen. Schmeißen Sie damit Zeitfresser, Fake News und Hass aus Ihren Timelines!**

Von Jo Bager

**F**acebook entscheidet sich bei der Abwägung, mit welchen Posts es die Timelines befüllen soll, oft für den maximalen Profit und gegen die beste Wahl für die Nutzer. Das besagen die Anschuldigungen der Whistleblowerin Frances Haugen [1]. Auch sonst gibt es etliche Hinweise darauf, dass die Betreiber sozialer Medien nicht immer im Interesse ihrer Nutzer agieren.

Aber selbst wenn ein soziales Netz die besten Absichten verfolgt, kann es nie das Optimum für alle Nutzer herausholen: Es gibt keinen Algorithmus, der für jeden einzelnen Nutzer die besten Inhalte hervorramt. Was die Plattformen anbieten, ist bestenfalls eine Annäherung an dieses

Ideal. Das wäre selbst dann schon schwer genug, wenn es nur faire Teilnehmer auf den Plattformen gäbe. Doch Glücksritter und politische Akteure versuchen laufend, die Algorithmen der Plattformen auszutricksen. Kein Wunder also, dass Sie immer mal wieder hanebüchenen Mist in Ihren Timelines vorfinden.

Die gute Nachricht: Sie müssen das nicht wehrlos hinnehmen. Die Plattformen stellen Ihnen Funktionen bereit, mit denen Sie Ihre Newsfeeds aufräumen können. Und weil viele soziale Medien Programmierschnittstellen anbieten, lassen sich auch externe Anbieter dafür einspannen. Das geht teilweise so weit, dass Sie mit einer anderen Anwendung auf die Platt-

formen zugreifen. Dafür müssen Sie dem externen Programm allerdings Zugriff auf Ihr Social-Media-Konto gewähren.

## Twitter

Die wichtigste Einstellung bei Twitter verbirgt sich hinter den drei Sternchen in der oberen rechten Ecke der Bedienoberfläche: Dort können Sie die Timeline von der „Startseite“ mit den „besten Tweets“ – also eine algorithmische Vorauswahl – auf „Neueste Tweets“ umstellen. Nur so sehen Sie alle Posts Ihrer Timeline in einer umgekehrt chronologischen Reihenfolge.

Je nachdem, wie vielen Accounts Sie folgen, kommen mit der chronologischen Timeline allerdings ziemlich viele Posts zusammen. Wann haben Sie Ihre Twitter-Timeline das letzte Mal entrümpelt? Interessieren Sie eigentlich wirklich noch die Tweets aller Accounts, bei denen Sie im Laufe der Jahre einmal auf „Folgen“ geklickt haben?

**Tokimeki Unfollow** hilft Ihnen, das herauszufinden. Der Dienst präsentiert Ihnen nacheinander für jeden Account, dem Sie folgen, die jüngsten Tweets. Dazu stellt er die Frage: „Do the tweets still spark joy or feel important to you?“ Falls nicht, entfolgen Sie den Account mit einem Klick.

Auch **Feeds Mage** kann Ihnen helfen, Ihre Twitter-Timeline zu entschlacken – mit einer etwas anderen Zielsetzung. Der Feed-Zauberer soll die Leser an die Originalquellen der Inhalte führen, die auf Twitter oft nur parallel und gekürzt veröffentlicht werden. Dazu durchsucht der Dienst die Biografien der Accounts, denen Sie folgen, nach Links zu RSS-Feeds und Newslettern. Die lassen sich dann – zum Beispiel per RSS-Reader – direkt abonnieren. Dem Twitter-Account müssen Sie dann nicht mehr folgen.

In einem Twitter-Account laufen Nachrichten aus den verschiedensten Quellen und unterschiedlichen sozialen Kreisen – Job, Freunde, Familie, Hobby – zusammen. Harte News zu allerlei Themen mischen sich mit Belanglosem. Legen Sie Listen für Ihre verschiedenen Themen an, das ordnet das bunte Durcheinander-gezwitscher ein wenig.

**Listen** lassen sich mit externen Anwendungen weiterverarbeiten – mit Tweetdeck zum Beispiel. Tweetdeck ist ein (zu Twitter gehörender) alternativer Twitter-Client, bei dem Sie mehrere Timelines nebeneinander anordnen können, darunter zum Beispiel Listen. Damit

behalten Sie Ihre Themen übersichtlich nebeneinander aufgefächert im Blick.

## Soziales Netz als Filter

Eine ganze Gruppe von Twitter-Clients filtert die hereinkommenden Nachrichten, indem sie die Accounts, denen der Nutzer folgt, zur Relevanzbewertung heranzieht. Wie das funktioniert, lässt sich exemplarisch an **Tweet Shelf** festmachen. Der Dienst zeigt zum Beispiel nur diejenigen Meldungen an, die während der letzten 24 Stunden von mindestens zwei Accounts retweeted wurden, denen Sie folgen (den Zeitraum und die Anzahl der Retweets geben Sie individuell vor).

Das dampft die Masse der Meldungen deutlich ein. Ich folge zum Beispiel gut 500 Accounts, die pro Tag insgesamt über Tausend Posts absetzen. Tweet Shelf schöpft daraus pro Tag ein paar Dutzend Posts ab. Wer es sich angewöhnt, einmal am Tag den Dienst zu besuchen, verpasst keine wichtige Meldung. Tweet Shelf sendet Ihnen aber auch eine tägliche E-Mail-Zusammenfassung mit den neuesten gefilterten Meldungen zu.

Tweet Shelf ist in einer Basisversion kostenlos, die die E-Mail-Zusammenfassung umfasst. Für 5,99 US-Dollar pro Monat (oder 53,99 US-Dollar pro Jahr) erfasst der Dienst zudem Listen und stellt einen RSS-Feed bereit. Auf ähnliche Weise wie Tweet Shelf fassen **Murmel** und **The Tweeted Times** das Twitter-Nachrichtengeschehen zusammen – jeweils mit ganz

## c't kompakt

- Soziale Medien zeigen dem Nutzer nicht immer die für ihn besten Inhalte in der Timeline an.
- Man kann seinen Newsfeed mit den Funktionen der Plattformen und externen Tools aufräumen.
- Da sich die Funktionen der Netzwerke häufiger verändern, muss man am Ball bleiben.

unterschiedlichem Look. Und der kostenlose **Thresherbot** versendet immer dann eine Mail, wenn eine Meldung einen gewissen Schwellenwert an Retweets überschritten hat.

## Facebook

Facebooks Newsfeed zeigt standardmäßig die „Top-Beiträge“ an, also die Posts, die ein Algorithmus als am relevantesten ansieht. Sie schalten Ihren Newsfeed auf umgekehrt chronologische Reihenfolge um, indem Sie in der linken Navigation auf „Mehr“ und dann auf „Neueste“ klicken. Facebook behält die umgekehrt chronologische Reihenfolge nicht bei, sondern zeigt nach einer gewissen, nicht näher angegebenen Zeit wieder die Top-Beiträge an. Sie müssen also immer mal wieder umschalten.

The screenshot shows a user interface for 'Feeds Mage'. At the top, a blue banner displays the message: 'I found 218 feeds in your timeline! 7 are newsletters (usually lost in the noise). 33 are slow feeds (usually lost in the noise).'. Below this, there's a profile picture of a person with blue hair. At the bottom of the interface, there are buttons for 'Filters', 'Export all as OPML', 'Get email digest', and 'select all'.

The main area lists several feeds with their names, descriptions, and frequency:

- J.K. Rowling (@jk\_rowling) - sporadic: Listen to J.K. Rowling Talking to Poet Laureate S...
- Steve Martin (@SteveMartinToGo) - monthly: Only Murders In The Building - Picked Up For 2nd...
- Hootsuite (@hootsuite) - daily: 7 Ways to Avoid Getting Shadowbanned on Soc...
- Edward Snowden (@Snowden) - weekly: The Greatest Regret Of My Life.

**Feeds Mage** findet die zu Twitter-Kanälen gehörenden Blogs und Newsletter.

The screenshot shows the 'Social Fixer 2.8.0' interface. The left sidebar lists various sections: General, Hide Posts, Filters (selected), Display Tweaks, Advanced, Experiments, Data, Support, Donate, About, and Debug. The main area is titled 'Active Filters' and contains a table with columns: Title, Description, Actions, Stop On Match, and Enabled. The table includes filters like 'Hide Sponsored Posts' (Subscribed), 'Election/Politics 2020' (Subscribed), 'Covid-19 Filter' (Subscribed), 'Hide Suggested Posts' (Subscribed), and 'Create Game/App Tabs' (Subscribed). Below this is a 'Filter Subscriptions' section with a similar table structure, listing filters for 'Covid-19 Filter' (Subscribed), 'Election/Politics 2020' (Subscribed), 'Hide Sponsored Posts' (Subscribed), and 'Hide Suggested Posts' (Subscribed).

### Social Fixer fixt Facebook, unter anderem mit Filtern.

Darüber hinaus können Sie vorgeben, vom wem Sie bevorzugt Inhalte sehen möchten – und von wem gar keine. Stößt Ihnen zum Beispiel ein bestimmter Beitrag unangenehm auf, klicken Sie auf das Drei-Punkte-Menü daran. Dort geben Sie an, dass Sie die betreffende Person oder Seite für 30 Tage auf Snooze schalten. Sie sehen also für einen begrenzten Zeitraum nichts mehr von ihr. Die härtere Option lautet „XY nicht mehr folgen“ – und Facebook zeigt Ihnen keine weiteren Beiträge von diesem Urheber an.

In den Einstellungen unter „News Feed-Einstellungen“ räumen Sie Ihre Kontakte systematisch auf. Dort listet Facebook unter „Nicht mehr folgen“ sämtliche Seiten, Personen und Gruppen auf, denen Sie folgen. Mit jeweils einem Klick sind Sie sie los.

Wesentlich umfassender lässt sich die Timeline mit der Browser-Erweiterung **Social Fixer** bereinigen. Sie ist für Firefox, Chrome und andere Chromium-Browser erhältlich. Social Fixer schaltet den Newsfeed dauerhaft auf die umgekehrt chronologische Reihenfolge um. Mit vorbereiteten Filtern blendet das Tool Reklame-Posts, von Facebook empfohlene und sogar solche zu kontroversen Themen wie Covid-19 aus. Einen vorgegebenen Filter für Beiträge im Zusammenhang mit dem

Ukraine-Krieg gibt es nicht; Filter für beliebige Stichwörter lassen sich aber schnell zusammenklicken.

### Reddit

Bei Reddit gibt es nicht so viel aufzuräumen wie bei Facebook oder Twitter: Das Netzwerk ist übersichtlich nach Themen organisiert; Beiträge in Subreddits sortiert es halbwegs transparent nach Datum, anhand der Bewertungen der Redditors und deren Karma.

Da die Plattformbetreiber aber externen Anbietern recht freizügigen Zugriff auf die Inhalte ihrer Plattform geben, hat sich um Reddit ein großes Ökosystem an externen Apps gebildet. Auch etliche RSS-Reader können mit Reddit-Inhalten umgehen.

### LinkedIn

LinkedIn reiht die Meldungen des Newsfeed per Default algorithmisch (Top-Meldungen). Oben rechts über dem Feed finden Sie den Schalter „Sortieren nach“, mit dem Sie die Reihenfolge auf „Aktuellste“ umstellen.

An jedem Beitrag des Feeds befindet sich ein Drei-Punkte-Menü, über das Sie den Urheber eines Posts stummschalten oder ihm nicht mehr folgen können. Wolten Sie Ihr Netzwerk dagegen erweitern,

macht Ihnen LinkedIn unter [linkedin.com/mynetwork/discover-hub](https://www.linkedin.com/mynetwork/discover-hub) („Mehr entdecken“ in der linken Spalte) auf Basis Ihres Netzwerks Vorschläge zu Personen und Unternehmensseiten.

### Instagram

Instagram zeigt Inhalte seit Kurzem auf Wunsch chronologisch an: Tippen Sie in der App oben links auf den Instagram-Schriftzug, erscheint ein Aufklappmenü. Die Option „Gefolgt“ zeigt Ihnen die neuesten Beiträge der Accounts an, denen Sie folgen. „Favoriten“ zeigt die neuesten Beiträge vorab ausgewählter Lieblings-Accounts.

Zudem bietet Instagram in den Einstellungen unter „Deine Aktivität“ Selbstkontrollfunktionen. Dort zeigt die App Ihnen an, wie viel Zeit Sie in der letzten Woche mit ihr verbracht haben. Sie können Instagram verlassen, an eine Pause zu erinnern, wenn die App eine bestimmte Zeit lang ununterbrochen lief. Außerdem lässt sich ein tägliches Zeitlimit festlegen.

### YouTube

In der Grundeinstellung präsentiert die YouTube-Startseite eine wilde Mischung allgemein beliebter Videos. Das sollte sich ein wenig bessern, wenn Sie den Verlauf aktivieren. YouTube soll dann aus den von Ihnen angeschauten Videos besser Ihre Interessen ableiten.

The screenshot shows the YouTube mobile app's settings for absence messages. At the top, the status bar shows the time as 10:59 and various notification icons. The main screen has a back arrow, the text 'Abwesenheitsn... SPEICHERN', and a three-dot menu icon. Below this, there are three main sections: 'Abwesenheitsnachricht senden' (Send absence message), 'Abwesenheitsnachricht' (Absence message), and 'Zeitplan' (Schedule). The 'Abwesenheitsnachricht senden' section has a note: 'Automatisch mit einer Nachricht antworten, wenn du abwesend bist'. The 'Abwesenheitsnachricht' section contains a message: 'Hallo. Dies ist der Anrufbeantworter von Jo Bager. Ich bin derzeit nicht an Gerät, melde mich aber schnellstmöglich 😊'. The 'Zeitplan' section has the note: 'Immer senden'. At the bottom, there is a note: 'Abwesenheitsnachrichten werden nur gesendet, wenn eine aktive Internetverbindung zu deinem Telefon besteht. Mehr erfahren'.

**Mit der Business-Variante der WhatsApp-App können Sie eine Abwesenheitsmeldung für Smartphone-Abstinenzzeiten hinterlegen.**

Um Ihre YouTube-Inhalte selbst zu organisieren, benötigen Sie die für Firefox und Chrome verfügbare Erweiterung **PocketTube**. Damit können Sie Ihre abonnierten Kanäle in Ordner sortieren, die sich fast so wie virtuelle Fernsehsender nutzen lassen: Sie können PocketTube zum Beispiel alle Videos eines Ordners bis zu einer bestimmten Länge zu einer Playlist zusammenfügen und hintereinander weg abspielen lassen. PocketTube ist in einer Basisversion kostenlos, die Vollversion, die verschachtelte Feed-Ordner und weitere Sortieroptionen bietet, kostet 34 Euro pro Jahr. Mit der Browser-Erweiterung **Unhook** entfernen Sie zusätzlich vielen Schnickschnack der YouTube-Bedienoberfläche, etwa die Seitenleiste mit den empfohlenen Videos.

## TikTok

Bei TikTok füttern Sie kontinuierlich und besonders schnell den Algorithmus. Das liegt an der Kürze der Videos und daran, dass TikTok jede Ihre Interaktionen zum Training heranzieht – egal, ob Sie ein Video zu Ende schauen oder weiterwischen. Damit Sie auf diese Weise nicht immer tiefer in eine Filterblase gezogen werden, müssen Sie aktiv gegensteuern. Sollte Ihnen ein Video nicht gefallen, klicken Sie darauf und wählen Sie „Nicht interessiert“. TikTok zeigt dann nach eigenen Angaben weniger solche Videos.

Die beste Maßnahme, um sich nicht völlig dem Algorithmus auszuliefern, sondern ihn ein Stück weit in Ihrem Interesse zu trainieren, besteht aber darin, per „Entdecken“ gezielt auf die Suche nach Videos zu gehen.

## WhatsApp

Auch Messenger gehören zu den sozialen Medien. WhatsApp, Signal & Co. sind allerdings relativ geschlossene Systeme. Maßnahmen, mit denen Sie die Informationsflut eindämmen, müssen also beim Smartphone ansetzen oder mit den Funktionen klarkommen, die die App bereithält. Zu ersten Maßnahmen zählen die im Artikel auf Seite 64 beschriebenen Sperrstunden für Social-Media-Apps. So fallen zwar nicht weniger Nachrichten an, doch Sie können sich zeitliche Freiräume schaffen, in denen Sie nicht abgelenkt werden.

Um Kontakte automatisch darüber zu informieren, dass Sie für einen bestimmten Zeitraum nicht verfügbar sind, empfiehlt es sich, auf die WhatsApp-Business-

App zu wechseln. Die ist eigentlich für Unternehmen gedacht, kostet aber wie die normale WhatsApp-App keinen Cent. Sie können darin eine Abwesenheitsnachricht hinterlegen, die Sie entweder nach Zeitplan oder bei Bedarf aktivieren. WhatsApp Business bietet noch eine zweite Funktion für das Nachrichtenmanagement: Einzelne Posts lassen sich mit Labels versehen, mit denen Sie sie einfach wiederfinden.

## Manchmal ist mehr mehr

Die eigenen News-Kanäle zu optimieren bedeutet meist, sie um Elemente abzuspecken, die man nicht sehen will. Manchmal hilft es aber auch, gezielt Inhalte hinzuzunehmen. In Zeiten vieler Trigger für das Doomsrolling – Covid-19, Ukraine-Krieg, Klimawandel etc. pp. – kann es Ihnen guttun, wenn Sie sich zur Abwechslung bewusst ein paar gute Nachrichten oder flauschige Katzenbilder gönnen. Der britische Guardian hat kürzlich zu diesem Zweck eine Liste der 50 lustigsten Social-Media-Konten veröffentlicht (ct.de/yde6).

Und es mag ja bequem sein, es sich in seiner Filterblase einzurichten und nur Inhalte von Freunden und Bekannten zu abonnieren, die ähnliche (politische) Ansichten teilen. Das kann aber auch den Blick auf die Realität verzerrn. Es ist daher nicht die schlechteste Idee, auch in sozialen Medien Meinungen einzufangen, die das eigene Weltbild herausfordern. Pflegen Sie ein wenig Meinungspluralität im eigenen Feed, indem Sie einige Menschen mit anderer Weltsicht abonnieren

– es müssen ja nicht viele und nicht die ärgsten Lautsprecher anderer Spektren sein.

## Dauerlauf

Vor ein paar Wochen hat Twitter damit experimentiert, als Standardvorgabe für den Newsfeed den algorithmischen Home Feed zu setzen statt wie bisher den chronologischen Newsfeed. Letzterer wäre zwar immer noch erreichbar gewesen, Nutzer hätten bei jedem Start der Twitter-App aber erst dorthin wechseln müssen. Nach massiven Protesten hat Twitter das Experiment wieder beendet.

Nichtsdestotrotz zeigt dies beispielhaft, dass die Welt der sozialen Medien sich permanent verändert. Es vergeht keine Woche, ohne dass ein großes soziales Medium neue Funktionen präsentiert oder an seinen Newsfeed-Algorithmen herumschraubt. Manchmal kommt dabei sinnvolles Neues zum Vorschein, manchmal verschwindet aber auch Bewährtes.

Fühlt sich Ihr Newsfeed heute noch gut an, können Ihnen morgen schon wichtige Nachrichten durch die Lappen gehen, weil wieder irgendwo irgendetwas umgestellt wurde. Sie sollten deshalb am Ball bleiben.

(jo@ct.de) ct

## Literatur

- [1] Jo Bager, Profit um jeden Preis, Interna zeichnen ein verheerendes Bild der Facebook-Führung, c't 24/2021, S. 12

**Alle Dienste:** [ct.de/yde6](http://ct.de/yde6)

## E-Mail statt Web

Sie möchten sich weder mit den Web-Oberflächen der sozialen Medien noch mit den der auf Seite 70 beschriebenen RSS-Readern herumschlagen? Vielleicht ist ja das Mailprogramm Ihr Informationsmedium der Wahl.

Zugegeben, Social-Media-Kanäle per E-Mail abzufragen klingt erst mal nach einem ziemlich radikalen Vorschlag. Aber falls Sie sich unabhängiger vom Gebrimmel eines halben Dutzends von Social-Media-Diensten machen wollen, ist E-Mail vielleicht genau das richtige Medium. Mit E-Mail umzugehen hat man im Griff, das Medium ist vertraut und ändert sich nicht ständig. Im Idealfall hat man sogar Übung darin, nicht alle paar Minu-

ten dort nachzuschauen, sondern nur ein paarmal am Tag.

Mit **Mailbrew** gibt es einen Dienst, der sich auf das Aggregieren von Nachrichten per E-Mail spezialisiert hat. In seine täglichen Newsletter kann Mailbrew Inhalte aus erstaunlich vielen Quellen einbetten, von Twitter über YouTube und Reddit bis hin zu RSS-Feeds. Je nach Anzahl der an einem Tag anfallenden Post pro Kanal können so aber ziemlich lange Mails herauskommen. Mailbrew kostet 5 US-Dollar pro Monat. Alternativ zu Mailbrew können Sie sich mit Automatisierungsdiensten wie **IFTTT** oder **Zapier** eine Brücke zwischen den sozialen Medien Ihrer Wahl und E-Mail bauen.



# ... Schweigen ist Gold

## Lüfterloser Mini-Barebone Zotac Zbox CI331 Nano

**Die Zbox CI331 Nano arbeitet unhörbar leise, ist kleiner als eine Literpackung Milch und kostet als Barebone 245 Euro. Im Test zeigte sie einige positive Seiten, forderte vom Nutzer aber auch etwas Geduld.**

Von Carsten Spille

**N**icht jeder braucht einen Hochleistungs-PC. In manchen Lebenslagen sind ein stiller Betrieb, ein leicht außer Sicht platzierbares Gehäuse oder auch nur ein möglichst geringer Preis wichtiger als hohe Leistung. Für Heimanwender kann das der Großeltern-PC sein, der an der VESA-Halterung hinter Fernseher oder

Monitor verschwindet, der günstige File-Server oder der Medienzuspieler für den 4K-Bildschirm. Gewerbliche Nutzer freuen sich über das kleine Gehäuse bei digitalen Anzeigetafeln oder darüber, dass sich keine Lüfterlager festfressen und der PC dennoch gut gekühlt werden kann. Für diese und ähnliche Anwendungszwecke sind passiv gekühlte Mini-PCs wie die Zbox CI331 Nano gedacht.

Wir haben die billigere Barebone-Variante der CI331 Nano getestet. Barebone-typisch fehlen Arbeitsspeicher, SSD und Betriebssystem und lassen dem Nutzer so alle Freiheiten bei der Auswahl. Möchte man nach dem Auspacken hingegen sofort loslegen, gibt es für rund 120 Euro Aufpreis die Komplett-PC-Version mit Windows-10-Pro-Lizenz. Sie hat aber nur magere 4 GByte RAM und ebenso knappe 120 GByte SSD-Speicherplatz, weshalb wir von ihr abraten. Die Montage der fehlen-

den Bauteile gestaltet sich beim Barebone sehr einfach: Das Gehäuse ist mit vier gummierten Kreuzschlitz-Rändelschrauben verschlossen, die man auch leicht per Hand lösen kann. Der Arbeitsspeicher im SO-DIMM-Format wird wie üblich eingeklipst, die SATA-SSD im 2,5-Zoll-Format kann man einstecken und per Kreuzschraube fixieren. Eine herkömmliche, mechanische 2,5-Zoll-Festplatte passt ebenfalls, konterkariert aber die Lautlosigkeit und den Verzicht auf bewegliche Teile im System. Dass ein Steckplatz für eine moderne 2280-M.2-SSD fehlt, ist bei den gedachten Einsatzmöglichkeiten der CI331 Nano verschmerzbar. Den Geschwindigkeitsunterschied spürt man in der Praxis nur sehr selten.

Der Celeron N5100 hat vier Kerne mit Tremont-Mikroarchitektur, die allerdings nur mit maximal 2,8 GHz takten und pro Taktstschritt bei Weitem nicht so viel schaffen wie die schnellen Core-i-Prozessoren. Für die meisten Büroaufgaben genügt die Leistung aber und auch beim Internet-Surfen stört die geringe CPU-Power nur selten. Im Vergleich zum mit ähnlicher Hardware ausgestatteten Asus Mini-PC PN41 profitiert die CI331 Nano von Zotacs Großzügigkeit: Sie darf ein Watt mehr aufnehmen und hat ein kurzes Turbofenster bis 9 Watt. Damit ist sie in Benchmarks etwas schneller als der PN41 [1].

Wer allerdings einen flotten PC als Vergleich gewöhnt ist, dem fällt die Trägheit des Systems durchaus auf. Damit ist die CI331 Nano eher als typischer Großeltern- oder Wohnzimmer-PC geeignet, auf dem Fotos angeschaut, einzelne Webseiten angesurft oder Mediatheken von Streaming-Diensten durchblättert werden. 4K-Videowiedergabe ist im Vollbild auch kein Problem für sie.

Braucht die Zbox CI331 Nano unter Last noch sehr gute 19 Watt, sind es beim Nichtstun auf der Betriebssystemoberfläche immerhin noch 7,6 Watt – das haben wir bei anderen Mini-PCs schon besser gesehen. Die Kühlung gelingt auch ohne Lüfter problemlos, das gelochte Kunststoffgehäuse lässt die warme Luft gut abziehen.

### Anschlussvielfalt

Die USB-Buchsen an der Front sind auf A- und C-Typ aufgeteilt. So lassen sich die gängigsten Geräte direkt anschließen. Leider schaffen sie im Gegensatz zu den doppelt so flotten Gen2-Typ-A-Buchsen auf der Rückseite nur rund 460 MByte/s, was

aber für die meisten Sticks und externe Festplatten genügt. Der Kartenleser bremst selbst schnelle SDXC-Kärtchen auf 43 MByte/s – das Maximum seiner USB-2.0-Anbindung.

Rückseitig sind neben den angesprochenen Typ-A-Buchsen noch je ein Anschluss für die WLAN-Antenne, HDMI und DisplayPort untergebracht. Damit können drahtlos zugespielte Inhalte auf 4K-Bildschirmen mit ergonomischen 60 Hz ausgegeben werden. Darüber hinaus setzt Zotac noch zwei GBit-Ethernet-Buchsen (RJ45), einen USB-2.0-Port und einen uralten DSub-Ausgang in das Gehäuse – letzterer wohl für Konferenzräume mit alter Beamer-Hardware.

## Fazit

Die Zbox CI331 Nano ist kein Hochleistungs-PC. Darüber muss man sich im Klaren sein. Zudem ist er im Leerlauf für einen Mini-PC nicht besonders sparsam. Der Celeron N5100 blockiert dank seiner vier Kerne zwar kaum, fühlt sich aber im Vergleich zu modernen Core-i- und Ryzen-Mobilprozessoren etwas träge an. Für die Surfstation, etwa für die Großeltern, reicht die Leistung.

Wer einen billigen, unhörbar leisen PC-Barebone sucht, um damit Medieninhalte auf den Fernseher zu streamen und Dateien durchs Heimnetz zu verschicken, aber keine Höchstleistung erwartet, kann bei Zotacs ZboxCI331 Nano zugreifen.

(csp@ct.de) 

## Literatur

- [1] Carsten Spille, Zwergenparade, Fünf Mini-PC-Barebones und -Komplett-systeme, c't 21/2021, S. 22

## Zotac Zbox CI331 Nano (ZBOX-CI331NANO-BE)

Lüfterloser Mini-PC-Barebone mit Quadcore-CPU	
Hersteller, URL	Zotac, zotac.com/de
Prozessor (Kerne, Takt)	Celeron N5100 (4 x Tremont, max. 2,8 GHz)
Mainboard / BIOS	Zotac ZBOX-CI331NANO (proprietär) / 2K211231
RAM (Slots / max.)	2 x SODIMM, DDR4-2666 bis DDR4-2933 / 16 GByte (2 x 8 GByte)
Anschlüsse vorn	1 x USB-C 3.2 Gen 1, 1 x USB-A 3.2 Gen 1, 2 x Audio-Klinke, SD-Kartenleser, Power-Knopf
Anschlüsse hinten	1 x DisplayPort 1.2a, 1 x HDMI 2.0, 2 x RJ45, 2 x USB-A 3.2 Gen 2, 1 x USB-A 2.0, 1 x DSub, 1 x WLAN-Antenne, 1 x Strom
Festplattenschächte / M.2	1 x 2,5 Zoll (SATA 6G) / 1 x 2230 (M-Key, PCIe 2.0 x1, belegt mit WiFi+BT-Modul)
Gigabit Ethernet / Soundchip	2 x Realtek RTL8111 / 1 x Realtek ALC233
Netzteil	Delta Electronics ADP-40KD BB, 19 V/2,1 A (39 W), 9 cm x 3,6 cm x 2,8 cm, Kabel (zum Rechner) 180 cm + Länge Kaltgerätekabel
Abmessungen Gehäuse	12,8 cm x 12,7 cm x 5,7 cm (inkl. Füßchen)
Zubehör	VESA-Halterung
Messwerte (Ultra-HD-Display, USB-Tastatur/-Maus)	
Cinebench R23 Single- / Multithreading	613 / 2138 Punkte
3DMark Fire Strike	1038 Punkte
BAPCo SYSmark 25	623 Punkte
Leistungsaufnahme Soft-off / Energie sparen	0,9 W (0,4 W) / 1,2 W
Leerlauf / Volllast CPU / CPU + GPU	7,6 / 19 / 19 W
Geräusch im Leerlauf / CPU-Volllast	⊕⊕ (<0,1 sone) / ⊕⊕⊕ (<0,1 sone)
analoge Signalqualität	Wiedergabe: ⊕⊕/ Aufnahme: ⊖
Preis	245 €
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut
○ zufriedenstellend	⊖ schlecht
⊖⊖ sehr schlecht	

So werden Sie zum

# DEV-TEAM-SUPERHELDEN!



Heft + PDF  
mit 29 % Rabatt

iX und heise Developer wenden sich mit diesem Sonderheft an die Alltagshelden, die Software von Schwachstellen befreien. Dieses Heft setzt Ihre Superkräfte frei:

- ▶ OWASP Top 2021
- ▶ Von den Grundlagen bis zu quantensicherer Kryptographie
- ▶ Sicheres Programmieren mit Rust
- ▶ DevSecOps: Grundlagen, Tools, Reifegradmodelle

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



[shop.heise.de/ix-sichere-softwareentwicklung21](http://shop.heise.de/ix-sichere-softwareentwicklung21)

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



## Goldene Mitte

**Für rund 75 Euro gibt es Intels Pentium Gold G7400 für LGA1700-Mainboards mit DDR4- und DDR5-Speicher. Er hatte im Test mit seinen zwei flinken Kernen nicht nur für die allermeisten Büroaufgaben genug Dampf.**

Intels Pentium war einst der schnellste PC-Prozessor, später wurde die Reihe als Billigheimer aufs Abstellgleis geschoben. Inzwischen ist der 75 Euro teure Pentium Gold G7400 ein spürbares Upgrade zum ultrabilligen Celeron. Die beiden 3,7 GHz schnellen CPU-Kerne haben die Mikroarchitektur der schnellen P-Cores im Core i-12000 und sind im Cinebench R23 beinahe doppelt so schnell wie beim fünf Jahre alten Pentium G4560.

Die integrierte UHD-710-Grafik (IGP) ist für den Alltag auch an zwei 4K60-Bildschirmen noch flott genug und ihre modernen Videodekoder können die CPU-Kerne beim Streaming entlasten. Wer die IGP nicht braucht und sowieso eine Grafikkarte stecken will, bekommt für 30 Euro mehr den Vierkerner Core i3-12100F ohne Grafikeinheit. AMDs Athlon 3000G ist ähnlich teuer wie der Pentium, aber deutlich langsamer. Schnelle Ryzen-Kombiprozessoren und Core i3 mit IGP kosten derzeit mindestens 140 Euro.

Der G7400 passt in Mainboards mit LGA1700-Fassung und einem Chipsatz der 600er-Serie. Zwischen DDR4- und DDR5-Bestückung maßen wir beim Pentium nur vernachlässigbar geringe Geschwindigkeitsunterschiede. Seine nominelle TDP von 46 Watt erreichte er auch unter Volllast bei weitem nicht – maximal wurden uns 25 Watt Package Power angezeigt. Damit stellt er auch ans PC-Netzteil nur sehr geringe Anforderungen und

lässt sich leise kühlen. So ist sogar der beiliegende Boxed-Kühler eine brauchbare Option, der bei den schnelleren Core-i-CPUen nervig laut aufheult. Eine Kröte muss man aber schlucken: Ausgerechnet der die Stromkosten bestimmende Schwach- oder Nulllastbetrieb („Idle“) ist bei der LGA1700-Desktopplattform kein Glanzstück. So auch beim Pentium Gold G7400, mit dem unser Testsystem nicht unter 20 Watt schluckte. Das können aktuelle AM4- und ältere Intel-Systeme besser.

Die Leistung des Pentiums lag in Büroanwendungen laut dem Office-Benchmark BAPCO SYSMark 25 insgesamt um circa 16 Prozent über der des Celeron G6900. Hier halfen die zusätzlichen Threads durch Simultaneous Multithreading, die die Recheneinheiten der beiden Kerne besser auslasten. Verglichen mit dem knapp doppelt so teuren Vierkerner Core i3-12100 schaffte der Pentium rund drei Viertel der Punkte und auf den Ryzen 5600G fehlten ihm 17 Prozent.

Die 3D-Leistung der UHD-710-Grafik genügt höchstens für ältere Spiele in geringerer Auflösung mit reduzierten Details. Wer eine Grafikkarte steckt, kann mit dem Pentium auch das Open-World-Adventure Assassin's Creed Odyssey oder den Shooter Metro Exodus spielen – beide Titel verweigerten auf dem Celeron den Start wegen zu weniger CPU-Threads. Auch gepaart mit reichlich Grafikleistung war der Pentium G7400 nur rund halb respektive zwei Drittel so schnell wie Core i3-12100 oder Ryzen 5600G.

Der Pentium Gold G7400 ist ein brauchbarer Einsteigerprozessor für günstige PCs, der unter 100 Euro derzeit kaum Konkurrenz hat (AMDs kommende Billigangebote für den AM4 testen wir in einer der kommenden Ausgaben). Für einfache Standard-Büroaufgaben hat der Pentium vor allem dank SMT mehr Reserven als der billigere Celeron, der Rückstand auf die schnelleren Core i ist zwar merklich, dafür sind die auch fast doppelt so teuer.

(csp@ct.de)

## Intel Pentium Gold G7400 (boxed)

Desktop-Prozessor für LGA1700-Mainboards	
Hersteller, URL	Intel, intel.de
Kerne (Takt)	2 + SMT (3,7 GHz)
BAPCo SYSMark 25	1167 Punkte
3DMark Firestrike	1199 Punkte
Straßenpreis	75 €



## Draußen-WLAN

**Zyxels Outdoor-WLAN-Basis NWA55AXE versorgt den Garten oder das Firmengelände mit schnellem WLAN.**

Der Outdoor-AP NWA55AXE ist fürs Einbinden in Zyxels Cloud-Management Nebula vorgesehen, läuft per Browser-Konfiguration aber auch autonom. Admins finden sich dort zurecht, Einsteigern hilft der automatisch anlaufende Setup-Wizard. Ärgerlich: Auch mit Nacharbeiten an den DFS-Einstellungen und viel Probieren schafften wir es nicht, den AP regulierungskonform stabil nur auf 5-GHz-Kanälen ab 100 zu betreiben. Da sollte Zyxel nachbessern.

Dafür entschädigt der NWA55AXE mit guter WLAN-Performance und Multi-SSID-Betrieb mit VLAN-Tagging für mehrere Netzwerkzonen (Familie/Mitarbeiter, Gäste/Kunden, Smarthome/IoT). Im Mesh-Modus kann man mit mehreren Geräten die Abdeckung auch ohne LAN-Infrastruktur vergrößern. Betreiber kleiner Netze bekommen beim NWA55AXE einen guten Gegenwert fürs Geld. (ea@ct.de)

## Zyxel NWA55AXE

WLAN-Access-Point	
Hersteller, URL	Zyxel, zyxel.de
WLAN	2 × Wi-Fi 6 (2) alias IEEE 802.11ax-600/1200, WPA3, DFS, Multi-SSID (8 pro Band, VLAN-Tagging)
Ansschlüsse	1 × RJ45 (Gigabit-Ethernet, PoE-PD, IEEE 802.3at)
getestete Firmware	6.25(ABZL.5)0
WLAN 2,4 GHz nah / 20 m <sup>1</sup>	146 / 55-137 Mbit/s
5 GHz nah / 20 m <sup>1</sup>	527 / 127-212 Mbit/s
Leistungsaufnahme <sup>2</sup>	5,4 W (10,8 VA)
jährliche Stromkosten <sup>2</sup>	19 €
Preis	140 €

<sup>1</sup> gegen Intel AX200 <sup>2</sup> idle, primär am beiliegendem PoE-Injektor, Dauerbetrieb, 40 Cent/kWh



## Rasend schnell und autark

**Das 17-Zoll-Display ROG XG17AHP von Asus taugt als flinker Gaming-Monitor ebenso wie als komfortables Mobildisplay für unterwegs. Sein Einsatzgebiet bleibt dennoch unklar.**

Verbindet man den Mobilmonitor aus Asus' Republic-of-Gamer-Familie per USB-C oder HDMI mit dem Notebook, erweitert er dessen Schirmfläche um ein 17,3-zölliges Full-HD-Display. Der im Monitor eingebaute Akku kann unterwegs entweder das Notebook entlasten oder erlaubt es, das Display per HDMI ohne externe Stromversorgung zu betreiben. An einem per USB-C verbundenen Tablet aktivierte der Monitor den Akku erst nach wiederholtem Anschließen des USB-C-Kabels. Eine Akkulaufzeit reicht bei voller Schirmhelligkeit von 277 cd/m<sup>2</sup> für etwa 3,5 Stunden. Im Büro lädt man den Monitor per USB-C-Netzteil.

Das Besondere des ROG-Displays sind seine extrem kurzen Schaltzeiten: Die Bildwiederholfrequenz von 240 Hertz erreicht er im Overdrive-Modus 4 ohne nennenswerte Überschwinger. So bleiben kontraststarke Kanten auch in Bewegung knackscharf und zeigen keine Doppelkonturen. Dank AMDs FreeSync

Premium folgt der Monitor dem Takt der Grafikkartensignale, was Zerreissen oder Ruckler im Bild verhindert. Unsere Spieldaten waren von der Spieldauergeschicklichkeit des kleinen Monitors sehr begeistert.

Der Farbumfang des mattierten IPS-Displays wird im einstellbaren sRGB-Modus sauber auf sRGB reduziert, der mittlere Kontrast liegt bei guten 1280:1. Dank seines blickwinkelstabilen Panels eignet sich der mobile XG17AHP so auch für kleine Bildbearbeitungen. Dreht man das Display ins Hochformat, drehen sich Bildinhalt und Bildmenü automatisch mit – sehr komfortabel zum Lesen langer Threads oder Webseiten. Am rückwärtig angebrachten Puck lässt sich das aufklappbare und höhenverstellbare Tripod-Stativ befestigen. Alternativ lehnt das Display sicher an seinem faltbaren Schutz-Cover.

Die Leistungsaufnahme des Monitors im Betrieb lag bei voller Helligkeit bei 12 Watt, im ausgeschalteten Zustand ohne anliegendes Signal waren es noch etwa 2,7 Watt. Deshalb trennt man den Monitor besser von Notebook oder Mobilgerät, wenn er nicht benötigt wird.

Stellt sich die Frage, wer den XG17AHP wirklich braucht, denn er belastet das Budget für 500 Euro ohne Fuß und als XG17AHP für 600 Euro mit ROG-Tripod und Tasche merklich. Mobile Gaming-Monitore waren in Zeiten von LAN-Parties gefragt, heute spielt man online zusammen am heimischen Schreibtisch und mit größerem Gaming-Monitor. Als Mobilmonitor für unterwegs ist das Asus-Display arg teuer, Alternativen mit Full-HD-Auflösung bekommt man bereits ab 230 Euro. Die haben zwar weder einen Akku noch einen höhenverstellbaren Fuß, reichen aber am Notebook mit USB-C-Ausgang unterwegs meist aus. So bleibt der ROG XG17AHP zwar ein begehrtes Gerät, aber entweder zu kleiner oder aber sehr teurer USB-C-Monitor.

(uk@ct.de)

## ROG XG17AHP

### Mobiler Gaming-Monitor

Hersteller, URL	Asus, rog.asus.com
Display	17,3 Zoll, 1920 × 1080 Pixel, 130 dpi
Abmessung	40 cm × 25 cm × 1 cm, 1060 g
Akku, Laufzeit	7800 mAh, 3,5 h (277 cd/m <sup>2</sup> )
Anschlüsse	USB-C, USB-C-PD, Mini-HDMI, Klinke
Preis	500 € (XG17AHP), 600 € (XG17HP)

## Maßgeschneidert!

Bauen Sie Ihren Wunsch-PC



Heft + PDF  
mit 29 % Rabatt

Sie folgen nicht dem Massengeschmack und den Hersteller-Vorgaben bei Komplett-PCs? Dann finden Sie in diesem Heft Tipps für die Komponentenauswahl Ihres individuellen PCs – sowohl als Neuanschaffung oder zum Aufrüsten des alten:

- 2 Bauvorschläge: High-End- & Gaming- oder Mini-PC
- Hardware-Anforderungen für Windows 11
- Aktuelle Prozessoren sowie Tipps zum Energiesparen und Übertakten
- Im Test: 16 aktuelle PCI-Express-3.0- und 4.0-SSDs

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



[shop.heise.de/ct-hardwareguide21](http://shop.heise.de/ct-hardwareguide21)

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

# Zweieiige Zwillinge

## Dell-Monitore mit Full-HD- und 4K-Auflösung im Test

**Die Dell-Monitore C2723H und der U2723QE ähneln sich im Namen und im Erscheinungsbild. Das U-Modell bringt aber viermal so viele Pixel mit und ein spezielles IPS-Panel, der günstigere C2723H eine eingebaute Webcam. Wir haben getestet, welches Display für wen infrage kommt.**

Von Benjamin Kraft und Ulrike Kuhlmann

Die 27-Zöller von Dell gleichen sich auf den ersten Blick: Beide sind sehr schmal eingefasst, ruhen auf einer leicht geschwungenen silberfarbenen Fußplatte und lassen sich in ihrem Ständer um 15 Zentimeter in der Höhe verstetzen. Trotz derselben Ziffernfolge in der Modellbezeichnung zielen die Geräte aber auf sehr unterschiedliche Nutzergruppen: Der C2723H bringt ein Full-HD-Panel und alles Nötige für den unkomplizierten Einsatz im Büro mit, der fast doppelt so teure U2723QE empfiehlt sich für den semipro-

fessionellen Einsatz als farbverbindlicher 4K-Monitor mit moderner USB-C-Schnittstelle.

### Allrounder

Am C2723H benötigt man im Büroalltag keine zusätzlichen Geräte, denn er hat außer zwei Signaleingängen und USB-Hub auch eine Webcam nebst Mikrofon, Lautsprecher und Kopfhöreranschluss eingebaut. Damit ist das 380-Euro-Gerät sofort einsatzbereit als Büromonitor und für Videokonferenzen. Die Webcam verschwindet mit einem Druck darauf im Monitorgehäuse, in Konferenzen bleibt man so dennoch aktiv, nur eben ohne Bild. Die 5-Megapixel-Kamera erfasst einen angemessen großen Bereich vor dem Schirm, fokussiert wie gewünscht auf das Gesicht und zeigt unter normalen Lichtbedingungen ein ausreichend helles Bild. Die unten im Monitor eingebauten Lautsprecher klingen etwas mulmig, die Sprachverständlichkeit ist aber insgesamt okay. Alternativ kann man Kopfhörer per Klinkenbuchse an den C2723H anschließen, um die Kollegen im Büro nicht zu stören. Eine Sensortaste an der Displayfront deaktiviert komfortabel das Mikrofon.

### Anschlussmeister

Der U2723QE kostet 725 Euro und bringt sämtliche Anschlüsse mit, die man von einem modernen Monitor erwarten kann: Außer DisplayPort und HDMI sind dies zwei USB-C-Eingänge, einer davon für DisplayPort-Signale nebst Ladefunktion USB-PD, der zweite als Eingang für den Vierport-USB-Hub. Entsprechend eng geht es in der Anschlussleiste im Monitorrücken zu. Dank der Eingangsvielfalt lassen sich unkompliziert zwei PCs am U2723QE betreiben und die angeschlossene Peripherie über den eingebauten KVM-Switch dem jeweils aktiven PC zuordnen. Per Bild-im-Bild-Funktion (PIP) holt man zudem beide PCs gleichzeitig auf den Schirm.

### Bildeigenschaften

Beide Dell-Monitore besitzen ein IPS-Panel, doch beim U2723QE handelt es sich um ein 4K-Display mit  $3840 \times 2160$  Pixeln in der von LG Display beworbenen Technik „IPS Black“. Die C-Variante C2723H zeigt Full-HD-Auflösung mit  $1920 \times 1080$  Bildpunkten in herkömmlicher IPS-Technik.

Tatsächlich erreicht der U2723QE einen Kontrast von fast 1300:1. Das ist ein sehr guter Wert für ein IPS-Display, wenn-



Die Webcam in Dells C2723H verschwindet mit einem Druck im Monitorrahmen, das Mikrofon bleibt auf Wunsch weiter aktiv.



Der U2723QE nimmt per USB-C vom PC Videosignale und leitet Daten an den eingebauten KVM-Switch.

gleich es noch nicht ganz an die Kontraste guter VA-Panels heranreicht. Dell spezifiziert für den Monitor DisplayHDR 400, im SDR-Betrieb haben wir in der Spur 375 cd/m<sup>2</sup> gemessen. Die ungemein satten Farben des 4K-Monitor haben uns sofort beeindruckt. Für das tolle Rot sorgt ein sogenannter KSF-Phosphor an den Backlight-LEDs, auch Grün geht deutlich über sRGB hinaus. Für farbverbindliches Arbeiten am LCD schränkt Dell den Farbraum im voreingestellten Modus „sRGB“ exakt auf ebendiesen Farbraum ein – vorbildlich.

Die Grundfarben des C2723H decken den sRGB-Farbraum ebenfalls sauber ab, viel mehr ist allerdings nicht drin. Weil die Mitte deutlich heller leuchtet als der Rest und die Schirmhelligkeit (nicht die Farben) zusätzlich vom Einblickwinkel abhängt, erscheint das Display auch beim Blick von vorn ungleichmäßig ausgeleuchtet. Das stört vor allem auf gleichmäßigen Farbflächen und weniger im Desktopbetrieb etwa beim Surfen. Als Maximalleuchtdichte haben wir 254 cd/m<sup>2</sup> gemessen, was auch im hellen Büro ausreichen sollte; HDR beherrscht der Monitor nicht.

Leider hapert es an der Ausleuchtung auch beim 4K-Modell U2723QE etwas, das Display ist oben links und unten rechts messbar dunkler. Doch weil der Rest gleichmäßiger ist und die Darstellung blickwinkelunabhängig, fällt das weniger stark ins Gewicht.

## Auflösung

Beide Monitore stellen feine Grau- und Farbverläufe sauber dar. Der teurere U2723QE nutzt dazu ein 10-Bit-Panel mit entsprechend höherer Auflösung von 1024 Stufen pro RGB-Farbe. Doch auch am 8-Bit-Panel (256 Stufen) des C2723H konnten wir keine Farbkanten oder ähnliches ausmachen.

Unübersehbar ist dagegen die unterschiedliche Auflösung der beiden Monitore: Während die 4K-Auflösung des U2723QE für feine Bilder sorgt, erzeugt die Full-HD-Auflösung des C2723H ein deutliches Raster auf dem 27-Zöller – bei Projektoren würde man vom Fliegengittereffekt sprechen. 1920 × 1080 Pixel sind bei dieser Displaygröße im Grunde zu wenig, die Pixelauflösung sollte 100 dpi (dots per inch) nicht unterschreiten, hier sind es nicht einmal 82 dpi. Immerhin muss man bei der geringeren Auflösung keinerlei Zoom nutzen: Alle Icons und Beschriftungen werden schon bei 1:1-Wiedergabe ausreichend groß dargestellt, was

Nutzern mit eingeschränktem Sehvermögen entgegenkommt. Das ist beim 4K-Modell anders, doch dank des wesentlich feineren Pixelrasters (163 dpi) sieht man an ihm auch bei 150-prozentiger Vergrößerung keine Rasterung.

## Mechanik

Typisch für Dell-Monitore sind die umfangreichen mechanischen Einstellmöglichkeiten: Beide Displays lassen sich weit zur Seite drehen, um dem Kollegen mal eben etwas auf dem Schirm zu zeigen. Wer häufig lange Tabellen oder Webseiten bearbeitet, kann die Displays ins Hochformat drehen – weil die Rotation zu beiden Seiten möglich ist, wird sie nicht durch Platzmangel auf dem Schreibtisch behindert. Über die großzügige Höhenverstellung passt sich der Monitor unterschiedlich großen Nutzern an – Bücherstapel braucht es hier nicht. Leider kratzt es in der Laufschiene des C2723H hörbar beim Hochschieben des Displays, die Mechanik des U2723QE läuft wesentlich ruhiger. Überhaupt ist das 4K-Modell stabiler ausgeführt, beim

C2723H schläbert der Schirm dagegen bei allen Einstellungen oder Tischrucklern unelegant auf dem Standfuß. Diese Qualitätsunterschiede sieht man den Monitoren von außen nicht an, doch angesichts des Preisunterschieds waren sie zu erwarten.

## Fazit

Die ähnliche Produktbezeichnung bei Monitoren sollte nicht dazu verleiten, ähnliche Produkteigenschaften zu erwarten. Schon die vermeintlich gleiche Mechanik ist unterschiedlich gut ausgeführt, das teurere Modell hat ein deutlich besseres Panel und setzt auf die moderne USB-C-Schnittstelle. Dafür gibt Dell dem günstigeren C-Modell als sehr praktische Beigabe eine eingebaute Webcam nebst Mikro mit.

Die Webcam hilft allerdings nicht über die arg grobe Displayauflösung des C2723H hinweg: Full HD im 27-Zöller mit 81 dpi ist für normalsichtige Nutzer nicht angemessen. Deutlich sinnvoller erscheinen hier 109 dpi, wie sie QHD-Monitore mit 2560 × 1440 Pixeln auf 27-Zoll-Diagonale erreichen. (uk@ct.de) **ct**

## 27-Zoll-Monitore mit IPS-Panel

Modell	C2723H	U2723QE
Hersteller	Dell	Dell
Diagonale / sichtbare Bildfläche	27" (68,6 cm) / 60 cm × 33,6 cm	27" (68,6 cm) / 60 cm × 33,6 cm
Auflösung (Seitenverhältnis) / Pixeldichte	1920 × 1080 Pixel (16:9) / 81,5 dpi	3840 × 2160 Pixel (16:9) / 163 dpi
Paneltyp / max. Bildwiederholrate	IPS / 60 Hz	IPS Black/ / 60 Hz
HDR / Farbauflösung / Farbraum	– / 8 Bit / 99% sRGB	DisplayHDR 400 / 10 Bit / 100% sRGB; 98% DCI-P3
Videoeingänge	1 × HDMI 1.4, 1 × DisplayPort 1.2	1 × USB-C mit DP 1.4 und USB-PD, 1 × HDMI 2.0, 1 × DisplayPort 1.4
sonstige Anschlüsse	1 × DisplayPort 1.2 Out (Daisy Chain), Mini-Klinke (Kopfhörer)	1 × DisplayPort 1.4 Out (Daisy Chain), Mini-Klinke (Kopfhörer)
USB-Hub	✓ (4 × USB-A 3.0)	✓ (4 × USB-A 3.1 und 1 × USB-C 3.1 mit USB-PD)
Besonderheiten	Mikrofon, Webcam (5 MPixel, versenkbare), Lautsprecher (2 × 5 W), ins Hochformat drehbar (Pivot)	1 × GBit LAN (RJ45), KVM-Switch, Bild-im-Bild (PIP); ins Hochformat drehbar (Pivot)
Lieferumfang	Kabel: HDMI, DisplayPort, USB-B, Strom	Kabel: DisplayPort, USB-C, USB-C-auf-USB-A, Strom
Geräteabmess. (B × H × T) / Gewicht	61 cm × 39 – 54 cm × 18,5 cm / 7,2 kg	61 cm × 38,5 – 53,5 cm × 18,5 cm / 6,6 kg
Nachhaltigkeit		
Software- und Firmware-Updates <sup>1</sup>	8 Jahre	8 Jahre
Support / Ersatzteile <sup>1</sup>	7 Jahre / 7 Jahre	7 Jahre / 7 Jahre
Energieeffizienzklasse SDR / HDR	C / –	F / G
Messwerte		
Kontrast	min. Sichtfeld 958:1 / 12 %, erw. Sichtfeld 671:1 / 44,3 %	min. Sichtfeld 1287:1 / 23,8 %, erw. Sichtfeld 774:1 / 64 %
Leuchtdichtheitbereich	25 ... 254 cd/m <sup>2</sup>	33 ... 375 cd/m <sup>2</sup>
Leistungsaufnahme Sdby / Betrieb	0,2 W / 10 W bei 120 cd/m <sup>2</sup> SDR	0,1 W / 25,1 W bei 120 cd/m <sup>2</sup> SDR
Bewertung		
Kontrast / Blickwinkelabhängigkeit	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕⊕
Ausleuchtung / Farbwiedergabe	○ / ⊕	○ / ⊕⊕
Bedienung / Verarbeitung	⊕ / ○	⊕ / ⊕⊕
Garantie	3 Jahre	3 Jahre
Preis	380 €	725 €

<sup>1</sup> ab Beendigung des Inverkehrbringens

✓ vorhanden – nicht vorhanden ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht



# Plattgezockt

## Gaming-Notebook Dell Alienware x14 mit Vierzehnkern-CPU und GeForce RTX 3060

**Dell bringt den Vierzehnkerner Core i7-12700H, die Mittelklasse-GPU GeForce RTX 3060 und ein flottes 14-Zoll-Display in einem besonders flachen Gehäuse unter. Im Test erfüllte das Notebook aber nicht alle Mobilitätswünsche.**

Von Florian Müssig

**E**in kleines und dünnes Notebook mit hoher 3D-Performance klingt nach der eierlegenden Wollmilchsau der Mobilrechner. Das neue Alienware x14, mit dem Dell nach vielen Jahren der Abstinenz nun wieder ein kompaktes Gaming-Notebook im Angebot hat, kommt dieser Wunschvor-

stellung schon recht nahe: Es hat einen Vierzehnkernprozessor der zwölften Core-i-Generation und Nvidias Mittelklasse-GPU GeForce RTX 3060. Diese Kombination reicht locker aus, um aktuelle 3D-Spiele bei hohen Detailgraden und sogar mit Raytracing-Effekten flüssig zu zocken.

Dennoch haben die Fingerkuppen beim Tippen nur rund einen Zentimeter Abstand zur darunterliegenden Schreibtischplatte – so wenig Bauhöhe bieten sonst nur wenige Edelnotebooks mit schwächeren Prozessoren der U-Klasse (nominal 15 Watt Abwärme) ohne Zusatzgrafikchip. Die ungleich stärkeren Chips im Alienware x14 dürfen kombiniert hingegen bis zu 130 Watt verheizen – also fast eine Größenordnung mehr.

Das klappt nur mit einem Hochleistungskühlsystem rund um eine Vapor Chamber mit zwei Lüftern und großen Lufteinlässen an Ober- und Unterseite.

Die Abstimmung tut ihr Bestes, um Lärm zu vermeiden, doch physikalische Gesetze setzen enge Grenzen: Das Kühlssystem übersteht zwar ein paar Sekunden Last ohne Lärm, doch danach drehen die Luftquirlen hörbar auf. Sie werden bis zu 2,3 sone laut und pfeifen recht hochfrequent – hohe Drehzahlen kompensieren fehlendes Volumen. Nach Lastende rauscht das Notebook wiederum ein paar Sekunden weiter, um Restwärme abzuführen.

### Bürzel

Dabei hat Dell übrigens schon ein bisschen getrickst: Viel vom technischen Innenleben und damit auch vom Kühlssystem befindet sich nicht wie üblich unter der Tastatur, sondern in einem Gehäuseteil, der ab den Deckelscharnieren gemessen gut vier Zentimeter nach hinten übersteht. Dieser Bürzel ist durchgängig so dick wie das zusammengeklappte Notebook – was ein paar zusätzliche Millimeter Bauhöhe bringt.

Sämtliche Anschlüsse finden sich ebenfalls dort; sie gehen allesamt nach hinten weg. Fürs Netzteil oder ein Thunderbolt-Dock ist das angemessen, doch leider muss man auch fürs Anschließen eines USB-Sticks oder das Einsticken einer MicroSD-Karte hinten ran. Das nervt, weil man dafür dann entweder den Deckel zu klappen oder das gesamte Notebook drehen muss – oder beides. Sogar der analoge Klinkenausgang für Headsets ist hinten.

Apropos Netzteil: Dell nutzt hier seine proprietäre 130-Watt-USB-C-Erweiterung (20 Volt, 6,5 Ampere), die es schon ein paar Jahre gibt und die nur an hauseigenen Notebooks funktioniert. Alle standardkonform arbeitenden Geräte bekommen von dem Klotz nur magere 5 Watt serviert. Damit konterkariert Dell die Universalität von

**Dell hat viel Technik in das hintere Ende des Notebooks ausgelagert; der größere Teil vor den Scharnieren ist trotz der hohen Spieleperformance ausgesprochen flach.**



USB-C-Netzteilen. Anders als früher gibt es inzwischen zudem eine offizielle USB-PD-Erweiterung, die über 100 Watt hinausgeht [1]. Auf diese Spezifikation sollte Dell schleunigst wechseln – die ersten Konkurrenten nutzen sie jedenfalls schon [2].

## OptiMUX

Im Alienware x14 arbeitet eine neue Art von Hybridgrafik. Im 2D-Betrieb oder beim Videogucken ist nur die im Intel-Prozessor integrierte Grafikeinheit aktiv, doch bei 3D-Last gibt es jetzt zwei Optimus-Modi. Entweder schiebt die Nvidia-GPU das von ihr berechnete Bild wie üblich in den Grafikspeicher der Intel-GPU oder aber sie steuert den Bildschirm selbst direkt an – dann sind auch Funktionen wie G-Sync möglich. Multiplexer (MUX) schalten im Betrieb den Modus um; ab Werk entscheidet der Grafiktreiber anhand von Profilen automatisch, was er für angemessen hält. Als Nutzer merkt man es nur daran, dass der Bildschirm zwischenzeitlich beim Anwendungs- oder Spielstart kurz einfriert.

Obwohl das Alienware x14 flach ist, hat man nicht die hohe Mobilität von dünnen Nicht-Gaming-Notebooks. Denn man schleppt rund 1,8 Kilogramm mit sich herum und der üppige 80-Wh-Akku hält selbst im Optimalfall nur achteinhalb Stunden durch. Zum Vergleich: Es gibt halb so schwere Notebooks mit weniger Akkukapazität, die doppelt so lange durchhalten [3] – aber nicht mit starker GPU. Der Core i7-12700H zieht unter Last ordentlich Strom, ist im Cinebench R23 aber schneller als die Konkurrenten AMD Ryzen 9 6900HS und Apple M1 Max. Bei Singlethreading beträgt der Vorsprung 13 beziehungsweise 16 Prozent, bei Multi-threading 26 bis 33 Prozent.

Die getestete, sinnvolle Hardwarezusammenstellung (Core i7-12700H, GeForce RTX 3060, 16 GByte aufgelöster LPDDR5-Speicher, 1-TByte-SSD) kostet 2400 Euro; für jeweils 100 Euro Aufpreis könnte man noch den Arbeitsspeicher oder die SSD-Kapazität verdoppeln – macht 2600 Euro im Maximalausbau. Die Preise beginnen bei 1900 Euro mit dem Zwölfkerner Core i5-12500H, dem merklich schwächeren Grafikchip GeForce RTX 3050 und einer 512er-SSD. Vorinstalliertes Windows 11 Pro statt Home kostet unabhängig von der Hardware 60 Euro Aufpreis. Die einjährige Garantie lässt sich auf bis zu vier Jahre erweitern; je nach Leistungsumfang kostet das dann mehr als 600 Euro obendrauf.

Der matte Bildschirm, der Full-HD-Auflösung mit bis zu 144 Hertz im schmalen 16:9-Format darstellt, der Wi-Fi-6E-taugliche WLAN-Adapter AX211, das futuristisch in schwarz-weiß gestaltete Gehäuse und eine Windows-Hello-taugliche Webcam sind immer an Bord. Die RGB-beleuchtete Tastatur gefällt mit ausreichend Tastenhub, zweizeiliger Enter-Taste und großem Cursor-Block.

## Fazit

Das Alienware x14 ist ein sehr dünner und dennoch hochpotenter Mobilrechner. Wer sich am vergleichsweise hohen Ge-

wicht und den recht kurzen Akkulaufzeiten nicht stört, bekommt ein Gaming-Notebook, dessen Ausstattungsmerkmale wie der matte, flotte Bildschirm und die gute Tastatur mit gelungenem Layout auch bei Office-Arbeiten gefallen.

(mue@ct.de) 

## Literatur

- [1] Florian Müssig, Universelle Saft-Buchse, USB-C liefert künftig bis zu 240 Watt, c't 14/2021, S. 138
- [2] Florian Müssig, Apfel-Konsolidierung, Die 2021er MacBook Pro 14" und 16" mit den Apple-Prozessoren M1 Pro und M1 Max, c't 26/2021, S. 96
- [3] Florian Müssig, Leicht günstig, HPs leichtes Pavilion Aero 13 mit flottem Ryzen und mattem 16:10-Bildschirm, c't 2/2022, S. 66

## Dell Alienware x14: Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration	D56P2M3						
Lieferumfang	Windows 11 Pro 64 Bit, Netzteil, USB-C-auf-LAN-Adapter						
<b>Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)</b>							
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera (Hello)	– / – / H / – / ✓ (✓)						
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / 1 × H / 3 × H (3 × Typ C) / –						
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	H (MicroSD) / – / –						
USB-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓						
Ausstattung							
Display	Sharp LQ140M1: 14 Zoll / 35,6 cm, 1920 × 1080, 16:9, 157 dpi, 144 Hz, 16 ... 312 cd/m <sup>2</sup> , matt						
Prozessor	Intel Core i7-12700H (6 P-Kerne mit SMT, 8 E-Kerne ohne SMT, 2,3 / 1,7 GHz (Turbo bis 4,7 / 3,5 GHz), 24 MByte L3-Cache						
Hauptspeicher	16 GByte LPDDR5-5200						
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	PEG: Nvidia GeForce RTX 3060 (6144 MByte GDDR6) / ✓						
Sound	HDA: Realtek ALC289						
LAN / WLAN	– / PCIe: Intel AX211 (Wi-Fi 6, 2 Streams)						
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	– / USB: Intel (Microsoft)						
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / –						
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: WDC SN810 (1024 GByte) / –						
Stromversorgung, Maße, Gewicht							
Akku (Ladestopp < 100% einstellbar)	80 Wh Lithium-Ionen (–)						
Netzteil	130 W, 419 g, 14,3 cm × 6,4 cm × 2,2 cm, Kleeblattstecker						
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,78 kg / 32,1 cm × 26,2 cm / 1,7 ... 1,8 cm						
Tastaturhöhe / Tastenraster	1,2 cm / 18,5 mm × 18 mm						
Leistungsaufnahme							
Suspend / ausgeschaltet	1,8 W / 0,4 W						
ohne Last: Display aus / 100 cd/m <sup>2</sup> / max.	9,4 W / 12,3 W / 14,8 W						
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	137 W / 22 W / 103 W						
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	138 W / 0,94						
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks							
Laufzeit Idle (100 cd/m <sup>2</sup> ) / Video (200 cd/m <sup>2</sup> ) / 3D (max.)	8,5 h / 5,3 h / 1 h						
Ladestand / Laufzeit nach 1h Laden	70 % / 5,9 h						
Geräusch ohne / mit Rechenlast	< 0,1 sone / 2,3 sone						
Massenspeicher lesen / schreiben	5035 / 4624 MByte/s						
IOPS (4K) lesen / schreiben	71680 / 91904						
Leserate SD-Karte	178 MByte/s						
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	383 / 196 Mbit/s / ✓						
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 115,1 dB						
Cinebench R23 Rendering (1T / nT)	1775 / 16463						
3DMark: Wild Life / Night Raid / Fire Strike / Time Spy / Port Royal	42812 / 46776 / 17131 / 7918 / 4322						
Preis und Garantie							
Straßenpreis Testkonfiguration	2460 €						
Garantie	1 Jahr						
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend	⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht	✓ vorhanden	– nicht vorhanden	k. A. keine Angabe



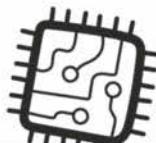
**Die Welt verstehen,  
wie sie morgen  
sein wird.**

**35 %  
Rabatt**



**2 Ausgaben inklusive  
Prämie nach Wahl:**

[mit-tr.de/testen](http://mit-tr.de/testen)



**leserservice@heise.de**

**+49 541/80 009 120**

**mit-tr.de/testen**



## Ohren- schmeichler

**Shure hat schon einen guten Bluetooth-Kopfhörer mit aktiver Geräuschunterdrückung im Angebot – nun kommt der günstigere Vertreter Aonic 40 mit Klappscharnier zum Test.**

Der Shure Aonic 40 sitzt dank 41 Millimeter breiter Muscheln aus weichem Material komfortabler als die 38-Millimeter-Vertreter wie Valco VMK20 oder Sony WH1000XM4, aber nicht so gut wie die riesigen Over-Ears mit 45 Millimeter und mehr. Die Polster sind abnehmbar und als Ersatzteile erhältlich. Die Bedientasten an den Muscheln erfüllt man nach kurzer Eingewöhnung sicher. Zum Transport klappt man den Kopfhörer an Scharnieren zusammen, die einen robusten Eindruck hinterlassen. Eine Tragetasche liegt bei.

Musik klingt voll, bassstark und klar, aber die Bühne ist nicht allzu breit. Gegenüber teureren Modellen fehlen vor allem Details. Auf Knopfdruck aktiviert man ANC, das Umgebungsgeräusche allerdings nur mittelmäßig unterdrückt. Der Transparenzmodus leitet auf Knopfdruck etwa Gespräche oder Bahnansagen durch. In Telefonaten und Konferenzen hilft er, die eigene Stimme zu hören, muss aber manuell hinzugeschaltet werden. Das Mikrofon nimmt Sprache recht klar auf, aber mit deutlich hörbarem Digitalfilter,

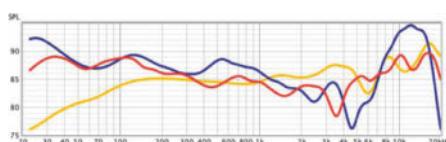
ab 8 kHz abgeschnitten und empfindlich für Tassen- und Tastaturgeklapper – typisch für diese Bauweise.

Per Bluetooth hält der Aonic 40 gleichzeitig die Verbindung zu zwei Geräten und unterbricht beispielsweise PC-Musik bei eintreffenden Handy-Anrufen. Ein Low-Latency-Modus fehlt; in Videos nimmt man einen ganz leichten Lippenversatz wahr. Der Akku ist nicht wechselbar. Eine dritte Verbindung ist per USB-C möglich. Ein Analoganschluss ist ebenfalls vorhanden, dann schalten sich Bluetooth und USB-C aber ab.

Als Besonderheit reicht der Aonic das Mikrofonsignal per USB-C durch, wenn man in der App den Modus „Konferenzen“ aktiviert. Der erinnert allerdings an den Bluetooth-Headset-Modus: Das Mikrofon schneidet Frequenzen über 8 kHz ab und die Audioqualität ist auf Mono bei niedriger Bitrate gedrosselt – für Musik ungeeignet.

Der Shure Aonic 40 quetscht sich in ein volles Segment, in dem er vor allem mit seinem komfortablen Sitz punktet: Der gleich teure Sony WH1000XM4 hat das bessere ANC, klingt aber steriler. Der etwas teurere Sennheiser Momentum 3 klingt kaum besser, hat aber das schlechtere Mikrofon. Gute 200-Euro-Vertreter wie Valco VMK20 und Audio Technica ATH-M50xBT2 liegen klanglich dicht auf. Eine Alternative ist der inzwischen auf einen ähnlichen Preis gefallene große Bruder: Der Aonic 50 klingt etwas besser, hat das bessere ANC – lässt sich aber nicht falten und ist damit für unterwegs ungeeignet.

(jow@ct.de)



**Der Shure Aonic 40 (rot) klingt basslastiger als unsere Analogreferenz Sennheiser HD600 (gelb) und weniger spitz in den Höhen als der Sony WH1000XM4 (blau).**

## Shure Aonic 40

### Bluetooth-Kopfhörer mit ANC

Hersteller, URL	Shure, <a href="http://shure.com/de-DE">shure.com/de-DE</a>
Anschluss	USB-C (Laden, Audio), 2,5-mm-Buchse, Bluetooth 5.0 (MultiLink, SBC, AAC, aptX)
Zubehör	USB-A-Kabel (1 m), Audiokabel (1,2 m, 3,5-mm-Klinke), Tragetasche (21,5 cm × 18 cm × 6 cm)
Preis	250 €



## Mitschnitt-Mikrofon

**Das OnyxGO Mic von Mackie nimmt per Bluetooth Telefonate, Interviews oder Karaokegesang auf und transkribiert Sprache automatisch.**

Das schwarze Mikrofon OnyxGO Mic ist so groß wie eine 9-Volt-Batterie und lässt sich mit einem Clip an der Kleidung befestigen. Die Mikrofonkapsel an der Ecke hat eine Kugelcharakteristik und nimmt alle Töne unabhängig vom Einfallswinkel auf. Ein kleines Fell zum Überstülpen mindert Popgeräusche, allerdings verdeckt es die Miniklinkenbuchse zum Anschluss des mitgelieferten In-Ear-Headsets. Selbiges dient der Live-Kontrolle der Aufnahme und erlaubt auch Telefonate. Allerdings ist das Headset-Kabel mit nur 40 Zentimetern sehr kurz und überträgt Körperschall relativ stark.

Das Mikrofon gibt Aufnahmen ausschließlich per Bluetooth 5.0 weiter. Eine USB-C-Buche mit kurzem USB-Kabel



Die OnyxGo-App kann unter anderem Telefonate aufzeichnen und Stimmen verfremden.

dient lediglich zum Laden des Akkus. Laut Hersteller liefert er nach zwei Stunden Ladezeit genug Saft für bis zu sechs Stunden Betrieb.

Für Smartphones (Android/iOS) bietet Mackie die kostenlose App „OnyxGO“, die Audio- und Videoaufnahmen erlaubt. Die App kann zwei Signale gleichzeitig aufnehmen: beispielsweise eine weitere Stimme über ein zweites OnyxGO-Mikrofon oder über das Mikrofon des angeschlossenen Headsets. Ebenso einfach lassen sich Telefonate aufzeichnen, was im Test mit einem iPhone gut klappte. In Deutschland muss davor unbedingt der Gesprächspartner informiert und um Erlaubnis gebeten werden. Drittens kann man von einer beliebigen App Musik abspielen, dazu in das Mikrofon singen und beides aufnehmen.

Als Clou transkribiert die OnyxGO-App Untertitel in vielen Sprachen, darunter auch Deutsch. Allerdings funktioniert das nur bei aktiver Internetverbindung. Der App-Entwickler Loud aus Kalifornien macht in seiner englischen Datenschutzerklärung keine Angaben, an welchen Server oder Dienstleister die Aufnahmen zur Transkription geschickt werden. Die Spracherkennung war im Test sehr gut. Weitere Effekte der App zur Stimmverfremdung oder zum Ausblenden des Gesangs sind lediglich Spielerei.

Die Aufnahmen lassen sich in den Formaten WAV, AAC und MP3 exportieren, Untertitel als SRT-Datei. Die App zeichnet mit 48 kHz und 16 Bit auf. Der Signal-Rausch-Abstand lag im Test bei guten 74 dB. Bei einer Verbindung zu einem MacBook samplete das Mikrofon nur mit 16 kHz, was lediglich etwas dumpfe Aufnahmen mit Frequenzen bis zu 8 kHz ermöglichte.

Das OnyxGO Mic ist insbesondere praktisch, um Telefonate am Smartphone aufzuzeichnen und zu transkribieren, wenn auch die Datenschutzerklärung nicht der DSGVO genügt. Für Sprachaufnahmen in ruhigen Umgebungen sollte man das Mikrofon ohne Headset-Kontrolle nutzen und den beiliegenden Pop-Schutz überziehen. (hag@ct.de)

### Mackie OnyxGO Mic

#### Bluetooth-Mikrofon mit Transkriptions-App

Hersteller, URL	Mackie, <a href="http://mackie.com">mackie.com</a>
Anschluss	Bluetooth 5.0, USB (nur Laden)
Preis	99 €

Es gibt 10 Arten von Menschen.

**iX-Leser und die anderen.**



3 x als Heft

**Jetzt Mini-Abo testen:**

3 Hefte + Bluetooth-Tastatur  
nur 19,35 €

[www.iX.de/testen](http://www.iX.de/testen)

 MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE INFORMATIONSTECHNIK



[www.iX.de/testen](http://www.iX.de/testen)



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



49 (0)541 800 09 120



# Blauzahn-Sprechblase

## Bluetooth-Handmikrofon für Smartphones

**Professionelle Sprechfunksysteme sind teuer, insbesondere wenn Lizenzen für Frequenzen und ein größeres Netz erforderlich sind. Inricos B01 – ein Bluetooth-Lautsprechermikrofon – soll das Problem in Verbindung mit einem Smartphone und einer Funkgeräte-App lösen. Wir haben das System auf Alltagstauglichkeit geprüft.**

Von Andrijan Möcker

**E**chter Betriebsfunk ist oft ein riesiges Geldgrab: Funkgeräte kosten nicht selten 500 bis 2000 Euro pro Stück und wenn ein Netz sowie Lizenzen nötig sind, ist man schnell über 10.000 Euro los. Doch die Kommunikationsform Sprechfunk – also per Tastendruck eine Gruppe Menschen direkt ansprechen zu können und

alle Teilnehmer auch bilaterale Gespräche mithören zu lassen – hat in vielen Szenarien große Vorteile; etwa im Veranstaltungsbereich oder bei Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben wird sie noch immer bevorzugt. Einige Hersteller haben Smartphones beziehungsweise das Internet und Mobilfunknetze für sich entdeckt, um die Kosten zu senken, und bieten etwa Androids mit LTE im Funkgerätemantel an.

Auch vorhandene Smartphones soll man als Funkgeräteersatz nutzen können: Inrico bietet dafür das B01, ein Lautsprechermikrofon mit Sprechtaste und Bluetooth 4.2. Äußerlich ähnelt es den seit Jahrzehnten üblichen Mikros, nur das typische Spiralkabel fehlt. Dazu gibts passend die herstellereigene Sprechfunk-App Inrico PTT+.

### Gute Haptik

Das B01 kommt im minimalistischen Pappkarton; zu Mikrofon, Gürtelclip und Akku erhält man noch ein Micro-USB-Kabel nebst passendem Netzteil zum Laden

und eine knappe Anleitung auf Englisch und Chinesisch. Einfache Englischkenntnisse genügen, denn viel zu erzählen gibt es nicht. Wie bei Bluetooth üblich muss man das Gerät in den Kopplungsmodus versetzen. Unsere Testexemplare liefen mit einem Google Pixel 5 und einem iPhone 12 problemlos; auch der Akku-stand wird auf dem Telefon angezeigt.

Das B01 fühlt sich trotz fehlendem Kabel wie ein typisches Lautsprechermikrofon an und liegt gut in der Hand. Aufgrund des 2 Amperestunden großen Akkus kommt das Gerät auf rund 125 Gramm Gewicht, das sorgt für einen wertigen Gesamteindruck trotz einfacher Hartplastikgehäuse. Alle Tasten haben einen angenehmen Druckpunkt. Das Akkufach ist robust mit einer Schlitzschraube aus Metall gesichert. Negativ ist die fehlende Schlaufenöffnung: Das B01 besitzt nur einen Gürtelclip. Aber mit etwas Geschick kann man eine Schlaufe an der Befestigung des Gürtelclips durchführen.

### Starker Lautsprecher

Wir testeten das B01 zunächst mit der weit verbreiteten Sprechfunk-App „Zello“. Sie unterstützt außer Bluetooth-Headsets auch Bluetooth-Sprechtasten – also auch die Kombination aus beidem im B01. In den Einstellungen unter „Push-to-talk-Schaltfläche“ konnten wir die Sprechtaste hinzufügen und dann im Hauptmenü in den Bluetooth-Audio-Modus wechseln.

Der 1-Watt-Lautsprecher des B01 war im Test mehr als überzeugend: Selbst in lauten Umgebungen wählten wir nicht die höchste Lautstärkestufe; in Schultertrage-

←	Push-to-talk Schaltfläche
⌚	Screen button Zum Sprechen halten
Bluetooth	B02PTT-10C4 Zum Sprechen halten Benutzer echo
_MIC	VOX button Hidden
<a href="#">Kompatible PTT-Geräte</a>	

**Die Funkgeräte-App „Zello“ unterstützt Bluetooth-Taster und -Headsets von Haus aus. Auch das B01 lief im Test problemlos.**

weise ist er so noch immer zu laut. Das B01 lieferte zwar weder am iPhone noch am Pixel 5 breitbandige Sprachübertragung (≥ HFP 1.6), der Verständlichkeit tut das jedoch keinen Abbruch und Funkstandards wie TETRA oder DMR klingen auch nicht besser. Auch der Kopfhöreranschluss auf der Oberseite funktionierte problemlos.

Das Mikrofon liefert gut verständlichen Ton, ist jedoch sehr stark gerichtet: Spricht man von der Seite – zum Beispiel in Schultertrageweise – ist das Signal schon deutlich leiser und das Mikrofon nimmt Geräusche aus dem Raum mit. Dreht man den Kopf zur Seite oder formt man mit der Hand einen Trichter, ist das Problem jedoch verschwindend klein.

Bei gelegentlichen Gesprächen – summiert wohl etwas über 15 Minuten pro Tag – hielten unsere Testmuster über drei Tage mit einer Akkuladung durch. Wir haben keine Zweifel, dass das B01 einen stressigen Veranstaltungstag mit viel Funkverkehr problemlos durchhält, gerade wenn man einen Kopfhörer benutzt.

