



17.7.2021 16

Die Staatstrojaner  
kommen

Neue Oberfläche, härtere Systemanforderungen

# Windows 11 im Test

Was die Vorabversion kann • Was Microsoft noch vorhat •  
Tipps zum Ausprobieren auf PC und Raspi



- Apps fürs Rückentraining
- 400-Euro-Smartphones mit 5G
- Kopfhörer mit ANC um 150 Euro
- Elektro-Kleinwagen Honda e
- Fritzbox 7590 AX mit Wi-Fi 6

Daten, Display, Stromversorgung

## Alleskönner USB-C

Test: Netzteile und lange Ladekabel



Windows-Lücke PrintNightmare

Bundestagswahl: Kampf gegen Fake News

Kernel-Lücken in Linux-Distributionen

AlgoKids: Coden in der Grundschule

Raspi absichern mit Schreibschutz

€ 5,50

AT € 6,10 | LUX, BEL € 6,50

NL € 6,70 | IT, ES € 6,90

CHF 8.10 | DKK 60,00

So gefährlich werden Quantencomputer

## Quantensicher verschlüsseln

Welche Kryptoverfahren wackeln • Was Sie heute tun können



# Mehr Zugang. Mehr Chancen.

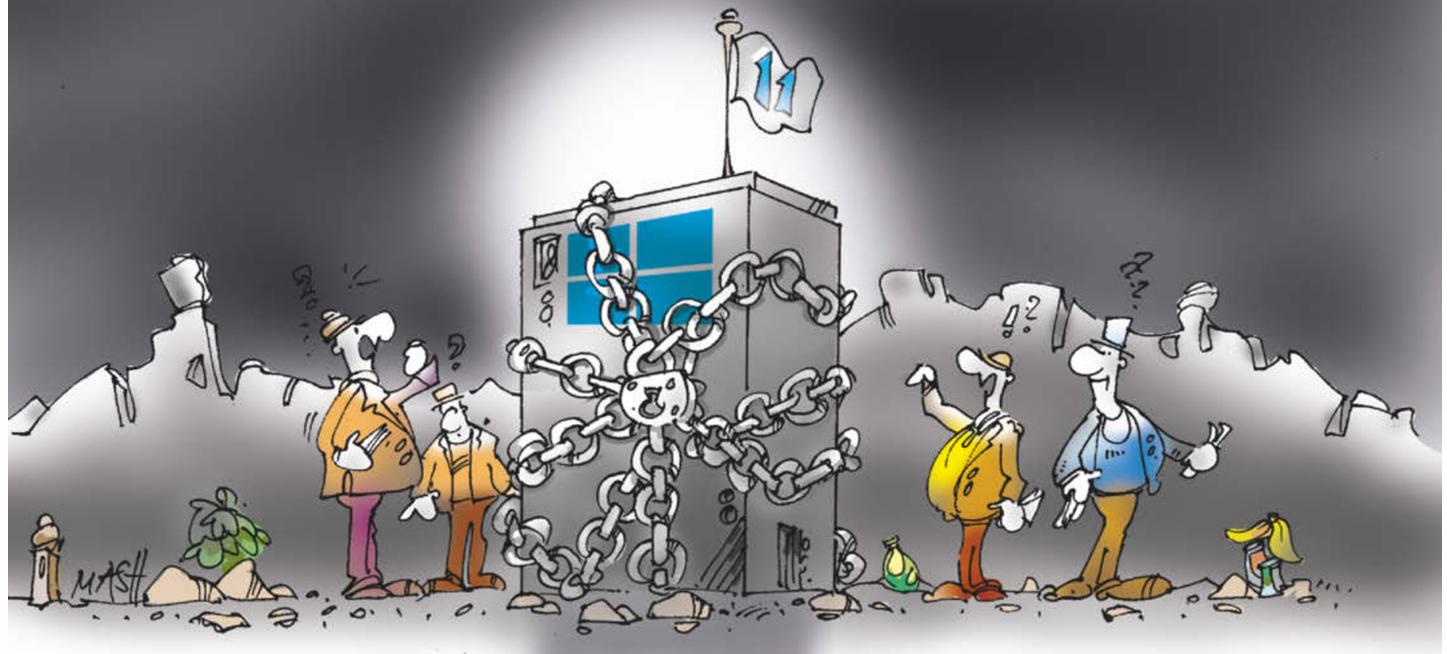
Cisco hat sich verpflichtet, bis 2025 insgesamt 1 Milliarde Menschen positiv zu beeinflussen. Wir setzen uns ein für eine Welt, in der alle Zugang zu Information und Bildung haben. Um voranzugehen. Um mutig zu sein. Um teilzuhaben.

Das ist die inklusive Zukunft. Wenn alle und alles miteinander verbunden sind, ist alles möglich.

[cisco.de/bridgetopossible](http://cisco.de/bridgetopossible)



The bridge to possible



## Microsoft: Der falsche Feind

Für Windows 11 verlangt Microsoft Computer, in denen ein Trusted Platform Module (TPM) nach TPM-2.0-Spezifikation steckt (siehe S. 180). Die einen ärgern sich, dass sie Windows 11 deshalb nicht ohne Weiteres auf älteren Systemen installieren können. Andere üben fundamentale Kritik: Ein TPM sei des Teufels, weil es die digitale Souveränität beschneide. Damit könne Microsoft Computer gegen unliebsame Betriebssysteme und Firmware verriegeln. Schlimmer noch: In Zukunft verlangt Microsoft, dass AMD, Intel und Qualcomm den "Pluton"-Controller direkt in ihre Chips einbauen.

Doch weder läutet Windows 11 das Ende freier Hard- und Software ein, noch sollte man ausgerechnet Microsoft zum Hüter digitaler Souveränität erheben. Auch Apple verrammelt mit dem T2-Chip seine Macs, sogar viel rustikaler. Google setzt hauseigene "Titan"-Chips ein, hat mit "Open Titan" aber auch einen offengelegten Sicherheitschip angeschoben. Microsoft wiederum beteuert, dass Pluton die Installation anderer Betriebssysteme nicht behindere; die TPM-Spezifikation ist öffentlich und auch einige Open-Source-Entwickler empfehlen dessen Einsatz.

Microsoft will ebenso wie Apple und Google mehr (Cloud-)Dienstleistungen verkaufen und vermutlich auch Bezahltdienste. Damit das sicher und zuverlässig klappt, brauchen die Kunden vertrauenswürdige Hardware. Die globale PC-Lieferkette ist jedoch anfällig für schlampig programmierte, unsichere oder gar manipulierte

Firmware. Ein TPM als separater Hardware-Vertrauensanker trägt zur "Härtung" von Systemen bei - unabhängig von der IT-Kompetenz der Personen, die diese PCs benutzen.

Wie sonst sollte man Computer stärker schützen? Welche Instanz wäre vertrauenswürdiger als Microsoft? Staatliche Stellen schon einmal nicht, weil sie potenziell auch Staatstrojaner signieren würden. Letztlich fehlt ein demokratisch legitimiertes Gremium, das kryptografische Zertifikate transparent prüft und beglaubigt. Dazu bräuchte man noch ein offenes Regelwerk, wie solche Zertifikate in Hard-, Firm- und Software einzubetten sind, damit sie zuverlässig und trotzdem einfach nachprüfbar sind.

Es ist naiv, ausgerechnet von Microsoft, Apple oder Google zu erwarten, ihre Macht freiwillig aus der Hand zu geben. Für wirklich vertrauenswürdige Hardware sind klare politische Forderungen nötig, die in gesetzlichen Vorgaben münden.



Christof Windeck

# Inhalt c't 16/2021

## Titelthemen

### Windows 11 im Test

- 14 **Desktop** Optik und Funktionen
- 20 **Was bekannt ist** Preise, Termine, Updates
- 24 **Neuer Store** für Anwender und Entwickler
- 28 **Windows 11 ausprobieren** So klappts
- 32 **Raspi mit Windows 11** Ja, das geht

### Quantensicher verschlüsseln

- 60 **Post-Quanten-Kryptografie** Die Zeit ist reif
- 62 **Sicherheit** Klassische Verschlüsselung bedroht
- 68 **Krypto der Zukunft** Die Verfahren

### Alleskönner USB-C

- 90 **Universell** Das leistet USB-C
- 96 **USB Power Delivery** Sechs Netzteile im Test
- 100 **Mini-PC** mit Power Delivery von Dell
- 102 **USB-C-Kabel** ab drei Meter Länge

## Test & Beratung

- 72 **Billignotebook** Acer Aspire 1
- 74 **Multifunktionsdrucker** Epson EcoTank ET-5150
- 76 **18-TByte-Festplatte** von Toshiba
- 77 **Fritzbox 7590 AX mit Wi-Fi 6**
- 78 **Mobilfunk-Router** Zyxel NR2101 5G WiFi
- 78 **Externe 4-TByte-SSD** SanDisk Extreme
- 80 **Smartphone mit Gimbal-Kamera** Vivo X60 Pro
- 82 **Saugroboter** iRobot Roomba i3+
- 84 **Wasserdichte In-Ears** EarFun Free 2
- 86 **Kopfhörer-Verstärker** RME ADI-2 DAC FS
- 87 **In-Ears mit ANC** Bowers & Wilkins PI7
- 88 **Bildbearbeitung im Browser** PhotoPea
- 89 **Domain-Scanner** Amass
- 104 **Kopfhörer mit ANC um 150 Euro**
- 108 **400-Euro-Smartphones mit 5G**
- 112 **Elektro-Kleinwagen Honda e**
- 114 **Apps fürs Rückentraining**

## Aktuell

- 12 **Die Staatstrojaner kommen**
- 34 **Top500-Supercomputer** AMD legt kräftig zu
- 36 **Windows-Lücke PrintNightmare**
- 37 **Security** REvil fordert Rekordlösegeld
- 38 **EU-Impfnachweis** startet eingeschränkt
- 40 **KI-Textgenerator** Alternative zu GPT-3 gesucht
- 41 **Forschung** Spektrometer, Mikrolautsprecher
- 42 **Internet** Anlasslose Chat-Scans erlaubt
- 43 **Suchmaschine** Brave Search Beta
- 44 **Anwendungen** Konferenzsoftware, MS Office
- 46 **Games** Deutschland soll Leitmarkt werden
- 47 **Bitcoin** Mining so einfach wie lange nicht
- 48 **Wau Holland** Doku-Film zum CCC-Mitgründer
- 50 **Linux** Kernel 5.13 mit mehr Angriffsschutz
- 52 **Bit-Rauschen** CPUs für Windows 11, Bugs
- 53 **Hardware** Mini-PCs, Board mit PS5-CPU
- 54 **Netze** Multigig-Netzwerktester, Clock-Bug
- 55 **Funkregulierung** EU contra Open Source
- 56 **Web-Tipps** Klima, Gendern, Sprachsynthese

### 14 Windows 11 im Test



Ein kachelfreies Windows mit Android-Apps und optischen Anleihen bei Chrome OS? Klingt komisch, ist aber so. Die erste öffentliche Testversion von Windows 11 kann noch nicht alles, aber schon erstaunlich viel.

**172 Abenteuerspiel** Chicory: A Colorful Tale

**173 Bücher** Programmieren, Influencer

## Wissen

**120 Zahlen, Daten, Fakten** Start-ups

**122 Bundestagswahl: Kampf gegen Fake News**

**126 Powerline** Optimiert gegen DSL-Abbrüche

**128 DNS** Privatsphäre durch Verschlüsselung

**132 GPS** Wie die Standortbestimmung abläuft

**138 AlgoKids: Coden in der Grundschule**

**144 Kernel-Lücken in Linux-Distributionen**

**174 Datenschutz** US-Konzerne unter Druck

## Praxis

**150 Profi-Videostreaming** aus dem Homeoffice

**156 Videoschnitt** Einstieg in Kdenlive

**162 Protokolle dekodieren** mit dem Oszilloskop

**168 Raspi absichern mit Schreibschutz**

## Immer in ct

**3 Standpunkt** Microsoft: Der falsche Feind

**6 Leserforum**

**11 Schlagseite**

**58 Vorsicht, Kunde** Vodafone kassiert doppelt

**176 Tipps & Tricks**

**180 FAQ** TPM 2.0

**182 Story** Das Supertalent (2)

**190 Stellenmarkt**

**192 Inserentenverzeichnis**

**193 Impressum**

**194 Vorschau 17/2021**



ct Hardcore kennzeichnet im Heft besonders anspruchsvolle Artikel.

## 60 Quantensicher verschlüsseln



Der erste leistungsfähige Quantencomputer wird klassische Schlüssel knacken und Signaturen fälschen können. Auf der Suche nach neuen Kryptoverfahren laufen Sicherheitsexperten mit Geheimdiensten und Großkonzernen um die Wette.

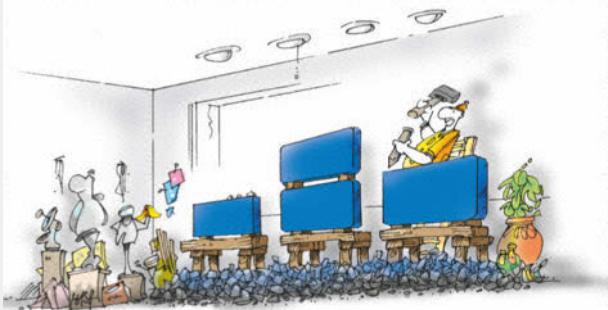
## 90 Alleskönner USB-C



USB-C überträgt nicht bloß Daten sehr schnell, sondern bindet gleichzeitig Monitor und Netzteil an. Um Probleme zu vermeiden, sollten Sie jedoch die Tücken der praktischen Schnittstelle kennen.

# Leserforum

Bild: MASH



Besonders viel diskutierten die c't-Leser im Leserforum das neue Windows 11 – das auch Thema im Standpunkt der c't 15/2021 auf Seite 3 war.

jedem gängigen (mit grafischer Oberfläche versehenen) Betriebssystem der letzten 30 bis 40 Jahre abzusetzen.