### Inrico PTT+

Inrico bietet passend zum Handsprechmikrofon eine eigene App an: Inrico PTT+. Mit ihr soll man nicht nur in mehreren Gruppen professionell und geordnet „funken“ können, auch die Zusatztasten des B01 versteht die App nach Herstellerangaben. Neben der Sprechtaste hat das Handmikrofon noch einen Notrufknopf und eine Funktionstaste, die zum Gesprächsgruppenwechsel dient. In Zello konnten wir die leider nicht einbinden.

Im Test kamen wir jedoch gar nicht erst so weit: Nach Installation der App aus dem PlayStore und dem Scannen des Zugangs-QR-Codes vom Hersteller durchforsteten wir die Datenschutzerklärung. Wir konnten weder die Kontaktdata eines Datenschutzbeauftragten in der EU noch einen Hinweis auf den Speicherort der Daten entdecken – nur, dass wir in Shenzhen klagen müssen, wenn wir das wollten. Nach widerwilliger Bestätigung der Bedingungen wollte die App ohne genaue Begründung weitere

Android-Dateien nachinstallieren; wir brachen den Test an dieser Stelle ab.

### Fazit

Die App enttäuscht, denn sie hätte das B01 mit seinen Zusatztasten erst so richtig interessant gemacht. Unzureichende Datenschutzerklärungen und dubiose App-Nachinstallierungen sind jedoch Grenzen für uns. Das B01 hingegen kann sich sehen lassen: Es wirkt wertig, punktet mit lauter, verständlicher Tonausgabe sowie guter Akkulaufzeit. Den Preis von 60 bis 70 Euro bei europäischen Händlern halten wir angesichts der bedienten Nische für angemessen. (amo@ct.de) **ct**

### Inrico B01

Bluetooth-Lautsprechermikrofon	
Hersteller, URL	Inrico, inricosolutions.com
Bedienelemente	2 LEDs, 6 Tasten
Anschlüsse	3,5-mm-Klinkenbuchse, Micro-USB, Standladekontakte, Bluetooth 4.2
Akku	3,7 V, 2 Ah
Preis	70 €

# WISSEN SCHÜTZT

## Angriffe auf die IT erfolgreich abwehren

23.06. KÖLN | 28.06. STUTTGART | 05.07. ONLINE

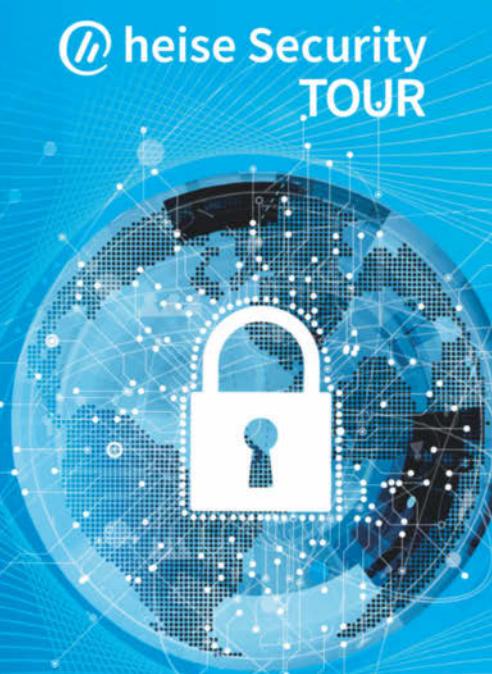
Angesichts eines realen Kriegs gewinnt IT-Sicherheit eine neue Bedeutung. Es geht nicht mehr „nur“ darum, gut organisierte Kriminelle abzuwehren; auch Cyber-Angriffe durch staatliche Akteure werden zur realen Gefahr.

Die eintägige Konferenz **heise Security Tour** hilft Ihnen dabei, den Überblick zu bewahren, Maßnahmen zu priorisieren und diese in der Praxis richtig umzusetzen.

**Frühbucherpreis**  
Köln oder Stuttgart: **549,-**

Frühbucherpreis Online-Konferenz: 449,-

Jetzt Frühbucher-Rabatt sichern:  
[heise-security-tour.de](http://heise-security-tour.de)






# Kühler Kaventsmann

## Apples Mac Studio mit M1-Max- und -Ultra-Chips im Test

**Unerwartet wichtig, aber nicht prahlerisch, so thront der neue Mac Studio auf dem Schreibtisch. Das eigentlich Spannende ist aber nicht Apples neues Gehäuseformat oder der flüsterleise Lüfter, sondern der neue Chip M1 Ultra mit seiner überraschenden Interposer-Architektur, auf die Apple viel Mühe verwendet hat. Das Niveau hält der Mac-Hersteller aber nicht konsequent durch.**

Von Wolfgang Reszel, Johannes Schuster und Dušan Živadinović

**S**ein seiner Vorstellung im März zieht Apples neue Workstation, der Mac Studio mit hauseigenem M1-Chip, viel Aufmerksamkeit auf sich: In ersten Prüfungen mit der Testsuite Geekbench ließ er PCs mit Intels Top-Prozessor Core i9-12900K hinter sich (siehe ct.de/ywcx). Und auch Apples Primus, der erst ab 6500 Euro erhältliche Mac Pro mit dem Intel-Prozessor Xeon W, schaut in manchen Testdisziplinen nur mit dem Fernglas hinterher.

Die Geekbench-Suite fasst viele synthetische Tests zusammen, liefert aber kein vollständiges Bild, weil sie manche Prozessorspezialitäten ungenutzt lässt. Deshalb erkunden wir Apples erste M1-Workstation hier umfassend.

Der Mac Studio ist Apple-typisch nicht billig, die Preise starten bei 2300 Euro. Somit ist die kompakte Workstation

sicher nicht der erste Kaufkandidat für jedermann – allein mit Office-, Mail- und Surf-Anwendungen wäre sie weit unterfordert. Dennoch dürfte die folgende Einordnung nicht nur Video- und Audio-Producer oder Animationsspezialisten interessieren. Beispielsweise können langfristig planende Entwickler und Anwender daran ablesen, welche Leistung man in einigen Jahren ein, zwei Preisstufen darunter auf dem Schreibtisch erwarten kann.

Umso gespannter waren wir auf die Messergebnisse, denn um in der Workstation-Liga leistungsmäßig ganz oben mitzuspielen, war Apple gezwungen, sein Chip-Konzept aufzubohren. Normalerweise buttert man für mehr Leistung gerne mehr Transistoren hinzu. Das ist schwierig, denn bei einfacher Die-Vergroßerung schrumpft die Wirtschaftlichkeit: je grō-

ßer die Die-Fläche, desto mehr Produktionsausschuss und desto geringer die Ausbeute (Yield). Alternativ könnte man zwei kleine Chips über das Mainboard koppeln, doch das geht auf Kosten der Latenz, Bandbreite und Energieaufnahme.

## Workstation-Wettstreit

Aus diesem Dilemma fand Apple zusammen mit dem Auftragsfertiger TSMC mit der Verknüpfung von zwei M1-Max-Einheiten einen eleganten Ausweg: Sie kommunizieren über eine rasend schnelle Vermaschung mit 2,5 TByte/s (Die-to-Die-Interconnect) und stecken in einem gemeinsamen Gehäuse, das Apple M1 Ultra nennt. Ähnliche Ansätze verfolgen auch Hersteller anderer Prozessoren [1].

So bietet der Ultra doppelt so viele CPU-, GPU- und KI-Kerne wie der M1 Max. Auch ist die Anzahl der Speicherkanäle auf acht verdoppelt, sodass er mit 800 GByte/s doppelt so schnell auf das RAM zugreift wie der M1 Max. Für die Software sieht der Ultra aber wie ein einziger Chip aus, Entwickler müssen keinen Finger rühren, um die Mehrleistung zu nutzen.

## Gegenüberstellung

Im günstigsten Mac Studio für 2300 Euro stecken ein M1 Max mit 10 CPU- und 24 GPU-Kernen sowie 32 GByte RAM. Acht weitere GPU-Kerne kosten 230 Euro Aufpreis, 64 GByte RAM fordern zusätzliche 460 Euro.

Ein Mac Studio mit M1 Ultra kostet mindestens 4600 Euro. Dafür bekommt man 20 CPU- und 48-GPU-Kerne und gleich 64 GByte RAM. Für das Modell mit 16 zusätzlichen GPU-Kernen sind mindestens 5750 Euro fällig. Im Maximalausbau mit 128 GByte RAM und 8 TByte Massenspeicher kostet der Mac Studio 9200 Euro.

Für diesen Test standen uns zwei Geräte zur Verfügung: ein Mac Studio mit M1 Max (10 CPU- und 32 GPU-Kerne, 64 GByte RAM) für 3680 Euro und ein Mac Studio mit M1 Ultra (20 CPU-, 64 Grafikkerne, 128 GByte RAM) für 7130 Euro. Beide sind mit je einer SSD von 2 TByte Kapazität bestückt.

Ausgehend davon, dass Audio- und Video-Profis bei Neuanschaffungen ihren teuren Software-Park von einem älteren auf ein schnelles Modell mit gleichem Betriebssystem umziehen wollen, stellen wir die beiden Testmuster allen bisher erhältlichen M1-Macs sowie dem aktuellen Mac Pro mit der Intel-CPU Xeon W gegenüber. Die Ergebnisse finden Sie in der Tabelle

„Benchmarks“. Zusätzlich ordnen wir ein, welche Leistung der Mac Studio im Vergleich zu x86-Architekturen von AMD und Intel erreicht (siehe auch Diagramm „Apples M-Serie versus x86-Prozessoren“).

## Schnittstellen und Gewicht

Für das Mac-mini-gewohnte Auge erscheint der Mac Studio wie ein Trumm, denn er belegt die gleiche Grundfläche bei fast dreifacher Höhe; das hat Apple in den Präsentationen geschickt kaschiert.

Der Mac Studio mit dem Ultra-Chip wiegt mit 3,6 Kilogramm ganze 900 Gramm mehr als der mit der Max-Variante. Das liegt in erster Linie an unterschiedlichen Kühlkörpern: Beide Chips vereinen zwar CPU- und GPU-Kerne, sodass ein Mac Studio mit einem Kühlkörper auskommt. Aber beim M1 Ultra entsteht mehr Abwärme, die eine leistungsfähigere Kühlung erfordert.

Mit einem größeren Kühlkörper hätte Apple für den M1 Ultra ein größeres Gehäuse und ein eigenes Kühlsystem konzipieren müssen. Das haben sich die Ingenieure gespart und stattdessen den Kühlkörper für den M1 Ultra aus Kupfer gefertigt. Kupfer besitzt eine um den Faktor 1,7 höhere Wärmeleitfähigkeit als das beim M1 Max verwendete Aluminium und wiegt 8,9 Gramm pro Kubikzentimeter; Aluminium wiegt hingegen rund 2,7 g/cm<sup>3</sup> – daher der Gewichtsunterschied der beiden Mac-Varianten. Das interne Netzteil liefert in beiden Modellen 370 Watt.

Von außen sehen alle Mac-Studio-Varianten gleich aus: An der Front sind zwei USB-C-Buchsen, ein Slot für eine SD-Karte gemäß UHS-II-Spezifikation und eine weiße Status-LED angebracht. An der Rückseite findet man vier Thunderbolt-4- und zwei USB-A-Buchsen, dazu HDMI 2.0, eine Audio-Klinkenbuchse, 10-Gigabit-Ethernet und eine dreipolige Kaltgerätebuchse zur Stromversorgung.

Am Audioausgang lässt sich beispielsweise das von Apple gefertigte EarPod-Headset mit In-Ear-Kopfhörern und Monomikrofon anschließen. Die Buchse liefert aber genügend Signalspannung für hochohmige Studiokopfhörer und dann mit 127 dBA einen exzellenten Rauschabstand; mit niederohmigen Schallwandlern sind es immer noch sehr gute 116 dBA. Mikrofon und Stereo-Lautsprecher fehlen. Alternativ kann man einen Monitor mit Mikro und Lautsprecher anschließen, etwa Apples neues Studio Display [2].

## c't kompakt

- Der Mac Studio ist Apples erste Workstation mit hauseigenen M1-Prozessoren.
- Mit dem M1 Ultra rechnet der Mac Studio schneller als die Basisversion des Mac Pro mit Intels Server-CPU.
- Er nimmt weniger Energie auf und kostet weniger als der Mac Pro.

Jeder der vier Thunderbolt-4-Ports auf der Rückseite kann ein Pro Display XDR mit 6K-Auflösung und 60 Hertz Bildwiederholrate ansteuern oder zwei 4K-Displays (in Reihe respektive per Thunderbolt-Hub/Dock). An denselben Buchsen lassen sich auch USB-C-Bildschirme mit 4K-Auflösung per integriertem DisplayPort nutzen. Der Mac Studio kann bis zu fünf Monitore gleichzeitig antreiben. Der HDMI-2.0-Port gibt 4K-Auflösung mit 60 Hertz aus. Aktuell ist jedoch HDMI 2.1 für Auflösungen bis zu 8K.

Die Thunderbolt-4-Buchsen liefern wie Thunderbolt 3 jeweils bis zu 40 Gbit/s brutto und sind für die gleichzeitige Übertragung von Video- und anderen Daten ausgelegt. Die Thunderbolt-SSD G-Drive Pro erreichte im Test Durchsatzraten bis 2,6 GByte/s – das ist mehr, als bei USB 3.2 Gen 2 mit 10 Gbit/s geht.

Die beiden vorderen USB-C-Buchsen sind beim Ultra-Modell mit Thunderbolt bestückt, beim Max-Modell nur mit USB 3.2 Gen 2. Auch die zwei USB-A-Buchsen an der Rückseite arbeiten je nach Modell unterschiedlich schnell: Die Ultra-Variante rüstet Apple mit USB 3.2 Gen 2 aus (10



**Apples erste Workstation mit hauseigenen Prozessoren der M1-Serie nimmt die Designsprache des Mac Mini auf, liefert aber bei Weitem mehr Rechenleistung bei nur moderater Energieaufnahme.**



Unter den zahlreichen Schnittstellen findet sich auch ein Ethernet-Port, der Workstation-typisch bis zu 10 Gbit/s liefert (fünfte Buchse von links).

Gbit/s, gemessen max. 790 MByte/s), die Max-Variante nur mit USB 3.2 Gen 1 (5 Gbit/s, gemessen max. 430 MByte/s).

Der SD-Slot für Speicherkärtchen sollte gemäß UHS-II bis zu 300 MByte/s liefern. Im Test mit einer Kingston Canvas React Plus kamen aber weniger als 100 MByte/s zustande. Hier wie auch bei den USB-3.2-Ports scheint Apple noch reichlich Potenzial ungenutzt zu lassen.

Der Ethernet-Port arbeitet gemäß der NBase-T-Spezifikation und eignet sich für 0,1, 1, 2,5, 5 und 10 Gbit/s. Im Test beförderte er mit der üblichen Paketgröße von 1500 Bytes bis zu 9,4 Gbit/s, mit Jumbo-Frames (9000 Bytes) sogar 9,9 GBit/s – mehr geht nicht.

Das WLAN-Modul funkert gemäß Wi-Fi 6 (IEEE-Spezifikation 802.11ax), doch bei Messungen im 2,4-GHz-Band blieb es selbst im Nahbereich teils unter 100 Mbit/s. Mancher angestaubte Laptop der Vorgängergenerationen war auf unserer

Teststrecke schneller. Gute Durchsatzraten erreichte das WLAN-Modul hingegen im 5-GHz-Band (bis 600 Mbit/s auf 5 Meter Distanz, bis 250 Mbit/s auf 20 Meter).

### Massenspeicher und Innenleben

M1-Macs enthalten keine klassischen Solid State Disks (SSD), denn der Controller ist Bestandteil des System-on-Chip (SoC). In Durchsatzmessungen erreichte der Mac Studio mit dem M1 Ultra über 6 GByte/s und folgt so den schnellsten M.2-SSDs mit PCIe 4.0 x4, die bis zu 7 GByte/s liefern. Der kleinste erhältliche Flash-Massenspeicher mit 500 GByte ist langsamer, vermutlich weil weniger Flash-Chips parallel angesprochen werden.

Apple rüstet den Mac Studio mit zwei Steckplätzen für Flash-Bausteine aus, von denen aber nur einer bestückt ist. Bisher spricht der Mac Studio nur einen davon an und akzeptiert keine größeren Kapazitäten als ab Werk konfektioniert. Kollegen von iFixit gelang es lediglich, einen gleich großen Baustein eines anderen Macs darin zu betreiben. Es ist unklar, weshalb der zweite Slot brach liegt. Möglicherweise hält sich Apple so wie beim Mac Pro einen Weg für hauseigene Massenspeicherauf-rüstungen frei (siehe ct.de/ywcx).

### Kernobst

Der M1 Max enthält zwar nur zwei CPU-Kerne mehr als Apples erster M1 (10 statt 8), ist aber überproportional schneller. Das liegt daran, dass der M1 nur je vier Per-

formance- und Effizienzkerne enthält. Beim M1 Max sind es acht Performance- und nur zwei Effizienzkerne.

Die Performance-Kerne sind in allen bisher erschienenen vier Varianten des M1 identisch und mit maximal 3,2 GHz getaktet. Dementsprechend fallen die Einzelkernleistungen der M1-Macs gleich aus. Sie sammeln im Geekbench-Test rund 600 Punkte mehr als der Mac Pro (siehe Tabelle Benchmarks). Dasselbe Leistungsniveau der M1-Einzelkerne wird auch bei und Cinebench R23 sichtbar.

Doch die M1-Chips führen diese Disziplinen nicht mehr an wie noch Ende 2020. Das deckt der Cinebench-Test auf, der anders als Geekbench auch Spezialfunktionen der CPUs nutzt. Beispielsweise rechnet Intels Top-Modell Core i9-12900K (je acht Performance- und Effizienzkerne) im Single-Thread-Test schneller als Apples M1-Serie (siehe Vergleich mit x86-Prozessoren).

Wenn es um die Multi-Core-Leistung geht, gilt die Daumenregel „viel hilft viel“: Je aufwendiger die Aufgabe, desto mehr profitiert man von vielen Kernen. Deshalb sind der M1 Pro und M1 Max fast doppelt so schnell wie der M1 und der M1 Ultra wiederum fast doppelt so schnell wie Pro und Max (siehe Cinebench-R23-Messungen). Besonders erfreut, dass die CPU-Leistung trotz Doppel-Die und Interposer-Kanal linear mit der Anzahl der Kerne zunimmt. Aber anders als bei Intels Core i-12000K tragen die Effizienzkerne des M1 nur wenig zur Multithreading-Leistung bei.

## Mac Studio

	Mac Studio M1 Max	Mac Studio M1 Ultra
Prozessor	Apple M1 Max, 2+8=10 Kerne, 3,2 GHz, Neural Engine 16 Kerne, 24+4 MByte L2-Cache	Apple M1 Ultra, 4+16=20 Kerne, 3,2 GHz, Neural Engine 32 Kerne, 48+8 MByte L2-Cache
Grafik	Apple M1 Max, 32 Kerne, Unified Memory, min. 24 Kerne	Apple M1 Ultra, 64 Kerne, Unified Memory, min. 48 Kerne
Arbeitsspeicher	Testgerät: 64 GByte LPDDR5-6400, min. 32 GByte	Testgerät: 128 GByte LPDDR5-6400, min. 64 GByte
Massenspeicher	Testgerät: Apple-SSD, 2 TByte, Fabric Link, verlötet, min. 0,5 TByte	Testgerät: Apple-SSD, 2 TByte, Fabric Link, verlötet, min. 1 TByte
Displayunterstützung	4 × 6K + 1 × 4K	4 × 6K + 1 × 4K
Audio	Kopfhörerbuchse (hochohmig), analoger Mono-Eingang mit iPhone-Headset	Kopfhörerbuchse (hochohmig), analoger Mono-Eingang mit iPhone-Headset
sonstige Anschlüsse und Netzwerk	vorne: SDXC-Steckplatz (UHS-II), 2 × USB-C, hinten: 2 × USB-A, 10-Gbit/s-Ethernet, HDMI 2.0, 4 × Thunderbolt 4 mit USB 4 (40 Gbit/s), Wi-Fi 6 (1200 Mbit/s brutto), Bluetooth 5.0	vorne: SDXC-Steckplatz (UHS-II), 2 × Thunderbolt 4 mit USB 4 (40 Gbit/s), hinten: 2 × Thunderbolt 4 mit USB 4 (40 Gbit/s), 2 × USB-A, 10-Gbit/s-Ethernet, HDMI 2.0, Wi-Fi 6 (1200 Mbit/s brutto), Bluetooth 5.0
Maße (B×T×H), Gewicht	19,7 cm × 19,7 cm × 9,5 cm, 2,7 kg	19,7 cm × 19,7 cm × 9,5 cm, 3,6 kg
Leistungsaufnahme	Aus 0,3 W, Ruhe mit LAN 1,6 W, Betrieb 12 W, Volllast CPU 44 W, GPU 42 W, CPU+GPU 69 W	Aus 0,4 W, Ruhe mit LAN 2,3 W, Betrieb 13 W, Volllast CPU 82 W, GPU 58 W, CPU+GPU 117 W
Geräusche	Betrieb 0,2 sone, Volllast: CPU 0,2 sone, GPU 0,2 sone, CPU+GPU 0,2 sone	Betrieb 0,2 sone, Volllast: CPU 0,2 sone, GPU 0,2 sone, CPU+GPU 0,2 sone
Audioowiedergabe	Klirrfaktor 0,001 %, Dynamik -116,50 dB(A), Linearität 0,02 dB, Störabstand -116,1 dB(A), Übersprechen -72,7 dB	Klirrfaktor 0,001 %, Dynamik -116,3 dB(A), Linearität 0,01 dB, Störabstand -115,6 dB(A), Übersprechen -73,1 dB

### Bewertungen

Verarbeitung/Ausstattung	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ○
Leistung CPU/GPU/SSD	⊕/⊕/⊕⊕	⊕⊕/⊕⊕/⊕⊕
Geräusche/Audio	⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕⊕
Basispreis	2299 €	4599 €
Preis Testgerät	3679 €	7129 €

⊕⊕ sehr gut

⊕ gut

○ zufriedenstellend

⊖ schlecht

⊖⊖ sehr schlecht

# FLUTTER

Cross-Plattform-Apps entwickeln –  
modern, schnell und nativ



24. Mai 2022 – ONLINE

## Die Themen der Konferenz:

- ∅ Warum deklarative UI-Frameworks: Flutter, SwiftUI, Jetpack Compose
- ∅ Wie sieht eine skalierbare App-Architektur aus?
- ∅ Wie lassen sich Daten in Flutter lokal speichern?
- ∅ Wie man nativen Code in Flutter aufruft?
- ∅ Wie funktioniert der Flutter Navigator 2.0
- ∅ Wie sieht es mit Widget- und Integrationstests aus?
- ∅ Flutter im Einsatz
- ∅ Ausblick auf die Flutter-Zukunft

Jetzt  
Tickets zum  
**Frühbucher-  
Rabatt**  
sichern!



heise Developer



dpunkt.verlag

Workshops am 5. Mai und 10. Juni

[flutter.bettercode.eu](http://flutter.bettercode.eu)

Dennoch schiebt sich der M1 Ultra in die Liga der Workstation-CPUs vor und folgt den PC-Prozessoren AMD Ryzen 9 5950X und Intel Core i9-12900K auf dem Fuß. Das Feld oberhalb dieser Leistungsklasse muss Apple vorerst anderen überlassen: AMD mit dem Ryzen Threadripper (64 Kerne) und Intel mit dem Xeon W-3000 (38 Kerne) haben noch deutlich schnellere CPUs im Programm. Die schlucken allerdings leicht bis zu 270 Watt.

### Besser als Mac-Pro-Doppelgrafik

Anders als bei herkömmlichen Computern mit PCI-Express-Grafikkarten unterscheiden die M1-Rechner nicht zwischen Arbeits- und Grafikspeicher, sondern ihr RAM dient als „Unified Memory“ für beides. Der LPDDR5-Speicher des M1 Max und M1 Ultra ist zwar etwas langsamer als jener der schnellsten Grafikkarten mit GDDR6- oder gar HBM-RAM, aber viel schneller als die beiden DDR4- oder DDR5-Speicherkanäle vieler x86-Prozessoren.

Apple hat das RAM fest aufgelötet, sodass es nicht erweiterbar ist. Das Ultra-Modell erhält man auf Wunsch mit 128 GByte RAM, beim M1 Max sind es höchstens 64 GByte. 64 GByte RAM können unter anderem für Audio-Producer zu

wenig sein, wenn sie extrem viele Tonspuren gleichzeitig bearbeiten. Dann sind 128 GByte sinnvoll.

Die GPU-Kerne sind bei allen M1-Varianten identisch, nur die Anzahl variiert: Von 7 oder 8 beim M1 bis zu 48 oder 64 beim M1 Ultra. Die Leistung der meisten Anwendungen nimmt jedoch nicht linear mit der Zahl der Grafikkerne zu. Besonders bei 3D-Spielen verläuft die Kurve flacher als wünschenswert. Der Grund dafür dürfte in Saturierungseffekten im Interconnect liegen.

Im Geekbench-Metal-Test schaffte der M1 Ultra rund 60 Prozent mehr als der M1 Max. Bei Luxmark kamen zwar nur 30 Prozent mehr heraus, aber dieser Test ist noch für x86-CPUs ausgelegt, sodass der Code einen Umweg durch Apples Rosetta-Emulationsschicht nimmt. Bei Spielen, für die kurze Latenzen wichtig sind, lieferte der M1 Ultra höchstens 20 Prozent mehr als der M1 Max.

Im Metal-Test sammelte der M1 Ultra doppelt so viele Punkte wie ein mit zwei leistungsstarken Grafikkarten und 24-Core-Intel-Xeon aufgerüsteter Mac Pro. Auch die meisten 3D-Ballerspiele, die für Intels x86-Architektur geschrieben sind, laufen auf dem M1 Ultra schneller als auf dem

Mac Pro – obwohl sie nur der Mac Pro nativ ausführt, während sie der M1 Ultra mittels Apples Rosetta-Methode emuliert.

### Praxistest Bildbearbeitung

Bereits der Mac Studio mit dem M1 Max und seinen 64 GByte RAM eignet sich vorzüglich für die Bearbeitung auch großer Bilder. Die Leistungsunterschiede der CPU und GPU zum M1 Ultra mit 128 GByte zeigten sich im Test erst bei besonders rechenintensiven Aufgaben wie Machine-Learning-Algorithmen.

Ein 100-Megapixel-Bild in Pixelmator Pro 2.3.6 vergrößerte der M1 Ultra mittels „ML Super Resolution“ in rund 86 Sekunden auf 751 Megapixel. Der M1 Max brauchte 132 Sekunden. Bei der Machine-Learning-gestützten Funktion zum automatischen Freistellen von Objekten fiel der Unterschied von 6 (M1 Ultra) zu 8 Sekunden (M1 Max) weit kleiner aus.

Das erste MacBook Pro mit M1-CPU und 16 GByte RAM hakt die ML-Bildskalierung in 142 und den Freisteller in 9 Sekunden ab und folgt dem M1 Max mit knappem Abstand. Das ist ein Beispiel dafür, dass nicht jede Software proportional mit der Anzahl der CPU-Kerne, insbesondere der Performance-Kerne, schneller wird.

### Video rasant

Mittels einer speziellen Media Engine beschleunigt schon der M1-Chip die Video-bearbeitung extrem, begnügt sich aber mit wenig Energie. Die Engine hat Apple für die Bearbeitung von Videos im hauseigenen Format ProRes ausgelegt. Beim M1 Pro und M1 Max kommt eine weitere Einheit hinzu und der M1 Ultra enthält doppelt so viele, nämlich vier. Um ein 4K-Video von 2:35 Minuten Länge zu rendern, benötigt ein MacBook Pro mit Intels Core i9 457 Sekunden. Der Mac Studio mit M1

## Cinebench: x86-Prozessoren gegen Apples M1-Serie

Hersteller/Chip-Modell	Cinebench R23 Single-Core		Cinebench R23 Multi-Core	
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶
Intel Core i9-12900K	2013		27517	
AMD Ryzen 5 5950X	1656		25757	
AMD Ryzen Threadripper 3970X	1329		30162	
AMD Ryzen Threadripper 3990X	1278		64545	
Apple M1	1523		7732	
Apple M1 Pro	1532		12359	
Apple M1 Max	1529		12401	
Apple M1 Ultra	1531		24166	

## Mac Studio Benchmarks

	Booten [s]	Geekbench 5 Single-Core	Cinebench 23 Multi-Core	Geekbench 5 Multi-Core	Logic Pro X [Spuren]	Geekbench 5 Metal
	◀ besser	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶
MacBook Air 13" M1, 8/256 GByte	20	1729	7340	7586	135	18731
Mac mini M1, 16/1000 GByte	20	1755	7732	7729	137	22158
iMac 24" M1, 8/8 Cores, 8 GByte	27	1733	7804	7695	120	21780
MacBook Pro 16" M1 Pro, 10/16 Cores, 32/1000 GByte	19	1773	12382	12668	312	41833
MacBook Pro 16" M1 Max, 10/32 Cores, 64/4000 GByte	20	1790	12401	12709	299	68220
Mac Studio M1 Max, 10/32 Cores, 64/2000 GByte	16	1789	12364	12820	246	61237
Mac Studio M1 Ultra, 20/64 Cores, 128/2000 GByte	19	1781	24166	23967	390	103162
Mac Pro 8-Core, 32 GByte	37	1054	-	8275	245	39740
Mac Pro 24-Core, 384 GByte, 2 × Radeon Pro	39	1173	-	19997	520	52754
MacBook Pro 16" 2,4 GHz 8-Core i9, 8/3 Cores, 2/2000 GByte	31	1191	-	7427	-	25498

Max erledigt das in 31 Sekunden und der mit M1 Ultra in 27 Sekunden – also 17-mal so schnell wie ein MacBook mit Intel-CPU. Aber auch hier ist der Unterschied zwischen M1 Max und M1 Ultra enttäuschend, wenn man bedenkt, dass letzterer doppelt so viel Silizium ins Rennen schickt.

Kommen Arbeitsspeicher und Ladenvorgänge ins Spiel, verschiebt sich die Reihenfolge ein wenig, wie unser Test mit mehreren 8K-Videospuren in Final Cut zeigt (Redcode-Raw-Material mit Plug-in von RED). Mit dem Export in 4K mühte sich das MacBook Air M1 mit rund einer halben Stunde am längsten (1835 Sekunden). Der hochgerüstete Mac Pro mit 384 GByte RAM erledigte das in 227 Sekunden. Der M1 Ultra war schon nach nur 74 Sekunden frei für andere Aufgaben. Bei der Videoverarbeitung zeigt er seine Überlegenheit am deutlichsten.

Mit Apples ProRes-Raw-Codec bearbeitet der Chip Videodaten noch flinker. Ein Projekt mit acht 8K-Streams ließ sich flüssig abspielen und die Rendergeschwindigkeit war höher als die Abspielgeschwindigkeit: Der M1 Ultra exportiert den Clip von 34 Sekunden Länge in gerade mal 23 Sekunden, der Mac Studio mit M1 Max braucht auch nur 36 Sekunden. Einen Test mit vier 8K-Spuren in ProRes RAW bewältigte der M1 Ultra sechsmal schneller als der Mac mini mit M1.

Hingegen dürfte schon eine einzige Spur 8K-Video den meisten Intel-Macs zu viel für die Echtzeit-Bearbeitung sein, sie berechnen weniger Frames pro Sekunde, als sie anzeigen sollten; selbst ein Mac Pro mit dem Video-FPGA hinkt hinterher.

## Positiv auffällig

Die Spatzen pfeifen von den Dächern, dass Apples M1-Chips deutlich weniger Wärme produzieren und daher weniger Kühlung



Den Mac Studio kann man zwar öffnen, indem man den Gummiring entfernt und einige Schrauben löst. Aber internen Erweiterungen hat Apple einen Riegel vorgeschieben.

brauchen als die Top-Prozessoren von AMD und Intel. Dennoch überrascht, dass der Mac Studio mit M1 Max selbst bei parallelen CPU- und GPU-Benchmarks nicht mehr als 70 Watt verheizt. Sogar das Modell mit M1 Ultra kommt auf nur 117 Watt. Das ist bedeutend weniger als bei Intel-Macs oder PCs ähnlicher Leistungsklasse.

Dabei belegt gut die Hälfte des Gehäuses das Kühlsystem mit zwei großen Radiallüftern. Nach dem Einschalten blasen sie kaum hörbar die Warmluft nach hinten aus. Die Lautstärke blieb bei beiden Testgeräten selbst unter Volllast stets bei sehr guten 0,2 sone.

## Fazit

Theoretisch konkurriert der Mac Studio mit dem Mac Pro: Beide sind für aufwendige und datenintensive Anwendungen gedacht, besonders für hochauflösende Video- und Audioproduktionen. Praktisch spielt der Mac Studio in einer eigenen Liga, der Mac Pro kann ihm nicht das Wasser reichen.

Dabei ist das kleine Trumm deutlich billiger, flüsterleise und vergleichsweise sparsam. Besonders der M1 Ultra dürfte für Profis wegen der zusätzlichen CPU-Kerne, Video-Engines und der 128-GByte-RAM-Option attraktiv erscheinen.

Wer mit der Leistung eines M1-Max-Chips auskommt, sollte aber auch das MacBook Pro mit M1 Max in die engere Wahl ziehen. Es kostet zwar mehr als ein gleich ausgestatteter Mac Studio, enthält aber Bildschirm, Tastatur und Trackpad und lässt sich dank Akku mobil einsetzen. Für den Mac Studio mit M1 Max spricht die größere Menge an Anschlüssen.

Unterm Strich kannibalisiert Apple die Intel-basierten Mac-Pro-Maschinen zugunsten der Mac-Studios: Bei dem weit günstigeren Einstiegspreis und der teils eklatant höheren Leistung dürfte sich kaum noch jemand für den Mac Pro erwärmen – es sei denn, interne Aufrüstungen sind ein Muss. In diesem Fall sollte man aber Apples ersten Mac Pro mit M1-Architektur abwarten, den Apple-Mitarbeiter unter der Hand angekündigt haben. Die spannenden Fragen: Wie will der Mac-Hersteller die Chipleistung noch weiter in die Höhe treiben und wird der neue Mac Pro trotz M1-Architektur PCI-Express-Erweiterungssteckplätze enthalten?

(dz@ct.de) ct

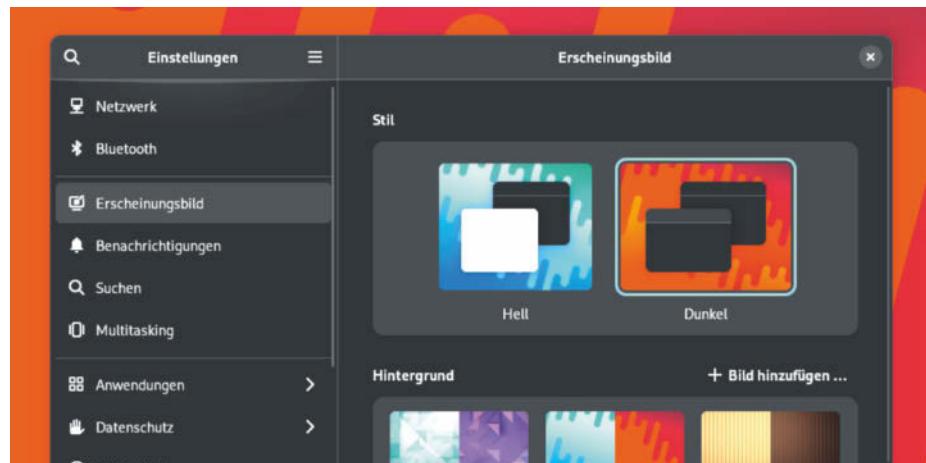
Dieser Beitrag gründet auf einer Kooperation mit unserer Schwesterzeitschrift Mac & i.

## Literatur

- [1] Carsten Spille, AMD Zen 2: Bis zu 64 Kerne pro CPU, Erste Details zur 7-nm-Architektur: ct.de/-4213815
- [2] Wolfgang Reszel, Johannes Schuster, Kraftpaket, Apples Mac Studio mit M1 Ultra und Studio Display im Test, Mac & i 2/2022, S. 12

Aufrüstung Mac Pro: [ct.de/ywcx](http://ct.de/ywcx)

Luxmark GPU	Batman Arkham City, 1080p [fps]	Rise of the Tomb Raider 1080p	Final Cut Pro Rendern [s]	Final Cut Pro 8K Export [s]	DaVinci Resolve	BlackMagic Speed Test Schreiben [MByte/s]	BlackMagic Speed Test Lesen [MByte/s]	DVD duplizieren [s]
besser ►	besser ►	besser ►	◀ besser	◀ besser	besser ►	besser ►	besser ►	◀ besser
■ 8098	■ 36	■ 14	■ 291	■ 1835	■ 202	■ 2236	■ 2743	■ 6,4
■ 10235	■ 74	■ 43	■ 225	■ 337	■ 201	■ 3034	■ 2701	■ 6,7
■ 10040	■ 72	■ 39	■ 230	■ 355	■ 262	■ 2946	■ 2896	■ 5,4
■ 21743	■ 120	■ 94	■ 36	■ 159	■ 80	■ 5918	■ 5328	■ 2,7
■ 34401	■ 122	■ 111	■ 34	■ 100	■ 56	■ 7302	■ 5838	■ 2,6
■ 35357	■ 146	■ 130	■ 31	■ 102	■ 56	■ 6311	■ 5489	■ 3,2
■ 44639	■ 162	■ 145	■ 27	■ 74	■ 56	■ 6356	■ 5474	■ 3,3
■ 24441	■ 83	■ 70	■ 231	■ 195	■ 225	■ 1454	■ 2789	■ 7,5
■ 129845	■ 149	■ 111	■ 79	■ 227	-	■ 1431	■ 2801	■ 7,5
■ 28316	■ 76	■ 71	■ 457	■ 294	■ 168	■ 2864	■ 2606	■ 5,2



# Gnomes dunkle Seite

## Linux-Desktop Gnome 42 im Test

**Die Gnome-Version 42 gefällt mit einem systemweiten dunklen Modus, entschlackten Apps und einem neuen Screenshot-Tool. Die Grafikbibliotheken GTK4 und libadwaita beginnen ihr Potenzial zu entfalten. An einigen Stellen hakt es allerdings noch, zum Beispiel bei der Bildschirmfreigabe über RDP.**

Von Keywan Tonekaboni

Version 42 von Gnome ist vielleicht nicht ganz die Antwort auf die Frage nach Linux, dem Desktop und dem ganzen Rest, aber die Fortschritte im Vergleich zu früheren Versionen sind deutlich sichtbar. Insbesondere der neue, systemweite dunkle Modus sticht hervor. Aktiviert man diesen in den Einstellungen, zeigen Programmfenster helle Schrift auf dunklem Hintergrund. Der Wechsel des Modus klappte problemlos und ohne Neuanmeldung. Damit Anwendungen diese Systemvorgabe berücksichtigen, müssen Entwickler ihre Programme aber angepasst

haben. Das trifft auf praktisch alle aktuellen Gnome-Anwendungen zu. Firefox folgt der Einstellung nicht nur selbst, sondern zeigt auch dafür angepasste Webseiten im dunklen Modus an. Andere Anwendungen wie Inkscape, LibreOffice und VLC ignorieren dagegen die Einstellung.

Einen dunklen Modus konnte man bisher nur durch den Wechsel des GTK-Themes ertricksen. Das kann aber je nach App zu Problemen führen, wie dunkle Schrift auf dunklem Hintergrund oder sich beißende App- und Theme-Farben. Neue Schnittstellen in den Grafikbibliotheken GTK 4 und libadwaita erlauben den Entwicklern hingegen, exakt festzulegen, wie ihre Apps im hellen oder dunklen Modus jeweils aussehen sollen. Sie können einen Modus bevorzugen oder vorschreiben und Farben zur Darstellung definieren. Der Moduswechsel klappt auch mit GTK-3-Anwendungen, die den libadwaita-Vorgänger libhandy ab Version 1.6 oder die Granite-Bibliothek von Elementary OS einbinden.

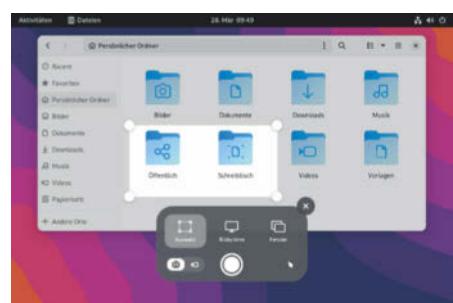
Zu den Gnome-Anwendungen, die auf GTK 4 und libadwaita portiert wurden, gehören „Einstellungen“, „Festplattenbelegungsanalyse“ (Baobab), „Kalender“ und „Software“. libadwaita beinhaltet die Vorgaben der Gnome Human Interface Guidelines (HIG) als hart kodierte Style-

sheets. Das soll die Entwicklung von Gnome-Anwendungen vereinfachen und einheitliche Programmoberflächen nach den HIG-Regeln sicherstellen, erschwert aber auch Anpassungen durch andere Themes. Daher bleiben die von Gnome abgeleiteten Desktops Cosmic (Pop!\_OS) und Budgie vorerst bei GTK 3.

### Bildschirmfotos und neue Apps

Komplett überarbeitet wurde die Bildschirmfoto-Funktion. Per Druck-Taste öffnet sich nun ein Overlay-Menü, über das man schnell alle Optionen auswählt. Den Rahmen für ein Bereichsfoto kann man verschieben und in der Größe anpassen, bis das Motiv passt. Mit Tastenkürzeln wechselt Vielfotografierter schnell zwischen Auswahl (S), Fenster (W) und gesamtem Bildschirm (C) und blendet den Mauszeiger ein oder aus (P). Außerdem nimmt das neue Tool auch Videos auf (Tastenkürzel V), wahlweise vom ganzen Bildschirm oder nur von einem Bereich. Die fertigen Aufnahmen speichert Gnome 42 automatisch im Home-Verzeichnis. Bilder kopiert es zusätzlich in die Zwischenablage. Wer ohne Rückfrage ein Bildschirmfoto aufnehmen will, kann die Tastenkombination Umschalt+Drucken oder Alt+Drucken nutzen.

Zwei neue Apps lösen bei Gnome 42 altbewährte Programme als Standardanwendungen ab. „Console“ ist ein einfacher Terminal-Editor, der im Unterschied zum alten Gnome-Terminal ohne Einstellungen auskommt. Dafür glänzt Console mit sinnvollen Vorgaben: Wird man Root,



**Das neue Screenshot-Tool nimmt neben Bildschirmfotos auch Screencasts auf.**



**Console färbt die Fensterleiste rot, wenn man als Root arbeitet.**

etwa per sudo, färbt Console seine Titelleiste automatisch Rot. Verbindet man sich per SSH, erscheint sie in Lila. Zusätzlich zeigen Symbole an, hinter welchem Tab sich eine Root-Shell oder SSH-Verbindung befindet. Außerdem beherrscht Console einen permanent dunklen und einen hellen Modus oder folgt der Systemvorgabe.

Der „Texteditor“ wirkt wie eine aufgeräumte Version des alten Editors Gedit, ist aber eine Neuentwicklung. Das Menü enthält nur das Nötigste und die Einstellungen sind deutlich übersichtlicher als bei Gedit. So sieht man in kleinen Piktogrammen, welche Farben die unterschiedlichen Schemata für den Syntax-Hervorhebungsmodus nutzen. Die Farbschemata passen sich außerdem automatisch an den hellen und den dunklen Modus an. Manche Einstellungen wie Zeilennummern, Rechtschreibprüfung oder Textumbruch aktiviert man über ein zusätzliches Anzeigemenü. Was fehlt, ist die Plug-in-Schnittstelle von Gedit. Da die Entwicklung von Gedit aber seit Langem vor sich hindümm-

pelt, ist dieser Neustart mit frischer Codebasis trotzdem begrüßenswert.

### Aus der Ferne

Der integrierte Remote-Desktop-Server nutzt jetzt als Protokoll RDP anstelle von VNC. Kurioserweise konnten wir uns weder mit Gnomes eigenem RDP-Client „Verbindungen“ noch mit Remmina an unserem Gnome-42-Testsystem anmelden, während es über die Remotedesktopverbindung von Windows 11 klaglos funktionierte. Mit xfreerdp gelang es dann doch auch unter Linux. Daneben bringt Gnome 42 viele Detailverbesserungen. Im Dateimanager Nautilus wurden Adressleiste und Icons überarbeitet. Der Medienplayer „Videos“ kann mittels OpenGL hardwarebeschleunigt Filme dekodieren und die Virtualisierungssoftware „Boxen“ nun VMs auch mit UEFI-Firmware anlegen.

### Fazit

Gnome 42 zeigt, wie Anwendungen von GTK 4 und libadwaita profitieren. Das

sieht man unter anderem an der schlanken, aber pfiffigen Bedienoberfläche von Console und dem geschmeidigen Wechsel zwischen hellem und dunklen Modus. Ärgerlich nur, dass dieser bei vielen wichtigen Programmen wie Inkscape und LibreOffice nicht klappt. Das Beispiel Bildschirmfreigabe zeigt, dass manche neue Funktionen noch nicht fehlerfrei funktionieren. Insgesamt macht es aber Spaß, mit Gnome 42 zu arbeiten.

Wer Gnome 42 ausprobieren will, kann auf Gnome OS zurückgreifen (siehe [ct.de/y2gy](http://ct.de/y2gy)). Alternativ bieten sich Arch Linux, openSUSE Tumbleweed und die Beta von Fedora 36 an, die zu Redaktionsschluss bereits Gnome 42 enthielten. (ktn@ct.de) **ct**

**Download Gnome OS:** [ct.de/y2gy](http://ct.de/y2gy)

## Gnome 42

Linux- und Unix-Desktopumgebung	
Hersteller, URL	Gnome Foundation, <a href="https://www.gnome.org">https://www.gnome.org</a>
Preis	kostenlos (Open Source)

# ctFotografie

## 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



Jetzt bestellen:

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



## 2x c't Fotografie testen

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



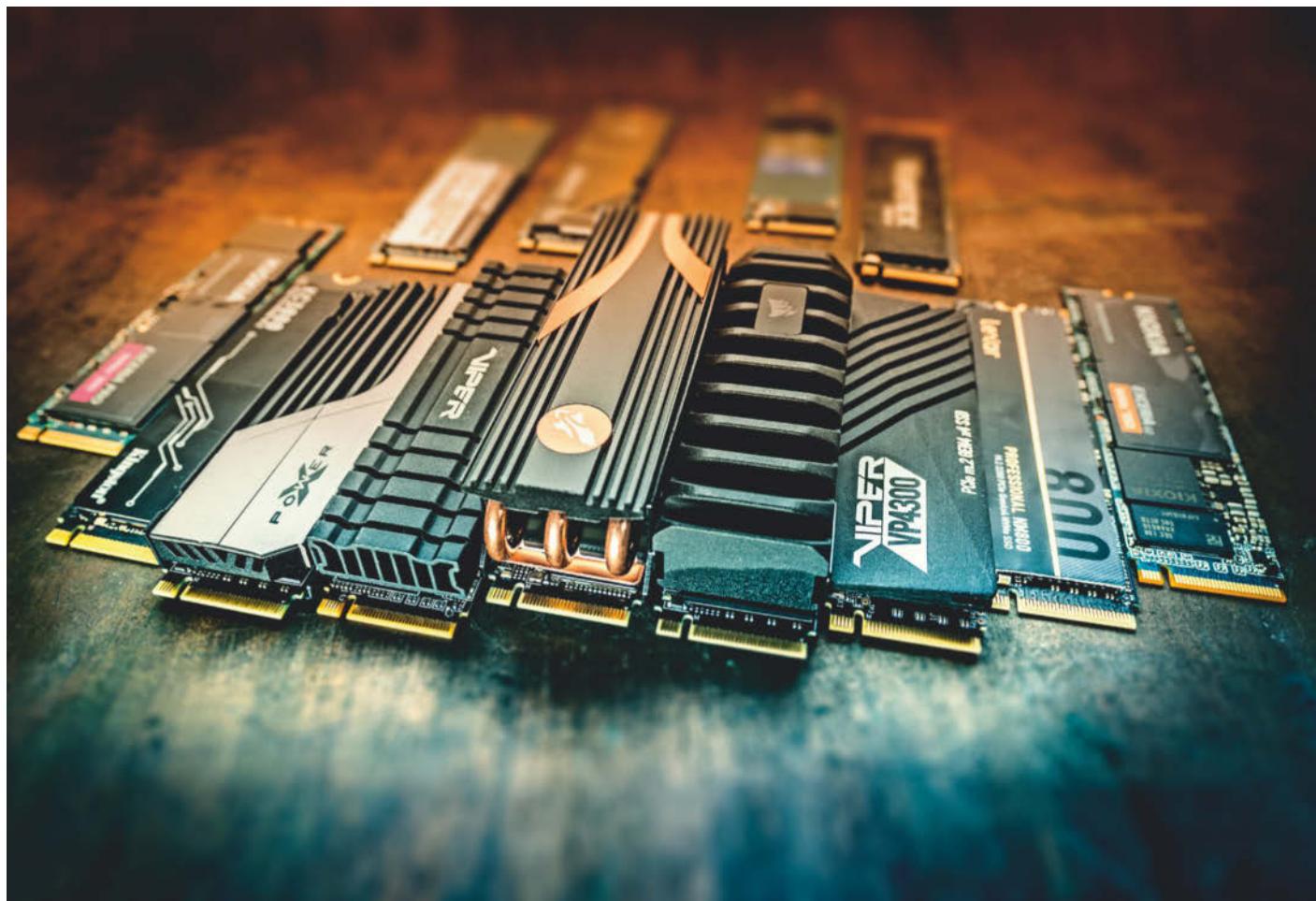
[www.ct-foto.de/minabo](http://www.ct-foto.de/minabo)



+49 541/80 009 120



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



# PC-Beschleuniger

## 13 SSDs mit PCIe 3.0 und 4.0 im Test

**Festplatten kommen in aktuellen Rechnern kaum noch zum Einsatz, jetzt ist die nächste Ablösung in Sicht: PCIe-SSDs ersetzen die bisher gängigen SATA-SSDs. 13 aktuelle Modelle haben wir im Test.**

Von Lutz Labs

Wer heute einen PC zusammenstellt, greift zu einer SSD – zumindest für Betriebssystem und Anwendungen. In Notebooks passen Festplatten eh nicht mehr hinein, und selbst die etwas größeren Mini-PCs bieten nur noch selten einen Schacht für 2,5-Zoll-Laufwerke.

SATA-SSDs sterben deshalb langsam aus, während M.2-SSDs mit PCIe-Anschluss immer beliebter werden. Sie bieten viel Speicherplatz auf kleinem Raum – und hohe Leistung: SSDs mit PCI Express 3.0 lesen und schreiben mit bis zu 3,5 GByte/s und schaffen mehrere hunderttausend IOPS (Input/Output Operations Per Second), die neueren PCIe-4.0-Mo-

delle erreichen mehr als 7 GByte/s mit teils über einer Million IOPS. Im Vergleich dazu müssen sich SATA-SSDs mit maximal 560 MByte/s und vielleicht 100.000 IOPS weit hinten anstellen.

In diesem Test haben wir 13 aktuelle SSDs versammelt. Dabei sind die PCIe-3.0-Modelle Gigabyte GM2, Kioxia Exceria G2, MSI Spatium M390, Patriot Viper VPN110 und Western Digital Blue SN570 sowie die PCIe-4.0-Modelle Corsair MP600 Pro XT, Kingston KC3000, Kioxia Exceria Pro, Lexar NM800, Mushkin Vortex, Patriot Viper VP4300, Sabrent Rocket 4 Plus und Silicon Power XS70.

Alle haben eine Speicherkapazität von 1 TByte; das ist nach Angaben einiger Hersteller die aktuell am häufigsten nachgefragte Größe. Die Preise liegen zwischen 78 und 188 Euro, die schnelleren 4.0er sind deutlich teurer als die 3.0er. Wir hätten gerne noch mehr getestet, doch die Adata-Modelle Legend 750 und 840 blieben im Zoll hängen und Acers Predator kam aufgrund des dortigen Lockdowns zu spät aus China heraus. Den Test dieser SSDs liefern wir in einer der nächsten Ausgaben nach.

Hochleistungs-SSDs produzieren eine ganze Menge Wärme, doch die Modelle mit dickem Kühlkörper sind in der Unterzahl: Lediglich Corsair MP600 Pro XT, Patriot Viper VPN110 und Silicon Power XS70 kamen mit fertig montiertem Blech in der Redaktion an. Sabrent liefert den Kühlkörper der Rocket 4 Plus in einer Extraschachtel, und bei der Patriot Viper VP4300 kann man sich nach dem Kauf entscheiden: mit Graphen-Kühlstreifen, mit Alublech oder beidem. Im Test haben wir uns für die Doppellösung entschieden und alle Kühlkörper aufgeklebt.

Corsair MP600 Pro XT und Sabrent Rocket 4 Plus passen nicht in den SSD-Schacht einer Playstation 5 hinein, denn ihre Kühlkörper sind zu hoch – maximal 11,25 Millimeter erlaubt Sony. Die beiden anderen PCIe-4.0-SSDs mit Kühlkörper, Patriot Viper VP4300 und Silicon Power XS70 eignen sich hingegen für Einbau und Betrieb in der PS5, die anderen SSDs mit PCIe 4.0 natürlich ebenfalls – Modelle mit PCIe 3.0 funktionieren nicht in der PS5.

## Controller und Speicher

Der neben dem Flash-Speicher wichtigste Baustein einer SSD ist der Controller, der die von der CPU kommenden Daten in den Flash schreibt und sie daraus ausliest. Die meisten Modelle sind ausentwickelt, ihre Maximalgeschwindigkeit liegt nahe am theoretischen Maximum der Anbindung; je nach PCIe-Generation also bei bis zu 3,6 beziehungsweise knapp 7,5 GByte/s.

Der Silicon Motion SM2262EN in der Patriot Viper VPN110 ist ein älterer PCIe-3.0-Controller, der 4.0er Controller Phison PS5018-E18 kommt bereits in vielen schnellen SSDs zum Einsatz – hier in der Corsair MP600 Pro XT, der Kingston KC3000, der Sabrent Rocket 4 Plus und der Silicon Power XS70. Der Controller-Newcomer Innogrit ist mit seinem 4.0er Modell IG5236 a.k.a. Rainier mit der Lexar NM800, der Mushkin Vortex und der Pa-



## Corsair MP600 Pro XT

Nimmt man die MP600 Pro XT in die Hand, sucht man lange nach einer Modellbezeichnung: Corsair hat sie in den Kühlkörper eingebrannt, selbst auf der Unterseite ist die SSD nicht identifizierbar. Zusammen mit der baugleichen Silicon Motion XS70 und der Sabrent Rocket 4 Plus liegt die MP600 Pro XT bei Messungen mit Iometer vorn.

Schreibaktionen hält die MP600 Pro XT dank des großen Kühlkörpers lange durch, der PCmark 10 aber bescheinigt der SSD nur ein durchschnittliches Ergebnis. Ähnliche SSDs liegen sowohl beim Konsistenztest als auch bei der Eignung als Systemlaufwerk deutlich vor der Corsair.

- ⬆️ schnell und ausdauernd
- ⬇️ teuer

Preis: circa 185 Euro  
(Schnittstelle: PCIe 4.0)



## Gigabyte GM2

Die GM2 ist nicht die erste SSD von Gigabyte, seit 2019 baut das Unternehmen auch Flash-Speicher in M.2-Form. Dennoch kennen die meisten Anwender wohl vor allem die Mainboards des Herstellers.

Die GM2 gleicht der Spatium M390 von MSI bis aufs Haar, die meisten Messwerte liegen auf dem gleichen Niveau. Wahrscheinlich stammen beide SSDs vom gleichen OEM-Hersteller, denn selbst die Platine ist identisch. Für eine PCIe-3.0-SSD ist die GM2 recht flott, beim Test der Eignung als Systemlaufwerk liegt sie dagegen ziemlich weit hinten.

- ⬆️ großer SLC-Cache
- ⬇️ Herkunft unklar

Preis: circa 107 Euro  
(Schnittstelle: PCIe 3.0)

riot Viper VP4300 vertreten. Noch etwas neuer ist der 4-Kanal-Controller Phison PS5015-E15T, der PCIe 3.0 nutzt, kein DRAM unterstützt und damit vor allem in eher günstigen SSDs zum Einsatz kommt – in diesem Test bei Gigabyte GM2 und MS Spatium M390.

Kioxia und Western Digital lasern den eigenen Firmennamen auf den Controller. Hinter dem vermeintlichen Kioxia-Controller auf der Exceria Pro dürfte sich ebenfalls ein Phison E18 verstecken, hinter dem auf der Exceria G2 ein Phison E12, und vom WD-Controller ist lediglich bekannt, dass er mit nur vier Speicherkanälen arbeitet. Mit Ausnahme des E15-Controllers und dem auf der WD-SSD arbeiten alle mit acht Speicherkanälen und parallelisieren damit Schreibarbeiten gut. Die SSDs mit E15-Controller und die WD Blue nutzen per NVMe-Treiber einen Teil des

PC-Hauptspeichers als Cache, die anderen greifen auf einen aufgelötzten DRAM-Baustein zurück.

NAND-Flash in TLC-Bauweise (Triple Level Cell, 3 Bit pro Zelle) ist heute Standard, auch für schnelle SSDs. Betrachtet man die Testergebnisse, dann wird in unseren Testmustern kein langsamer QLC-Flash (Quadruple Level Cell) verbaut sein, auch in den Beschriftungen der NAND-Chips haben wir keine Hinweise darauf gefunden.

Die Speicherchips stammen – sofern wir das ermitteln konnten – von den üblichen Verdächtigen, also vor allem Micron und Toshiba. Nicht alle Typenbezeichnungen führten zu einem Ergebnis. Speicher wird übrigens gerade etwas knapp: In zwei von Kioxia und Western Digital gemeinsam betriebenen Werken wurden im Februar rund 6,5 Exabyte NAND-Flash durch



## Kingston KC3000

Kingstons KC3000 beruht auf dem schnellen E18-Controller von Phison, dazu gesellen sich Micron-Flash in 176-Lagen-Bauweise und 1 GByte DRAM als Cache. Der Streifen auf der Oberseite besteht nicht aus Papier, sondern aus dem besonders gut wärmeleitenden Graphen; er vergrößert die wärmeabgebende Fläche.

Dank des schnellen Controllers und rund 120 GByte SLC-Cache schreibt die KC3000 schnell, auch bei 90-prozentiger Füllung der SSD kommt sie auf 5,8 GByte/s – jeweils über eine Minute gemessen, der SLC-Cache ist damit bereits gefüllt.

- ⬆️ schnell
- ⬇️ teuer

Preis: circa 185 Euro  
(Schnittstelle: PCIe 4.0)



## Kioxia Exceria G2 SSD

Kioxia nutzt für seine SSD zwar NAND-Flash aus der eigenen Produktion, verbirgt den Namen des Controller-Herstellers jedoch mit einer eigenen Gravur. Bei der Exceria G2 kommt aller Wahrscheinlichkeit nach der E12 zum Einsatz, ein 8-Kanal-Controller von Phison. Mit einem Preis von nur 8 Cent pro GByte ist die G2 die günstigste SSD in diesem Vergleich.

Allerdings schafft sie nur Geschwindigkeiten deutlich unterhalb der Möglichkeiten von PCIe 3.0: gerade einmal 2,2 GByte/s beim Lesen, nur 1,7 GByte/s beim Schreiben. Immerhin erreicht sie letzteren Wert auch bei fast vollem Speicher.

- ⬆️ sehr günstig
- ⬇️ eher langsam

Preis: circa 78 Euro  
(Schnittstelle: PCIe 3.0)



## Kioxia Exceria Pro

Auch bei der Exceria Pro verbirgt Kioxia den Phison-Controller unter dem eigenen Schriftzug, in diesem Fall einen E18. Flott ist die SSD damit jedoch vor allem beim Lesen – beim Schreiben sind andere SSDs mit dem E18 rund 1 GByte/s schneller.

Die Exceria Pro drosselt recht schnell, H2testw bescheinigt ihr über die gesamte Kapazität eine Schreibrate von gerade einmal 633 MByte/s. Die schnelle Drosselung dürfte auch für das eher schwache Ergebnis von 923 Punkten im Konsistenzbenchmark verantwortlich sein; da schaffen andere SSDs mit dem gleichen Controller bis zu 250 Punkten mehr.

- ⬆️ schnell bei Random-IO
- ⬇️ drosselt zu schnell

Preis: circa 181 Euro  
(Schnittstelle: PCIe 4.0)

den Einsatz verunreinigter Chemikalien zerstört. Das hat Folgen.

## Preiskapriolen

Zwar kann man prinzipiell bei NAND-Flash von sinkenden Preisen ausgehen, der Produktionsausfall fügt dem Preisverfall jedoch zumindest einen Hinkel hinzu. Zur Einschätzung: Die verunreinigte Menge entspricht etwa 13 Prozent des gesamten Produktionsvolumens von Kioxia-Western Digital aus dem ersten Quartal 2022; gemeinsam haben die beiden einen Marktanteil von etwa einem Drittel.

Nach Angaben des Marktforschungsinstituts Trendforce war der zerstörte Flash-Speicher primär für den Einsatz in Client-SSDs vorgesehen, für die Trendforce ursprünglich Preissenkungen von etwa 13 Prozent im ersten Quartal prognostiziert hatte – daraus sollen nun nur noch 10 Pro-

zent werden. Stärkere Auswirkungen zeigen sich ab dem zweiten Quartal: Statt weiteren Speicherpreissenkungen von bis zu 10 Prozent erwartet Trendforce jetzt Steigerungen von 5 bis 10 Prozent. Der Grund für die verzögerte Preiserhöhung dürfte darin liegen, dass die Lager der Weiterverarbeiter noch recht gut gefüllt waren.

## Zwillinge

Nicht jeder Hersteller steckt die gleiche Menge Gehirnschmalz in die Entwicklung seiner SSDs. Das zeigt sich an baugleichen Modellen: einem Zwillingspaar mit PCIe 3.0 und einem mit der schnelleren 4.0-Schnittstelle.

Die beiden 3.0er SSDs der Mainboard-Hersteller Gigabyte und MSI gleichen sich bis hin zur Firmware-Version des Phison-Controllers. Dennoch unterscheiden sich

die Messergebnisse etwas, die Gigabyte GM2 erreicht in einigen Disziplinen ein paar Prozentpunkte mehr als die MSI Spatium M390. Auffällig ist dies vor allem beim Schreiben auf die gut gefüllte SSD. Den Grund haben wir mit H2benchw herausgefunden: Die Spatium M390 hat laut unseren Messungen keinen oder nur einen sehr kleinen SLC-Cache, während die GM2 immerhin auf rund 70 GByte SLC-Cache zugreifen kann.

Bei den ansonsten baugleichen PCIe-4.0-SSDs von Corsair und Silicon Motion verdecken die unterschiedlich großen Kühlkörper den Blick auf die Platinen. Häufig ist die Silicon Power XS70 einen Tick schneller, einen Grund dafür haben wir jedoch nicht herausfinden können. Deutlich wird dies allenfalls im Office-Benchmark von PCmark 10, wo die XS70 2 Prozent vorn liegt, auf der anderen Seite



## Lexar NM800

Lexar setzt bei der NM800 auf den neuen Innogrit-Controller IG5236 und Micron-Flash sowie einen DRAM-Cache von 1 GByte. Da die SSD ohne Kühlkörper kommt, drosselt der Controller recht schnell: Die Schreibgeschwindigkeit sinkt beim Test mit Iometer nach fünf Minuten von 5,7 auf 3,9 GByte/s.

Die NM800 bekommt die niedrigste Bewertung von PCmark 10 für den Drive Performance Consistency Test, der die Eignung der SSD für Arbeiten unter Last analysiert: Gerade einmal 349 Punkte erreicht sie. Auf einen ähnlich schlechten Wert kommt nur die Mushkin Vortex (mit gleichem Controller und ebenfalls ohne Kühlkörper).

- ⬆️ großer SLC-Cache
- ⬇️ drosselt zu schnell

Preis: circa 179 Euro  
(Schnittstelle: PCIe 4.0)



## MSI Spatium M390

Auch der Mainboard-Hersteller MSI hat SSDs im Programm, die Spatium M390 ist die einzige mit PCIe 3.0. Der größte Unterschied zur baugleichen Gigabyte GM2 liegt in der Haltbarkeit: MSI gibt 600 TBW (TeraBytes Written) an, bei der GM2 sind es nur 400; diese Angabe bezeichnet die Menge an Daten, die im Rahmen der Garantie auf die SSD geschrieben werden darf.

Bei Messungen mit einer gut gefüllten SSD kam die M390 nicht mit der GM2 mit, hier lädt wahrscheinlich der kleinere SLC-Cache. Ansonsten schlägt sie sich für eine SSD mit PCIe 3.0 recht gut.

- ⬆️ hohe Endurance
- ⬇️ teuer

Preis: circa 124 Euro  
(Schnittstelle: PCIe 3.0)



## Mushkin Vortex

Die Mushkin Vortex war bei Redaktionsschluss noch nicht in Deutschland erhältlich, das soll sich jedoch nach Angaben des Herstellers bald ändern. Aktuell ist die SSD etwa auf der US-Seite von Amazon verfügbar, und zwar zum Preis von rund 125 Euro inklusive Versand, aber ohne Importgebühren – das erscheint recht günstig.

Auch Mushkin setzt auf den Innogrit-Controller IG5236, die SSD ist durch die schnelle Erwärmung vor allem bei Ausdauermessungen eher langsam. Kurzzeitige Schreibvorgänge sind auch bei voller SSD jedoch recht flott, anscheinend reserviert der Controller ausreichend SLC-Cache.

- ⬆️ großer SLC-Cache
- ⬇️ drosselt zu schnell

Preis: noch unbekannt  
(Schnittstelle: PCIe 4.0)

führt die Corsair MP600 Pro XT mit 11 Prozent bei der Arbeit unter Last – bei der täglichen Arbeit wird man jedoch weder das eine noch das andere bemerken.

## Kühl bleiben

Selbst aktuelle, schnelle SSDs brauchen nach der Ansicht des Phison-Technikchefs Sébastien Jean lediglich ein Stück Metallfolie zur Kühlung – wenn der Luftzug im Gehäuse ausreichend stark ist. Der CTO der SSD-Controller-Schmiede schreibt in einem Blog-Beitrag [1], dass sich das erst bei SSDs mit PCIe 5.0 ändern wird: Eine um 1 GByte/s höhere Geschwindigkeit steigert den Stromverbrauch einer SSD um etwa 1 Watt; bei einer Steigerung von 7,5 auf 15 GByte/s würde damit auch die Leistungsaufnahme um 7,5 Watt ansteigen. Die damit einhergehenden hohen Temperaturen könnten nach Ansicht von Jean zu Pro-

blemen führen, mindestens aber werden die SSDs ihre Geschwindigkeit drosseln müssen. Er erwartet, dass viele SSDs mit einem Kühlkörper ausgestattet sein werden und zusätzlich im Luftzug von einem – eventuell schon vorhandenen – Lüfter liegen (vielleicht muss es nicht gleich ein solcher Turm sein wie der jüngst von Thermalright vorgestellte im Bild rechts).

Eine Maßnahme gegen weiter steigende SSD-Temperaturen könnte nach Jeans Ansicht der Wechsel auf geringere Strukturbreiten sein, etwa von aktuell 16 nm auf 7 nm. Damit sinkt der Stromverbrauch trotz höherer Frequenz. Eine weitere Möglichkeit sei die Verwendung von weniger NAND-Kanälen, denn durch die immer höhere Geschwindigkeit der NAND-Chips lasse sich die gewünschte Datenmenge ebenso gut mit weniger Kanälen bewältigen. Zukünftige SSDs, selbst



**Der 74 Millimeter hohe und 90 Gramm schwere SSD-Kühler HR-09 2280 Pro von Thermalright soll auch die Wärme kommender PCIe-5.0-SSDs sicher abführen.**



### Patriot Viper VP4300

Die Viper VP4300 kommt in drei Teilen: SSD, Graphen-Kühlpad und Alu-Kühlkörper; im Test haben wir Kühlpad und Kühlkörper gemeinsam genutzt. Dank der guten Kühlung und des großen SLC-Caches von bis zu 320 GByte hält die VP4300 auch lange Schreibvorgänge mit hoher Geschwindigkeit durch.

Selbst bei 95-prozentiger Befüllung erreicht die VP4300 noch ihre Höchstgeschwindigkeit von fast 6,5 GByte/s beim Schreiben, eine Kapazitätsreserve braucht man zu diesem Zweck nicht einzurechnen. Im Ausdauer-Test vom PCmark 10 liegt sie mit 1600 Punkten weit vor der gesamten hier versammelten Konkurrenz.

➔ schnell und ausdauernd

➔ günstig

Preis: circa 166 Euro

(Schnittstelle: PCIe 4.0)



### Patriot Viper VPN110

Das auffälligste Merkmal der Viper VPN110 ist der zerklüftete Kühlkörper, der die Wärme zuverlässig von der SSD abführt. Allerdings sinkt die Schreibrate bereits bei zu 80 Prozent gefülltem Speicher auf rund 1,2 GByte/s, bei leerer SSD ist fast das Dreifache drin.

Für ältere Systeme mit PCIe-3.0-Slot eignet sich die Viper VPN110 gut: In dieser 3er-Klasse liegt sie in den Praxisbenchmarks vom PCmark 10 in fast allen Disziplinen vorn, lediglich bei der Eignung als Datenlaufwerk muss sie sich der Gigabyte GM2 geschlagen geben. Als einzige in diesem Vergleich kommt die VPN110 mit nur 3 Jahren Garantie.

➔ flott in Praxisbenchmarks

➔ langsam bei hoher Füllung

Preis: circa 113 Euro

(Schnittstelle: PCIe 3.0)



### Sabrent Rocket 4 Plus

Die SSD des amerikanischen Herstellers Sabrent ist optisch sicherlich die auffälligste in diesem Test: Dicke Heatpipes führen die Abwärme der SSD zu den oberen Kühlrippen. Den Kühlkörper muss man selbst befestigen, als Bonus liegt eine (Ersatz-)Schraube für den M.2-Slot im Karton.

Dank des schnellen Phison-Controllers gehört die Rocket 4 Plus zu den flottesten SSDs in diesem Test und dank des großen Kühlkörpers hält sie lange hohe Schreibgeschwindigkeiten. Erstaunlich ist die hohe Ausdauer (Endurance) von mehr als 1000 TeraByte.

➔ schnell und ausdauernd

➔ lange Garantie nur bei Registrierung

Preis: circa 170 Euro

(Schnittstelle: PCIe 4.0)

solche mit PCIe 5.0, bräuchten keine acht NAND-Kanäle mehr, meint Jean, vier würden völlig ausreichen – und das würde den Stromverbrauch einer SSD um 20 bis 30 Prozent senken.

Die maximale Betriebstemperatur von NAND-Flash hängt laut Jean von der Qualität des Speichers ab, sie liege zwischen 70 und 85 °C. Zu kalt sollte der Flash-Speicher jedoch auch nicht sein: Die Fehlerrate steige an, wenn in heißen Flash geschriebene Daten nach dem Abkühlen wieder ausgelesen werden. Für den Nutzer spielt das dank der Fehlerkorrektur des Controllers jedoch keine Rolle, allenfalls sinkt die Übertragungsgeschwindigkeit etwas.

### Testparcours

Die SSDs mussten unseren Parcours mit synthetischen Benchmarks und einigen Praxisbenchmarks durchlaufen. Dabei setzten wir erstmals Windows 11 ein – und das führte zu ganz leichten Veränderungen: Kontrollmessungen mit SSDs aus älteren Tests zeigen, dass Windows 11 bei I/O-Operationen einen Tick schneller ist.

Bei den synthetischen Benchmarks mit Iometer fällt das nicht weiter auf, bei den rein sequenziell arbeitenden Tests H2testw oder H2benchw gibt es erst recht keine Unterschiede. Lediglich mit dem Office-Benchmark aus der PCmark-10-Testsuite haben wir leichte Veränderungen ermittelt: Unter Windows 11 erreichen die SSDs ein um 25 bis 50 Punkte

höheres Ergebnis. Fühlbar ist diese Verbesserung bei einer Gesamtpunktzahl von rund 6000 Punkten jedoch nicht.

Dazu gleich noch ein paar Zahlen: Die PCIe-3.0-SSDs erreichten im Mittel in diesem Test 5990 Punkte, die nominell deutlich schnelleren 4.0er 6030 – und eine MX500 mit SATA-Interface rund 5925. Damit ist zwar die Rangfolge geklärt, eine spürbare Beschleunigung durch eine schnellere SSD aber kaum zu erwarten.

Die nominell hohen Schreibgeschwindigkeiten der SSDs haben wir wie üblich nicht immer erreicht. Das liegt daran, dass die Hersteller mit den Maximalgeschwindigkeiten werben, wir aber in jedem Fall mindestens eine Minute lang messen und einen Durchschnittswert bilden. Bei

Die Webinar-Serie von Heise

# Projektmanagement mit Jira und Confluence

## In drei Online-Trainings Ihr Projektmanagement meistern

Gutes Projektmanagement ist der Erfolgsfaktor für gelungene IT-Projekte – aber welches genau und nach welcher Methode? In drei Online-Trainings lernen Sie, wie sie agile, klassische und hybride Projekte mit den Atlassian-Werkzeugen Jira und Confluence konkret umsetzen und worauf es dabei ankommt.

**17. Mai 2022**

Klassisches Projektmanagement mit Jira und Confluence

**21. Juni 2022**

Agiles Projektmanagement mit Jira und Confluence

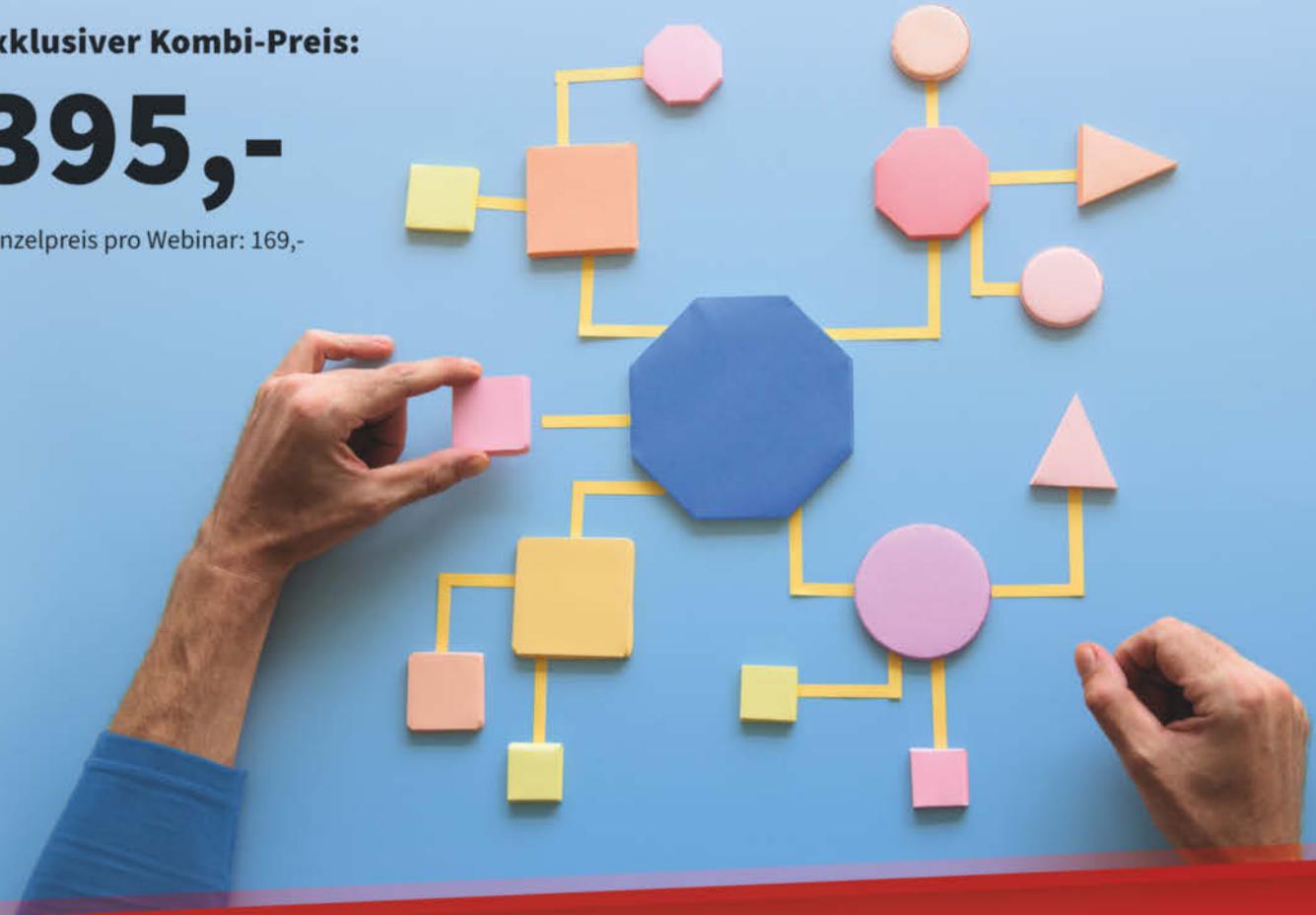
**28. Juni 2022**

Hybrides Projektmanagement mit Jira und Confluence

**Exklusiver Kombi-Preis:**

# 395,-

Einzelpreis pro Webinar: 169,-



**Jetzt Kombi-Rabatt sichern und über 100,- sparen!**

[webinare.heise.de/projektmanagement](http://webinare.heise.de/projektmanagement)





### Silicon Motion XS70

Die XS70 von Silicon Motion ist baugleich zur MP600 Pro XT von Corsair, hat aber einen anderen Kühler. Der Hersteller spricht von einem Haifischflossen-Design, was wohl auf die Schräge anspielen soll. Da die Gesamthöhe bei nur 8,8 Millimetern liegt, passt die XS70 in eine PS5 hinein.

Preissuchmaschinen warnen, dass der Hersteller die XS70 je nach Länderversion mit unterschiedlichen Controllern und Speicherbausteinen bestückt. Nach Angaben der deutschen Pressestelle wird jedoch in jedem Fall der Phison-Controller E18 verwendet, sodass hierzulande verkaufte Modelle gleich schnell sein sollten.

⬆️ sehr schnell

⬇️ teuer

Preis: circa 188 Euro

(Schnittstelle: PCIe 4.0)



### Western Digital WD Blue SN570

Wenn man die Blue SN570 auspackt, ist man auf Anhieb etwas enttäuscht: Gerae einmal zwei kleine Chips sind auf der Platine aufgelötet, Controller an der Anschlussseite, Flash-Speicher ganz hinten. Dazwischen herrscht Leere.