Subtuppel

## Fehlende Möglichkeiten

Standpunkt: *Windows-Desktop*, c't 15/2021, S. 3

Der Grund, warum Microsoft nichts Grundlegendes ändert, liegt (glaube ich) nicht an fehlendem Willen, sondern an fehlenden Möglichkeiten. Microsoft verdient an Privatnutzern mit Windows nicht viel. Das Geld kommt vom B2B-Geschäft, und da ist jede Veränderung Gift.

Große Veränderung bedeutet Entwicklungskosten für die Anpassung interner Software und Umschulung von Mitarbeitern. Kein Workflow, keine App, kein Treiber darf mit einer neuen Windows-Version kaputtgehen. Da bleibt Microsoft nicht viel mehr als Minimalanpassungen.

Ein sauberer Cut ist auch keine Option. Solange die Geräte sich gleichen, wird jedes neue Konzept den Kürzeren gegenüber einem Ökosystem ziehen, das bereits Unmengen an Apps hat. Neue

Plattformen sind neuen Gerätklassen vorbehalten. So richtig erfolgreich waren da zuletzt wohl Smartphones, was jetzt auch schon wieder 10 Jahre her ist.

Ymi\_Yugy

## Alt+Leertaste

Der Nebensatz suggeriert, dieser Shortcut sei entbehrlich oder veraltet. Der ist aber die einzige mir bekannte Möglichkeit, wie man auf einem Rechner mit wechselnden Monitorkonfigurationen Fenster sichtbar macht, die auf einem gerade nicht verfügbaren Bildschirm oder Bereich angezeigt werden: Alt+Leerzeichen, V, Pfeiltaste.

Leider gibt es schon erste MS-Programme wie zum Beispiel den Edge-Browser, die das nicht mehr vollständig umsetzen. Beim Edge kommt man immerhin weiter, wenn man nach dem „V“ Enter tippt.

Thoralf Baum

## Wir freuen uns über Post

redaktion@ct.de

c't Forum

c't Magazin

@ctmagazin

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

Antworten sind kursiv gesetzt.

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

## Nachteile kommen zu kurz

Eure Artikelreihe liest sich über lange Strecken wie eine Werbeanzeige von Google. So werden lediglich die vielen Vorteile (und wenigen Nachteile) dieser Chromebooks aufgezeigt und höchstens in einem oder zwei Nebensätzen auch auf die Gefahren des massiven Datenabgriffs durch Google hingewiesen. Hier hätte ich von einer ansonsten kritischen Zeitung nicht nur lapidare Hinweise erwartet, sondern insbesondere konkrete Schritt-für-Schritt-Anleitungen, wie man die Datensammelwut von Google gezielt einschränken kann. Sollte dies nicht möglich sein, dann zumindest einen klaren Hinweis, diese Chromebooks für sensible Daten erst gar nicht zu benutzen!

Andreas O.

## Blick aufs Wesentliche

Ich verwende Chromebooks schon seit der ersten Generation neben Linux. Was mir besonders gefällt, ist das klare und einfache Softwaredesign. Mich erinnert es sehr an den Gnome-Desktop mit dem Ziel, dass ohne Ablenkung der Blick auf das Wesentliche gelegt wird; es ist Google hervorragend gelungen und ich verwende es aufgrund der Linux-Integration nur noch.

Uwe Wiesmann

## Leerer Desktop

Chromebooks: *Vom Nischenprodukt zum vollwertigen Notebook*, c't 15/2021, S. 16

Im Artikel wird recht lapidar darauf hingewiesen, dass der Desktop stets leer sei und auch bleibe. Ich finde, man könnte durchaus herausstellen, dass das ziemlich rückschriftlich und unpraktisch bis gerau zu benutzerfeindlich ist.

Mit solchen Limitierungen muss man sich ja nicht einmal auf billigsten Mobiltelefonen mit Android/iOS rumschlagen. Mindestens erwartet hätte ich, dass dann wenigstens erläutert wird, warum Google es für eine gute Idee hält, sich da von

## Gehört nicht an die Schulen

Chromebooks im Bildungsbereich, c't 15/2021, S. 26

Egal ob Google, Microsoft oder ein anderer amerikanischer Dienstleister – diese Software gehört nicht an unsere Schulen! Die Schulcloud speichert hochgradig schützenswerte Informationen – zum Beispiel Hausaufgaben und Klassenarbeiten, aus denen nicht nur die Stärken und Schwächen der Schüler hervorgehen, sondern auch ihre Meinung zu politischen Themen. Und damit natürlich auch eine persönliche Ent-

# SIE TUN ALLES FÜR IHR UNTERNEHMEN. WIR AUCH.

Unsere Dell Technologies Experten entwickeln mit Ihnen individuelle Technologielösungen, ganz gleich ob Sie beabsichtigen, Ihren Kundenstamm auszubauen oder Ihr Team zu vergrößern. So können Sie sich ganz Ihren Kunden widmen.

Kontaktieren Sie einen Dell Technologies Experten unter **0800-724 49 07\*** oder [Dell.de/KMU-Beratung](http://Dell.de/KMU-Beratung)

© 2021 Dell Inc. oder Tochtergesellschaften. Alle Rechte vorbehalten. Dell GmbH, Main Airport Center, Unterschweinstiege 10, 60549 Frankfurt am Main. Geschäftsführer: Stéphane Paté, Anne Haschke, Robert Potts. Vorsitzender des Aufsichtsrates: Jörg Twelmeyer. Eingetragen beim AG Frankfurt am Main unter HRB 75453, USt-ID: DE 113541138, WEEE-Reg.-Nr.: DE 49515708. Dell Technologies, Dell, Dell EMC, EMC und andere Marken sind Marken von Dell Inc. oder Tochtergesellschaften. Es gelten die allgemeinen Geschäftsbedingungen der Dell GmbH. Druckfehler und Irrtümer vorbehalten. \*Mo-Fr.: 8:30-17:30 Uhr (zum Nulltarif aus dem dt. Fest- und Mobilfunknetz).

**DELL** Technologies

 Windows 10

Erledigen Sie mehr mit einem modernen Windows 10 Pro Gerät

XPS 13

© Copyright by Heise Medien.

wicklung über Jahre hinweg, die man dank Big Data weiterrechnen kann.

Die Länder müssen hier klare Kante zeigen und den Einsatz solcher Clouds eindeutig verbieten. Und natürlich müssen sie alle erdenklichen Ressourcen aktivieren (auch SAP, IBM, iServ etc.), um endlich selbst ihre Schulclouds ans Netz zu bringen. Und auch der Staat ist nicht außen vor. Wir brauchen zumindest eine vom Bund entwickelte Schnittstelle oder ein System, um im Falle eines Umzugs die Übertragung der „Schulakte“ von Bundesland zu Bundesland zu ermöglichen.

Roland Mainka 

## Warum so unverständlich?

*Inhalt, Apps und Datenschutz: So funktioniert das digitale Impfzertifikat, c't 15/2021, S. 34*

Wieso eine Meldung „Impfstatus nicht gültig“ ausgegeben wird, ist unbegreiflich. Wieso man nicht einfach schreibt, was Sache ist („Impfstatus noch nicht gültig“ oder „Impfstatus erst gültig ab ...“), ist eine Respektlosigkeit und für meine Begriffe ziemlich typisch speziell für deutsche Software. Ein Kollege sagte mal: „Kunden muss man sich erziehen.“ Danach klingt das hier auch. Dasselbe gilt auch für die Meldung „Prüfung nicht erfolgreich“. Wenn es doch bedeutet, dass das Zertifikat ungültig ist, warum schreibt man das nicht einfach hin?

Ich würde es noch verstehen, wenn ein Start-up mit knappen Mitteln das in der Eile so machte. Aber die Entwickler von CovPass und CWA bekommen dermaßen viel Geld zugeschanzt, dass man deutlich mehr Nutzerfreundlichkeit (Usability) erwarten könnte.

Ulrich Schmidt 

## Hätte man sich sparen können

Wenn bei korrekter Anwendung die App einzig dazu dient, einen Barcode zu präsentieren, dann müsste der Anbieter kein Geld für die Entwicklung ausgeben und der Nutzer sein Endgerät mit einer weiteren App zumüllen. Die Kamera-App ist dann ausreichend.

Anders würde es aussehen, wenn die App zum Beispiel die Daten auch per NFC übertragen könnte und der ePA eine Funktion hätte, eine Anfrage wie „Bist du Mia Musterfrau, geb. am 29.02.2000?“ ohne

## Fragen zu Artikeln

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

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

PIN mit Ja oder Nein zu beantworten. Dann könnte die Prüfung auch personalfrei durchgeführt werden. So wird jeder irgendwas zeigen und der Kontrolleur einfach durchwinken.

UPr-Mf 

## Kommafehler?

*Vorsicht Kunde: 1&1 stellt mysteriöse Mobilfunkverbindung in Rechnung, c't 15/2021, S. 58*

Die abgerechnete Zeit von 240 Minuten und 30 Sekunden entspricht ziemlich genau dem Hundertfachen der Abbruchzeit von etwas mehr als zwei Minuten. Denkbar ist, dass der falsche Knopf gedrückt wurde und es tatsächlich zu einem Rückruf kam, dann aber ein Kommafehler in der Abrechnungssoftware zur Berechnung der hundertfachen Zeit führte.

Henrik Seidel 

## Arbeitgeber sollte sich beteiligen

*Die private Arbeitsumgebung günstig aufrüsten, c't 15/2021, S. 60*

Leider schreiben Sie nicht, wie man seinen Arbeitgeber beziehungsweise Vorgesetzten überzeugt, einem diese optimale Ausstattung zugenehmigen. Wenn der Arbeitgeber möchte, dass man im Heimbüro arbeitet, dann hat er auch die Ausstattung zu stellen, von den Möbeln bis zum Internetzugang.

Der Arbeitnehmer ist meines Wissens nicht verpflichtet, seinen privaten Internetzugang zur Verfügung zu stellen. Wenn er es doch tut, sollte der Arbeitgeber sich angemessen an den Kosten beteiligen. Gleicher gilt für Strom. Im Prinzip vermietet er dann seinem Arbeitgeber ein Arbeitszimmer. Die IT und der Datenschutzbeauftragte dürften auch nicht erfreut sein, wenn die Arbeitnehmer auf privaten Geräten mit Firmendaten hantieren. Esterre, weil sie dann Geräte supporten dürfen,

fen, die sie nicht kennen, wenn etwas nicht funktioniert. Und letzterer, weil die Einhaltung der technischen und organisatorischen Maßnahmen (TOM) nicht mehr gewährleistet ist.

Name ist der Redaktion bekannt 

## Skatblatt statt Würfelbecher

*DiceKeys: Passwortgenerator mit Würfeln, c't 15/2021, S. 120*

Da kauf ich mir lieber ein Skatblatt (32 Blatt) und bemalte die Karten mit A-Z, a-z, 0-9 und ein paar Sonderzeichen (Vorder- und Rückseite), werfe sie in einen Eimer und ziehe.

Vorteil: Ohne „Zurücklegen“ kann ich sogar das Passwort speichern, indem ich die Karten geordnet auf den Stapel lege. Und Vernichten ist noch einfacher: einfach fallen lassen. Geht auch mit einem Poker-Blatt, wenn man aus einem Pik-Ass Pa, einer Kreuz-Sieben K7 und so weiter macht.

Kalle 

## GUI für Chocolatey

*Das können Paketmanager für Windows, c't 15/2021, S. 134*

Im Artikel steht, dass der Paketmanager Chocolatey nur mittels PowerShell-Kommandozeile bedient werden kann. Seit mehreren Jahren gibt es aber auch eine leistungsfähige und einfach zu bedienende GUI. Installieren kann man sie mit folgendem PowerShell-Kommando:

choco install chocolateygui

Daniel Helbling 

## Ergänzungen & Berichtigungen

### Syncthing-Befehl falsch

*Plattformunabhängiges Backup mit Syncthing, c't 14/2021, S. 140*

Bei dem ersten der zwei Befehle, die Syncthing auf dem Raspi beim Systemstart automatisch starten lassen, ist uns ein Fehler unterlaufen. Statt auf @ muss er auf @pi enden. Der komplette Befehl lautet:

sudo systemctl enable syncthing@pi

## Hardware flexibel mieten

bluechip TRAVELline LN14W3  
mit Windows 10 Pro



Microsoft 365



Windows 10

BEREITS AB  
**20,99€**  
PRO MONAT

z.B. bluechip TRAVELline LN14W3  
Windows 10 Pro | Intel® Pentium® Silver Prozessor N5030 |  
14,1" non glare IPS Panel, 1920 x 1080 | Intel® UHD Grafik |  
8 GB LPDDR4 | 250 GB SSD | WLAN ac, Bluetooth 4.2 |  
Microsoft 365 optional erhältlich

Windows und Microsoft 365:  
So erledigen Sie Ihre Aufgaben.



### ALLE VORTEILE AUF EINEN BLICK:

1. Sie mieten alles, was Ihren Arbeitsplatz ausmacht (z. B. Device, Software, Peripherie).
2. Sie haben keine hohen Anfangsinvestitionen. Die Verteilung der Kosten erfolgt über die gesamte Vertragslaufzeit und schont Ihre Liquidität.
3. Sie sind technologisch immer auf dem neuesten Stand.
4. Sie entscheiden selbst am Ende der Vertragslaufzeit – Rückgabe, Verlängerung oder Austausch.
5. Sie benötigen keine teuren Garantieerweiterungen.
6. Sie sparen Kosten durch frei wählbare Laufzeiten / Kündigungsoptionen / Vergabe von Management- / Instandhaltungstätigkeiten.
7. Steuerlich wird es als monatliche Betriebsausgabe (Miete) berücksichtigt.