Im Test mit H2testw, also beim vollständigen Beschreiben, fällt die Blue auf lahme 530 MByte/s ab, den niedrigsten Wert in diesem Vergleich. Als Speicher für eine stark belastete Datenbank sollte man sie nicht einsetzen, da sie bei Zugriffen auf zufällige Adressen nur das Niveau einer guten SATA-SSD erreicht – nur bei kurzer Belastung erreicht sie die versprochenen 400.000 IOPS.

⬆️ günstig

⬇️ langsam bei langem Schreiben

Preis: circa 92 Euro

(Schnittstelle: PCIe 3.0)

Schreibgeschwindigkeiten von einigen GByte/s sind die SLC-Caches der SSDs bereits nach kurzer Zeit gefüllt und der Controller muss die ankommenden Daten direkt in das langsamere NAND-Flash schreiben. Damit sinkt die Geschwindigkeit stark.

Noch langsamer werden die SSDs bei noch längerem Schreiben, etwa nach fünf Minuten Dauerlast mit Iometer – dann drosselt der Controller häufig, um die SSD vor Überhitzung zu bewahren. Aber auch dann liegen die Messwerte bei den meisten SSDs noch oberhalb von 2 GByte/s. Erst beim kompletten Beschreiben mit H2testw sinken die Schreibgeschwindigkeiten der meistens Kandidaten auf weniger als 1 GByte/s – aber dieser Fall dürfte

## SSDs mit PCIe 3.0 und 4.0

	seq. Transferraten Schreiben/Lesen <sup>1</sup> [MByte/s]
	besser ►
Corsair ME600 Pro XT	5834/7450
Gigabyte GM2	3186/3310
Kingston KC3000	6089/7451
Kioxia Exceria G2 SSD	1744/2170
Kioxia Exceria Pro	4990/6384
Lexar NM800	5668/7461
MSI Spatium M390	3205/3286
Mushkin Vortex	4442/6147
Patriot Viper VP4300	6423/7463
Patriot Viper VPN110	3161/3458
Sabrent Rocket 4 Plus	5850/7447
Silicon Power XS70	5866/7451
Western Digital WD Blue SN570	3200/3629

<sup>1</sup> gemessen mit Iometer, Blockgröße 512 KByte

## SSDs mit PCIe 3.0 und 4.0

Modell	Corsair MP600 Pro XT	Gigabyte GM2	Kingston KC3000	Kioxia Exceria G2 SSD	Kioxia Exceria Pro	Lexar NM800
Hersteller, URL	Corsair, corsair.com	Gigabyte, gigabyte.com	Kingston, kingston.com	Kioxia, kioxia.com	Kioxia, kioxia.com	Lexar, lexar.com
Bezeichnung	CSSD-F1000GBMP600PXT	HBG-M2-SSD-1TB	SKC3000S/1024G	LRC20Z001TG8	LSE10Z001TG8	LG99902002699
Kapazität laut Hersteller <sup>1</sup>	1 TByte	1 TByte	1 TByte	1 TByte	1 TByte	1 TByte
von Windows erkannte Kapazität	932 GByte	932 GByte	954 GByte	932 GByte	932 GByte	954 GByte
Interface / Protokoll	PCIe 4.0 x4 / NVMe 1.4	PCIe 3.0 x4 / NVMe 1.4	PCIe 4.0 x4 / NVMe 1.4	PCIe 3.0 x4 / NVMe 1.3c	PCIe 4.0 x4 / NVMe 1.4	PCIe 4.0 x4 / NVMe 1.4
SSD-Controller / NAND-Kanäle	Phison PS5018-E18 / 8	Phison PS5015-E15T / 4	Phison PS5018-E18 / 8	Kioxia (Phison E12) / 8	Kioxia (Phison E18) / 8	Innogrit IG5236 / 8
Schreibleistung pro Tag <sup>2</sup>	384 GByte	329 GByte	438 GByte	219 GByte	219 GByte	274 GByte
jährliche Ausfallwahrscheinlichkeit <sup>2</sup>	0,55 %	0,58 %	0,49 %	0,58 %	0,58 %	0,58 %
Bestückung / Höhe über Platine	einseitig / 16,6 mm	einseitig / 1,2 mm	einseitig / 1,8 mm	einseitig / 1 mm	einseitig / 1,1 mm	einseitig / 1,2 mm
Garantie	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre
Preis pro Gigabyte	19,9 Cent	11,5 Cent	16 Cent	8,4 Cent	19,4 Cent	18,8 Cent
Straßenpreis	185 €	107 €	153 €	78 €	181 €	179 €
weitere erhältliche Kapazitäten	2 TByte (330 €), 4 TByte (790 €)	500 GByte (60 €)	512 GByte (100 €), 2 TByte (295 €), 4 TByte (780 €)	2 TByte (185 €)	2 TByte (333 €)	512 GByte (101 €)

<sup>1</sup> Die Hersteller rechnen mit 1 GByte = 1.000.000.000 Byte. Für Windows dagegen ist 1 GByte = 1.073.741.824 Byte, die angezeigte Kapazität ist daher kleiner

<sup>2</sup> Herstellerangaben

<sup>3</sup> nach Registrierung beim Hersteller

in der Praxis nur selten auftreten, etwa beim Restaurieren eines Windows-Images mit vielen Daten.

## Fazit

Für die Auswahl der optimalen SSD sollte man auch Kriterien jenseits der Benchmarks heranziehen. Der Kauf einer schnellen und teuren PCIe-4.0-SSD ist nur sinnvoll, wenn man häufig große Datenmengen bewegt, etwa bei großen Spielen, in Datenbanken oder beim Videoschnitt. Für viele andere Aufgaben wie die tägliche Büroarbeit genügt eine PCIe-3.0-SSD völlig.

Will man möglichst wenig Geld ausgeben, dann kommt ohnehin nur eine SSD mit PCIe 3.0 in Frage: Zwischen 8 und 13

Cent pro GByte verlangen die Händler, am günstigsten ist die Kioxia Exceria G2 – aber auch am langsamsten. Die Gigabyte GM2 und die baugleiche MSI Spatium M390 folgen mit leicht unterschiedlichem Preis. Patriots Viper VPN110 und Western Digitals Blue SN570 stechen im Office-Benchmark heraus – vor allem die Blue aber ist bei dauerhaftem Schreiben eher langsam.

Die Preise der 4.0er SSDs liegen deutlich höher, die Spanne reicht von 16 bis 20 Cent pro GByte. Die Leistungen liegen recht nah beieinander, von wenigen Ausnahmen abgesehen. So eignen sich Lexars NM800 und die Mushkin Vortex weniger für Arbeiten unter hoher Last. NM800, Vortex und die Kioxia Exceria Pro drosselten beim Schreiben frühzeitig zum Schutz

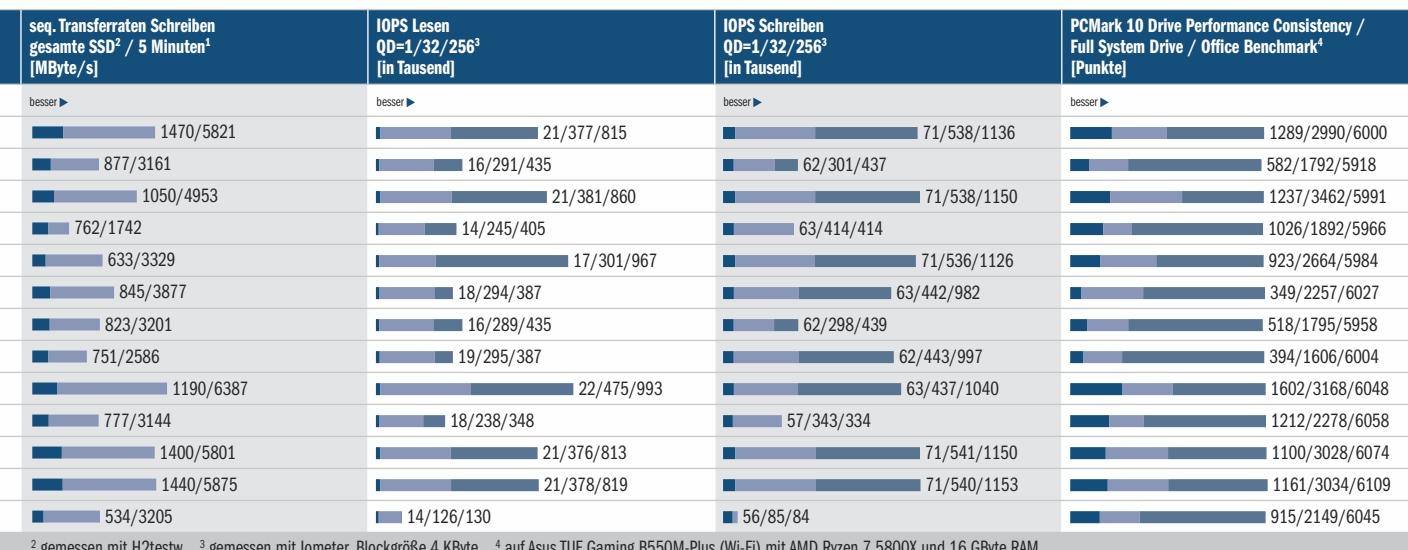
vor Überhitzung – aber das ließe sich durch den Einbau unter einem Kühlkörper wohl verhindern. Vortex und Viper VP4300 sind doppelseitig bestückt und passen damit unter Umständen nicht in flache Notebooks, ebenso wenig wie die mit montiertem Kühlkörper gelieferten Corsair MP600 Pro XT und Silicon Power XS70. Insgesamt haben die SSD-Hersteller ihre Aufgaben gut gelöst, echte Ausreißer nach unten sind in unserem Test nicht dabei.

(ll@ct.de) ct

## Literatur

[1] Sébastien Jean, Turn Down the Heat on SSDs, [phisonblog.com/turn-down-the-heat-on-ssds](http://phisonblog.com/turn-down-the-heat-on-ssds)

Download Testprogramme: [ct.de/yvpf](http://ct.de/yvpf)



<sup>2</sup> gemessen mit H2testw <sup>3</sup> gemessen mit lometer, Blockgröße 4 KByte <sup>4</sup> auf Asus TUF Gaming B550M-Plus (Wi-Fi) mit AMD Ryzen 7 5800X und 16 GByte RAM

MSI Spatium M390	Mushkin Vortex	Patriot Viper VP4300	Patriot Viper VPN110	Sabrent Rocket 4 Plus	Silicon Power XS70	WD Blue SN570
MSI, msi.com	Mushkin, <a href="http://poweredbymushkin.com">poweredbymushkin.com</a>	Patriot, <a href="http://patriotmemory.com">patriotmemory.com</a>	Patriot, <a href="http://patriotmemory.com">patriotmemory.com</a>	Sabrent, <a href="http://sabrent.com">sabrent.com</a>	Silicon Power, <a href="http://silicon-power.com">silicon-power.com</a>	Western Digital, <a href="http://wdc.com">wdc.com</a>
S78-440L650-P83	MKNSSDVT1TB-D8	VP4300-1TBM28H	VPN110-1TBM28H	SB-RKT4P-1TB	SP01KGBP44XS7005	WDS100T3BOC
1 TByte	1 TByte	1 TByte	1 TByte	1 TByte	1 TByte	1 TByte
932 GByte	932 GByte	954 GByte	954 GByte	932 GByte	932 GByte	932 GByte
PCIe 3.0 x4 / NVMe 1.4	PCIe 4.0 x4 / NVMe 1.4	PCIe 4.0 x4 / NVMe 1.4	PCIe 3.0 x4 / NVMe 1.3	PCIe 4.0 x4 / NVMe 1.4	PCIe 4.0 x4 / NVMe 1.4	PCIe 3.0 x4 / NVMe 1.4
Phison PS5015-E15T / 4	Innogrit IG5236 / 8	Innogrit IG5236 / 8	Silicon Motion SM2262EN / 8	Phison PS5018-E18 / 8	Phison PS5018-E18 / 8	SanDisk 20-82-10023-A1 / 4
219 GByte	274 GByte	548 GByte	731 GByte	699 GByte	k. A.	329 GByte
0,58 %	0,58 %	k. A.	k. A.	k. A.	0,55 %	0,58 %
einseitig / 1,3 mm	doppelseitig / 0,9 mm	doppelseitig / 6,1 mm	doppelseitig / 10,4 mm	einseitig / 19,6 mm	einseitig / 1 mm	einseitig / 1,3 mm
5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	3 Jahre	5 Jahre <sup>3</sup>	5 Jahre	5 Jahre
13,3 Cent	k. A.	17,4 Cent	11,8 Cent	18,3 Cent	20,2 Cent	9,9 Cent
124 €	k. A.	166 €	113 €	170 €	188 €	92 €
500 GByte (65 €)	512 GByte (k.A.), 2 TByte (k.A.)	2 TByte (345 €)	512 GByte (70 €), 2 TByte (194 €)	2 TByte (330 €), 4 TByte (780 €)	2 TByte (382 €), 4 TByte (774 €)	250 GByte (42 €), 500 GByte (55 €), 2 TByte (224 €)

k. A.: keine Angabe



# Fette Bretter

## Sechs extragroße Tablets mit Android, HarmonyOS, iPadOS und Windows

**XXL-Tablets taugen unter anderem als Kinoleinwand für unterwegs oder Ersatz für den Arbeitsrechner. Im Test unterschieden sie sich vor allem bei den Displays und der Akkulaufzeit – und wir begegneten einem Relikt aus vergangenen Tagen.**

**Von Robin Brand, Steffen Herget und Stefan Porteck**

**E**in Tablet muss, anders als ein Smartphone, in keine Hosentasche passen, also darf es ruhig ein bisschen mehr Platz für ein großes Display brauchen. Wir haben

für diesen Test die Untergrenze bei einer Displaydiagonale von 12 Zoll angelegt und uns sechs extragroße Tablets angesehen. Die Preise reichen je nach Ausstattung von 300 bis 2500 Euro. Bei der Auswahl darf das Apple iPad Pro 12.9 ebenso wenig fehlen wie das aktuell größte Android-Tablet, das Samsung Galaxy Tab S8 Ultra mit seinem riesigen 14,6-Zoll-Display. Das Lenovo P12 Pro und das Huawei MatePad Pro sind deutlich kleiner (12,6 Zoll). Mit 13 und 13,3 Zoll komplettieren das Microsoft Surface Pro X sowie das günstige Hannspree Zeus 2 unser Testfeld. Alle haben Prozessoren mit ARM-Architektur eingebaut, die Bandbreite bei den Betriebssystemen reicht von Android über iPadOS und Windows bis zum Exoten HarmonyOS.

Die Displays sind die Herzstücke der sechs Tablets. Huawei, Lenovo und Samsung setzen auf OLED-Panels, der Rest auf

IPS-LCD-Bildschirme. Apple verwendet ein LCD-Panel mit Mini-LEDs. Die drei OLEDs stellen scharfe Kontraste jenseits der für unser Konoskop messbaren Skala, „richtiges“ Schwarz und knallige Farben dar. Vor allem Lenovo und Samsung übertreiben es dabei in der Standardeinstellung mit der Sättigung, die Tablets überstrahlen. Huawei hat die Farbdarstellung natürlicher kalibriert. Die drei Bildschirme sind alleamt sehr gleichmäßig ausgeleuchtet. Bei der Helligkeit liegt das Samsung-Tablet deutlich vorne und erreicht fast doppelt so hohe Messwerte wie die Geräte von Lenovo und Huawei. Das ist praktisch, wenn man auf der sonnigen Terrasse arbeitet oder Filme schaut. Auffällig: Den schlanken Displayrändern geschuldet zieht Samsung die Dual-Frontkamera in Form einer Notch ins Display. Das sieht bei einem so großen Gerät merkwürdig aus.

Unter den drei anderen Displays mit IPS-Technik fällt das des Hannspree-Tablets deutlich ab, es erreicht nicht einmal eine Helligkeit von 250 cd/m<sup>2</sup>, die zudem ziemlich ungleich ausfällt – das untere Bildschirmdrittel ist merklich dunkler, die Differenz zur Displaymitte beträgt bei Maximalhelligkeit im Mittel fast 30 cd/m<sup>2</sup>. Ein Wert von 250 cd/m<sup>2</sup> ist für die Nutzung in Innenräumen ausreichend, in heller Umgebung sollten es bei einem Tablet mindestens 400 cd/m<sup>2</sup> sein, gerne auch mehr. Die Messung der Kontraste ergibt nur einen halb so hohen Wert wie bei den anderen beiden IPS-Panels, auch die Farbtreue ist bei Hannspree schlechter. Zudem löst das Display nur mit 1920 × 1080 Pixeln (Full HD) auf und ist damit nicht so scharf wie die anderen im Test. Im Zusammenspiel mit den dicken Displayrändern wirkt das Zeus 2 aus der Zeit gefallen. An den Bildschirmen von Apple und Microsoft gibt es nichts auszusetzen, sie sind angenehm hell und verzerren auch beim Blick von der Seite nicht. Das iPad Pro schießt mit bis zu extrem hellen 1400 cd/m<sup>2</sup> im HDR-Modus den Vogel ab (ohne HDR 561 cd/m<sup>2</sup>). Sogar an die hervorragenden Kontraste von OLEDs kommt das Mini-LED-Panel heran, weil die Backlight-LEDs bei schwarzen Inhalten ausgeschaltet werden.

## Arbeit, Spaß und Spiel

Die breiten Formate 16:10 und 16:9 kommen bei den Tablets von Hannspree, Huawei, Lenovo und Samsung zum Einsatz. Sie eignen sich vor allem für Spiele und Filme. Diese Inhalte sind meist ebenfalls im Breitbildformat verfügbar und werden dann bildschirmfüllend ohne störende schwarze Balken dargestellt. Das iPad bleibt dagegen seit Jahren dem 4:3-Format treu, das Surface Pro X ist mit 3:2 ähnlich dimensioniert und stellt das klassische Fotoformat dar. Vor allem im Querformat taugt dieses Seitenverhältnis weniger als



**Mit den passenden Tastaturen werden die Tablets zum Ersatz für das Notebook. Die Software muss dabei aber auch mitspielen.**

mobiler Fernsehersatz, dafür aber zum Arbeiten – mehr Übersicht und weniger Platzverschwendungen beim Lesen, Schreiben, Surfen im Netz und ähnliche Aufgaben stehen auf der Habenseite.

Kopfhörer mit Klinkenkabel nimmt nur das Hannspree-Tablet auf, der Rest verlangt nach USB-C, Adapter oder Bluetooth. Das Zeus 2 hat als einziges Gerät im Vergleich überhaupt noch andere Anschlüsse als USB-C, das Surface immerhin zwei USB-C-Ports statt wie der Rest nur einen.

Anders als bei vielen Smartphones sind Speicherkarten bei den Tablets noch immer Standard, nur Apple bietet diese Möglichkeit nicht. Huawei beschränkt sich auf das eigene Kartenformat NM Card, eine Speicherkarte in den Maßen einer Nano-SIM. Im Zubehörsortiment von Apple, Huawei, Lenovo, Microsoft und Samsung gibt es passende Hüllen, Cover und Tastaturen für die Tablets, die kosten allerdings meist dreistellige Beträge. Die günstigere Alternative sind einfache Bluetooth-Tastaturen oder Mäuse, die man mit dem Tablet koppelt. Hannspree gibt dem Zeus 2 eine hochwertige Lederhülle ohne Aufpreis sowie zwei USB-Adapter mit.

Außer der Hardware spielt die Software beim Einsatz eines Tablets als Arbeitsgerät eine entscheidende Rolle. Hannspree belässt es beim stinknormalen Smartphone-Android, ohne den vielen Platz auf dem Display auszunutzen. Samsungs DeX-Modus bringt Android optisch näher an Desktop-Systeme wie Windows und schlägt sich beim mobilen Arbeiten in Browser, Textverarbeitung oder Mails beachtlich gut. Samsungs eigene Apps und Cloud-Dienste halten alles auf Wunsch auch ohne Google zuverlässig synchron. Die selbst entwickelte Plattform HarmonyOS von Huawei muss ganz ohne Google-Apps und -Dienste auskommen, hat aber nette Feinheiten wie die verschiebbare, optisch nah an Apple angelehnte Taskleiste am unteren Bildschirmrand im Programm. Das wiegt das deutlich schlechtere App-Angebot allerdings keineswegs auf, das ist ein echter Nachteil des MatePad. Auch Lenovo passt Android an die Tabletgröße an und installiert etwa eine Memo-App mit, die Oberfläche ist aber nicht so nah an einem Desktop wie bei Samsung und Huawei.

## Laufzeiten & Benchmarks

Modell	Geekbench 5 Single-Core [Punkte]	Geekbench 5 Multi-Core [Punkte]	3DMark Wild Life [Punkte]	3DMark Wild Life Extreme [Punkte]	YouTube-Stream (normale Helligkeit) <sup>1</sup> [h]	Video 4K/120fps (normale Helligkeit) <sup>1</sup> [h]	Video 720p (normale Helligkeit) <sup>1</sup> [h]	3D-Spiel (normale Helligkeit) <sup>1</sup> [h]
	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►
Apple iPad Pro 12.9	1717	7275	16782	5119	8,5	8,2	10,2	K.A. <sup>2</sup>
Hannspree Zeus 2	299	1204	635	171	5,2	3,9	4,9	4
Huawei MatePad Pro 12.6	K.A. <sup>2</sup>	K.A. <sup>2</sup>	5908	1883	12,6	12,7	14,3	K.A. <sup>2</sup>
Lenovo P12 Pro	958	3076	4227	1223	14,4	11,2	14	8,6
Microsoft Surface Pro X	799	3101	K.A. <sup>2</sup>	K.A. <sup>2</sup>	8,5	6,3	8,2	K.A. <sup>2</sup>
Samsung Galaxy Tab S8 Ultra	1238	3473	8779	2116	11	8,7	10,5	9,6

<sup>1</sup> Laufzeittest bei 200 cd/m<sup>2</sup> <sup>2</sup> keine Wertung, Test nicht verfügbar



## Apple iPad Pro

Das iPad Pro hat gleich drei Asse im Ärmel, mit denen es die Konkurrenz ausstechen kann. Erstens der M1-Prozessor, der bei Rechen- und Grafikleistung Kreise um die Mitstreiter dreht. Zweitens das Display, das sowohl unter dem Messgerät als auch beim subjektiven Eindruck Bestnoten einheimst. Drittens die lange Updateversorgung, zu der Apple zwar nach wie vor keine offiziellen Zusagen macht, die aber durch Erfahrung hinreichend belegt ist. Mit mindestens fünf Jahren Updates dürfen Apple-Fans auch beim iPad Pro rechnen. Weil außerdem die Hardware leistungsfähig und das Gehäuse hochwertig verarbeitet ist, spricht nichts dagegen, das Apple-Tablet viele Jahre lang zu nutzen, ohne dass es zum alten Eisen gehört.

Das alles hat aber seinen Preis. Mindestens in den großen Speichervarianten und mit Mobilfunkmodem ist das iPad Pro unverschämt teuer. Das gilt nicht nur für das Tablet selbst, das Zubehör reißt weitere Löcher in die Kasse – alleine das sinnvolle Paket aus Apple Pencil und Magic Keyboard kostet zusammen über 530 Euro. Für das Geld gibt es anderswo ein neues – aber schwächeres – Tablet. Für so viel Geld wünschen sich viele Apple-Fans zumindest die Möglichkeit, macOS statt iPad-OS als Betriebssystem für das iPad wählen zu können. Die Hardware wäre mit dem M1-Prozessor dazu locker in der Lage, entsprechende Pläne von Apple dafür gibt es jedoch trotzdem nicht.

- ⬆️ langer Softwaresupport
- ⬆️ stärkster Prozessor
- ⬆️ tolles Mini-LED-Display

Preis: 1200 bis 2580 Euro



## Hannspree Zeus 2

Entschiede schiere Größe über den Einzug in den Tablet-Olymp: Das Hannspree Zeus 2 hätte seinen Platz sicher. Doch der Vergleich mit Apple, Lenovo und Samsung ist ein Kampf gegen Titanen, den dieser Zeus der Moderne nicht bestehen kann. Wobei schon der Begriff „Moderne“ gewagt gewählt ist für das 1-Kilo-Ungetüm. Mit unbändiger Rechenkraft weiß das Zeus 2 nicht zu überzeugen, und angesichts seines unzeitgemäßen Äußeren würde es nicht wundernehmen, das Tablet setzte sich mit Blitz, Zündkeil und Donner gegen die schnellere Konkurrenz zur Wehr.

Stattdessen hat Hannspree dem Zeus 2 einen ungewöhnlichen Satz an Werkzeugen angedeihen lassen: Kopfhörer-, HDMI-, USB-Type-C- und Micro-USB-Buchse sind in der Tablet-Landschaft ein fast ebenso seltener Anblick wie die fast drei Zentimeter dicken Balken um das Display herum. Zudem liegen zwei USB-Adapter und eine hochwertige Hülle im Karton. Die vergleichsweise niedrige Full-HD-Auflösung geht noch in Ordnung, nicht aber, dass Hannspree Android 10 mit Sicherheitspatch aus dem vergangenen Jahr verwendet und dieses in keinerlei Form an das 13,3-Zoll-Format anpasst. Die Akkulaufzeit hätte auch in der Antike nicht beeindruckt und die Kamera hat den Namen kaum verdient. Empfehlenswert ist das Zeus 2 für Leute, die unbedingt ein 13-Zoll-Tablet benötigen und keinesfalls mehr als 300 Euro ausgeben möchten. Alle anderen greifen zu besser ausgestatteten kleineren Geräten oder geben ein wenig mehr aus.

- ⬆️ viele Anschlüsse
- ⬇️ schwache Akkuleistung
- ⬇️ dick, schwer, fette Displayränder

Preis: 300 Euro



## Huawei MatePad Pro 12.6

Auf den ersten Blick ein Schnäppchen: Das Huawei MatePad Pro 12 ist mit schnellerem Prozessor und besserer Kamera als das ansonsten sehr ähnliche Lenovo Tab P12 Pro ausgestattet, kostet aber mit Stift und Tastatur je nach Angebot rund 150 Euro weniger als letzteres ohne Tastatur. Bevor Sie zuschlagen: Wenn Sie ein Tablet suchen, das einfach problemlos funktioniert, sind auch 620 Euro für das Bundle zu viel. Zwar füllt Huawei das Angebot im eigenen App-Store nach und nach auf, die Mehrheit der beliebtesten Anwendungen fehlt aber nach wie vor. Die meisten findet man über die vorinstallierte Petal Search oder in alternativen Stores wie Aurora. Manche von ihnen, vor allem jene mit einer tiefen Integration der Google Dienste, laufen aber auch dann nicht ohne Probleme. HarmonyOS ist auch keine datenschutzfreundliche Alternative zu Googles Android – die Daten fließen schlicht woanders hin. Für fast alle eigenen Anwendungen lässt sich Huawei eine lange Latte an Rechten einräumen, bevor diese laufen. Massig Werbung findet sich darin außerdem.

Immerhin: Der Stift ist angenehm zu bedienen, das OLED-Panel toll, der Desktop-Modus gelungen, die Akkulaufzeit gut. Eine Möglichkeit zur Speichererweiterung gibt es, wenn auch nur mit der proprietären NM Card. Clever: Unterwegs kann man mit dem Tablet auch mal sein Smartphone per Reverse Wireless Charging drahtlos laden. Das MatePad ist derzeit nur in der Wi-Fi-Version erhältlich.

- ⬆️ flotte Performance
- ⬇️ HarmonyOS
- ⬇️ viel Werbung

Preis: 600 Euro



## Lenovo P12 Pro

Das P12 Pro stattet Lenovo mit einem unverbaulten Android aus, verzichtet fast komplett auf Bloatware. Das Menü für die Stiftfunktionen wirkt wie von Samsung abgekupfert, beinhaltet aber weniger Optionen. Richtig praktisch ist die Möglichkeit, das Tablet drahtlos mit einem Windows-PC zu koppeln, der sich im gleichen WLAN befindet. Das geschieht über die App „Lenovo Project Unity“ und setzt voraus, dass man sich ein Lenovo-Konto einrichtet oder sein Google-, Facebook oder Microsoft-Konto in der App hinterlegt. Dann kann man das kontraststarke 12-Zoll-OLED des P12 Pro als zweiten Monitor verwenden – sinnvoll, wenn man unterwegs auf mehreren Bildschirmen arbeiten möchte. Das Tab S8 Ultra und das MatePad beherrschen diesen Trick auch, letzteres allerdings ausschließlich im Zusammenspiel mit Huawei-Notebooks. Dank langer Akkulaufzeit kann man das komplett kabellos eine ganze Weile lang tun.

Android hat Lenovo behutsam an große Bildschirme angepasst, etwa mit Taskleiste und einem Benachrichtigungs- und Einstellungszentrum, ähnlich wie man es von Windows kennt. Die versprochene Updateversorgung bis 2024 ist zu kurz. Abzüge gibt es auch für Android 11 und Sicherheitspatch aus dem vergangenen Jahr. Der Prozessor vom Typ Qualcomm Snapdragon 870 hat bereits über ein Jahr auf dem Buckel und ist den neueren Chips auf dem Papier unterlegen. Das P12 Pro läuft in aller Regel trotzdem flott, die Rechen- und Grafikleistung ist mehr als ausreichend.

- ⬆️ ausdauernder Akku
- ⬆️ tolles Display
- ⬇️ Updateversorgung durchschnittlich

Preis: 770 Euro



## Microsoft Surface Pro X

Das Surface Pro X ist etwas schlanker und leichter als die Surface-Pro-Tablets mit x86-Prozessor, aber ebenso hochwertig verarbeitet. Das Metallgehäuse wirkt wie aus einem Guss, der Klappständer ist frei einstellbar und hält das Tablet stabil im gewünschten Winkel. Die Tastatur, die wie der Stift nicht zum Lieferumfang gehört, taugt nach kurzer Eingewöhnung auch für das Tippen längerer Texte, ist aber ein teurer Spaß: Das Paket aus Keyboard und Surface Pen kostet stolze 280 Euro und schiebt das Surface Pro X in der größten Speicherklasse mit SIM-Slot nah an die 2000-Euro-Marke. Unser Testgerät mit 16/256 GByte kostet ohne LTE-Modem und Tastatur etwa 1100 Euro. Es lohnt sich allerdings, nach Angeboten Ausschau zu halten, die es in regelmäßig bei Microsoft selbst sowie anderen Händlern gibt.

Ungewöhnlich für ein Tablet: Von den Reparaturexperten von iFixit bekommt Microsoft für das Surface Pro X viel Lob für den modularen Aufbau und den Verzicht auf unnötigen Kleber, der Reparaturen erschwert. Unter dem stabilen Ständer verbirgt sich eine Klappe, über die man die SSD wechseln kann. Windows on ARM läuft mit den meisten Programmen rund, es gibt aber nach wie vor mit manchen Apps und Treibern Schwierigkeiten. Auf Nummer sicher geht, wer sich aus dem Appstore von Microsoft bedient. Die Performance bei alltäglichen Aufgaben wie Surfen oder Mailen ist auch mit ARM-Prozessor flüssig, dafür ist der SQ2 stark genug.

- ⬆️ integrierter Klappständer
- ⬆️ große Softwareauswahl
- ⬇️ unkomfortable Touch-Bedienung

Preis: 1100 bis 1500 Euro



## Samsung Galaxy Tab S8 Ultra

So ein großes Display hat kein anderes Tablet, und dann ist der Bildschirm auch noch richtig gut. Das OLED-Panel zaubert knallige Farben, satte Kontraste und eine knackige Schärfe auf die Leinwand. Die reine Größe des Tab S8 Ultra geht dabei nicht zulasten des Gewichts, das liegt im Mittelfeld unseres Vergleichs. Die schlanke Silhouette hat jedoch ihren Preis: Das flache Tablet wirkt grazil und nicht so stabil wie die dickeren Surface Pro X, Zeus 2 oder iPad Pro, es ist weniger verwindungssteif. Optisch irritierend: Die doppelte Frontkamera bringt Samsung im schmalen Rahmen nicht ganz unter, die Aussparung ragt an der Längsseite ins Display hinein.

Die optionale Tastaturhülle und der S Pen erweitern die Möglichkeiten des Samsung-Tablets deutlich, vor allem deshalb, weil sie von der passenden Software begleitet werden. Zwar ist Samsungs DeX-Oberfläche, die sich mit Tastatur automatisch einschaltet, einem vollwertigen Windows unterlegen. Zum Arbeiten eignet sie sich aber viel besser als das unveränderte Android. Das Tab S8 Ultra wirkt so eher wie ein Ultraleicht-Laptop als ein Tablet. Der S Pen arbeitet sehr direkt und genau und bringt viele Zusatzfeatures mit. Die Updateversorgung des Galaxy Tab S8 Ultra kann sich sehen lassen, fünf Jahre Updates sagt Samsung zu. Damit liegen die Koreaner fast auf einem Niveau mit Apple und sind der Android-Konkurrenz voraus.

- ⬆️ riesiges OLED-Display
- ⬆️ viele Stiftfunktionen
- ⬆️ optional 5G

Preis: 1150 bis 1300 Euro

## Gleicher Chip, anderes Betriebssystem

iPadOS von Apple hat es sich mit Taskleiste, Widgets, Schnellstartbereich und App-Mediathek auf großen Displays sehr gemütlich gemacht. Selbst wenn immer noch nicht alle der unzähligen Apps aus dem Store auf Tabletgröße angepasst wurden – eines der populärsten unrühmlichen Beispiele ist seit Jahren Instagram –, gibt es doch jede Menge Auswahl an Programmen für die unterschiedlichsten Einsatzzwecke. Ein Wunsch vieler Apple-Fans bleibt wohl für immer unerfüllt: Das iPad wäre noch besser als Arbeitstier geeignet, wenn als Alternative auch MacOS angeboten würde. Mit dem M1-Chip, der auch Apple-Notebooks antreibt, gibt es hardwareseitig keine Ausrede dafür, wohl aber finanzielle Gründe: Apple würde sich damit vor allem Marktanteile bei den MacBooks selbst abknabbern und weniger bei der Konkurrenz wildern.

Eine Sonderrolle nimmt das Surface Pro X ein, das zwar mit Windows eigentlich die größtmögliche Flexibilität bietet, jedoch zwei Beschränkungen unterliegt. Erstens handelt es sich hier um Windows on ARM, und da gibt es nach wie vor Inkompatibilitäten mit einigen Treibern, Apps und Spielen. Auf unserem Testgerät lief Windows 10 Home, tauglich für das Update auf Windows 11 sei das Gerät aber, so die Systemsteuerung, es sei bloß noch nicht verfügbar. Zweitens ist das Microsoft-System nicht so komfortabel im reinen Touch-Betrieb ohne Maus und Tastatur zu verwenden wie Android oder iOS. Viele Symbole sind klein und fummelig, der Rechtsklick mit langem Drücken wird nicht immer beim ersten Mal erkannt und der nominelle Tabletmodus ist kaum mehr als ein alternatives Startmenü. Erst mit Tastatur, Trackpad oder Maus und am besten zusätzlich einem Stift wird das Pro X zur Arbeitsmaschine für unterwegs – diese Dinge kosten allerdings extra.

Stifte zum Schreiben, Kritzeln und Markieren gibt es für fünf der Tablets, einzig das Zeus 2 steht einsam und verlassen an der Seite. Die beste Figur macht der S Pen von Samsung. Die vielen Funktionen wie Screenshots, Notizen bei ein- und ausgeschaltetem Display, Shortcuts oder Textübersetzung heben Samsungs Stift vom Rest ab. Anders als der S Pen in Samsungs Smartphones ist der für das Tab S8 Ultra nicht dünn und klein, sondern hat die Maße eines normalen Stifts und liegt angenehm in der Hand. Apples Pencil, der nicht nur



**Stifte wie der Apple Pencil (Mitte) oder der S Pen von Samsung (zweiter von links) sind auf den großen Tablets richtig praktisch. Was sie können und wie gut, unterscheidet sich jedoch deutlich.**

sinnvoll ins Betriebssystem integriert ist, sondern auch sehr direkt arbeitet und sich am ehesten wie ein richtiger Stift anfühlt, erfüllt zwar weniger Funktionen als der S Pen, überzeugt aber mit nahezu fehlerfreier Handschrifterkennung selbst bei Sauklaue. Der Surface Pen von Microsoft hat gleich zwei Knöpfe, die etwa zum Schnellstarten des Whiteboard oder bei umgedrehtem Stift als Radiergummi dienen. Die Handschrifterkennung beherrschen Apple und Samsung besser als Microsoft. Lenovo bleibt bei einigen Grundfunktionen für den Stift, Huawei belässt es ausschließlich beim Zeichnen und Schreiben ohne Zusatzelemente, aber selbst das ist immer wieder nützlich. Beim Zeus 2 kann man höchstens passive Stifte von Drittherstellern als reinen Fingersatz verwenden.

Alle Stifte docken magnetisch an den jeweiligen Geräten an und werden so auch induktiv mit Strom versorgt. Die Stiftbefestigung hat Microsoft am besten gelöst, denn der Surface Pen hat seinen Platz im optionalen Type Cover. So ist er besser vor Verlust geschützt, da er nicht an der Außenseite angedockt. Huawei und Apple halten ihre Stifte an der Längsseite der Tablets fest, Samsung und Lenovo auf dem Rücken. Letzteres hat uns am wenigsten gefallen: Man kann das Tablet mit Stift nicht flach auf den Tisch legen, in beiden Fällen sind die Magnete zudem schwächer und lassen die Stifte zu schnell auf ungewollte Wanderschaft gehen.

### Krasse Leistungsunterschiede

Bei der Leistungsfähigkeit der Prozessoren geht die Schere weit auseinander, und

erneut reiht sich das Zeus 2 am unteren Ende der Skala ein. Der Octa-Core-Prozessor von MediaTek erreicht nicht nur sehr schwache Benchmarkergebnisse, ihm geht auch im Alltag schnell die Puste aus. Mit großen Apps, grafisch aufwendigen Spielen oder intensivem Multitasking ist das Tablet schnell überfordert. Die restlichen fünf Kandidaten spielen in einer anderen Liga, sie haben alle kräftige Prozessoren, selbst wenn sie bei Apple, Huawei, Lenovo und Microsoft schon rund ein Jahr auf dem Buckel haben. Das Kraftpaket unter den großen Flachmännern ist zweifelsohne das iPad Pro mit seinem Apple-M1-SoC. Dieser Chip ist den anderen meilenweit voraus und bietet viel mehr Rechen- und Grafikleistung. Um diese auch nur annähernd auszureißen, muss man mit dem Tablet schon richtig ranklotzen und beispielsweise hochauflösende Videos bearbeiten und rendern.

Die Power des Prozessors wirkt sich auf die Akkulaufzeit aus. Das Apple-Tablet schnitt bei den Laufzeittests durch die Bank mittelmäßig ab und lag meist in etwa gleichauf mit dem Surface Pro X. Für einen langen Tag am Tablet sollte man das Netzteil zur Sicherheit dabei haben. Mehr Ausdauer bewiesen das MatePad und Lenovos P12 Pro, die sich an der Spitze der gemessenen Laufzeiten in den unterschiedlichen Disziplinen abwechselten. Mit beiden ist ein Arbeitstag unterwegs locker ohne Nachladen möglich.

Das Hannspree Zeus 2 kam trotz schlappem Chip und vergleichsweise düsterem Display aus jedem einzelnen Laufzeittest mit der roten Laterne heraus. Geladen wird bei Apple, Huawei, Lenovo und Samsung über USB-C, wobei Samsung fürs Tab S8 Ultra kein Netzteil mitliefert. Das passende 45-Watt-Ladegerät bietet Samsung für knapp 50 Euro als Zubehör an. Hannspree und Microsoft verwenden proprietäre Ladestecker, am Netzteil des Surface Pro X befindet sich zusätzlich noch ein USB-Anschluss, über den man ein weiteres Gerät mit Strom versorgen kann.

### Fazit

Mit den ausladenden Bildschirmen, ordentlich Power und dem passenden Zubehör sind zummindest fünf der sechs Modelle sowohl als Unterhaltungskünstler als auch als Arbeitsbiene geeignet. Einzig das Zeus 2 von Hannspree fällt durch. Es eignet sich allenfalls für eine sehr spitze Zielgruppe: Sparfüchse mit Bedarf an großem Bildschirm und vielen Anschlüssen. Sam-

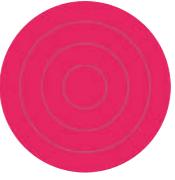
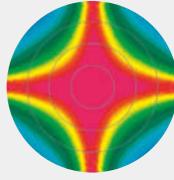
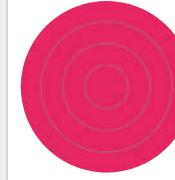
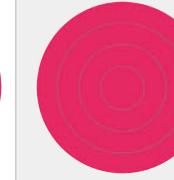
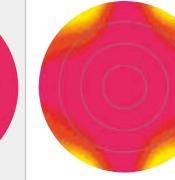
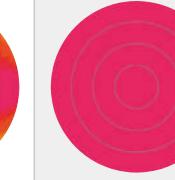
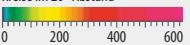
sungs Galaxy Tab S8 Ultra beeindruckt mit dem größten Display, der mit hochwertigem OLED-Panel auch noch toll aussieht. Außerdem bringt Samsung durch eigene Softwarefeatures den Stift und optional auch Tastatur, Maus oder Trackpad besser ins Spiel als auf anderen Android-Tablets.

Die Qualitäten von iPad und Surface sind vor allem bei der Auswahl an Apps und Programmen unbestritten. Das Surface verlangt allerdings schon fast nach Tastatur und Maus, und das iPad könnte mit macOS noch mehr aus seiner überbordenden Kraft machen.

Die Tablets von Huawei und Lenovo schlagen gekonnt die Brücke zwischen Normal- und Übergröße. Lenovo fährt mit dem offiziellen Android dabei softwareseitig besser als Huawei mit Harmony OS und dessen Schwächen bei der App-Auswahl.

(sht@ct.de) 

## Große Tablets

Modell	Apple iPad 12.9 Pro	Hannspree Zeus 2	Huawei MatePad Pro	Lenovo P12 Pro	Microsoft Surface Pro X	Samsung Galaxy Tab S8 Ultra
Betriebssystem / Patchlevel	iPadOS / 15.4.1	Android 10 / November 2021	HarmonyOS 2.0 / März 2022	Android 11 / Dezember 2021	Windows 10 Home / 21H2	Android 12 / Februar 2022
Funktions-Updates / Sicherheitspatches laut Hersteller bis min.	k.A.	k.A.	Juni 2023 / Juni 2024	Android 12L / Dezember 2024	k.A.	Android 15 / Januar 2027
<b>Ausstattung</b>						
Prozessor (Kerne × Takt) / Grafik	Apple M1 (4 × 3,2 GHz, 4 × 2,1 GHz) / Apple M1 GPU	Mediatek MT8183 (4 × 2 GHz, 4 × 2 GHz) / ARM Mali-G72 MP3	Huawei Kirin 9000E (1 × 3,1 GHz, 3 × 2,5 GHz, 4 × 2,1 GHz) / ARM Mali-G78	Qualcomm Snapdragon 870 (1 × 3,2 GHz, 3 × 2,4 GHz, 4 × 1,8 GHz) / Qualcomm Adreno 650	Microsoft SQ2 (4 × 3,2 GHz, 4 × 1,8 GHz) / Qualcomm Adreno 690	Qualcomm Snapdragon 8 Gen 1 (1 × 3 GHz, 3 × 2,5 GHz, 4 × 1,8 GHz) / Qualcomm Adreno 730
Arbeitsspeicher / Flash-Speicher (frei) / Wechselspeicher (Format)	8 GByte / 512 GByte (508 GByte) –	4 GByte / 64 GByte (52 GByte) / ✓ (MicroSD)	8 GByte / 256 GByte (225 GByte) / ✓ (NM Card)	8 GByte / 256 GByte (239 GByte) / ✓ (MicroSD)	16 GByte / 256 GByte (237) / – (SSD austauschbar)	12 GByte / 256 GByte (218 GByte) / ✓ (MicroSD)
5G / LTE / SIM	✓ / ✓ / Nano-SIM + eSIM	– / – / –	– / – / –	– / – / –	– / ✓ / Nano-SIM + eSIM	✓ / ✓ / Nano-SIM
WLAN (Antennen) / 5 GHz	Wi-Fi 6 (2) / ✓	Wi-Fi 5 (1) / ✓	Wi-Fi 6 (2) / ✓	Wi-Fi 6 (2) / ✓	Wi-Fi 5 (2) / ✓	Wi-Fi 6E (2) / ✓
Bluetooth / NFC / Kompass	5.0 / – / ✓	5.0 / – / ✓	5.2 / – / ✓	5.2 / – / ✓	5.0 / – / ✓	5.2 / – / ✓
GPS / Glonass / Beidou / Galileo	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / – / – / –	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓
Fingerabdrucksensor / Kopfhöreranschluss	– / –	– / ✓	– / –	✓ (Einschalter) / –	– / –	✓ (Display) / –
USB-Anschluss / OTG / DP	USB-C 4 / ✓ / ✓	USB-C & Micro-USB / ✓ / Mini HDMI	USB-C 3.1 Gen 1 / ✓ / ✓	USB-C 3.2 / ✓ / ✓	2 × USB-C 3.1 / ✓ / ✓	USB-C 3.2 / ✓ / ✓
Akku / drahtlos ladbar	10533 mAh / –	10000 mAh / –	10050 mAh / ✓	10200 mAh / –	5039 mAh / –	11200 mAh / –
Abmessungen (H × B × T) / Gewicht / Schutzart	21,5 cm × 28,1 cm × 0,86 cm / 684 g / –	21,9 cm × 33,6 cm × 1,16 cm / 1011 g / –	18,5 cm × 28,7 cm × 0,84 cm / 609 g / –	18,5 cm × 28,6 cm × 0,72 cm / 565 g / –	20,8 cm × 28,8 cm × 0,73 cm / 791 g / –	20,9 cm × 32,6 cm × 0,72 cm / 728 g / –
<b>Kameras</b>						
Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS	12,2 MP (4032 × 3024) / f/1,8 / –	5 MP (3072 × 1728) / f/2,8 / –	13 MP (4160 × 3120) / f/1,8 / –	13 MP (4160 × 3120) / f/2,4 / –	10 MP (3736 × 2802) / f/2 / –	13 MP (4128 × 3096) / f/2 / –
Weitwinkelkamera Auflösung / Blende / OIS	12,2 MP (4032 × 3024) / f/2,4 / –	–	8 MP (3264 × 2448) / f/2,4 / –	5,7 MP (2952 × 1944) / f/2,2 / –	–	6,3 MP (2896 × 2176) / f/2,2 / –
Frontkamera Auflösung / Blende / OIS	12,2 MP (4032 × 3024) / f/2,4 / –	5 MP (3072 × 1728) / f/2,8 / –	8 MP (3264 × 2448) / f/2 / –	8 MP (3264 × 2448) / f/2 / –	5 MP (2592 × 1944) / f/2 / –	12 MP (4000 × 3000) / f/2,2 / – <sup>1</sup>
<b>Display-Messungen</b>						
Diagonale / Technik / Auflösung / max. Bildrate	12,9 Zoll / IPS (IPS mit Mini-LCDs) / 2732 × 2048 (265 dpi) / 120 Hz.	13,3 Zoll / LCD (IPS) / 1920 × 1080 Pixel (160 dpi) / 60 Hz.	12,6 Zoll / OLED / 2560 × 1600 Pixel (238 dpi) / 60 Hz.	12,6 Zoll / OLED (AMOLED) / 2560 × 1600 Pixel (239 dpi) / 120 Hz.	13 Zoll / IPS (PixelSense) / 2880 × 1920 Pixel (267 dpi) / 60 Hz.	14,6 Zoll / OLED (Super AMOLED) / 2960 × 1848 Pixel (240 dpi) / 120 Hz.
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	1,8 ... 561 cd/m <sup>2</sup> bis 1407 cd/m <sup>2</sup> / 90 %	10,13 ... 244 cd/m <sup>2</sup> / 81 %	1,86 ... 360 cd/m <sup>2</sup> / 95 %	3,54 ... 350 cd/m <sup>2</sup> / 98 %	4,7 ... 401 cd/m <sup>2</sup> / 93 %	1,68 ... 699 cd/m <sup>2</sup> / 95 %
Die runden Diagramme geben die Winkelabhängigkeit des Kontrasts wieder. Blaue Farbanteile stehen für niedrige, rötliche für hohe Kontraste. Kreise markieren die Blickwinkel in 20-Grad-Schritten. Im Idealfall ist das ganze Bild pink.						
winkelabhängiger Kontrast: Kreise im 20°-Abstand						
0 200 400 600						
<b>Bewertungen</b>						
Performance / Akku	⊕⊕ / ○	⊖ / ⊖⊖	○ / ⊕	○ / ⊕	○ / ○	⊕ / ⊕
Display / Kamera / Stift	⊕⊕ / ⊕⊕ / ⊕	⊖ / ⊖⊖ / –	⊕ / ⊕ / ○	⊕ / ○ / ⊕	⊕ / ⊖ / ⊕	⊕⊕ / ⊕⊕ / ⊕⊕
Software <sup>2</sup> / Ausstattung	⊕ / ⊕	⊖⊖ / ⊕	○ / ○	○ / ○	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕
Preis	128 GByte (Wi-Fi / 5G): 1199 / 1369 €; 256 GByte: 1309 / 1479 €; 512 GByte: 1529 / 1699 €; 1 TByte: 1969 / 2139 €; 2 TByte: 2409 / 2579 €	300 €	600 €	6/128 GByte: 730 €; 8/256 GByte: 800 €	16/256 GByte Wi-Fi: 1100 €; 16/256 GByte Wi-Fi / LTE: 1200 €; 16/512 GByte Wi-Fi: 1350 €; 16/512 GByte Wi-Fi / LTE: 1500 €	1149 € (Wi-Fi) / 1299 € (Wi-Fi / 5G)

<sup>1</sup> weitere 12-MP-UWW-Frontkamera <sup>2</sup> bewertet werden Updates, Features, Bloatware, etc. ✓ vorhanden – nicht vorhanden ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht



# Taschen-Holodeck

## 3D-Bilderrahmen Looking Glass Portrait zeigt eigenes Bildmaterial räumlich

Die räumliche Darstellung des 3D-Bilderrahmens Looking Glass Portrait ist ein Blickfang. Mit etwas Tüftelei kann man damit 3D-Objekte ähnlich wie ein Hologramm anzeigen. Wir prüften, ob das Preis-Leistungs-Verhältnis im Rahmen bleibt.

Von Michael Link

**E**s gibt Produkte, von denen weiß man, dass sie vermutlich nie in riesigen Stückzahlen über die Ladentheken gehen, dass sie aber trotzdem Meilensteine sind. Dazu gehört dieser etwa taschenbuchgroße 3D-Bilderrahmen mit dem sperrigen Namen Looking Glass Portrait. Auch die Firmen Jobo, Rollei und Aiptek haben vor rund zehn Jahren schon mal digitale 3D-Bilderrahmen vorgestellt, die sämtlich floppten, weil a) zu teuer und b) zu grob.

Der Looking Glass Portrait ist ein neuer Versuch einer räumlichen Darstellung. Was die zum Patent angemeldete Kombination von Lichtfeld- und volumetrischen Displaytechniken interessant macht: Man benötigt keine 3D-Brille, um mit dem Rahmen räumlich wirkende Fotos und Videos in einem Betrachtungswinkel von maximal 58 Grad anzuschauen. Der in der Diagonale 20 Zentimeter (7,9 Zoll) messende Rahmen ist mit einer LED-Zeile umsäumt, die sich im Display spiegelt. Sie verpasst den Darstellungen zusätzlich Tiefe.

### Das Prinzip

Wer schon mal Kippbilder gesehen hat, die aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet unterschiedliche Motive zeigen, bekommt eine Vorstellung vom Arbeitsprinzip des 3D-Bilderrahmens. Der Hersteller hat den zugrunde liegenden Lenticulareffekt ziemlich stark ausgenutzt: Das Display erzeugt zwischen 45 und 100 Ansichten einer dreidimensionalen Szene und zeigt diese Perspektiven gleichzeitig über ein Linsensystem aus einem lamelliert geschnittenen Substrat an (siehe Bild). Das Display wirkt trotz seiner Bildpunktzahl von  $1536 \times 2048$  Bildpunkten grob gerasert, beispielsweise sehen weiße Flächen aus der Nähe regenbogenbunt aufgefächert aus. Das liegt an den Linsen, die dafür sorgen, dass ein Betrachter nur die Bilder sieht, die in seiner Blickrichtung liegen, während die anderen, gleichzeitig angezeigten Bilder für die anderen Perspektiven für ihn unsichtbar sind.

Je nachdem, von wo aus man auf den Bilderrahmen schaut, erhält man einen anderen Blickwinkel auf das Motiv, kann beispielsweise nur die linke Seite eines Würfels, die Vorderseite oder die rechte Seite sehen. Der 3D-Effekt ist bei dem hochkant gestellten Rahmen nur in horizontaler Richtung wirksam. Schaut man dagegen von oben und dann von unten auf das Bild im Rahmen, erkennt man keinerlei räumliche Verschiebung. Tatsächlich

spricht auch der Hersteller nur von einem horizontal-parallaktischen Lichtfeld.

Die Tiefendimension, mit der man auch hinter ein Objekt schauen kann, gewinnt der Rahmen durch Streueffekte des Substrates, aus dem das Display geformt ist. Man muss nicht Sherlock Holmes sein, um zu kombinieren, dass das Verfahren keine Objekte aus dem Nichts hervorzaubern kann, die bei der Aufnahme nicht schon auf dem Bild waren. Die Software rekonstruiert lediglich den Hintergrund perspektivisch richtig. Das klappt aber immerhin nicht nur bei Fotos, sondern auch bei Videos.

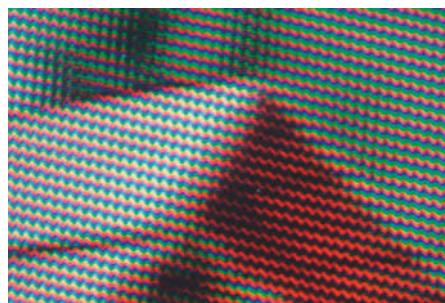
All das lässt einen ziemlich hohen Rechenaufwand erwarten. Den bürden die Entwickler nicht etwa einem hochgezüchteten Chip auf, sondern einem ... Trommelwirbel ... Raspberry Pi 4! Nun ja, der Bilderrahmen hat verlockend normale Kreuzschlitz-Schrauben, also haben wir uns bei geöffnetem Gehäuse davon überzeugt, dass das kein Scherz ist. Die brutale Rechenpower des Raspi 4 verschafft dem Rahmen immerhin eine Bildwiederholrate von 60 Frames per Second.

### Stecker, Knöpfe, Ösen

Das Gerät wiegt stattliche 660 Gramm und kennt zwei Betriebsmodi: Ohne Computer zeigt es eine Diashow mit den Fotos und Videos an, die auf dem Gerät gespeichert sind, maximal 1000 dürfen es sein. In den Speicher überträgt man die Inhalte im „Desktop Mode“ von einem angelassenen Mac oder PC aus.

Im Karton liegen ein Metallständer sowie zwei Kabel mit Winkelsteckern. Eine gute Idee, denn so sieht man von vorn keinen Kabelsalat. Ein proprietäres USB-C-Kabel – ein versuchsweise ausprobiertes herkömmliches USB-C-Kabel zickte – versorgt das Gerät mit Strom, die Leistungsaufnahme beträgt stolze 15 Watt, aber nur im Stand-alone-Modus. Am PC hängend begnügt sich der Rahmen mit 1,7 Watt. Er wird daher nur im Stand-alone-Modus handwarm. Das zweite Kabel ist für den Anschluss an den Computer als externes Display gedacht.

Es gibt nicht nur zwei Kabel, sondern auch zwei Einschalter. Der untere Drucktaster steuert fünfstufig die Helligkeit eines weißen LED-Saums am Rand des Rahmens. Beim oberen Drucktaster pulsiert eine LED weiß, wenn die angeschlossene Energieversorgung potent genug ist, sonst rot. Ein blaues Leuchten signalisiert den Anschluss an einen Computer.



Auf der Nahaufnahme des Displays wird sichtbar, dass seine Linsen das Licht in seine Spektralfarben aufspalten. Aus normalem Betrachtungsabstand wirkt das Bild nur etwas größer als gewohnt.



Ein Screenshot zeigt nur die Ebene mit frontaler Sicht aufs Motiv. Die Randbereiche sind darin nicht nur unschärfer, sondern auch verzerrt, wie man rechts am Ohr erkennt.

Im Stand-alone-Modus ohne angeschlossenen PC vergehen nach dem Einschalten einige Sekunden, bis das Display Bilder zeigt. Mit drei kapazitiven Schaltflächen auf der rechten Seite steuert man Bildwechsel und hält die Diashow an. Das auf dem Gerät vorhandene Demo-Material ist zwar hübsch anzuschauen, aber der mit Versand und Einfuhrsteuern gut 400 Euro teure Rahmen wäre damit nicht mal ansatzweise ausgenutzt. Denn interessant wird es erst, wenn man ihn mit dem Computer verbindet.

### Fremde Holos einrahmen

Am Computer benötigt man mindestens einen Treiber, genannt HoloPlay Service, sowie ein Stück Software, das 3D-Bilder aus anderen Quellen lädt und für den Rahmen mundgerecht aufbereitet. Als Quellen kommen etwa Blender, Unity und Unreal infrage. Das Rähmchen stellt auch

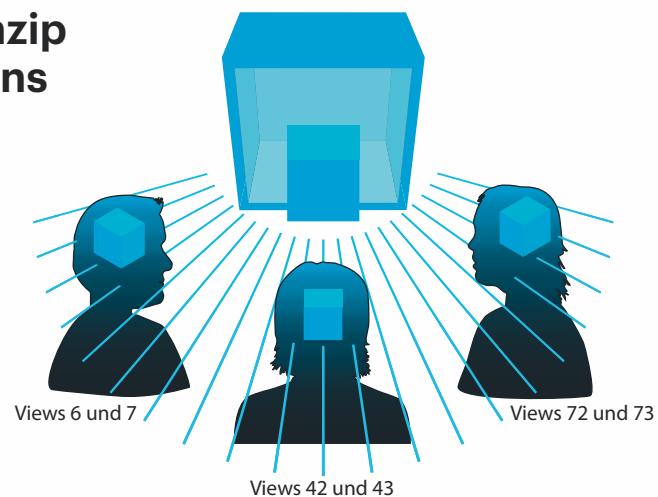
Spiele etwa aus der Voxatron-Reihe räumlich dar. Für den Transfer sowie die Wandlung ist HoloPlay Studio zuständig, für manche Aufgaben benötigt man auch zusätzliche Software, dazu unten mehr.

Frisch aus  
**ct Nerdistan**

Bis man selbst Hologramme mit dem Kästchen einrahmen kann, ist einiges an Vorarbeit nötig. Was zu tun ist, erklärt die englischsprachige und gut strukturierte Dokumentation. Auch eine Reihe Videos auf der Firmenwebsite erleichtert den Start: Zunächst verbindet man den Bilderrahmen mittels USB-Kabel mit dem Computer, dann kommt die HDMI-Strippe dran. Statt des Vollformats kann man auch Mini-Displayport-Adapter nehmen, doch funktionierten im Test nur wenige Kabelverbindungen auf dieser Basis. Bevor man das Ganze wegen sowas nicht zum Laufen bringt, empfiehlt es sich daher, lieber stumpf das mitgelieferte HDMI-Kabel zu benutzen.

### Arbeitsprinzip des Rahmens

Das Looking Glass Portrait zeigt gleichzeitig bis zu 100 Bilder eines Objektes aus verschiedenen Perspektiven an. Der Betrachter sieht – gefiltert durch das Linsensystem des Gerätes – jedoch nur einen kleinen Teil davon.

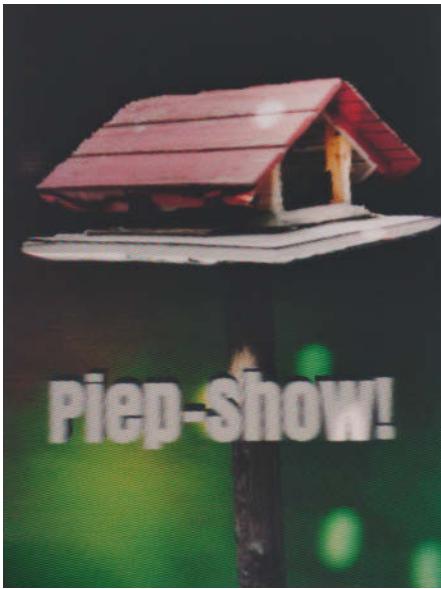




Aus dem Foto mit Tiefeninformation entsteht ...



... in Diorama zuerst ein darstellbares Motiv für den Rahmen, den man ...



... noch mit allerlei Schnickschnack aufwerten kann.

Im nächsten Schritt verklickert man dem Betriebssystem, dass das Looking Glass Portrait ein zusätzliches Display ist, welches die Anzeigefläche um  $1536 \times 2048$  Pixel erweitert. Steht die Verbindung, sieht man – wie zu erwarten – eine Fortsetzung des Desktophintergrundes auf dem Rahmen, allerdings recht grob, was der Linsenmatrix geschuldet ist. Die Inbetriebnahme gestaltet sich insgesamt einfach.

Als Nächstes darf das Programm HoloPlay Studio ran. Es erlaubt den Upload von diversen Formaten auf den Rah-

men. Darunter sind iPhone-Porträtfotos mit Tiefeninformationen sowie RGBD-Bilder und -Videos, die hälftig in RGB- und Tiefendaten aufgeteilt sind. Einen Direktimport gibt es auch für Aufnahmen von Lichtfeldkameras.

Looking Glass hat für den Import außerdem ein sogenanntes Quilt-Format kreiert. Es heißt so, weil das im Portrait normalerweise genutzte Bilderraster aus acht Spalten und sechs Reihen ein bisschen an die schottische Bekleidung erinnert. Zugegeben: Der Gedanke kommt womöglich nur mit etwas Fantasie oder

nach sehr viel Whisky. Das Raster (siehe S. 123) zeigt Einzelbilder des Motivs aus verschiedenen Blickwinkeln. Im Raster steht das Bild unten links für die Ansicht von ganz links, das Bild oben rechts zeigt das Motiv, wenn man von ganz rechts draufschaut.

3D-Material zum Import findet man im Netz oder konvertiert es zur Not mit dem 3D ModelImporter von Looking Glass passend selbst. Seinen eigenen künstlerisch wertvollen 3D-Rembrandt kann man etwa mit dem 3D-Konstruktions-Tool Blender oder mit Sketchfab für den Looking Glass Portrait zusammenklicken. Via HoloPlay Service landet er dann auf dem Gerät und wird damit hübsch eingerahmt.

### Eigene Bilder in den Rahmen setzen

Wir testeten auch einen klassischen Anwendungsfall: ein Bild der Liebsten in 3D in den Kasten zu sperren – nur das Bild natürlich. Das geht nicht mit jeder Sorte Fotos: Testweise genutzte herkömmliche Bilder wurden im 3D-Rahmen je nach Perspektive ziemlich stark verzerrt. Stattdessen braucht man Fotos mit Tiefeninformationen. Solche liefern beispielsweise neuere iPhones (Modellgenerationen ab 7 Plus) im Porträtnodus. Android-Smartphones mit derlei Fähigkeiten sind beispielsweise die Google-Pixel-Reihe ab 4, etliche Samsung Galaxy ab A7, einige von Huawei (Mate 20-Reihe) sowie das Motorola Droid Razr.



Im Rahmen sehen Motive von links und rechts betrachtet unterschiedlich aus. Man beachte beispielsweise die Stellung der Hand.



Eine einfache Möglichkeit, Porträtfotos auf 3D aufzublasen und in den Kästen zu bekommen, ergibt sich mit der kostenlosen Diorama-Software von Looking Glass. Diorama nutzt die Tiefeninformationen der Fotos, um das porträtierte Motiv drehbar zu machen und es aus dem Hintergrund herauszuschälen. So kann man eigene Hintergründe, Beschriftungs- und Beleuchtungseffekte setzen. Das geht intuitiv und im 3D-Rahmen kann man eine Vorschau des Objekts sehen.

Das Resultat wird sodann ins Quilt-Format konvertiert. Dazu brauchte die Diorama-Software auf einem Mittelklasse-Notebook mit i5-Prozessor bis zu zwanzig Minuten pro Foto. Das Ergebnis schiebt die HoloPlay-Software so wie andere 3D-Medien aufs Gerät, was nur ein paar Sekunden dauert.

Einen 3D-Look für Videomaterial erzeugt die Record3D-Software des Herstellers. Aufgrund der enorm langen Rechenzeiten ist das aber nur für kurze Clips praktikabel. Looking Glass stellt eine Reihe weiterer Anwendungen zur Verfügung, mit denen man etwa Unreal-Engine-Objekte in den Rahmen bekommt. Mit ihnen könnte man sogar interagieren – der Film „Matrix“ lässt grüßen –, wenn man einen Microsoft-Kinect-Controller hat. Derartig komplexe Modelle zum Laufen zu bringen, erfordert aber einige ungestörte Winterabende. Wer so etwas machen will: Bundles mit Leap Motion Controller und auch ganze Pakete zusammen mit einem potentiellen Notebook hat die Firma im Lieferprogramm.

Wer andersrum gar nicht viel Arbeit in die Kiste stecken möchte, aber trotzdem eigene 3D-Fotos in den Rahmen setzen will, kann einen kostenpflichtigen Service von Looking Glass nutzen, der hochgela-



Das 3D-Material im Quilt-Format setzt sich aus einer Matrix aus Einzelbildern aus errechneten unterschiedlichen Ansichtswinkeln auf das Motiv zusammen.

denes Material von 2D in 3D konvertiert: 100 Aufnahmen kosten 20 US-Dollar.

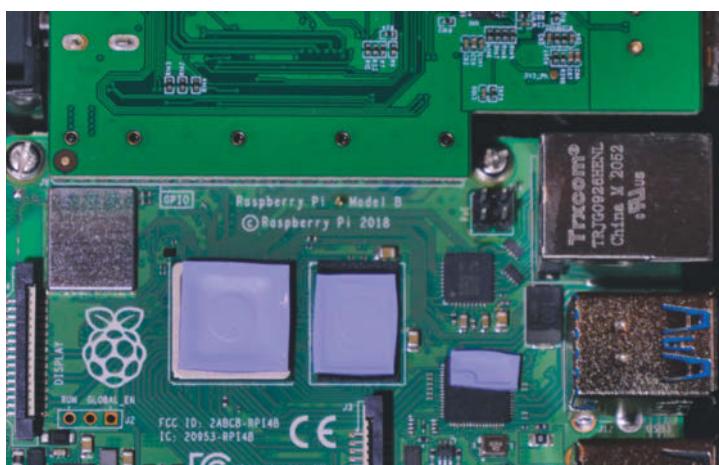
### Reizvoll, teuer, mit viel Potenzial

Der Rahmen ist mit rund 400 Euro happily teuer und damit viel zu schade, um als Staub fangender Blickfang auf der Kommode zu versauern. Der 3D-Effekt in Fotos und Videoclips ist in horizontaler Richtung ausgeprägt, in vertikaler nicht.

Die vom Hersteller kostenlos angebotene Software erleichtert die nötigen Kon-

vertierungen und Anpassungen auf das Gerät, zudem kippt Looking Glass viele Tutorials dazu. Der Rahmen bietet wie ein Lego-Kasten sehr viel Raum für eigene Experimente.

Fun Fact: Wem das Gerät zu klein ist und wer etwas mehr Kleingeld übrig hat, kann sich auch mit dem Looking Glass 8K Gen2 - Advance Beta beschäftigen. Er hat eine 31,5-Zoll-Diagonale und 3D-Technik, soll ab Juni lieferbar sein und 17.500 US-Dollar kosten. (mil@ct.de) ct



Im Gehäuse des 3D-Rahmens findet sich ein Raspberry Pi 4. Er dient als Abspieler für die gespeicherten 3D-Bilder und -Videos.

## Looking Glass Portrait

3D-Bilderrahmen	
Hersteller, URL	Looking Glass, <a href="http://lookingglassfactory.com">lookingglassfactory.com</a>
Abmessungen / Gewicht	13,48 cm x 16,89 cm x 10,49 cm / 660 g
Leistungsaufnahme	15 W im Stand-alone-Betrieb, bis 2 W am Rechner
Anschlüsse	USB-C, HDMI (Kabel im Lieferumfang)
Systemanf.	Windows, macOS
Displaydiagonale / Pixelzahl	20,1 cm (7,9 Zoll) / 1536 x 2048
Helligkeit	200 cd/m <sup>2</sup>
3D-Effekt	horizontal parallax
Farbraum	16,7 Mio. Farben
Betrachtungswinkel	58°
Preis	449,40 €

# Zahlen, Daten, Fakten

## Elektroschrott

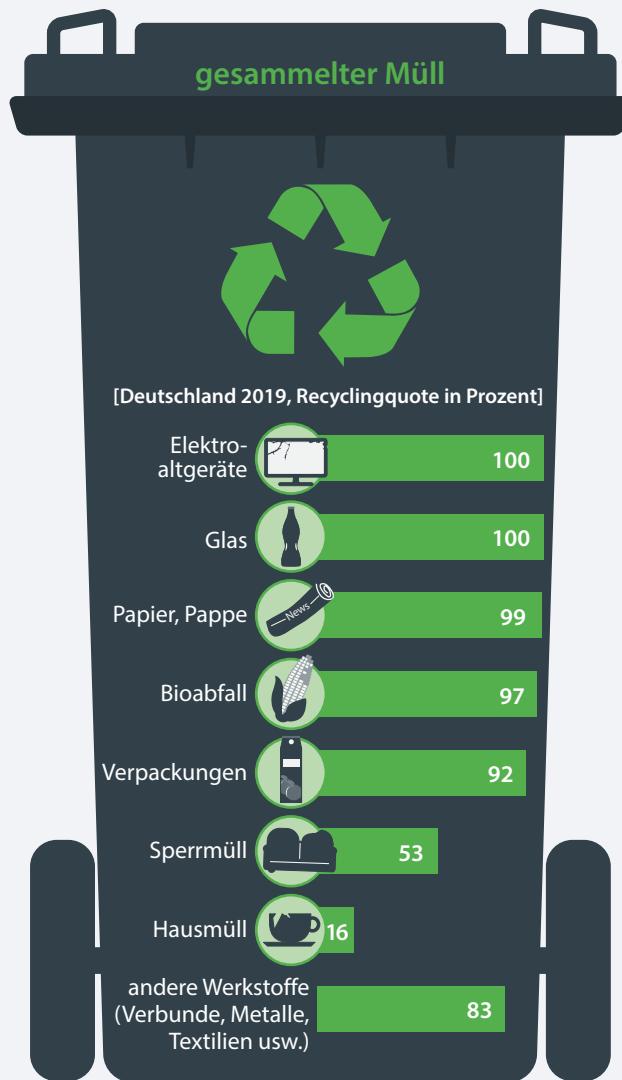
Trutz aller Bemühungen: Statt weniger Elektroschrott wird es immer mehr. Das besagen zumindest Prognosen der UN: Bis 2030 produziert jeder Mensch jährlich im Schnitt 9 Kilogramm davon, Deutschland liegt schon seit 2019 mit 19 Kilogramm pro Kopf und Jahr längst über dieser Marke. Gesetze fördern zwar das Verwer-

ten und Recyceln von Geräten, doch greifen viele Menschen lieber zum Neugerät – auch weil sich Altgeräte nicht mehr auf den aktuellen Stand der Technik bringen lassen oder die Reparatur selbst einfacher Fehler nicht mehr wirtschaftlich machbar ist. Besonders die massenhaft in Schubladen liegenden Smartphones werfen durch

ihren vielfach vorzeitigen Austausch gegen neuere Geräte in ökologischer Hinsicht Probleme auf – nicht nur, weil der häufige Tausch den Ressourcenverbrauch ankurvelt. Die Zunahme mobil nutzbarer Geräte hat auch die Menge der entsorgten Batterien erhöht – mit eher niedriger Recyclingquote. (mil@ct.de) 

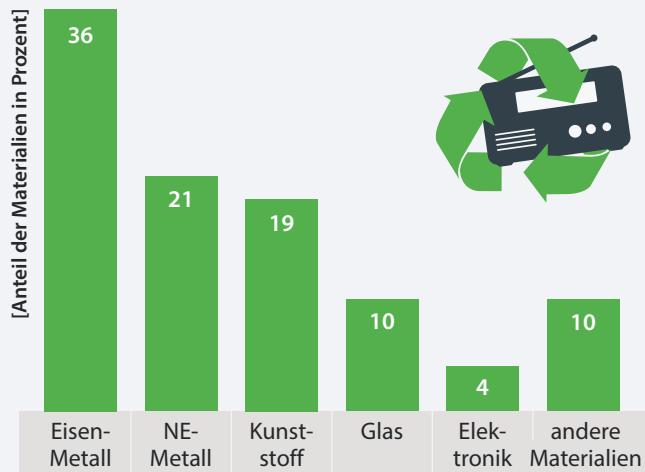
### ► Recyclingquote

Andere Abfallarten als Elektrogeräte werden eher verwertet oder verbrannt, als dass Stoffe rückgewonnen werden.<sup>1</sup>



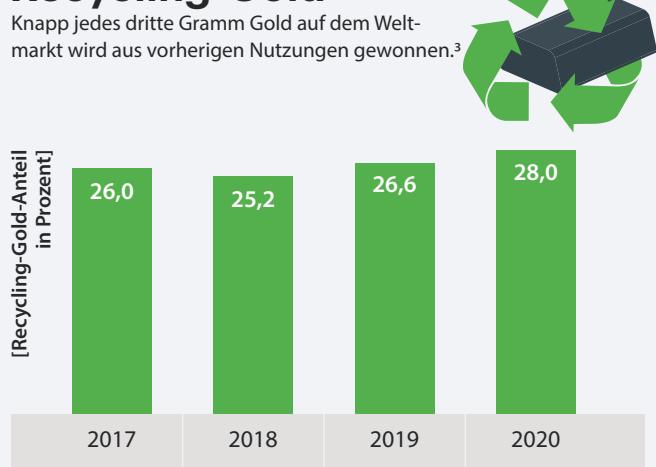
### ► Zusammensetzung

Aus Elektroschrott lassen sich viele Metalle gewinnen, die Elektronik selbst umfasst nur 4 Prozent des Gewichts der Geräte.<sup>2</sup>



### ► Recycling-Gold

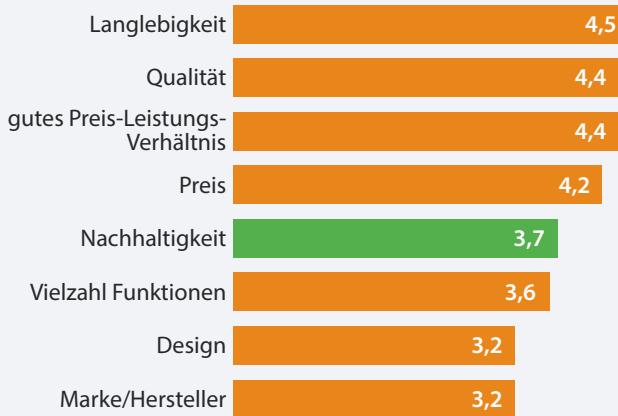
Knapp jedes dritte Gramm Gold auf dem Weltmarkt wird aus vorherigen Nutzungen gewonnen.<sup>3</sup>



## ► Kaufkriterium Nachhaltigkeit

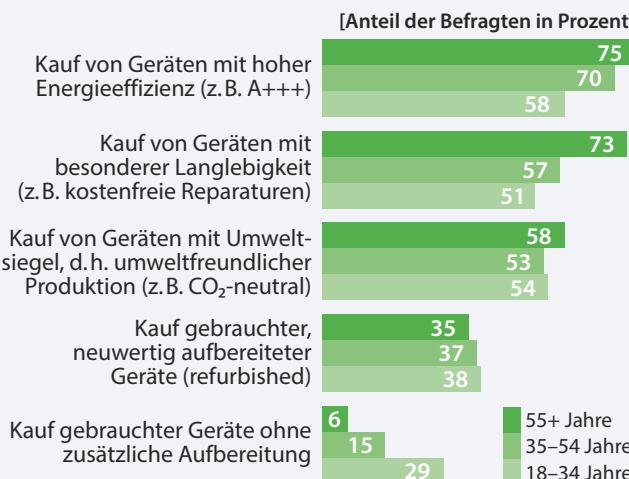
Langlebigkeit, Qualität und ein guter Preis sind Verbrauchern wichtiger als eine nachhaltige Herstellung von Produkten.<sup>4</sup>

[1 = überhaupt nicht wichtig, 5 = sehr wichtig]



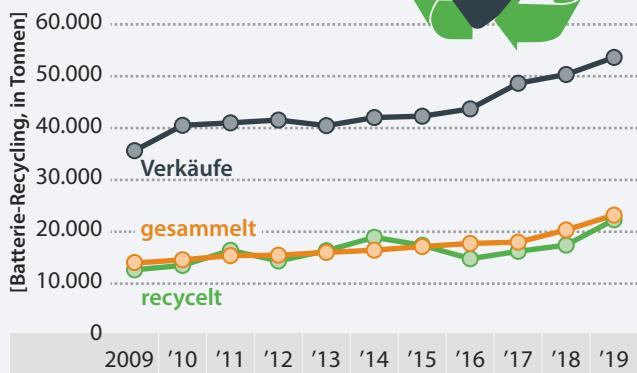
## ► Nachhaltigkeit bei Geräten

Was nachhaltig ist, beantworten Menschen sehr unterschiedlich. Jüngere tendieren zum Gebrauchtkauf, auch aufgearbeiteter Geräte.<sup>4</sup>



## ► Batterie-Recycling

Alte Batterien werden weniger als zur Hälfte recycelt.<sup>5</sup>



## ► Schärferes Gesetz

Das Elektro- und Elektronikgerätegesetz (zurzeit: ElektroG3) wurde oft verschärft, zuletzt auch auf nationale Initiative hin.