**bluechip**

WORKPLACE-AS-A-SERVICE

Mehr Informationen erhalten Sie unter [www.bluechip.de/workplace-as-a-service](http://www.bluechip.de/workplace-as-a-service)

\*Preis gilt pro Monat für ein bluechip TRAVELline LN14W3 bei einer Laufzeit von 24 Monaten. Alle genannten Preise verstehen sich zuzüglich der gesetzlichen Mehrwertsteuer. Die Angebote sind freibleibend. Druckfehler und Irrtümer vorbehalten. Alle genannten Bezeichnungen sind Marken oder eingetragene Marken der jeweiligen Unternehmen.

# Optimaler Schutz mit Heise-Expertise

Exklusiver  
Frühbucher-  
Rabatt!



Sie wollen Ihre IT absichern? Dann vertrauen Sie unserem Angebot aus Workshops, Webinaren und Konferenzen – in gewohnter Heise-Qualität: unabhängig, praxisnah, kompetent.

## Unser Angebot

**Threat Hunting**  
mit Yara und Thor

29. Juli

WEBINAR

**IT-Sicherheit**  
Notfallplanung und  
Notfallübungen

30. August – 1. September

WORKSHOP

**heise Security**  
Tour

9. September

KONFERENZ

**Cybersicherheit**  
Aktuelle Angriffstechniken  
und Ihre Abwehr

9. – 10. September

WORKSHOP

**Sicherer Einsatz**  
von Microsoft 365

7. Oktober

WORKSHOP

**Sicherheit**  
von Windows 10  
in Unternehmen

12. – 13. Oktober

WORKSHOP

Mehr Informationen:

[heise-academy.de/security](http://heise-academy.de/security)

© Copyright by Heise Medien.

Als vor 30 Jahren das Geburtenregister digitalisiert worden ist, gab es große Umstellungsprobleme. Darüber berichtet unser persönlich betroffener Guest, Vorname darf nicht leer sein Hinterleitner.



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

# Gesattelte Staatstrojaner

## Neue Schnüffelwerkzeuge für Geheimdienste

**Die große Koalition hat schier alle Sicherheitsbehörden mit der Lizenz zum Hacken von Smartphones und Computern ausgestattet und so die Grenzen des Rechtsstaats verschoben. Das ist schlecht für die IT-Security; für die Gefahrenabwehr oder die Strafverfolgung bringt es wenig.**

Von Stefan Krempl

Dutzende neue Überwachungsgesetze hat die Politik nach dem 11. September 2001 in Deutschland geschaffen und die Befugnisse der Sicherheitsbehörden massiv ausgeweitet. Die „GroKo“ gab auf den letzten Metern der aktuellen Legislaturperiode noch einmal Gas und rüstete mit einem Gesetzesbeschluss im Bundestag im Juni alle 19 Geheimdienste von Bund und Ländern mit der Lizenz zum Einsatz von Staatstrojanern aus. Dabei hatten Experten bei einer Anhörung gewarnt, der Gesetzgeber laufe so „sehenden Auges in die Verfassungswidrigkeit“.

Mit dieser Anpassung des Verfassungsschutzrechts dürfen das Bundesamt für Verfassungsschutz (BfV), der Bundesnachrichtendienst (BND), der Militärische Abschirmdienst (MAD) und die Verfassungsschutzmärkte der Länder mithilfe der Quellen-Telekommunikationsüberwachung (Quellen-TKÜ) Chats via WhatsApp, Signal, Threema & Co. sowie Internet-Telefonate und Video-Calls mitnehmen. Dafür müssen sie in der Regel Schwachstellen in IT-Systemen ausnutzen, was die Gerätesicherheit für alle gefährdet und Cyberkriminellen sowie ausländischen Geheimdiensten ebenfalls Türen öffnen könnte.

Mit der Mehrheit von CDU/CSU und SPD gegen alle übrigen Oppositionsparteien stimmte der Bundestag für die „Quellen-TKÜ plus“. So dürfen die weit

im Vorfeld konkreter Gefahren agierenden Agenten nicht nur die laufende Kommunikation etwa direkt am gehackten Mobiltelefon abgreifen, bevor sie ver- oder nachdem sie entschlüsselt wurde, sondern auch gespeicherte Chats und Mails. Die Grenze zur heimlichen Online-Durchsuchung, die ein Stöbern in Datenbergen ermöglicht und einen besonders tiefen Grundrechtseingriff darstellt, wird so noch fließender.

### Manipulation durch Geheimdienste

Neu ist eine Klausel, die es den Behörden einfacher machen soll, Nutzer auszuspionieren: Anbieter von Telekommunikationsdiensten müssen die „berechtigten Stellen“ dabei unterstützen, „technische Mittel“ wie Staatstrojaner „einzubringen“ und die Kommunikation an sie umzuleiten. Juristen und Provider beklagen hier ein massives Missbrauchspotenzial: Damit werde nicht nur eine Kopie der Kommunikation ausgeleitet, sondern gezielt die Manipulation der Daten durch die Geheimdienste ermöglicht.

Schwarz-Rot stellte wegen der Kritik noch klar, dass diese Pflicht nur öffentliche Telekommunikationsanbieter trifft. Betreiber von App-Stores, Messengern und Mail-Diensten bleiben außen vor. Etwaige

Schlüssel müssen nicht herausgegeben werden.

### Lange Tradition

Auch Strafverfolger wie die Polizeien von Bund und Ländern dürfen prinzipiell bereits im Rahmen ihrer alltäglichen Arbeit verschlüsselte Internet-Telefonate und Chats live überwachen. Eine entsprechende Basis für die Quellen-TKÜ schuf das Parlament 2017 über eine Novelle der Strafprozessordnung (StPO) mit den Stimmen von Schwarz-Rot. Als Voraussetzung dafür gilt der breite Deliktatalog aus Paragraph 100a StPO. Die Liste fängt mit Mord und Totschlag an und reicht über Steuerdelikte und Computerbetrug bis zum Verleiten von Flüchtlingen zum Stellen eines missbräuchlichen Asylantrags.

Die Ermittler erhielten zudem die Befugnis, beim Verdacht auf „besonders schwere Straftaten“ heimlich Festplatten und Rechner auszuspähen. Diese Klausel für Online-Durchsuchungen ist an den strikteren Paragraphen 100c StPO gekoppelt, der den großen Lauschangriff regelt. Unklar blieb, wie bei den Maßnahmen das vom Bundesverfassungsgericht im Streit um Computerwanzen 2008 entwickelte Recht auf Vertraulichkeit und Integrität von IT-Systemen in der Praxis gewahrt werden soll. Die Opposition sprach von



Bild: Wolfgang Kumm/dpa

Die von Innenminister Horst Seehofer (rechts) initiierten Gesetzespakete ermächtigen Verfassungsschutz-Chef Thomas Haldenwang (links), IT-Sicherheitslücken auszunutzen und Spionage-Software zur Überwachung auf PCs und Smartphones einzuschleusen.

einem der „invasivsten Überwachungsgesetze der letzten Jahre“. Gegen die Novelle laufen Verfassungsbeschwerden.

## Kompetenzgerangel

Schwarz-Rot wollte auch der Bundespolizei den Bundesstrojaner in die Hand drücken. Ein Entwurf von CDU/CSU und SPD sah vor, dass die Behörde künftig Telekommunikation auch präventiv überwachen können sollte, etwa „zur Abwehr einer dringenden Gefahr“. Dies hätte Fälle ohne konkreten Anfangsverdacht und die Quellen-TKÜ eingeschlossen. Der Koalition zufolge sollte die Bundespolizei damit vor allem lebensgefährdende Schleusungen sowie gefährliche Eingriffe in den See-, Luft- oder Bahnverkehr in den Blick nehmen.

Laut Schwarz-Rot hätten sämtliche Diensteanbieter es der Bundespolizei ermöglichen müssen, „die zur Auskunftserteilung erforderlichen Daten“ auf einem noch zu bestimmenden Weg „unverzüglich zu übermitteln“. Die Mitwirkungspflicht wäre hier sogar noch größer gewesen als bei den Geheimdiensten.

Im Unterschied zum Geheimdienstgesetz verweigerte der Bundesrat Ende Juni jedoch die Zustimmung zum vom Bundestag beschlossenen Entwurf. Ein Dorn im Auge war der Länderkammer die vorgesehene Ausweitung des Einsatzbereichs der Bundespolizei bei länderübergreifenden Delikten wie Aufbrüchen von Ticketautomaten. Niedersachsens Innenminister Boris Pistorius (SPD) betonte, dass diese Einschnitte in die Kompetenzen der Länderpolizeien einen „dunklen Schatten“ würfen.

## Seltene Einsätze

Wie oft Staatstrojaner zur Strafverfolgung genutzt werden, machte das Bundesamt für Justiz (BfJ) im Dezember 2020 erstmals mit Statistiken für 2019 publik. Anfangs war von 578 Anordnungen für die Quellen-TKÜ die Rede, von denen 368 in die Tat umgesetzt worden seien. Zusätzlich wies das BfJ 20 Verfahren aus, in denen eine Online-Durchsuchung angeordnet worden war. Davon konnten 12 tatsächlich durchgeführt werden.

Doch es tauchten Zweifel an den Zahlen auf. Mehrere Länder signalisierten, in den Bögen Felder falsch angekreuzt zu haben. Letztlich korrigierte das BfJ die Angaben drastisch nach unten: Demnach wurden Staatstrojaner nur insgesamt 15-mal verwendet, davon dreimal zur Quel-



Bild: ZITiS/YouTube

**Der Bund greift nicht nur auf Spionageprogramme von privaten Firmen zurück, sondern brütet auch eigene Staatstrojaner aus in der Zentralen Stelle für Informationstechnik im Sicherheitsbereich (ZITiS).**

len-TKÜ. Sebastian Fiedler vom Bund deutscher Kriminalbeamter hob hervor, dass die komplizierte Form der Überwachung in der Praxis nur selten gelinge. Für die deutsche Polizei sei die Quellen-TKÜ „kein Alltagswerkzeug“.

Ähnlich sieht es beim BKA aus: Der Fraktionsvize der Grünen, Konstantin von Notz, erklärte im Februar mit Verweis auf eine Regierungsantwort, dass die Behörde zwischen 2017 und 2020 in keinem einzigen abgeschlossenen Ermittlungsverfahren oder Gefahrenabwehrvorgang den Bundesstrojaner angewandt habe.

## Made in Germany

Lange tat sich das BKA schwer mit der Entwicklung und Beschaffung geeigneter Software. Der von ihm zunächst in Eigenregie für 5,77 Millionen Euro gebaute Bundesstrojaner taugte anfangs nur für das Abfangen laufender Kommunikation auf stationären Rechnern. Eine leistungsstärkere Version für Online-Durchsuchungen war lange in der Mache. Parallel beschaffte sich das BKA etwa die Spähsoftware FinSpy des umstrittenen Münchner Unternehmens FinFisher (Gamma Group). Mittlerweile hat es drei Software-Pakete zur Verfügung und dafür Dutzende Millionen Euro ausgegeben.

2018 hatte ein BKA-Vertreter im Innenausschuss des Bundestags auf dem Markt für Überwachungssoftware eine „dramatisch zugespitzte“ Lage ausgemacht und auf einen „Konzentrationsprozess“ verwiesen. Aktenkundig ist, dass die hessische Firma DigiTask, die den Bayernstrojaner programmierte, von der Leipziger Firma ipoque übernommen wurde, die zum Konzern Rohde & Schwarz gehört. Der kooperiert wiederum eng mit der staatlichen Hackerbehörde „Zentrale Stelle für Informationstechnik im Sicherheitsbereich“ (ZITiS), die seit einiger Zeit an

Staatstrojanern für Sicherheitsbehörden werkelt.

Staatliche Eigenentwicklung auf diesem Gebiet hält das Bundesinnenministerium für unverzichtbar, um Abhängigkeiten von Herstellern und Dienstleistern aus dem Nicht-EU-Ausland zu verringern und „das Einhalten gesetzlicher Vorgaben und der korrespondierenden ethischen Werte sicherzustellen“. Ferner müsse es möglich sein, dass sich die Bedarfsträger „moderner Verfahren und Entwicklungen aus globalen Lieferketten bedienen“. Um „gesichert und selbstbestimmt“ Staatstrojaner beschaffen zu können, bau die ZITiS die Kompetenz auf, „zu beraten und Produkte evaluieren zu können“.

Dass eine neue Regierung nach der Bundestagswahl Befugnisse im großen Stil zurücknimmt, ist kaum zu erwarten. Die CDU will die Voraussetzungen für den Einsatz von Staatstrojanern bei Quellen-TKÜ und Online-Durchsuchung „bundesweit anpassen“, sodass diese Instrumente „rechtssicher und effektiv eingesetzt werden können“. Bund und Länder sollen dafür eine gemeinsame Software erhalten. Die SPD hält an dem Werkzeug fest. Der Grünen-Vorstand machte sich in einem Entwurf fürs Wahlprogramm dafür stark, dass Ermittler „technische Geräte anhand einer rechtsstaatlich ausgestalteten Quellen-TKÜ zielgerichtet“ infiltrieren können sollten. Die Parteibasis lehnte dies aber ab.

Klar gegen Staatstrojaner sind die FDP und die Linke. Die AfD spricht sich in ihrem Parteiprogramm zwar dafür aus, dass „Datenschutz kein Täterschutz“ sein dürfe, stimmte im Bundestag aber ebenfalls gegen eine Ausweitung der Befugnisse des Verfassungsschutzes. Die Partei wehrte sich im Frühjahr juristisch gegen bundesweite Beobachtungen aufgrund des Verdachts rechtsextremistischer Aktivitäten.