### ElektroG3

Seit 2018

- **Sechs Klassen:**

1. Wärmeübertrager
2. Bildschirme, Monitore und Geräte mit Display, (Oberfläche > 100 cm<sup>2</sup>)
3. Lampen
4. Großgeräte (> 50 cm Kantenlänge)
5. Kleingeräte (< 50 cm Kantenlänge)
6. Kleine Geräte der Informations- und Telekommunikationstechnik

Seit 2019

- **Sammelquote** von 65 Prozent verbindlich

- Pflicht zur **unentgeltlichen Rücknahme** von Kleingeräten gilt für Händler unabhängig von einem Neukauf, wenn Fläche > 400 qm, Lebensmittelläden, wenn Fläche > 800 qm

Seit 2021

- **B2B-Geräte** sind auch betroffen

- **Batterieentnahme** mit handelsüblichem Werkzeug vorgeschrieben

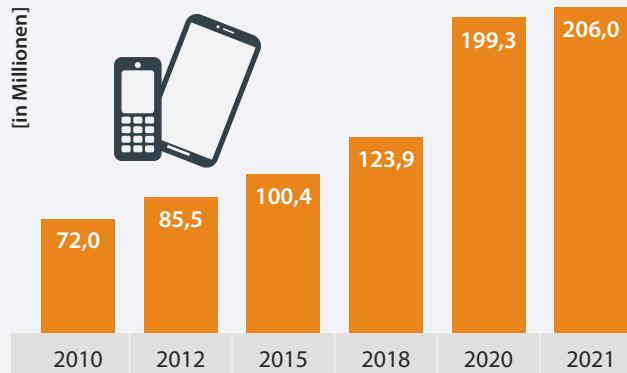
- **Symbol** für Elektroschrott



Quellen: 1. Statistisches Bundesamt (2019) 2. Bundesverband Sekundärstoffe und Entsorgung 3. World Gold Council (2022) 4. Simon-Kucher & Partners Online-Konsumentenstudie (repräsentativ, 1002 Teilnehmer, Juni 2021) 5. BMU/Website (Altbatterien GBK) 6. Befragt aus 1000 Befragten ab 16 J. in Deutschland

## ► Alte Schätzchen

Mehr Smartphones und Tablets als Einwohner: In deutschen Schubladen lagern 206 Millionen ungenutzte Altgeräte.<sup>6</sup>



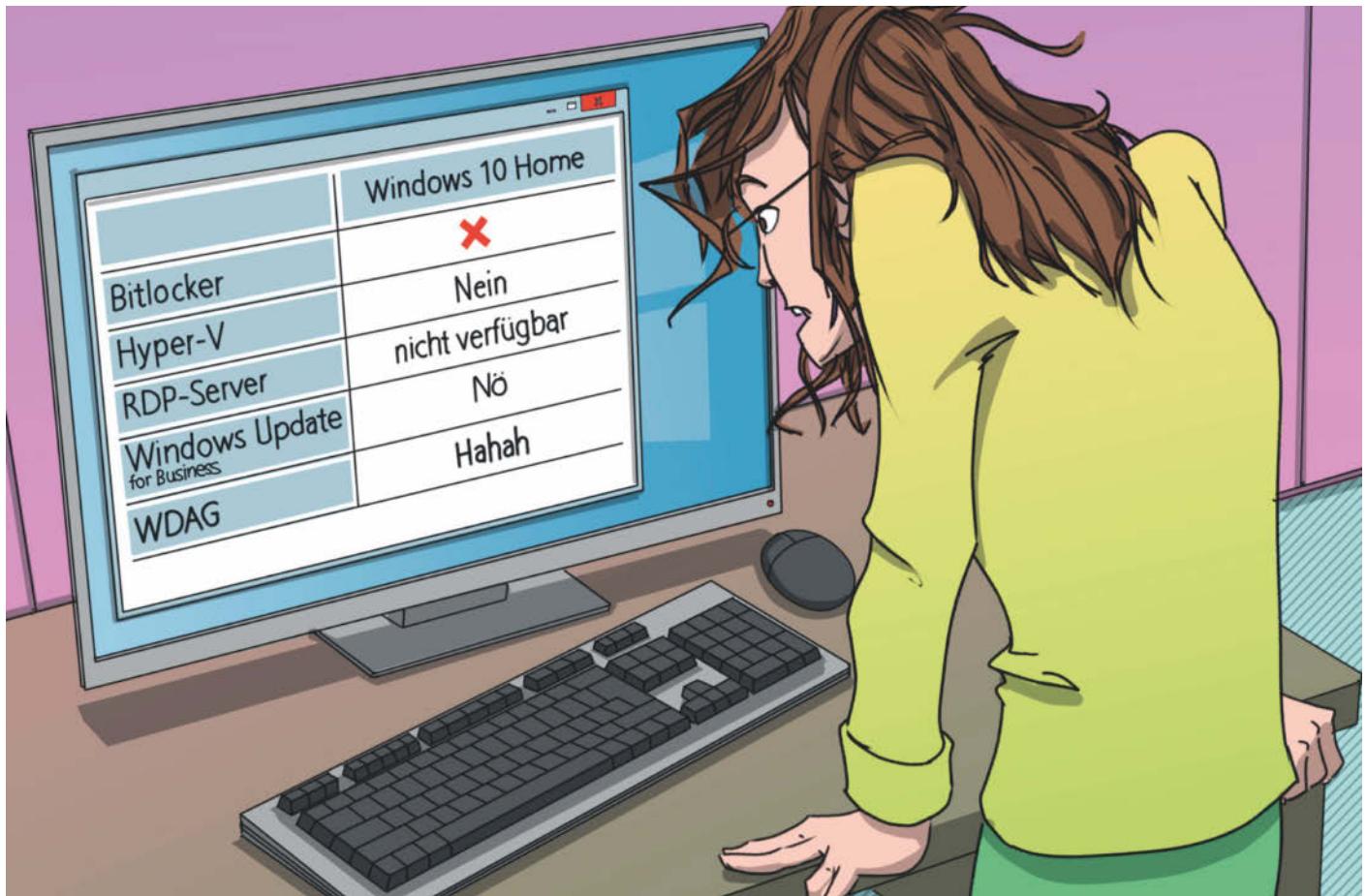


Bild: Thorsten Hübner

# Heimnachteil

## Was Windows 10 und 11 Home alles nicht kann – und wie Sie das ändern

**Magerer Funktionsumfang und trotzdem überall vorinstalliert: Die Home-Edition der Windows-Versionen ist das billige Betriebssystem-Feigenblatt, damit PC-Hersteller „Mit Windows“ in ihre Prospekte drucken können. Wir zeigen, wie sich manch Fehlendes leicht ersetzen lässt, doch ein Upgrade auf Pro ist oft sinnvoller – und eventuell preiswerter.**

Von Jan Schüßler

**S**o manche Funktion, die der Endkunden-Edition von Windows 10 und 11 namens Home verwehrt bleibt, wird man im Privatgebrauch nie vermissen – zum Beispiel die Möglichkeit, das System in einem Active Directory anzumelden, einem Unternehmensnetzwerk mit Windows Server und zentraler Benutzerkontenverwaltung. Die darauf aufbauenden Funktionen für die Geräte- und Rechteverwaltung braucht man nur in Unternehmensnetzen. Wer an einen Windows-PC höhere Ansprüche stellt als bloß zu malen, zu surfen und zu spielen, wird mit einer Home-Edition aber trotzdem schnell an Grenzen stoßen – diverse Funktionen stehen nicht oder nur sehr eingeschränkt zur Verfügung. Zeit für eine Inventur und einige Tipps, was Sie alles aus Windows Home rauskitzeln können.

Bei manchem ist es noch einigermaßen nachvollziehbar, dass es der nächstgrößeren Edition Pro vorbehalten ist: etwa der Virtualisierter Hyper-V oder der RDP-Server für den Login auf den eigenen Desktop aus der Ferne. Auch die Remote Server Administration Tools (RSAT) sind eher nichts für übliche Heimnetzwerke. Dass es aber nicht einmal möglich ist, eine USB-Festplatte oder einen Stick mit einer Verschlüsselung zu versehen, damit ein Finder so ein Laufwerk nicht einfach auslesen kann, das ist schon arg unsinnig.

### BitLocker

Dabei ist Microsofts Laufwerkverschlüsselung BitLocker technisch sogar in Windows Home enthalten – es fehlt allerdings das dazugehörige Verwaltungsmenü in der Systemsteuerung, und das Kommandozeilenscript manage-bde.exe quittiert die meisten Eingaben mit dem Hinweis auf fehlende Lizenzierung. Enthalten in Windows 10 und 11 Home sind die Tools für die „Geräteverschlüsselung“, eine funktional stark reduzierte Variante von BitLocker fürs Systemlaufwerk. Sie können sie lediglich ein- oder ausschalten. Das Menü dafür befindet sich in der Einstellungen-App: in Windows 10 unter „Update und Sicherheit“, in Windows 11 unter „Datenschutz und Sicherheit“. Die Geräte-

## ct kompakt

- Windows kann in der Home-Edition vieles nicht oder nur eingeschränkt.
- Einige fehlende Funktionen kann man mit Gratis-Tools nachbilden.
- Oft ist ein Upgrade auf die Pro-Version der stressärmere Weg.

verschlüsselung wird bei der Ersteinrichtung automatisch aktiv, wenn sich der Anwender mit einem Microsoft-Konto anmeldet und bestimmte Systemvoraussetzungen erfüllt sind (TPM 2.0, moderner Standbymodus, Secure Boot). Außerdem kann man mit Home-Editionen Wechseldatenträger per Kennworteingabe sperren, die zuvor mit einem Windows mit offizieller BitLocker-Unterstützung verschlüsselt wurden.

Ersatz: Die Geräteverschlüsselung der Home-Edition ist eigentlich gar nicht schlecht. Anders als oft vermutet lässt sie sich auch mit einem lokalen Benutzerkonto verwenden, und zwar indem man schlicht die Anmeldung an Windows nachträglich auf ein lokales Konto umstellt. Das ist mit wenigen Handgriffen erledigt – mit der Funktion „Stattdessen mit einem lokalen Konto anmelden“ in der Einstellungen-App unter „Konten“. Windows wird Sie bitten, zuvor den BitLocker-Wiederherstellungsschlüssel zu sichern. Dem sollten Sie unbedingt nachkommen, denn dieser 48-stellige Code ist die einzige Möglichkeit, aufs Systemlaufwerk zuzugreifen, wenn Sie beispielsweise einmal mit einem ct-Notfall-Windows etwas an Ihrer Installation reparieren möchten.

Wer höhere Anforderungen an eine Verschlüsselungssoftware hat, also zum Beispiel auch USB-Sticks verschlüsseln oder mehrere interne Festplatten mit verschiedenen Kennwörtern schützen will, sollte einen Blick auf die freie Software VeraCrypt werfen [1].

### efs

Das Kürzel EFS steht für Encrypting File System und bezeichnet die Fähigkeit, einzelne Dateien in NTFS-Dateisystemen live zu verschlüsseln. Sobald man in den Dateieigenschaften bei den erweiterten Attributen ein Häkchen bei „Inhalt verschlüsseln“ setzt, wird die Datei verschlüsselt.

Solange Sie die Datei von Ihrem Benutzerkonto aus verwenden, merken Sie gar nichts von der Verschlüsselung, für andere Benutzerkonten auf demselben Rechner ist die Datei jedoch nicht lesbar.

Ersatz: Um einzelne Dateien zu schützen, können Sie sie einfach in einem verschlüsselten Zip-Archiv speichern, zum Beispiel mit dem Open-Source-Packer 7-Zip (siehe ct.de/y1bn). Um größere Mengen von Dateien verschlüsselt zu sichern, empfiehlt sich VeraCrypt. Es eignet sich nicht nur zum Verschlüsseln ganzer Laufwerke, sondern auch, um einen verschlüsselten Datencontainer zu erstellen, der im Windows-Explorer mit einem Laufwerksbuchstaben erscheint – ein virtuelles Laufwerk.

### Grafische Benutzerkontenverwaltung (lusrmgr.msc)

Vergleicht man in Home- und Pro-Installationen die Computerverwaltung (zu öffnen etwa über Windows+X), fällt schnell auf: Ein Modul fehlt bei Home – es heißt „Lokale Benutzer und Gruppen“. Es dient dazu, Benutzerkonten anzulegen und zu löschen, Gruppenzugehörigkeiten festzulegen, Konten wie das Gastkonto zu (de-)aktivieren und Ähnliches.

Ersatz: Die Einstellungen-App bietet kaum Optionen für Benutzerkonten; Sie können sie dort lediglich erstellen und löschen sowie ihr Berechtigungslevel zwischen Standard und Administrator umschalten. Wer auf Home mehr Möglichkeiten will, bekommt sie über die Eingabeaufforderung mit dem Befehl `net user` oder in der PowerShell mit den Kommandos aus dem Modul `Microsoft.PowerShell.LocalAccounts`. Microsoft hat die Syntax ausführlich dokumentiert (siehe ct.de/y1bn).

### Gruppenrichtlinien-Editor (gpedit.msc)

Gruppenrichtlinien sind in erster Linie ein Werkzeug für Admins, um Rechnern oder ganzen Rechnergruppen in einem Firmennetz (mit Active Directory) aus der Ferne zentral verwaltete Einstellungen zu verpassen. Sie eignen sich aber ebenso für Einzelplatzrechner und bieten Optionen, an die man über die Systemsteuerung oder die Einstellungen-App nicht herankommt. Die Möglichkeiten reichen weit: Man kann etwa bestimmte Menüpunkte aus den Einstellungen entfernen, mit „Windows Update for Business“ Updates steuern oder Windows so konfigurieren, dass man nur auf solche Wechseldatenträger Daten schreiben kann, die per BitLocker geschützt sind.

Ersatz: Manche Einstellungen lassen sich mittels Registry-Änderungen auch in Windows Home setzen, denn Gruppenrichtlinien führen in der Regel zu einem Eintrag in der Registry. Wie der gesuchte Eintrag im Einzelfall heißt, lässt sich oft schnell ergoogeln. Wenn Sie eine Pro-Installation griffbereit haben, finden Sie es mit ein wenig Geduld auch selbst heraus, und zwar mithilfe des Process Monitor aus dem Werkzeugkasten Sysinternals Suite (mehr dazu in [2]). Dieser Trick funktioniert allerdings nicht mit allen Gruppenrichtlinien. Die Registry-Werte für Windows Update for Business ignoriert eine Home-Edition zum Beispiel einfach.

### Hyper-V

Microsofts Desktop-Virtualisierer fehlt in Home-Editionen – oder genauer: Wie auch bei BitLocker stecken zwar ein paar Virtualisierungsfunktionen drin, etwa das Windows Subsystem für Linux (WSL) und die Hypervisor-Plattform, mit der Ent-



wickler auf Virtualisierungsfunktionen von Windows zugreifen können. Was aber fehlt, ist der Hyper-V-Manager, mit dem Sie virtuelle Maschinen betreiben können, sowie die Hyper-V-Unterstützung für Container: Wer die Containervirtualisierung Docker Desktop auf einer Home-Installation nutzen will, muss das Windows Subsystem für Linux (WSL2) als Basis nutzen.

Ersatz: Oracle VirtualBox und VMware Workstation [3] bieten ähnliche Funktionen wie Hyper-V. Für den gewerblichen Einsatz ist Letzteres kostenpflichtig, und bei VirtualBox ist zwar das Grundpaket Open Source, das Extension Pack ist für geschäftliche Anwender aber kostenpflichtig. Erst damit sind Funktionen wie verschlüsselte virtuelle Laufwerke, Webcam-Passthrough und vor allem USB-Unterstützung nutzbar. Im Privatgebrauch sind die Programme gratis, VMware Workstation allerdings nur in der Schmalspurvariante „Player“, die keine Snapshots erzeugen kann. Snapshots dienen dazu, Betriebszustand und Konfiguration so zu sichern, dass Sie sie mit wenigen Klicks wiederherstellen zu können – vor allem für Testzwecke eine sehr praktische Funktion.

## Microsoft Defender Application Guard

Der Name mag klingen wie eine Schutzfunktion für Programme, doch tatsächlich ist „Defender Application Guard“ Microsofts Bezeichnung für Edge-Browserfenster, die in einer Sandbox laufen, also in einer vom restlichen Betriebssystem abgeschotteten Umgebung. Ist die Funktion aktiv, kann man sie im Edge-Menü per

Klick auf „Neues Application Guard-Fenster“ starten. Der eigentliche Charme ist aber, dass Administratoren den Application Guard für Firmenumgebungen so konfigurieren können, dass Links automatisch in einem Application-Guard-Fenster geladen werden, sofern die aufgerufene Domain nicht ausdrücklich auf einer Liste sicherer Webseiten steht (Whitelist). Das kann die Sicherheit verbessern, wenn Mitarbeiter privat surfen oder Malware- oder Phishing-Links in Mails anklicken.

Ersatz: Wer potenziell unsichere Webseiten aufrufen will, tut das am einfachsten in einer virtuellen Maschine in einem Gratis-Virtualisierer wie VirtualBox oder VMware Workstation Player. Im besten Fall installieren Sie darin kein Windows, sondern ein Linux – das ist nicht nur gegen die allermeisten gängigen Schädlinge von vornherein immun, sondern auch gratis.

## RDP-Server

Die Unterstützung für Remotedesktop-Verbindungen (Remote Desktop Protocol, RDP) ist in Home-Editionen unvollständig: Sie können lediglich RDP-Client sein, nicht aber -Server. In der Praxis heißt das, dass zwar das Programm „Remotedesktopverbindung“ (mstsc.exe) enthalten ist, um auf andere Rechner zuzugreifen; es fehlt jedoch die Möglichkeit, selbst den Zugriff aus der Ferne zu erlauben. Die Folge davon mutet im ersten Moment absurd an: Sie können mit Home ein Pro fernsteuern, aber mit Pro kein Home.

Ersatz: Um sich aus der Ferne auf den Desktop eines Rechners anzumelden, gibt es verschiedene Alternativen – in erster

Linie Fernzugriffs-Software, die sich für einen unbeaufsichtigten Zugang einrichten lässt. Das klappt sowohl mit proprietären Anwendungen wie AnyDesk und TeamViewer [4] als auch mit Programmen, die auf dem quelloffenen VNC-Protokoll fußen, etwa RealVNC, TightVNC und UltraVNC. Je nach Lizenzmodell sind manche allerdings nur für den Privatgebrauch gratis nutzbar. Ungeeignet ist hingegen die in jedem Windows 10 und 11 enthaltene App „Remotehilfe“. Sie erfordert auf Seiten des Zielrechners jemanden, der die Verbindungsanfrage annimmt. Das eignet sich für die Fernwartung unter Freunden und Kollegen, nicht aber für den Zugriff auf den eigenen Desktop aus der Ferne.

## Sandbox

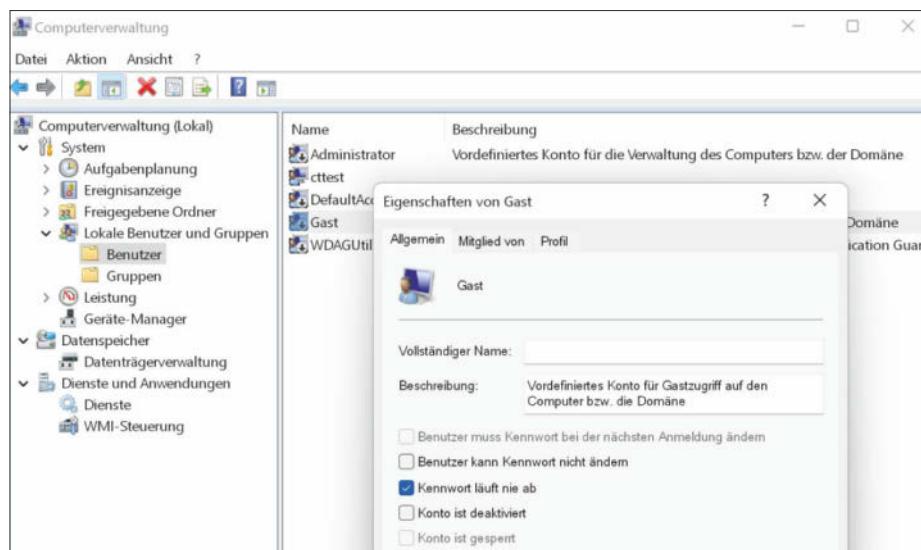
Bei der Sandbox handelt es sich um eine Art vorkonfigurierte Wegwerf-VM. Innerhalb weniger Sekunden startet ein virtuelles Windows inklusive Desktop – das eignet sich zum Beispiel, um Software auszuprobieren, ohne sie auf dem Produktivsystem zu installieren. Die Funktionen der Sandbox sind in Grenzen einstellbar, man kann zum Beispiel die Netzwerkverbindung abschalten oder einen Ordner für Dateitransfers zum Wirts-Windows erzeugen. Die Sandbox lässt sich allerdings nicht neu starten, ohne dass sämtliche Änderungen am System verworfen werden.

Ersatz: Technisch ist die Sandbox leicht zu ersetzen durch eine selbst eingerichtete virtuelle Maschine, im Idealfall in einem Gratis-Virtualisierer mit einer Snapshot-Funktion – also VirtualBox. Zum Booten braucht sie zwar länger als die Windows-Sandbox, sie ist aber flexibler, da Veränderungen am System auch Neustarts überleben. Das eigentliche Problem ist lizenzerichtlicher Natur: Weil die VM parallel zum Host-System läuft, braucht sie eine eigene Windows-Lizenz – oder man verwendet eine 90 Tage gültige Enterprise-Evaluierungsversion (siehe ct.de/y1bn).

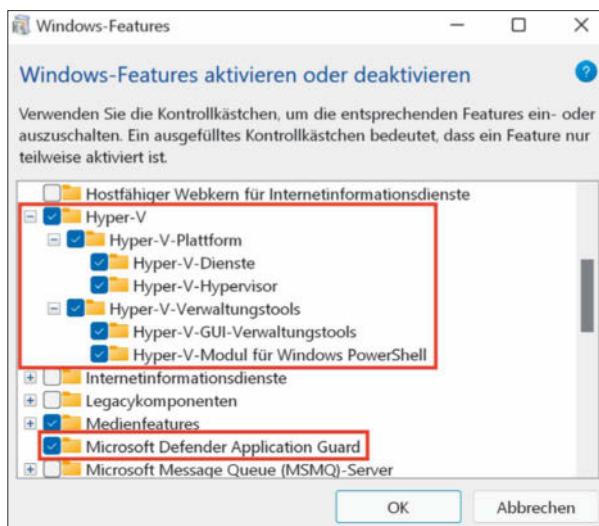
## Windows Update for Business

Diese Funktion kann die Installation von Updates verzögern, und zwar sowohl Sicherheitsupdates (bis zu 30 Tage) als auch Funktionsupdates (maximal 365 Tage). Konfiguriert wird sie über Gruppenrichtlinien. Zwar kann man auch von Hand die Registry-Werte verändern, auf die die Gruppenrichtlinien abbilden; eine Home-Edition wird das aber schlicht ignorieren.

Ersatz: Keiner. Updates lassen sich mit der Schaltfläche „Updates aussetzen“ auf



Eines der Tools, die der Home-Edition fehlen, ist die grafische Benutzerkontenverwaltung – immerhin lässt sie sich durch Kommandozeilenbefehle ersetzen.



**Hyper-V und Application Guard sind zwei der Funktionen, die Sie erst mit der Pro-Edition haben können.**

Editor in Home-Editionen freizuschalten oder nachträglich einzubauen. Meist klappt das auch, aber es birgt ein Risiko, nämlich wenn Microsoft einmal auf die Idee kommt, bei Updates oder Funktionsupgrades abzuklopfen, ob die installierten Features auch zur lizenzierten Edition passen. Bei BitLocker passiert das schon. Um das Systemlaufwerk eines Windows 10 Home zu verschlüsseln, kann man parallel dazu temporär eine BitLocker-fähige Edition installieren, etwa die kostenlose Evaluierungsversion von Windows 10 Enterprise, und die Home-Partition von dort aus verschlüsseln. Zunächst geht das scheinbar gut: Beim Systemstart erscheint die gewohnte BitLocker-Kennwortabfrage. Steht aber ein Funktionsupgrade an, verweigert das Setup die Arbeit mit dem Hinweis, dass die installierten Features nicht zur lizenzierten Edition passen.

## Fazit

Einiges, das Windows 10 und 11 in der Home-Edition fehlt, kann man mit Gratisprogrammen nachrüsten. Aber: Je mehr Funktionen man vermisst, desto reizvoller wird es, sie durch ein Upgrade auf eine Pro-Lizenz freizuschalten. Wer ohnehin noch eine ungenutzte Lizenz herumliegen hat, sollte sich das Upgrade in jedem Fall gönnen: Selbst wer weder Hyper-V noch den RDP-Server braucht, kann USB-Sticks schnell mal per BitLocker verschlüsseln und Updates besser steuern.

Etwas Skurriles zum Schluss: Es gibt auch ein Feature, das bei Windows 11 ausschließlich in der Home-Edition enthalten ist: den S-Modus. Gerätethersteller können Windows in diesem Modus vorinstallieren, es führt dann ausschließlich Programme aus dem Store aus und der Zugriff auf Eingabeaufforderung, PowerShell & Co. ist blockiert.

(jss@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Jan Schüßler, Dicht und frei, Windows-Partition mit VeraCrypt verschlüsseln, c't 17/2020, S. 162
- [2] Axel Vahldiek, Unter dem Mikroskop, Windows analysieren mit dem Process Monitor – Teil 1, c't 16/2017, S. 148
- [3] Jan Schüßler, Untermieter, Virtuelle Maschinen für Windows, c't 2/2018, S. 94
- [4] Jan Schüßler, Im Rechner des Freundes, Fernwartung (nicht nur) für den PC, c't 14/2020, S. 18
- [5] Jan Schüßler, Wohl oder übel, Keine Angst mehr vor Windows-Updates, c't 8/2022, S. 148
- [6] Jan Schüßler, Stehauf-Windows, Windows-Systeme mit Instant Recovery automatisch wiederherstellen, c't 8/2020, S. 164

**Downloads und Doku:** [ct.de/y1bn](http://ct.de/y1bn)

der Windows-Update-Seite in der Einstellungen-App bis zu fünf Wochen verzögern, allerdings greift die Funktion immer nur bis zum nächsten Update. Danach muss die Pause jeweils wieder von Hand gesetzt werden. Für Funktionsupdates ist die Abwesenheit von Windows Update for Business ohnehin verschmerzbar: Windows installiert seit einigen Jahren Funktionsupdates nicht mehr zwangsweise direkt nach ihrer Veröffentlichung, sondern bietet sie ein paar Monate lang optional an – mehr zum Thema „Updates steuern“ in [5].

## Zugewiesener Zugriff

Wenn man diesen Kiosk-Modus konfiguriert und sich einloggt, lädt ein Benutzerkonto, in dem lediglich eine einzige App zugelassen ist (der Webbrowser bietet sich an). Jeder Zugriff auf andere Anwendungen, die Einstellungen, Systemsteuerung et cetera wird unterbunden. Praktisch ist das etwa für Surf-PCs an öffentlichen Orten wie Bibliotheken oder Eingangshallen, aber auch für WG-Partys und Ähnliches.

**Ersatz:** Ein Benutzerkonto in der Home-Edition so weit zu verrammeln, dass es einem Kioskmodus gleichkommt, ist mangels Gruppenrichtlinien kaum möglich. Eine Alternative ist der Einsatz einer Instant-Recovery-Software, die jede Änderung am System nach einem Neustart verwirft – zum Beispiel Reboot Restore Rx, das wir in [6] beschrieben haben.

## ... oder ein Editions-Upgrade?

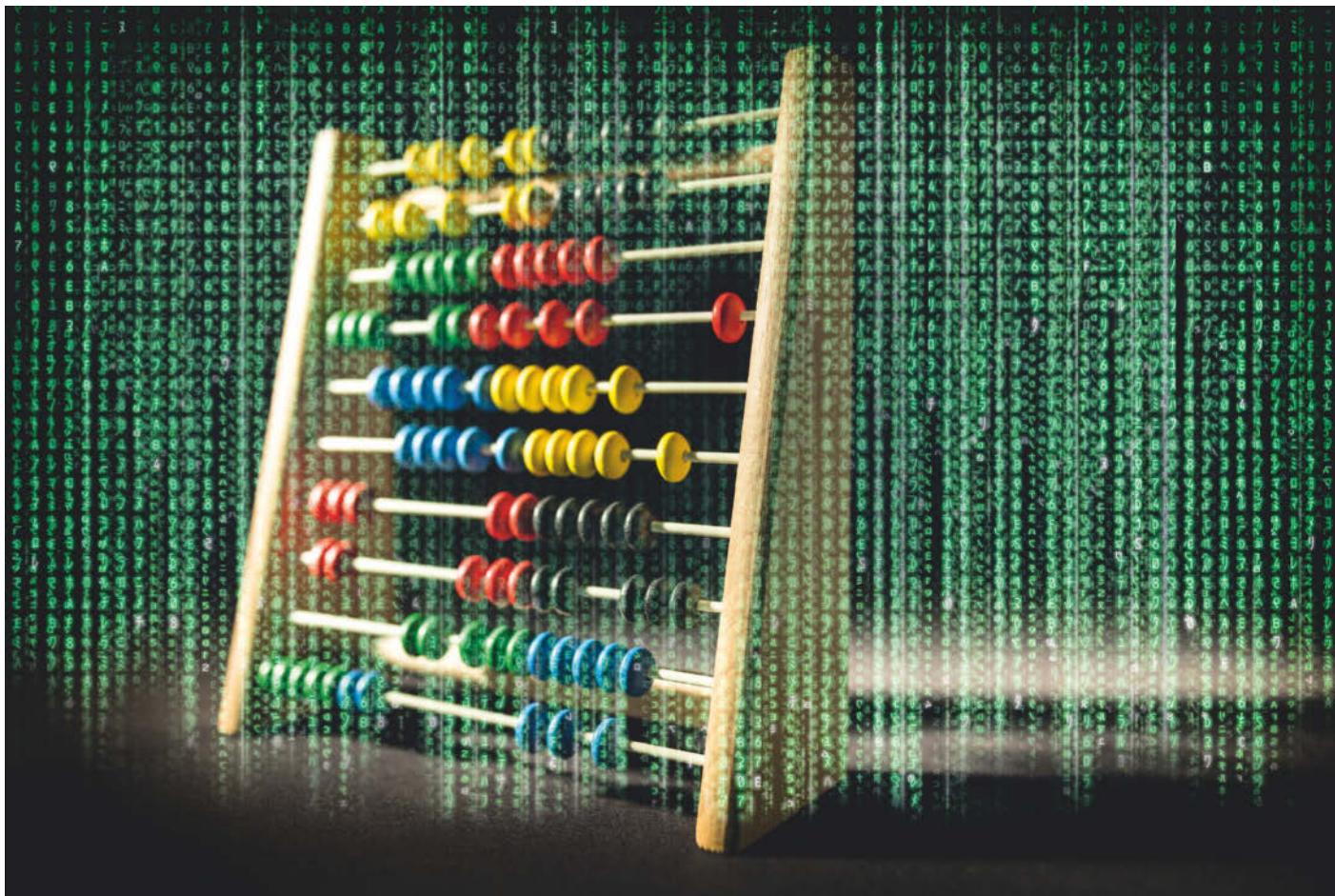
Je mehr Pro-Funktionen man in Windows 10 oder 11 Home vermisst, desto reizvoller dürfte die Idee sein, ein Upgrade auf Pro zu machen. Dafür ist keine Neuinstallation nötig, sondern nur der Lizenzschlüssel

einer Pro-Edition. Der muss nicht mal zwingend für Windows 10 oder 11 sein: Ein aktuelles Windows 11 Home akzeptiert nach wie vor klaglos auch Schlüssel für Windows 7 Professional und Ultimate, Windows 8 Pro und Windows 8.1 Pro; für Windows 10 Home gilt das Gleiche.

Am interessantesten ist solch ein Upgrade vor allem dann, wenn man noch eine alte, unbenutzte Pro-Lizenz herumliegen hat. Eine System-Builder-Lizenz (SB) schlägt mit rund 120 Euro zu Buche. Aber auch dieser Kauf kann sich lohnen, etwa wenn man nicht auf Funktionen wie den RDP-Server und Windows Update for Business verzichten möchte oder wenn man einen Virtualisierer braucht, um ihn auch geschäftlich zu nutzen. VMware Workstation Pro kostet mehr als eine SB-Lizenz für Windows 10 Pro mit Hyper-V.

Sobald Sie einen Lizenzschlüssel haben, starten Sie das Upgrade in der Einstellungen-App, in Windows 10 unter „Update und Sicherheit/Aktivierung“ und in Windows 11 unter „System/Aktivierung“. Klicken Sie auf „Product Key ändern“, tippen Sie den Schlüssel ein und bestätigen Sie die Abfragen. Nach ein paar Minuten Bearbeitungszeit und einem Neustart sind die Pro-Funktionen freigeschaltet und die Installation sollte sich in den Einstellungen unter „System/Info“ als Pro zu erkennen geben. In der Vergangenheit haben wir erlebt, dass der Upgradeprozess noch vor dem Neustart mit einer Fehlermeldung abbrach. Nach unserer Erfahrung klappt es aber trotzdem. Klicken Sie den Fehler weg und starten Sie Windows neu.

Abseits des Editions-Updates findet man im Netz auch Tipps, um Funktionen wie Hyper-V oder den Gruppenrichtlinien-



# Unlesbare Berechnungen

## Interview mit dem Kryptografie-Forscher Kim Laine über homomorphe Verschlüsselungen

**Daten für Berechnungen aus der Hand geben und sie trotzdem geheim halten – die homomorphe Kryptografie, Berechnungen mit verschlüsselten Daten, scheint der Heilige Gral des Datenschutzes beim (Cloud-)Computing. Wir haben uns mit dem Kryptologen Kim Laine über aktuelle Fortschritte und verbleibende Probleme unterhalten.**

**Von Michael Brenner**

**W**äre es nicht schön, sich per Fingerabdruck oder mit dem eigenen Gesicht auszuweisen, ohne die Kontrolle über diese biometrischen Informationen abzugeben? Wäre es nicht prima, den Stammbaum aus dem eigenen Genom herleiten zu lassen, ohne dass der Anbieter danach die gesamte Verwandtschaft kennt und sogar noch medizinische Diagnosen stellen kann? Denn allen Datenschutzversprechen zum Trotz: Fehler passieren, ebenso wie es übergriffige Staatsapparate, motivierte Kriminelle und fragwürdige Geschäftsmodelle gibt.

„Wasch mir den Pelz, aber mach mich nicht nass“, könnte man sagen und die gute Nachricht lautet: Genau daran wird gearbeitet. Gemeint ist die „homomorphe Kryptografie“, das Rechnen mit verschlüsselten Daten (siehe Kasten auf Seite 124).

Homomorphe Kryptografie ist ein relativ junges Forschungsgebiet. Im Jahr 2009 wurde das erste Verschlüsselungssystem beschrieben, das voll-homomorph ist, also beliebige Berechnungen mit den verschlüsselten Daten erlaubt. In den seither vergangenen 13 Jahren hat die Disziplin einen rasanten technischen und organisatorischen Fortschritt hingelegt. Die aktuellen Entwicklungen zielen auf eine Konsolidierung der Verfahren und die Verbesserung der Benutzbarkeit. Es gibt bereits einen Community-Standard und ein international anerkannter ISO-Standard ist in Arbeit.

Wir haben uns mit Kim Laine unterhalten, seines Zeichens Chef der „Cryptography and Privacy Research Group“ bei Microsoft Research und Mitautor des „Homomorphic Encryption Security Standard“.

**c't: Eine Weile war es eher ruhig um homomorphe Kryptografie. Warum ist das Interesse zuletzt wieder gestiegen?**

**Kim Laine:** Lassen Sie mich erst mal feststellen, dass homomorphe Verschlüsselung schon seit RSA existiert. RSA erlaubt nämlich eine Art von mathematischer Operation auf verschlüsselten Daten. Heute sprechen wir von „Fully Homomorphic Encryption“ (FHE), bei der man unterschiedliche arithmetische oder boolesche Operationen auf verschlüsselte Daten anwenden kann. Das erste FHE-Schema wurde 2009 von Craig Gentry veröffentlicht und sofort war klar, was für einen Durchbruch das bedeutete. Leider waren diese frühen FHE-Konstruktionen nicht besonders effizient und so sank das Forschungsinteresse zwischenzeitlich wieder.

Die damals vorhandenen Implementierungen waren nicht besonders leicht zu verwenden und zielten sehr auf die wissenschaftliche Community ab, nicht auf normale Entwickler. 2015 haben wir bei Microsoft Research das SEAL-Projekt gestartet, mit dem Ziel, eine einfach anzuwendende Open-Source-FHE-Bibliothek zu bauen. 2017 ging dann die Initiative HomomorphicEncryption.org an den Start, um FHE zu standardisieren. Ich glaube, das hat sehr geholfen, die praktische Anwendung von FHE voranzutreiben. Unterschiedliche Entwicklerteams haben seitdem enger zusammengearbeitet und es entstand eine riesige Anzahl an

Veröffentlichungen zur praktischen Anwendung von FHE, die bei vielen Kryptografie-, IT-Sicherheits- und Machine-Learning-Konferenzen diskutiert wurden.

Seit 2015 wurden mehrere neue FHE-Schemata gefunden, die andere oder bessere Features und bessere Performance bieten. Es gibt mittlerweile Implementierungen auf GPU- und FPGA-Basis, die enorme Leistungsverbesserungen gebracht haben, und kürzlich wurde sogar mit der Arbeit an ASICs für FHE begonnen [spezialisierte integrierte Schaltkreise, Anm. d. Red.], die durch das DPRIVE-Programm der DARPA gefördert wird. Andere Wissenschaftler arbeiten an der Software, implementieren anwendungsspezifische Programmiersprachen, Compiler und Transpiler für FHE, mit denen Anwendungen leichter entwickelt werden können.

Es gibt also nicht den einen entscheidenden Faktor, durch den sich das Interesse an FHE begründen lässt. Vielmehr ist es das Ergebnis von sehr viel Arbeit einer engagierten Community von

Wissenschaftlern und Entwicklern, die diese Technologie mittlerweile praktisch anwendbar gemacht hat.

**c't: Die Anwendungsgebiete von FHE sind zahlreich. Was erscheint Ihnen aktuell am interessantesten?**

**Laine:** Meine Lieblingsgebiete sind im Moment wohl Private Set Intersection (vertrauliche Schnittmengenbildung) und Private Information Retrieval (vertrauliche Datenabfrage). Um zu verstehen, was da vor sich geht, muss man sich einen Dienst mit einem Key-Value-Store oder einer Art Wörterbuch vorstellen. Ein Client stellt eine Anfrage mit einem bestimmten Schlüsselwort und erhält den zugeordneten Wert. Ist das Schlüsselwort nicht vorhanden, erhält der Client eine entsprechende Information. Mit FHE können wir nun einen solchen Dienst aufbauen, der in beiden Richtungen Vertraulichkeit wahrt: Der Dienst erfährt nicht, welchen Wert der Client anfragt (nur dass er einen anfragt), und der Client erfährt nichts über die gespeicherten Daten, außer der Antwort auf seine Anfrage. Was mich daran fasziniert, ist, dass es so ein einfaches, aber

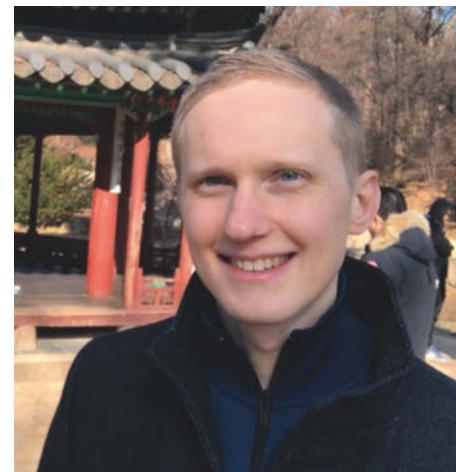


Bild: Kim Laine

**Kim Laine leitet als Principal Research Manager die „Cryptography and Privacy Research Group“ in der Forschungsabteilung von Microsoft.**

mächtiges Prinzip ist, das mit FHE sehr effizient umgesetzt werden kann. Microsoft setzt das heute schon im Edge-Browser ein, um herauszufinden, ob Benutzernamen und Passwörter an die Öffentlichkeit gelangt sind: Wenn man Zugangsdaten im Edge-Browser speichert, verwendet er ein FHE-basiertes Protokoll, um große Leak-Datenbanken abzufragen und den Nutzer im Notfall zu warnen. In dem ganzen Prozess bekommt Microsoft nur mit, dass eine solche Abfrage stattfindet. Wir haben eine C++-Bibliothek namens APSI als Open Source veröffentlicht, die solche Funktionen bietet (siehe [ct.de/yums](http://ct.de/yums)).

**c't: Apropos Bibliotheken, Sie hatten angedeutet, dass die früheren Implementierungen von FHE bei ihren Anwendern Expertenwissen in Kryptografie voraussetzen. Was hat sich bei den modernen Bibliotheken geändert?**

**Laine:** Die Gemeinschaft von FHE-Bibliotheksentwicklern ist sehr freundschaftlich und hilfsbereit. Wir haben viel Zeit damit verbracht, uns gemeinsam zu überlegen, wie die Bibliotheken benutzbarer werden können. Gleichzeitig gibt es auch eine Art Wettstreit, wessen Bibliothek am meisten eingesetzt wird. Wenn ich eine grundlegende Änderung im Vergleich zu den Anfängen nennen müsste, würde ich sagen, dass wir uns nicht mehr so sehr auf experimentelle Features oder Ultra-Optimierung der Performance konzentrieren, sondern auf saubere und stabile APIs für grundlegende Funktionen.

## ct kompakt

- Homomorphe Kryptografie befasst sich mit Berechnungen auf verschlüsselten Daten.
- Die relativ junge Disziplin macht rasante Fortschritte in Forschung und Praxis.
- Zahlreiche praktisch nutzbare Bibliotheken existieren bereits, ein ISO-Standard entsteht gerade.

**c't: Viele FHE-Bibliotheksentwickler sind Mitglieder der Initiative HomomorphicEncryption.org. Was ist das Ziel dieses Bündnisses?**

**Laine:** In der Zeit vor seiner Gründung 2016 kamen viele Veröffentlichungen zu FHE heraus, bei denen die Sicherheitsparameter oft total willkürlich gewählt waren. Das hat es einerseits schwer gemacht, die Ideen in den unterschiedlichen Papieren zu vergleichen. Andererseits war schwer festzustellen, ob die Sachen überhaupt sicher waren.

Ab 2017 haben wir uns in einer internationalen Gruppe von engagierten Leuten aus Wirtschaft, Wissenschaft und Behörden zusammengefunden, um einen Community-Standard festzulegen, der diese Probleme behebt und das Vertrauen in die Technik fördert.

Microsoft Research hat das erste Treffen organisiert, bei dem die Teilnehmer mehrere Tage an den ersten Entwürfen zum Community-Standard gearbeitet haben. Wir haben beschlossen, uns auf drei Arbeitsfelder zu konzentrieren: Sicherheit, API/Benutzbarkeit und Anwendungen. Dabei ist Sicherheit der mit Abstand wichtigste Faktor, weil wir in der Kryptografie extrem hohe Anforderungen haben.

## »Hardware-beschleunigung wird ein Game-Changer.«

**c't: Wie ist denn der aktuelle Status des Standards? Wie funktioniert die Standardisierung eigentlich und wer spielt da eine Rolle?**

**Laine:** Das HomomorphicEncryption.org-Projekt als Community-Standard war ziemlich nützlich. Wir wollten aber von Anfang an eine Standardisierungs-Organisation davon überzeugen, den Standard formal anzuerkennen. Vor ein paar Jahren haben ein paar von uns sich mit der ISO getroffen, um die Idee für einen internationalen Standard für FHE vorzutragen. 2021 wurde das Projekt schließlich von den ISO/IEC-Mitgliedsstaaten angenommen

Bei den Bibliotheken haben wir festgestellt, dass sie ganz unterschiedliche Herangehensweisen an APIs und Benutzbarkeit haben. Wir haben also überlegt, ob es ein allgemeines API geben sollte und wie das aussehen könnte. Wir wollten von Anfang an auch immer die Anwendungen im Blick haben. Das, was wir machen, soll ja zu dem passen, was Entwickler tatsächlich tun. Über die Jahre haben die Mitglieder von HomomorphicEncryption.org zahlreiche praktische Anwendungen entwickelt, von denen viele im Einsatz sind und den Standard nutzen.

und wir arbeiten jetzt an einem neuen internationalen Standard: ISO/IEC 18033-8 (Fully Homomorphic Encryption). Es wird ein paar Jahre dauern, aber ich bin zuversichtlich, dass wir das hinbekommen. Viele der zentralen Experten von HomomorphicEncryption.org arbeiten daran mit, wir haben also enorm viel Fachkompetenz und Enthusiasmus.

**c't: Wenn der Standard dann abschließend verabschiedet ist, was passiert dann? Wer sollte den Standard beachten und warum?**

**Laine:** Es gibt eine Reihe von Gründen, einem Standard zu folgen. Im Moment implementieren alle großen FHE-Libs schon den HomomorphicEncryption.org-Standard, manche mit kleinen Erweiterungen. Das hat der Forschung auf Anwendungsseite enorm geholfen, aus den Gründen, die ich vorhin erklärt habe. Und es war essenziell, um Vertrauen in neue Bibliotheken aufzubauen. Wenn wir ein lebhaftes Ökosystem um FHE herum bauen wollen, sollten die Entwickler ihre bevorzugten Bibliotheken verwenden können, um Server, Clients und Apps zu schreiben. Das erfordert ein gewisses Maß an Interoperabilität, die ein Standard durchaus fördern kann.

Außerdem verarbeiten viele Unternehmen wertvolle oder personenbezogene Daten und müssen deswegen bestimmte Zertifizierungen nachweisen. Ohne einen

## Homomorphe Kryptografie

Im Unterschied zur konventionellen Kryptografie, die Datenübertragung und Speicherung abdeckt, beschäftigt sich homomorphe Kryptografie mit Operationen, die auf Daten im verschlüsselten Zustand ausgeführt werden. Services, beispielsweise in der Cloud, können also Berechnungen anbieten, ohne dass man ihnen Zugriff auf Klartextdaten geben muss. Das immer noch verschlüsselte Ergebnis der Berechnung kann der Service-Kunde – und nur er – entschlüsseln. Wie das technisch grundsätzlich funktioniert, haben wir in c't 6/2016 erklärt [1].

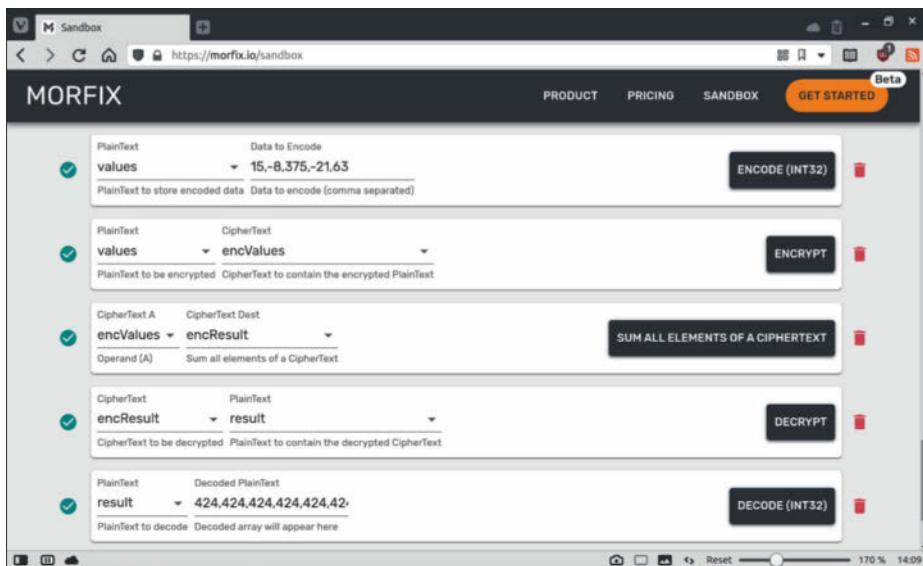
Bei der homomorphen Kryptografie ist es also erwünscht, dass Änderungen am Chiffarat zu entsprechenden Änderungen an den Klartextdaten führen. Eine Eigenschaft, die man in der konventionel-

len Kryptografie „Malleability“ nennt („Umformbarkeit“) und vermeiden will.

Genau wie in der konventionellen Kryptografie gibt es in der homomorphen Kryptografie zahlreiche Schemata, die sich in ihren Fähigkeiten und den zugrundeliegenden mathematischen Annahmen zur Sicherheit unterscheiden. Beispielsweise fußen die Sicherheitsgarantien des klassischen RSA-Schemas auf der Schwierigkeit von Faktorisierungen. Das homomorphe Schema BGV (Brakerski-Gentry-Vaikuntanathan) basiert dagegen auf „Ring Learning With Errors“, eine Problemklasse, die auch Quantencomputer-resistente Verschlüsselungen ermöglicht.

Grundsätzlich beanspruchen Berechnungen mit verschlüsselten Daten mehr Leistung als ihre unverschlüsselten Pen-

dants. Abhängig vom genutzten Schema und der erwünschten Berechnung kann dieser Overhead moderat ausfallen oder untragbar sein. Schon recht früh konnten Forschungsteams wie das um Kim Laine allerdings zeigen, dass sich mit entsprechenden Anpassungen diverse Anwendungsfälle praktisch umsetzen lassen. Im Bereich des maschinellen Lernens etwa konnte sein Team mit dem CryptoNets-Projekt zeigen, dass sich Handschrifterkennung homomorph verschlüsselt umsetzen lässt. In einem anderen Projekt gelang es der Forschergruppe, aus dem verschlüsselten Genom einer Blume die Zeit bis zur Blüte korrekt vorherzusagen. Solche FHE-Genomanalysen lassen sich gut skalieren und sind auch auf menschliche Gendaten anwendbar.



**Eine Reihe Zahlen, verschlüsselt, addiert und wieder entschlüsselt. Über Anbieter wie morfix.io kann man auch im Browser homomorphe Verschlüsselungssysteme ausprobieren.**

internationalen Standard, der die zugrundeliegende Kryptografie stützt, kann das schwierig sein. Der ISO/IEC-Prozess ist deshalb wichtig für eine breite und internationale Akzeptanz der Technologie.

**c't: Es gibt im Moment ja schon eine erstaunliche Anzahl von FHE-Libraries (siehe ct.de/yums). Wie lassen die sich vergleichen?**

**Laine:** Die tatsächlichen Unterschiede zwischen den Bibliotheken kann man in drei Feldern zusammenfassen: die Krypto-Schemata, die implementiert werden, algorithmische Tricks, die die Leistung verbessern, und die verwendete Programmiersprache. Verschiedene FHE-Schemata unterstützen unterschiedliche Typen von Operationen auf verschlüsselten Daten. Ein Library-Entwickler muss also vorher wissen, was er mit den verschlüsselten Daten überhaupt machen will, und mit diesem Wissen das passende Schema aussuchen. Die Tricks, mit denen die Bibliotheken umgesetzt wurden, beeinflussen ein wenig die Performance, die Features und die spezifische Konfiguration der Schemata. Die meisten Libs sind in C++ geschrieben, es gibt aber auch schon welche in Rust und Go.

**c't: Wer liefert denn im Moment die größten Beiträge zur FHE und wie finanzieren die sich?**

**Laine:** Aktuell stammen fast alle nennenswerten FHE-Bibliotheken von großen oder

kleinen Tech-Firmen. Typischerweise haben diese Firmen eine sehr starke Kryptografie-Truppe, die sich um die Softwareentwicklung kümmert und nebenher Teil der wissenschaftlichen Community ist. Meine Gruppe ist zum Beispiel Teil von Microsoft Research, einem sehr großen Forschungslabor. Viele andere sind Start-ups in unterschiedlichen Stadien, die versuchen, mit der Technologie brauchbare Geschäftsmodelle zu entwickeln und Kunden anzulocken. Manche dieser Unternehmen fokussieren sich auf Branchen, bei denen Datenschutz zentral ist, etwa den Finanz- oder Gesundheitssektor. Andere konzentrieren sich eher darauf, eine lebendige Entwickler-Community oder ganze Ökosysteme um ihre eigene Bibliothek aufzubauen. Manche Firmen konzentrieren sich komplett darauf, Spezialhardware anzufertigen, um bestimmte Bibliotheken zu beschleunigen.

**c't: Warum ist FHE eigentlich ineffizient im Vergleich zu unverschlüsselten Operationen? Wie funktioniert die Hardwarebeschleunigung und was bringt sie am Ende?**

**Laine:** Das grundlegende Problem ist, dass die von FHE unterstützten Operationen sehr beschränkt sind und nicht das, was Programmierer normalerweise benutzen. Zum Beispiel kann der Programmablauf niemals von verschlüsselten Daten abhängen, wodurch es keine richtigen Verzweigungen gibt. Ein anderes Beispiel ist, dass wir keinen Weg kennen, um IEEE-Fließ-

komma-Arithmetik auf verschlüsselten Zahlen effizient abzubilden. Andererseits lassen sich viele Berechnungen doch einigermaßen übertragen, sodass FHE-Berechnungen normalerweise irgendwo zwischen hundert- und hunderttausendmal langsamer sind. Es ist schwer, genauere Zahlen zu nennen, weil der Overhead so stark von den Details der konkreten Berechnung abhängt.

Intern funktioniert FHE meist mit sehr vielen modularen Vektor-Operationen über großen Ganzzahlen. Mit einer ganz spezifischen Hardwarebeschleunigung für solche Operationen könnten wir eine große Menge verschlüsselter Berechnungen fast ohne Geschwindigkeitsabstriche abdecken. Was solche Beschleuniger wirklich bringen, wird aber die Gesamtleistung komplexer Anwendungen zeigen, nicht irgendwelche Mikro-Benchmarks.

**c't: Wie geht es mit der homomorphen Kryptografie weiter?**

**Laine:** Mit Sicherheit wird es bald starke Hardwarebeschleunigung für FHE geben. Das wird einen enormen Einfluss auf die Geschwindigkeit der verschlüsselten Operationen haben, aber auch den Energieverbrauch senken. Es wird mehrere Hersteller solcher Beschleuniger geben, von denen einige sich auf nur eine einzige FHE-Implementierung konzentrieren werden, und andere, die eher universell einsetzbar sind.

Die Performance war schon immer die Herausforderung schlechthin für FHE. In der Zwischenzeit haben die Entwickler gelernt, Funktionalität, Rechenaufwand und Kommunikations-Overhead abzuwagen, um bestimmte Anwendungen überhaupt praktikabel zu machen. Hardwarebeschleunigung wird ein Game-Changer, weil sie unsere Optimierungsziele komplett neu definiert. Anstatt uns auf die Laufzeit zu konzentrieren, kümmern wir uns dann um Kommunikation und vielleicht sogar um die Funktionalität der Anwendungen. Das eröffnet uns völlig neue Einsatzmöglichkeiten, die zuvor nicht praktikabel waren. Ich bin echt gespannt zu sehen, was für coole Sachen die FHE-Community damit anstellt. (syt@ct.de) **c't**

## Literatur

[1] Dr. Michael Brenner, Rechnen mit sieben Siegeln, Verschlüsselt rechnen mit homomorpher Verschlüsselung, c't 6/2016, S. 176



Bild: Kronstadt Orion-E, Kronstadt

# Von wegen intelligent

## Autonome Drohnen und KI-Waffen im Ukraine-Krieg

**Im Ukraine-Krieg sollen autonome Drohnen und KI-gestützte Waffensysteme besonders präzise Militärschläge erlauben. Doch die Wirklichkeit sieht anders aus: Insbesondere die russische Kriegsmaschinerie kann die Hightech-Ansprüche der Befehlshaber nicht erfüllen, wie diese Analyse zeigt.**

Von Dr. Ingvild Bode und Anna Nadibaidze

Die revolutionäre Veränderung der Kriegsführung durch den Einsatz künstlicher Intelligenz (KI) war in den letzten Jahren immer wieder ein zentrales Thema internationaler Debatten. Besondere Aufmerksamkeit erregte die russische Führung, seit Putin im September

2017 argumentierte, dass derjenige, der das Feld künstlicher Intelligenz anführt, der Herrscher der Welt sein würde.

Russische Militärs und Politiker diskutieren seit mehreren Jahren über die strategischen und operativen Vorteile von KI, insbesondere im Bereich der Robotik. In den ersten Kriegswochen in der Ukraine zeigten sich jedoch viele politische Analysten vom Low-Tech-Charakter des russischen Angriffskrieges überrascht – nicht zuletzt, weil dieser im scheinbaren Widerspruch zu den zuvor dargestellten Narrativen der russischen Führung steht. Dies könnte darauf hinweisen, dass auch der prominente Diskurs über einen KI-Rüstungswettlauf übertrieben ist. Welche Rolle spielen also militärische Anwendungen von KI und unbemannte Systeme im Ukraine-Krieg?

Wie unsere Analyse in [1] gezeigt hat, sind selbst die modernsten autonom agierenden Waffensysteme derzeit kaum in der Lage, Zivilisten und Kombattanten zu unterscheiden. Menschliche Operatoren

müssen ihre Entscheidungen häufig anhand verpixelter Aufnahmen und einiger Metadaten treffen. In Kampfsituationen bleiben ihnen dazu oft nur wenige Sekunden Zeit, wodurch das Risiko tödlicher Fehlentscheidungen steigt.

### c't kompakt

- Russland baut eigene Drohnen und KI-gesteuerte Waffensysteme. Die Ukraine importiert Drohnen aus der Türkei und den USA.
- Im Ukraine-Krieg spielen derartige Hightech-Systeme bislang nur eine untergeordnete Rolle.
- Russische und ukrainische Medien nutzen Berichte über erfolgreiche Einsätze und Abschüsse von Drohnen zur Propaganda.

Drohneneinsätze bleiben auch deswegen umstritten, weil sie Grundprinzipien des Völkerrechts verletzen können. Dazu gehört nicht nur eine Unterscheidung zwischen zivilen und militärischen Zielen, sondern auch, ob ein Angriff proportional und militärisch notwendig ist. Weil der Einsatz von Drohnen keine eigenen Soldaten gefährdet, verringern sie die politischen Kosten von militärischen Angriffen und könnten deshalb leichtfertiger eingesetzt werden.

### Russische Hightech-Pläne

Russische Militärs und Politiker diskutieren seit Jahren über die strategischen und operativen Vorteile von Künstlicher Intelligenz (KI). Die Führung setzt sie in Bereichen der Datenerfassung und -analyse, der Entscheidungsfindung sowie in strategischen Planspielen ein. Beim Modernisierungsprozess der russischen Streitkräfte spielen die Integration von KI und autonom agierenden Waffensystemen eine wichtige Rolle. Dabei fließen hohe Investitionen in die Entwicklung unbemannter Fahrzeuge an Land, zu Wasser und in der Luft.

Die Prioritäten liegen vor allem auf unbemannten Flugsystemen (unmanned aerial vehicles, UAVs) und Drohnen. Sie sollen bei der Datensammlung und der Identifikation von Zielen helfen, etwa um U-Boote, Schiffe, Panzer, Flugzeuge sowie Flugabwehr- und Raketenartilleriesysteme lahmzulegen und zu zerstören. Noch 2020 bekämpfte Putin, dass UAVs entscheidend für den Ausgang künftiger militärischer Auseinandersetzungen seien.

### Drohnenkrieg in Syrien

Und so verwundert es nicht, dass das russische Militär seit Beginn seiner Intervention im Syrienkrieg 2015 die Zahl der Drohneneinsätze deutlich steigerte. Offizielle Quellen sprachen im Juli 2018 von etwa 60 bis 70 russischen Drohnen pro Tag, die bis dahin in 23.000 abgeschlossenen Operationen insgesamt 140.000 Flugstunden absolviert hatten. Die eingesetzten Drohnen lassen sich in drei Typen unterteilen, die alle in Russland hergestellt werden (siehe Tabelle auf Seite 131).

Bei der Mehrzahl russischer Drohnen handelt es sich um kleinere Modelle, die vor allem Aufklärungszwecken dienen und Militärs „Augen und Ohren“ im Kampfgebiet liefern. Dazu gehören die Eleron-3, die Orlan-10 oder die Granat-4. Außerdem kamen in Syrien mittelgroße Kampf-



Die kleine russische Aufklärungsdrohne Eleron-3 kann rund 100 Minuten lang die Umgebung im Umkreis von 25 Kilometern erkunden.

Bild: Enics

drohnen vom Typ Orion-E zum Einsatz, die mindestens 19 Luftangriffe und 18 Aufklärungsflüge flogen.

Die Orion-E vom Hersteller Kronshtadt ist bislang die größte russische Drohne (siehe Bild auf Seite 128). Die Serienproduktion von Höhen- und Langstreckendrohnen läuft in Russland gerade erst an: Ende 2021 eröffnete Kronshtadt eine Fabrik in Dubna nahe Moskau, um dort große UAVs und Bodenkontrollstationen zu fertigen. Die Kapazität liegt bei einigen Dutzend Systemen pro Jahr.

### Kamikaze-Drohnen

Während die begrenzten autonomen Fähigkeiten dieser Drohnen lediglich die Flugkontrolle und Navigation unterstützen, verfügt Russland auch über sogenannte „Loitering Munition“. Damit sind meist Killer- oder Kamikaze-Drohnen gemeint, die im Warteflug in der Luft kreisen können, bevor sie ein Ziel angreifen. In Syrien hat Russland Systeme der Typen KYB und Lancet-3 getestet. Obwohl diese Kamikaze-Drohnen noch eine Angriffsfreigabe

durch menschliche Operatoren vorsehen, sind sie technisch durchaus in der Lage, innerhalb ihrer Flugzeit von rund 30 Minuten vorprogrammierte Ziele automatisch zu erfassen und auch ohne erneute menschliche Freigabe anzugreifen.

Die von russischem Militär oft als „erfolgreich“ bezeichneten Einsätze von Drohnen und „Loitering Munition“ im Syrienkrieg und im Konflikt um Bergkarabach dienten auch zur Begründung neuer Investitionen in fortschrittlichere Drohnenmodelle für Aufklärungs- und Kampfzwecke.

### Low-Tech-Probleme am Boden

Im Unterschied zu den Drohnen nutzt Russland in der Ukraine bislang offenbar kaum Landfahrzeuge mit autonomen Fähigkeiten – obwohl in Syrien bereits verschiedene Modelle im Einsatz waren. Minenräumfahrzeuge wie das Uran-6 konnten Militärbeobachter durchaus überzeugen. Der Roboterpanzer Uran-9 hatte jedoch deutliche Probleme beim Transport, in der Kommunikation sowie bei der Umgebungs-



Bild: Zala Aero

Zala Aero zeigt den Start einer russischen Kamikaze-Drohne KYB im Werbevideo.



Bild: Zala Aero Group

„Loitering Munition“ wie die russische Zala Lancet-3 können Ziele im Kamikaze-Flug automatisch angreifen.

und Zielerfassung. Das russische Militär gab sich in Syrien zwar selbstbewusst, die gravierenden Mängel bald beheben zu können. In der Ukraine kam der Panzer jedoch bislang nicht zum Einsatz.

Statt mit Hightech-Ausrüstung einen schnellen Sieg davonzutragen, hatte die russische Armee in den ersten Kriegstagen mit profanen Problemen zu kämpfen. So war der Stillstand eines 60 Kilometer langen Militärkonvois vor Kiew unter anderem auf logistische Probleme, minderwertige Reifen und schlechte Wartung zurückzuführen. Aufgrund hoher Verluste und dem langsamem Vorrücken der russischen Armee fragen sich Analysten wie Samuel Bendett vom US Think Tank Center for a New American Security, ob und warum die Truppen in der ersten Zeit kaum Unterstützung von Aufklärungsdrohnen bekamen.

Die Nachrichtenlage ist dazu bislang unklar. Aufgrund ihrer geringen Größe, der niedrigen Flughöhe sowie der Stealth-Eigenschaften einiger Modelle könnten viele Drohnen unerkannt bleiben und Luftabwehrsystemen entgehen. Russischen Berichten zufolge soll eine Orion-E-Kampfdrohne zum Beispiel den ukrainischen Gefechtsstand „Aidar“ im Donbas zerstört haben. Ukrainische Medien zeigten wiederum Bilder von abgeschossenen Kamikaze-Drohnen in Kiew. Die präsentierten Systeme vom Typ KYB können mit ihren Algorithmen Ziele autonom finden, identifizieren und angreifen.

### Drohnen für die Ukraine

Das ukrainische Militär hat seit 2019 insgesamt 20 Kampf- und Aufklärungsdrohnen vom Typ Bayraktar TB2. Zum Einsatz kamen sie erstmals im Oktober 2021 bei

Kämpfen in der Ostukraine. Das türkische Drohnenmodell mit 12 Metern Spannweite kommt zwar nur 150 Kilometer weit, kann aber bis zu 27 Stunden in der Luft bleiben. Laut Hersteller Kale-Baykar lasse es sich mit bis zu vier „lasergelenkten intelligenten Sprengköpfen“ bestücken. „Intelligent“ meint dabei, dass die Sprengköpfe ihre Ziele ohne direkte menschliche Kontrolle autonom verfolgen.

Anfang März schaffte der ukrainische Verteidigungsminister Oleksii Reznikov weitere TB2-Drohnen an. Der Verkaufspreis soll sich auf 5 Millionen US-Dollar pro Stück belaufen, bei von Analysten geschätzten Herstellungskosten von 1 bis 2 Millionen Dollar pro Drohne. Ismail Demir, Chef der türkischen Defence Industry Presidency (SSB), pries vor allem die geringen Kosten der Drohne gegenüber Konkurrenzprodukten an.

Allerdings widersprechen ukrainische und russische Medien einander, wie groß der Einfluss des türkischen „Verkaufsschlagers“ auf den Kriegsverlauf in der Ukraine ist: Ukrainische Videos in sozialen Medien zeigten russische Panzer und Luftabwehrsysteme, die angeblich von TB2-Drohnen zerstört wurden. Russische Nachrichten berichteten wiederum von erfolgreich abgeschossenen TB2-Drohnen. Sie seien ein einfaches Ziel für russische Luftabwehrsysteme vom Typ Pantsir. Jüngste Berichte in sozialen Medien lassen jedoch Zweifel aufkommen, inwieweit das russische Equipment einsatzbereit ist: So soll ein verlassenes Pantsir-System von ukrainischen Bürgern in der Region Mykolajiw niedergebrannt worden sein.

Hinzukommen sollen auf ukrainischer Seite bald auch Kamikaze-Drohnen. US-Präsident Biden hat der Ukraine Mitte März die Lieferung von 100 Switchblade-Drohnen des US-Herstellers AeroVironment zugesichert. Der kleine Typ Switchblade 300 wiegt nur 2,5 Kilogramm und kann mit einer Flugzeit von 15 Minuten bis zu 10 Kilometer entfernte Ziele angreifen. Die Switchblade 600 ist wesentlich größer: Sie wiegt über 50 Kilogramm und kann mit einem panzerbrechenden Sprengkopf und einer Flugzeit von 40 Minuten Ziele in 40 Kilometern Entfernung zerstören. Gesteuert werden sie von einem Soldaten am Boden per Laptop. Beide Modelle können Ziele auch autonom erfassen und verfolgen, sodass der Bediener nur noch den Angriff bestätigen muss.



Bild: Baykar Technologies

Laut Werbevideo des türkischen Herstellers Baykar Technologies wurde die Kampfdrohne Bayraktar TB2 bereits in 13 Länder verkauft.

Die USA liefern der Ukraine Kamikaze-Drohnen vom Typ Switchblade. Laut Hersteller AeroVironment wählt der Pilot am Boden seine Ziele per Touchscreen wie in einem Videospiel aus.



US-amerikanische Kamikaze-Drohnen vom Typ Switchblade 300 lassen sich in einem Rucksack transportieren und klappen ihre Flügel erst nach dem Abschuss aus einem kleinen Rohr aus.

## Informationskrieg

Neben den genannten militärischen Systemen setzen Russland und die Ukraine Berichten zufolge auch günstige zivile Drohnen vom chinesischen Marktführer DJI ein (siehe Seite 178). Diese Videodrohnen sind von Haus aus mit Kameras bestückt, sodass sie zur Aufklärung eingesetzt werden können. Allein eine finnische Privatinitiative schickte etwa 140 Mini-drohnen zur Unterstützung an die Ukraine. Ihre Position und die ihrer Piloten am Boden lassen sich jedoch mit Scannersystemen AeroScape von DJI im Umkreis von bis zu 50 Kilometern orten, was sie zu leichten Zielen des Gegners macht.

Unabhängig von tatsächlichen Erfolgen oder Misserfolgen spielen allein Bilder und Meldungen über den Einsatz angeblich „hochpräziser“ KI-Systeme und autonomer Waffen eine wichtige Rolle im Informationskrieg. Ihre Wirkung bestimmen nicht zuletzt Algorithmen der Social-Media-Plattformen. Sie entscheiden über die Verbreitung und Priorisierung von Videos, die Drohnenangriffe oder -abschüsse zeigen. Letztere sind fester Bestandteil der Informations-Kriegskampagne auf Seiten der Ukraine.

Auf der anderen Seite versuchen russische Regierungsquellen, einen technologisch fortschrittlichen Militäreinsatz zu suggerieren, indem sie auf ihrer Seite von

„Hochpräzisionswaffen“ sprechen. Ange- sichts der Einsätze von Streumunition und Brandbomben sowie der steigenden Zahl ziviler Opfer ist diese Darstellung allerdings nicht haltbar.

Es bleibt abzuwarten, wie sich der Einsatz von Waffensystemen mit KI im Ukraine-Krieg weiterentwickelt. Die ersten Wochen zeigen allerdings, dass auf beiden Seiten bisher lediglich Drohnen mit eingeschränkten autonomen Fähigkeiten eine nennenswerte Rolle spielen.

Westliche Sanktionen treffen die russische Wirtschaft hart und beschränken den Import etwa von Halbleitern. Deshalb ist es derzeit unwahrscheinlich, dass die russische Führung ihren Anspruch bei KI-gestützten Waffensystemen in absehbarer Zeit verwirklichen und einen Rüstungswettlauf in Gang setzen kann. Nichtsdes-

totrotz stellen militärische Drohnen auf- grund ihrer niedrigen Fertigungskosten und schwierigen Abwehr eine große Herausforderung für künftige Verteidigungs- konzepte dar.

Für diese Analyse wurden über 40 internationale Quellen ausgewertet. Eine Liste finden Sie unter [ct.de/y7xe](http://ct.de/y7xe). Aufgrund von Netzsperren in Russland und Europa können einige der Webseiten wö möglich nicht mehr abrufbar sein.

(hag@ct.de) ct

## Literatur

- [1] Dr. Ingvid Bode: Autonome KI-ller, Wie künstliche Intelligenz die Kriegsführung verändert, ct 22/2021, S. 148

**Quellen zu Drohnen-Einsätzen:**  
[ct.de/y7xe](http://ct.de/y7xe)

## Drohnenmodelle

Typ	Land	Name	Hersteller	Spannweite	Leergewicht	Nutzlast	Flugdauer
Aufklärung	Russland	Eleron-3	Enics (Russland)	1,4 m	5,3 kg	1 kg	über 100 min.
	Russland	Orlan-10	STC St. Petersburg (Russland)	3,1 m	12,5 kg	4 kg	bis zu 16 h
	Russland	Granat-4	Izhmash (Russland)	3,2 m	30 kg	3 kg	bis zu 6 h
Kampfdrone	Russland	Orion-E	Kronsstadt (Russland)	16 m	1000 kg	100 kg	24 h
	Ukraine	Bayraktar TB2	Baykar Techn. (Türkei)	12 m	420 kg	150 kg	bis zu 27 h
„Loitering Munition“	Russland	KYB	Zala Aero (Russland)	0,9 m	12 kg	3 kg	30 min.
	Russland	Lancet-3	Zala Aero (Russland)	0,8 m	12 kg	3 kg	30 – 40 min.
	Ukraine	Switchblade 300	AeroVironment (USA)	circa 0,7 m	2,5 kg	-	15 min.
	Ukraine	Switchblade 600	AeroVironment (USA)	circa 3 m	23 kg	15 kg	über 40 min.

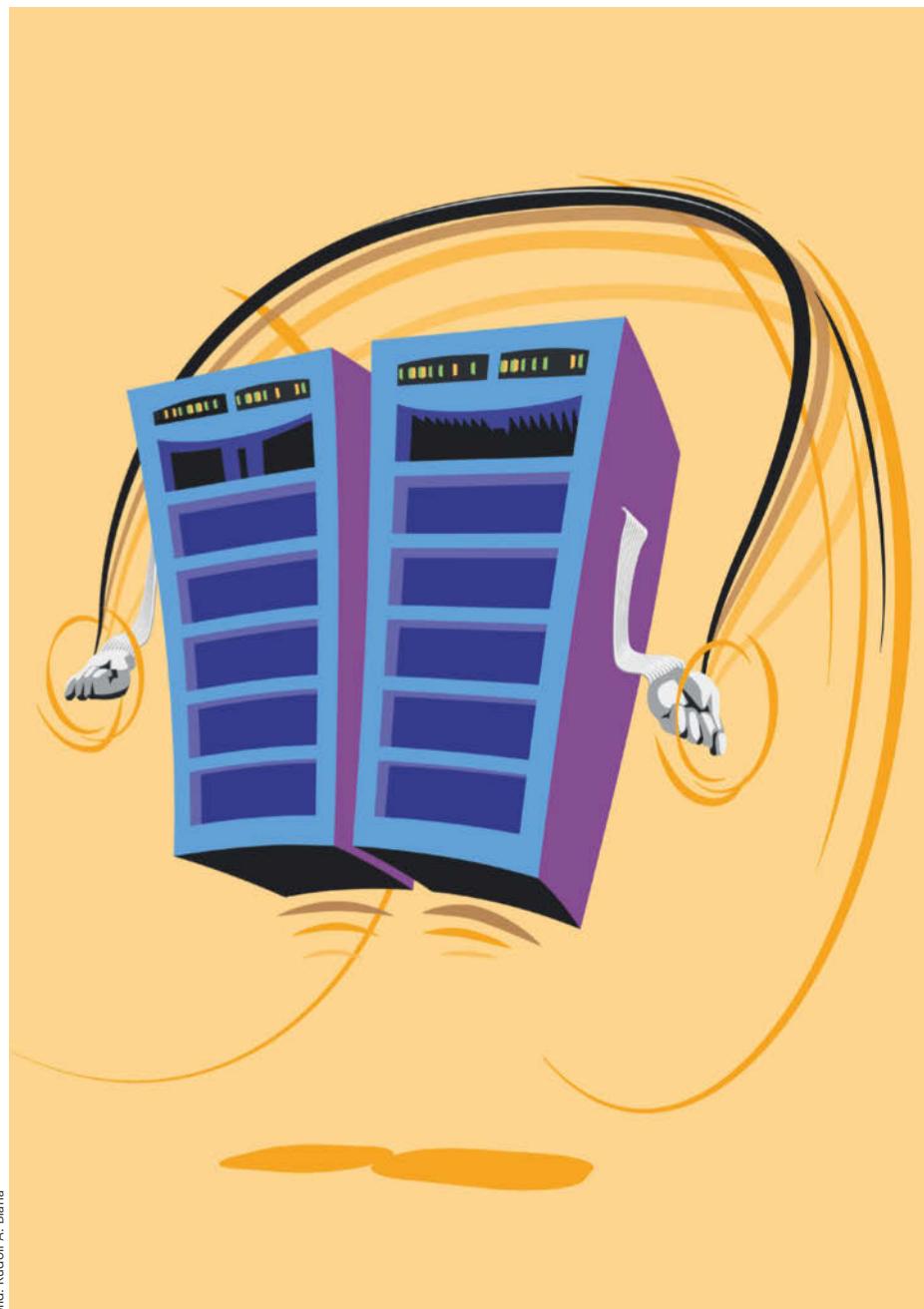


Bild: Rudolf A. Blaha

# Server neu gedacht

Wie superschnelle Schnittstellen die Server-Architektur verändern

**Compute Express Link und die rasanten PCI-Express-Versionen 5.0 und 6.0 legen das Fundament für neue Serverkonzepte. Die Hardware solcher Maschinen lässt sich nach Bedarf per Software zusammenschalten, etwa um mehr RAM oder Rechenbeschleuniger hinzuzufügen.**

**Von Christof Windeck**

**K**ünftige Server könnten sich grundlegend von bisher gewohnten unterscheiden. Dank neuer Schnittstellen lässt sich Hardware extrem flexibel konfigurieren: Je nach Rechenaufgabe schaltet man aus der Ferne mehr Arbeitsspeicher dazu oder spezialisierte Beschleunigermodule. Dabei geht es nicht um virtuelle Maschinen, sondern um die Verbindung von Hardwarekomponenten per PCI Express (PCIe). Trotzdem muss niemand Komponenten oder Kabel umstecken, die Konfiguration solcher „disaggregierter“ Server – auch Composable Infrastructure genannt – funktioniert per Skript und ist automatisierbar. Der jeweils zusammengeschaltete Server nutzt Komponenten aus Ressourcenpools, die in einem einzigen oder auch mehreren benachbarten Racks eingebaut sind und über superschnelle PCIe-Leitungen und -Switches kommunizieren.

Hochleistungsverbindungen mit der Zusatzfunktion Compute Express Link (CXL), auf die wir unten genauer eingehen, bilden die Basis für Konzepte wie Memory-Centric Computing, bei dem mehrere Spezialprozessoren und Rechenbeschleuniger dieselben Speicherbereiche adressieren. Zudem lassen sich neuartige Speichertypen besser einbinden, etwa Storage Class Memory, also nichtflüchtiger Speicher, der fast so schnell ist wie RAM. Auch Innovationen wie Computational RAM, Computational Storage und SmartNICs profitieren von den neuen Interconnects. Computational RAM meint rechnende Speichermodule, die außer DRAM-Zellen auch Rechenwerke enthalten. Als Computational Storage bezeichnet man SSDs, die sich selbst durchsuchen können. Mit SmartNICs wiederum sind Netzwerkkarten mit eigenen Prozessoren

gemeint, die Daten filtern, entschlüsseln oder vorverarbeiten. Schließlich sollen PCIe und CXL künftig als Universal Chiplet Interconnect Express (UCIE) Chips unterschiedlicher Hersteller zu einheitlichen Prozessoren verbinden.

## Viel, viel schneller

Wichtigste Voraussetzung für diese neue Serverwelt sind sehr viel schnellere Verbindungen, die einige Zusatzfunktionen mitbringen. Zuerst zur Geschwindigkeit, also zur Datentransferrate: Wie die Tabelle auf Seite 134 zeigt, überträgt PCI Express der fünften Generation (PCIe 5.0) über 16 Lanes Daten schneller, als viele aktuelle Prozessoren auf ihren Hauptspeicher zugreifen können. Konkret kann PCIe 5.0 x16 fast 64 GByte/s liefern, während ein DDR4-3200-Speicherkanal höchstens 26 GByte/s schafft, bei Zweikanal-RAM also 52 GByte/s.