(hag@ct.de) ct

# Kurz vor elf

**Was Microsofts neues Betriebssystem  
Windows 11 schon alles kann**



<b>Windows 11: Bedienoberfläche und Funktionen .....</b>	<b>Seite 14</b>
<b>Systemvoraussetzungen, Upgrades und Termine .....</b>	<b>Seite 20</b>
<b>Neuer Store für Anwender und Entwickler .....</b>	<b>Seite 24</b>
<b>Vorabversion selbst testen .....</b>	<b>Seite 28</b>
<b>Preview auf dem Raspberry Pi installieren .....</b>	<b>Seite 32</b>

# Microsoft hat sein neues Betriebssystem vorgestellt, und ein Blick auf die erste öffentliche Vorabversion zeigt: Es steckt deutlich mehr Neues drin als ein neues Startmenü und ein überarbeiteter Store.

Von Jan Schüßler

**D**ass Microsoft zuletzt eine Windows-Version mit einem neuen Look & Feel veröffentlicht hat, ist inzwischen rund sechs Jahre her. Damals war es Windows 10, das gekommen sein sollte, um zu bleiben – was es letztlich auch tat, denn immerhin gab es seitdem bislang zwölf verschiedene Versionen von 1507 bis zur aktuellen 21H1. Doch offenbar sah Microsoft die Zeit für größere Renovierung des Systems gekommen und präsentierte am 24. Juni Windows 11 [1].

Da ist zunächst die gründlich überarbeitete Oberfläche, der sich dieser Artikel widmet: Windows 11 zeigt ein weicheres Aussehen als sein Vorgänger; Kanten, Schaltflächen und Checkboxen haben keine harten Ecken mehr, sondern sind konsequent abgerundet wie bei den Luna- und Aero-Oberflächen von Windows XP, Vista und 7. Speziell im hellen Farbmodus für Windows und Apps stellt sich ein angenehm milchglasartiger Eindruck ein.

Viel Beachtung fanden rasch nach Microsofts großer Ankündigung die neuen Systemvoraussetzungen. Denn die haben es in sich, vor allem für OEMs, also PC-Hersteller, die ihre Systeme mit werksseitig vorinstalliertem Windows 11 verkaufen wollen, offenbar aber auch für Privat- und Geschäftskunden. Welche Richtung Microsoft einschlägt und was in Sachen Updates, Upgrades und Supportdauer zu erwarten steht, lesen Sie ab Seite 20.

Im Beitrag auf Seite 24 geht es außerdem um Dinge, die sich aus Entwicklersicht ändern. Das ist vor allem der Store, der nicht nur eine überarbeitete Oberfläche bekommt, sondern auch deutlich gelockerte Entwicklerrichtlinien sowie Android-Apps aus Amazons App Store – um die auf Windows laufen zu lassen, hat

Microsoft extra ein „Windows Subsystem für Android“ entwickelt. Doch auch an der Kommandozeile ändert sich ein bisschen was, denn das neue Windows Terminal steckt serienmäßig in Windows 11. Ab Seite 28 lesen Sie Tipps, wie Sie Windows 11 ausprobieren können – auf echter Hardware oder in einer virtuellen Maschine. Der Artikel ab Seite 32 zeigt, wie Windows 11 auch auf einem Raspberry Pi läuft.

## Allgemeinbefinden

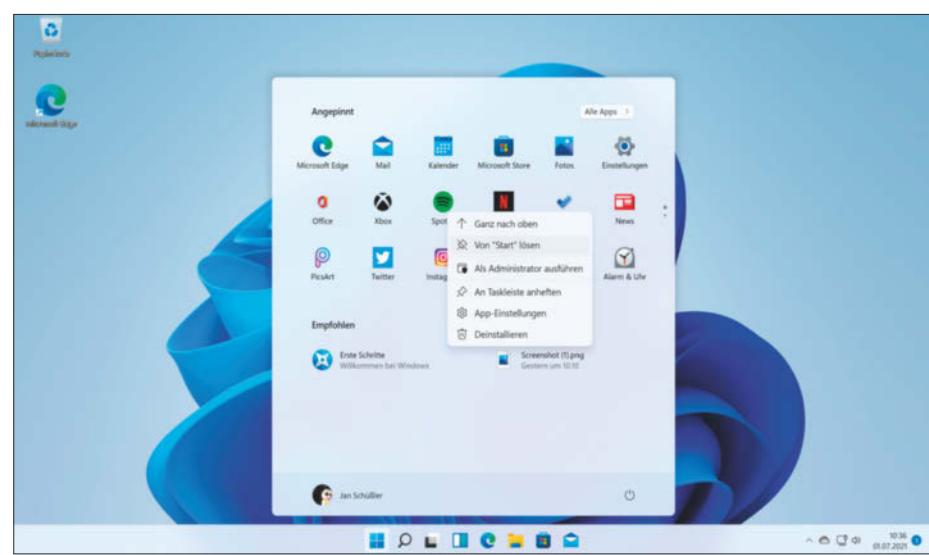
Für diesen und die folgenden Artikel haben wir uns die Windows-11-Vorabversion mit der Build-Nummer 22000.51 angeschaut. Sie steht für Teilnehmer von Microsofts Betatest-Community „Windows Insider“ im sogenannten „Dev Channel“ zur Verfügung – offizielle ISO-

Installationsabbilder gab es bis Redaktionschluss noch nicht.

Der Funktionsumfang dieser Ausgabe umfasst noch nicht alles, was das fertige Windows 11 können soll. Vor allem beim Store (siehe S. 24) ist bislang nur die neue Oberfläche zu sehen, und auch von den Android-Apps gibts noch keine Spur. Ebenso ist die von Microsoft herausgestellte Integration von Teams in die Taskleiste noch nicht enthalten. Build 22000.51 ist außerdem noch nicht ganz eingedeutscht; vor allem die umgestalteten Funktionen sprechen bislang noch Englisch.

Unabhängig von neuen oder veränderten Funktionen fiel uns im Betrieb dieser Betaversion auf, dass sie an einigen Ecken noch zäh und etwas instabil läuft. Auf einem Test-Notebook erscheinen Menüs oft mit einem Flackern, in einer virtuellen Maschine mit 6 GByte RAM und drei Ryzen-1800X-Kernen dauern triviale Aktionen wie die Auswahl eines Menüs in den Einstellungen oder das Umschalten des App-Farbmodus locker fünf bis zehn Sekunden. Ein großes Problem muss das nicht sein: Auch frühe Testversionen von Windows 10 liefen nicht nur zäh, sondern mitunter arg instabil.

Abgesehen von solchen Macken wirkt die Oberfläche dieser allerersten offiziellen Windows-11-Beta aber erstaunlich komplett. Das kommt nicht von ungefähr, denn einiges davon lag bei Microsoft schon seit mindestens anderthalb Jahren in der Schublade. Das nie veröffentlichte



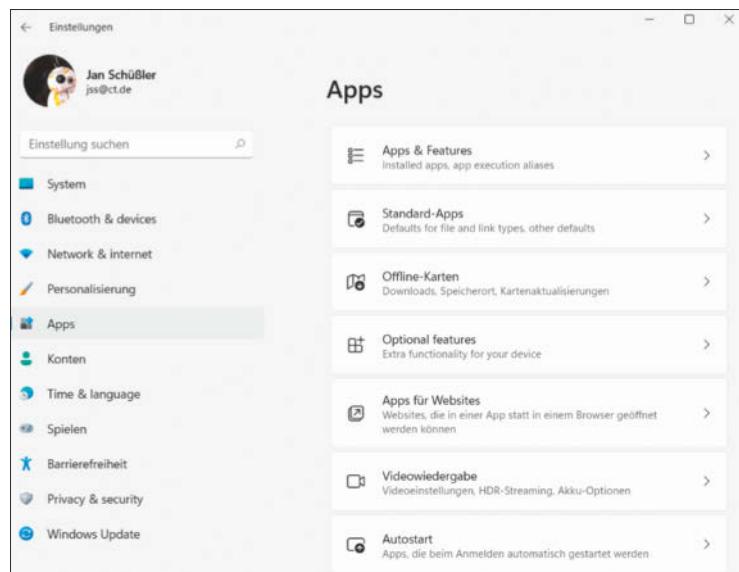
Im Startmenü von Windows 11 lassen sich werksseitig angeheftete App-Icons per Rechtsklick übers Kontextmenü entfernen.

Windows 10X für Klappgeräte mit zwei Bildschirmen zeigte schon Ende 2019 etliche Bedienelemente so, wie man sie nun in Windows 11 vorfindet [2].

Zudem muss klar sein, dass sich die gezeigten Funktionen durchaus noch ändern können. Sollte sich ein neues Feature als zu unpraktisch oder instabil erweisen, könnte es bis zum Release von Windows 11 wieder hinausfliegen. Immerhin: Bislang ist uns keine Funktion aufgefallen, die derart schlecht läuft, dass ein paar Monate nicht ausreichen sollten, um sie zu reparieren. Noch nicht testen lässt sich das Thema Datenschutz: Insider-Vorabversionen verschicken stets ausgiebig Telemetriedaten an Microsoft. Ob und wie sich das fertige Windows 11 vom Vorgänger unterscheiden wird, bleibt daher vorläufig offen – nennenswerte Unterschiede erwarten wir nicht.

## Startmenü

Na klar, das neue Startmenü – es ist auf den ersten Blick die auffälligste Änderung an Windows 11. Es schwebt mittig über der Taskleiste und kennt keine App-Kacheln mehr. Die Darstellung ist zweigeteilt: Im oberen Bereich heften Programm-Icons an; darunter befindet sich „Empfohlenes“,



**Die Einstellungen-App von Windows 11 wirkt übersichtlich, kann aber noch ein wenig Feinschliff gebrauchen.**

was in erster Linie zuletzt verwendete Dateien sind.

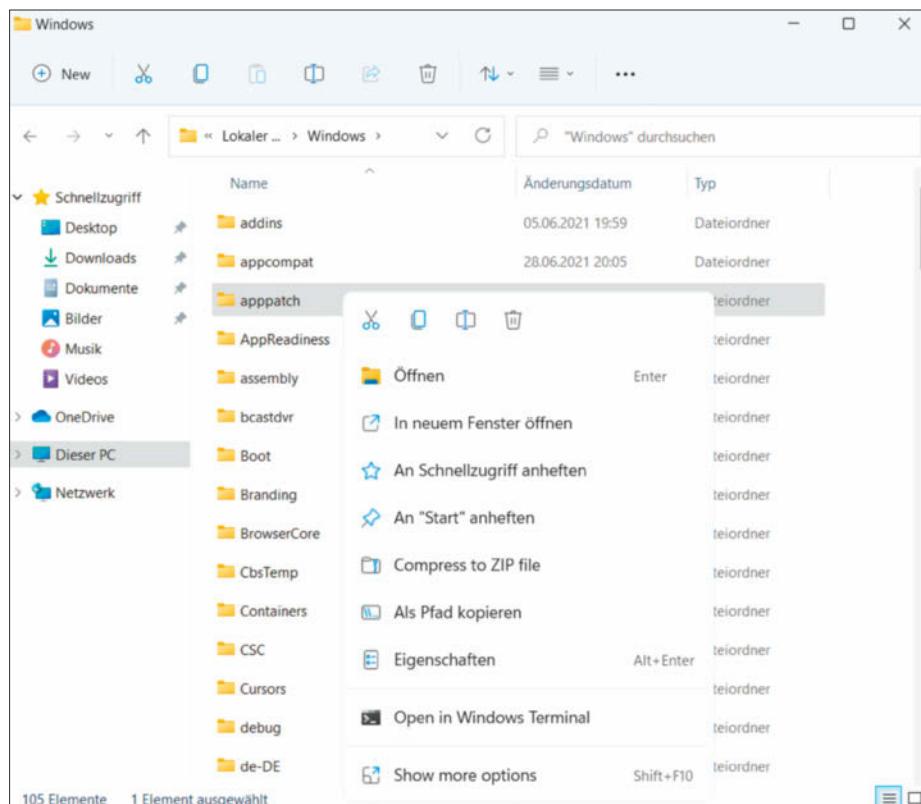
Klickt man auf „Alle Apps“, öffnet sich eine alphabetische Liste, die der von Windows 10 bekannten Auflistung sehr ähnlich ist. Angepinnte Icons lassen sich per Drag & Drop sehr einfach umsortieren oder per Rechtsklick „Von Start lösen“; zusätzlich kann man per Rechtsklick auf einen Namen in der App-Liste und „An-

Start anheften“ dort befestigen. Was im Unterschied zu Windows 10 nicht mehr geht: angeheftete App-Icons in Gruppen oder in Ordnern zu sortieren.

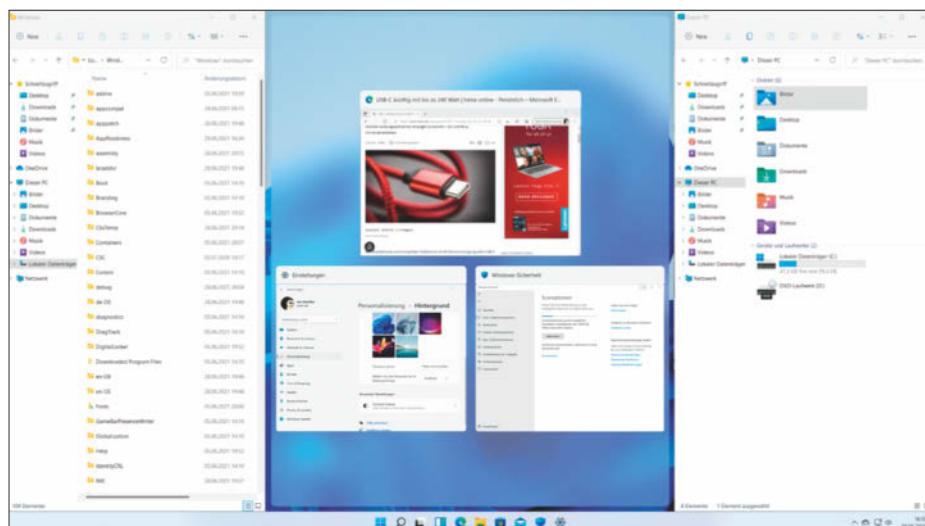
## Taskleiste

Zusammen mit dem Startmenü ist die Taskleiste mit ihrem Neulayout die zweite sofort augenfällige Änderung in Windows 11: Die Icons sind nun nicht mehr linksbündig, sondern mittig angeordnet. Mit einem Rechtsklick in einen freien Bereich der Taskleiste lassen sich ihre Einstellungen öffnen. Dabei fällt auf, dass das Kontextmenü der Taskleiste auf einen einzigen Menüpunkt reduziert wurde, nämlich den für die Einstellungen. Wer Icons ausblenden oder die Infobereich-Symbole konfigurieren will, muss das über die Einstellungen tun. Dort lassen sich auch Startmenü und Taskleiste auf eine linksbündige Darstellung umschalten – unter „Taskbar behaviors/Taskbar alignment“.

Dort zeigt sich auch, dass Microsoft den Funktionsumfang der neuen Taskleiste beschnitten hat: Individuelle Symbolleisten für Ordner gibt es nicht mehr; zudem wird die Leiste nun zwingend am unteren Bildschirmrand dargestellt. Ein Verschieben an den oberen oder einen seitlichen Rand ist nicht mehr vorgesehen. Es existiert zwar ein Registry-Hack, um die Taskleiste nach oben zu verfrachten. Da Microsoft die Funktion, die Taskleiste anderswo als unten zu platzieren, offiziell als tot dokumentiert hat (siehe ct.de/yqvg), sollte man aber nicht darauf bauen, dass der Hack auch in Zukunft funktionieren wird.



**Der Explorer hat in Windows 11 eine neue Werkzeugleiste, ein neues Kontextmenü und größere Zeilenabstände bekommen.**



Rastet man ein Fenster ein, bietet Snap Layouts die anderen an, um damit den restlichen Bildschirm zu füllen.

Dass mit dem quasi abgeschafften Taskleisten-Kontextmenü auch der Schnellzugriff auf den Task-Manager wegfällt, dürfte da noch eher verschmerzbar sein, denn der lässt sich nach wie vor über das Win-X-Menü aufrufen – das Schnellzugriffsmenü, das per Windows+X oder per Rechtsklick auf den Startknopf erscheint.

## Explorer

Auch den Datei-Explorer hat Microsoft sofort erkennbar überarbeitet. Die seit vielen Windows-Generationen etablierten Ribbons in der Werkzeugeiste sind Geschichte, Microsoft hat sie ausgetauscht gegen Schaltflächen zum Ausschneiden, Kopieren und Einfügen, zum Ändern der Layout- und Ansichtsoptionen, für Sortierkriterien und Ähnliches. Weitere Funktionen für Eigenschaften, Ordneroptionen, Auswahl umkehren et cetera erreicht man über das Dreipunktmenu rechts in der Werkzeugeiste.

Ungewohnt ist auf den ersten Blick, dass der Zeilenabstand zwischen Ordnern und Dateien größer ist als im bisherigen Explorer. Diese Darstellung soll die Bedienbarkeit per Touchscreen und die visuelle Klarheit verbessern, kostet aber Platz. Daher kann man sie in den Layout- und Ansichtsoptionen mit einem Klick auf „Compact view“ abschalten – dann siehts aus wie in Windows 10.

Dem Kontextmenü, das per Rechtsklick auf ein Element erscheint, hat Microsoft die gleiche Behandlung zukommen lassen. Etwas skurril ist, dass der unterste

Menüpunkt namens „Show more options“ das klassische Kontextmenü des Windows-10-Explorers hervorbringt. Nur dort befindet sich neben ein paar seltener benutzten Funktionen wie „Vorgängerversion wiederherstellen“ oder „In Bibliothek aufnehmen“ der Menüpunkt „Mit Microsoft Defender überprüfen“. Letztere dürfte bei vielen durchaus alltagsrelevant sein. Daher darf man durchaus damit rechnen, dass dieser Menüpunkt über kurz oder lang auch im neuen Kontextmenü landet.

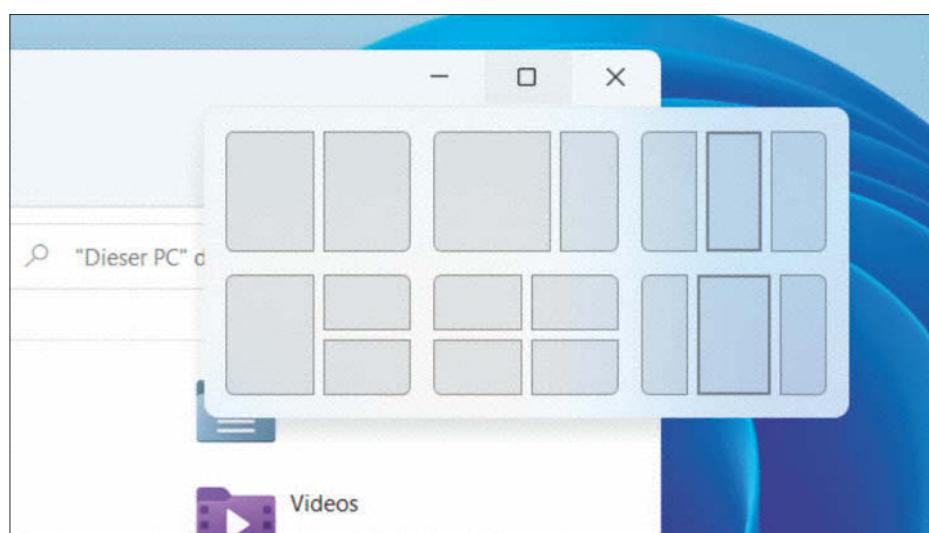
## Einstellungen

Die mit Windows 10 berühmt gewordene App „Einstellungen“, die inzwischen einen

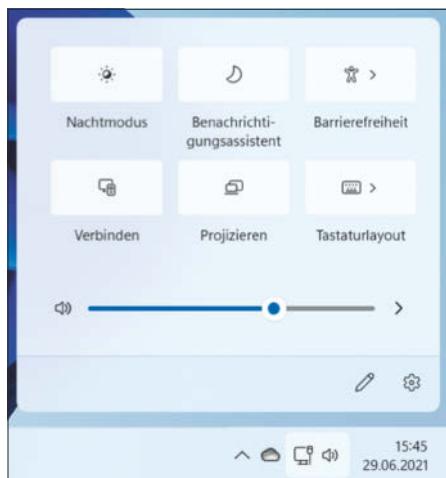
Großteil der klassischen Systemsteuerung abgelöst hat, sieht in Windows 11 komplett anders aus. Statt wie bislang im Hauptmenü nur Kacheln für die einzelnen Rubriken anzubieten, befinden sich die Rubriken nun im linken Teil des Einstellungen-Fensters. Eine davon anzuklicken, listet rechts daneben die jeweils enthaltenen Einstellungsmenüs auf.

Das sieht enorm aufgeräumt aus und wirkt auf den ersten Blick auch sehr praktisch, wenn man eine bestimmte Einstellung ausfindig machen will, ohne das Suchfeld zu benutzen. Um sich einen Überblick über die Einstellungen zu verschaffen, kann man links einfach Rubrik für Rubrik durchklicken. Es kann aber auch zu mehr Klickerei führen, nämlich dann, wenn man sich nach einer Windows-11-Neuinstallation einmal von Kopf bis Fuß durch alle Einstellungsmenüs wühlen möchte. Denn nach jeder Änderung in einem Menü muss man den Zurück-Knopf betätigen oder auf den Rubrikennamen klicken (links oder am oberen Fensterrand), um zur Liste der enthaltenen Menüs zurückzugelangen.

Die Inhalte der Einstellungen-App sind größtenteils so sortiert wie in Windows 10, mit einigen Ausnahmen. So befinden sich beispielsweise die Funktionen „Aktivierung“, „Problembehandlung“ und „Wiederherstellung“ nicht mehr in der Rubrik „Update & Sicherheit“, sondern in „System“ – was uns logisch erscheint. Die sinnfreie Einstellungen-Rubrik „Telefon“ gibts nicht mehr. Sie enthielt ohnehin nur eine Schaltfläche, die



**Snap Layouts** arrangieren Fenster nach vorgefertigten Schemata – auf hochauflösenden Bildschirmen auch dreispaltig.



**Ein Schelm, wer an Chrome OS dabei denkt: die Schnelleinstellungen von Windows 11.**

die App „Ihr Smartphone“ öffnet. Die Schaltfläche befindet sich nun in einem Untermenü von „Bluetooth & devices“. Die Rubrik „Suche“ hat Microsoft nach „Privacy & security“ verfrachtet. Neu hingegen ist ein Menü in den Datenschutzeinstellungen, mit dem sich offenbar künftig festlegen lässt, ob Apps Screenshots anfertigen dürfen.

So gut wie nichts hat sich an der klassischen Systemsteuerung geändert. In einem Direktvergleich mit Windows 10 Version 21H1 konnten wir nur einen Unterschied ausmachen: „Verwaltung“ heißt nun „Windows Tools“.

## Snap Layouts

Eine bordeigene Funktion zum Einrasten von Fenstern in Bildschirmhälfte gab es zuerst in Windows 7 mit „Aero Snap“; seit Windows 10 konnte man mit „Snap Assist“ Fenster auch in Quadranten einrasten. Windows 11 hat mit „Snap Layouts“ abermals mehr Möglichkeiten bekommen. Fenster rasten nun nicht mehr nur per Maus-/Wischgeste und Tastenkombination ein, sondern auch per Mouseover über den Maximieren-Knopf eines Fenseters, das in einem kleinen Menü Einrastschemata anbietet.

Das Menü kann auch dreispaltige Layouts anbieten. Dafür muss die Bildschirmauflösung mindestens  $1920 \times 1080$  Pixel betragen oder im Fall einer skalierten Darstellung eine mindestens äquivalente Menge Platz bieten. Es funktionieren zum Beispiel  $2560 \times 1440$  Pixel bei 125 Prozent oder  $3840 \times 2160$  Pixel bei 200 Prozent.

Das Einrasten in solche Spalten klappt auch per Mausgeste: Fassen Sie ein Fenster an der Titelleiste an und ziehen Sie es an den oberen Bildschirmrand, als ob Sie es maximieren wollen. Lassen Sie es dann aber nicht sofort los, sondern ziehen Sie es etwas am Bildschirmrand entlang.

## Snap Groups

Mit der Funktion Snap Groups merkt sich Windows, welche Fenster in irgendeiner Form zusammen auf dem Bildschirm eingerastet sind. Kommt ein weiteres Fenster zwischenzeitlich in den Vordergrund, zum Beispiel durch eine wichtige Mail oder einen Teams-Anruf, holt Snap Groups die Gruppe zusammengehefteter Fenster danach zurück in den Vordergrund. Das klappt mit einem Mouseover über das Icon eines der betroffenen Programme in der Taskleiste und Klick auf die „Gruppe“.

Außerdem merkt sich Windows 11 beim Abklemmen eines Bildschirms – etwa eines angedockten Monitors an einem Notebook – die Positionen der Fenster, sodass sie beim erneuten Anschließen des Monitors automatisch wieder dort erscheinen. Was in der getesteten Insider-Vorabversion von Windows 11 nur unvollständig geklappt hat, ist das automatische Minimieren von Fenstern, die auf einem Bildschirm liegen, der abgeklemmt wird. Zwar ist die Funktion in den Einstellungen unter „Systeme/Anzeige/Mehrere Bildschirme“ aktiv, doch ein paar Fenster landeten in unseren Tests beim Abdocken auf dem Notebookbildschirm, statt minimiert zu werden.

## Info-Center

Das aus Windows 10 bekannte Info-Center, das sich dort mit einem Klick auf das Sprechblasen-Icon unten rechts auf der Taskleiste geöffnet hat, hat Microsoft in Windows 11 zerlegt und sich dann, ob bewusst oder nicht, bei der Neugestaltung ein wenig an Chrome OS orientiert. Ein Klick auf Datum und Uhrzeit öffnet einen kleinen Kalender und die Benachrichtigungen; ein Klick auf Lautstärke- oder Netzwerk-Icon öffnet Lautstärke-regler, Schnellschalter für zum Beispiel Nachtmodus, Benachrichtigungsassistent und WLAN sowie auf Mobilgeräten einen Helligkeitsregler. Wie schon unter Windows 10 lassen sich die dort angezeigten Elemente per Rechtsklick und „Schnelleinstellungen bearbeiten“ auswählen.

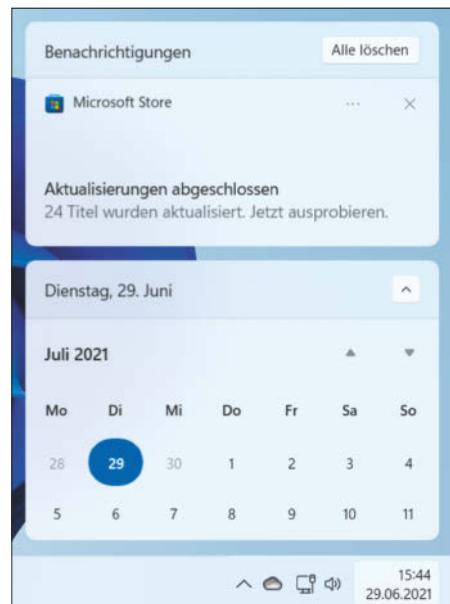
## Widgets

Der Begriff „Widgets“ klingt ein wenig nach den Desktop-Gadgets in Windows Vista und 7, wo es Mini-Tools für Wettervorhersage, Kalender, Uhren und Ähnliches gab. Die Windows-11-Widgets haben damit nur sehr entfernt zu tun. Es handelt sich eher um eine etwas umverpackte Variante der „Neuigkeiten und interessanten Themen“, die Microsoft erst vor wenigen Monaten in Windows 10 eingebaut hat. Dort liegt seit Kurzem ein (abschaltbares) Wetter-Widget auf der Taskleiste, das bei einem Klick mehr Wetterinfos, Nachrichten, Sportergebnisse und ähnliches anzeigt.