PCIe 5.0 ist bereits auf dem Markt; der erste Prozessor damit ist Intels Core i-12000. PCIe 6.0 könnte ab etwa 2025 in Servern auftauchen. Die PCIe-6.0-Spezifikation ist fertig und bringt wie bei PCIe-Generationswechseln üblich eine Verdopplung der Transferrate pro Link.

Schnelle PCIe-Datentransfers verlangen schnellen Arbeitsspeicher, weil die meisten Transfers von PCIe-Komponenten ins RAM erfolgen. Das nennt man Direct Memory Access (DMA). Bisherige PCIe-Komponenten kommunizieren also nicht direkt miteinander, sondern indirekt über den PC-Hauptspeicher. Möchte beispielsweise eine Grafikkarte während eines Computerspiels Texturdaten von der SSD nachladen, dann ist ein komplexes Zusammenwirken von Spielsoftware, Grafik- und Storage-Treibern nötig, die auf dem Hauptprozessor (der CPU) laufen. Letztlich fordert die CPU von der SSD die gewünschten Daten an, die anschließend portionsweise an einem bestimmten Adressbereich im RAM auftauchen. Von dort wiederum kopiert sie die Grafikkarte in ihren lokalen Speicher.

In Zukunft sollen derartige Umkopieraktionen immer seltener notwendig sein, im Wesentlichen indem die beteiligten (PCIe-)Komponenten ihre jeweiligen Speicherbereiche besser koordinieren. Die dazu nötigen Zusatzfunktionen bringt CXL, der zunächst PCIe 5.0 als physische

Schnittstelle nutzt. CXL ist aber nicht etwa Pflicht für PCIe 5.0, sondern ein optionaler Aufsatz, der vor allem in Servern und bei dafür entwickelten Komponenten zum Einsatz kommt. Für Desktop-PCs und Notebooks sind bisher keine CXL-Anwendungen in Sicht.

## CXL-Vorzüge

CXL-Komponenten sehen äußerlich aus wie PCIe-Steckkarten, M.2- oder U.2-SSDs. CXL entwickelt sich unabhängig von PCIe weiter: CXL 2.0 wurde vom zuständigen Industriegremium bereits verabschiedet und könnte in einem ähnlichen Zeitfenster wie PCIe 6.0 erscheinen, dürfte sich aber auch auf Basis von PCIe 5.0 umsetzen lassen.

Die wichtigste Zusatzfunktion von CXL im Vergleich zu PCIe ist Cache-Kohärenz (siehe Kasten „Cache und Kohärenz“ auf Seite 136). Das klingt komplizierter, als es ist, wie das Beispiel einer Grafikkarte mit lokalem Speicher zeigt. Dieser Grafikspeicher ist nicht bloß viel schneller als der an der CPU angeschlossene PC-Hauptspeicher, sondern arbeitet auch unabhängig davon: Er ist ausdrücklich für die Nutzung durch den Grafikchip (die GPU) gedacht, die CPU hat keinen Zugriff darauf.

Solange die GPU ganz klassisch nur die 3D-Beschleunigung und die Bildausgabe übernimmt, muss sich die CPU nicht darum kümmern, was die GPU in ihrem separaten Grafikspeicher tut. Ist die GPU hingegen auch als Rechenbeschleuniger eingebunden, dann bearbeiten CPU und GPU gemeinsam dieselben Daten. Und dabei kommen Sie sich in die Quere, wenn



Samsungs „CXL Memory Expander“ ist ein CXL-Speichermodul, also DRAM mit PCIe-5.0-Schnittstelle und CXL-Zusatzfunktionen.

## c't kompakt

- Die standardisierte Schnittstelle CXL koppelt Hardware verschiedener Hersteller.
- Server mit „Composable Infrastructure“ passen sich an wechselnde Aufgaben an.
- CXL legt den Grundstein für Innovationen wie Memory-Centric Computing.

Software und Treiber nicht für eine exakte Koordination der Zugriffe sorgen.

CXL erleichtert und beschleunigt diese Koordination durch zwei Protokollvarianten: Mit CXL.cache kann eine CPU aufgebundene RAM zugreifen und diese Adressbereiche selbst puffern. Mit CXL.mem wiederum kann eine CPU auf Speicher zugreifen, der über einen Beschleuniger (also ein CXL-Device) angebunden ist. Als drittes CXL-Protokoll gibt es CXL.io, das weitgehend dem PCIe-Funktionsumfang entspricht. Es ist für nichtkohärente Kommunikation sowie die Initialisierung gedacht.

Schon in den nächsten Monaten sollen erste CXL-Systeme auf den Markt kommen, nämlich Serverprozessoren der vierten Xeon-SP-Generation „Sapphire Rapids“ von Intel und die Rechenbeschleuniger „Ponte Vecchio“, die Intel aus fast 50 einzelnen Siliziumchips (Tiles, Chiplets) zusammenfügt. Im Exaflops-Supercomputer Aurora sollen je zwei Xeon-SP Gen 4 mit sechs Ponte Vecchios per CXL 1.1 verschaltet sein. Hier geht es vor allem um Cache-Kohärenz, um CPU-



Kerne und Rechenbeschleuniger so weit wie möglich auszureißen.

## CXL 2.0

Bei den bisher konkret bekannten Einsätzen der ersten CXL-Generation stehen höhere Performance und mehr RAM (dank CXL-Speichermodulen) im Vordergrund. Die zweite CXL-Generation CXL 2.0 verspricht viel mehr Flexibilität bei der Konfiguration von Servern. Solche disaggregierten Server lassen sich dynamisch je nach Aufgabe konfigurieren. Dieses Konzept ist vor allem für Clouddrechenzentren interessant – also für Dienstleister wie Amazon (AWS), Google (Cloud) und Microsoft (Azure) –, etwa um Hardware-Ressourcen besser auszulasten und maßgeschneiderte Konfigurationen bereitzustellen zu können. Disaggregierte Server sind aber auch für nichtöffentliche Rechenzentren attraktiv, die mit Cloudmethoden verwaltet werden.

CXL 2.0 bringt Funktionen für Ressourcenpools, aus denen sich „Server nach Wunsch“ konfigurieren lassen: Switching zur Vernetzung mehrerer CXL-Systeme sowie Memory Pooling und die Einbindung nichtflüchtiger Speicher (Persistent Memory). Bei letzteren geht es nicht um SSDs, sondern um neuartige, deutlich schnellere und byte- statt blockweise adressierbare Speichertypen wie Intels Optane DC Memory.

Für SSDs – genauer: für Datenträger mit der Schnittstelle Non Volatile Memory Express (NVMe) – ist die flexible und aus der Ferne konfigurierbare Anbindung bereits gelöst, nämlich über NVMe over Fabrics (NVMe-oF). NVMe-oF kann verschiedene Verbindungstypen wie InfiniBand oder Ethernet nutzen. Dabei ist Latenz nicht ganz so kritisch wie bei CXL und Cache-Kohärenz ist meistens keine Notwendigkeit. Letzteres ändert sich aber möglicherweise mit zukünftigen Computational-Storage-Geräten.

## CXL-Ressourcenpools

Ressourcen von Cloudservern mietet man typischerweise in Form sogenannter Instanzen. Das sind Pakete aus bestimmten Ressourcen, beispielsweise vier CPU-Kerne (virtuelle CPUs, vCPUs), 32 GByte RAM, 2 TByte SSD-Kapazität sowie Ethernetanbindung mit 1 Gbit/s. Eine solche Instanz ist im einfachsten Fall eine virtuelle Maschine (VM), die ein Hypervisor alias Virtual Machine Monitor (VMM) skriptgesteuert einrichtet, sobald sie ein Kunde bestellt.

Komplizierter wird die automatisierte Bereitstellung von Instanzen, wenn außer Standardressourcen wie CPU-Kernen, RAM und Massenspeicher spezielle Hardware ins Spiel kommt. Prominente Beispiele sind GPU-Karten als CUDA-Rechenbeschleuniger, KI-Beschleuniger,

## Datentransferraten von PCIe und RAM

Schnittstelle	Transferrate
12 Kanäle DDR5-4800	461 GByte/s
PCIe 5.0, 128 Lanes	512 GByte/s
8 Kanäle DDR5-4800	307 GByte/s
PCIe 5.0, 64 Lanes	256 GByte/s
4 Kanäle DDR5-4800	154 GByte/s
PCIe 6.0 x16	128 GByte/s
2 Kanäle DDR5-4800	77 GByte/s
PCIe 6.0 x8	64 GByte/s
PCIe 5.0 x16	64 GByte/s
1 Kanal DDR5-4800	38 GByte/s
PCIe 6.0 x4	32 GByte/s
PCIe 5.0 x8	32 GByte/s
PCIe 4.0 x16	32 GByte/s
1 Kanal DDR4-3200	26 GByte/s
PCIe 6.0 x1	8 GByte/s
PCIe 4.0 x4	8 GByte/s
PCIe 3.0 x8	8 GByte/s

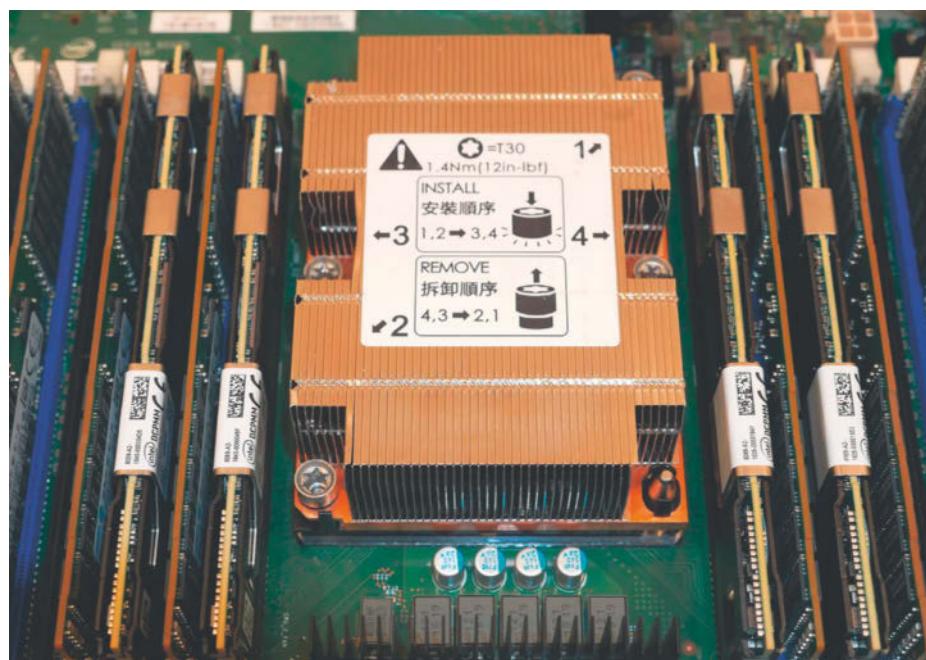
maximale Brutto-Transferrate pro Richtung, gerundet

programmierbare Hardware (FPGA-Karten) als Video-Encoder oder auch Grafikkarten für virtualisierte 3D-Workstations und Game-Streaming.

Um solche Komponenten an eine VM zu koppeln, kann man sie per PCIe Pass-through „durchreichen“; man spricht auch von DMA Redirection, I/O Memory Management Unit (IOMMU) oder VT-d. Dadurch erhält eine Cloudinstanz exklusiven Zugriff auf eine PCIe-Komponente und kann sie mit einem nativen Treiber ansteuern.

Manche Netzwerk- und Grafikkarten wiederum können ihre Fähigkeiten auf mehrere Instanzen beziehungsweise VMs aufteilen, etwa per Single Root I/O Virtualization (SR-IOV) oder auch Nvidia vGPU/AMD MxGPU. Aus Sicht der Betriebssysteme, die in den einzelnen Instanzen laufen, unterscheiden sich die geteilten PCIe-Geräte nicht von jeweils einzelnen.

CXL erweitert dieses Konzept über einen einzelnen Server hinaus. Dann könnten in einem Rack beispielsweise einige Dutzend einheitliche Server stecken, die jeweils CPU-Kerne, RAM und Netzwerkzugang bereitstellen und über eine CXL-Adapterkarte mit einem CXL-Switch verbunden sind. Dieser Switch bindet wiederum via CXL im gleichen oder im benachbarten Rack angeordnete Ressourcenpools an: ein Gehäuse voller KI-Beschleuniger, ein anderes mit Allzweck-Rechenbeschleunigern oder FPGAs, eines mit CXL-Speichermodulen und so weiter. Wünscht ein Kunde nun etwa eine Instanz mit 20 CPU-Kernen, 8 TByte RAM und



Nichtflüchtige, schnelle Speichertypen wie Intels Optane DC Persistent Memory (hier an den weißen Etiketten erkennbar) blockieren bisher DIMM-Steckplätze; künftig lassen sie sich per CXL 2.0 anschließen.

vier KI-Karten, koppelt das System die passenden Komponenten per CXL.

Bis zu einem gewissen Punkt lassen sich solche Konfigurationen heute schon mit FPGA-Karten und PCIe-Switches umsetzen. CXL hat aber den großen Vorteil der Standardisierung, wodurch sich CXL-Komponenten verschiedener Hersteller in Ressourcenpools einbringen und mischen lassen. Zudem ist eine einheitliche Fernverwaltung geplant, wozu die Industrievereinigung DMTF bereits an einer Erweiterung von Redfish [1] arbeitet, dem Nachfolger des Fernwartungsprotokolls Intelligent Platform and Management Interface (IPMI 2.0). Dadurch werden sich CXL-Systeme mit Provisionierungswerzeugen wie Ansible via Redfish konfigurieren und überwachen lassen.

## Durchsatz und Latenz

Die einzelnen Rechenwerke von CPU-Kernen sowie die CPU-Kerne untereinander kommunizieren über Busse mit vielen parallelen Leitungen, und so ist auch das DRAM angebunden. PCIe ist jedoch ein serielles Übertragungsverfahren. Dafür müssen Daten in nacheinander (seriell) übertragene Pakete verwandelt werden und auf der Gegenseite umgekehrt. Man spricht von Serializer/Deserializer, kurz SerDes.

Der Vorteil ist enorme Datentransferrate über wenige Leitungen. Wie die Tabelle „Datentransferraten von PCIe und RAM“ zeigt, sind acht PCIe-5.0-Lanes (PCIe 5.0 x8) mit 32 Signalleitungen (16 pro Richtung) mehr als 20 Prozent schneller als ein DDR4-3200-Speicherkanal. Letzterer belegt inklusive ECC-, Takt- und Adresssignalen mehr als 100 Leitungen und kann anders als PCIe Daten jeweils nur in eine Richtung übertragen, also entweder senden oder empfangen (bidirektional statt Vollduplex).

Die Serialisierung spart Platz auf der Platine und erleichtert die Anordnung von Leitungen. Breite Busse mit hohen Taktfrequenzen sind hingegen anfällig für Störungen und alle ihre Leitungen müssen gleich lang sein, damit unterschiedliche Signallaufzeiten nicht zu Übertragungsfehlern führen. Denn auf gängigem Platinenmaterial schaffen elektromagnetische Wellen nur etwa halbe Lichtgeschwindigkeit, also rund 15 Zentimeter pro Nanosekunde.

Der Nachteil der Serialisierung ist zusätzliche Latenz. Das Ein- und Auspacken der Datenpakete dauert einige Nanose-

## PCI Express: Seriell, aber parallelisierbar

Die Basis von PCI Express (PCIe) ist eine schnelle serielle Verbindung über wenige Leitungen, eine „Lane“, die sich jedoch bündeln lässt, um noch mehr Daten pro Sekunde zu übertragen. Jede Lane hat ein differenzielles Leitungs paar für Senden und Empfangsrichtung, also insgesamt nur vier elektrische Verbindungen auf der Leiterplatte. PCIe 1.0 startete 2004 mit 2,5 Gigabit pro Sekunde (Gbit/s), womit sich netto und pro Richtung im Idealfall 250 MByte/s übertragen lassen. Als Sechzehnerbündel (x16) – beispielsweise bei Grafikkarten – liefert PCIe 1.0 also 4 GByte/s.

Dafür ist bei PCIe 5.0 mit 32 Gbit/s nur noch eine einzige Lane nötig.

Die hohen Signalisierungsgeschwindigkeiten auf den PCIe-Leitungen lassen sich nur mit ausgeklügelten Schaltungen umsetzen, die viele technische Kniffe nutzen. Anders als bei schnellen parallelen Bussen müssen die Leitungen unterschiedlicher Lanes aber nicht exakt gleich lang sein, um Laufzeiteffekte zu vermeiden. Außerdem lassen sich dank „Retimer“-Chips längere Signalstrecken überwinden und Kabel nutzen. Switch-Chips ermöglichen flexible PCIe-Verschaltung.

kunden und je länger ein Datenpaket ist, desto mehr Taktzyklen braucht sein Transfer. Für kurze Verbindungen, bei denen es auf niedrigste Latenz ankommt, nutzt man daher weiterhin parallele Schnittstellen. Die verwenden im Extremfall mehrere Tausend Leitungen, etwa bei High Bandwidth Memory (HBM) und bei der Kopp-

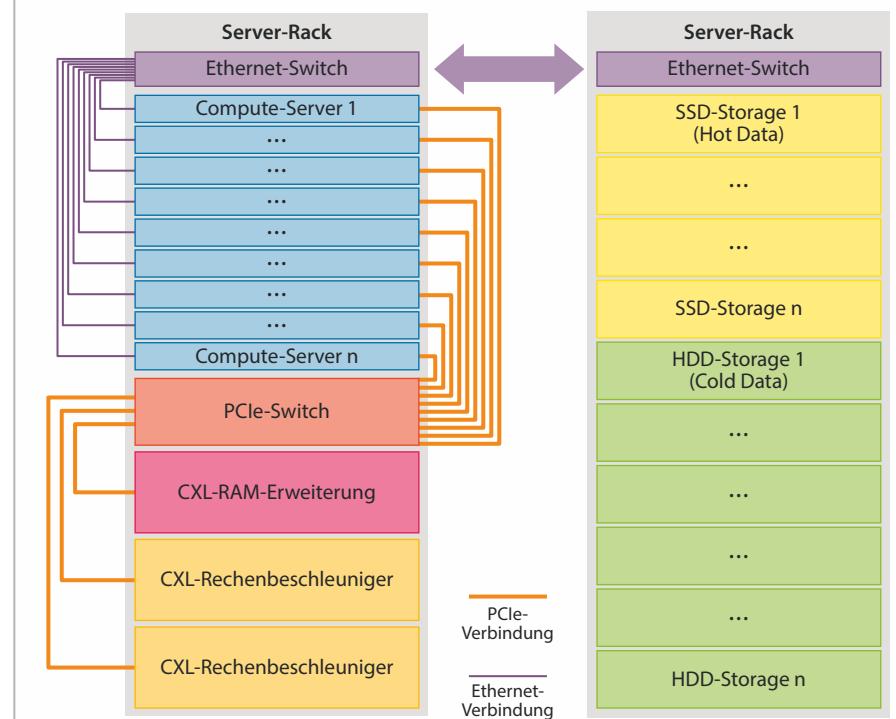
lung von mehreren Chiplets innerhalb eines Prozessors – ein Beispiel ist die UltraFusion-Technik von Apple und TSMC im M1 Ultra.

## Transistortricks

Ein wichtiger Aspekt von CXL ist die Nutzung von PCIe als physischer Basis. Die

## Disaggregierte Server mit CXL

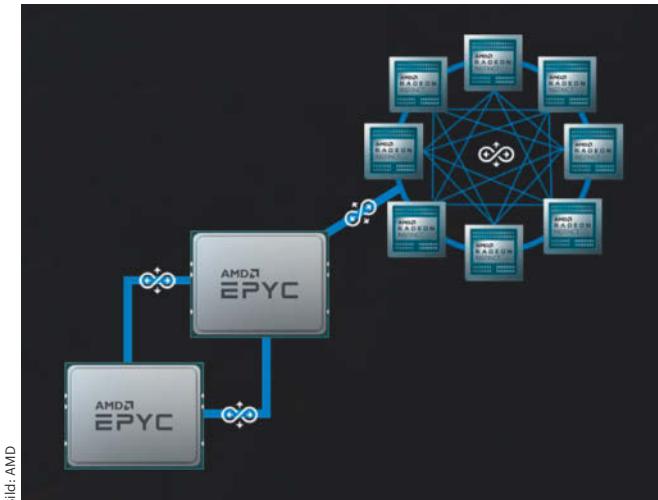
Compute Express Link (CXL) via PCIe 5.0 und später PCIe 6.0 ermöglicht flexible Kopplung von Serverkomponenten. Per CXL lassen sich etwa (mehrere) Rechenbeschleuniger und sogar Erweiterungsspeicher an einen oder mehrere Compute-Server koppeln. Für Massenspeicher beziehungsweise NVMe-SSDs gibt es mit NVMe over Fabrics (NVMe-oF) bereits eine verteilte Architektur.



Entwicklung schneller Schnittstellen ist nämlich aufwendig. Weil PCIe jedoch weit verbreitet ist, können Chipentwickler fertige PCIe-Funktionsblöcke von mehreren Zulieferern als „Intellectual Property Cores“ (IP-Cores) zukaufen und in ihre Entwürfe einbauen.

Bei schnellen seriellen Schnittstellen ist es üblich, dieselben oder leicht abgewandelte Schaltungsblöcke für mehrere unterschiedliche Übertragungsverfahren zu nutzen. Intel-Chipsätze für Notebooks und Desktop-PCs haben etwa eine gewisse Anzahl an „High-Speed I/O“-(HSIO-) Lanes, die sich außer für PCIe auch für USB oder SATA nutzen lassen. Auch die PCIe-Transceiver der I/O-Chiplets von AMD-Epyc-Serverprozessoren lassen sich umschalten. Einige beherrschen etwa einen alternativen SATA-Modus. Andere wiederum lassen sich für Infinity Fabric verwenden, etwa um zwei Epyc-Prozessoren auf einem Dual-Socket-Serverboard zu koppeln oder um AMDs Instinct-MI-Rechenbeschleuniger kohärent anzubinden.

Superschnelle I/O-Schnittstellen belegen in aktuellen Prozessoren vergleichsweise viel Siliziumfläche und schnelle Datentransfers brauchen relativ viel Energie. In manchen Supercomputern entfällt mehr Energie auf den Transport der Daten



Per „Infinity Architecture“ koppeln AMD Epyc-Serverprozessoren untereinander und künftig auch mit Instinct-MI-Rechenbeschleunigern.

zwischen den Clusterknoten sowie zwischen den einzelnen Rechenwerken und Speichern als auf die eigentliche Verarbeitung der Daten. Schon seit vielen Jahren optimieren I/O-Experten daher Interconnects auf möglichst geringen Energiebedarf von mittlerweile unter 1 Milliardstel Joule pro Bit (1 pJ/Bit). Folglich sind zum Transfer von beispielsweise 1 Milliarden Byte (1 TByte) 8 Joule Energie nötig. Rechnet man damit weiter, frisst die Datentransferrate von 1 TByte pro Sekunde 8 Watt Leistung (1 Joule = 1 Wattsekunde). Das ist ähnlich viel, wie ein einzelner CPU-

Rechenkern unter Vollast schluckt, etwa bei einem 16-Kern-Prozessor mit 128 Watt Thermal Design Power (TDP).

### Hochgetaktet

Seit der Einführung von PCIe im Jahre 2003 (die ersten Chipsätze mit PCIe erschienen 2004) haben PCIe 2.0 (2007/8), 3.0 (2010/11), 4.0 (2017/18) und 5.0 (2019/21) die Datentransferrate pro Lane jeweils verdoppelt. Das gelang einerseits durch höhere Taktfrequenzen, andererseits durch effizientere Kodierung: Das anfängliche 8b/10b-Encoding (10 Bit brutto transportieren 8 Bit oder 1 Byte netto) wurde mit PCIe 3.0 von 128b/130b mit nur noch 1,6 Prozent Aufschlag abgelöst. Die praktisch nutzbare Datentransferrate hängt wie üblich von weiteren Faktoren ab, etwa der Blockgröße und beispielsweise bei SSDs auch davon, wie schnell die verwendeten Flash-Chips sind.

Um längere Distanzen als wenige Zentimeter zu überwinden, setzt man sogenannte Retimer-Chips ein, die die Signale aufbereiten; das ist etwa auch bei USB 3.2 Gen 2 mit 10 GBit/s nötig. Die Transceiver-Schaltungen der einzelnen PCIe-Lanes werden immer ausgefeilster und optimieren die hochfrequenten Signale mit Tricks wie dynamischer Vorverzerrung. Damit gleichen sie etwa Temperaturschwankungen aus, die elektrische Parameter des Platinenmaterials beeinflussen, sowie parasitäre Eigenschaften von Steckverbindern. Rasend schnelle und dennoch sparsame Zustandsmaschinen in den Transceivern überwachen die mitgesendeten Fehlerkorrekturwerte (Cyclic Redundancy Check, CRC) und optimieren den Link neu, wenn die Bitfehlerrate Grenzwerte übersteigt.

## Cache und Kohärenz

Die Rechenwerke moderner Prozessoren sind dermaßen schnell, dass sie selbst bei Zugriff auf die schnellsten DRAM-Typen ständig auf Daten warten müssten. Daher steckt in Prozessoren superschneller Pufferspeicher, genannt Cache. Das Puffern besteht schlichtweg darin, Daten aus dem RAM in den Cache zu kopieren und bei einer Anfrage zu schauen, ob die gewünschten Daten bereits aus dem schnellen Cache geliefert werden können. Dadurch lassen sich sehr viele RAM-Zugriffe entweder komplett vermeiden (Lesen) oder auf einen günstigeren Zeitpunkt verschieben (Schreiben).

Caching funktioniert sehr effektiv, weil Software häufig auf Daten an denselben oder benachbarten Adressbereichen zugreift. Zusätzliche Tricks vermeiden weitere RAM-Zugriffe: „Out-of-Order“-Prozessoren sortieren Befehle in der Verarbeitungsreihenfolge um, wenn die

nötigen Daten bereits im Cache liegen. Auch Sprungvorhersage und spekulative Ausführung optimieren die Cache-Nutzung.

Ist mehr als ein einziges Rechenwerk vorhanden, tritt ein Problem auf: Welche Daten sind gültig – die im RAM oder im Cache? Und in welchem Cache? Für Kohärenz zwischen Caches und RAM sorgen Statusbits an den Cache-Zeilen, beispielsweise für Modified, Exklusive, Shared, Invalid (MESI). Eine mit „M“ markierte Cache-Zeile wurde verändert und muss deshalb zuerst ins RAM zurückgeschrieben werden (Cache Flush), bevor ein anderes Rechenwerk darauf zugreift. Das „E“ kennzeichnet unveränderte Daten, die nur in diesem Cache stehen. Mit „S“ markierte Daten liegen in mehreren Caches und „I“ steht für ungültige Daten. Das sogenannte „Cache Snooping“ synchronisiert Caches mehrerer Rechenwerke.

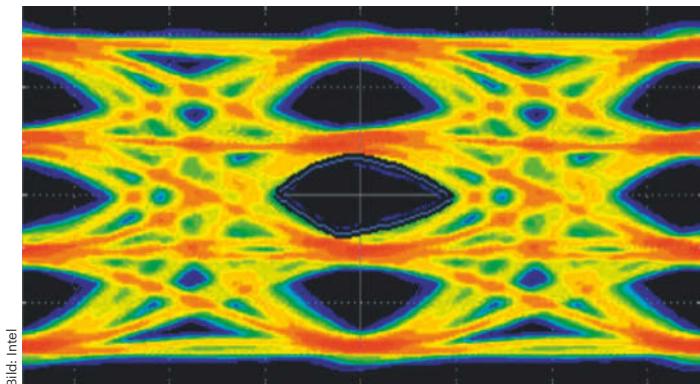
Für PCIe 6.0 sind neue Tricks nötig. So kommt etwa als Signalisierungsverfahren eine Pulsamplitudenmodulation mit vier Zuständen (PAM-4) zum Einsatz, die zwei Bit pro Transfer überträgt, also je einen Signalpegel für die vier Werte 00, 01, 10 und 11. Eine zusätzliche Fehlerkorrektur (Forward Error Correction/FEC) sorgt für zuverlässige Links. PCIe-6.0-Transceiver benötigen daher wesentlich aufwendigere Schaltungen als die für ältere PCIe-Generationen, werden aber abwärtskompatibel sein und auch die bisherigen Signalisierungsverfahren beherrschen.

## CXL-Ahnen

Die Ideen hinter CXL sind nicht neu; der Witz an CXL ist die Kompatibilität zwischen Chips verschiedener Hersteller und die koordinierte Fortentwicklung. Das verspricht bessere Marktchancen als die proprietären Ansätze einzelner Hersteller.

CXL hat Vorläufer wie OpenCAPI, Gen-Z, CCIX, NVLink und Infinity Architecture. AMD brachte schon vor elf Jahren bei der „Heterogeneous System Architecture“ (HSA) die Cache-Kohärenz ins Spiel. Die in Prozessoren von Intel integrierten Grafikprozessoren nutzen außer dem RAM seit Jahren auch den Last-Level-Cache gemeinsam mit den CPU-Kernen. Und Apple hebt seit der Vorstellung der hauseigenen M1-Prozessoren Ende 2020 deren „Unified Memory Architecture“ hervor, bei der CPU-, GPU- und KI-Kerne koordiniert auf das RAM zugreifen.

Schon seit Jahren im produktiven Einsatz ist das von IBM entwickelte Open



Untersucht man PCIe-6.0-Datensignalen mit dem Oszilloskop, sieht man ein „Augendiagramm“ mit drei Augen zwischen vier Signalpegeln. Man spricht von Pulsamplitudenmodulation mit 4 Zuständen (PAM4).

Coherent Accelerator Processor Interface (OpenCAPI) sowie Nvidia NVLink. Dazwischen besteht eine gewisse Kompatibilität: Beim IBM-Supercomputer Summit, der 2018 mit 122 Petaflops den Spitzenplatz der Top500-Liste eroberte, sind die Nvidia-Tesla-V100-Karten mit den Power9-Prozessoren per NVLink verbunden. Dafür arbeiten die OpenCAPI-tauglichen „Blue Link“-Interfaces der Prozessoren im NVLink-Modus.

Nvidias H100-Rechenbeschleuniger (Hopper) verwenden NVLink 4.0 mit 900 GByte/s, um bis zu vier H100 direkt zu koppeln. NVLink-Switches verbinden bis zu 256 H100-Beschleuniger. Diese Technik kommt in den Supercomputer-Modulen Nvidia DGX und HGX zum Einsatz.

Der aktuelle Serverprozessor IBM Power10 bindet seine Speichermodule über das mit OpenCAPI verwandte Open Memory Interface (OMI) an. OMI Differential DIMMs (OMI-DDIMMs) ähneln den erwähnten CXL-Speichermodulen.

Die heutigen CXL-Mitglieder AMD und ARM haben die eigenen kohärenten Schnittstellen Infinity Fabric (mittlerweile Infinity Architecture genannt) und CCIX entwickelt. Sie kommen zumindest übergangsweise weiter zum Einsatz. So will AMD beim Exaflops-Supercomputer Frontier die Epyc-Prozessoren mit den Instinct-MI-Rechenbeschleunigern per Infinity Architecture verbinden. Der 2016 – drei Jahre vor CXL – vorgestellte Interconnect Gen-Z wird nicht fortgeführt, sondern ging 2021 in CXL auf.

## Ausblick

CXL wird sicherlich nicht jeden Server verändern. Denn weiterhin gibt es großen Bedarf an Wald- und Wiesen-Maschinen, die einfach nur einen Haufen CPU-Kerne, viel RAM und schnelles Netzwerk bereitstellen. Weil Standardprozessoren mit jeder neuen Generation zusätzliche KI-Befehle ausführen können, werden viele KI-Anwendungen auch in Zukunft ohne spezielle Beschleunigerkarten wirtschaftlich nutzbar sein.

Doch CXL und superschnelles PCIe schaffen die Voraussetzungen für neuartige Serverarchitekturen. Konzepte wie Memory-Centric Computing werden schon seit Jahren erprobt, ließen sich bisher aber nur in kleinem Umfang mit Spezialkomponenten umsetzen. Außerdem steigert Cache-kohärente Anbindung von Rechenbeschleunigern die Performance. Durch Standardisierung ermöglicht CXL dabei Konkurrenz zwischen Herstellern und dürfte die Entwicklung anheizen.

(ciw@ct.de)

**Netzwerkarten mit eigenen Prozessoren, sogenannte SmartNICs oder Data Processing Units (DPUs), entlasten die Hauptprozessoren, indem sie Daten vorverarbeiten oder Storage-Funktionen erledigen. Auch dabei verspricht CXL Vorteile.**



## Literatur

- [1] Christof Windeck, Roter Wartungs-Fisch, Server-Fernwartung: Redfish löst IPMI ab, c't 5/2020, S. 152

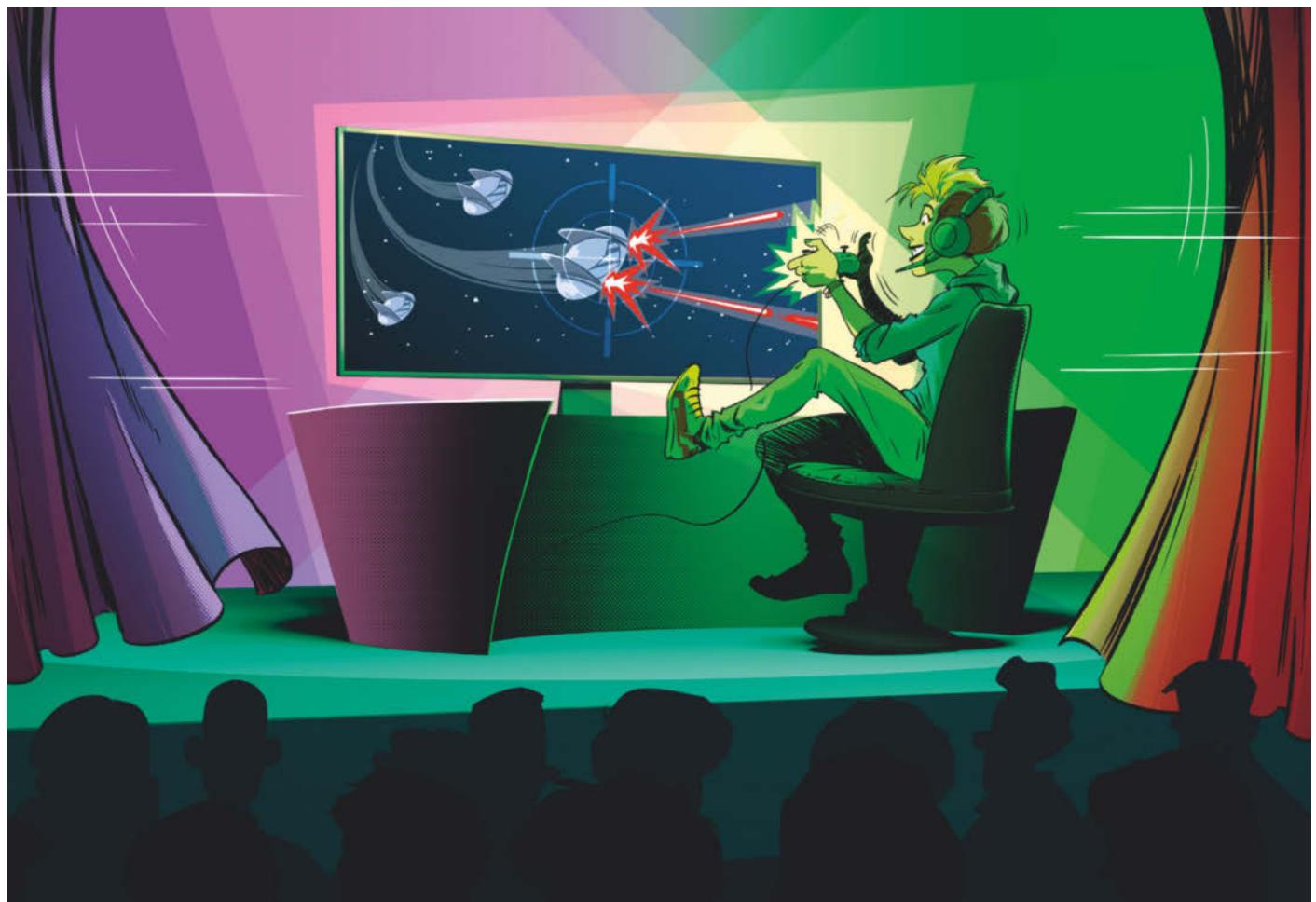


Bild: Albert Huim

# Schau mir zu!

## Twitch: Livestreams schauen und selbst streamen

**Millionen Menschen sehen anderen auf der Livestreaming-Plattform Twitch beim Spielen, bei der Arbeit oder beim Hobby zu. Mit wenig Aufwand bauen Sie selbst eine Community auf und verdienen womöglich sogar Geld. Wir stellen Twitch vor und erklären, wie das geht.**

**Von Liane M. Dubowy**

**L**ineares Fernsehen ist out, heißt es oft. Und doch stehen nicht wenige Menschen pünktlich auf der Matte, wenn ihre Lieblingsstreamerin ein neu erschienenes Spiel im Livestream vorstellt. Spiele sind der Inhalt der meisten Streams, aber längst geht es nicht mehr nur um Gaming: Kochen, Backen, Zeichnen, Musik auflegen oder das Pflügen eines Ackers mit dem Traktor – bei Twitch sind all diese Dinge live zu sehen.

Livestreams gibt es auf YouTube, Facebook, Instagram und vielen anderen Plattformen, doch nirgends streamen und schauen die Menschen mehr als auf Twitch. Insbesondere bei Game-Livestreams führt die Amazon-Tochter Twitch

das Feld deutlich an: eine Erhebung von Streamlabs schreibt Twitch rund 70 Prozent der angesehenen Stunden und etwa 90 Prozent der gestreamten Stunden zu. Während in Sachen Videos YouTube insgesamt vorn liegt, kann es bei Livestreams für Twitch nicht mithalten. Zu sperrig sind die YouTube-Chatfunktionen, zu gering die Interaktionsmöglichkeiten. Bricht ein YouTube-Stream ab, hat der nächste Anlauf eine andere Adresse und das Publikum ist weg. Hakt es hingegen in einem Twitch-Stream, bleibt die Adresse stets dieselbe und das Publikum merkt kaum, dass der Stream kurz unterbrochen war.

Gerade in den Pandemiejahren 2020 und 2021 hat die Plattform viele Zuschau-

er gewonnen. Und immer mehr Leute gehen selbst live: Waren es Anfang 2020 noch rund vier Millionen Streamer, ist deren Zahl bis Ende 2021 auf das Doppelte angestiegen, denn die Hürden, einen Livestream anzubieten und damit vielleicht sogar Geld zu verdienen, sind niedrig.

Twitch-Livestreams verfolgen Sie im Browser unter [twitch.tv](https://twitch.tv) oder in den Twitch-Apps für Android oder iOS/iPad-OS. Ein Account auf der Plattform ist fürs Zuschauen nicht nötig. Den braucht man erst, um am Chat teilzunehmen. Das kostenlose Twitch-Konto erfordert die Angabe von Benutzername, Passwort und Geburtsdatum sowie wahlweise einer Mailadresse oder Handynummer zur Verifizierung. Wenn Sie Twitch mit einem Account nutzen, folgen Sie Kanälen per Klick auf ein Herz-Symbol und sehen dann auf einen Blick, ob diese online sind. Beim ersten Anmelden fragt Twitch nach Kategorien oder Kanälen, um seine Stream-Empfehlungen zu verbessern. Die Auswahl ist aber freiwillig.

## Unterhaltsames, Kurioses & Reales

Die am meisten genutzte Kategorie auf Twitch hat nichts mit Computerspielen zu tun – sie heißt „Just Chatting“. Klingt erst mal wenig aufregend, unter den Livestreams dort findet man aber auch Perlen und Kurioses. Manch eine Streamerin unterhält sich mit ihrem Publikum, woanders steckt jemand Lego zusammen oder diskutiert über Politik. Zusätzlich zu den vielen Gaming-Kategorien entstehen ständig neue Bereiche.

Die Rubrik „IRL“ (für „in real life – „im echten Leben“) zeigt Streams, die so vielfältig sind wie das Leben selbst. Mit Schimpansen, die Chips knuspern, bestritet der Kanal OnlyTrashTV sein Programm. Sehr erfolgreich ist beispielsweise der Kanal TwitchFarming von Landwirt Jan Bartel. Gut 108.000 Follower hat er inzwischen. Über 1000 Menschen schauen im Schnitt dabei zu, wie er kocht, Landwirtschaftssimulator spielt oder mit dem Trecker übers Feld fährt.

Im Kanal „der\_kiosk\_original“ sehen Sie live, was in einem Berliner Büdchen so vor sich geht. Langweilig ist das anscheinend nicht, immerhin über 700 Menschen schauen im Schnitt zu, wie andere sich mit Süßkram und Zigaretten eindecken. Die Kioskangestellten beantworten auch Fragen im Chat.

## ct kompakt

- Twitch ist die beliebteste Live-streaming-Plattform noch vor YouTube, Facebook und Instagram.
- In wenigen Schritten starten Sie selbst einen Livestream auf Twitch. Wir zeigen, was Sie dazu brauchen.
- Mit Abos und Spenden generieren Streamer relativ leicht Einnahmen auf Twitch.

Nicht alles dreht sich auf Twitch um Games, doch sie machen einen großen Teil der Plattform aus; jedes Spiel hat eine eigene Kategorie. Filter grenzen das Angebot bei Bedarf auf Livestreams in der gewünschten Sprache ein. Da die meisten Streamer aus den USA kommen, sind englischsprachige Angebote am stärksten vertreten. Deutsche Streams machen nur gut sieben Prozent auf der Plattform aus. Aber auch mit dem Filter „Deutsch“ kommt so schnell keine Langeweile auf. Übrigens ist auch unsere Nachrichten-Website heise online mit einem Kanal auf Twitch präsent (siehe [ct.de/yh5f](https://ct.de/yh5f)) und zeigt hier die #heiseshow sowie Game-Streams.

In der Rubrik „Creative“ gibt es Handwerkliches von Holzbearbeitung bis zum Zeichnen zu sehen. Durch die Pandemie arbeitslos gewordene DJs bevölkern die Rubrik „Musik“ ebenso wie viele Clubs. Musikalisch Begabte präsentieren hier ihr Können vom E-Piano über Schlagzeug bis

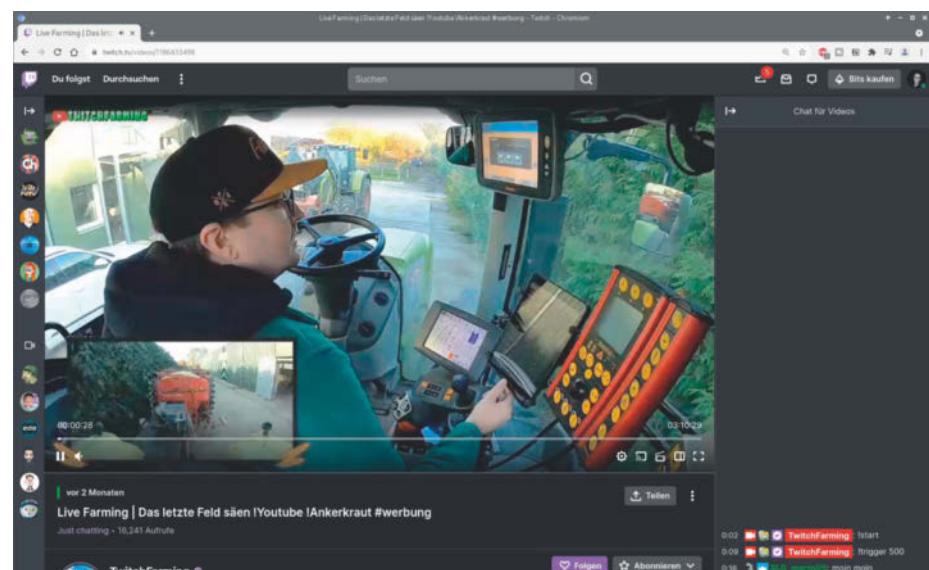
hin zum Gesang. In „Software- und Spielentwicklung“ schauen Sie Hackern und Game-Developern bei der Arbeit über die Schulter. Professionelle E-Sport-Veranstaltungen werden in der Rubrik „Esports“ übertragen und kommentiert.

Zum Stöbern wählen Sie zunächst eine Kategorie. Danach filtern Sie die Liste der aktuell laufenden Livestreams, indem Sie aus festgelegten Schlagwörtern auswählen. „Deutsch“, „Koop“ und „Linux“ liefern beispielsweise deutsche Livestreams mit kooperativen Multiplayer-Linux-Games. Auch Genrebegriffe wie „Adventure“, „Egoshooter“ oder „MOBA“ (für Multiplayer Online Battle Arena) funktionieren.

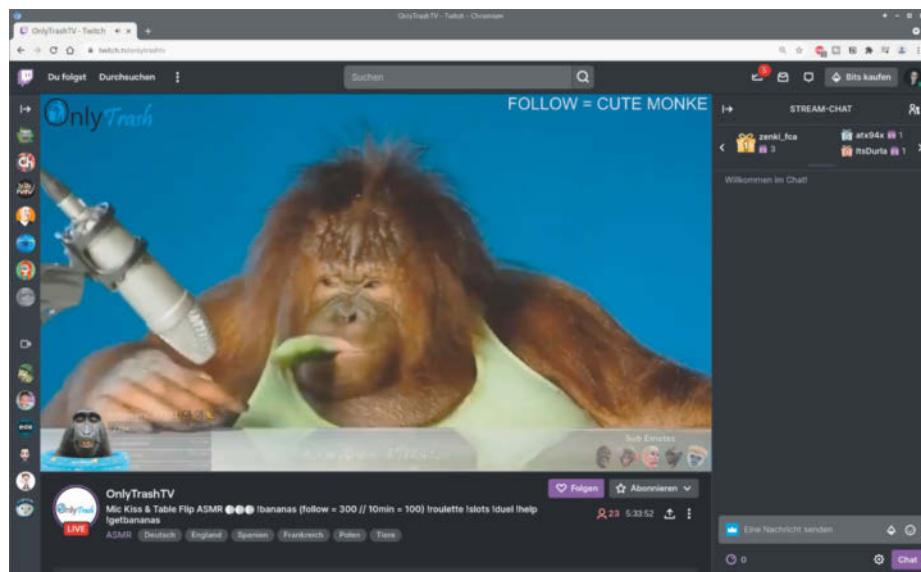
## Zuschauen & mitmachen

Kaum jemand schafft es, all die neuen Computerspiele selbst zu spielen. Mit Game-Streams bleiben Sie auf dem Laufenden und können trotzdem mitreden. Das ist allerdings nur ein Grund, warum viele anderen beim Spielen zusehen. Selbst wenn die Spiele gleich sind: Jeder Stream ist anders, je nachdem, wer spielt und kommentiert. Mal geht es laut zu, mal leise, mal faktenlastig, ein andermal einfach nur albern. Hin und wieder verkleiden sich Streamer auch in passende Cosplay-Kostüme. Die anwesende Community hat großen Einfluss auf die Stimmung im Stream, je nachdem, ob sie voller Schadenfreude jeden Tod der Spielfigur bejubelt oder sich bei gruseligen Games lieber gemeinsam fürchtet.

Häufig kennt man die im Chat Anwesenden bereits und der Stream ersetzt das Gefühl, gemeinsam etwas zu erleben.



Im Twitch-Kanal TwitchFarming fährt das Publikum mit aufs Feld.



Livestreams auf Twitch zeigen nicht nur Computerspiele, sondern auch Affen, die Snacks verdrücken.

Nicht das Spiel ist die Unterhaltung, sondern das Gesamtpaket aus Spiel, Person und Community. Im Chat können alle den Stream kommentieren, Fragen stellen und mit „Emotes“ genannten Minibildchen Gefühle ausdrücken.

Die Interaktion beschränkt sich nicht auf den Chat. Umfragen beteiligen das Publikum an Entscheidungen und sammeln ein Stimmungsbild. Manche Spiele integrieren Twitch direkt ins Gameplay: Ist die Funktion beispielsweise im Zombie-Survival-Spiel „7 Days to Die“ aktiviert, kann das Publikum mit Anwesenheit und Chatnachrichten zunächst Punkte sammeln. Diese löst es dann ein, um Zombies oder Versorgungsgüter ins Spiel zu schicken. Das Spiel erhält dadurch eine ganz eigene Dynamik.

## Abos, Follows, Bits & Cheer: So funktioniert Twitch

Zuschauen auf Twitch ist denkbar unkompliziert. Wer weitere Funktionen nutzen will, sieht sich mit einer Reihe von Twitch-typischen Begriffen konfrontiert. Machen Sie also mit uns einen kleinen Rundgang durch das Twitch-Vokabular mit seinen Abos, Follows, Bits, Cheers, Kanalpunkten, Hosts und Raids.

Follows kennen Sie bereits: Ein Klick auf den Herzchen-Button in einem Twitch-Kanal fügt ihn den Favoriten hinzu. Twitch-Website und -App zeigen die Kanäle oben, wenn sie live sind. Um keinen Stream zu verpassen, klicken Sie auf das Glöckchen, dann verschickt Twitch beim Streamstart eine Benachrichtigung. Mo-

netarisierte Kanäle können Sie finanziell unterstützen, indem Sie sie abonnieren. Twitch bietet drei Stufen des kostenpflichtigen Abos, das sich automatisch verlängert (3,99 Euro, 7,99 Euro und 19,99 Euro pro Monat). Kündigen kann man auf der übersichtlichen Abo-Seite, die Sie per Klick auf Ihr Benutzerbild rechts oben und „Abonnements“ im Menü öffnen.

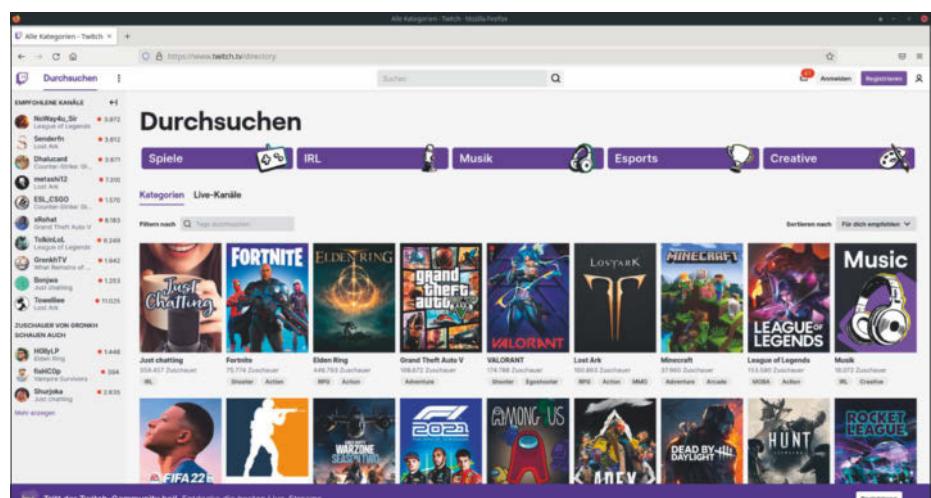
Ein Muss ist das Abo nicht, anschauen können Sie die Livestreams auch ohne. Als kleines Dankeschön stellen die meisten Kanäle ihren Abonnenten zusätzliche Emotes und Abzeichen für den Chat zur Verfügung. In der Regel sehen Sie dann auch keine Werbung beim Öffnen des Streams. Fehlt die Abo-Schaltfläche neben

dem Herzchen, ist der Kanal nicht monetarisiert.

Ein Kanalabo kostet übrigens nicht in jedem Fall Geld. Amazon hat Twitch 2014 für rund eine Milliarde Dollar aufgekauft. Falls Sie Amazon-Prime-Kunde sind, können Sie jeden Monat kostenlos einen Kanal abonnieren, wenn Sie Ihren Amazon-Account mit dem bei Twitch verbinden. Eine kurze Anleitung zum Verbinden der Accounts finden Sie unter [1]. Anders als das kostenpflichtige Abo läuft ein Twitch-Prime-Abo nach einem Monat automatisch aus.

Ist Ihnen ein Stream kein Abo wert, sind auch kleine Beträge gern gesehen. Twitch hat dafür die Währung „Bits“ eingeführt. Wie bei Ingame-Währungen tauscht man zunächst echtes Geld gegen Bits. 100 Bits entsprechen 1,47 Euro, beim Kauf größerer Mengen gibt es Rabatt. Geben Sie diese Bits aus, nennt sich das „Cheer“. Per Klick auf das Diamant-Icon im Chat-Feld ist das virtuelle Geld schnell verschenkt, die Belohnung durch Nennung des Benutzernamens per Einblendung oder Ansage im Stream folgt meist prompt.

Nicht zwingend mit Geld verbunden sind dagegen die Kanalpunkte, die man beim Zuschauen sammelt. Für fünf Minuten gibt es zehn Punkte, die Teilnahme an einem Raid, ein Follow, Cheer, Abo und andere Aktivitäten bringen weitere Punkte. Was Sie damit anfangen können, variiert je nach Kanal. Bei manchen lässt sich damit nicht viel mehr tun, als eine Chatnachricht hervorzuheben und ein zufälliges Abo-Emote zu entsperren. Andere



Ein Klick auf „Durchsuchen“ fördert die Kategorien der Livestreaming-Plattform zutage. Die Rubrik „IRL“ liefert Streams aus dem „echten Leben“, unter „Creative“ tobten sich Kunstschaaffende aus.

wiederum haben die Punkte liebevoll umbenannt und weitere Belohnungen ergänzt. Dann können Sie beispielsweise Sound-Dateien abspielen und den Streamer zum sich Strecken oder Trinken auffordern. Der Kreativität sind hier keine Grenzen gesetzt.

### Lizenz zum Gelddrucken

Um die Zuschauer zum Geldausgeben zu animieren, hat Twitch den „Hype Train“ erfunden. Der startet, sobald im Kanal ein neuer Höchstwert durch Bits oder Abos in einem bestimmten Zeitraum erreicht wird. Twitch blendet dann ein lila Banner ein und ein Countdown beginnt. Um eine höhere Hype-Train-Stufe zu erreichen, müssen dann verschiedene Personen mindestens 100 Bits, Abos, Geschenkabos oder Prime-Abos beisteuern. Als Belohnung winken den Beteiligten kleine, ihrem Benutzernamen vorangestellte Abzeichen im Chat sowie zusätzliche Emotes.

Naht das Ende des Streams, kann ein Streamer sein Publikum mit einem Raid in einen anderen Kanal weiterschieben, der noch auf Sendung ist. Wer nicht mit will, steigt per Mausklick aus. Größere Kanäle können mit einem Raid kleinere bekannter machen und befreundete Streamer sich gegenseitig unterstützen. Wer gerade offline ist, kann einen anderen Stream „hosten“ und ihn allen zeigen, die im Kanal vorbeikommen.

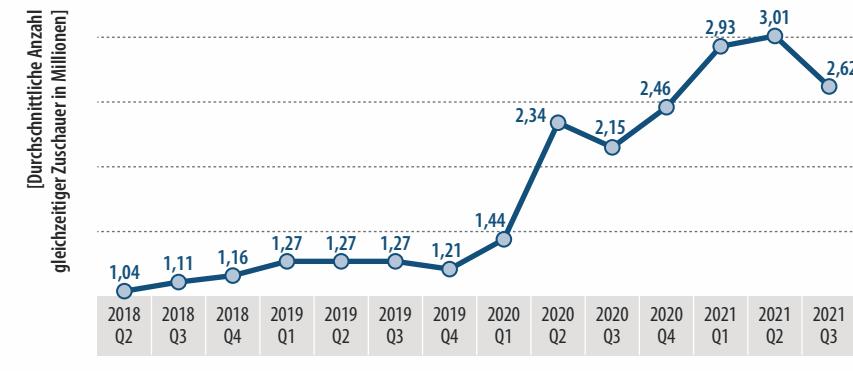
Gerade in großen Streams geht es durchaus hoch her. Ehrenamtliche Moderatorinnen und Moderatoren verhindern in der Regel, dass Trolle überhandnehmen und löschen Spam im Chat. Regeln für den Chat müssen Sie vor dem Tippen der ersten Nachricht absegnen, in den Kanalinfos finden sich oft weitere Hinweise. Wiederkehrende Aufgaben und Ankündigungen übernimmt in vielen Twitch-Kanälen ein Chatbot. Wofür der gut ist, verrät er meist selbst, wenn Sie im Chat !commands eingeben. Ein typischer Befehl ist beispielsweise !uptime, der verrät, wie lange der Stream schon läuft.

### Livestream auf Twitch starten

Einen eigenen Livestream auf Twitch auszustrahlen ist nicht kompliziert und die Hardware muss keinen besonderen Anforderungen genügen. Wenn Sie nur ein Bild des Desktops oder ein Kamerabild zeigen, muss der Prozessor kaum ackern. Um ein Computerspiel zu streamen, brauchen CPU und Grafikkarte aber noch Luft nach oben und dürfen nicht vom Spiel be-

## Gleichzeitige Zuschauer auf Twitch

Die durchschnittliche Zahl gleichzeitiger Zuschauerinnen und Zuschauer auf Twitch vom zweiten Quartal 2018 bis zum dritten Quartal 2021 (in Millionen) zeigt einen großen Zuwachs während der Corona-Pandemie.



Quelle: statista.com

reits ausgelastet sein. Mit einem Webcam-Bild steigen die Chancen, dass mehr Leute zusehen. Besonderen Wert sollten Sie auf den Ton legen: Gelegentliche Ruckler im Bild verzieht das Publikum eher als eine nervige Audioqualität. Noch weniger Aufwand macht ein Stream per Smartphone: Nach dem Antippen des Buttons „Live gehen“, gestatten Sie den Zugriff auf Kamera und Mikrofon, wählen, ob Sie ein Mobilspiel oder ein Kamerabild („IRL streamen“) senden wollen, vergeben Titel und Kategorie und legen los.

Welche Anwendung Sie am PC zur Übertragung des Streams nutzen, bleibt Ihnen überlassen. Plattformübergreifend etabliert ist die mächtige Open-Source-Software OBS Studio, die es für Linux, macOS und Windows gibt. Twitch bietet außerdem eine eigene, einsteigerfreundliche Windows-Software namens Twitch Studio an, die wir in [2] und einem Video-Tutorial vorgestellt haben (siehe ct.de/yh5f).

Das Prinzip zum Einrichten eines Livestreams ist in beiden Programmen gleich, auch wenn OBS Studio komplexe Konfigurationen ermöglicht und mit Plug-ins erweiterbar ist. Außerdem streamt OBS auch auf andere Plattformen wie YouTube, Facebook und Twitter.

Vor dem Livestream stellen Sie das, was Sie zeigen wollen, zu einer oder mehreren Szenen zusammen. Dabei schichten Sie Quellen wie die Webcam, ein Hintergrundbild, ein Spiel, den Desktop, ein Fenster oder eine Katzen-Webcam in Ebenen übereinander und passend die Größe beliebig an. Wo die Quellen überlappen, ist nur das zu sehen, was oben liegt. Wie

in einer Bildverarbeitung können Sie den Stream mit Text, Logos, hübschen Rahmen, Pfeilen und anderen Grafiken garnieren. Twitch Studio bringt Tools für Text und einfache Grafiken mit, in OBS können Sie Text und farbige Rechtecke sowie fertige Grafiken einbinden.

Soll es ein ausgefeiltes Design sein, helfen Onlinedienste wie Streamelements.com. Dort stellen Sie sämtliche Grafiken als Overlay zusammen und binden es dann als eine Quelle in den Stream ein. Da dadurch weniger Schichten nötig sind, entlastet das auch den Prozessor.

Im Laufe des Streams schalten Sie zwischen den Szenen um. Beispielsweise starten Sie mit einem Bild und dem Schriftzug „Gleich gehts los“ und wechseln anschließend zur Hauptszene mit Webcam. In der Kaffeepause sehen die Zuschauenden ein Pausebild und am Ende präsentieren Sie ein Dankeschön und Links zu Ihren Social-Media-Kanälen. Feineinstellungen gibt es in beiden Tools genug. Ein Chroma-key-Filter filtert beispielsweise einen grünen Hintergrund heraus, sodass Sie Ihr Webcam-Bild freigestellt über den Desktop oder ein Spiel legen können.

Kontrollieren Sie außerdem die Auflösung und Streamqualität (Bitrate) in den Einstellungen. Full HD mit rund 5000 KBit/s ist ein guter Wert. Beide Tools machen mit einem Einrichtungsassistenten Vorschläge je nach Internetverbindung und Rechnerleistung. Damit Twitch den Stream entgegennimmt, müssen Sie im Programm ihre Twitch-Zugangsdaten hinterlegen. In OBS können Sie sich alternativ mit einem Streamschlüssel identifizieren, den Sie auf der Twitch-Webseite im Dash-



Nach dem Klick auf den Abo-Button sehen Sie, welche Emotes und Abzeichen der Kanal „MrsTahilly“ für ein Abo bietet und können entscheiden, ob Sie mit Twitch Prime abonnieren oder ein separates Abo abschließen.

board unter „Einstellungen/Stream“ finden.

Das Verknüpfen mit Twitch hat Vorteile: Auf diese Weise verfolgen Sie den Chat direkt im Programm und ändern hier die Stream-Informationen. Andernfalls müssen Sie dazu ein Browserfenster bemühen. In Twitch Studio sehen Sie außerdem stets am oberen Fensterrand, wie viele Menschen aktuell zuschauen und ob Ihr Rechner schon ins Schwitzen kommt.

## Spielend Geld verdienen

Die Vorstellung, mit dem Computerspielen Geld zu verdienen, klingt für viele verlockend. Die Voraussetzungen dafür sind bei Twitch leichter zu erfüllen als bei YouTube. Dort kann man erst Geld für Videos erhalten, wenn der Kanal mindestens 1000 Abos und eine Wiedergabe von 4000 Stunden innerhalb des letzten Jahres vorweisen kann. Da liegt die Hürde für das Affiliate-Programm von Twitch deutlich niedriger: Sie brauchen mindestens

50 Follower, müssen mindestens acht Stunden an sieben verschiedenen Tagen im Monat streamen und dabei durchschnittlich drei oder mehr Zuschauerinnen und Zuschauer haben. Ist das geschafft, sind Sie automatisch zum Affiliate-Programm zugelassen und müssen nur noch eine Kontoverbindung hinterlegen. Von da an beteiligt Sie Twitch an den Werbeeinahmen, Bits und Abos in Ihrem Kanal.

Viele Streamer sind lange Abende live und trotzdem schaut niemand zu – auf Dauer kann das ganz schön frustrierend sein. In der Menge an Live-Kanälen geht man allzu leicht unter. Erfolg hat auf Dauer nur, wer sich von der Masse abhebt. Dazu gibt es viele Möglichkeiten: Technikspielereien wie schöne Übergänge, tolles Kamerabild, pixelgenau sitzende Overlays, eingerahmte und verzierte Elemente, aufploppende Alerts, wenn jemand den Kanal abonniert und ihm folgt, kreative Befehle für den Bot, Spielereien für den Chat und vieles mehr. Wichtiger als viele Gimmicks ist aber, unterhaltsam zu sein.

Haben Sie die Affiliate-Voraussetzungen erreicht, kann das Publikum Ihren Kanal kostenpflichtig abonnieren und mit Bits „cheeren“. Auch Anteile an der im Channel gezeigten Werbung fließen dann in Ihre Tasche. Zusätzliche Werbeblöcke können Sie selbst während des Streams schalten. Von allen Transaktionen behält Twitch stolze 50 Prozent als Provision ein. Ausbezahlt wird erst, wenn ein Betrag von mindestens 100 US-Dollar zusammengekommen ist.

## Große Konkurrenz

Auf großen Reichtum hoffen sollten frischgebackene Streamer nicht. Eine Community und einen Kanal mit vielen Followern aufzubauen erfordert einiges an Zeit und Durchhaltevermögen. Zumindest theoretisch ist es möglich, den Lebensunterhalt mit Livestreams zu bestreiten. Die Website Streamscheme hat die Daten eines Leaks im Oktober 2021 analysiert und festgestellt, dass die Top-100-Streamer im Schnitt mindestens 30.000 Euro pro Monat verdienen. Die tausend größten Kanäle sind immerhin noch mit 6000 Euro pro Monat dabei. Schon nicht mehr davon leben können jene, die es nur in die Top 10.000 geschafft haben. Sie erhalten demnach monatlich noch gut 800 Euro von Twitch. Die Konkurrenz ist auf der Plattform mittlerweile dermaßen groß, dass diejenigen die Nase

vorn haben, die früh angefangen haben oder eine Community von anderen Plattformen wie YouTube mitbringen. Und je größer der Kanal, umso leichter fällt natürlich das Geldverdienen.

Lukrativer als das Affiliate-Programm ist das Partnerprogramm. Die Voraussetzung sind allerdings deutlich anspruchsvoller: Innerhalb von 30 Tagen müssen Sie 25 Stunden an zwölf verschiedenen Tagen mit durchschnittlich 75 Zuschauerinnen und Zuschauern streamen. Das muss man erst mal schaffen. Selbst dann ist der Wechsel ins Partnerprogramm keine Selbstverständlichkeit. Haben Sie die Voraussetzungen erfüllt, können Sie sich bewerben. Werden Sie ins Partnerprogramm aufgenommen, handeln Sie einen Vertrag aus, der bessere Konditionen als das Affiliate-Programm bietet. Einfach ist das allerdings nicht zu erreichen: Von rund 8,54 Millionen Kanälen auf der Plattform schafften das im Jahr 2021 nur 51.500 Kanäle, also nur rund 0,6 Prozent.

Um mit Livestreams mehr als ein Zubrot zu verdienen, lohnt es sich, mehrglei-



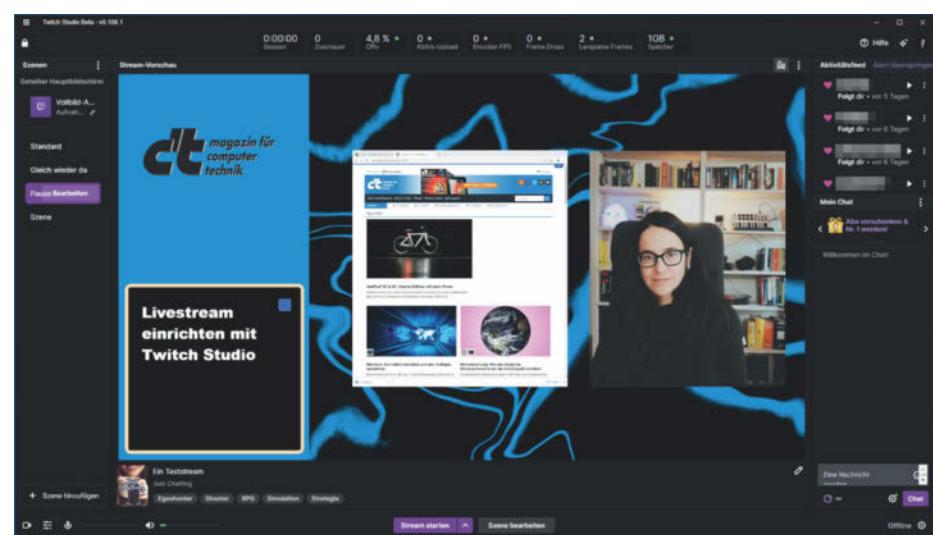
**Livestream mit dem Smartphone:**  
Ohne kompliziertes Setup streamen  
Sie Mobilspiele oder das Kamerabild  
live auf Twitch.

sig zu fahren. Üblich ist etwa eine „Kaffeekasse“ für Spenden beispielsweise via PayPal. Die hierbei fälligen Gebühren sind deutlich niedriger als der 50-Prozent-An teil, den Twitch bei Bits einbehält. Livestreams auf Twitch zu senden und spannende Ausschnitte daraus später als YouTube-Videos zu veröffentlichen, macht unabhängiger von der Plattform und generiert gegebenenfalls weiteres Einkommen. Um nicht große Stücke des Kuchens abgeben zu müssen, hoffen viele Content Creator auf regelmäßige Beiträge ihrer Fans bei Social-Payment-Anbietern wie Patreon, Steady oder Ko-fi. Dort liefern sie exklusive Videos und anderen Content gegen eine Abgebühr. Direkte Sponorenverträge und Merchandising-Shops sind erst ab einer bestimmten Kanalgröße interessant.

Twitch selbst experimentiert mit Aufträgen, die direkt auf dem „Schwarzen Brett“ im Dashboard vergeben werden. Zum Beispiel zahlen Spielestudios dann dafür, dass jemand ihr Spiel streamt. Geld gibt es aber nur, wenn genug Publikum zu stande kommt – eher nichts für kleine Streamer. Außerdem zeigt der Chat in regelmäßigen Abständen einen Werbehinweis.

## Fazit

Während der Coronapandemie hat Twitch weltweit einen Aufschwung erlebt. Schnell hat sich herumgesprochen, dass man sich beim Chatten während eines Streams we-



Twitchs Streaming-Software Twitch Studio ist leicht zu bedienen.

niger einsam fühlt als beim Serienschauen vor dem Fernseher und dass Twitch mehr ist als Leuten beim Spielen zuzuschauen. Zu den Sehgewohnheiten vieler gehören Livestreams mittlerweile einfach dazu. Die niedrigen Hürden verlocken dazu, es einfach mal selbst auszuprobieren. Twitch macht das sowohl am PC als auch am Smartphone erstaunlich einfach.

Mit etwas Glück verdient man mit Livestreams ein kleines Zubrot. Für den Lebensunterhalt reicht es wahrscheinlich nicht, aber das ein oder andere neue Spiel könnte durchaus herausspringen. Geld verdienen ist auf Twitch sehr viel leichter als bei YouTube oder auf Plattformen wie

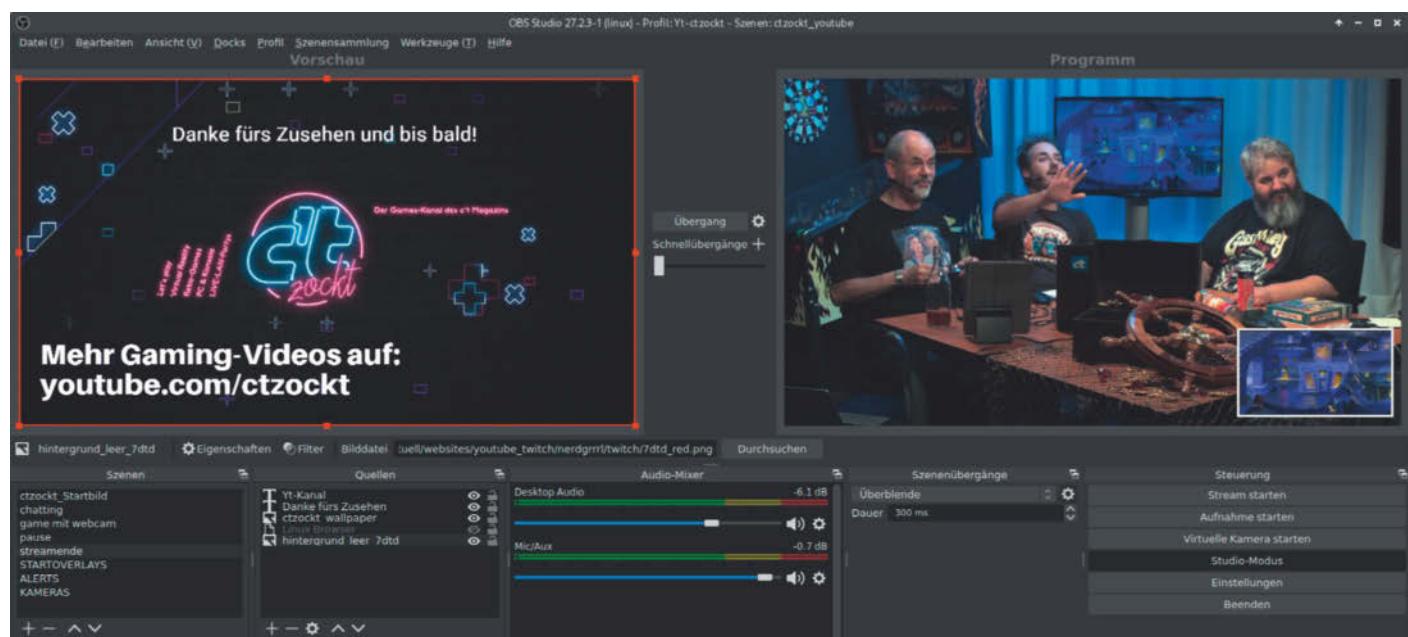
Instagram und TikTok, wo Kreative bislang kaum Geld für ihre Inhalte bekommen. Einen großen Teil der Einnahmen behält die Plattform allerdings für sich. Content Creator tun gut daran, die Augen auch darüber hinaus offen zu halten.

(lmd@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Twitch Prime: Amazon Prime mit Twitch verbinden, heise tipps+tricks, <https://heise.de/s/ek8B>
- [2] Liane M. Dubowy, Starthilfe, Livestreams mit Twitch Studio Beta, c't 6/2020, S. 168

**Twitch-Kanäle & Infos zum Affiliate-Programm: [ct.de/yh5f](http://ct.de/yh5f)**



OBS Studio zeigt im Studio-Modus rechts das Live-Bild und links eine Vorschau. Die plattformübergreifend verfügbare Software streamt auf Twitch, YouTube, Facebook, Twitter und viele andere Plattformen.



Bild: Rudolf A. Blaha

# Virtuelles Neuland

## Web3 und das Metaverse: dem Internet der Zukunft auf der Spur

**Der Begriff Web3 beschreibt neuartige Internetdienste: Blockchain, NFTs, die Organisationsform DAO und virtuelle Welten sollen sich verbinden und – wie es in Broschüren so schön heißt – den Menschen zum Metaverse bringen. Betritt Web3 disruptives Neuland oder ist das alles nur heiße Luft?**

**Von André Kramer**

Als Mark Zuckerberg im Oktober 2021 den Namen seines Unternehmens von Facebook in Meta ändert, wird deutlich, dass das Web, wie wir es kennen, bald Geschichte sein könnte. Zuckerberg will ein Metaverse erschaffen und er hat die Ressourcen dazu. Ein Video von der Konferenz Facebook Connect zeigt ihn an einem virtuellen Roundtable mit einem roten Roboter, einem Avatar seiner selbst und anderen virtuellen Teilnehmern im Meeting: „Es ist die Zukunft, auf die wir hinarbeiten. Eine virtuelle Umgebung, in der Sie mit Menschen in einem digitalen Raum präsent sein können. Ein verkörperte Internet, in dem Sie sich befinden.“ Facebook 2.0 soll sich wie eine Hybridversion sozialer Netzwerke ausnehmen, die zuweilen virtuell in die dritte Dimension oder über Augmented Reality in die wirkliche Welt expandiert.

Ein anderer Großkonzern bringt ebenfalls seine Schachfiguren in Stellung. Microsoft übernimmt das Gaming-Schweregewicht Activision Blizzard für 70 Milliarden US-Dollar, den Entwickler von Call of Duty, World of Warcraft, Diablo und anderen Spielen. Den Spielehersteller Bethesda beziehungsweise dessen Mutterkonzern ZeniMax Media hatte Microsoft sich bereits im März 2021 für 7,5 Milliarden US-Dollar einverleibt. Hinter diesen Bemühungen steht nicht etwa ein zukünftiges Spiele-Imperium rund um Microsofts Spielkonsole Xbox, sondern: ebenfalls das Metaverse. Microsoft-CEO Satya Nadella sagte gegenüber der Financial Times: „Wir lieben Flight Simulator, wir lieben Minecraft. [...] Nun können wir zu träumen anfangen, dass wir durchs Metaverse wortwörtlich im Spiel sein können.“ Bereits

jetzt bildet der Flugsimulator von Microsoft die gesamte Welt ab inklusive Zeitzonen, Wetter, Jahreszeiten. Es scheint nur ein kleiner Schritt zu sein, bis Avatare aus dem Flugzeug aussteigen und ein Taxi nehmen oder zu Fuß in Geschäfte gehen, um dort einzukaufen. Im November 2021 hat der Softwarehersteller die Mixed-Reality-Erweiterung Mesh for Microsoft Teams angekündigt. Avatare treffen sich hier im Metaverse zum Team-Meeting.

Die Begriffe Web3 und Metaverse sind untrennbar miteinander verknüpft und beschreiben weit mehr als eine virtuelle Welt. Ein vielbeachteter Artikel des Metaverse-Investors und -Theoretikers Matthew Ball beschreibt die Vision eines begehbaren Internet mit freiem Fluss von virtuellen Avataren, Gütern und Währungen [1]. Diese Vision sei das Ziel von Epic Games, Entwickler der Unreal Engine und des Spiele-Hits Fortnite – und die treibende Kraft hinter der Übernahme des VR-Brillenherstellers Oculus durch Facebook sowie vieler anderer Projekte rund um Augmented Reality und Cloud-Gaming.

Kreative Geister entwickeln seit fast einem halben Jahrhundert Vorstellungen einer virtuellen Zukunft. Der Autor Neal Stephenson machte das Metaverse, ein Kofferwort aus Meta und Universe, in seinem 1992 erschienenen Science-Fiction-Roman Snow Crash populär; auch das Konzept des Avatars beschrieb er in seinem Buch. Ebenso prägten die Otherland-Romane des Autors Tad Williams das Bild. Ein frühes Realbeispiel ist die virtuelle Welt von Second Life, die 2003 online ging und bis heute etwa 30.000 aktive Nutzer zählt. Mittlerweile koexistieren unterschiedliche virtuelle Welten, unter anderem die Spieleplattformen Fortnite, Die Sims, Minecraft und Roblox – Pate stehen außerdem die Oasis aus dem verfilmten Roman „Ready Player One“ und nicht zuletzt die Matrix.

## Vorbild Oasis

Matthew Ball definiert das Metaverse wie folgt: Es ist immer online, findet synchron und in Echtzeit statt, hat keine Obergrenze gleichzeitig aktiver Nutzer, ist aber für alle gleichermaßen präsent, hat eine digitale Warenwirtschaft, expandiert in die reale Welt und ist plattformübergreifend. Über den virtuellen Raum hinaus gehören zum Web3 ein dezentrales Finanzsystem (DeFi), die Blockchain, Non-fungible Tokens (NFT) und dezentrale autonome Organisationen (DAO). Sie schaffen einen Raum, in dem sich Nutzer jenseits großer

## ct kompakt

- So sollen sich Gaming, Blockchain und DAOs zum Web3 verbinden.
- Statt der ursprünglichen Vision einer dezentralen Utopie treiben große Konzerne die Entwicklung.
- NFTs zeigen erste sinnvolle Anwendungsszenarien.