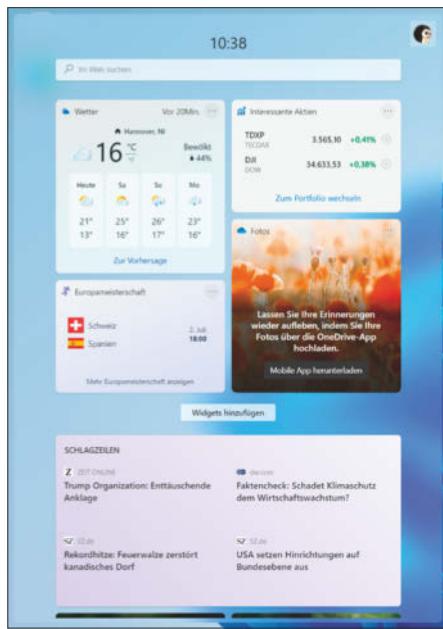
In Windows 11 erinnern die Widgets entfernt an die von iOS und iPadOS bekannten Widgets. Die Widget-Seite zeigt ab- und anwählbare Widgets an, etwa für Wetter, Sportergebnisse, Fotos, Aktienkurse et cetera. Darunter folgt ein Nachrichten-Feed. Eigentlich sollte es möglich sein, Themen vorauszuwählen, doch in unseren Versuchen war das wirkungslos: Auch wenn wir als Interessengebiete zum Beispiel ausschließlich Wissenschaft, Gaming und Autos ausgewählt haben, wurde der Feed stur mit Politiknachrichten und Promiklatsch gefüllt.

## Weitere Änderungen

Im Menü zum Herunterfahren und Neustarten zeigt Windows nun an, wie viel Zeit schätzungsweise bei einem Neustart



**Das Info-Center ist nicht mehr – Benachrichtigungen schweben nun einfach über dem Kalender.**



Die „Widgets“ sollen interessantes im kompakten Format bieten, sind bis dato aber nicht sinnvoll konfigurierbar.

draufgeht, den Updates zum Abschluss der Aktualisierung verlangen. Jedem virtuellen Desktop kann man ein eigenes Hintergrundbild zuweisen – eine durchaus praktische Funktion, um Arbeitsumgebungen auseinanderzuhalten, im Homeoffice zum Beispiel für Geschäftliches und Privates.

Das Automatisierungs-Tool PowerAutomate wird mit Windows 11 serienmäßig installiert, die Apps 3D Viewer, OneNote, Paint 3D und Skype hingegen nicht mehr – sie verschwinden bei einem Upgrade von Windows 10 auf 11 aber auch nicht.

Der Internet Explorer lässt sich in Windows 11 nicht mehr verwenden, wenn gleich sein Programmverzeichnis „C:\Programme\Internet Explorer“ nach wie vor existiert. Jeder Versuch, das Programm iexplore.exe zu starten, endet allerdings mit einem im IE-Kompatibilitätsmodus geöffneten Edge-Browserfenster.

Abgeschafft hat Microsoft auch den Tablet-Modus, der auf Windows 10 mit dauerhaft maximierten Programmfenstern und vergrößerten Icon-Abständen die Bedienung erleichtern sollte, wenn ein 2-in-1-Gerät wie Microsofts Surface Pro ohne Tastaturcover benutzt wird. So richtig rund war das Bedienkonzept nach unseren Eindrücken nie – und wenn Unerfahrene den Modus aus Versehen aktiviert haben, führte er auch regelmäßig zu Frust. Und auch die Sprachassistentenzfunktion Cortana nimmt Microsoft immer weiter

aus dem Blickfeld. Die App ist zwar noch enthalten, wird in Windows 11 aber werksseitig weder an die Taskleiste noch ans Startmenü angeheftet. Und vor allem: Die Windows-Ersteinrichtung, auch Out of Box Experience (OOBE) genannt, kommt nun ohne sie aus.

Weitere gestrichene Features sind die Synchronisierung des eigenen Hintergrundbildes auf alle Geräte, die mit demselben Microsoft-Konto betrieben werden, sowie die „Zeitleiste“, mit der sich der Nutzungsverlauf von Programmen über das Microsoft-Konto auf andere Geräte synchronisieren ließ. Der „S-Modus“, in dem Windows nur die Ausführung von Programmen aus dem Store zulässt, ist bei Windows 11 nur noch in der Home-Edition konfigurierbar.

## Fazit

Unser Eindruck der neuen Windows-Oberfläche ist zweigeteilt. Einerseits wirkt sie generell stimmig: Windows 11 sieht charmant aus, die neue Einstellungen-App ist logisch aufgebaut und die Kacheln, die wohl nie richtig viele Fans hatten, sind endlich rausgeflogen. Wer von Windows 10 kommt, braucht allerdings einige Umgewöhnung, denn so klar und sinnvoll strukturiert zum Beispiel der neue Explorer sein mag, so ungewohnt ist er. Wer schon seit Jahrzehnten Windows nutzt, merkt aber vielleicht: So neu ist das nicht. Eine Werkzeugleiste mit Schaltflächen zum Ausschneiden, Kopieren, Einfügen

und Umstellen der Ansicht gab es in grauer Vorzeit schon mal – in Windows 98.

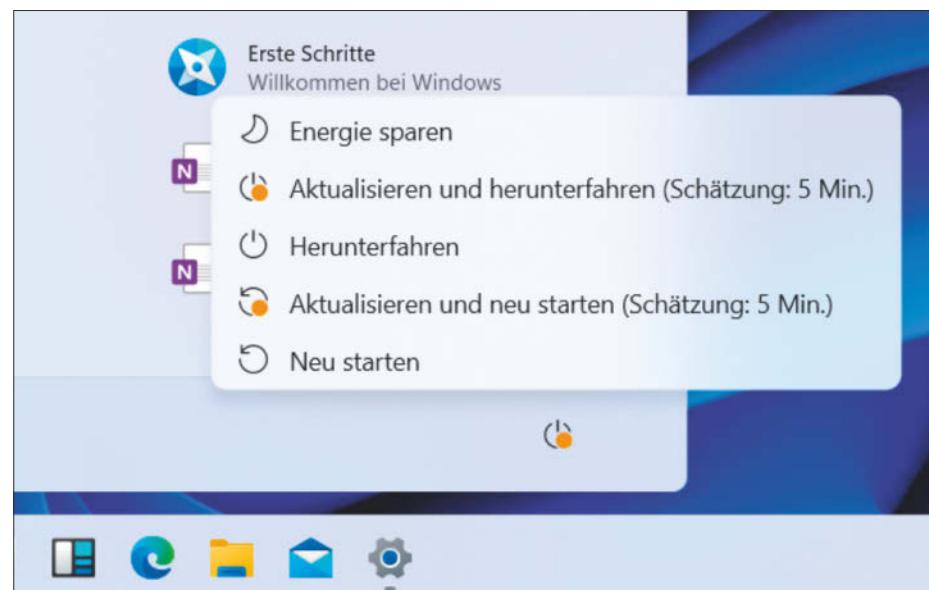
Die eine oder andere Inspiration für neue Features kam Microsoft offenbar in der pandemiebedingten Homeoffice-Zeit: Die geplante und zurzeit noch nicht enthaltene Teams-Integration zum Beispiel, die Möglichkeit der verschiedenen Hintergrundbilder für virtuelle Desktops oder auch die „Snap Groups“, die den Umgang mit vielen Programmfenstern und Workflow-Unterbrechungen vereinfachen können.

An einigen Stellen ist allerdings noch Detailarbeit nötig. Vor allem ist uns unverständlich, dass es nun nicht mehr möglich sein soll, die Taskleiste an den oberen Bildschirmrand zu setzen – eine gern genutzte Ergonomiefunktion. Auch das Kontextmenü des neuen Explorer erscheint uns noch nicht ausgereift, und die Widgets dürften erst dann brauchbar sein, wenn sich der Nachrichten-Feed vernünftig konfigurieren lässt – und zwar im besten Fall mit der Möglichkeit, sich einen Feed individuell aus einzelnen Nachrichtenquellen zusammenzubauen. (jss@ct.de) ct

**Alle Links:** [ct.de/yqvg](http://ct.de/yqvg)

## Literatur

- [1] Jan Schüßler, Voll auf die 11, Windows 11 hat einen neuen Store und keine Kacheln mehr, c't 15/2021, S. 14
- [2] Axel Vahldiek, Entfernter Verwandter, Ein erster Blick auf Windows 10X, c't 7/2020, S. 156



Windows 11 schätzt ab, wie lange der Neustart dauern wird, wenn ein Update in der Warteschlange steht.

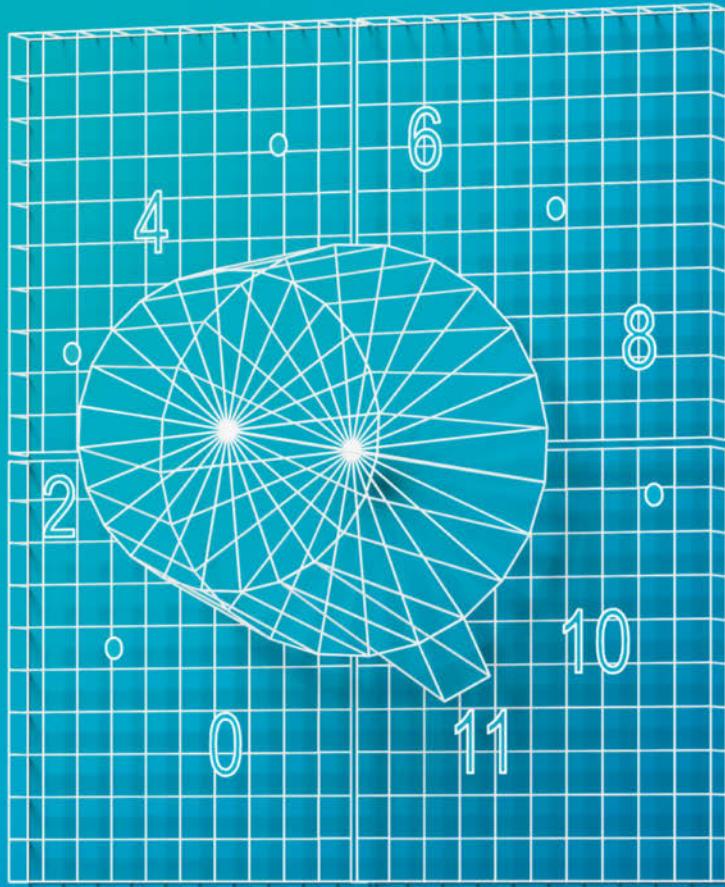


Bild: Andreas Martini

# Rahmenbedingungen

## Windows 11: Preise, Termine, Systemvoraussetzungen, Updates und Upgrades

**Bei einer neuen Windows-Version stellt sich nicht nur die Frage, welche neuen Funktionen es mitbringen wird, sondern auch, was es drumherum zu beachten gibt: Wann erscheint sie? Was wird sie kosten? Läuft sie auf meinem PC? Dieser Beitrag trägt zusammen, was bislang bekannt ist.**

Von Axel Vahldiek

**Z**uerst zum Finanziellen: Was Windows 11 kosten wird, ist derzeit noch unklar, die Summe dürfte aber in vielen Fällen 0 Euro betragen. Denn Microsoft verspricht Windows 11 „als kostenloses Upgrade für berechtigte Windows 10-PCs“. Was genau das bedeutet, verrät der Konzern bislang nicht. Bei Windows 10 gab es jedoch eine sehr ähnliche Formulierung, und die meinte, dass die Home- und Pro-Editionen zum kostenlosen Upgrade berechtigt waren, Enterprise hingegen nicht.

Windows 11 soll allerdings nicht automatisch verteilt werden. Stattdessen müssen Sie die Installation über Windows Update von Hand anstoßen. Das klappt nicht bei allen Installationen. Bei solchen, die Microsoft als ungeeignet be-

trachtet („not eligible“), findet die Update-Suche die neue Version nicht. Hinweis: Die Links zu allen in diesem Artikel verwendeten Quellen bei Microsoft haben wir online zusammengetragen; Sie finden sie via [ct.de/ytb4](http://ct.de/ytb4).

Ob auch Nutzer von Windows 7 und 8.1 gratis umsteigen dürfen, ist nicht bekannt. Das kostenlose Upgrade der beiden alten Versionen auf Windows 10 funktioniert allerdings bis Redaktionsschluss immer noch. Falls Microsoft daran nichts ändert, könnten Sie auch von Windows 7 und 8.1 auf 11 kostenlos umsteigen, müssten aber eventuell als Zwischenschritt zuerst auf Windows 10 aktualisieren [1]. Bislang sieht es jedoch so aus, als würde es sogar noch einfacher gehen: Die von Microsoft veröffentlichte Vorabversion ak-

zeptiert und aktiviert klaglos auch Windows-7- und -8.1-Schlüssel.

## Termine

Was Microsoft veröffentlicht hat, ist ausdrücklich eine unfertige Vorabversion, und bis Windows 11 fertig ist, wird es noch einige Zeit dauern. Veröffentlichungen will Microsoft das fertige Produkt allerdings noch in diesem Jahr („late in 2021“).

Es ist zu erwarten, dass Sie noch 2021 mithilfe des Media Creation Tools selbst Installationsmedien für Windows 11 erstellen können, wie das derzeit auch bei Windows 10 geht. Zudem dürften die ISO-Abbilder in den üblichen Download-Portalen für Besitzer von Volumenlizenzen und Visual-Studio-Abonnements erscheinen. Ab wann Ihre Windows-10-Installation das kostenlose Upgrade anbietet, ist hingegen unklar: Microsoft will das Upgrade nach und nach verteilen. Start soll zwar noch dieses Jahr sein, doch es wird sich bis 2022 hinziehen, bis wirklich alle kompatiblen Geräte das Upgrade angeboten bekommen.

## Aus für 32 Bit-Windows

Was bei den Server-Versionen von Windows schon länger der Fall ist, gilt ab Windows 11 auch für die Client-Versionen: Es gibt keine 32-Bit-Varianten mehr. Für die meisten Nutzer sollte das kein Problem sein. Wenn Sie vor einem Computer mit vorinstalliertem Windows 10 sitzen, nutzen Sie ohnehin bereits eine 64-Bit-Version, und das gilt auch für die meisten Geräte mit vorinstallierten Windows 8 und 8.1. Schwierigkeiten drohen aber PCs, die beispielsweise noch uralte Spezialanwendungen ausführen. Falls Sie so einen Rechner nutzen, sollten Sie sich bis 2025 eine Alternative einfallen lassen (siehe Kasten „Und was ist mit Windows 10?“). Ein Umstieg von 32-Bit-Windows-10 auf 64-Bit-Windows-11 dürfte nur mit einer Neuinstallation gelingen; ein Upgrade von 32 auf 64 Bit hat das Windows-Setup-Programm noch nie angeboten.

Sorgen darum, dass 32-Bit-Anwendungen unter 64-Bit-Windows nicht mehr funktionieren, brauchen Sie keine zu haben: 32-Bit-Anwendungen laufen unter 64-Bit-Windows dermaßen reibungslos, dass vielen gar nicht bewusst ist, dass dafür unter der Haube ein spezielles 32-Bit-Subsystem verantwortlich ist [2]. Das bleibt in Windows 11 erhalten. Für die meiste Hardware sollte es mittlerweile 64-Bit-Treiber geben. Was aber tatsäch-

lich unter 64-Bit-Windows nicht funktioniert, sind alte 16-Bit-Anwendungen. Hier können Sie aber in vielen Fällen beispielsweise auf den DOS-Emulator DOSBox ausweichen [3].

## Updates und Upgrades

Von Windows 10 veröffentlichte Microsoft ungefähr halbjährlich neue Versionen, bei Windows 11 soll die Frequenz sinken: Neue Versionen sollen nur noch einmal pro Jahr erscheinen.

Wie lange eine Windows-11-Version Support erhält, hängt von der Edition ab. 24 Monate erhalten jene namens „Home“, „Pro“, „Pro for Workstation“ und „Pro for Education“ – mit der letzteren ist vermutlich jene gemeint, die derzeit „Pro Education“ heißt. Enterprise- und Education-Editionen erhalten 36 Monate Support. Der Zeitraum gilt jeweils ab Veröffentlichungsdatum der Version. Falls Sie angesichts der Editionsnamen irritiert sind: In [4] haben wir versucht, das Namenschaos aufzudröseln.

Die am monatlichen Patchday verteilten Updates bleiben kumulativ, enthalten also stets auch alle vorangegangenen Updates. Sie sollen dennoch deutlich kleiner werden, Microsoft verspricht sie um bis zu 40 % zu schrumpfen.

Microsofts Deployment- und Admin-Werkzeuge wie das „Assessment and Deployment Kit“ (ADK), „Windows Update for Business“, „Endpoint Manager“, „Auto-

pilot“ und so weiter sollen mit Windows 11 genauso funktionieren wie mit Windows 10.

## Anforderungen: Speicher

Nun zu den Systemvoraussetzungen, also zu den Anforderungen, die ein PC erfüllen muss, damit Windows darauf läuft. Was den Speicher betrifft, sind diese durchaus moderat: 4 GByte RAM und 64 GByte Massenspeicher sind als Minimum genannt, doch einen Windows-PC mit geringerem Speicher möchte man eigentlich ohnehin nicht mehr nutzen.

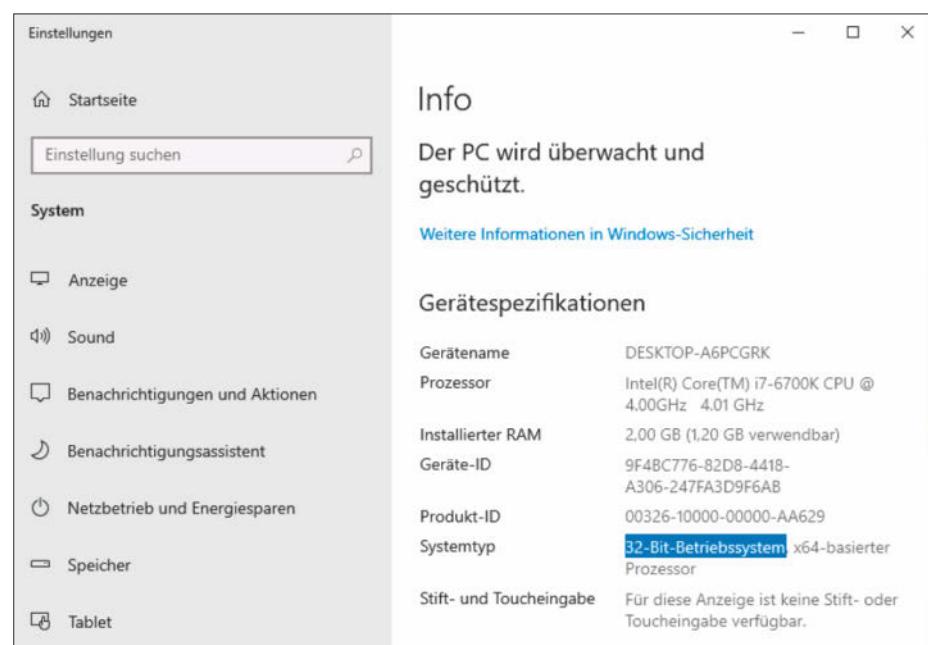
Ausgeschlossen sind damit aber billigste Tablets und Notebooks aus der Windows-8.x-Ära, die bloß mit mickrigem und lahmem 16- oder 32-GByte-eMMC-Speicher ausgestattet waren. Nutzer solcher Geräte dürften Kummer aber ohnehin gewohnt sein (Tipps dazu in [5]).

Auch Selbstbaurechnern und virtuellen Maschinen könnten Schwierigkeiten drohen, wenn sie womöglich bewusst wegen geringer Anforderungen mickrig ausgestattet sind. Hier müssen Sie für Windows 11 womöglich nachrüsten.

## Anforderungen: CPU

Der Prozessor muss für Windows 11 mindestens 2 Kerne besitzen und mit mindestens 1 GHz Takt laufen. Zudem muss es ein 64-Bit-Prozessor sein.

Für Verwirrung sorgte nach der Bekanntgabe, dass Microsoft zudem darauf



**Windows 11 soll als kostenloses Upgrade für Windows-10-Installationen erscheinen, allerdings nur für „geeignete“. 32-Bit-Installationen gehören ausdrücklich nicht dazu, Windows 11 wird es nur noch als 64-Bit-Variante geben.**

hinweist, dass es ein „kompatibler“ Prozessor sein muss. Welche CPUs dieses Kriterium erfüllen, lässt sich Listen entnehmen, die Microsoft ebenfalls veröffentlicht hat. Ein Blick dort hinein mag erschrecken, denn die aufgeführten Prozessoren sind allesamt relativ jung: Bei Intel-Core-i-Prozessoren geht es beispielsweise erst ab der 8. Generation los, bei AMDs Ryzen erst ab Ryzen 2000 (Zen+), während aber auch „Athlon“-Prozessoren mit Zen-1-Kernen aufgeführt sind. Es gibt zudem eine Liste für Qualcomm-Prozessoren; mehr zu Windows on ARM lesen Sie im Beitrag auf Seite 32.

Um unter Windows 10 herauszufinden, welcher Prozessor in Ihrem PC steckt, drücken Sie die Tastenkombination Windows+Pause. Der Name steht im Abschnitt „Gerätespezifikation“.

Denkbar, aber keineswegs sicher ist, dass sich Windows 11 trotzdem auf Rechnern mit älteren Prozessoren installieren lässt. Zum Vergleich: Auch für Windows 10 gibt es Mindestanforderungen für den Prozessor und trotzdem läuft es auch auf deutlich älterer Hardware. Anders formuliert gelten die Anforderungen vor allem für PC-Hersteller, die einen Windows-Sticker aufs Gehäuse kleben wollen.

## Anforderungen: Mainboard

Microsoft möchte sich vom klassischen „Legacy“-BIOS verabschieden und schreibt in die Anforderungen für Windows 11 „UEFI“. Zudem muss ein TPM 2.0 vorhanden sein (siehe FAQ in dieser Ausgabe ab Seite 180). Schließlich muss UEFI Secure Boot nicht nur vorhanden, sondern standardmäßig aktiviert sein. Ob diese Anforderungen nur für PC-Hersteller oder für alle gelten, ist unsicher. Einerseits galt die UEFI-Voraussetzung schon für Windows 8.1 und das TPM ist bei Windows 10 bereits verpflichtend. Trotzdem läuft Windows 10 auch ohne. Andererseits kursieren im Internet Registry-Hacks, mit denen sich TPM, Secure-Boot- und UEFI-Abfragen während des Setups überspringen lassen. Deren bloße Existenz würde belegen, dass Microsoft es doch ernst meint. Prüfen lässt sich das bislang noch nicht, weil Microsoft bis Redaktionsschluss noch keine offiziellen Setup-Medien für Windows 11 veröffentlichte (siehe Beitrag ab Seite 28).

Ob Ihr Windows-PC klassisch oder per UEFI bootet, zeigt Ihnen das Windows-eigene Programm „Systeminformationen“. Zum Aufrufen drücken Sie die Windows-Taste und tippen `msinfo32` so lange

buchstabenweise ein, bis der Name des Programms erscheint, und wählen diesen Suchtreffer aus. In der linken Fensterhälfte finden Sie die Zeile „BIOS-Modus“. Hier steht entweder „Vorgängerversion“, was ein „Legacy“-BIOS meint, oder „UEFI“.

Die Anforderung „UEFI Secure Boot“ könnte trotzdem Auswirkungen haben. Microsoft macht den PC-Herstellern nämlich keine Vorschriften, ob diese Option im BIOS-Setup abschaltbar sein muss. Das wiederum könnte dazu führen, dass PCs erscheinen, auf denen sich Nicht-Secure-Boot-taugliche Betriebssysteme nicht installieren lassen. Das gilt beispielsweise für eher exotischere Linux-Distributionen, aber auch für alle Windows-Versionen vor Windows 8. Falls Sie also künftig planen, einen PC mit Windows-11-Sticker zu kaufen, auf dem auch solche exotischen oder alten Betriebssysteme laufen sollen, sollten Sie sich vorab beim Händler oder Hersteller informieren, ob Secure Boot abschaltbar ist.

## Anforderungen: Sonstiges

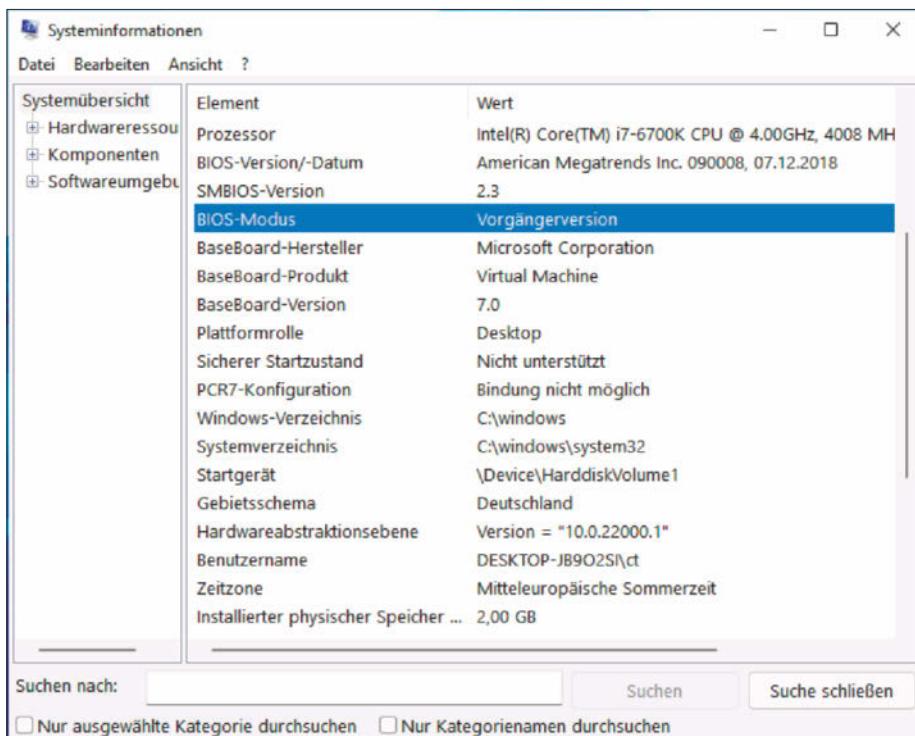
Microsoft nennt weitere Anforderungen. Alle Windows-11-PCs müssen einen Power-Knopf, Tastaturen Tasten zur Lautstärkeregelung besitzen. Die Grafik muss DirectX-12-tauglich sein und mit dem mit Windows 10 eingeführten Treibermodell WDDM 2.0 laufen. Das Display muss mindestens 9 Zoll groß sein und 720p bieten. Mit Ausnahme von Desktop-PCs müssen alle Geräte Bluetooth beherrschen.