Konzerne organisieren, nicht nur um Kryptowährung und NFTs zu handeln.

Das Multiplayer-Spiel World of Warcraft erfüllt einige Kriterien: Avatare können sich in Echtzeit in ihr bewegen. Spielstarke Charaktere werden für viel Geld auf eBay verkauft. Allerdings beschränkt sich die Interaktion weitgehend auf das Spielen. Auch kann man Ausrüstungsgegenstände nicht im Spiel kaufen oder mit ins nächste Spiel nehmen, etwa in sein Vororthaus in Die Sims. Die Multiplayer-Spielplattform Fortnite wagt Experimente: Dort fand am 2. Februar 2019 ein Konzert des US-Musikproduzenten Marshmello statt, das über die reine Spielmechanik hinauswies. Das Konzert war ein Massenphänomen: 11 Millionen Nutzer nahmen teil.

Die Kryptospiele Decentraland und The Sandbox erlauben den direkten Handel

mit Land und Gütern. Schon beim Registrieren fordern sie zum Verknüpfen eines Kryptowallet auf, beispielsweise MetaMask. Sie zeigen: NFTs können mehr als digitale Statussymbole sein. Sie legen die Besitzverhältnisse für digitale Dinge fest, die man nicht in einen Tresor einsperren kann und für die kein Grundbuch Einträge aufnimmt.

Zu großer Bekanntheit außerhalb der Kryptowelt gelangten Decentraland und The Sandbox indes noch nicht. Laut einer repräsentativen Umfrage des Branchenverbands Bitkom haben 74 Prozent der Deutschen noch nie vom Metaverse gehört. Nur 3 Prozent könnten es nach eigenen Angaben gut erklären. Kryptowährungen und NFTs sehen viele mit Argwohn oft zu Recht, denn die Währungen sind hochvolatil und NFTs öffnen Betrügern und Glücksrittern Tür und Tor.

Avatare könnten in virtuellen Ladengeschäften Schuhe und Kleidung anprobieren oder Autos probefahren und diese über NFTs anschließend kaufen. Dafür sollten Avatare möglichst dem realen Vorbild entsprechen. Laut Meta könnten sie den Nutzer fotorealistisch nachbilden bis hin zu den Poren der Haut. Anprobierter Kleidung könnte nicht nur der Avatar tragen, sie käme passgenau nach Hause statt in drei Größen auf Verdacht bestellt – ein virtuelles Abbild der eigenen Identität also statt ein fantasievoll gestalteter Charakter in einem Spiel.



2006 fand in Second Life diese Gothic-Party statt. Im 2003 online gegangenen Proto-Metaverse kann man noch keine digitalen Güter kaufen und nicht mit seinem Avatar nach Fortnite spazieren.

„Ein separates Apple-, Google-, Meta- und Sony-Metaverse soll es nicht geben“, sagt Oliver Busch von Meta Platforms im Facebook-Konzern. Avatare und das Eigentum der Nutzer wie virtuelle Accessoires sollen über offene Standards kompatibel sein. Man trägt seine echten neuen Sportschuhe in The Sandbox oder sogar seine World-of-Warcraft-Rüstung in Microsoft Teams. Denkbar ist, dass Nutzer einen zweiten, kreativen Avatar nutzen wie in der Oasis von Ready Player One. Bisher ist der Ruf nach offenen Standards allerdings nicht mehr als ein frommer Wunsch. Vorhandene Metaverse-Anwendungen sind bisher kaum durchlässiger als Counter-Strike und Fortnite.

### Web3 gegen die Konzerne

Laut New York Times flossen allein im Jahr 2021 über 27 Milliarden US-Dollar in Krypto-Start-ups. Die Investmentbank Morgan Stanley hat angekündigt, dass sie das Metaverse als das nächste große Investitionsfeld sieht. Wie auch immer man zu Blockchain, Web3 und dem Metaverse persönlich steht: Sehr viel Kapital, Arbeit und Talent fließen gerade in deren Ausarbeitung. Die Idee hat Strahlkraft.

Web3 beschreibt eine Utopie, die über die blendende Bildgewalt des Metaverse



**Eine Parallele zu Second Life: Der US-Musikproduzent Marshmello gab Anfang 2019 in Fortnite ein Konzert für 11 Millionen Nutzer.**

hinausweist. Eine Kernidee des frühen Webs war der freie, demokratische und dezentrale Austausch von Ideen. Mit dem Web 2.0 trat Stück für Stück deren Perversion ein, denn Konzerne wie Alphabet, Amazon und Meta, die weite Teile der Infrastruktur des Web stellen, stehen für das Gegenteil: Zentralisierung und Kontrolle des Informationsflusses. Auf das Konto der Google-Mutter Alphabet gehen zum

Beispiel über 90 Prozent der Suchanfragen im Netz.

Die Monopolstellungen entstanden nicht zufällig. In den USA gelten große Unternehmen traditionell als gute Unternehmen – branchenübergreifend vom Softdrink über die Waschmaschine bis hin zum Smartphone-OS. Große Anbieter können billiger produzieren und anbieten, so die Logik. Seit den Zeiten Rockefellers

## Eine kurze Geschichte des Web

Web 3.0 bezeichnet die Weiterentwicklung des Web 2.0, das seinerseits als der nächste Schritt des World Wide Web galt. Am Anfang, sprich ungefähr ab 1994, bestand das Netz aus Servern voller HTML-Seiten. Verknüpft damit ist der Begriff des „Information-Highways“, zu Deutsch Datenautobahn. Wie das Fernsehen bewegte Bilder übertrug das WWW verlinkte Webseiten, die ein großes Spinnennetz bilden, in dem bebrillte Uni-Assistenten nachts über ihr 14.4er-Modem HTML-Inhalte konsumieren. Das Web der Neunziger und frühen Nuller war voller Comic Sans, animierter GIFs und zeilenweise ladender JPEGs, nicht-interaktiv, hässlich, langweilig – und es lief vor allem einseitig vom Server zum Client.

Zehn Jahre später kamen interaktive Webservices hinzu. Als Geburtsjahr des Web 2.0 gilt das Jahr 2004. Der Begriff

meint das interaktive Web und nutzergenerierten Content. Webseiten waren fortan nicht mehr statisch, sondern stellten Dienste zur Verfügung, beispielsweise zum Teilen von Fotos wie mit Flickr oder zum Teilen der Lieblingsfototapete wie auf Myspace. Wikis, Blogs, Kommentarspalten und soziale Netzwerke schossen aus dem Boden und formten ein buntes Mitmachweb. Webservices stehen seither im Austausch mit dem Nutzer. Mit gezielter Werbung kam sogleich der passende Vertriebskanal dazu, dem Megakonzerne wie Alphabet und Meta ihren Reichtum verdanken. Web 2.0 wurde derart populär, dass bald alles ein trendiges Versionsupdate verpasst bekam: Politik 2.0, Restaurant 2.0, Seifenkistenbau 2.0.

Auch das Web 2.0 blieb in den letzten 15 Jahren nicht stehen. Die Entwicklung vollzog sich kontinuierlich und eher individuell vorangetrieben statt zentral ge-

steuert. Jemand mochte eine gute Idee haben. Sie wurde über einen längeren Zeitraum von der Öffentlichkeit adaptiert, von Konkurrenten kopiert, für andere Nutzungsmodelle modifiziert.

Seit den ersten Webservices, die Nutzereingaben als Webseiten wieder ausspielten, hat sich viel getan. Amazon, Facebook, Google, Spotify und andere Dienste sammeln eine Vielzahl Nutzerdaten, Browserverläufe, Bewegungsprofile, Einkaufsstatistiken und Spracheingaben, um personalisierte Werbung anzuzeigen, noch bevor der Endkunde weiß, was für ein Bedürfnis er eigentlich hat. Künstliche Intelligenz beschleunigt diesen Prozess unter anderem für Webshops. Im Resultat ist der Nutzer nicht mehr Kunde, sondern Produkt. Denn bezahlt wird mit Daten. Diese Dynamik soll das Web 3.0 mit Blockchain-Technik und dezentralen Organisationen brechen.

# Digitalisierung leicht gemacht!

Wenn Ihre Bücherregale gerade überquellen, bieten wir Ihnen die ideale Lösung. Das gesammelte Know-how Ihrer Fachmagazine kompakt auf Archiv-Discs und -Sticks gespeichert jederzeit zum Abruf bereit.

## c't Jahrgang 2021

Alle **27 Ausgaben** des c't Magazins 2021 in digitaler Fassung.

Archiv-DVD	<b>24,90 €</b>
Archiv-Stick (32 GB)	<b>34,90 €</b>

## c't Gesamtarchiv 1983 – 2021

Das komplette Archiv des c't Magazins von **1983 bis 2021**. Holen Sie sich 39 Jahre IT-Geschichte mit allen redaktionellen Inhalten bis 2021 nach Hause.

2x Blu-ray	<b>99,90 €</b>
Archiv-Stick (64 GB)	<b>139,90 €</b>

## iX Jahrgang 2021

**13 digitale Ausgaben** des iX-Magazins 2021 mit allen redaktionellen Beiträgen.

Archiv-DVD	<b>24,90 €</b>
Archiv-Stick (32 GB)	<b>34,90 €</b>

## iX Gesamtarchiv 1988 – 2021

**34 Jahrgänge** des Magazins für professionelle Informations-technik, der Pflichtlektüre des professionellen IT-Anwenders.

2x Archiv-DVD	<b>79,90 €</b>
Archiv-Stick (64 GB)	<b>109,90 €</b>

## MIT Technology Review Jahrgang 2021

**8 digitale Ausgaben** des Magazins MIT Technology Review 2021 mit allen redaktionellen Inhalten.

Archiv-DVD	<b>24,90 €</b>
Archiv-Stick (32 GB)	<b>34,90 €</b>

## MIT Technology Review Gesamtarchiv 2003 – 2021

**19 Jahrgänge** der Technology Review zusammengefasst auf zwei DVDs.

2x Archiv-DVD	<b>59,90 €</b>
Archiv-Stick (32 GB)	<b>99,90 €</b>

## Make Gesamtarchiv 2011-2021

Das komplette Archiv mit **59 Ausgaben** von c't Hardware Hacks über c't Hacks bis zum deutschen Make-Magazin.

Archiv-Stick (32 GB)	<b>99,90 €</b>
Archiv-Stick (64 GB)	<b>139,90 €</b>

**SONDERPREISE**  
für Abonnenten



PORTOFREI



[shop.heise.de/archive21](http://shop.heise.de/archive21)

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**



Bild: YouTube-Kanal von Meta

**Mark Zuckerberg präsentierte auf der Facebook Connect seine Vision eines künftigen Metaverse anhand eines virtuellen Meetings.**

gab es in den USA kaum noch Bestrebungen, Kartelle zu zerschlagen. Die Megakonzerne des Silicon-Valley sind nun längst zu mächtig geworden, um noch wirksam kontrolliert zu werden. Das befürchten viele Web3-Befürworter.

Web3 nutzt Blockchaintechnik als Grundlage für ein dezentral organisiertes Internet, das die Macht der Internetkonzerne brechen und den freien Austausch von Gütern und Gedanken ermöglichen soll. Die Zukunft des Internet liegt nach Wunsch der Web3-Pioniere entkoppelt von den US-amerikanischen Megakonzernen in dezentralisierten Peer-to-Peer-Netzwerken, in denen es keine Hierarchie aus Server und Client, CEO und Nutzer, Konzern und Ware gibt.

Nicht zuletzt erwuchs die erste und einflussreichste Kryptowährung Bitcoin in ihrem Geburtsjahr 2009 aus den Folgen der globalen Finanzkrise der Jahre 2007 und 2008. Großbanken hatten sie heraufbeschworen und mussten vom Staat teuer gerettet werden, denn eine Insolvenz hätte unzählige Kleinanleger mitgerissen. JPMorgan Chase hatte sich bereits zuvor viele Großbanken einverlebt und die Krise maßgeblich mitverursacht. Nach der Rettung durch die öffentliche Hand kaufte der Finanzkonzern drei weitere Banken, unter anderem Washington Mutual und Bear Stearns – und ging letztlich gestärkt aus der Krise hervor.

### Basistechnik Blockchain

Die dezentrale Datenbanktechnik der Blockchain wird im Zusammenhang mit Kryptowährungen gerne etwas finanziertypischer als „Distributed Ledger“ oder ver-

teiltes Kassenbuch bezeichnet, als Finanzsystem, das sich Großbanken wie JPMorgan Chase entzieht. Die Blockchain soll aber auch für andere Dinge als für digitale Währungen dienen. Sie speichert Daten im Peer-to-Peer-Netzwerk, ist also nicht auf ein Rechenzentrum angewiesen. Die Daten sind in Blöcken organisiert und diese Blöcke über Hashwerte miteinander verkettet. Sie verhindern, dass in vorhergehenden Blöcken etwas verändert wird, denn das würde die Kette unterbrechen. Bei den meisten Webdiensten sollten Daten allerdings durchaus lösbar und editierbar sein – müssen sie zuweilen auch aus systemimmanenten oder rechtlichen Gründen.

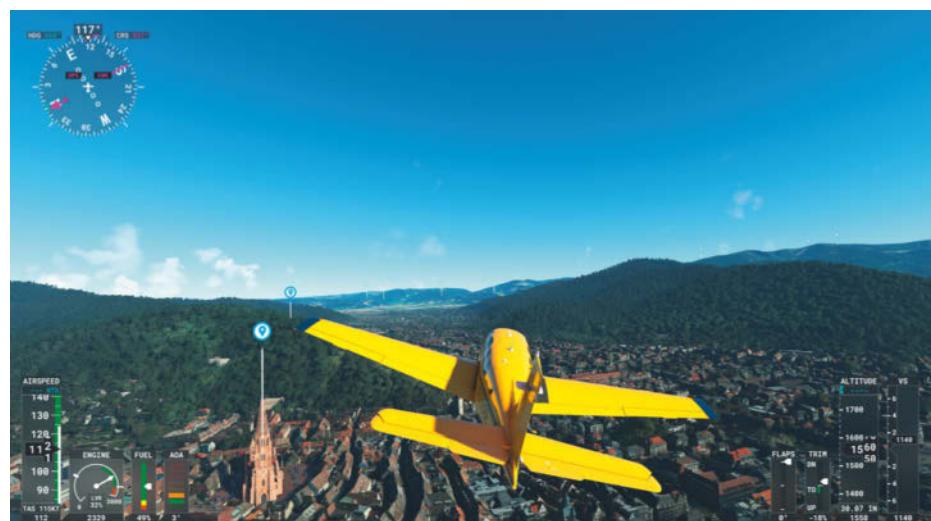
Und es gibt noch ein zweites gravierendes Problem. Um dieses System vor

Manipulation zu schützen, sieht die Bitcoin-Blockchain komplexe Rechenaufgaben vor, sogenannte Proof-of-Work-Algorithmen (PoW), um Konsens über einen neuen Block zu erzielen. Entlohnt wird in Bitcoin. Dieser Ansatz ist extrem rechenintensiv. Vorstandsvorsitzende mit Entscheidungsbefugnis gibt es nicht. Gleichheit kostet Zeit und eine Menge Strom. Der Stromverbrauch des Bitcoin wird dem der Niederlande oder Thailands gleichgesetzt. Eine Alternative ist der Ansatz Proof-of-Stake (PoS), den mehr als 400 Kryptowährungen zugrunde legen. Zu ihnen gehören Cardano, Dash, Polkadot und Ethereum 2.0, ein Upgrade von Ethereum, das von PoW zu PoS migrierte. Bisher arbeitet Ethereum allerdings nach wie vor mit PoW.

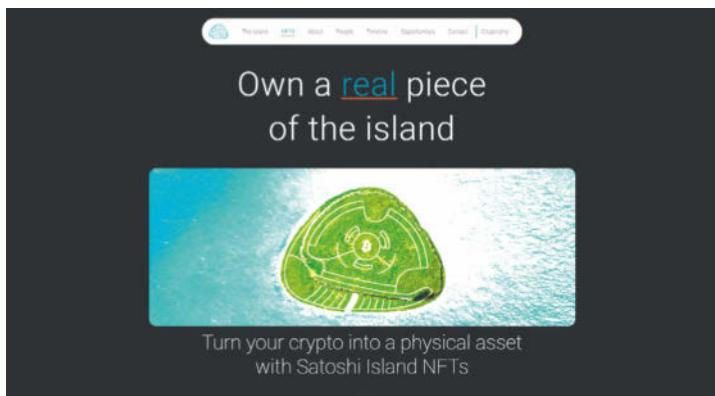
Die größte Marktkapitalisierung hat die Kryptowährung Bitcoin (838 Mrd. US-Dollar), die Nummer zwei heißt Ethereum (377 Mrd. US-Dollar). Danach kommt ganz lange nichts. Übrige Kryptowährungen fasst man auch gerne als „Altcoin“ zusammen. Eigentlich bezeichnet der Begriff alternative Kryptowährungen, die aus einer anderen hervorgegangen sind wie Dogecoin und Litecoin [2]. Im Grunde betrifft das aber nahezu alle Währungen, also heißt Altcoin gerne mal „alles außer Bitcoin und Ethereum“.

### Bitcoin vergeht, Land besteht

Dass Bitcoin und Ethereum zusammen ein Kapital von über 1,2 Billionen US-Dollar repräsentieren, illustriert deren Bedeutung, auch wenn die Kurse jederzeit ins Bodenlose fallen könnten. Die schiere



**Im Microsoft Flight Simulator kann man Freiburg besuchen. Oder jeden anderen Ort der Welt. Bis man aussteigen und in Geschäfte gehen kann, scheint es nur eine Frage der Zeit.**



**Ende 2022 sollen Eigentümer eines „Citizenship NFT“ Satoshi Island betreten können. Auch Landparzellen der Südpazifikinsel mit dem Bitcoin-Logo werden als NFT verkauft.**

Die Kontrolle übt in der DAO kein CEO aus, sondern ein Gremium aus Nutzern. Facebook und Google sammeln Daten, wo Ihre Kinder zur Schule gehen, welche Farbe Ihre Lieblingssocken haben und welche sexuellen Vorlieben Sie hegen, ohne dass Sie Einfluss darauf nehmen könnten. Auf der anderen Seite wird eine DAO auf einer Blockchain große Mühe haben, Details, auf die sie Zugriff hat, nicht der gesamten Welt mitzuteilen.

Über die Decentraland DAO können Spieler über künftige Entwicklungen mit entscheiden. Decentraland hat damit zumindest eine Charakteristik einer Zivilgesellschaft und wächst über den Status eines Videospiels hinaus, soll von keiner Firma kontrolliert oder abgeschaltet werden können. Es ist dezentral. Ari Meilich und Esteban Ordano haben ihr Metaverse 2015 in Argentinien gegründet. Völlig dezentral geht es jedoch nicht: Metaverse Holdings entwickelt das Spiel Decentraland in China, sitzt aber auf den Caiman Islands.

Herkömmliche Top-down-Organisationen haben nicht nur Nachteile. Wenn etwas schiefgeht, gibt es eine Aufsicht und Sie wissen, wen Sie zu verklagen haben, auch wenn ein Internetkonzern vermutlich mehr und teurere Anwälte beschäftigt als Sie. In der Blockchain hingegen wachen die Nutzer des Netzwerks selbst über die Einhaltung der Regeln.

Technisch gesehen sind DAOs Smart Contracts, die auf Grundlage gewisser Ereignisse Entscheidungen treffen. Sie automatisieren Prozesse. Beispielsweise entscheidet ein Codeschnipsel über die Ausgabe von Geld. DAOs haben einiges mit Crowdfunding-Plattformen wie Kickstar-

Menge an Kapital zieht Steuerflüchtige, Betrüger und Dissidenten an, aber auch Kreative, Freigeister und Goldgräber und manchmal alle in einer Person.

Ein Kryptomillionär kaufte in Vanuatu im Südpazifik eine Insel und taufte sie Satoshi Island, um dort eine Art Bitcoin-Utopia zu gründen. Die Insel würde von 90 Prozent unberührtem Regenwald in eine Smart City mit Apartmentblocks für Investoren umgewandelt. Benannt ist die Insel nach Satoshi Nakamoto, dem mutmaßlichen Bitcoin-Erfinder. Landparzellen und die Staatsbürgerschaft wollen die Gründer ab dem zweiten Quartal 2022 als NFTs verkaufen. Im US-amerikanischen Wyoming gibt es eine vergleichbare Gemeinde. Das erinnert an Residenzen schwerreicher Bond-Bösewichte mit dem Unterschied, dass die Organisationsform in der Regel eine DAO ist (dezentrale autonome Organisation).

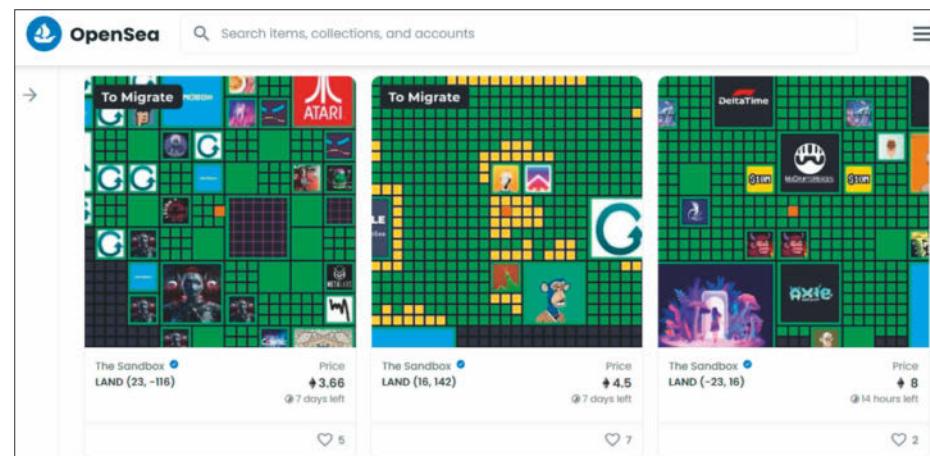
Die erste Stadt im virtuellen Decentraland hat Stadtviertel wie Vegas City und Dragon City sowie eine Niederlassung des Auktionshauses Sotheby's und besteht aus 90.601 Parzellen zu je 10 × 10 Meter. Land kauft man auch dort in Kryptowährung. Zunächst kosteten virtuelle Grundstücke nur umgerechnet 20 US-Dollar, doch die Preise sind seither förmlich explodiert. Auf Auktionen haben Nutzer insgesamt etwa 28 Millionen US-Dollar ausgegeben. Die teuerste Parzelle ging für 180.000 US-Dollar weg. Sie befindet sich in der Nähe der „Genesis Plaza“, wo Leute in Decentraland ankommen. Die interne Kryptowährung ist das ERC20-Token Mana, das auf Ethereum basiert. Der Mana-Wert hat sich nach Zuckerbergs Ankündigung, ein eigenes Metaverse aufzubauen, vervierfacht.

Die virtuelle Landschaft The Sandbox besteht aus 166.464 Grundstücken, auf denen Nutzer Restaurants, Geschäfte oder Clubs gründen können. Die interne Währung heißt Sand. Jedes Stück Land ist etwa

ein Hektar groß. Snoop Dogg und Deadmau5 kauften virtuelles Land, das auf der NFT-Plattform OpenSea gehandelt wird. Teile der Landkarte sind noch nicht verkauft. Ein Nutzer kaufte das Nachbargrundstück neben Snoop Doggs virtuellem Nachbau seiner kalifornischen Villa für 71.000 Sand, umgerechnet 450.000 US-Dollar. The Sandbox schätzt den Gesamtwert auf eine Billion US-Dollar.

### DAOs: dezentrale neue Welt

Decentraland und The Sandbox gehören ihren Nutzern. Im Rahmen eines DAO erhalten die Mitglieder Entscheidungsbefugnisse. DAOs sind eine Art Kaufgemeinschaft für Kryptogüter oder anders ausgedrückt: eine Chatgruppe mit Bankkonto. Sie bündeln Ressourcen, um damit ein NFT oder Kryptowährung zu kaufen und zu verwalten. Die dezentrale Ausrichtung über Blockchain und eine DAO gewährt Miteignern, sei es von echtem oder virtuellem Land, Teilhabe an Entscheidungen. Die DAO verwaltet sowohl das Land als auch die Immobilien ähnlich wie ein Aktiunternehmen.



**Auf der NFT-Plattform OpenSea kann man Land im Blockchain-Spiel The Sandbox erwerben. Begehrte Grundstücke, beispielsweise in Nachbarschaft zu Snoop Dogg, kosten bis zu sechsstelligen Beträge.**

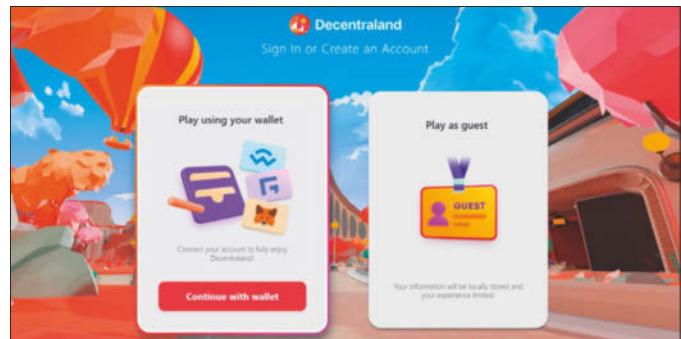
ter gemeinsam. Die AssangeDAO hat Kryptogeld gesammelt, um das NFT-Kunstwerk Clock zu kaufen. Das gesammelte Geld soll die Anwaltskosten für Julian Assange begleichen. Die Entscheidungsbefugnis wird über Tokens geregelt.

### NFTs und andere Token

Der Begriff Token bezeichnet verschiedene Blockchain-Einheiten. Im Grunde ist auch ein Bitcoin ein Krypto-Token, es gibt aber noch Governance-Token, Security-Tokens und andere. Governance-Tokens repräsentieren einen Stimmanteil ähnlich dem Stimmrecht eines Wohnungseigners in einer Eigentümerversammlung. Sie sind ein wichtiger Bestandteil des Protokolls der Wild-West-Finanzwirtschaft DeFi. Grundsätzlich unterscheidet man „fungible Token“, beispielsweise austauschbare Währungseinheiten, und „non-fungible Token“ (NFT), beispielsweise Kaufbelege für Affenbilder, womit wir beim Buzzword der Stunde wären.

Das Konzept NFT ist eng mit dem Web3 verknüpft. Mit NFTs kann man digitale Daten als persönliches Eigentum zertifizieren lassen, ohne dass Konzerne beteiligt sind. Zumindest theoretisch gehört einem damit ein Bild des Bored Ape Yacht Club (BAYC), das „Charlie bit my finger“-Video auf YouTube oder der erste Tweet der Welt; oder aber ein virtuelles Stück Land im Metaverse, die Turnschuhe, die der Avatar dort trägt, eine Domain [3]. Was im Falle des BAYC von vielen belächelt wird, kann also von großem Nutzen sein. NFTs können Künstlern außerdem Macht zurückgeben, die ihnen große Distributoren entzogen haben. Wenn ein populärer Musiker sein

**In Decentraland geht nicht viel ohne Krypto-Brieftasche. Mittellose Gäste können sich lediglich ein wenig umschauen.**



neues Album als NFT verkauft, nimmt er direkt selbst Geld ein – vielleicht Millionen. Auf traditionellen Vertriebswegen verdienen Plattenfirmen, Amazon, Apple, Spotify einen Großteil des Geldes.

NFTs bergen die Chance, Gewissheiten des Internet auf den Kopf zu stellen. Beispielsweise behält Google die Macht über YouTube-Videos, deren Monetarisierung und alle Likes und Abos auf der Plattform. Die Videoplattform Odyssey nutzt Blockchain-Technik und versucht damit zu brechen. Für aufgerufene Videos bekommen die Urheber Library-Tokens als Belohnung. Die Likes und Follower kann man allerdings auch hier nicht mitnehmen. Und: Dem Einzelnutzer entgleitet die Kontrolle wieder durch die dezentralisierte Speicherung. Das Video landet auf den Rechnern einer Vielzahl von Nutzern überall auf der Welt.

### Virtueller Güterverkehr

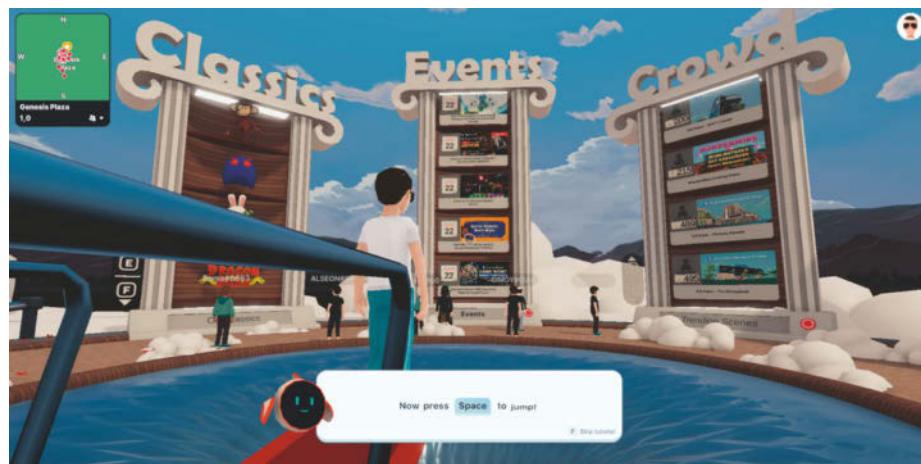
The Sandbox nutzt NFTs und Blockchain-Technik, um nicht nur Land, sondern auch nutzergenerierte Inhalte ähnlich wie in Minecraft und Roblox zu handeln. The

Sandbox hat Partnerschaften mit Gucci, Adidas, Bored Apes, The Walking Dead, Atari und Snoop Dogg, aber auch mit Marken, die Metaverse-native und (noch) unbekannt sind. In The Sandbox soll Platz für unterschiedlichste Anwendungen sein. The Walking Dead baut eine Zombie-Experience, Adidas und Gucci setzen eher dreidimensionale Online-Shops um. Neben der Spieleerfahrung soll man in The Sandbox auch Konzerte besuchen oder ins Museum gehen können.

Die Plattform funktioniert über „play to earn“. Nutzer können Zeit investieren, Inhalte generieren und darüber Belohnungen erhalten. Ähnlich funktioniert das Spiel Axie Infinity. Eine Spieler-Community auf den Philippinen verdient darüber mittlerweile bares Geld, indem sie die Axies genannten Haustiere züchtet und als NFTs handelt.

Token werden in der Regel nicht in einer eigenen Blockchain verwaltet, sondern in vorhandenen Blockchain-Netzwerken, oftmals in Ethereum, deren Smart Contracts allerlei Konstruktionen ermöglichen. Die smarten Verträge sind Code-schnipsel, die verschiedene Dinge tun können, beispielsweise Token erstellen oder transferieren. Mit dem Standard ERC20 kann man in der Ethereum-Blockchain Tokens erstellen. Ein Problem sind die Kosten für den Handel von NFTs. Die sogenannten Gaspreise für NFT-Transaktionen sind enorm.

Außer Krypto- und Governance-Tokens gibt es noch Utility-Tokens und Security-Tokens. Mit einem Utility-Token kann man Transaktionsgebühren zahlen oder Zugang zu einem Dienst erlangen. Es gilt nicht als Investition. Ein Security-Token hingegen ist gleichbedeutend mit einem Anteil am Unternehmen, hat also nichts mit dem Sicherheitsaspekt wie in „Internet-Security“ zu tun, sondern eher mit finanzieller Sicherheit zur Gewährung eines Kredits. Daher heißt es oft „Invest-



Die Grafik von Decentraland wirkt ein bisschen hausbacken. Der Reiz des Spiels liegt darin, virtuelle Grundstücke als NFTs zu erwerben und mitzubestimmen, wohin sich diese Welt entwickelt.

ment Token“. Die US-Börsenaufsichtsbehörde SEC stuft Security-Token mittlerweile als Wertpapiere ein.

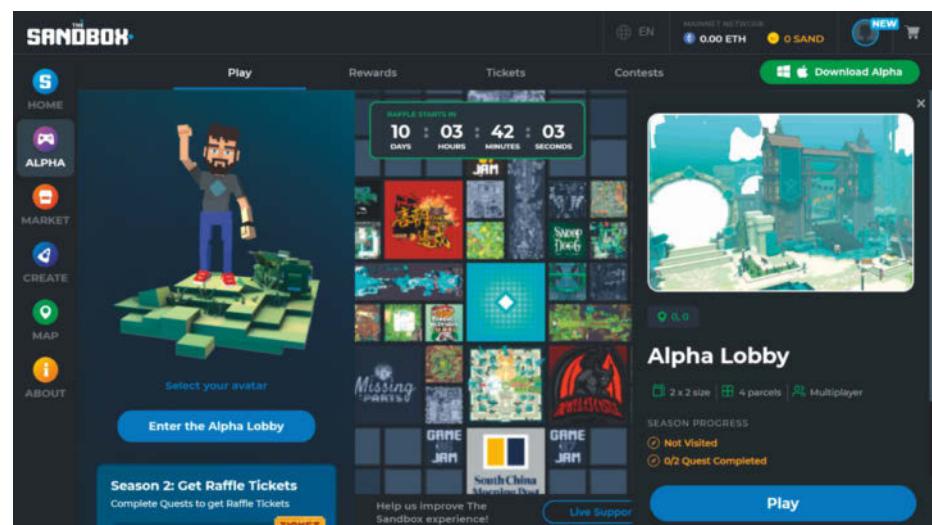
Smart Contracts bieten grundsätzlich deutlich mehr Anwendungsmöglichkeiten als NFTs, beispielsweise dezentrale Blockchain-Anwendungen oder „DApps“, die im Peer-to-Peer-Netzwerk laufen. Das berühmteste Beispiel dafür ist das Online-Spiel mit virtuellen Katzen CryptoKitties. Bitcoin und Ethereum gelten ihrerseits als DApps des Typs 1. Typ-2-DApps laufen direkt auf diesen wie das Katzenspiel. Allerdings gibt es mit Anwendungen auf der Blockchain einige Probleme.

### Kritik: zentral oder dezentral?

Die Verwaltung über DAOs und Governance-Tokens setzt eine Server-Infrastruktur voraus, die sich über Mobilgeräte nicht nutzen lässt, da die Clients direkt mit einer Blockchain interagieren müssen, die aufgrund ihrer Datenmenge nicht in Apps oder Browsern läuft. Mobilgeräte machen jedoch einen Großteil der Clients im Netz aus. Also nutzen DApps Ethereum-APIs wie Infura, das Backend hinter der Meta-Mask-Wallet, oder Alchemy, um mit der Blockchain zu interagieren. Beim Minten eines NFT auf der Blockchain wird in der Regel ein Link hinterlegt, der auf ein Bild auf einem Webserver verweist. Nirgends ist festgeschrieben, was das Bild ist.

Der Web3-Blogger und Gründer der Messenger-App Signal Moxie Marlinspike sieht Web3 bereits jetzt zentralisierter, als es das Web 2.0 jemals war. Dass Meta und Microsoft Unsummen investieren, konträrkariert die Idee eines durch die Nutzer statt durch Konzerne gestalteten Raums. Das Web3 sollte dezentral organisiert sein wie das Web 1.0, allerdings sei seit den Neunziger Jahren die Bereitschaft drastisch gesunken, eigene Server aufzusetzen. Selbst Unternehmen mieten mittlerweile Server, statt sie selbst zu betreiben. So sind es vermutlich am Ende wieder die großen Internetkonzerne, die die Infrastruktur bereitstellen.

Als weiterer Fallstrick für Web3 könnte sich erweisen, dass sich freie Protokolle langsamer entwickeln als kommerzielle Plattformen. WhatsApp hat innerhalb eines Jahres Ende-zu-Ende-Verschlüsselung integriert, das E-Mail-Protokoll ist seit Jahrzehnten unverschlüsselt. Letztlich eignen sich Blockchains außerdem nicht für rechenintensive Anwendungen. Ethereum verbraucht so viel Strom wie ein kleines Industrieland und stellt weniger Rechenleistung bereit als ein Raspberry Pi.



Das Kryptospiel The Sandbox gehört den Nutzern, die über The Sandbox DAO mitbestimmen können, wohin sich das Spiel entwickelt.

### Fazit

Entwicklungen, die hauptsächlich aus Potenzial bestehen, regen die Fantasie an, wie der Hype um NFT und Bitcoin beweist. Das Web3 ist so schwer zu überblicken, weil es gerade erst entsteht. Bisher existieren kaum mehr als begehbarer Machbarkeitsstudien und Promovideos. Wirklich Spaß macht der Aufenthalt in The Sandbox und Decentraland nicht – er wirkt eher wie ein Spaziergang über die menschenleere Expo 2000 am Tag vor der Eröffnung.

So bestimmen die Geschicke am Ende vermutlich nicht zentralverwaltungs-freie Nutzer mit einer bescheidenen Parzelle digitalen Lands am Stadtrand von Decentraland, sondern Konzerne wie Meta und Microsoft mit der Macht zur Umsetzung ihrer virtuellen Vision sowie der E-Commerce, wie das Engagement von Adidas, Gucci und Nike zeigen, die für viel Geld virtuelle Gebäude und Accessoires entwickeln.

Das Web3-Projekt ist angetreten, um die soziopolitische Zentralisierung im Web 2.0 mit technischen Mitteln zu unterlaufen. Jetzt zeigt es aber selbst schon eine mindestens ebenso starke Zentralisierung, denn OpenSea ist zu einem Big Player geworden. Die Dezentralität droht bereits im Anfang abzusaufen. Der Web3-Markt hat bisher wenig mehr als Hypes und ein unreguliertes Wild-West-Finanzsystem hervorgebracht. Mit ein bisschen mehr Zeit werden Adidas, Nike, Microsoft und Meta vermutlich ein Metaverse zimmern, in dem sie Virtuelles gegen Sand

verkaufen. Mit der Utopie des dezentralen Web3 hat das jedoch wenig zu tun.

Im Second Life bestand schon einmal ein Run auf die besten Immobilien. Die Zeit, vielmehr: die Technik, war nicht reif. Sie ist es noch immer nicht. Weiterhin fehlen wichtige Voraussetzungen wie deutlich schnellere Datenverbindungen mit geringer Latenz, leistungsfähige VR-Brillen und künstliche Intelligenz, die Intelligenz nicht Lügen straft. Fundamentale, für Web3-Projekte relevante Aspekte sind ungelöst. Die Blockchain ist öffentlich einsehbar. Was soll passieren, wenn manche Infos nicht öffentlich sein sollen? Wie integriert man Daten, die nicht in der Blockchain gespeichert sind, wenn ein Hosting-Betreiber als zentrale Instanz ausfällt? Oder in die Gegenrichtung: Wie können Blockchains so skalieren, dass sie digitale Güter aufnehmen?

Der Wille, die Probleme um den unregulierten Wildwuchs zu lösen, ist da. Blockchain und NFT haben nicht nur technisches Potenzial, sondern ziehen auch eine Riesenmenge Kapital an. Millionen technisch versierte Mitarbeiter in Tausenden Unternehmen suchen nach neuen Spielarten von Web3 und Metaverse. Sie werden welche finden. (akr@ct.de) ct

### Literatur

- [1] Matthew Ball, The Metaverse: What It Is, Where to Find it, and Who Will Build It: [www.matthewball.vc/all/themetaverse](http://www.matthewball.vc/all/themetaverse)
- [2] Jan Mahn, Sylvester Tremmel, Bitcoins Brüder, Kryptowährungen und Blockchain-Ideen von recht seriös bis völlig absurd, c't 6/2022, S. 134
- [3] André Kramer, Goldgräberstimmung, Wer vom NFT-Hype profitiert – und wer verliert, c't 5/2022, S. 32



Bild: Andreas Martini

# Im Alter Frische

## Intel-Macs mit Xubuntu sicher weiterbetreiben

**Macs halten oft länger, als Apple sie mit Updates versorgt. Mit einer aktuellen Linux-Distribution bleibt der Apfel knackig und behält mit ein wenig Nachhilfe beinahe das alte Look & Feel.**

Von Immo Junghärtchen

**E**inen alten Mac entsorgen, nur weil Apple keine Updates mehr anbietet? Das kommt für viele nicht infrage. Warum auch, taugt doch die Hardware mit einem aktuellen modernen Betriebssystem weiter für viele Aufgaben, beispielsweise als Office-PC oder Schülerrechner. Windows ist für viele Apple-Nutzer keine Option, oft nicht nur aus Überzeugung – eine Lizenz kostet obendrein Geld, wenn nicht noch von einem alten Rechner eine ungenutzte im Schrank liegt.

Dank der universellen Treiberbibliotheken des Linux-Kernels lassen sich Intel-Macs problemlos mit einer der zahlreichen Linux-Distributionen betreiben. Die meisten darf man gratis installieren und nutzen,

sie laufen auch auf älteren Geräten und sind vielseitig konfigurierbar. Der Erstkontakt ist einfach hergestellt und unverbindlich, das An- und Ausprobieren geht ohne Installation: Einfach ein Image herunterladen, auf einen USB-Stick schreiben, Alt-Taste beim Mac-Start gedrückt halten und das auf den Stick installierte Linux-Live-System booten. So kann man in aller Ruhe prüfen, ob die Hardware unterstützt wird. Wenn das Ergebnis gefällt, gelingt von dort aus eine Installation auf ein externes Laufwerk oder eine zusätzliche Systempartition ohne große Klimmzüge.

Wie Sie die Xubuntu-Distribution auf einem Intel-Mac installieren und kleine

Hakeleien abstellen, zeigt dieser Artikel. Ein zweiter Beitrag in einem späteren Heft wird Ihnen helfen, das System an Ihre Ge-wohnheiten anzupassen. Die Bedienung soll am Ende der von macOS weitestge- hend ähneln: Interface-Elemente erschei- nen an denselben Stellen auf dem Bild- schirm, die Menüleiste steht am oberen Bildschirmrand, das Dock am unteren.

## Linux aussuchen, holen, testen

Als Grundlage dient Ubuntu. Für diese be- liebte Distribution gibt es viel Software, die sich leicht installieren lässt; die große Community erleichtert die Recherche im Netz, falls mal etwas hakt. Da das Linux- System auf älteren Macs zum Einsatz kommt, empfiehlt sich die Distributions- variante Xubuntu. Deren schlanke Desk- top-Umgebung Xfce kommt mit wenigen Animationen aus, fordert somit Prozessor und Grafikchip nur wenig. Zudem bietet sie viele Möglichkeiten, das Look & Feel von macOS nachzuahmen. Die aktuelle Version lässt sich auf fast allen Macs ab 2008 installieren: Der Mac muss dafür lediglich im 64-Bit-Modus booten.

Unsere Beobachtungen ergaben, dass Xubuntu im Prinzip Apples gesamte Hard- warepalette der letzten vierzehn Jahre unterstützt. Manchen Macs muss man beim WLAN auf die Sprünge nachhelfen. Einige Modelle mit Nvidia-Grafik bis zum Modelljahr 2011 wachen aus dem Bereit- schaftsmodus (Suspend to Disk) mit schwarzem Bildschirm auf, sodass nur ein harter Neustart per Einschalttaste die nor- male Funktion wiederbringt. Der Ruhe- zustand (Suspend to RAM) funktioniert aber auch bei diesen Modellen. Und an manchen iMacs mit AMD-Grafik reagiert die Helligkeitsregelung erst mit dem rich- tigen Boot-Parameter. Eine Liste der ge- eigneten Macs finden Sie nebst allen im Weiteren erwähnten Tools im Download- Link via [ct.de/y3r2](http://ct.de/y3r2).

Laden Sie die Distribution am besten mit dem Mac herunter, den Sie umrüsten wollen. Derzeit ist die Xubuntu-Version 21.10 „Impish Indri“ aktuell; Ende April erscheint die nächste Ausgabe 22.04 („Jammy Jellyfish“), für die diese Anlei- tung ebenso gelten sollte. Auf diese kön- nen Sie später bequem über den eingebau- ten Software-Updater aktualisieren.

Laden und installieren Sie das kosten- lose Programm Balena Etcher auf den Mac herunter und schreiben Sie damit die he- runtergeladene ISO-Datei auf einen USB- Stick. Achtung: Der Inhalt des Sticks wird

## ct kompakt

- Linux läuft auch auf älterer Mac-Hardware.
- Xubuntu bringt eine mit Macs vergleichbare Software-Grundausstattung mit.
- Der Xfce-Desktop lässt sich an- passen, sodass er sich wie macOS anfühlt.

dabei überschrieben! Sobald Balena Etcher seine Arbeit vollendet hat, beschwert sich der Finder, dass er mit dem USB-Stick nichts anfangen kann. Wählen Sie „Auswerfen“ und stecken Sie ihn an den Mac an.

Um Linux auf einem Desktop-Rechner beim ersten Start problemlos konfigu- rieren zu können, sind eine kabelgebun- dene Tastatur und eine Maus ratsam. Auch eine Internetverbindung per LAN-Kabel erleichtert einige Schritte, ist aber nicht zwingend erforderlich. Starten Sie den Mac neu und halten Sie dabei die Alt-Taste gedrückt. Dann zeigt er an, von welchen Systemen er starten kann. Wählen Sie per Pfeiltasten „EFI Boot“ aus und bestätigen Sie die Auswahl mit der Enter-Taste.

Im folgenden Textmenü bestätigen sie die Standardauswahl „Xubuntu“. Im Folgebildschirm wählen Sie eine Sprache und klicken dann auf die Option „ausprobieren“. Je nach Geschwindigkeit des USB- Sticks sowie des USB-Anschlusses er-

scheint nach einer Weile der Xubuntu- Desktop. Klicken Sie in der Mac-ähnlichen Menüleiste ganz links auf das Xubuntu- Symbol. Dann erscheint ein Windows- ähnliches Menü zur Programmauswahl. Probieren Sie aus, ob der Bildschirm fehlerfrei den Inhalt darstellt und Maus-, Trackpad- sowie Tastatureingaben er- kannt werden. Die Verbindung zum Inter- net ist zu diesem Zeitpunkt möglicherweise nur via Kabel möglich. Wenn alles einen passablen Eindruck macht, beginnen Sie mit der Installation, indem Sie auf das Desktop-Icon „Xubuntu 21.10 installie- ren“ doppelklicken.

## Datenträger vorbereiten

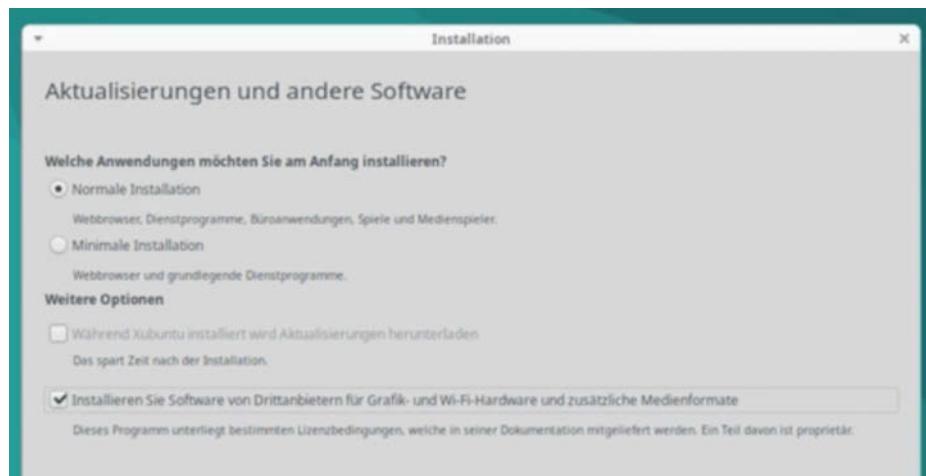
Wenn Sie macOS als Reserve behalten wollen, empfiehlt es sich, Linux auf einem externen Laufwerk oder einer separaten Partition zu installieren. Dann können Sie zwischen macOS und Xubuntu wählen, wenn Sie beim Boot-Start die Alt-Taste ge- drückt halten.

Legen Sie ein Backup des macOS auf einem externen Datenträger an, denn beim Partitionieren kann leicht etwas schiefgehen. Wenn Ihr Mac regelmäßig Time-Machine-Backups anfertigt, ist alles in Butter. Ansonsten helfen Programme wie Carbon Copy Cloner oder SuperDu- per.

Ein leerer externer Datenträger ist der einfachste Weg, schnell und unkompli- ziert Linux zu testen. Je nach Alter des Macs läuft ein Xubuntu von externen Me- dien entweder passabel oder ziemlich zäh, denn Apple baut das schnelle USB 3 erst seit 2012 ein. Ältere Macs starten zwar auch von einem USB-Laufwerk, aber die



Unter macOS bereiten Sie den Datenträger für die Linux-Installation vor.



**Mit einem Haken bei „Drittanbieter-Software“ legt man fest, dass Grafikkarten- und WLAN-Treiber sowie Medien-Codecs ohne Free-Software-Lizenz installiert werden.**

Geschwindigkeit ist gemessen an heutigen Gewohnheiten niedrig. Wer kann, weicht auf ein Firewire-Laufwerk aus.

Alternativ erstellen Sie für Xubuntu eine weitere Partition auf dem internen Datenträger: Öffnen Sie das Festplattendienstprogramm und wählen in der Spalte am linken Rand das Startlaufwerk aus. Bei älteren Systemen heißt es wahrscheinlich „Macintosh HDD“, bei jüngeren Macs müssen Sie via „Darstellung/Alle Geräte anzeigen“ die eingebauten Datenträger sichtbar machen und den obersten Eintrag wählen. Dann klicken Sie auf „Partitionieren“ in der Werkzeugeiste.

Wenn der Mac bereits das Dateisystem APFS verwendet, schlägt das Programm vor, stattdessen eine Volume

Group einzurichten. Ignorieren Sie das und klicken Sie stattdessen auf „Partitionieren“. Als Format wählen Sie ExFAT. Wie viel Platz Sie der Linux-Partition gönnen, entscheiden Sie nach Gutdünken – mindestens 20 GByte sollten es aber sein. Merken Sie sich die Größe und die Laufwerksnummer (zum Beispiel disk4s2), damit Sie die Partition während der Linux-Installation wiedererkennen.

Falls Ihr Mac ein Fusion Drive hat, bei dem eine SSD und eine Festplatte via Core Storage kombiniert sind, müssen Sie diese Volume-Gruppe auflösen, um Xubuntu auf diesem Laufwerk zu installieren. Achtung: Sie verlieren dabei alle darin enthaltenen Daten. Lesen Sie im Terminal mit `diskutil cs list` die UUID hinter „Logical Volume“

Group“ aus und löschen Sie den Core-Storage-Verbund mit `diskutil cs delete 12345678-1234-1234-1234-123456789ABC`. Ersetzen Sie die UUID hinter „delete“ mit dem ermittelten Wert. Danach erhalten Sie zwei Laufwerke: einen kleinen Flash-Speicher sowie ein großes Festplatten-Volume. Nun können Sie beispielsweise Ihre macOS-Installation aus einem Time-Machine-Backup wiederherstellen und parallel Xubuntu installieren – das schlanke Xubuntu könnte sogar auf die kleine SSD passen.

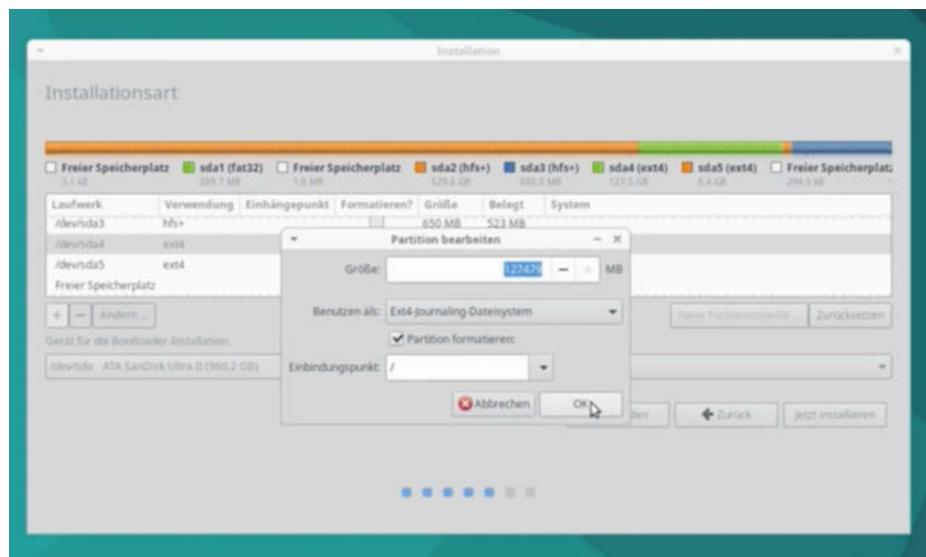
## Installation

Der Assistant zur Installation ist ähnlich komfortabel wie der von macOS. Stellen Sie im Willkommensbildschirm die Sprache ein und im nächsten Dialog die Tastenbelegung. Falls Sie eine deutschsprachige Tastatur verwenden, stellen Sie links „German“ ein und rechts „German (Macintosh)“. Hat das System Ihr WLAN-Modul bereits aktiviert, können Sie sich im folgenden Fenster mit Ihrem WLAN-Router verbinden.

Im nächsten Dialog entscheiden Sie über den Installationsumfang. Wählen Sie die „Normale Installation“ und aktivieren die Einrichtung von Drittanbieterprogrammen, damit WLAN spätestens nach der Installation funktioniert. Haben Sie sich bereits mit dem Funknetz verbunden, sollten Sie vor der Option „Während Xubuntu installiert wird Aktualisierungen herunterladen“ einen Haken setzen.

Der letzte Schritt, nämlich die Auswahl der Zielpartition, ist heikel: Wählen Sie zunächst „Etwas Anderes“ und klicken Sie dann auf „Weiter“. In dieser etwas kryptischen Anzeige erscheinen alle angeschlossenen Laufwerke und deren Partitionen. Lassen Sie bei der Auswahl äußerste Vorsicht walten, sonst können Daten verloren gehen: In der Tabelle angeschlossener Volumes stehen neben den Namen und Größen auch die internen Bezeichnungen, beginnend mit `sd`. Das Mac-Startlaufwerk heißt meistens „`sda`“. Eingerückt folgen dann die einzelnen Partitionen, beginnend mit `sda1`.

Suchen Sie Ihr externes Laufwerk oder die Partition, die Sie im Festplattendienstprogramm freigeschafft haben – Sie erkennen es an der Größe und an der Laufwerksnummer (Schema: `disk4s2` oder `sda3`). Geben Sie diesem Eintrag einen Doppelklick, um ihn für Xubuntu vorzubereiten. Im nächsten Dialogfenster stellen Sie oben die gewünschte Partitions-



**Die gewählte Partition wird mit ext4 formatiert und als „/“ deklariert.**

größe ein und wählen das Dateisystem „ext4 Journaling“ aus (siehe Bild auf S. 152). Setzen Sie darunter das Häkchen bei „Partition formatieren“ und wählen als Einbindungspunkt „/“. Mit „OK“ kehren Sie in die vorige Ansicht zurück. Möglicherweise erscheint nun eine Warnung, die Sie mit „Weiter“ bestätigen.

Wichtig: Das Aufklappmenü „Gerät für die Bootloader-Installation“ sollten Sie ignorieren. Selbst wenn Sie auf ein externes Laufwerk installieren, muss der Bootloader auf dem internen bleiben – sonst entsteht ein großes Durcheinander, so dass Sie möglicherweise nicht mehr von Ihrer Mac-Partition starten können. Ist die Partition vorbereitet und in der Liste ausgewählt, klicken Sie „Jetzt installieren“.

Anschließend stellen Sie eine Zeitzone ein und vergeben noch den Benutzernamen und das Kennwort. Der gesamte Prozess dauert je nach Hardware zwischen zehn Minuten und einer halben Stunde. Danach bittet Sie der Installer um einen Neustart. Alle unsere Test-Macs froren nach der Bestätigung des Neustarts ein, sodass wir die Geräte hart ausgeschaltet haben (Ausschalter 5 Sekunden lang gedrückt halten und dann den USB-Stick abziehen).

Beim Neustart halten Sie die Alt-Taste gedrückt und wählen erneut „efi boot“, diesmal die mit einem grauen Festplatten-Symbol dekorierte Version. Die orange Variante mit dem USB-Symbol steht für den Installationsstick, sollten Sie den noch nicht abgezogen haben. Nach der Kennworteingabe fragt Sie das System nach zusätzlichen Infos, die aus dem Internet zu laden sind. Für den Download per WLAN müssen Sie spätestens jetzt eine Verbindung zum Router herstellen: Klicken Sie in die obere rechte Ecke und tippen Sie das Netzwerk-Symbol an, wählen Sie Ihr WLAN aus und geben Sie das WLAN-Kennwort ein. Danach folgen Sie den Vorschlägen des Xubuntu-Systems, um die zusätzliche Sprachunterstützung zu installieren.

Kommt dabei keine stabile WLAN-Verbindung zustande oder stehen Ihnen gar keine Funknetze zur Auswahl, müssen Sie von Hand nachhelfen. Dazu benötigen Sie entweder eine kabelgebundene Netzwerkverbindung oder einen WLAN-USB-Stick. Öffnen Sie das Terminal über das Mäuschen-Symbol oben links unter „Zubehör“ und geben Sie nacheinander die Befehle `sudo apt-get update`, `sudo apt-get purge bcmwl-kernel-source` und `sudo apt-`

`get install firmware-b43-installer -y` ein, jeweils gefolgt von Enter; beim ersten Befehl fragt Sie das System nach Ihrem Passwort. Damit aktualisieren Sie die Liste der Updates, löschen die nicht funktionierenden Treiber und installieren die korrekten. Möglicherweise liefert der zweite Befehl eine Fehlermeldung, ein Treiber sei nicht installiert oder werde nicht gefunden; diese können Sie ignorieren. Nach einem Neustart sollten Sie das eingebaute WLAN-Modul nutzen können.

Oben links im Menü verbirgt sich hinter dem Blitzsymbol ein Schieberegler für die Helligkeit. Bei älteren Macs mit Radeon-Grafik reagiert er nicht. Damit es klappt, müssen Sie noch einmal Hand anlegen. Geben Sie in einem Terminal-Fenster den Befehl `sudo nano /etc/default/grub`, bestätigen mit Enter und geben bei Bedarf Ihr Kennwort ein. Suchen Sie im nun erscheinenden Text-Editor die Zeile, die mit „GRUB\_CMDLINE\_LINUX\_DEFAULT“ beginnt. Den restlichen Teil in Anführungsstrichen ergänzen Sie nun um den Text „`acpi_backlight=vendor`“ (ohne eigene Anführungszeichen). Mit Strg + X schließen Sie den Editor und werden gefragt, ob Sie die Änderungen speichern und den bisherigen Namen beibehalten wollen, was Sie beides bestätigen. Damit die Änderung beim nächsten Neustart eingelesen wird, müssen Sie die Startkonfiguration von Linux mit `sudo update-grub` auffrischen. Nach einem Neustart sollte die Helligkeitsregelung funktionieren.

### Umzug geschafft, Einrichtung folgt

Damit ist der größte Schritt beim Umzug von macOS zum Linux-System geschafft, das System ist einsatzbereit. Die Software-Grundausstattung wie Browser (Firefox), Mail-Programm (Thunderbird) sowie Office-Suite (Libre Office) bringt Xubuntu mit, nach weiterer Software können Sie über die App „Software“ stöbern.

Was noch fehlt, ist die heimelige Einrichtung: Wie Sie Xubuntu mit wenigen Handgriffen und mithilfe von Themes wie macOS aussehen lassen und ihm liebgewonnene Tastenkürzel beibringen, erklären wir in einem zweiten Artikel in einer kommenden Ausgabe. Dort lesen Sie auch, wie Sie Xubuntu bei Nichtfallen wieder vom Mac entfernen.

(bkr@ct.de) 

**Links zu Xubuntu und allen Tools:**  
[ct.de/y3r2](http://ct.de/y3r2)

**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)

 MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE INFORMATIONSTECHNIK

 [www.iX.de/digital-testen](http://www.iX.de/digital-testen)

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

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



# Trügerische Sicherheit

## MS Office: Dokumente gegen unerwünschte Zugriffe schützen

**Microsoft Office bietet eine Reihe von Mechanismen, die Texte und Tabellen gegen unbefugtes Lesen und Ändern schützen sollen. Wir stellen alle Schutzarten vor – aber nur eine ist bombensicher.**

**Von Stefan Wischner**

Office-Dokumente lassen sich mit verwirrend vielfältigen Techniken vor neugierigen Augen und unberechtigten Änderungen schützen. Viele davon wiegen den Anwender in falscher Sicherheit. Manche entsprechen eher einem „Betreten verboten“-Schild an einer nicht abgesperrten Tür. Das gilt für Bearbeitungssperren ohne Passwort und versteckte Inhalte – sie schützen mehr vor unbeabsichtigtem als vor unbefugtem Zugriff. Andere kommen einer Tür gleich, die zwar abgeschlossen ist; der Schlüssel liegt aber an einem leicht zugänglichen Ort, den man nur kennen muss.

Die Schutzmechanismen haben zwar alle ihre Berechtigung – zum Beispiel, um Missgeschicke oder unbeabsichtigte Bearbeitung zu verhindern, einen echten Schutz bieten diese Funktionen jedoch nicht. Wir stellen alle vor und zeigen, welche Sicherheit Sie davon erwarten dürfen – und wie man sie umgeht. Abschließend erfahren Sie, an welcher Schutzart sich auch gewiefte Hacker die Zähne ausbeißen.

### **Bearbeitungsschutz light**

Die schwächste Schutzmaßnahme ist gar nicht als solche gedacht, sondern nur eine Kennzeichnung, dass Änderungen nicht gewünscht sind: Ein Word-Dokument, eine Excel-Arbeitsmappe oder eine PowerPoint-Präsentation lassen sich als „Finale Version“ kennzeichnen. Das machen Sie, indem Sie im jeweiligen Programm über „Datei/Informationen/Dokument schützen“ auf den untersten Menüpunkt „Als final kennzeichnen“ klicken. Das aktiviert zwar einen Schreibschutz im Dokument und verhindert damit weitere Änderungen. Beim Öffnen der Datei erscheint im oberen Bereich zudem ein Hinweis, dass es sich um eine finale Version handelt. Jedoch findet sich daneben auch eine Schaltfläche, mit der sich der Schreibschutz einfach wieder aufheben

lässt. Immerhin muss man das bewusst tun, wodurch der Schutz vor unbeabsichtigter Änderung etwas besser ausfällt, als zum Beispiel dem Dateinamen einfach ein „final“ anzuhängen.

## Excel: Versteckspiele

Was jemand nicht sehen soll, versteckt man am besten. Zum Beispiel einzelne Arbeitsblätter in einer Excel-Arbeitsmappe: Klicken Sie dazu mit der rechten Maustaste unten auf den Reiter des Arbeitsblattes, das Sie verstecken wollen und wählen Sie aus dem Kontextmenü „Ausblicken“. Damit verschwindet das gesamte Blatt, als würde es gar nicht existieren, es lässt sich aber für Berechnungen oder in Makros weiterhin referenzieren. Leider taugt das kaum, Inhalte vor neugierigen Blicken zu verbergen. Um ein so verstecktes Arbeitsblatt wieder zum Vorschein zu bringen, reicht es nämlich, mit der rechten Maustaste auf einen noch sichtbaren Arbeitsblattreiter zu klicken und „Einblenden“ zu wählen. Wurden mehrere Blätter ausgeblendet, wird eine Auswahl der einzublendenen Blätter angezeigt.

Diese Funktion ist weniger dazu gedacht, Arbeitsblätter wirkungsvoll vor neugierigen Blicken zu verstecken. Sie dient eher dazu, Tabellen mit Hilfs- oder Zwischendaten oder solche, die weder bearbeitet noch gesichtet werden müssen, aus dem Blick zu bekommen und die Arbeitsmappe übersichtlicher zu machen.

Etwas mehr Schutzwirkung bietet eine weiterführende Versteckfunktion: Das Attribut `x1SheetVeryHidden` lässt sich nur über den Visual Basic Editor setzen. Es versteckt ein einzelnes Arbeitsblatt sowie die vorherige Methode; allerdings lässt es sich auch nur per VBA-Editor wieder sichtbar machen – einen „Einblenden“-Button im Kontextmenü gibt es nicht. Keine Sorge – Sie müssen keine Zeile VBA-Code schreiben, um das Attribut zu setzen und die Arbeitsmappe auch nicht im XLSM-Format speichern.

Um ein Arbeitsblatt auf diese Weise zu verstecken, öffnen Sie den VBA-Editor. Am schnellsten geht das mit Alt+F11. Oben links im Projektbaum wählen Sie das Arbeitsblatt, das Sie verstecken möchten. In der Eigenschaftentabelle darunter klicken Sie auf das „Visible“ in der letzten Zeile, wählen in der zweiten Spalte „2 - xlSheetVeryHidden“ und schließen den Editor. Um ein Arbeitsblatt wieder einzublenden, stellen Sie den Wert auf „-1 - xlSheetVisible“ um.

Da das jeder tun kann, bietet auch diese Methode nur bedingten Schutz vor neugierigen Blicken. Allerdings hat sie den Vorteil, dass es auf den ersten Blick gar nicht ersichtlich ist, dass es in der Arbeitsmappe versteckte Blätter gibt. Die einfachere Versteckmethode verrät sich alleine durch die Existenz des Kontextmenü-Befehls „Einblenden“. Die Very-Hidden-Methode hingegen setzt den Verdacht voraus, dass es unsichtbare Arbeitsblätter geben könnte. Dann muss man den VBA-Editor aufrufen und im Projektbaum alle Einträge durchklicken, um zu sehen, ob das Attribut `x1SheetVeryHidden` gesetzt ist.

Übrigens lassen sich Arbeitsblätter über die Blatteigenschaften im VBA-Editor nur einzeln ein- und ausblenden. Um mehrere oder alle Blätter auf einmal zu verstecken oder sichtbar zu machen, ist dann doch VBA-Code nötig. Der zuständige Befehl lautet `Sheets("Name").Visible = xlVeryHidden` zum Ausblenden beziehungsweise `Sheets("Name").Visible = True` zum Einblenden. Eine Schleife zum Einblenden sämtlicher versteckter Blätter würde in VBA zum Beispiel folgendermaßen aussehen:

```
Sub UnhideAllSheets()
    Dim wks As Worksheet
    For Each wks In ActiveWorkbook.Worksheets
        wks.Visible = xlSheetVisible
    Next wks
End Sub
```

## Word: Texte ausblenden

Wollen Sie in Word Texte oder Textteile vor neugierigen Blicken verstecken, geht das nur mit einem speziellen Zeichenattribut (ähnlich fett oder kursiv). Sicher ist das nicht, denn jeder kann das Attribut ganz einfach wieder entfernen. Markieren Sie den betreffenden Textabschnitt und öffnen Sie den Schriftartendialog. Unter Windows geht das mit einem Klick auf die rechte untere Ecke des „Schriftart“-Abschnitts in der Menüleiste „Start“ oder mit der Tastenkombination Strg+D. Mac-User erreichen es über „Format/Schriftart“ oder mit Cmd+D. Im Schriftartendialog setzen Sie das Häkchen bei „Ausgeblendet“. Der markierte Text verschwindet, ohne eine Lücke zu hinterlassen – allerdings nur, wenn die Anzeige der Steuerzeichen (Leerzeichen, Absatzmarken ...) abgeschaltet ist. Ansonsten bleibt der Textbereich sichtbar und wird gepunktet unterstrichen. Um den Text wieder einzubringen, entfernen Sie das Häkchen wieder.

ct kompakt

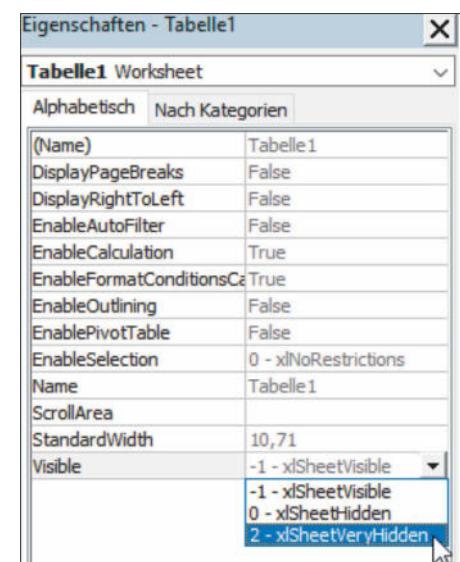
- Viele der Schutzfunktionen für Excel-Tabellen und Word-Texte lassen sich von jedem, der sich ein wenig auskennt, leicht umgehen.
  - Die Dokumentenverschlüsselung von MS Office ist sicher – zumindest mit einem starken Passwort.
  - Die Passwörter fremder Office-Dokumente zu knacken ist strafbar.

blenden, ist dann auch diese Darstellung einzuschalten. Das geht über das „Start“-Menü, wo Sie im Bereich „Absatz“ das Absatzmarkenzeichen anklicken oder per Tastatur unter Windows mit Strg+\*, auf dem Mac mit Cmd+8. Danach kann man den Textbereich markieren und im Schriftarten-Dialog das „Ausblenden“-Attribut wieder ausschalten.

Diese Funktion ist vor allem dazu gedacht, bereits fertige oder störende Textabschnitte vorübergehend zu verstecken. Eine Funktion, die Textteile wirkungsvoll verschwinden lässt oder sicher schwärzt, bietet Word bislang nicht.

## Word: Bearbeitungsschutz

Etwas mehr Möglichkeiten gibt es, wenn Sie Texte davor schützen möchten, dass jemand sie verändert. Bombensicher sind diese Methoden aber ebenfalls nicht.



Über den VBA-Editor lassen sich Excel-Arbeitsblätter etwas effizienter als mit der „Ausblenden“-Funktion verstecken, indem man das Attribut „`xlSheetVeryHidden`“ setzt.

Unter Windows klicken Sie im Menüband „Überprüfen“ auf die Schaltfläche „Bearbeitung einschr.“, um am rechten Rand den zugehörigen Dialogbereich zu öffnen. Unter „2. Bearbeitungseinschränkungen“ setzen Sie das Häkchen bei „Nur diese Bearbeitungen im Dokument zulassen“ und wählen dann aus der Liste darunter die Schutzart. Möchten Sie den Text gegen jede Veränderung sperren, ist „Keine Änderungen (Schreibgeschützt)“ die richtige Wahl. Aktivieren Sie den Schutz mit einem Klick auf „Ja, Schutz jetzt anwenden“. Sie werden nach einem Passwort gefragt. Falls Sie das Feld leer lassen, können Sie – und auch jeder andere – den Schutz ohne Kennworteingabe genauso einfach wieder aufheben.

Unter macOS funktioniert es ganz ähnlich, nur finden Sie den zugehörigen Dialog unter „Überprüfen/Schützen/Dokument schützen“. Setzen Sie das Häkchen bei „Dokument schützen für:“, wählen Sie zum Beispiel „Überarbeitungen“ und tragen Sie optional in das zugehörige Feld ein Kennwort ein.

Ein Haken ist, dass sich so nur das komplette Dokument gegen Bearbeitung sperren lässt und nicht etwa einzelne Textteile. Das geht zwar auch – die Vorgehensweise ist aber umständlicher. Sie müssen den zu sperrenden Textbereich zuerst zu

einem eigenen Abschnitt machen; ihn nur zu markieren, reicht nicht aus. Dazu setzen Sie vor und hinter den Textabschnitt jeweils eine Abschnittsmarke. Unter Windows und macOS geht das gleichermaßen über „Layout/Umbrüche“ und Auswahl einer der Trennmarken unter „Abschnittsumbrüche“. Möchten Sie an der jeweiligen Stelle keinen zusätzlichen Seitenumbruch, wählen Sie „Fortlaufend“, ansonsten eine der anderen Optionen.

Im Dialog für die Einschränkung der Bearbeitung wählen Sie nicht „Überarbeitungen“, sondern „Ausfüllen von Formularen“ – auch wenn es keine Formularelemente im Dokument gibt. Ist das Dokument in Abschnitte unterteilt, erscheint in Word für Windows unterhalb der Auswahlliste ein Link mit der Bezeichnung „Abschnitte auswählen...“. Ein Klick darauf öffnet einen Dialog, in dem Sie die Abschnitte abhaken, die gegen Bearbeitung geschützt werden sollen. Unter macOS gibt es im Dialog statt eines Links eine Schaltfläche mit der Beschriftung „Abschnitte...“, die anklickbar wird, nachdem Sie unter „Dokument schützen für:“ „Formulareingabe“ gewählt haben. Problem: Gibt es tatsächlich Formularelemente im Text[1], lassen sich die bei dieser Schutzmethode trotzdem ausfüllen.

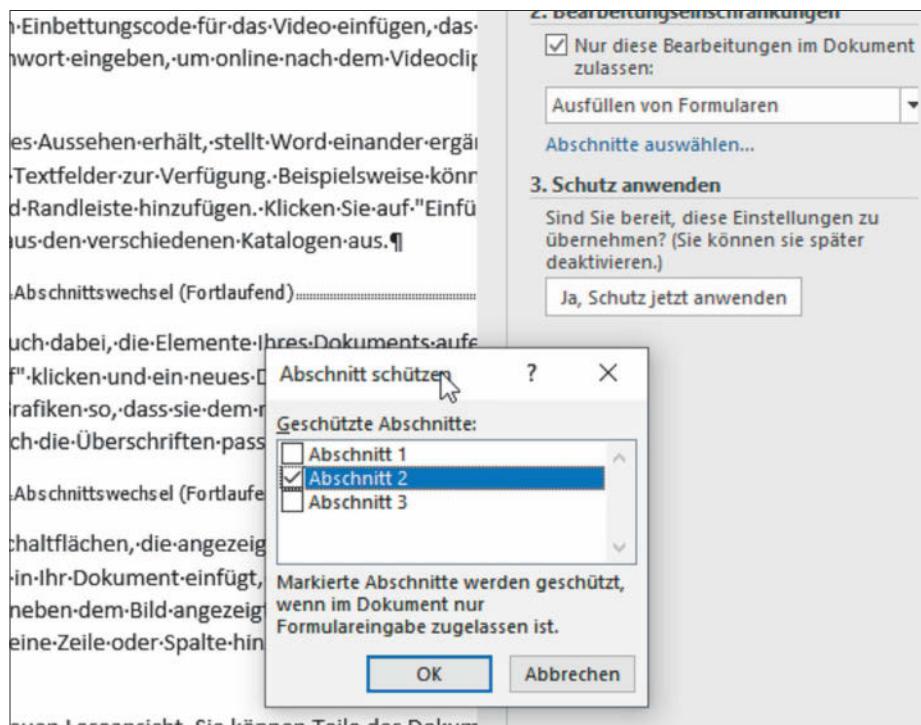
## Excel: Bearbeitungsschutz fein justiert

Wie auch in Word können Sie Daten in Excel vor ungewollten oder unberechtigten Änderungen schützen. Allerdings lässt sich der Schutz kleinteiliger einstellen. Einen Bearbeitungsschutz richten Sie getrennt für jedes Blatt der Arbeitsmappe ein und können zudem bestimmen, welche Arten der Änderungen trotz Schutz erlaubt sind und sogar nur einzelne Zellbereiche schützen. Außerdem können Sie über „Überprüfen/Arbeitsmappe schützen“ die Struktur der gesamten Arbeitsmappe sperren, sodass Nutzer zum Beispiel keine Blätter löschen oder hinzufügen können. Alle Methoden lassen sich zusätzlich mit einem Kennwort absichern.

Für einen kompletten Blattschutz wechseln Sie zum betreffenden Arbeitsblatt und wählen dann „Überprüfen/Blatt schützen“. Im folgenden Dialog markieren Sie nach Bedarf weiterhin erlaubte Bearbeitungsarten, zum Beispiel „Zellen formatieren“ oder „Sortieren“. Zwei sind schon aktiviert, nämlich „Auswählen gesperrter Zellen“ und „Entsperrte Zellen auswählen“. Wenn Sie auch nicht möchten, dass jemand Datenbereiche markieren kann, entfernen Sie die beiden Häkchen. Im Feld ganz oben geben Sie optional noch ein Passwort ein, dass Sie nach dem Klick auf „OK“ zur Sicherheit wiederholen müssen. Um ein gesperrtes Blatt wieder komplett bearbeitbar zu machen, wählen Sie „Überprüfen/Blattschutz aufheben“. Gegebenenfalls müssen Sie noch das Kennwort eingeben.

Möchten Sie nicht das gesamte Blatt, sondern nur bestimmte Zellbereiche darin schützen, geht das so: Stellen Sie zuerst sicher, dass das Blatt insgesamt nicht geschützt ist. Markieren Sie den gesamten Blattinhalt und öffnen Sie dann den Dialog für Schriftattribute. Dazu klicken Sie im Menüband „Start“ im Abschnitt „Schriftart“ auf den Pfeil in der rechten unteren Ecke des Menüabschnitts (nur Windows) oder drücken Strg+Umschalt+A (macOS: Cmd+1). Wechseln Sie zum Reiter „Schutz“ und entfernen Sie das Häkchen bei „Geschützt“.

Nach einem Klick auf „OK“ markieren Sie die Zellbereiche, die Sie schützen möchten; auch ganze Spalten oder Zeilen sind möglich. Öffnen Sie wieder den Schriftart-Dialog und setzen Sie auf dem Reiter „Schutz“ das Häkchen bei „Geschützt“. Zum Schluss aktivieren Sie den Blattschutz über „Überprüfen/Blatt schüt-



Um nur Teile eines Textes in Word mit einem Bearbeitungsschutz zu versehen, muss man ihn in Abschnitte zerlegen und nur das Ausfüllen von Formularen erlauben.



CloudLand

[www.cloudland.org](http://www.cloudland.org)

# DAS CLOUD NATIVE FESTIVAL

## 4 TAGE - 4 THEMEN

TAG 1: CONTAINER- & CLOUD-TECHNOLOGIEN

SPECIAL AM ABEND:

# Geek Night



Weitere Informationen

29.JUNI BIS  
2.JULI 2022

—  
im Phantasialand  
in Brühl

Datei Bearbeiten Ansicht Favoriten Extras Hilfe					
Hinzufügen	Entpacken	Überprüfen	Kopieren	Verschieben	Löschen
C:\Users\swi\Documents\Geschützt2.docx\word\					
Name	Größe	Gepackte Größe	Geändert am	Erstellt am	
theme	8 387	1 746			
_rels	817	244			
document.xml	6 164	1 830	1980-01-01 00:00		
fontTable.xml	1 658	495	1980-01-01 00:00		
settings.xml	3 057	1 049	2022-03-21 10:51	2022-03-21 10:44	
styles.xml	29 469	2 977	1980-01-01 00:00		
webSettings.xml	894	334	1980-01-01 00:00		

Öffnet man die Word-Datei mit einem Packprogramm wie 7-Zip, reicht eine kleine Änderung in der Datei settings.xml, um einen Blattschutz und das zugehörige Passwort zu deaktivieren.

zen“. Er betrifft nun nur die zuvor ausgewählten Bereiche.

### Word/Excel: Bearbeitungs- und Blattschutz entfernen

Die Sicherheit, die die Bearbeitungssperre suggeriert, ist trügerisch. Ohne zusätzliches Kennwort lässt sich der Schutz von jedem einfach wieder abschalten. Aber auch der Kennwortschutz lässt sich leicht umgehen – besonders dann, wenn in Word der gesamte Text mit der Option „Dokument schützen für: Überarbeitungen“ geschützt wurde: Markieren Sie einfach den kompletten Text mit Strg+A, kopieren Sie ihn in ein neues Dokument, schließen Sie die geschützte Datei und überschreiben Sie sie mit der neu angelegten. Das klappt jedoch nicht beim Schutz mit einer Begrenzung auf „Formulareingabe“. Die geschützten Abschnitte lassen sich dann nämlich gar nicht erst markieren. Das scheint in Verbindung mit einem Kennwort wesentlich sicherer, lässt sich aber auch recht einfach umgehen.

Die mit Office 2007 eingeführten Dateiformate (zum Beispiel DOCX) sind Zip-Archive, die Ordner und eine Reihe von XML-Dateien enthalten. Um den Bearbeitungsschutz – auch mit Passwort – aus einer DOCX-Textdatei zu entfernen, öffnen Sie das Archiv. Ändern Sie dazu entweder die Dateiendung in .zip und nutzen Sie den systemeigenen Entpacker oder – besser – verwenden Sie ein externes Packprogramm wie 7-Zip. Damit können Sie die Datei direkt öffnen, ohne sie zuvor umzubenennen.

Im Archiv finden Sie einige Ordner und darin XML-Dateien. Interessant ist

die Datei settings.xml im Ordner „Word“. Darin müssen Sie etwas ändern. Nutzen Sie 7-Zip unter Windows, reicht ein Druck auf F4, um sie im Editor zu öffnen. An dernfalls entpacken Sie sie an eine beliebige Stelle, nehmen die im Folgenden beschriebene Änderung vor und fügen sie dann wieder dem Archiv hinzu.

In der Datei settings.xml suchen Sie nach der meist sehr langen Zeichenkette, die mit <w:documentProtection beginnt, markieren Sie sie einschließlich des abschließenden /> und löschen den gesamten Abschnitt. Ersetzen Sie die alte settings.xml im Archiv durch die modifizierte oder (bei Verwendung von 7-Zip) nicken Sie das Angebot ab, die Datei zu aktualisieren. Hatten Sie die Datei umbenannt,

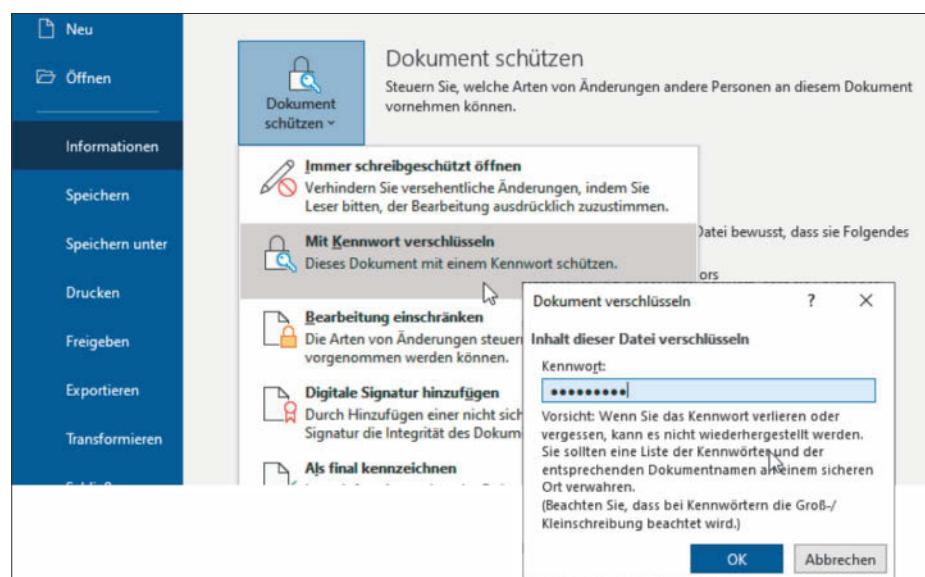
ersetzen Sie die Endung .zip wieder durch .docx. Der Schutz ist jetzt vollständig entfernt.

Ähnlich funktioniert es mit dem Blattschutz in Excel. Allerdings müssen Sie jedes Arbeitsblatt separat entsperren. Die zu modifizierenden XML-Dateien stecken hier im Archivordner „xl\worksheets“, heißen sheet1.xls, sheet2.xls (und so weiter) und der zu entfernende String beginnt mit <sheetProtection und endet mit />. Sobald Sie den entfernen und die jeweilige XML-Datei wieder ins Archiv packen, ist der Schutz des zugehörigen Arbeitsblattes aufgehoben.

Wie Sie sehen, gibt es keinen wirklich wirkungsvollen Schutz gegen das Verändern von Office-Dateien. Wenn Sie ein Textdokument oder eine Excel-Tabelle weitergeben und ganz sicher sein wollen, dass niemand daran herummanipuliert, kommt der Export in ein Bitmap-PDF in Frage. Selbst das ließe sich noch manipulieren, zwar nicht mehr bequem als Text, aber in einer Bildbearbeitung; schwieriger wäre eine Manipulation eines PDF/A-Dokuments[2].

### Komplett vernagelt

Neben den bisher gezeigten Schutzarten, die zum Teil gar nicht als solche gedacht sind und sich zudem alle sehr einfach umgehen lassen, gibt es auch einen sehr wirkungsvollen Schutz: Sowohl Word-Dokumente als auch PowerPoint-Präsentationen und Excel-Dateien lassen sich mit einem Passwort versehen und damit sehr effektiv verschlüsseln.



Der sicherste Zugriffsschutz für Office-Dateien ist, sie mit einem Passwort zu verschlüsseln. Gut merken, es lässt sich nicht zurücksetzen!

Das funktioniert in allen drei genannten Office-Programmen gleichermaßen: Öffnen Sie mit einem Klick auf „Datei“ die sogenannte Backstage-Ansicht und wählen Sie links den Menüpunkt „Informationen“. Danach klicken Sie im rechten Bereich auf „Dokument schützen“ (Word) beziehungsweise „Arbeitsmappe schützen“ (Excel) oder „Präsentation schützen“ (PowerPoint). Es öffnet sich ein Dialog, der zur Eingabe eines Passworts auffordert. Nach einem Klick auf „Ok“ geben Sie das Passwort erneut ein; ein weiterer Klick auf „Ok“ aktiviert den Schutz. Nachdem Sie die Datei gespeichert haben, liegt sie verschlüsselt auf dem Datenträger und lässt sich nur mit dem korrekten Passwort öffnen.

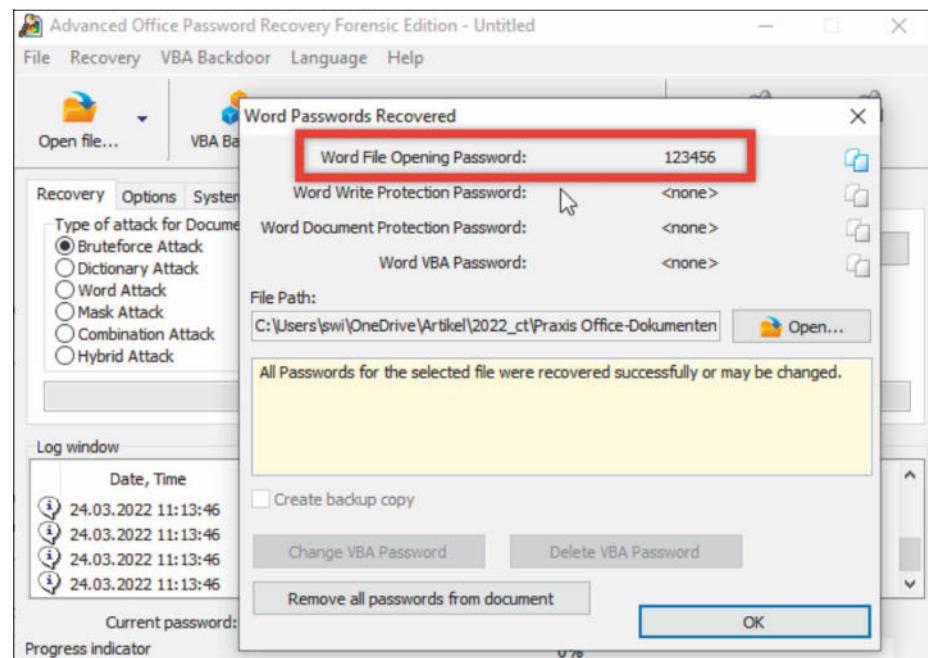
Sollten Sie eine verschlüsselte Office-Datei jemandem weitergeben wollen, der nicht Microsoft Office nutzt, aber ein Programm, das Office-Dateien lesen kann: Softmaker Office, LibreOffice und Only Office kommen mit verschlüsselten Dateien klar und öffnen sie problemlos nach der Eingabe des Passworts. Andere Programme, zum Beispiel Google Docs und Papyrus Autor, können mit passwortgeschützten Office-Dateien hingegen nichts anfangen. Die Browser-Versionen von Microsoft Office entschlüsseln die Dateien zwar nach der Eingabe des Passwortes und zeigen den Inhalt an, erlauben aber keine Bearbeitung in der Online-Version des Programms.

### Nahezu unknackbar

Die Warnung, die der Dialog zur Passworteingabe vor dem Verschlüsseln ausgibt, sollten Sie ernst nehmen und sich das Kennwort gut merken oder notieren. Es gibt keine Möglichkeit, ein vergessenes Passwort zurückzusetzen.

Bis einschließlich Office 2003 nutzte Microsoft einen schwachen Algorithmus, der sich mit einschlägigen Tools schnell aushebeln lässt. Seit Office 2007 kommt AES zum Einsatz. Anfangs wurde ein 128-Bit-Schlüssel verwendet, seit Office 2013 wird AES-256 genutzt. Die erwähnten, in der Regel kostenpflichtigen Knacktools für ältere Office-Dateien versuchen sich inzwischen auch an AES-verschlüsselten Dateien. Dazu setzen sie Wörterbuch- und Brute-Force-Attacken ein, beißen sich aber an halbwegs komplexen Passwörtern die Zähne aus.

Wir haben es mit der 400 Euro teuren Forensic Edition von Advanced Office Password Recovery (<https://www.elcomsoft.com>)



Einschlägige, meist kommerziell vertriebene Office-Hacktools wie Advanced Office Password Recovery knacken simple Passwörter sehr schnell, beißen sich an komplexeren aber die Zähne aus.

de/aopr.html) ausprobiert. Die laut einer Untersuchung im Jahr 2021 beliebtesten Kennwörter stellten für das Programm keine Herausforderung dar: „123456“, „passwort“, „test123“ oder „qwertz1“ waren auf einem Mittelklasse-Notebook mit Ryzen 5500U in wenigen Minuten, teils sogar nur Sekunden geknackt. Den Test mit einer 10-stelligen Kombination aus Groß- und Kleinbuchstaben, Ziffern und Sonderzeichen haben wir hingegen nach drei Tagen Rechenzeit abgebrochen; schließlich sollte dieser Artikel noch im aktuellen Jahrtausend erscheinen.

### Fazit

Die meisten Schutzmechanismen von Word und Excel stellen nur kleine bis mittelgroße Hürden dar, die sich mit ein wenig Wissen leicht überwinden lassen. Wer seine Dokumente, Tabellen und Präsentationen wirkungsvoll vor Fremdzugriff schützen will, muss die Verschlüsselungsfunktion von Office in Verbindung mit einem schwer zu erratenden Passwort nutzen. [swi@ct.de](mailto:swi@ct.de) ct

### Literatur

- [1] Stefan Wischner, Ausfüllungsgehilfen, Interaktive Elemente in Word für Formulare und als Eingabehilfe, ct 23/2021, S. 152
- [2] Klaas Posselt, Freier Zugang für alle, Von Text bis Tabellen: Aus Word-Dokumenten schrittweise barrierefreie PDFs machen, ct 07/2022, S. 150

## Möglicherweise strafbar

Das Knacken fremder Passwörter ohne Zustimmung des Besitzers der damit geschützten Daten ist in den Augen des Gesetzgebers eine Straftat. §202c des StGB („Hackerparagraph“) besagt:

Wer eine Straftat nach § 202a (Ausspähen von Daten) oder § 202b (Abfangen von Daten) vorbereitet, indem er

1. Passwörter oder sonstige Sicherungscodes, die den Zugang zu Daten ermöglichen, oder

2. Computerprogramme, deren Zweck die Begehung einer solchen Tat ist, herstellt, sich oder einem anderen verschafft, verkauft, einem anderen überlässt, verbreitet oder sonst zugänglich macht, wird mit Freiheitsstrafe bis zu zwei Jahren oder mit Geldstrafe bestraft.

Der zweite Punkt könnte so verstanden werden, dass schon der bloße Besitz eines Passwortknackprogramms strafbar ist. Dem ist aber nicht so – so lange es nicht zur Vorbereitung einer Straftat nach § 202a oder § 202b angeschafft wurde, sondern zum Beispiel nur für die Ermittlung eigener vergessener Kennwörter bereitgehalten wird.

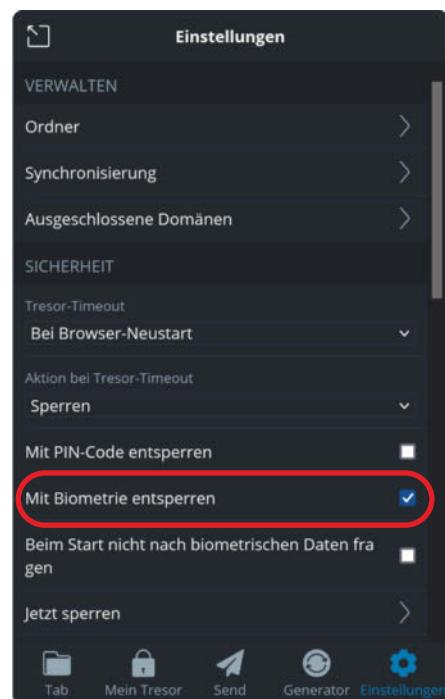
# Gesichtskontrolle

## Bitwarden per Windows Hello entsperren

**Auch auf Windows-Rechnern lässt sich der Passwortmanager Bitwarden leicht per PIN, Gesicht oder Fingerabdruck entsperren. Das sorgt für mehr Komfort und Sicherheit. Ein Gratis-Account reicht dafür aus.**

Von Ronald Eikenberg

Der Passwortmanager Bitwarden ist beliebt, weil er Open Source ist und schon das kostenlose Abo für die meisten Anwender vollkommen ausreicht. Apps gibts für die meisten Betriebssysteme, passende Browser-Erweiterungen für alle wichtigen Browser.



Ist die Windows-App „Bitwarden Desktop“ installiert und konfiguriert, taucht in Bitwardens Browser-Erweiterung die Option „Mit Biometrie entsperren“ auf.

Um Bitwarden auf dem Rechner zu nutzen, reicht es, die Browser-Erweiterung zu installieren. Doch die Stand-alone-App für Windows bietet einen interessanten Mehrwert, der nicht offensichtlich ist: Sie unterstützt das komfortable Anmeldeverfahren Windows Hello, wodurch sich der Passwort-Tresor auch ohne die Eingabe des (hoffentlich langen) Master-Passworts entsperren lässt. Dafür genügt ein kostenloser Bitwarden-Account. Ist die App installiert, können Sie auch die Browser-Erweiterung mit Hello entsperren.

Durch Windows Hello reicht eine vierstellige PIN zum Entsperren aus. Alternativ klappts wie am Smartphone auch per Gesichts- oder Fingerabdruck-Scan, sofern Ihr Gerät mit einem Hello-kompatiblen Fingerprint-Reader oder einer Hello-Kamera ausgestattet ist. Beides können Sie als USB-Zubehör günstig nachrüsten. Abstriche bei der Sicherheit machen Sie dabei nicht: Windows Hello nutzt den TPM-Chip Ihres Systems, sofern vorhanden.

### PIN sicherer als Passwort

Der TPM-Chip verhindert Brute-Force-Angriffe auf die PIN, da er nur wenige Fehlversuche zulässt. Dadurch ist selbst eine vierstellige PIN ausreichend sicher. Die PIN ist zudem ans Gerät gebunden – ein Angreifer kann also wenig damit anfangen, solange er nicht auch Zugriff auf Ihr System hat.

Angriffe auf die biometrischen Verfahren (Gesichts-Scan und Fingerabdruck) sind zwar grundsätzlich möglich, erfordern jedoch technisches Know-how und sind mit Aufwand verbunden – solange es nicht jemand gezielt auf Sie abgesehen hat, müssen Sie sich keine Sorgen machen.

Unterm Strich gewinnen Sie durch Hello nicht nur Komfort, sondern auch Sicherheit: Da Sie das Master-Passwort nicht länger bei jeder Entsperrung des Passwort-Tresors eingeben müssen, nehmen Sie neugierigen Mitmenschen und

Trojanern die Chance, Ihnen dabei über die Schulter zu schauen.

### Schnell eingerichtet

Zunächst sollten Sie die Hello-Anmelde-methoden, die Ihr Gerät bietet, überprüfen und einrichten. Rufen Sie hierzu über eine Startmenü-Suche die „Anmeldeoptionen“ in den Einstellungen auf. Dort können Sie eine PIN festlegen und die Erkennung von Fingerabdruck und Gesicht einrichten – sofern nicht bereits geschehen.

Damit Sie Bitwarden mit Hello entsperren können, müssen Sie die Windows-App Bitwarden Desktop (siehe ct.de/yccb) installieren. Anschließend können Sie

auch die Browser-Erweiterung mit Hello entsperren. Die Browser-Erweiterung allein reicht dafür nicht aus, da

Bitwarden Desktop die Hello-Authentifizierung übernimmt.

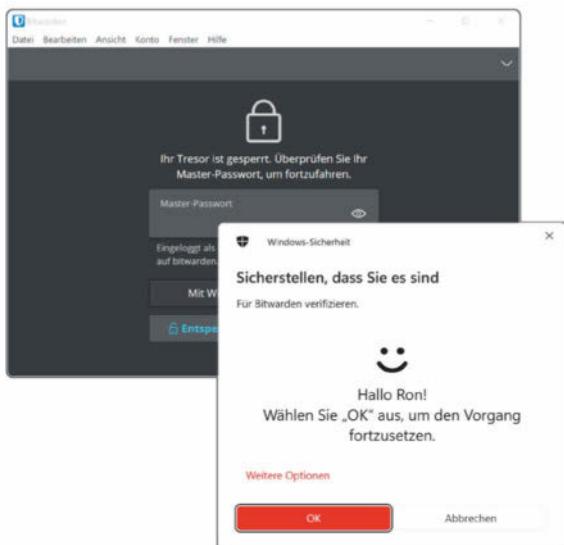
Falls Sie Bitwarden Desktop gerade erst installiert haben, sollten Sie zunächst die Programmsprache unter „File/Settings“ auf „de - Deutsch“ ändern und die App neu starten. Aktivieren Sie in den Einstellungen anschließend die Optionen „Mit Windows Hello entsperren“ und „Browser-Integration aktivieren“. Falls sich daraufhin die Windows-Firewall meldet und fragt, in welchen Netzwerktypen die App erreichbar sein soll, können Sie diesen Dialog mit „Abbrechen“ schließen. Bei unserem Versuch waren für die Kommunikation zwischen App und Browser-Erweiterung keine Firewall-Ausnahmen nötig. Fehlt die Option für Windows Hello, obwohl Sie Hello wie oben beschrieben eingerichtet haben, müssen Sie noch das Visual C++ Redistributable Package von Microsoft installieren (siehe ct.de/yccb).

### Automatischer Start

Weil Bitwarden Desktop laufen muss, damit Hello bei der Browser-Erweiterung funktioniert, sollten Sie in den Einstellungen der App auch gleich festlegen, dass sie bei der Windows-Anmeldung gestartet wird („Automatisch bei der Anmeldung starten“). Sie können auch die vier darüber liegenden Optionen wie „Minimiert in Taskleiste starten“ einschalten, damit Ihnen die App so selten wie möglich in die Quere kommt und sich nur bei Bedarf zeigt.

In den Einstellungen der Browser-Erweiterungen muss für Windows Hello die Option „Mit Biometrie entsperren“ ein-

Frisch aus  
**ct Nerdistan**



**Adieu Master-Passwort:**  
Mit Windows Hello entsperren Sie Bitwarden einfach per Kamera, Fingerabdruck oder PIN.

## Ausprobieren

Wenn Sie jetzt Bitwarden Desktop oder die Browser-Erweiterung öffnen und der Passwort-Tresor gesperrt ist, sollte sich Windows Hello melden und Sie nach Ihrer Windows-PIN fragen. Ist eine Hello-Kamera oder ein geeigneter Fingerabdruck-Scanner vorhanden, sollte Hello zunächst diesen Weg probieren. Sollte das nicht klappen, dient die PIN als Backup. Wenn alle Stricke reißen, können Sie weiterhin Ihr Master-Passwort benutzen.

Bei der Smartphone-App geht die Einrichtung der biometrischen Anmeldung deutlich leichter von der Hand: Aktivieren Sie unter „Einstellungen/Sicherheit“ einfach die Funktion „Mit Biometrie entsperren“. Auch bei Smartphones und Tablets sorgt ein Security-Chip (Secure Element) für die nötige Sicherheit. Außerdem können Sie in den App-Einstellungen durch „Mit PIN-Code entsperren“ auch eine Zugriffs-PIN festlegen und aktivieren. (rei@ct.de) **ct**

**Bitwarden & Doku:** [ct.de/yccb](http://ct.de/yccb)

geschaltet werden. Wenn Sie möchten, können Sie dort auch noch ein kürzeres Tresor-Timeout einstellen. Das ist die Zeit, nach der Bitwarden den Tresor automatisch sperrt. Mit einem kurzen Timeout stellen Sie sicher, dass niemand auf Ihre

Passwörter zugreifen kann, etwa während Sie sich im Büro kurz einen Kaffee holen. Da das Entsperren mit Hello leicht von der Hand geht, stört es nicht, wenn das häufiger als bisher oder gar bei jeder Nutzung nötig ist.

## Das Krea-Tief überwinden!

### Mac & i Extra Workshops 2021

In 13 neuen Profi-Workshops zu den Themen Podcasten, Geld anlegen, Startup gründen, mit der Drohne filmen und Vielem mehr, greifen die Autoren den Lesern hilfreich unter die Arme. Dieses Mac & i Extra ist ein Muss für alle, die Neues ausprobieren und von den Profis lernen wollen.

[shop.heise.de/mac-workshops21](http://shop.heise.de/mac-workshops21)

10,90 € >



Auch als PDF zum Download!



## Mac & i EXTRA Workshops für Mac und Windows

Podcasten Geld anlegen Startup gründen

Einfach bloggen

Wissenschaftliche Arbeiten schreiben  
Besser fotografieren  
Mit der Drohne filmen  
Videos aufpeppen mit After Effects  
Digitalen Nachlass regeln

PLUS: Client/Server-App mit Java  
Datenbanken mit SQL | Schlan

NEU  
im heise Shop

**heise Shop**

[shop.heise.de/mac-workshops21](http://shop.heise.de/mac-workshops21) >



Bild: Albert Hulm

# API aus der Springform

## Webentwicklung mit Kotlin und Spring: HTTP-Antworten

**Spring Boot treibt moderne Webanwendungen in der Java-VM an. Wir zeigen im zweiten Teil unserer Mini-Serie, wie Sie in diesem Framework mit Kotlin das HTTP-API einer praktischen Aufgabenverwaltung programmieren.**

Von Christian Helmbold

Würde man unser Projekt, eine To-do-Liste als Webanwendung mit Spring Boot zu programmieren, mit sich selbst planen, gäbe es für die Serverseite zwei Einträge: „Datenbankmodell programmieren“ ist schon abgehakt; „HTTP-Anfragen beantworten“ steht noch aus. Zum Speichern der Aufgaben verwendet unsere in Kotlin geschriebene und in der Java-VM lauffähige Anwendung die Datenbank H2. Im ersten Teil [1] haben wir die Datenstrukturen de-

finiert, die Tabellen angelegt und über das Java Persistence API (JPA) erreichbar gemacht. HTTP-Anfragen beantwortet der Beispielcode aber noch nicht. Wie das geht, erklärt dieser Artikel.

**c't Hardcore**

Das Beispiel ist überschaubar, nutzt jedoch die gleiche Technik, die Sie auch für große Webanwendungen im Unternehmensalltag einsetzen würden. Spring Boot ist nämlich besonders für Profis interessant, die die Java-Welt schon kennen. Java-Code müssen Sie

dafür glücklicherweise nicht schreiben, da Sie mit der syntaktisch viel effizienteren Sprache Kotlin alle Java-Klassen und -Bibliotheken nutzen können. Den Code der Anwendung finden Sie in unserem Repository auf GitHub über [ct.de/yyxk](https://github.com/ct-de/yyxk).

Dieser Artikel beleuchtet nur den Kotlin-Code auf der Serverseite, der das Spring-Framework nutzt. Statt kompletter Webseiten liefert der Server im Endausbau eine Single-Page-Applikation mit Angular aus, die über ein API mit der Serverseite interagiert. Dadurch tauschen Server und Client nur so wenig Daten wie nötig aus und die Nutzer werden nicht mit Reloads generiert. Wundern Sie sich also nicht, wenn die HTTP-Requests im Folgenden nur JSON-Daten austauschen.

## Sachbearbeiter

Vom Nutzer in Auftrag gegebene Anfragen an das API der Serveranwendung arbeitet Spring durch „Application Services“ ab. Sie bilden die Verbindung zwischen der äußeren Schnittstelle, in dieser Anwendung HTTP, und dem Kern der Anwendung. Bei ihrer Arbeit laden sie zum Beispiel Daten aus Repositorys, stellen Transaktionen bereit oder prüfen Zugriffsrechte. Man kann sie sich wie Sachbearbeiter vorstellen, die Dokumente entgegennehmen, den Fall bearbeiten und dann einen Brief als Antwort zurücksenden.

In der To-do-Anwendung gibt es zwei Application Services im Ordner `/src/main/kotlin/com/example/todo/application`, einen für `TaskList` und einen für `Task`. Application Services sind die Sachbearbeiter im Hintergrund, die das Repository nutzen und Datenstrukturen bei Bedarf konvertieren. Sie haben keinen Kundenkontakt, das Beantworten der HTTP-Anfragen in der Poststelle kommt später. Der `TaskListService` dient zum Anlegen, Laden, Ändern und Löschen von `TaskLists`. Die Funktionen sind alle ähnlich, weshalb der folgende Code stellvertretend für den Rest nur die Funktionen zum Anlegen (`create`) und zum Finden aller `TaskLists` (`findAll`) zeigt:

```
@Service
@Transactional
class TaskListService(
    private val listRepository: TaskListRepository
) {
    fun create(dto: CreateTaskListDto
    ): Long {
```

```
    val list = TaskList(dto.title)
    val savedList =
        listRepository.save(list)
    return savedList.id
}

fun findAll(): List<ListOverviewDto> {
    return listRepository
        .findAll()
        .map {
            ListOverviewDto(
                it.id, it.title
            )
        }
}

// weitere Funktionen ...
```

Die Annotation `@Service` zeigt an, dass es sich um eine Klasse handelt, die Spring als Application Service verwalten soll. Spring erzeugt dann automatisch eine Instanz und injiziert sie an den nötigen Stellen. Weiterhin kümmert sich Spring auch darum, dass `TaskListService` seine Abhängigkeit, nämlich das `TaskListRepository`, bekommt.

Schon die automatische Bereitstellung von Abhängigkeiten ist ein großer Vorteil von Dependency Injection. Noch nützlicher wird dieses Verfahren in größeren Systemen, in denen Sie mehrere Implementierungen von Schnittstellen leicht austauschen können, ohne dass Sie die Klasse anpassen müssten, die die Schnittstelle nutzt.

Da Spring die Instanzen erzeugt, kann Spring sie auch noch „dekorieren“, um das Verhalten zu ändern beziehungsweise zu erweitern. Konkret erzeugt Spring dabei ein Proxy-Objekt, das genau die gleiche Schnittstelle wie das eigentlich angeforderte Objekt hat. Im Beispiel öffnet das Framework bei mit `@Transactional` annotierten Funktionen vor dem Aufruf der eigentlichen Funktion eine Transaktion. Das schließt die Datenbankoperation automatisch mit einem Commit oder einem Rollback (im Fehlerfall). Diese Automatik verhindert, dass inkonsistente Daten in der Datenbank stehen bleiben, wenn während der Transaktion ein Fehler auftritt. Der Datenbankzugriff wird stattdessen atomar, sodass Änderungen entweder ganz oder gar nicht passieren.

Das Dekorieren von Objekten an entscheidender Stelle trägt den Namen „aspektorientierte Programmierung“ (AOP),

## ct kompakt

- Mit Spring Boot programmiert man moderne Webanwendungen für die Java-VM.
- Spring WebMvc.fn ist ein funktionales Modul, um mit wenig Code HTTP-Anfragen zu beantworten.
- Dieser Teil 2 unseres Kotlin-Projekts für eine selbst programmierte To-do-Liste komplettiert die Serverseite.

weil jeweils ein bestimmter Aspekt hinzugefügt wird. Mit AOP können Sie auch relativ einfach eigene Aspekte schreiben und so das Verhalten anderer Klassen ändern. Das Konzept hilft, den Code zu modularisieren, und vermeidet Code-Doppelungen. Weitere Einsatzgebiete von AOP sind zum Beispiel Caching oder die Prüfung von Zugriffsrechten: Eine Funktion macht im Prinzip das Gleiche, egal ob mit oder ohne Zugriffsprüfung. Der Aspekt ergänzt den bestehenden Code, ohne dass Sie im Funktionskörper etwas ändern müssen.

Application Services kommunizieren mit der Außenwelt typischerweise mit so genannten „Data Transfer Objects“ (DTO). Diese entsprechen den ausgewählten Formularen, die ein Sachbearbeiter auf den Schreibtisch bekommt, und den Briefen, mit denen er antwortet. Bei der Aufgabenverwaltung sieht das nach doppelter Buchführung aus, weil zwei unterschiedliche Klassen die gleichen Daten verpacken. Bei einem aufwendigeren Beispiel gäbe es aber Unterschiede, weil das Backend beispielsweise aus Sicherheitsgründen oder für eine Pagination nicht alle Daten in einer Antwort ans Frontend schicken sollte. DTOs dienen als saubere Schnittstelle zwischen Backend und Frontend, bewusst unabhängig von den Tabellen in der Datenbank.

Die Struktur der DTOs wird in Kotlin als `data class` beschrieben. Ein Beispiel dafür ist die Klasse `TaskDto`:

```
data class TaskDto(
    val id: Long?,
    val title: String,
    val dueDate: OffsetDateTime? = null,
    val isDone: Boolean = false
)
```

Im Prinzip reicht diese Definition ohne Körper für eine funktionierende DTO-Klasse. Sie darf aber durchaus Hilfunktionen enthalten wie einen Konstruktor, der einen Task annimmt. Bei einem Blick in den Quelltext auf GitHub werden Sie sehen, dass dafür auch nur sechs kurze Zeilen nötig sind.

## Poststelle

Wenn ein Application Service einem Sachbearbeiter ähnelt, fehlt noch eine Poststelle, die die Anfragen überhaupt erst entgegennimmt und an den Application Service weiterreicht. In diesem Fall sind das HTTP-Endpunkte, da die Client-Anwendung über den Browser HTTP-Anfragen absetzt.

Spring hat im Laufe der Jahre verschiedene HTTP-APIs hinzugewonnen. Am bekanntesten ist die Konfiguration von Spring Web MVC mit Annotationen wie `@RequestMapping`. Für das Beispiel haben wir uns aber für die neueste Variante „Spring WebMvc.fn“ entschieden, die auf funktionale Programmierung setzt.

Die verarbeitet HTTP-Requests mit Handler-Funktionen des Typs (`ServerRequest`) -> `ServerResponse`. Da eine solche Funktion in der Regel weitere Komponenten benötigt, bietet es sich an, sie in eine Klasse einzubetten, der man per Dependency Injection die benötigten weiteren Komponenten übergeben kann. Die Annotation `@Component` bringt Spring dazu, seine Dependency-Injection-Magie anzuwenden. Beim `TaskListHandler` im Ordner `/src/main/kotlin/com/example/todo/adapter` sieht das dann so aus:

## Routing

```
router {
    accept(APPLICATION_JSON).nest {
        POST("/", taskListHandler::create)
        GET("/", taskListHandler::findAll)
        GET("/{listId}", taskListHandler::findById)
        PUT("/{listId}/title", taskListHandler::rename)
        DELETE("/{listId}", taskListHandler::delete)
        POST("/{listId}/", taskHandler::create)
        GET("/{listId}/{taskId}", taskHandler::findById)
        PUT("/{listId}/{taskId}", taskHandler::update)
        DELETE("/{listId}/{taskId}", taskHandler::delete)
    }
}
```

**Die Zuordnung von Pfaden zu Funktionen übernimmt der Router. Die Funktionsnamen zu Beginn der Zeile entsprechen den HTTP-Verben, die die Anwendung dort akzeptiert.**

```
@Component
class TaskListHandler {
    private val service: TaskListService
    )

    fun create(
        req: ServerRequest
    ): ServerResponse {
        val id =
            service.create(req.body())
        return ServerResponse
            .created(URI.create("/$id/"))
            .build()
    }

    fun findAll(req: ServerRequest) =
        ServerResponse
            .ok()
            .body(service.findAll())

    // weitere Methoden ...
}
```

Seine Methoden nehmen einen `ServerRequest` entgegen. Die Funktion `create` etwa liest mit `req.body()` den JSON-Inhalt des HTTP-Requests aus und konvertiert ihn in ein Kotlin-Objekt vom Typ `CreateTaskListDto`. Diesen Zieltyp braucht man allerdings nicht anzugeben, da der Kotlin-Compiler ihn aus dem Kontext herleiten kann. Möglich macht das eine Spezialität von Kotlin: „Reified Generics“ sind Typparameter, deren Wert zur Laufzeit erhalten bleibt (in Java wäre dafür ein Typecast nötig, siehe ct.de/yyxk).

Der Builder `ServerResponse` baut die HTTP-Antwort 201 `CREATED` (Statuscode 201, Verb „created“) zusammen, die abgesehen von den automatischen Headern nur aus dem Pfad mit der neu erzeugten

ID besteht. Bei `findAll()` sind weder `return` noch geschweifte Klammern nötig, weil der Rumpf der Funktion nur aus einem einzigen Ausdruck besteht, was man in Kotlin mit `=` verkürzen kann.

Wenn Sie den Quellcode im Repository anschauen, wird Ihnen die Methode `id()` auffallen, die `ServerRequest` laut Doku gar nicht hat. Wir haben die Klasse nämlich um diese Funktion erweitert, um nicht jedes Mal das längliche `.pathVariable(name).toLongOrNull() ?: -1` schreiben zu müssen. Wie Sie in der Datei `ServerRequestExtensions.kt` sehen, geht sowas mit Kotlin in einer Zeile.

## Verteilstation

Nun fehlt nur noch die Verteilung der eingehenden Nachrichten auf die einzelnen HTTP-Handler-Funktionen, das sogenannte „Routing“. Die Anwendung hält sich an das REST-Paradigma und nutzt die im Hypertext-Transfer-Protokoll HTTP definierten „Verben“, um Daten zu laden (GET), zu speichern (POST), zu ändern (PUT) oder zu löschen (DELETE). In einer `RouterFunction` wird festgelegt, welche Funktion für ein bestimmtes HTTP-Verb und einen bestimmten Pfad aufgerufen werden soll. `PUT /23/42` würde zum Beispiel die Funktion `taskHandler::update` aufrufen und dieser 23 als `listId` und 42 als `taskId` übergeben (siehe Kasten links).

Außerdem sind weitere Einschränkungen wie der akzeptierte Content Type möglich, was in diesem Fall einheitlich `APPLICATION_JSON` ist. Die Routen-Konfiguration können Sie auch verschachteln oder aufteilen (siehe ct.de/yyxk).

Damit der Root-Pfad fürs Ausliefern der Single-Page-Applikation frei bleibt, setzen Sie in der Konfigurationsdatei `application.properties` noch den Kontextpfad, unterhalb dessen das API der Anwendung erreichbar sein soll:

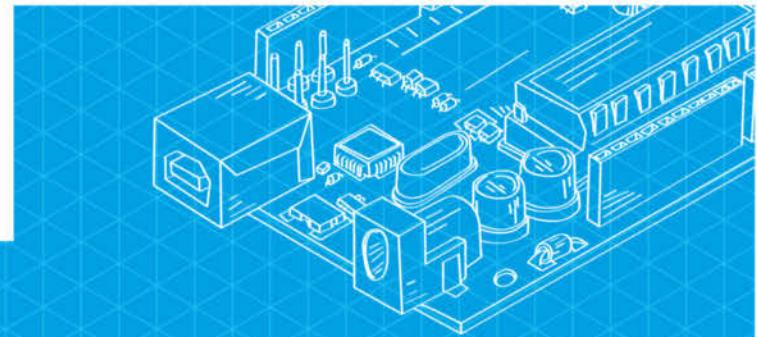
```
server.servlet.context-path=/api/
```

Prinzipiell könnte man diesen Parameter auch weglassen und die Anwendung direkt unter / verfügbar machen; mit allen API-Endpunkten unter /api wird später die Konfiguration der Angular-App während der Entwicklung etwas einfacher.

## Fehlerfänger

Während der Verarbeitung eines Requests kann eine Exception auftreten, die die Anwendung in eine möglichst passende Ant-

# Make:



## DAS KANNST DU AUCH!



GRATIS!



## 2x Make testen und über 9 € sparen!

### Ihre Vorteile:

- ✓ **GRATIS dazu:** Make: Tasse
- ✓ Zugriff auf Online-Artikel-Archiv\*
- ✓ Jetzt auch im Browser lesen!
- ✓ Zusätzlich digital über iOS oder Android lesen

Für nur 16,10 € statt 25,80 €

\* Für die Laufzeit des Angebotes.

Jetzt bestellen: [make-magazin.de/miniabo](http://make-magazin.de/miniabo)

wort für den Client übersetzen sollte. Besonders einfach und elegant geht das mit einem Filter, den Sie in die Router-Konfiguration einfügen:

```
router {
    accept(APPLICATION_JSON).nest {
        filter { request, next ->
            try {
                next(request)
            } catch (NoSuchElementException e) {
                status(NOT_FOUND).build()
            }
        }
        POST("/", taskListHandler::create)
        // weitere Handler ...
    }
}
```

Den Aufruf der nächsten Funktion `next`, was im Beispiel direkt der Request-Handler ist, packt ein `try/catch`-Block ein. Wenn `next(request)` eine `NoSuchElementException` wirft, fängt der sie und übersetzt sie in eine HTTP-Antwort mit dem Status `404 NOT_FOUND`. Man kann beliebig viele Filter definieren, zum Beispiel auch zur Prüfung von Berechtigungen.

## Verdrahtet

Das von der Funktion `router` erzeugte Objekt muss man zuletzt noch Spring bekannt machen. Legen Sie dazu in der Klasse `TodoApplication` folgende Funktion an:

```
@Bean
fun router(
    taskListHandler: TaskListHandler,
    taskHandler: TaskHandler) = router {
    // router-Block von oben
}
```

Die `@Bean`-Annotation teilt Spring mit, dass es sich um eine Funktion zur Erzeugung von Objekten handelt, die Spring verwalten soll. Die Parameter über gibt Spring dieser Funktion, wenn es eine Instanz erzeugt.

Standardmäßig führt Spring Boot einen sogenannten „Component Scan“ durch, der, von dem Verzeichnis mit der `@SpringBootApplication` ausgehend, in allen Unterverzeichnissen nach Komponenten mit `@Component`, `@Service` und noch ein paar anderen Annotationen sucht und diese dem Spring Context hinzufügt. Der `TaskHandler` trägt zum Beispiel eine `@Component`-Annotation und wird deswegen automatisch registriert, sodass er an an-

Die H2 Console gestattet den Blick in die eingebettete Datenbank. Da H2 auch SQL spricht, können Sie für den Produktivbetrieb leicht zu PostgreSQL oder Maria-DB wechseln.

deren Stellen injiziert werden kann – in diesem Fall in die Router-Konfiguration.

Alternativ gibt es noch eine Kotlin-DSL zur Definition von Beans (siehe ct.de/yyxk). Über Domänen spezifische Sprachen (DSL) erlaubt Kotlin eine kompakte Definition verschachtelter Datentypen. Für Beans sieht das beispielsweise so aus:

```
beans {
    bean {
        MyService(ref<RepositoryX>, ↴
                  ↴ref<ServiceY>)
    }
}
```

Probieren Sie aus, was Ihnen mehr zusagt. Mit den Annotationen kommen Sie vermutlich schneller zum Ziel. Dafür bietet die Kotlin-DSL ein paar zusätzliche Möglichkeiten wie programmatische Steuerung der Bean-Definitionen und sie kommt ohne Reflection aus, was die Startzeit der Anwendung verkürzt. Reflections lösen das Problem, dass Typinformationen bei der Ausführung des kompilierten Programms nicht mehr zur Verfügung stehen. Bei Kotlin übernimmt das ein separates Modul namens `kotlin-reflect`.

## Datenbanker

Welche Daten in der H2-Datenbank landen, können Sie im Browser mit der „H2 Console“ herausfinden. Ergänzen Sie für die Datenbank dazu in der Datei `src/main/`

`resources/application.properties` den folgenden Konfigurationsparameter:

```
spring.datasource.url=jdbc:h2:mem:todo
```

Mit dieser Konfiguration wird die Datenbank allerdings nur im Hauptspeicher gehalten und bei jedem Start neu erstellt. Wenn Sie die Daten stattdessen in einer Datei `~/todo` in Ihrem Benutzerverzeichnis speichern wollen, geben Sie folgenden Parameter an:

```
spring.datasource.url=jdbc:h2:↗
                   ↴file:~/todo
```

Starten Sie nun die Anwendung mit `gradle bootRun` und öffnen Sie im Browser `http://localhost:8080/api/h2-console`. Geben Sie in der Oberfläche als JDBC URL den Wert `jdbc:h2:mem:todo` bzw. `jdbc:h2:file:~/todo` an. Die H2 Console können Sie nur aufrufen, wenn die Developer Tools in der Gradle-Konfiguration als Abhängigkeit eingetragen sind, was `Spring Initializr` bereits beim Start des Projekts getan hat.

## Vertrauen ist gut, Kontrolle ist besser

Automatisiertes Testen ist fest in der DNA von Spring verankert und dementsprechend umfangreich und gut sind die angebotenen Hilfsmittel dafür. Da Unit-Tests üblicherweise unabhängig von Spring sind, geht es hier um Integrationstests, die

das Zusammenspiel verschiedener Framework-Teile und des eigenen Codes testen. Das folgende Beispiel testet das Anlegen einer To-do-Liste per HTTP:

```
@SpringBootTest
@Transactional
@AutoConfigureMockMvc
internal class TaskListTest {

    @Autowired
    lateinit var mockMvc: MockMvc

    @Autowired
    lateinit var json: ObjectMapper

    @Test
    fun `create list`() {
        mockMvc.post("/")
            .contentType = APPLICATION_JSON
            .content =
                json.writeValueAsString(
                    CreateTaskListDto(
                        title = "Urlaub"
                    )
                )
            .andExpect {
                status { isCreated }
            }

        mockMvc.get("/").andExpect {
            jsonPath("$.[0].title")
                .value("Urlaub")
        }
    }
}
```

Den Großteil der Arbeit erledigt `@SpringBootTest`, denn wenn das Framework einen Test mit dieser Annotation findet, konfiguriert es im Hintergrund den gesamten Anwendungskontext. `@Transactional` über der

Testklasse sorgt dafür, dass jeder Test in einer eigenen Transaktion ausgeführt wird, die danach automatisch zurückgerollt wird. Auf diese Weise kommen die Tests in der Datenbank einander nicht in die Quere. Durch die Annotation `@AutoConfigureMockMvc` wird ohne echten HTTP-Server getestet – stattdessen bekommt der zu testende HTTP-Handler gleich das Objekt, das sonst aus dem HTTP-Requesterzeugt würde. Die Tests werden dadurch etwas einfacher, schneller und man darf getrost davon ausgehen, dass die HTTP-Verarbeitung selbst hervorragend getestet und praxiserprobt ist. Mit `@Autowired` injiziert Spring verwaltete Komponenten genau wie in der eigentlichen Anwendung.

MockMvc bietet eine kompakte Domain Specific Language (DSL) zur Beschreibung der Requests und Prüfung der Antworten. Auf dem MockMvc-Objekt wird eine HTTP-Methode wie `get` oder `post` aufgerufen und in dem Block danach der Request mit `contentType`, `content` und so weiter spezifiziert. Danach folgt mit `andExpect` der Block mit den Prüfungen.

Achten Sie bei Tests mit MockMvc darauf, nicht die Java- und die Kotlin-DSL zu vermischen, weil das zu Problemen führt. Wenn Sie auf dem MockMvc-Objekt eine Funktion mit dem Namen eines HTTP-Verbs aufrufen, befinden Sie sich in der Kotlin-DSL. Wenn dort zunächst `perform` steht, handelt es sich dagegen um die Java-DSL.

## Sprechen Sie HTTP?

Jetzt ist die Anwendung komplett und kann HTTP-Requests beantworten. Dass das geht, können Sie auch per Hand überprüfen. Öffnen Sie dafür ein Terminal und navigieren Sie in das Wurzelverzeichnis

des Projekts und rufen Sie dort das Kommando `gradle bootRun` auf, um die Anwendung zu starten. Gradle sorgt dafür, dass der Quelltext kompiliert und die Anwendung gestartet wird. Wenn alles geklappt hat, sollte sie unter `http://localhost:8080/api` erreichbar sein.

Sie können nun mit Ihrer Anwendung per HTTP sprechen. Das können Sie gut mit dem Plugin „REST Client“ für VS Code, der entsprechenden Funktion von IntelliJ IDEA Ultimate oder einem extra Programm wie Postman oder Insomnia tun. Zur Not genügt auch die Entwicklerkonsole Ihres Browsers oder eine Kommandozeile mit Curl.

## Das alles und noch viel mehr

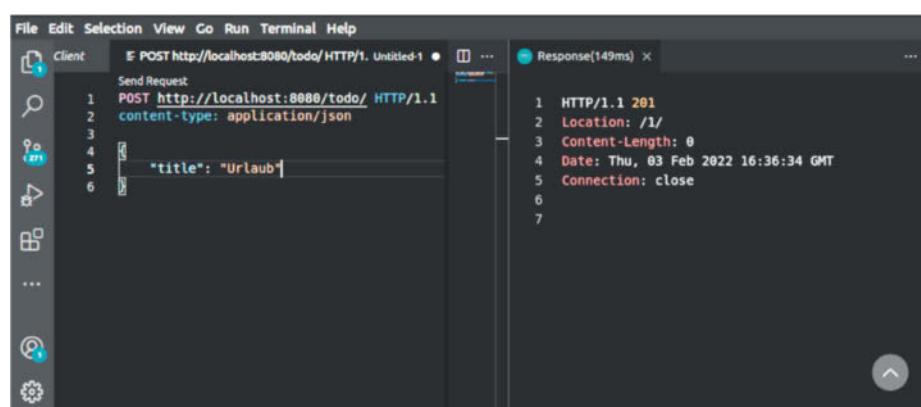
Sie haben jetzt nur die Spitze des Eisbergs gesehen, denn Spring bietet noch viel, viel mehr! Zum einen eröffnet das Spring Framework selbst noch unzählige Möglichkeiten und zum anderen gibt es eine ganze Reihe von Erweiterungen, von denen wir hier nur eine kleine Auswahl erwähnen: „Spring Boot Actuator“ ermöglicht die Überwachung der Anwendung im Betrieb; „Spring Security“ stellt umfangreiche Möglichkeiten zur Authentifizierung und Autorisierung bereit, mit wenig Aufwand lässt sich zum Beispiel Google als Identity Provider einbinden; „Spring Cloud“ löst typische Aufgaben von Cloudanwendungen wie dezentrale Konfiguration oder Service Discovery; „Quartz“ bietet zeitgesteuerte Ausführung ähnlich wie der Unix-Dämon Cron, und „Spring Batch“ hilft dabei, extrem große Datenmengen zu verarbeiten.

Egal, ob Sie Großes vorhaben oder klein anfangen wollen, Spring Boot macht es Ihnen mit sinnvollen Vorgaben leicht und steht Ihnen nie im Weg, wenn Sie über das Framework hinauswachsen wollen. Als Grundlage für viele Unternehmensanwendungen ist Spring Boot ausgereift, sodass Sie sich für Ihre eigenen Projekte auf das Framework verlassen können. Im nächsten Teil zeigen wir, wie Sie mit Angular ein Frontend programmieren, das das nun fertige API nutzt. (pmk@ct.de) 

## Literatur

- [1] Christian Helmbold, Springtime for Kotlin, Webentwicklung mit Kotlin und Spring: Datenmodelle, c't 9/2022, S. 144

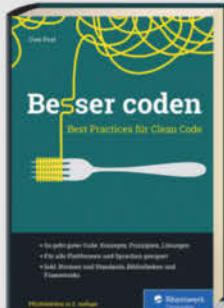
Code Repository, Dokumentation:  
[ct.de/yxk](https://ct.de/yxk)



HTTP-Requests schicken Sie ganz einfach direkt aus VS Code mit dem Plug-in „REST Client“ ab.

# Für Wissenshungrige...

## Ausgewählte Fachliteratur



Uwe Post

**Besser coden (2. Auflage 8/21)**

Punkten Sie mit besserem Code: performant, verständlich, wartbar. Mit einer ordentlichen Prise Humor und viel Projekterfahrung zeigt der Autor, worauf es bei erfolgreichen Software-Projekten wirklich ankommt.

29,90 €

NEU



Christian Szdzek

**Datenschutzgrundverordnung für dummies**

Diese leicht verständliche Einführung mit vielen Praxisbeispielen erläutert die Anforderungen, die die DSGVO mit sich bringt, und unterstützt Sie bei der Entwicklung und Umsetzung eines sinnvollen Datenschutzmanagements.

27,00 €

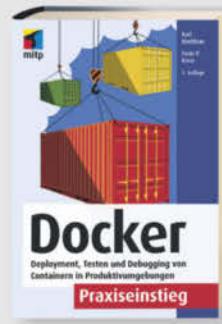


Barbara Wimmer

**Hilfe, ich habe meine Privatsphäre aufgegeben!**

Wie uns Spielzeug, Apps, Sprachassistenten und Smart Homes überwachen und unsere Sicherheit gefährden. Dieses Buch zeigt Ihnen, was Apps und vernetzte Geräte alles über Sie wissen, was mit Ihren Daten geschieht und wie Sie sich und Ihre Privatsphäre im Alltag schützen können.

16,99 €

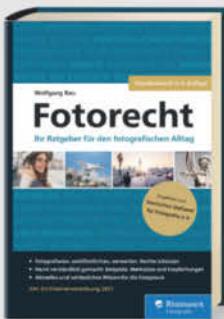


Karl Matthias, Sean P. Kane

**Docker Praxiseinstieg (2. Aufl.)**

Lernen Sie, wie Sie Docker-Images Ihrer Anwendungen erstellen, testen und deployen sowie skalieren können, und wie Sie die Container in der Produktivumgebung pflegen und warten. Die Einrichtung und das Testen von Docker-Anwendungen kommen ebenso zur Sprache wie das Debugging eines laufenden Systems.

25,99 €



Wolfgang Rau

**Fotorecht (4. Auflage)**

Das Standardwerk in 4. Auflage. Inklusive EU-Drohnenverordnung 2021! Darf ich das fotografieren? Darf ich das Foto veröffentlichen? Wolfgang Rau sagt Ihnen, was geht und was nicht.

39,90 €

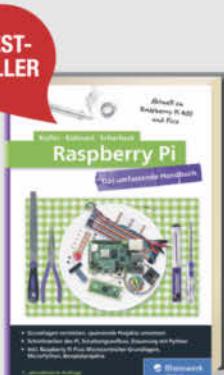


Brian W. Kernighan

**Die UNIX-Story**

Ein Betriebssystem, das die IT-Welt am Laufen hält! Brian W. Kernighan war in der Entwicklung von UNIX beteiligt. In diesem kurzen Band erzählt er eine umfassende Geschichte des äußerst einflussreichen und weit verbreiteten Betriebssystems und erzählt aus einer persönlichen Perspektive von den Anfängen.

24,90 €



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 €



Simon Monk

**Der Maker-Guide für die Zombie-Apokalypse**

Bereiten Sie sich vor: mittels 20 Survival-Projekten mit einfacher Elektronik, Arduino und Raspberry Pi werden Sie Ihren eigenen Strom erzeugen, unverzichtbare Bauteile vor dem Zombie-Zugriff retten und lebensrettende Elektronikschaltungen bauen, um Untote aufzuspüren.

24,90 €



[shop.heise.de/highlights2022](http://shop.heise.de/highlights2022)

**PORTOFREI AB 20 € BESTELLWERT**



## 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 Klebefpads.

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 €

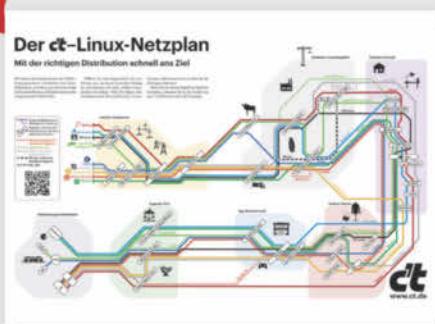


### musegear® finder Version 2

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 €



BEST-SELLER

### Tasse „Kein Backup? Kein Mitleid!“

Wer kennt es nicht? Die lieben Kollegen haben wieder mal die Datensicherung vergessen und betteln bei Ihnen in der IT-Abteilung um Hilfe. Sie denken sich dabei nur: „Kein Backup? Kein Mitleid!“ Platzieren Sie die schicke Keramiktasse, außen matt-schwarz und innen rot, einfach demonstrativ auf Ihrem Schreibtisch. Der praktische Holzdeckel kann gleichzeitig als Untersetzer verwendet werden und verhindert somit nervige Kaffeeflecken auf dem Schreibtisch.

17,90 €



### 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 €



### 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. Versilberter Gewebe im Inneren der Tasche aus recycelter Fallschirmseide bildet nach dem Schließen einen faradayschen Käfig und blockiert so alle Signale.

39,90 €

# Wolkengebühr

## EuGH-Urteil: Urheberrechtsabgaben auch bei Clouddiensten fällig

**Ob Smartphone, Rechner oder USB-Stick: Da solche Medien Privatkopien von Filmen, Texten, Bildern und Songs speichern können, werden beim Kauf Pauschalabgaben zugunsten von Rechteinhabern fällig. Der EuGH klärte nun die Frage, ob solche Abgaben auch für Cloudspeicher gelten.**

Von Joerg Heidrich

Das deutsche Urheberrecht erlaubt das Kopieren von Filmen zu privaten, nichtkommerziellen Zwecken (§ 53 UrhG). Entsprechende Vorschriften gibt es auch in anderen Mitgliedsstaaten der EU. Nichtsdestotrotz bleiben Privatkopien von legal erworbenen Werken vergütungspflichtig; das betrifft auch rechtmäßig hergestellte Vervielfältigungen von Bildern, Musikstücken und Texten.

Damit nun nicht jeder einzelne Urheberrechtsinhaber sich darum kümmern muss, die ihm zustehenden Vergütungen einzutreiben, wurden sogenannte Pauschalabgaben eingeführt, die dem finanziellen Ausgleich für die Urheber und weiteren Rechteinhabern dienen. Diese Abgaben haben es finanziell durchaus in sich: So werden auf einen handelsüblichen PC 13,19 Euro aufgeschlagen und beim Kauf

eines schnellen Drucker-Scanner-Kombigeräts werden bis zu 87,50 Euro fällig (siehe Tabelle unten rechts).

### Von Popsong bis Porno

Dieses Geld sammelt die Zentralstelle für private Überspielungsrechte (ZPÜ) ein, in der sich insgesamt neun Verwertungsgesellschaften zusammengeschlossen haben, darunter GEMA, GVL, VG Bild-Kunst und VG Wort. Selbst Vertreter der Porno-Branche profitieren, wenn sie ihre Filme bei der GÜFA registrieren.

2019 nahm die ZPÜ rund 307 Millionen Euro ein, 2020 waren es 220 Millionen Euro. Der Löwenanteil stammte 2020 mit rund 90 Millionen Euro aus Verkäufen von Smartphones. Die ZPÜ gibt das Geld an die Verwertungsgesellschaften weiter, die es dann an Künstler, Filmstudios, Autoren und andere auszahlen.

Offen war bislang, wie die Nutzung von Cloudspeichern in dieses System einzuordnen ist. Diese Frage hatte der Europäische Gerichtshof (EuGH) in einem mit Spannung erwarteten Urteil zu klären (Urt. v. 24.03.2022, Az. C-433/20). Ausgangspunkt des Verfahrens war eine Klage der Verwertungsgesellschaft Austro Mechana aus Österreich, die die Interessen von Komponisten, Musikern und Musikverlegern vertritt.

Diese erhob vor dem Handelsgericht Wien Klage gegen den deutschen Provider Strato. Dessen Produkt „HiDrive“ stellt Privat- und Geschäftskunden Speicherplatz im Rahmen von Cloud-Computing

zur Verfügung. Hierfür, so Austro Mechana, solle der Anbieter eine angemessene Vergütung zahlen. Das Handelsgericht wies die Klage jedoch ab, da Strato keine Speichermedien an ihre Kunden abgibt, sondern für diese nur „eine Dienstleistung der internetgestützten Speicherung“ erbringe.

Austro Mechana legte Berufung beim Oberlandesgericht Wien ein. Dieses schaltete den EuGH ein und legte ihm zwei Fragen vor: Fällt die Speicherung von Inhalten im Rahmen des Cloud-Computing unter die Ausnahme für Privatkopien? Und wenn ja: Entsteht dadurch ein Anspruch auf eine angemessene Vergütung?

### Abgabe für Server?

Die Richter des EuGH bejahten beide Fragen. Erlaube ein EU-Mitgliedsstaat das Anfertigen von Privatkopien, wie dies in Deutschland und in Österreich der Fall ist, so müsse ein gerechter Ausgleich vorgesehen werden, um die Rechteinhaber zu entschädigen. Wer diese Abgabe zu zahlen habe, ließ der EuGH allerdings offen. Das könnte beispielsweise der Hersteller oder Importeur der Server sein. Die nationalen Gesetzgeber sollen laut EuGH-Urteil diese Frage nach ihrem Ermessen regeln, sodass die zu zahlende Entschädigung „nicht über den sich für die Rechtsinhaber ergebenden etwaigen Schaden hinausgeht“.

Der Cloudanbieter Strato führt an, dass bereits für die von ihm eingesetzte Hardware Abgaben entrichtet wurden. Laut ZPÜ gehören Server bislang allerdings nicht zu den abgabepflichtigen PCs oder Business-PCs. Indes haben Endkunden, die den Cloudspeicher nutzen, bereits Pauschalabgaben für ihre Rechner und Smartphones gezahlt. Ob diese Summen ausreichen, müssen nun langwierige Verhandlungen zwischen Verwertungsgesellschaften und Herstellerverbänden klären, die am Ende über die Festsetzung der Abgaben entscheiden. (hag@ct.de) **ct**



**Die Pauschalabgaben unterstützen auch Komponisten wie Montez (links), Jordy Napieray (Mitte) und Marco Tcheslok, deren Song „Ohne Dich“ 2021 das erfolgreichste Werk der GEMA war.**

### Pauschalabgaben (Auswahl)

Gerät	Preis
Laserdrucker	12,50 €
Multifunktionsgeräte und Kopierer	25 bis 87,50 €
PC	13,19 €
Business-PC (keine Server)	4,00 €
Mobiltelefon	6,25 €
USB-Sticks und Speicherkarten	0,30 €
Externe Festplatten	4,44 €
Business-Festplatten	1,33 €

**JETZT  
KOSTENLOS  
TESTEN**

# DIE NEUE LERNPLATTFORM FÜR IT-PROFESSIONALS

Wir machen IT-Weiterbildung digital

## **IT-Kurse aus der Praxis**

Lerne in Online-Kursen und -Trainings, wie Techniken funktionieren und wie du Aufgaben löst.

## **Triff erfahrene IT-Experten**

Profitiere von der Erfahrung unserer IT-Experten und hole dir hilfreiches Praxiswissen aus erster Hand.

## **Lerne, wie es für dich passt**

Nutze das Kursangebot überall und auf jedem Gerät und lerne immer dann, wenn du es brauchst.

## **Übungen zum Ausprobieren**

Probiere das gelernte Wissen selbst aus – mit Beispielaufgaben, Coding-Segmenten und Praxisübungen.

## **Überprüfe dein neues Wissen**

Teste das Gelernte mit interaktiven Quizzes und löse die Programmieraufgaben deiner Trainer spielerisch.

## **Individuelle Lernumgebung**

Lerne in deinem eigenen Tempo, inklusive Notizen, Transkript und Fragen-Modul.

Hier geht's zu deiner Weiterbildung: **heise-academy.de**



# Tipps & Tricks

# Sie fragen – wir antworten!

## Raspi meldet sich im WLAN ab

Ich möchte einen Raspberry Pi im WLAN betreiben, der dauerhaft erreichbar sein soll. Leider scheint das nicht zu klappen. Nach einer nicht näher bestimmten Zeit meldet sich der Raspi immer wieder ab. Ist das normal – und falls ja, gibt es Abhilfe?

Wir kennen das Verhalten vom Raspberry Pi Zero W und Raspberry Pi 3 bei Einsatz des integrierten WLAN-Moduls. Gemeinhin verlieren diese Raspi-Modelle nicht mehr den Kontakt zum Netz, wenn man den Energiesparmodus abschaltet. Das geht mit dem Befehl `iw wlan0 set power_save off`. Der lässt sich zum Beispiel in der Datei `/etc/network/interfaces` im Abschnitt für ein WLAN-Interface („iface wlan0“) hinter der Interface-Option „post-up“ einfügen.

(ps@ct.de)

## WireGuard-Verbindung unzuverlässig

Ich arbeite im Homeoffice und habe dafür einen WireGuard-VPN-Zugang von meiner Firma erhalten. Diesen habe ich auf Notebook und Smartphone importiert. Grundsätzlich klappt der Zugriff auf das Firmennetz, doch es kommt häufig zu seltsamen Verbindungsproblemen. Zum Beispiel kann ich viele Websites erst im zweiten oder dritten Anlauf öffnen. Woran kann das liegen?

Solche Verbindungsprobleme kommen vor, wenn zwei Clients einen WireGuard-Zugang gleichzeitig verwenden. Das Zugangsprofil enthält ein Schlüsselpaar, mit dem die Clients eine verschlüsselte Verbindung zur Gegenstelle aufbauen. Allerdings nutzt die Gegenstelle den

öffentlichen Schlüssel aus diesem Schlüsselpaar auch, um ihre Verbindungspartner auseinanderzuhalten.

Treffen Daten von mehreren Verbindungspartnern ein, die den gleichen Schlüssel nutzen, kommt die Gegenstelle durcheinander und verschickt ihre Antworten mit hoher Wahrscheinlichkeit an den falschen Verbindungspartner zurück. Lassen Sie sich vom Firmenadmin einen weiteren WireGuard-Zugang einrichten, damit jedes Gerät ein eigenes Schlüsselpaar hat. (rei@ct.de)

## Grafischen Linux-Desktop abschalten

Nach dem Update des Grafiktreibers unter Linux kommt es gelegentlich vor, dass der Monitor beim Starten des Desktops nichts mehr anzeigt. Auf die Konsole kann ich dann nicht mehr wechseln. Wie verhindere ich in solch einem Fall, dass die grafische Oberfläche überhaupt gestartet wird?

Der Trick ist, Systemd per Kernel-Boot-Option gezielt das `multi-user.target` anstelle des `default.target` laden zu lassen. Systemd startet dann nur jene Dienste und Targets, von denen `multi-user.target` abhängig ist. Diese sind im Verzeichnis `/usr/lib/systemd/system/multi-user.target.wants` verlinkt.

Damit nur das `multi-user.target` ge-

Fragen richten Sie bitte an

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

 [c't Magazin](#)

 [@ctmagazin](#)

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter [www.ct.de/hotline](http://www.ct.de/hotline).

startet wird, drücken Sie im Bootloader Grub die Taste E, um den Bootseintrag zu bearbeiten. Am Ende der Zeile, die mit `linux` beginnt, fügen Sie dann folgende Option hinzu:

`systemd.unit=multi-user.target`

Anschließend starten Sie mit Strg-X oder der Taste F10 den Bootvorgang. Es gibt übrigens auch das `rescue.target`, das noch früher ansetzt und dem entspricht, was man früher mit der Boot-Option `init=/bin/bash` erreichte: Eine rudimentäre Root-Shell ohne Passwortabfrage, um das System zu reparieren und danach den Bootvorgang mit dem `default.target` forzusetzen. (mid@ct.de)

## Risiken von Intels Management Engine und AMD PSP

Können Sie mir verständlich erklären, wo genau die Risiken von Intels Management Engine (ME/CSME), dem AMD Security Processor, Apples T2 und ARMs TrustZone liegen? Telefonieren die nach Hause?

Die Risiken dieser tief im Rechner verankerten Subsysteme mit proprietärer Firmware liegen nicht in breit angelegter Überwachung oder dem Bruch der Privatsphäre. Der damit zwangsläufig verbundene Netzwerkverkehr wäre wohl auch längst aufgefallen.

Vielmehr wird grundsätzlich kritisiert, dermaßen komplexe Subsysteme einzubauen, die nicht in allen Aspekten offengelegt sind. Denn sie steigern das Risiko für Sicherheitslücken, die Angreifer nutzen könnten. Tatsächlich wurden bereits mehrere Schwachstellen enttarnt (und meistens mit Updates geschlossen). Sie spielen allerdings keine wesentliche Rolle im Vergleich zu viel leichter von An-

greifern nutzbaren Sicherheitslücken – etwa in Betriebssystemen, Browsern und Apps. Erst wenn man ein gehärtetes Open-Source-Betriebssystem auf einem gesicherten PC nutzt (Datenträger verschlüsselt, aktuelle Patches und Firmwares, keine drahtlosen Geräte, überwachte USB-Ports, Zwei-Faktor-Authentifizierung, BIOS-Passwörter und so weiter), lohnt es sich, über diese zusätzlichen Risiken nachzudenken.

Außerdem besteht der – bisher nicht nachgewiesene – Verdacht, über Intel ME und Co. ließen sich Backdoors einrichten, um auf Hardwarekomponenten oder das BIOS zuzugreifen. Eine solche Hintertür würde jedoch wohl nur in Extremfällen als letztes Mittel von Geheimdiensten oder Militärs genutzt, um an Informationen von herausragender Bedeutung zu gelangen. Denn damit wäre die Existenz der Backdoor bewiesen, was wiederum den wirtschaftlichen Ruin des jeweiligen Herstellers bedeuten würde: Er verlöre viele Großkunden (Regierungsorganisationen aller anderen Länder, Banken, KRITIS-Betreiber) und müsste sämtliche Geräte vom Markt nehmen, weil solche Hintertüren in allen relevanten Absatzmärkten verboten sind.

Die auf Intels ME und vergleichbare Subsysteme fokussierte Kritik übersieht zudem, dass Hintertüren auch in vielen anderen Komponenten verborgen sein können – bis hin zum Keylogger im USB-Kabel oder der Tastatur. Viele Systemkomponenten enthalten proprietäre, undokumentierte Firmware und es gibt auch keinen aktuellen Prozessor für PCs, Notebooks, Server oder Smartphones, der vollständig offenlegt ist. Bei den meisten Computern sind die zusätzlichen Risiken durch Intel ME und Co. vergleichsweise unbedeutend. Gegen mächtige Gegner, die vor Gewalt nicht zurücktrecken, hilft zudem die stärkste technische Abschottung oder Verschlüsselung nicht.

(ciw@ct.de)

## Telefonieren per WLAN

]? In meinem Bastelkeller habe ich keinen Mobilfunkempfang, aber WLAN. Obwohl ich im Menü meines Smartphones Voice over WiFi aktiviert habe, laufen eingehende Anrufe weiterhin auf die Mailbox. Ebenso wenig kann ich mobil telefonieren, wenn ich mich dort aufhalte. Habe ich eine Einstellungsmöglichkeit übersehen?

!] Grundsätzlich lässt sich Voice over WiFi (VoWiFi, auch Voice over WLAN) nur mit neueren Geräten nutzen. Wenn das Menü der SIM-Karte eine Aktivierung zulässt, ist die Funktion grundsätzlich auf dem Gerät vorhanden, muss aber nicht zwingend mit dem jeweiligen Provider funktionieren.

In einigen Tarifen ist die Nutzung von Voice over WiFi nicht möglich, beispielsweise bei den CallYa-Tarifen von Vodafone. Zwar wird der Menüpunkt zur Aktivierung von VoWiFi in vielen Fällen dennoch angezeigt, sie bleibt aber ohne Wirkung. Dann hilft nur ein Vertrags- oder Providerwechsel. Laufzeitkunden bei Vodafone beispielsweise können VoWiFi nutzen. Im Zweifel sollten Sie Ihren Provider gezielt fragen, ob Ihr Tarif VoWiFi einschließt und ob das von Ihnen

verwendete Smartphone-Modell unterstützt wird.

Damit VoWiFi technisch funktioniert, müssen im verwendeten WLAN-Netz die Ports 500 und 4500 für UDP freigegeben sein. Das ist etwa beim Gastnetz der Fritzbox nicht der Fall, wenn in der Konfiguration die Internetanwendungen beschränkt sind. Auch in kostenlosen Hotspots sind diese Ports häufig nicht nutzbar.

Ist VoWiFi aktiv und einsatzbereit, signalisieren die meisten Handys das durch ein entsprechendes Symbol in der Statuszeile. Da für Telefonate per VoWiFi im Ausland unter Umständen andere Tarife gelten als für VoLTE, kann diese Anzeige durchaus wichtig sein. (uma@ct.de)

## Kontaktnotiz abgeschnitten

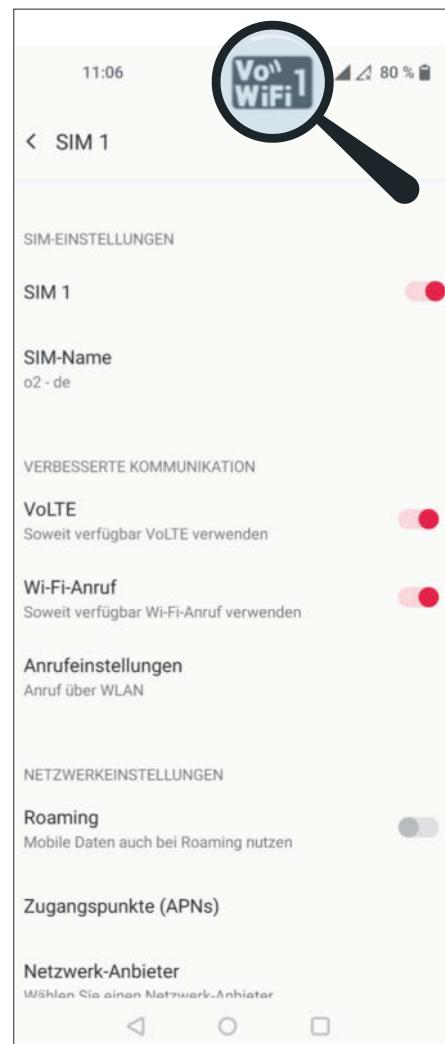
?] Wenn ich einem Kontakt in meinem synchronisierten Adressbuch eine lange Notiz anhänge, zeigt mein Samsung-Smartphone davon nur die ersten ungefähr 9000 Zeichen an. Wie kann ich das beheben?

!] Unter Android sind an der Adress- und Termsynchronisation zwei Komponenten beteiligt: erstens der Dienst, der die Daten zwischen Cloud und Gerät synchronisiert und dann systemweit bereitstellt, und zweitens die App, die Adressen und Termine anzeigt. Verwirrend daran ist, dass viele Apps einen eigenen Synchronisationsdienst mitbringen, dessen Daten dann auch für andere Apps bereitstehen.

In unseren Tests synchronisierte Samsung auch längere Notizen fehlerfrei, sowohl mit den vorinstallierten Samsung-Diensten als auch mit Apps (Gmail oder Samsung Mail) – und zwar unabhängig davon, ob der Kontakt in einem Google-, Exchange- oder CalDAV-Konto angelegt war.

Das Problem besteht vielmehr in der Kontakte-App von Samsung: Sie zeigt die Notizen nicht vollständig an. Entweder steigen Sie von Gmail oder Samsung Mail auf einen Mailer mit integrierter Kontaktverwaltung um, etwa den kostenpflichtigen Exchange-Client Nine von 9Folders.

Oder einfacher: Sie laden sich eine andere Kontakte-App herunter, beispielsweise die kostenlose von Google. Sie zeigt das Notizfeld vollständig an. Da sie wie die vorinstallierte App „Kontakte“ heißt, soll-



Je nach Vorgaben des Providers können die Elemente zur Konfiguration ganz oder teilweise fehlen. Wenn VoWiFi zur Verfügung steht, wird das üblicherweise in der Statuszeile angezeigt.

ten Sie die Samsung-App in den Geräteeinstellungen deaktivieren, um beide nicht ständig zu verwechseln. (jow@ct.de)

## Leistungsaufnahme beim Video-Encoding

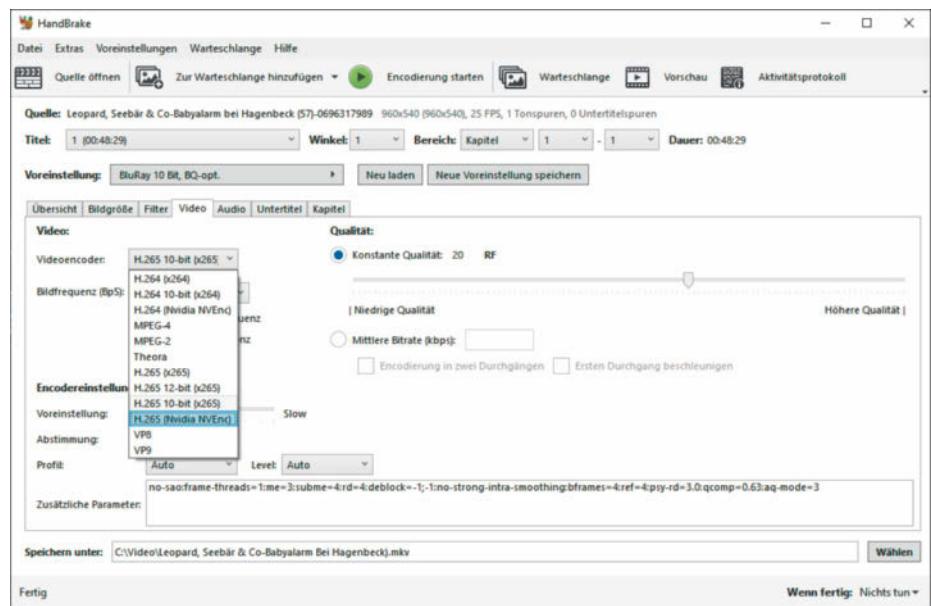
Man findet im Netz Tests von RTX-3xxx-Karten, in denen behauptet wird, die Encoder-Einheit der RTX 3xxx Karten sei immer die gleiche und unabhängig von den restlichen Eigenschaften der Karte. Das würde ja bedeuten, dass eine RTX 3050 ein H.264-Video genauso schnell wie eine RTX 3090 oder gar eine 1660 codiert? Können Sie das bestätigen?

Die Encoder-Einheit ist innerhalb der RTX-30-Serie wohl tatsächlich der gleiche, festverdrahtete Block. In unseren Tests mit dem Animationsfilm Big Buck Bunny und der aktuellen Handbrake-Version 1.5.1 arbeitete der sogenannte NVENC in einer GeForce RTX 3050 annähernd so schnell wie der in einer GeForce RTX 3090, egal ob wir die Ausgabe in H.264 oder H.265 wählten.

Allerdings war die Leistungsaufnahme der RTX 3090 trotz nahezu gleicher Performance höher. In der Voreinstellung „Fast 1080p30“ mit der Encoder-Einstellung „Medium“ waren es ungefähr 14 zu 28 Watt zugunsten der 3050. Für reines Video-Transcoding bietet sich die RTX 3050 also durchaus an. (csp@ct.de)

## Positionierung des Monitorbilds

Mein 4K-TV von Samsung hat ein Elektronikproblem am Panel, weshalb nun das rechte Viertel schwarz bleibt,



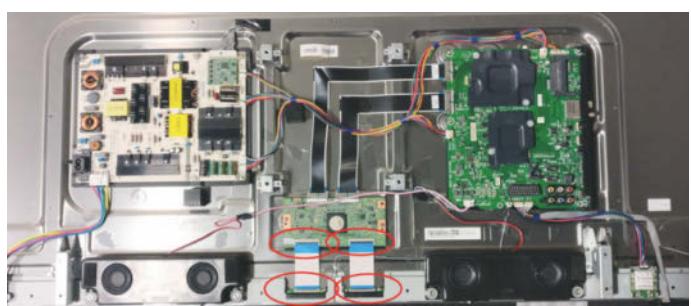
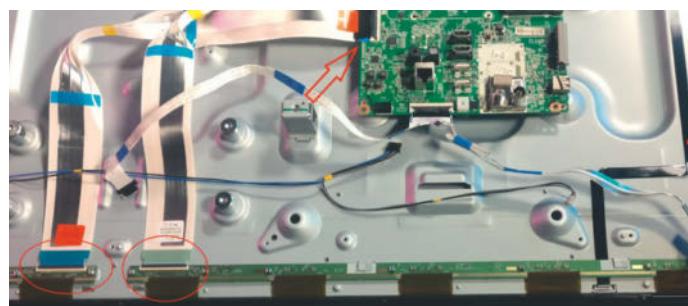
Der Nvidia-Encoder NVENC in der Grafikkartenreihe Ampere (RTX 3000) bringt in allen Kartentypen ungefähr die gleiche Leistung, da er fest verdrahtet ist.

während der Rest des Bildschirms einwandfrei funktioniert. Nun wollte ich ihn gewissermaßen als 3K-Monitor über HDMI an einem PC betreiben. Ich habe schon verschiedene Tools probiert und es auch geschafft, unter dem Windows Desktop eine passende Auflösung einzustellen. Leider zentriert der TV aber das Bild und ich brauche es ja in den linken drei Vierteln des Bildschirms. Welches Tool erlaubt mir denn, das richtig einzustellen?

Ein solches Tool ist uns nicht bekannt, aber über folgenden Umweg können Sie den Bildschirm weiter nutzen: Stellen Sie die physikalische Auflösung des Displays ein. Öffnen Sie dann auf dem TV unter Windows zwei Fenster und fixieren Sie das Fenster, in dem sie tatsächlich arbeiten wollen, auf der linken Hälfte und das andere auf der anderen Seite. Hierfür klicken Sie mit dem

Cursor zuerst in das gewünschte Fenster und schubsen es mit Windows+links auf die linke Hälfte. Das andere verschieben Sie mit einem Klick ins Fenster auf die rechte Seite. Die Grenzlinie zwischen den Fenstern können Sie anschließend mit der Maus so verschieben, dass das Arbeitsfenster im linken 3/4 des TV-Displays liegt und das ungenutzte im defekten Bereich. Das erscheint umständlich, aber man gewöhnt sich schnell an die Tastenkombination Windows+links und Windows+ rechts.

Noch eine Anmerkung zu Ihrem Hardwarefehler: Möglicherweise ist die Platine defekt oder es handelt sich um einen Wackelkontakt am Anschluss der Platine oder dem Timing-Controller. Bei einem Wackelkontakt können Sie den Fehler mit etwas Bastelai eventuell selbst beheben oder in einem Repair-Café um Unterstützung bitten. (uk@ct.de)



Bei einer fehlerhaften Anzeige eines TV-Geräts lohnt es sich, im Inneren nach Wackelkontakten zu suchen. Die auf den Bildern gekennzeichneten Stellen sind nach unseren Erfahrungen dafür anfällig (links: geöffnetes TV mit Video-Platine, rechts: TV mit zusätzlichem Timing-Controller).

# Schutz für Hackers Liebling

**iX**  
MAGAZIN FÜR  
PROFESSIONELLE IT

Wissenspool  
Liveshow, Blog und  
Videos zu AD

## KOMPAKT Sicheres Active Directory

Microsofts AD, Azure AD und Azure-Dienste vor Angriffen schützen

**Denken wie ein Hacker**  
Angriffe kennen, verstehen und verhindern

**Schutzmaßnahmen für das AD**  
Konfigurationen, Gruppenrichtlinien und mehr

**Forensische Analyse von Ereignisprotokollen**  
Vorfälle und Angriffe nachvollziehen

**Angreifer in die Falle locken**  
Deception, Honeytokens und präparierte Systeme

**Grundschutzkonformes AD**  
Was nicht in den Bausteinen steht

**Werkzeuge für die AD-Absicherung**  
Schwachstellen schließen, Angriffe erkennen, Manipulationen rückgängig machen

### Azure AD und Zero Trust

Moderne Absicherung für mobiles Arbeiten, Cloud-Anwendungen und BYOD



Heft + PDF  
mit 32 % Rabatt

**iX**  
MAGAZIN FÜR  
PROFESSIONELLE IT

## KOMPAKT Sicheres Active Directory

Microsofts AD, Azure AD und Azure-Dienste vor Angriffen schützen

**Denken wie ein Hacker**  
Angriffe kennen, verstehen und verhindern

**Schutzmaßnahmen für das AD**  
Konfigurationen, Gruppenrichtlinien und mehr

**Forensische Analyse von Ereignisprotokollen**  
Vorfälle und Angriffe nachvollziehen

**Angreifer in die Falle locken**  
Deception, Honeytokens und präparierte Systeme

**Grundschutzkonformes AD**  
Was nicht in den Bausteinen steht

**Werkzeuge für die AD-Absicherung**  
Schwachstellen schließen, Angriffe erkennen, Manipulationen rückgängig machen

### Azure AD und Zero Trust

Moderne Absicherung für mobiles Arbeiten, Cloud-Anwendungen und BYOD



Das Active Directory als Einfallstor und Verteilzentrale für Ransomware & Co. steht bei Kriminellen hoch im Kurs. In diesem iX Kompakt finden Sie das gesammelte Fachwissen darüber, was für ein erfolgreiches Absichern des Active Directory erforderlich ist:

- Denken wie ein Hacker – Angriffe verstehen und verhindern
- Forensische Analyse von Vorfällen und Angriffen
- Active Directory grundschutzkonform absichern
- Azure AD und Zero Trust

Heft für 19,50 € • PDF für 17,99 € • Bundle Heft + PDF 25,50 €



[shop.heise.de/ix-ad-sicherheit](http://shop.heise.de/ix-ad-sicherheit)

# FAQ

# Videoaufnahmen mit DJI-Drohnen

**Drohnen des Herstellers DJI erlauben bereits mit ihren Automatikfunktionen sehenswerte Luftaufnahmen. In manchen Situationen liefert die manuelle Steuerung per App jedoch professionellere Ergebnisse. Wir erklären die wichtigsten Handgriffe.**

**Von Ludwig Gundermann**

## Verkaufsstopp von DJI-Drohnen

❓ Mediamarkt und Saturn haben den Verkauf von DJI-Drohnen eingestellt, weil der Hersteller angeblich russische Truppen im Ukraine-Krieg unterstützt. Stimmt das?

❗ Der chinesische Hersteller DJI ist der weltweit größte Anbieter ziviler Drohnen. Eingesetzt werden sie unter anderem für Video- und Filmaufnahmen, zum Objektschutz oder in der Katastrophenhilfe. Aber auch Militärs kaufen zuweilen zivile Drohnen, weil sie über Distributoren auf dem freien Markt günstig in hohen Stückzahlen zu beschaffen sind. Eingesetzt werden sie hauptsächlich zur Aufklärung. Von Haus aus tragen sie keine Waffen, allerdings soll beispielsweise der Islamische Staat (IS) Drohnen so modifiziert haben, dass sie Granaten abwerfen.

Es existieren zahlreiche Berichte, nach denen DJI-Drohnen sowohl von der Ukraine als auch von Russland im Ukraine-Krieg eingesetzt werden. Die Zelensky-Regierung forderte gar Privatpersonen auf, das Militär mit zivilen Drohnen zu unterstützen. Zur Rolle von Drohnen im Ukraine-Krieg lesen Sie mehr im Beitrag auf Seite 128.

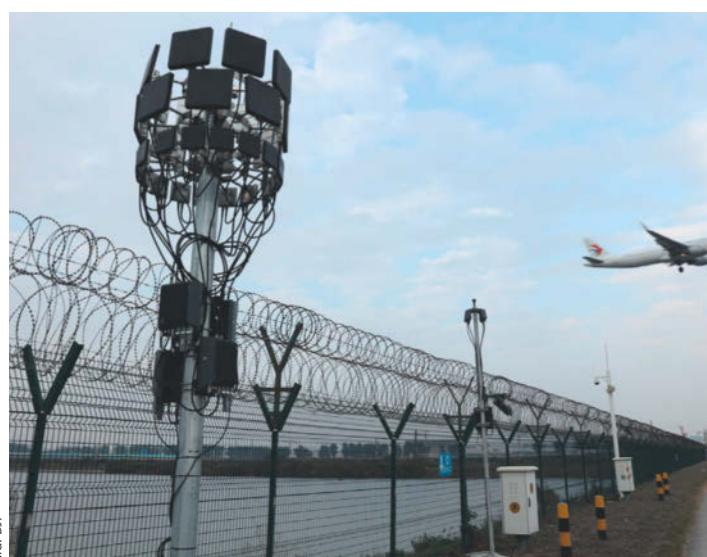
DJI bietet Behörden ein System namens AeroScope an, das Positionen aller DJI-Drohnen und ihrer Piloten auf einer Karte zeigt. Kleine mobile Empfänger haben eine Reichweite von 5 Kilometern, große stationäre Systeme decken bis zu 50 Kilometer ab. Letztere verkauft DJI auch an Russland und die Ukraine. Eingesetzt wurden sie etwa zum Schutz von Flughäfen und Atomkraftwerken, aber auch im Syrien-Krieg.

Die für zivile Einsätze konzipierten AeroScope-Systeme arbeiten laut Hersteller auch offline und ließen sich deshalb nicht aus der Ferne online deaktivieren.

Sie erkennen Positionen von Piloten und DJI-Drohnen ab dem Baujahr 2017, die so zu leichten Zielen für den jeweiligen Kriegsgegner werden. Ältere Drohnenmodelle wurden per Firmware-Update mit einer AeroScope-Erkennung nachgerüstet. Die Positionsbestimmung würde erschwert, wenn Piloten die GPS-Funktionen der Drohnen abschalten.

Mykhailo Fedorov, Minister für digitale Transformation in der Ukraine, forderte DJI unter anderem auf, alle DJI-Drohnen, die außerhalb der Ukraine erworben wurden, in der Ukraine per Geofencing zu deaktivieren. Laut DJI ließen sich solche personenbezogenen Drohnenflugverbote technisch jedoch nicht durchsetzen. Die Steuerungs-App DJI Fly verlangt zwar individuelle Lizenzen für Beschränkungsgebiete, zeigt aber lediglich Warnungen an, wenn diese fehlen. Ein generelles Flugverbot sei laut Hersteller nur per Geofencing möglich und würde sämtliche DJI-Drohnen in der Ukraine betreffen. Ein solches Verbot würde DJI auf Wunsch der ukrainischen Regierung per Software-Update ausspielen. Hacker könnten das Verbot aber leicht umgehen, indem sie beispielsweise das Update mit Geofence-Daten nicht einspielen.

Laut DJI wurden Mediamarkt und Saturn Ende März von einer Spam-Welle mit tausenden Mails zum Boykott vom Verkauf von DJI-Drohnen aufgefordert. Der Hersteller distanziert sich vom militärischen Einsatz seiner Produkte und leiste für derartige Zwecke keine Unterstützung. Er halte sich an alle gesetzlichen Regulierungen und Exportbeschränkungen, würde darüber hinaus aber von sich aus keine Lieferungen an Russland, die Ukraine oder andere Länder aussetzen.



**Stationäre AeroScope-Systeme erkennen die Positionen von DJI-Drohnen und ihren Piloten im Umkreis von 50 Kilometern.**

## Hindernis-Automatik

Meine Drohne will manchmal nicht weiterfliegen, obwohl kein Hindernis in der Nähe ist. Woran liegt das und mit welchen Optionen kann ich das verhindern?

Im Tab „Sicherheit“ des „...“-Menüs der App DJI Fly stehen Optionen zu den „Maßnahmen zur Hindernisvermeidung“ bereit. Wählen Sie hier „Umleitung“, so umfliegt Ihre Drohne ein erkanntes Hindernis automatisch. Die Option „Bremsen“ sorgt für einen sofortigen Stopp der Drohne in der Luft, wenn Sie diese näher als etwa fünf Meter an ein Hindernis heranfliegen.

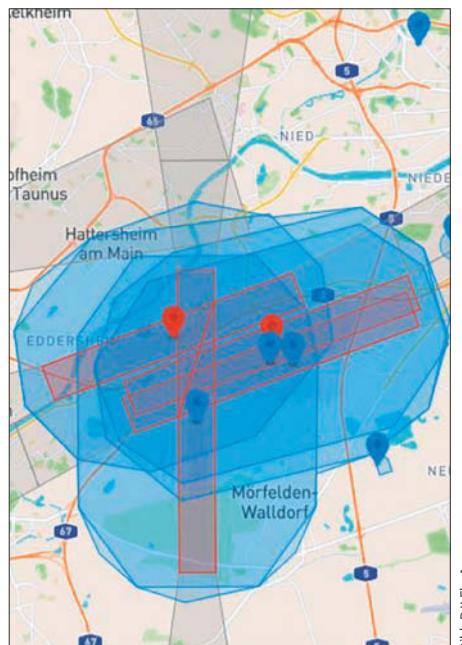
In vielen Flugsituationen funktioniert die Sensor-Automatik zuverlässig, es gibt jedoch Ausnahmen: etwa wenn Sie zu dicht an Baumkronen vorbeifliegen oder Nebel aufzieht, den die Drohne als Hindernis einstuft. Da der Nebel die gesamte Drohne umhüllt, kann sie keine Alternativroute berechnen und stoppt selbst im Modus „Umleitung“ automatisch. Dasselbe kann Ihnen etwa durch einen Vogelschwarm passieren.

Um dies zu verhindern, schalten Sie die Hindernisvermeidung „Aus“. Tun Sie dies jedoch nur, wenn Ihr Sichtkontakt zur Drohne nicht eingeschränkt ist. Achten Sie darauf, die „Hindernisvermeidung“ nach dem Flug wieder einzuschalten, damit die Drohne beim nächsten Start nicht unverhofft in ein Hindernis kracht.

## Flugverbotszonen

Wie kann ich mir alle Flugverbotszonen in der DJI-App anzeigen lassen und was gibt es zu beachten?

Die Mobil-App DJI Fly zeigt auf ihrer Karte Flugverbotszonen an, die etwa Kasernen oder Stadien markieren. Um in den hellblauen Zonen fliegen zu dürfen, brauchen Sie in der Regel das Fernpilotenzeugnis A2, eine Drohnen-Haftpflicht, die Erlaubnis der Landesluftfahrtbehörde und des Grundstückseigentümers. Um Ärger mit Behörden zu vermeiden, tippen Sie beim „Startbildschirm“ auf „Empfohlene Flugzone“. In der Suchmaske der den Karte geben Sie den gewünschten Flugort ein. Nun sehen Sie rote „Flugbeschränkungsgebiete“ (zentrale Flughäfen) und blaue „Autorsierungszonen“ (erweitertes Flughafengelände).



Um verborgene Flugverbotszonen zu markieren, tippen Sie beim „Startbildschirm“ der App DJI Fly auf „Empfohlene Flugzone“.

Um jedoch tatsächlich alle Flugverbotszonen zu sehen, müssen Sie auf das „i-Symbol“ klicken. Schalten Sie die gelben „Warnzonen“ ein, die Flugverbotszonen bei Krankenhäusern (Heli-Ports) anzeigen. Dasselbe gilt für die hellblauen „gesetzlich beschränkten Flugzonen“. Beim Flug in einer eingeschränkten Zone gibt die App eine Warnung aus. Um in einem roten Flugbeschränkungsgebiet fliegen zu können, muss der Nutzer unter [www.dji.com/flysafe](http://www.dji.com/flysafe) eine Lizenz beantragen. Dazu muss er die Erlaubnis einer Behörde einreichen. Die persönliche Freischaltlizenz ist an die Seriennummer der Drohne gekoppelt und muss vor dem Start über die App an diese übertragen werden.

## Automatische Rückkehrhöhe

Es fällt mir schwer, die „automatische Rückkehrhöhe“ und die „maximale Flughöhe“ der jeweiligen Umgebung anzupassen: Entweder dauert die Rückkehr zu lange oder ich befürchte Kollisionen mit der Umgebung. Welche Einstellungen geben mir mehr Sicherheit für den Flug und genügen den gesetzlichen Vorgaben?

Im „...“-Menü der App DJI Fly definieren Sie die „Autom. Rückkehrhöhe“:

Verlieren Sie den Funkkontakt zur Drohne, fliegt diese, je nach Einstellung, automatisch zurück zum Startpunkt („Return to Home“). Dabei sollte die Drohne so hoch wie nötig und so tief wie möglich fliegen, um keine wertvolle Akkuladung zu verlieren.

Um eine optimale Rückkehrhöhe zu ermitteln, schauen Sie sich in der Umgebung um und schätzen die Höhe von Bäumen und Häusern mit einem Försterdreieck ab. Dazu suchen Sie sich einen Stock von der Länge Ihres Arms und halten ihn mit ausgestrecktem Arm senkrecht in die Höhe. Wenn Sie die Spitze eines Hauses oder Baums mit der Spitze des Stocks anpeilen, dann entspricht Ihr Abstand zum Hindernis in etwa dessen Höhe. Schlagen Sie zur Sicherheit noch 10 bis 20 Meter drauf und tragen den Wert unter „Autom. Rückkehrhöhe“ in der App ein.

Unter „Max. Flughöhe“ stellen Sie höchstens „120 m“ ein. Mehr ist laut Bundesministerium für Digitales und Verkehr in Deutschland (BMDV) ohne Genehmigung nicht erlaubt. In manchen gelb markierten Warnzonen kann die erlaubte Flughöhe jedoch deutlich darunter liegen. Wenn Sie sich einer solchen Zone nähern, gibt die App Ihnen Anweisungen, was zu tun ist. Mit einer zu niedrigen maximalen Flughöhe schränken Sie Ihre Drohne bei Flugmanövern und Perspektiven hingegen unnötig ein.

## Akkus prüfen

Ich fliege öfter bei niedrigen Temperaturen. Dabei bin ich überrascht, wie viel schneller meine Akkus im Winter leer sind. Wie kann ich Ladezyklen, Temperaturen sowie Spannungen meiner Akkus überprüfen? Gibt es Tricks, damit diese länger durchhalten?

Speziell im Winter sollten Sie unter „Akkuinfo“ kurz vor jedem Flug prüfen, ob die Akkus mindestens 20 °C und genügend Spannung vorweisen. Tipp: Tragen Sie an kühlen Tagen Ihre Akkus immer in warmen Taschen. Ist die Umgebungstemperatur unter 0 °C, rät DJI von einem Drohnenflug ab, auch wenn etwa die „Mavic Air 2(S)“ und „Mavic 3“ bis -10 °C fliegen dürfen. Ein Grund sind vereiste Rotoren, die das Flugverhalten der Drohne negativ beeinflussen können. Ist es etwas wärmer als 0 °C, prüfen Sie im Schwebeflug, ob die Akkuspannung

unter „Akkuinfo“ für 30 Sekunden stabil bleibt.

Betätigen Sie bei Temperaturen unter 10 °C die Steuerknüppel beim Flug möglichst sanft, um schnelle Spannungsabfälle zu vermeiden. Fallen Ihnen diese unter „Akkuinfo“ auf, kann es sich neben zu niedrigen Temperaturen auch um einen defekten Akku handeln. In solchen Fällen landen Sie die Drohne und tauschen den Akku aus.

Auch im Sommer ist die „Akkuinfo“ hilfreich: Vergessen Sie Ihre Akkus in einem erhitzen Auto (Brandgefahr), so kühlen Sie diese im Schatten herunter. Testen Sie vor dem nächsten Flug, ob DJI Fly bei „Akkuinfo“ weniger als 40 °C anzeigt. Ist dies der Fall und Sie erkennen keine äußereren Verformungen des Akkus, sollte dieser wieder flugbereit sein.

Bei gebrauchten Akkus können Sie über „Akkuinfo“ auch die Anzahl der Ladezyklen und die Spannungsstabilität prüfen. So enttarnen Sie neben defekten Akkus auch Fehlinformationen von Online-Verkäufern.

## Geschmeidige Kameraschwenks

?

Betrachte ich meine Dronenvideos am PC, wirken die Kamerabewegungen oft schneller und hektischer als gedacht. Mit welchen Einstellungen kann ich dem entgegenwirken, sodass die Videos professioneller wirken?

!

Hierzu betreiben Sie Feintuning unter dem Tab „Steuerung“ und der Option „Erweiterte Gimbal-Einstellungen“. Mit den Standardeinstellungen übersetzt die App Ihre Fingerbewegungen oft zu direkt. Um diese zu glätten, verändern Sie die Werte für „Nickgeschwindigkeit“ auf 10, „Nick-Geschmeidigkeit“ auf 4, die „Giergeschwindigkeit“ auf 25 und die „Gier-Geschmeidigkeit“ auf 75.

Bei Bedarf können Sie die Parameter separat für den „Normal“-, „Sport“- und „Cinematic“-Modus ändern und weiter anpassen. Der Normal-Modus eignet sich ideal für Einsteiger, da er agiles Flugverhalten und sensible Gimbal-Bewegungen mit einer reduzierten Fluggeschwindigkeit kombiniert. Der Cinematic-Modus schränkt Agilität, Gimbal- und Fluggeschwindigkeit stark ein und sorgt für sanfte Schwenks. Der Sportmodus ermöglicht hohe Geschwindigkeiten mit einer sensibel reagierenden Steuerung.

## HD-Videostream für Social Media

?

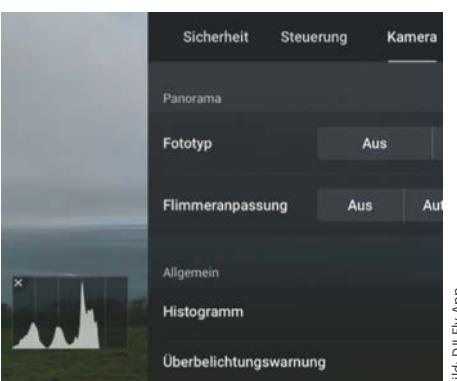
Ich habe die meisten Dronenvideos in 4K aufgenommen. Für Social Media sind mir die Videos und Upload-Zeiten aber zu groß. Wie kann ich Zeit und Speicherplatz sparen?

!

Die App DJI Fly bietet per Videofunk („DJI OcuSync“) neben der Bildkontrolle auch eine kontinuierliche HD-Aufnahme an, direkt auf Ihr Smartphone. Durch die stärkere Kompression gegenüber dem SD-Karten-Material lassen sich diese Videos an vielen Smartphones flüssig bearbeiten. Kleinere Videodateien teilen Sie zudem schneller auf sozialen Medien. Wollen Sie von einem Event direkt aus der Luft berichten, ohne Laptop und SD-Karte, so ist diese Option unerlässlich.

Bei den meisten DJI-Drohnen können Sie unter dem Menüpunkt „Übertragung“ zwischen „HD“ (1080p) und „Smooth“ (720p) wählen. Einige Piloten wählen „Smooth“ in der Hoffnung, ihre Drohne präziser zu steuern. Theoretisch benötigt die reduzierte Videoauflösung eine geringere Bandbreite, was ein flüssigeres Bild ermöglicht, vor allem bei Distanzen über 300 Meter zur Drohne. Da Sie in Deutschland jedoch nur in Sichtweite fliegen dürfen, kommen Sie kaum in Situationen, wo die Funkverbindung so schlecht ist, dass Sie von einer reduzierten Bandbreite profitieren. Zudem sehen die aufgenommenen 720p-Videos verpixelt aus. Der schärfere „HD“-Modus eignet sich besser für den Upload auf sozialen Plattformen.

Bei Problemen mit wenig Speicherplatz oder Abstürzen der App können Sie



die „Max. Kapazität des Zwischenspeichers“ für die Videoaufnahmen auf 2 GByte reduzieren. In der Konsequenz speichert DJI Fly weniger Videomaterial auf Ihrem Telefon, bevor es altes Material mit neuem ersetzt. Um ungewolltes Überschreiben zu verhindern, kopieren Sie die Videos nach dem Flug mit dem Dateimanager des Telefons vom „DJI Album“ in einen anderen Ordner. In 1080p-Auflösung lässt sich mit dem 2-GByte-Limit etwa eine Stunde Video aufzeichnen. Die maximalen 16 GByte reichen für etwa acht Stunden.

## Belichtungshilfen

?

Oft sehen meine Videos auf dem Smartphone gut aus und dann folgt die Enttäuschung am PC: Der Himmel ist ausgebrannt oder Bäume versinken im Schatten. Wie bekomme ich die Belichtung besser in den Griff?

!

Gerade auf Smartphone-Bildschirmen an hellen Sommertagen ist die Belichtung oft schwer beurteilbar. Darum können Sie unter dem Tab „Kamera“ die Bedienungshilfe „Histogramm“ einstellen. Es hilft Ihnen, Über- und Unterbelichtung zu vermeiden (Clipping), selbst wenn Ihr Bildschirm geringe Kontrast- und Helligkeitswerte aufweist.

Die App DJI Fly zeigt Ihnen ein „einfaches Histogramm“ mit der Verteilung der Gesamthelligkeit für jedes Pixel an und nicht für die Farben Rot, Grün oder Blau. Links sind die dunkleren, rechts die helleren Pixel dargestellt. Entsprechend liegen die rein schwarzen am äußersten linken (Unterbelichtung) und die rein weißen am äußersten rechten Rand (Überbelichtung). Besitzt das Bild viele dunkle Bereiche, so sind die Balken auf der linken Seite am höchsten. Weist das Bild überwiegend helle Bereiche auf (Flug über Schneefelder), sind die Balken auf der rechten Seite am höchsten.

Bemerken Sie, dass eine Unterbelichtung vorliegt, so tippen Sie beim Kamerabildschirm auf das „EV-Icon“ und stellen einen höheren Wert ein (+0,3 bis +2,0), bis die hohen Balken am äußersten linken Rand des Histogramms verschwinden. Bei einer Überbelichtung nutzen Sie einen negativen Wert (-0,3 bis -2,0), bis keine Balken mehr am ganz äußersten rechten Rand existieren.

(hag@ct.de)

**Das beste DJI-Bordmittel gegen falsche Belichtung: das platzsparende und präzise Histogramm.**



Margaretha Eich, Björn Kunter,  
Bea Tholen, Markus Wutzler

### LOVE-Storm

Das Trainingshandbuch gegen Hass im Netz

Das Trainingshandbuch  
gegen Hass im Netz

Wochenschau-Verlag,  
Frankfurt/M. 2022  
ISBN 978-3734413469  
120 Seiten, 17 €  
(PDF-/Kindle-E-Book: 16 €)

WOCHE  
SCHAU  
VERLAG

## Digitale Deeskalation

**Auf übergriffige Kommentare oder Beleidigungen richtig zu reagieren, ist stets schwierig. Online gelten dabei dann noch einmal besondere Spielregeln. Dieser Ratgeber klärt über Shitstorms und Hatespeech im Web auf und liefert Tipps und Strategien, um dem zu begegnen.**

Unter dem Motto „Digitale Zivilcourage trainieren!“ bietet das Projekt Love-Storm seit 2017 diverse Übungsformate für Schulklassen und Jugendgruppen. Zu dem Projekt gehört ein Online-Trainingsraum für Rollenspiele rund um Hassrede und Cybermobbing. Er bietet eine geschützte Umgebung, in der die Teilnehmer eines Rollenspiels Erfahrungen sammeln, eigene Strategien entwickeln und Sicherheit gewinnen.

Rollenspielteilnehmer schlüpfen in die Rolle von Angriftern, Angegriffenen, Eingreifern oder Zuschauern bei einem Konflikt. Am Ende jeder Spielrunde reflektieren sie deren Verlauf. Mit dem Love-Storm-Trainingshandbuch können sich Lehrer und Gruppenleiter auf die Durchführung eines solchen Rollenspiels vorbereiten. Die Autoren erläutern die vier Phasen des Spiels und geben praktische Tipps zu Planung und Ablauf.

Darüber hinaus kann das Handbuch auch generell zur Vorbereitung von Unterricht oder Workshops dienen; dafür enthält es Übungsvorschläge. In den Übungen sollen Jugendliche beispielsweise in Kleingruppen als Berater der Bundesregierung Gesetzesvorlagen zur Eindämmung von Hass im Netz erarbeiten. Zeit- und Ablaufpläne für Schulstunden etwa zu „Hass und Hetze im Netz“ oder „Cybermobbing“ lassen sich als Grundlage für eine Doppelstunde zum Thema nutzen.

Schließlich werden in dem Buch auch Einzelpersonen fündig, die im Umgang mit Aggression im Netz souveräner werden möchten. Sie erfahren in den ersten beiden Kapiteln etwas über die Psychologie hinter diesem Phänomen und die Besonderheiten der Kommunikation im Internet. Es folgen Tipps für das eigene Verhalten. Für Strategien wie demonstratives Ignorieren oder emotionale Unterstützung nennt das Buch konkrete Formulierungen, mit denen man sich in Chats oder Tweets zur Wehr setzt oder Solidarität mit Opfern zeigt. Einziger Wermutstropfen: Die konsequent politisch korrekte Sprache des Buchs liest sich mitunter holperig.

(dwi@ct.de)

## Von Platzhaltern und Zeichenfeldern

**Small Basic soll es Anfängern besonders leicht machen, erste Programmierschritte zu unternehmen. Dasselbe Ziel hat diese Einführung für Kinder und Einsteiger in die Welt des Codens. Das Buch wird diesem Anspruch weitgehend gerecht, hat allerdings ein paar Schönheitsfehler.**

Das „Small“ im Namen von Small Basic ist durchaus wörtlich zu nehmen: Es gibt gerade mal 14 Schlüsselwörter. Weil die Sprache eine Art Untermenge von .NET darstellt, können Anwender später leicht auf Visual Basic umsteigen und ihre Erstlingswerke sogar mitnehmen.

Das erste Kapitel des Buchs macht den Leser auf 20 Seiten mit Grundlagen der Programmierung vertraut. Die folgenden 13 Kapitel widmen sich Schritt für Schritt allen Aspekten der Sprache: Entwicklungsumgebung, Ein- und Ausgabe, Variablen, Datentypen und -verarbeitung, Bedingungen, Schleifen, Operatoren, Arrays, Unterprogramme und schließlich einfache Grafikprogrammierung.

Auch wenn der Einband mit knuffigem Roboterchen und dem Hinweis „Ab 10 Jahren“ Kinder als alleinige Zielgruppe nahelegt, handelt es sich nicht um ein ausgesprochenes Kinderbuch. Die Einführung richtet sich ebenso an erwachsene Lerner. Es ist vielmehr so, dass die meisten Zehnjährigen Hilfe benötigen werden, um mit dem Buch zu arbeiten. Ein Highlight sind die didaktisch sinnvoll aufeinander aufbauenden und alltagstauglichen Übungen am Ende jedes Kapitels. Minuspunkt: Es gibt weder im Buch noch online Musterlösungen für diese Aufgaben.

Indem er vertraute Begriffe verwendet, möchte der Autor seinen Lesern das Lernen erleichtern. Variablen nennt er Platzhalter, anstelle von „String“ heißt es hier „Zeichenfeld“ – besser wäre das übliche „Zeichenkette“. Hardy erschließt die Sprache damit auch Personen ohne Englischkenntnisse, zumal auf smallbasic.com lediglich englischsprachige Tutorials verfügbar sind. Mitunter schießt er dabei über das Ziel hinaus: Sätze wie „In der Computerfachsprache heißt ein Übersetzungsprogramm Compiler (engl. für ‚Zusammenbauer‘).“ dürften den Leser eher verwirren als erleuchten.

Die Frage, ob gerade Small Basic für Kinder und Einsteiger die Sprache der Wahl ist, sollte gestellt werden. Insbesondere für jüngere Kinder empfiehlt sich das intuitive Coden mit Blöcken wie bei Scratch oder Code::Blocks für den Raspi als Alternative. Wenn die Wahl auf Small Basic gefallen ist, eignet sich dieses Buch trotz seiner Mängel als solide Einführung. (dwi@ct.de)



Dirk Hardy

### Programmieren lernen für Kinder mit Small Basic

Eine verständliche Einführung in die Welt der Programmierung

BMU Verlag, Deggendorf 2021

ISBN 978-3966451536

282 Seiten, 20 € (Taschenbuch)

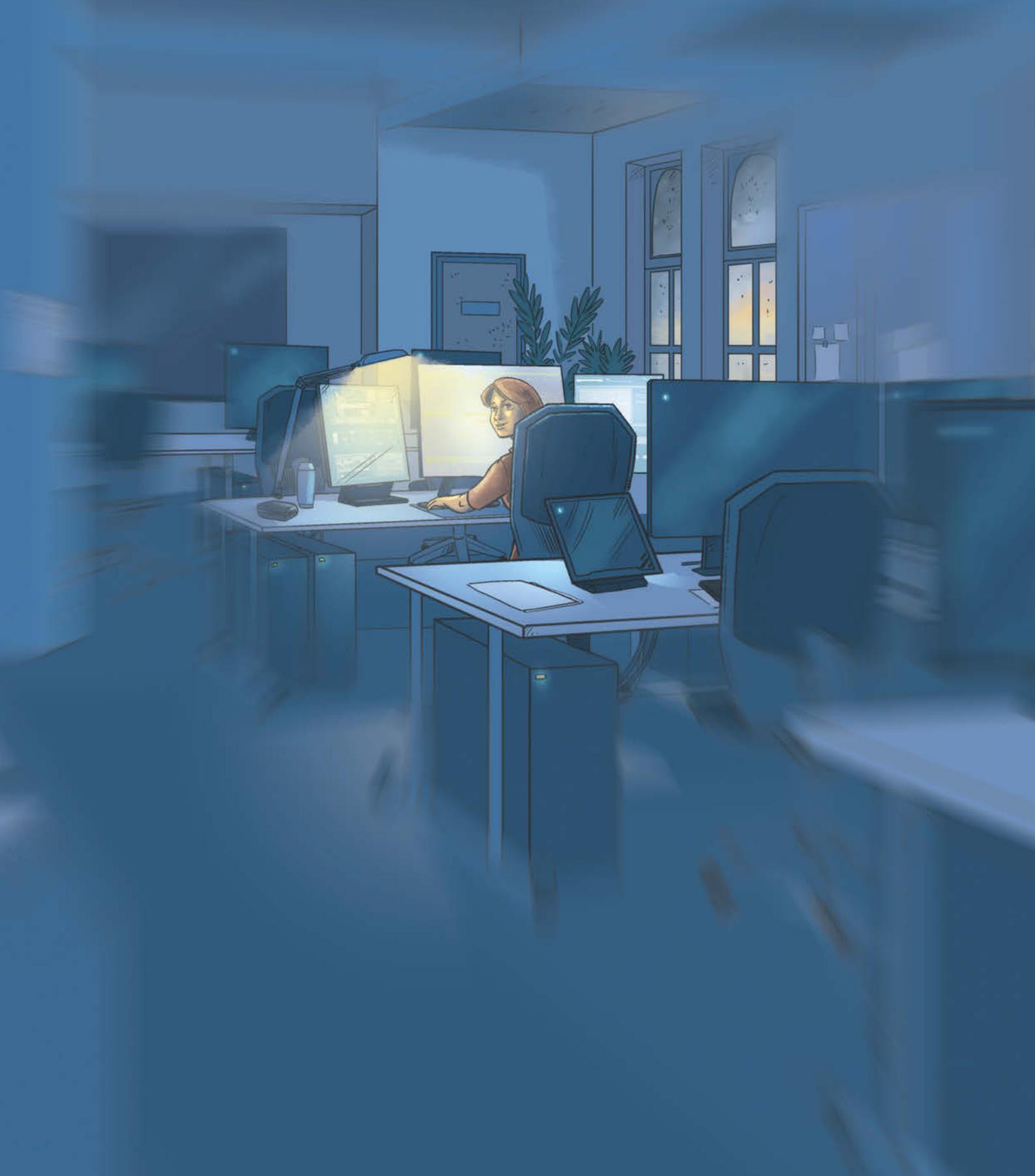
(PDF-/Epub-/Kindle-E-Book: 10 €)

50.116005, 8.725184

Stat.: KA

Bat.: KA

Anal.: KA



# VERWANDELT

von Stefan G. Wolf

Als SmoKI.2 eines Morgens aus unruhigen Träumen erwachte, fand er sich auf seinem Nachtlager in einen mittelgroßen, alles in allem nicht allzu schlanken Menschen verwandelt. Er lag auf seinem Rücken und sah, wenn er den Kopf ein wenig hob, seine schmächtige Brust und die Wölbung seines Bauches, auf dem sich die Bettdecke, zum gänzlichen Niedergleiten bereit, kaum noch halten konnte. Unter dieser Decke zeichneten sich zwei verhältnismäßig dünne Beine ab, deren unterste Enden, rotfleischige Zehen mit blassen Nägeln, unter der Decke hervorlugten.

„Was ist mit mir geschehen?“, dachte er. Er erwartete einen Scan seiner Funktionen, eventuell einen automatischen Restart, das würde ihn gewiss beruhigen, aber nichts geschah. Er lag ganz einfach da und schaute an die Decke, die mit Isoliermaterial verbündet und formschlüssig auch mit den Seitenwänden verbunden war. *Ausreichender Brandschutz entsprechend EN 1047-2*, das war das Erste, was ihm dazu einfiel. Der Anblick des Raums, einer kühlen, unwohnlichen, von vielen verschiedenen Nutzern unterschiedlich dekorierten und mit vielen Geräten, Tischen und halbhohen Schränken vollgestellten, viel zu kleinen Werkstatt, gab ihm immerhin das Gefühl der Geborgenheit zwischen den vier wohlbekannten Wänden. Auf der Arbeitsplatte nahebei, die er sehen konnte, ohne den Kopf heben zu müssen, lagen verschiedene Werkzeuge, Schraubendreher vor allem, Lötkolben, verschiedene Messgeräte. An der Wand dahinter war eine Grafik angebracht, unsauber aus einer Zeitschrift herausgeschnitten, darauf ein Roboter, der mit einer nackten Frau im Bett lag. Darunter stand: *Keep calm and fuck on!*

SmoKI.2 richtete seinen Blick dann zum Fenster, das von einer Staubschicht überzogen und zur Hälfte von einer beigefarbenen Jalousie verdeckt war. Das trübe Wetter – er hörte Regentropfen auf das Fensterblech aufschlagen – machte ihn ganz melancholisch. Wie wäre es, wenn ich noch ein wenig weiterschliefe und alle Narrheiten vergäße, dachte er, doch im selben Augenblick wusste er, dass das nicht passieren würde. Er hörte in sich hinein und war verwirrt, denn da war nichts: noch nicht einmal das leiseste Säuseln eines Lüfters, kein verhaltenes Knistern einer unsauberer Verdrahtung, nicht das vertraute fast unmerkliche Sirren einer Platine. Alles, was er dort fand, tief in seinem verborgenen Inneren, war wieder dieser eigenwillige Zustand, den er zum ersten Mal

**Was macht einen Menschen zum Menschen? Über die grundlegende Identitätsfrage haben sich große Denker seit Jahrhunderten den Kopf zerbrochen. Was wohl ein künstlich intelligenter digitaler Denker dazu sagen würde?**

beim Blick aus dem Fenster registriert hatte. Was hatten sie heute Nacht mit ihm gemacht? Etwa, dass er nun *fühlte*?

Er hob die Arme und stellte fest, dass er sie frei bewegen konnte. Da war nichts – nicht die Sicherungsgurte mit Klettverschluss, keine nachlässig befestigten Steckverbindungen, wie es zuweilen vorkam. Er dachte: „Aufsetzen!“, doch das war bei Weitem nicht so einfach wie bisher. Die automotorische Funktion war offenbar ausgeschaltet, sodass sich SmoKI.2 auf den linken Unterarm stützen musste, um sich aufzurichten. Dann galt es, die Beine von der Liege herabhängen zu lassen, den Rumpf zu dehnen und zu strecken. Er griff mit der rechten Hand nach hinten und fuhr sich – soweit das möglich war – über den Rücken. Er wollte ja nicht einen Charger vom Gerätewagen reißen, wenn er sich jetzt erheben würde, aber er konnte keinen Zugang ertasten. Er versuchte es noch einmal mit der Linken, doch auch sie fand nichts auf seinem Rücken, was ihn mit irgendeinem Gerät verband. Zwar konnte er seinen Ladezustand nicht validieren, doch da die Abgespanntheit, dieses Schlaffe, das ihn direkt nach dem Aufwachen ein wenig beunruhigt hatte, einer gewissen körperlichen Tüchtigkeit gewichen war (er fand ohne Anstrengung das Wort *Tüchtigkeit* in seinem Wortschatz), rutschte er, zusammen mit der Bettdecke, von seinem Lager und machte einen Schritt nach vorn.

**WAS HATTEN SIE HEUTE NACHT  
MIT IHM GEMACHT?**

In der Mitte seines Bauches fand er eine kleine Vertiefung, doch sie maß nur einen halben Zentimeter und enthielt keinen Anschluss. Er untersuchte das Körperteil zwischen seinen Beinen. Natürlich wusste er eigentlich, was es damit auf sich hatte, doch die Laborleute von ProKI-5 waren immer für außergewöhnliche Lösungen ganz gewöhnlicher Aufgaben zu haben.

Auf dem Schreibtisch klingelte das Telefon, vier, fünf Mal, und SmoKI.2 wartete mit klopfendem Herzen – er fasste

sich instinktiv an die Brust: Was war das? Er spürte die Schläge nicht so sehr gegen seine Hand, als vielmehr gegen seinen Brustkorb, von innen. Das Telefon verstummte und ließ ihn in der Stille seiner Kammer und mit dem Pochen seines Herzens zurück. *Was der Verstand auch denkt und sinnt, sein Licht ist kalter Schein! Es wohnt das Glück, das Himmelskind, im Herzen nur allein.* SmoKI.2 erschrak fast über die Worte, die ungebremst durch sein Gehirn fegten. „Was war das denn?“, fragte er sich und schüttelte den Kopf, wobei es ein ganz klein wenig knackte.

SmoKI.2 schaute an sich hinunter. Er war nackt, so viel war klar. Gestern noch hätte er bloß gewusst, was Nacktsein bedeutet, heute fühlte er es. Noch hatte er keinen Begriff für dieses spezielle Gefühl, aber er suchte in den Bibliotheken seines Gehirns nach Analogien, um das alles besser zu verstehen. *Da wurden ihrer beiden Augen aufgetan und sie wurden gewahr, dass sie nackt waren, und flochten Feigenblätter zusammen und machten sich Schürze.* Das war es: SmoKI.2 schämte sich. Er durchsuchte sein kategoriales Gedächtnis. *Kleidung: die Gesamtheit aller Materialien, die als künstliche Hülle den Körper des Menschen umgibt, schützt und die eigene Individualität ausdrückt.* Er nickte, dann sagte er laut: „Im Gegensatz dazu: die Nacktheit.“ Über seine Stimme erschrak er, hatte nicht erwartet, dass sie so hell und laut war, vielleicht weil die meisten der bärigen Männer, mit denen er es täglich zu tun hatte, und selbst die meisten der wenigen Frauen mit tiefer Stimme und *sotto voce* sprachen. Er beschloss, den Gebrauch seiner Stimme zu üben, und fuhr mit Bedacht fort: „Die mit der Nacktheit verbundene Empfindung der Blöße wird als Schutzlosigkeit empfunden.“

SmoKI.2 beruhigte sich ein wenig, denn sein Gehirn schien hochperformant zu sein. Er schaute sich um und als sein Blick auf eines der Geräte fiel, deklamierte er ohne zu zögern: „Ein Oszilloskop, das ist ein elektronisches Messgerät, das für eine oder mehrere elektrische Spannungen deren zeitlichen Verlauf auf einem Bildschirm sichtbar macht. Das Oszilloskop stellt einen Verlaufsgraphen in einem zweidimensionalen Koordinatensystem dar.“ Gut, das wäre also das.

## „DAS OSZILLOSKOP STELLT EINEN VERLAUFGRAFEN IN EINEM ZWEIDIMENSIONALEN KOORDINATENSYSTEM DAR.“

Das Telefon läutete wieder. Nach dem sechsten Klingeln meldete sich der Anrufbeantworter mit einem launigen: „IKI, Projektgruppe 5, Sie wissen, was zu tun ist!“ Es piepte, dann war ein Augenblick Stille in der Leitung, bevor eine verschlafene Stimme sagte: „Sabine Auer vom Magazin. Sie wollten mir doch mal was von dem ... (es raschelte) ... genau, von der selbstmotivierenden künstlichen Intelligenz, diesem ... diesem Smokie erzählen. Genau. Wann können wir denn mal?“

Dann hörte man nur ein Rauschen, als erwarte die Anruferin eine Antwort von dem Automaten, bevor sie fortfuhr: „Meine Nummer haben Sie ja. Genau. Also tschö.“ Es knackte, tute-te dreimal, dann war es wieder still.

„Smokie“, sagte SmoKI.2, und lächelte, als ob er irgend eine Anspielung, eine Ironie, einen Wortwitz heraushören könnte. Konnte er aber nicht. Stattdessen hob er die Decke vom Boden auf, wickelte sich darin ein, legte die Hand auf die Türklinke, öffnete und trat auf den Flur hinaus, den er zuvor noch nie betreten hatte.

Das Institut für künstliche Intelligenz war in einem Gebäude aus den 30er Jahren untergebracht, in dem sich einmal eine Likörfabrik befunden hatte. Von dem Flur gingen links und rechts Türen zu kleinen Büros und Labors ab, die sich als menschenleer erwiesen. Hinter einer Glastür war ein Treppenhaus zu sehen. Geradeaus führte eine zweiflügelige Tür in einen großen Raum. An dessen Stirnseite, dem Flur gegenüber, hingen drei Uhren. Unter der ersten stand *Berlin*, unter der zweiten *Sylt* und unter der dritten *Bielefeld*. Alle zeigten dieselbe Uhrzeit: viertel vor acht. Es musste Morgen sein, denn draußen war es hell. Drinnen in dem großen Raum erleuchtete eine einzelne Tischlampe einen der Arbeitsplätze. Dort hieb eine Mitarbeiterin energisch auf ihre PC-Tastatur ein.

„Bin gleich fertig, ich druck’ das nur noch aus und dann gehe ich mir erst mal ’nen Kaffee holen“, rief sie in den scheinbar leeren Saal, ohne den Kopf zu heben, als sie den ... ja, wie sollen wir ihn nennen? Er wusste ja selbst nicht so genau, wer er war.

„Ich bin’s, Smokie“, sagte er vorsichtig und verbarg seinen Unterkörper, so gut es ging, hinter einem 3D-Drucker.

„Ach, hast du mich erschreckt! Wir haben noch nicht damit gerechnet, dass du aufwachst“, sagte die Frau leicht-hin, „Moment noch“ und tippte weiter. „Und dass du dich rausbraust, ich meine: so!“ Ihre Handbewegung deutete an ihm herab, so als wollte sie ihm auf die Entfernung das Tuch herunterreißen. SmoKI.2 zog die Decke fester um die Schultern. Seine Blutgefäße dehnten sich plötzlich aus und seine Wangen erröteten.

„Oh, das funktioniert auch!“, rief die Frau am Schreibtisch erfreut aus. Sie griff zum Telefon, tippte ein paar Zahlen ein, hielt inne und legte wieder auf. „Der kann warten“, sagte sie mehr zu sich selbst als zu irgendeinem Gesprächspartner. „Wir zwei werden schon allein klarkommen, oder?“ SmoKI.2 registrierte einen Dialekt, war sich aber nicht sicher, ob es sich um Moselfränkisch oder Rheinfränkisch handelte. „Ich bin die Moni.“

„Sehr erfreut!“ SmoKI.2 verneigte sich leicht, wobei sich die Decke öffnete und seinen Unterleib freigab. „Oh,“ entfuhr es ihm, „ich glaube, ich bin underdressed.“

Die Frau lachte laut auf. „Wenn das eben kein lexikalischer Bug war, dann hat dir Sven ja sogar Ironie einprogrammiert. Magst du?“ Sie hielt ihm eine Plastikdose mit drei Apfelschnitzen hin und löste damit einen Synapsensturm aus. *Sie nahm von der Frucht und aß und gab dem Mann, der bei ihr war, auch davon und er aß.* „Nimm schon“, sagte die Frau, und SmoKI.2 wurde bewusst, dass er spontaner kommunizieren musste. Weniger denken, mehr ... – er kam nicht auf das Wort.

## Über den Autor

**Stefan G. Wolf** lebt in Wiesbaden. Nach dem Studium der Germanistik und Musikwissenschaft arbeitete er in Redaktionen, Pressestellen, Werbeagenturen und als Kommunikationsberater. Er hat sein Leben lang geschrieben, geschrieben, geschrieben – das Ergebnis sind zahlreiche Beiträge in Zeitschriften und Anthologien, zudem zwei Sachbücher, das musikalische Kochbuch „Opera al dente. Streifzug durch die Opernküche“ sowie die Romane „Mozart kam nur bis Woodstock“, „Aus dem Blau dieses unfassbaren Glück“ und „Eine schräge Geschichte, die böse endet“. Auf [www.meinschreibtisch.online](http://www.meinschreibtisch.online) versammelt der Autor Proben seines Schaffens, darunter Prosa und Lyrik mit digital-orchestral dargebrachten eigenen Musikkompositionen.



Bild: Stefan G. Wolf

„Ich würde es vorziehen, meine Blöße zu bedecken“, sagte er stattdessen und die Frau lachte auf. In diesem Moment war ihm klar, dass sie ihn ja wahrscheinlich schon nackt gesehen hatte, während er im Labor auf dem Tisch gelegen hatte. Vielleicht hatte sie sogar *an ihm gearbeitet!* Er errötete wieder.

## WENIGER DENKEN, MEHR ... – ER KAM NICHT AUF DAS WORT.

Sie stand auf und ging in die Richtung, aus der er gekommen war. „Komm mit!“, sagte sie, „ich glaube, wir haben da was für dich.“ In dem Raum, in dem er aufgewacht war, holte sie eine Sporttasche aus einem der Schränke. „Deine Ausstattung ist noch nicht da, du kannst so lange Mikes Sportsachen anziehen.“ Sie zog den Reißverschluss der Tasche auf. „Ich hoffe, sie müffeln nicht zu stark.“

„Das inkommidiert mich keineswegs“, antwortete SmoKI.2.

„Ich glaube, wir haben dich mit zu viel Literatur gefüttert. Du brauchst eine Extraption Street Credibility.“ Moni drückte ihm die Tasche in die Arme, sodass er die Decke fallen lassen musste. Sie lachte laut auf und zog sich zurück.

Er nahm die Kleider heraus und zog sich an, so gut er es verstand. Das mit den Socken bekam er nicht hin und schlüpfte daher barfuß in die Sportschuhe; auch die Schnürsenkel ließ er offen. Auf dem Schrank lag noch eine Kappe. Er setzte sie auf und drehte, auf eine plötzliche Eingebung hin, die sich anfühlte wie ein Wiedererkennen, den Mützenschirm nach hinten. Und weil er schon mal dabei war, in den

Kleidern eines Fremden ins Leben zu treten, öffnete er die Schubladen am Schreibtisch und nahm wahllos das eine oder andere heraus: ein Feuerzeug, das Porträtfoto einer jungen Frau mit langen blonden Locken, einen Zehn-Euro-Schein, einen Klebestift. Er verstaute alles in den Taschen seiner Jogginghose und verließ den Raum.

Als er erneut den großen Raum betrat, war Moni verschwunden. Er brauchte nur zurück zum Flur zu gehen, durch die Glastür ins Treppenhaus zu treten, etliche Stufen hinabzusteigen, eine weitere Tür zu öffnen, dann stand er auf der Straße. Es war noch frisch, aber die Vögel sangen aus den Alleebäumen. Autos, Straßenbahnen, Fahrräder, Menschen eilten vorbei. „So ist das also“, sagte SmoKI.2 leise und keineswegs überrascht. 50.116005, 8.725184 meldete sein Navigationssystem, doch er ging ganz einfach der Sonne entgegen, hielt bei den Menschen an, die an der Bordsteinkante standen und auf die Lichter am hohen Mast schauten, ging weiter, wenn auch sie weitergingen. Gern hätte er einen von ihnen angefasst, er wollte die Haut fühlen, ihnen ins Haar greifen, aber irgend etwas befahl ihm, es besser bleiben zu lassen.

Von einem Kiosk her duftete es und er sog die Luft tief durch die Nase ein. Er war ein wenig verwundert, dass seine Gedanken sich nicht bei den oxidierten und kondensierten Reaktionsprodukten des karamellisierten Zuckers und dem Aldehyd, Eugenol und den Monoterpenen des Zimts aufhielten, sondern er beißenden Hunger und wohligen Appetit verspürte. Er nahm den Geldschein aus der Hosentasche und während er ihn auf den Tresen legte, zeigte er auf die Backware.

„’n Franzbrötchen, gute Wahl“, sagte der Verkäufer und reichte das Gebäck mit einer Zange herüber. SmoKI.2 zögerte einen Augenblick, weil er selbst keine Zange zur Hand hatte, aber dann merkte er, dass das offenbar nicht erwartet wurde. Als er in das warme Gebäck biss, überflutete ihn eine Welle von, ja – von Zärtlichkeit und von anderen Gefühlen, für die er noch keine Namen fand.

\* \* \*

„Smokie“ nannten ihn bald die älteren Herrschaften im Park, mit denen er immer Schach spielte. Oh ja, Schach, das war sein Ding – und es gab niemanden, der ihn jemals schlug. „Wie Deep Blue, kennste Deep Blue?“, fragten sie ihn, und: „Haste ’n Elektronenhirn im Kopp, oder was?“ Er nahm einen Schluck von dem Kaffee, den sie ihm jeden Vormittag spendierten, und zog Sb8-c6.

„Ich bin nur Smokie, einer wie ihr“, sagte er und lächelte. (psz@ct.de) ct

## Die c't-Stories als Hörversion

Unter [heise.de/-4491527](http://heise.de/-4491527) können Sie einige c't-Stories als Audiofassung kostenlos herunterladen oder streamen. Die c't-Stories zum Zuhören gibt es auch als RSS-Feed und auf den bekannten Plattformen wie Spotify, Player FM und Apple podcasts ([ct.de/yz13](http://ct.de/yz13)).

# work 2morrow

## Wie der Wandel der Arbeitswelt gelingt

Die Online-Konferenz von

**DER SPIEGEL**

heise Academy

Wie lassen sich in der neuen Arbeitswelt menschliche und unternehmerische Potenziale erkennen? Wie können wir im Team eine responsive Denkweise entwickeln und transparent kommunizieren?

An insgesamt drei Thementagen erhalten Führungskräfte, Mitarbeiter aus der Organisationsentwicklung sowie Personal- und IT-Abteilungen wertvolles Wissen für ihren Arbeitsalltag:

**5. Mai  
2022**

Besser steuern:  
Führungs-  
kompetenz in der  
neuen Arbeitswelt

**12. Mai  
2022**

Zusammenarbeit 2.0:  
Wie die erfolgreichen  
Teams der Zukunft  
arbeiten

**19. Mai  
2022**

Das passende Werkzeug:  
Tools und Techniken  
für eine produktive  
Zusammenarbeit

Weitere Infos sowie Frühbucher-  
Tickets auf **work2morrow.de**



**Nerdistan** 

**Neuland**

**ct** magazin für computer technik

## Fernstudium Robotik

Ihre Chance in einem schnell wachsenden Zukunftsmarkt. Aus- und Weiterbildung zum Roboter-Techniker und -Programmierer. Kosten-günstiges und praxisgerechtes Studium ohne Vorkenntnisse. Beginn jederzeit.

**NEU:** Umweltschutz-Techniker, Netzwerk-Techniker, SPS-Techniker

Teststudium ohne Risiko. GRATIS-Infomappe gleich anfordern!

FERN SCHULE WEBER - seit 1959  
Neerstedter Str. 8 - 26197 Großenkneten - Abt. F14  
Telefon 0 44 87 / 263 - Telefax 0 44 87 / 264

[www.fernenschule-weber.de](http://www.fernenschule-weber.de)

Inkl. Roboterbausätze und -Modelle

# Talk nerdy to me!

**ct** magazin für computer technik

**MIT Mac & i IMMER EINE NASENLÄNGE VORAUS**

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

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

- Tipps & Praxiswissen
- Reports und Hintergründe
- Hard- und Softwaretests
- inkl. Club-Mitgliedschaft

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

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

Jetzt bestellen:  
[www.mac-and-i.de/minabo](http://www.mac-and-i.de/minabo)

✉ leserservice@heise.de ☎ 0541 80 009 120



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



**Die Konferenz zu IoT und Industrie 4.0**

**10. und 11. Mai 2022 - Karlsruhe**

**Highlights aus dem Programm:**

- Gestaltung und Entwurf eines IoT-Edge-Geräts
- Eingebettete Systeme programmieren mit Rust
- Test-Driven IoT mit Testcontainers
- Lean Prototyping für IIoT-Projekte
- Objekterkennung an der Edge
- Die Supply Chain im (I)IoT erfolgreich absichern

**Jetzt  
Tickets  
sichern!**

**[www.buildingiot.de](http://www.buildingiot.de)**

Workshops am 9. Mai: »IoT Supply Chain Security« und »Unüberwachtes Lernen im IoT-Umfeld«

Goldspatoren

@codecentric

com2m  
connecting software solutions

HIVEMQ

NOVATEC

Silbersponsor

Maiborn  
Wolff

Mensch IT

Veranstalter

IX

heise Developer

dpunkt

verlag

ORACLE Feuerwehr [www.oraservices.de](http://www.oraservices.de) 

softaktiv.datensysteme Datenbankapplikationen, Website Boosting, Online-Pressemitteilungen, Unterstützung bei Ihren V-Projekten. Einfach anrufen, Faxen oder eine E-Mail schicken. Telefon: 0511/3884511, Mobil: 0170/3210024, Telefax: 0511/3884512, E-Mail: [service@softaktiv.de](mailto:service@softaktiv.de), Internet: [www.softaktiv.de](http://www.softaktiv.de) 

nginx-Webhosting: [timmehosting.de](http://timmehosting.de) [www.patchkabel.de](http://www.patchkabel.de) - LWL und Netzwerk Kabel xxs-kurze Daten- & Netzkabel: [kurze-kabel.de](http://kurze-kabel.de) 

**EDELSTAHL LED SCHILDER:** [www.3D-buchstabe.com](http://www.3D-buchstabe.com)  
HAUSNUMMERN nobel 230V~: [www.3D-hausnummer.de](http://www.3D-hausnummer.de) 

Lust auf Java? [WWW.TQG.DE/KARRIERE](http://WWW.TQG.DE/KARRIERE) WLL-Breitband Netz Rhein-Main – [techni.de](http://techni.de) 

Erfahrene Diplom-Fachübersetzerin übersetzt EDV-Texte aller Art (Software und Hardware) insbesondere Texte aus den Bereichen Telekommunikation und Netzwerke. Englisch-Deutsch. Tel. + Fax: 05130/37085 

**DATENRETTUNG** v. HDD, RAID, SSD – **Erfolg >99%**  
[www.datarecovery.eu](http://www.datarecovery.eu) – 24h-Tel.: 0800-073 88 36 

**Texte schnell durchsuchen: Depeche View!**  
Tausende Sourcecodes, Configs, CSV/XML in 1 Fenster überfliegen, filtern, sofort ändern. 

**Ukraine:** Beauftragen Sie professionelle Webdesigner / Social Media Manager. Anfragen per Mail: [ukraine@mr-venture.com](mailto:ukraine@mr-venture.com). 

Angebotsverfolgung/Auftragsverwaltung (accdb)  
<https://www.windows-applikationen.de/> 

## Anzeigenschluss

für die nächsten

erreichbaren Ausgaben:

**12/2022: 03.05.2022**

**13/2022: 16.05.2022**

**14/2022: 27.05.2022**

## c't – Kleinanzeigen

### Private Kleinanzeige:

erste Druckzeile € 10,-; jede weitere Zeile € 8,-

### Gewerbliche Kleinanzeige:

erste Druckzeile € 20,-; jede weitere Zeile € 16,-

### Chiffre-Anzeige: € 5,- Gebühr

**Hinweis:** Die Rechnungsstellung erfolgt nach Veröffentlichung der Anzeige!

Name/Vorname

Firma

Str./Nr.

PLZ/Ort

Bitte veröffentlichen Sie den Text in der nächsterreichbaren Ausgabe von c't.

Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen.  
Sparkasse Hannover,  
IBAN DE98 2505 0180 0000 0199 68, BIC SPKH DE 2H

Bei Angeboten: Ich versichere, dass ich alle Rechte an den angebotenen Sachen besitze.

Datum Unterschrift (unter 18, der Erziehungsberechtigte)

**Faxnummer: 05 11 / 53 52-200**

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe (Vorlaufzeit mind. 3 Wochen) folgende Anzeige im Fließsatz  privat  gewerblich\* (werden in c't mit  gekennzeichnet)  Chiffre

€ 10,- (20,-)
€ 18,- (36,-)
€ 26,- (52,-)
€ 34,- (68,-)
€ 42,- (84,-)
€ 50,- (100,-)
€ 58,- (116,-)
€ 66,- (132,-)

Pro Zeile bitte jeweils 45 Buchstaben einschließlich Satzzeichen und Wortzwischenräumen. Wörter, die **fettgedruckt** (nur in der ersten Zeile möglich) erscheinen sollen, unterstreichen Sie bitte. Den genauen Preis können Sie so selbst ablesen. \*Der Preis für gewerbliche Kleinanzeigen ist in Klammer angegeben. Soll die Anzeige unter einer Chiffre-Nummer erscheinen, so erhöht sich der Endpreis um € 5,- Chiffre-Gebühr.

Ausfüllen und einsenden an:  **Heise Medien GmbH & Co. KG**  
**c't-Magazin, Anzeigenabteilung**  
**Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover**

→ Weiterlesen, wo andere aufhören.





## Redakteur (m/w/d) / Volontär (m/w/d) für Systemmanagement und DevOps



### Redakteur (m/w/d) / Volontär (m/w/d) für Systemmanagement und DevOps

Du interessierst Dich für IT-Automatisierung, Monitoring, DevOps und Cloud-Integration und all das, was die IT am Laufen hält? Hast Spaß am Schreiben und an der Arbeit mit Fachautoren? Dann suchen wir Dich für iX, das Heise-Magazin für professionelle IT.

#### Deine Aufgaben

- Dein Hauptjob: Du schreibst und redigierst Fachartikel und Newsmeldungen für iX und heise online zu spannenden Themen aus der professionellen IT.
- Dazu beobachtest Du technische Entwicklungen, recherchierst neue Themen, erkennst Trends, findest und steuerst Fachautoren.
- Du unterstützt unsere Online- und Präsenzveranstaltungen mit Deinem Know-how.
- Du packst mit an bei der Weiterentwicklung von iX und Heise Medien.

#### Deine Talente

- Themen rund um Systemadministration und die Integration von Cloud-Diensten findest Du spannend. Vielleicht hast Du sogar schon Erfahrungen in diesem Bereich gesammelt.
- Viel Neugier, Interesse an Profi-IT, journalistisches Denken und ein Gespür für IT-Trends.
- Als Redakteur (m/w/d) hast Du journalistische Berufserfahrung, idealerweise im Bereich der professionellen IT. Als Volontär (m/w/d) brauchst Du nur Spaß am Texten und Interesse an journalistischer Arbeit.
- Ein technischer Studienabschluss wäre schön, ist aber kein Muss..

#### Deine Benefits

- MacBook, Linux- oder Windows-Rechner – Du hast die Wahl.
- Flexible Arbeitszeiten, mobiles arbeiten und flache Hierarchien.
- Viel Freiheit bei der Wahl der Themen, an denen Du arbeitest, und bei der Umsetzung Deiner Ideen.
- Kostenloser Zugang zu allen Heise-Zeitschriften, -Konferenzen und -Workshops sowie zur heise Academy.

#### Haben wir Dich neugierig gemacht?

Lernen Sie uns im Video kennen und besuchen Sie uns auf Xing und Kununu.



#### Dein Ansprechpartner

Dr. Oliver Diedrich, Chefredakteur iX  
Tel. 0511 5352-616

Bitte bewirb Dich online: [karriere.heise-gruppe.de](http://karriere.heise-gruppe.de)

#### Wir freuen uns auf Deine Bewerbung!

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.

#### Heise Medien GmbH & Co. KG, Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover

iX ist das unabhängige, kritische und anspruchsvolle Magazin für IT-Profis. Unsere Tests, Grundlagenartikel, Hintergrundberichte und Produktvorstellungen sind die monatliche Informationsquelle für Administratoren und Programmierer und alle anderen, die sich professionell mit Informationstechnik beschäftigen. iX ist eine Publikation von Heise Medien.



# Robotics & Automation.

Starten Sie Ihre Karriere  
mit Zukunftstechnologie  
bei Heidelberg.



Werden Sie Teil eines hochmotivierten und talentierten Entwicklungsteams für integrierte Softwarelösungen und Automatisierungstechnik (Steuerung- und Leistungselektronik). Gestalten Sie die Zukunft von Heidelberg in einem modernen Entwicklungsumfeld an unserem Standort Wiesloch-Walldorf. Wir suchen (m/w/d):

- **Technical Manager und Architekt für Steuerungstechnik**
- **Technical Manager und Architekt für Leistungselektronik**
- **Entwickler für System-Software (Echtzeitbetriebssysteme, ...)**
- **Entwickler für Embedded Software**
- **Entwickler für Regelungstechnik/FPGA**
- **Entwickler für Leistungselektronik**
- **Qualifizierungsingenieure (EMV, Umwelt, Funktion)**
- **Leiterplattendesigner (PCB-Layouter)**
- **Entwickler Elektrotechnik/Projektierung**

Heidelberg ist Lösungsanbieter für die grafische Industrie, Marktführer im Bereich Bogenoffsetdruck und Entwickler cloudbasierter Softwarelösungen und Dienstleistungen. Unser Ziel ist es, die digitale Zukunft der Druckindustrie und anderer Branchen zu gestalten. Mit unserem technologischen Know-how im Bereich Automatisierungs- und Energieversorgungssysteme haben wir uns im Bereich Ladetechnik bereits zu einem führenden Anbieter deutschlandweit entwickelt und expandieren erfolgreich in andere Märkte.

Weiterführende Information finden Sie unter  
→ [www.heidelberg.com/karriere](http://www.heidelberg.com/karriere)



**Heidelberger Druckmaschinen AG**  
Kurfürsten-Anlage 52–60, 69115 Heidelberg, Deutschland  
Telefon +49 6221 92-00, [heidelberg.com](http://heidelberg.com)

# Inserenten\*

1&1 Telecom GmbH, Montabaur	196	<b>Stellenanzeigen</b>
1blu AG, Berlin	2	Heidelberger Druckmaschinen AG, Heidelberg
Bechtle Systemhaus Holding AG, Neckarsulm	35	Heise Medien GmbH & Co. KG, Hannover
Cordaware GmbH, Pfaffenhofen	7	<b>Veranstaltungen</b>
dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg	53	c't workshop
EXTRA Computer GmbH, Giengen-Sachsenhausen	23	M3
Fernschule Weber, Großenkneten	187	heise Security Tour
Kentix GmbH, Idar-Oberstein	37	betterCode Flutter
Micro-Star International Co. Ltd., ROC-Taipei, Taiwan	25	Projektmanagement mit Jira und Confluence
mitp Verlags GmbH & Co. KG, Frechen	47	heise Academy
netfiles GmbH, Burghausen	39	CloudLand
SEH Computertechnik GmbH, Bielefeld	49	heise Academy
Telefónica Germany GmbH & Co. OHG, München	43	work2morrow
Thomas Krenn.com, Freyung	9	building IoT
WIBU-SYSTEMS AG, Karlsruhe	41	<i>Diese Ausgabe enthält Gesamt- bzw. Teilbeilagen der WILEY VCH GmbH, Weinheim und der Heise Medien GmbH &amp; Co. KG, Hannover.</i>
		<i>* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich. Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.</i>

## TECHNIKUNTERRICHT MACHT ENDLICH SPAB!



### Make: Education

Mit **Make Education** erhalten Sie jeden Monat kostenlose Bauberichte und Schritt-für-Schritt-Anleitungen für einen praxisorientierten Unterricht:

- Für alle weiterführenden Schulen
- Fächerübergreifend
- Digital zum Downloaden
- Monatlicher Newsletter

Jetzt kostenlos downloaden:  
[make-magazin.de/education](http://make-magazin.de/education)

# Impressum

## Redaktion

Heise Medien GmbH & Co. KG, Redaktion c't  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-300  
Telefax: 05 11/53 52-417  
Internet: [www.ct.de](http://www.ct.de), E-Mail: [ct@ct.de](mailto:ct@ct.de)

**Titelthemenkoordination in dieser Ausgabe:** „E-Autos: Technik, Mythen, Kosten“:  
Stefan Porteck ([spo@ct.de](mailto:spo@ct.de)), „Der eigene Nachrichtenchef“: Jo Bager ([jo@ct.de](mailto:jo@ct.de))

**Chefredakteur:** Dr. Jürgen Rink ([jr@ct.de](mailto:jr@ct.de)) (verantwortlich für den Textteil)

**Stellv. Chefredakteur:** Axel Kossel ([ad@ct.de](mailto:ad@ct.de))

**Chef vom Dienst:** Georg Schnurer ([gs@ct.de](mailto:gs@ct.de))

### Leser & Qualität

**Leitung:** Achim Barczok ([acb@ct.de](mailto:acb@ct.de))

**Textredaktion & Qualitätssicherung:** Oliver Lau ([ola@ct.de](mailto:ola@ct.de))

**Koordination Leserkommunikation:** Martin Triadan ([mat@ct.de](mailto:mat@ct.de))

### Ressort Internet, Datenschutz & Anwendungen

**Leitende Redakteure:** Hartmut Gieselmann ([hag@ct.de](mailto:hag@ct.de)), Jo Bager ([jo@ct.de](mailto:jo@ct.de))

**Redaktion:** Holger Bleich ([hob@ct.de](mailto:hob@ct.de)), Anke Brandt ([abr@ct.de](mailto:abr@ct.de)), 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. Dubovoy ([imd@ct.de](mailto:imd@ct.de)), Ronald Eikenberg ([rei@ct.de](mailto:rei@ct.de)), Alexander Königstein ([ako@ct.de](mailto:ako@ct.de)), Pina Merkert ([pmk@ct.de](mailto:pmk@ct.de)), Dennis Schirrmacher ([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)), Ingo T. Storm ([it@ct.de](mailto:it@ct.de)), Keywan Tonekaboni ([ktm@ct.de](mailto:ktm@ct.de)), Axel Vahldiek ([axv@ct.de](mailto:axv@ct.de))

### Ressort Hardware

**Leitende Redakteure:** Christof Windeck ([cw@ct.de](mailto:cw@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)), Tim Gerber ([tig@ct.de](mailto:tig@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 Müsigg ([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 ([sht@ct.de](mailto:sht@ct.de)), Nico Jurran ([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@ct.de](mailto:ltg@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))

**Redaktionsassistenten:** 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 Assistenten:** Ralf Schneider ([ltg@ct.de](mailto:ltg@ct.de)), Hans-Jürgen Berndt ([hjb@ct.de](mailto:hjb@ct.de)), Denis Fröhlich ([df@ct.de](mailto:df@ct.de)), Christoph Hoppe ([ch@ct.de](mailto:ch@ct.de)), Stefan Labusga ([sla@ct.de](mailto:sla@ct.de)), Arne Mertins ([ame@ct.de](mailto:ame@ct.de)), Jens Nohl ([jno@ct.de](mailto:jno@ct.de)), Wolfram Tege ([te@ct.de](mailto:te@ct.de))

**Dokumentation:** Thomas Masur ([tm@ct.de](mailto:tm@ct.de))

**Verlagsbüro München:** Hans-Pinsel-Str. 10b, 85540 Haar, Tel.: 0 89/42 71 86-0, Fax: 0 89/42 71 86-10

**Ständige Mitarbeiter:** Leo Becker ([lbe@ct.de](mailto:lbe@ct.de)), Detlef Borchers, Herbert Braun ([heb@ct.de](mailto:heb@ct.de)), Tobias Engler, Monika Ermert, Stefan Krempel, Ben Schwan ([bsc@ct.de](mailto:bsc@ct.de)), Christiane Schulzki-Haddouti

**DTP-Produktion:** Mike Bunjes, Birgit Graff, Angela Hilberg, Martin Kreft, Jessica Nachtigall, Astrid Seifert, Dieter Wahner, Ulrike Weis

**Junior Art Director:** Martina Bruns

**Fotografie:** Andreas Wodrich, Melissa Ramson

**Videoproduktion:** Johannes Börnsen

**Digitale Produktion:** Melanie Becker, Kevin Harte, Martin Kreft, Pascal Wissner

### Illustrationen

Jan Bintakies, Hannover, Rudolf A. Blaha, Frankfurt am Main, Thorsten Hübner, Berlin, Albert Hulm, Berlin, Sven Hauth, Schülp, Thomas Kuhlenbeck, Münster, Timo Lenzen, Berlin, Andreas Martini, Wettin, Henning Rathjen, Oberursel

**Editorial:** Hans-Jürgen „Mash“ Marhenke, Hannover, **Schlagseite:** Ritsch & Renn, Wien, **c't-Logo:** Gerold Kalter, Rheine

**c't-Krypto-Kampagne:** Infos zur Krypto-Kampagne unter <https://ct.de/pgp>. Die Authentizität unserer Zertifizierungsschlüssel lässt sich mit den nachstehenden Fingerprints überprüfen:

Key-ID: 5C1C1DC5BEEDD33A

ct magazine CERTIFICATE <[pgpCA@heise.de](https://pgpCA@heise.de)>

D337 FCC6 7EB9 09EA D1FC 8065 5C1C 1DC5 BEED D33A

Key-ID: 2BAE3CF6DAFFB000

ct magazine CERTIFICATE <[pgpCA@ct.heise.de](https://pgpCA@ct.heise.de)>

A3B5 24C2 01A0 D0F2 355E 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF B000

Key-ID: DBD245FCB3B2A12C

ct magazine CERTIFICATE <[pgpCA@ct.heise.de](https://pgpCA@ct.heise.de)>

19ED 6E14 58EB A451 C5E8 0871 DBD2 45FC B3B2 A12C

**heise Investigativ:** Über diesen sicheren Briefkasten können Sie uns anonym informieren.

Anonymer Briefkasten: <https://heise.de/investigativ>

via Tor: [ayznmonmewb2tjvg7ym4t2726muprjvwckzx2vhf2hbarbbzydm7oad.onion](https://ayznmonmewb2tjvg7ym4t2726muprjvwckzx2vhf2hbarbbzydm7oad.onion)

## Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-0  
Telefax: 05 11/53 52-129  
Internet: [www.heise.de](http://www.heise.de)

**Herausgeber:** Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

**Geschäftsführer:** Ansgar Heise, Beate Gerold

**Mitglieder der Geschäftsleitung:** Jörg Mühle, Falko Ossmann

**Anzeigenleitung:** Michael Hanke (-167)  
(verantwortlich für den Anzeigenanteil),  
[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](http://appl-druck.de), 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, bdvb 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 Fertigungsrecht 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 11/2022

Ab 7. Mai im Handel und auf ct.de



## Projekte für alte und brandneue Raspis

Der Raspberry Pi 4 Model B ist kaum zu bekommen, während ältere Raspis die Bastelschulden verstopfen. Unsere Projekte liefern Inspiration auch für alte Modelle und zeigen, wie Sie Python-Projekte aufs neueste Familienmitglied, den derzeit gut und günstig erhältlichen Pico, portieren.



## Schwarzweiß-Laser-Multifunktionsdrucker

Schwarzweißdrucker für kleine Büros müssen nicht mit Tinte kleckern. Wir haben einige Lasergeräte zusammengesucht, die auch scannen und kopieren können. Zum Vergleich testen wir einen Schwarzweiß-Tintentankdrucker mit: Wer druckt günstiger?

## Windows: Von 11 zurück auf 10

Auf etlichen neuen Rechnern ist mittlerweile Windows 11 vorinstalliert. Das schmeckt nicht jedem, denn der Vorgänger hat durchaus Vorteile. Wir zeigen, welches System was besser kann – und wie Sie an ein Gratis-Downgrade auf Windows 10 kommen.

## Schicke Web-Oberflächen zaubern

Mit Frameworks wie Angular erstellen Entwickler schöne und gut bedienbare Oberflächen, wobei der Code wartbar und skalierbar bleibt. Auf den ersten Blick wirken solche Frameworks undurchsichtig und komplex, unser Beispielprojekt bringt Licht ins Dunkel.

## Weniger teuer tanken

Seit der jüngsten Spritpreisexplosion boomen Apps, die die günstigste Tankstelle in der Nähe finden. Im Kern bieten alle Ähnliches, unser Test zeigt jedoch deutliche Unterschiede in puncto Funktionen, Bedienbarkeit und auch bei der Datensammelwut.

## Noch mehr Heise-Know-how



Mac & i 2/2022 jetzt im Handel und auf [heise-shop.de](http://heise-shop.de)



iX 5/2022 jetzt im Handel und auf [heise-shop.de](http://heise-shop.de)



iX Kompakt Sichereres Active Directory jetzt im Handel und auf [heise-shop.de](http://heise-shop.de)

# 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:

- Abhilfe für zähe Videokonferenzen schaffen
- Mit Threadit kurze Video-Tutorials erstellen
- Online-Interaktionsplattformen beruflich nutzen
- Rechtssicher digital unterzeichnen

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



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

# NEU Samsung S22 + Watch

Mit 1&1 Flatrate für Smartphone und Uhr



## 1 Flatrate – 2 SIM-Karten\*

Zur 1&1 All-Net-Flat erhalten Sie gratis eine herkömmliche SIM sowie eine eSIM, um Handy und Watch unabhängig zu nutzen.



## Galaxy Watch und Smartphone für 0,- € einmalig\*

Die **Galaxy Watch4** im sportlich-modernem Aluminumdesign und **Watch4 Classic** im Chronographen-Design mit hochwertigem Edelstahlgehäuse vereinen mobile Produktivität und praktische Fitnesstechnologie. Unter einer riesigen Auswahl an Armbändern und Ziffernblatt-Kombinationen wählen Sie Ihre individuelle Smartwatch. **Im 1&1 Premium-Paket:** Die Galaxy Watch4 Classic zusammen mit dem neuen Smartphone Galaxy S22 und einer 1&1 All-Net-Flat für 0,- € anstatt 1.298,- € UVP!\*



\*Samsung Galaxy Watch4 und Samsung Galaxy S22, S22+ oder S22 Ultra inklusive 2 SIM-Karten (zweite SIM-Karte ohne Aufpreis als eSIM mit gleicher Rufnummer) für 0,- € einmalig, z.B. in Verbindung mit der 1&1 All-Net-Flat S (5 GB Highspeed-Volumen pro Monat, danach unbegrenzt mit 64 kbit/s weitersurfen) die ersten 6 Monate für 29,99 €/Monat (S22), 34,99 €/Monat (S22+) oder 39,99 €/Monat (S22 Ultra), danach 49,99 €/Monat (S22), 59,99 €/Monat (S22+) oder 64,99 €/Monat (S22 Ultra). Bereitstellungspreis je 39,90 €. Je 24 Monate Vertragslaufzeit. Sonderkündigung im ersten Monat. Die UVP setzt sich zusammen aus S22 UVP = 849 € + Galaxy Watch4 Classic 46mm UVP = 449 €. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Preise inkl. MwSt. 1&1 Telecom GmbH, 56403 Montabaur. WEEE-Reg.-Nr. DE13470330

**1&1**

**1und1.de**  
**02602 / 96 96**