Es gibt noch weitere Voraussetzungen, die aber weniger aufregend sind. Ein PDF mit den ausführlichen weiteren Details finden Sie via [ct.de/ytb4](http://ct.de/ytb4).

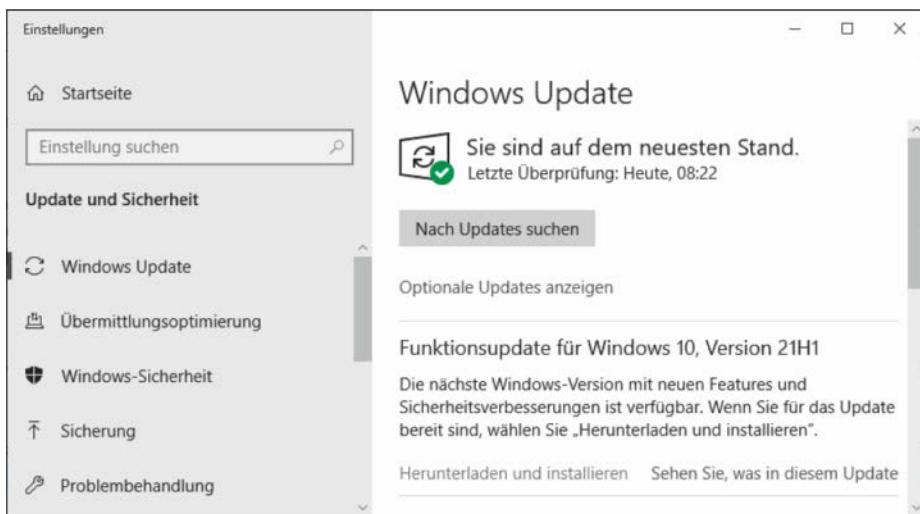
## Anforderung: Home

Die Home-Edition von Windows 11 benötigt „zum Abschließen der Einrichtung“ eine Internetverbindung und ein Microsoft-Konto. Letzteres hätte Microsoft auch schon bei Windows 10 gerne, doch der Dialog lässt sich derzeit umgehen, indem Sie beispielsweise das Netzwerkkabel abziehen oder erst einmal kein WLAN einrichten (viele weitere Tipps zum Vermeiden des Microsofts-Kontos in [6]).

Bei der Vorabversion von Windows 11 geht es während des Setups vom Home scheinbar ohne Netz nicht weiter, weil die nötige Schaltfläche ausgegraut ist. Wenn Sie aber den Dialog mit Alt+F4 beenden, klappt es doch und Sie können direkt ein lokales Konto einrichten. Es ist allerdings nicht ausgeschlossen, dass der Kontozwang in der finalen Version strikter



Eine geleakte Vorabversion von Windows 11 läuft auch ohne UEFI, Secure Boot und TPM, mit einem älteren Prozessor und nur 2 GByte RAM. Doch gemäß den von Microsoft genannten Systemvoraussetzungen klappt das mit der finalen Version womöglich nicht mehr.



**Auch für Windows 11 sollen Funktions-Updates erscheinen, allerdings nicht mehr halbjährlich, sondern nur noch jährlich.**

durchgesetzt wird. So oder so: Er gilt nur für die Home-Version, aber nicht für Windows 11 Pro, Education und Enterprise.

## Fazit

Was bislang über Windows 11 bekannt ist, hinterlässt eher gemischte Gefühle. Positiv ist, dass Microsoft Windows 11 als kostenloses Upgrade verteilen will und dass die Frequenz der mitunter problemanfälligen Funktions-Updates von halbjährlich auf jährlich gesenkt wird. Dass es keine 32-Bit-Windows-Versionen mehr geben soll, dürfte für die meisten verschmerzbar sein. Die Hardware-Anforderungen hingegen haben bei der Vorstellung von Windows 11 viele aufhorchen oder gar aufschrecken lassen. Noch ist aber nicht wirklich klar, ob sie nur für PC-Hersteller oder für alle gelten. Auch

möglich ist, dass sie zwar bei einem Upgrade, nicht aber bei einer Neuinstallation abgeprüft werden.

Es gibt Indizien, die darauf hindeuten, dass die Anforderungen wirklich ernst gemeint sind. Die Microsoft-eigenen Surface-Geräte beispielsweise sollen nicht alle das Upgrade auf Windows 11 erhalten. Für das Surface Studio 2, einen All-in-one-PC mit 28-Zoll-Touch-Display, den es erst ab rund 4000 Euro zu kaufen gibt, verspricht Microsoft anders als bei anderen Surface-Geräten kein Upgrade. Und das, obwohl der Bolide mit einem Intel Core i7 ausgestattet und erst seit 2018 auf dem Markt ist. Nachdem die Bekanntgabe der Anforderungen zu einem lauten Aufschrei führte, prüft Microsoft immerhin derzeit, ob Core-i-Prozessoren der 7. Generation nicht vielleicht doch taugen.

Abgesehen davon ist schon absehbar, dass sich die Vorgaben womöglich mit Tricks überwinden lassen. Denn bislang scheint sie nur das Setup-Programm zu prüfen, nicht aber die Windows-Installation. Bei unseren Tests gelang es problemlos, Windows 11 mit den Kommandozeilenwerkzeugen Diskpart, DISM und bcdboot in einer VM zu installieren, die statt per UEFI mit klassischem „Legacy“-BIOS bootete. Auch die nur 2 GByte RAM und 40 GByte Plattenplatz reichten aus.

Das zeigt, dass zumindest rein technisch viele der Systemvoraussetzungen für den Betrieb von Windows 11 überzogen sind. Das ist kein Wunder, denn anders als bei der Bedienoberfläche hat sich ja unter der Haube kaum etwas geändert. Stattdessen dürfte es hier also schlicht um ein Konjunkturprogramm für Hardware-Hersteller gehen. Ob Microsoft damit durchkommt, muss sich noch zeigen. (axv@ct.de)

## Literatur

- [1] Axel Vahldiek, Bombenräumung, Tipps zum immer noch kostenlosen Umstieg von Windows 7 auf 10, c't 26/2019, S. 20
- [2] Axel Vahldiek, Altes im Neuen, 32-Bit-Anwendungen unter 64-Bit-Windows, c't 23/2019, S. 150
- [3] Axel Vahldiek, SpiELDOSe, Erste Schritte mit dem Emulator Dosbox, c't 27/2018, S. 142
- [4] Axel Vahldiek, Inflation der Editionen, Über die scheinbar simple Frage, wie viele Ausgaben von Windows 10 es gibt, c't 13/2018, S. 148
- [5] Axel Vahldiek, Mit der Enge leben lernen, Tipps für Windows-Notebooks und -Tablets mit wenig Speicherplatz, c't 8/2018, S. 82
- [6] Axel Vahldiek, Zurück in die Kiste, Windows ohne Microsoft-Konto nutzen, c't 13/2021, S. 28

## Linkliste mit Quellen nachweisen:

[ct.de/ytb4](http://ct.de/ytb4)

## Mit allen Wassern gewaschen:

### iX KOMPAKT IT-Sicherheit

Als PDF zum Download erhältlich!  
[shop.heise.de/ix-sicherheit20](http://shop.heise.de/ix-sicherheit20)

12,99 € >



### NEU iX Developer Machine Learning

Als PDF zum Download erhältlich!  
[shop.heise.de/ix-dev-ml20](http://shop.heise.de/ix-dev-ml20)

12,99 € >



### iX Developer Modernes C++

Als PDF zum Download erhältlich!  
[shop.heise.de/ix-dev-c-20](http://shop.heise.de/ix-dev-c-20)

12,99 € >



sofort zum  
Download verfügbar!

Weitere Sonderhefte zu vielen spannenden Themen finden Sie hier: [shop.heise.de/specials-aktuell](http://shop.heise.de/specials-aktuell)

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abo-Nachrichten oder ab einem Einkaufswert von 20 €.

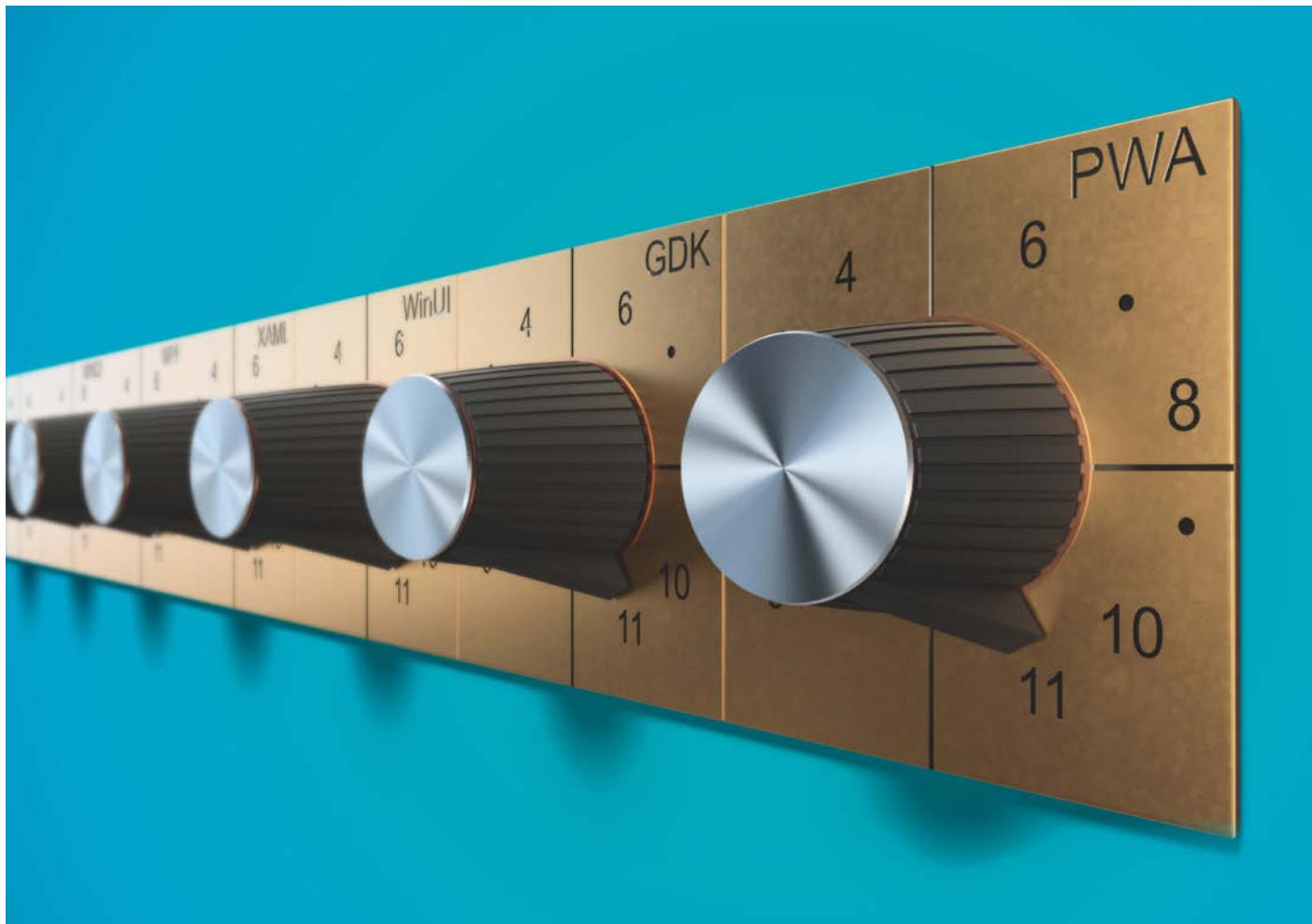
Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

Copyright by Heise Medien

heise shop

[shop.heise.de/specials-aktuell](http://shop.heise.de/specials-aktuell) >





# Aufgedreht

## Windows 11: neuer Store für Anwender und Entwickler

**Wenn Microsoft mit Entwicklern über Windows 11 redet, ist das meistgehörte Buzzword „Open“. Dahinter steckt nicht nur, dass sich der eingebaute Store für Android-Apps und alle möglichen Windows-Anwendungen öffnen soll. Auch entstehen neue Programmierschnittstellen größtenteils als Open-Source-Bibliotheken.**

Von Hajo Schulz

**Z**ugegeben: Die meisten Neuerungen rund um Windows 11, von denen in diesem Artikel die Rede ist, sind bislang nicht viel mehr als Ankündigungen. In der kürzlich veröffentlichten Vorabversion ist von den Segnungen, die Microsoft Entwicklern für die kommende Windows-Version verspricht, noch wenig zu sehen. Trotzdem lohnt sich ein Blick auf das, was Programmierer und Nutzer mit Windows 11 zu erwarten haben: Die Pläne, die Microsoft mit dem Store hat, sollten ihn für Anwender deutlich interessanter machen. Dadurch ergeben sich auch für Entwickler neue Chancen, ihre Produkte unters Volk zu bringen. Und Windows 11 wäre nicht von Microsoft, wenn mit seinem Erscheinen nicht mal wieder die eine oder andere neue Programmierschnittstelle ins Haus stünde.

### Stöbern im Store

Verglichen mit seinen Pendant auf anderen Plattformen führt der in Windows eingebaute Store bislang eher ein Nischen-dasein. Das liegt nicht zuletzt daran, dass es hier bis dato fast nur UWP-Apps zum Download gibt (Universal Windows Platform), also jene Apps, die vor allem auf Touch-Bedienung optimiert und im Vergleich zu klassischen Windows-Anwendungen häufig im Funktionsumfang eingeschränkt sind. Diese Beschränkung will Microsoft aufheben und es Entwicklern ermöglichen, im Store künftig so ziemlich alles anzubieten, was unter Windows läuft: Dazu gehören nicht nur klassische Win32-Programme; Microsoft nennt explizit unter anderem auch Java- und .NET-Anwendungen, Programme, die mithilfe von Frameworks wie Atom oder Angular Na-

tive entstanden sind, sowie Progressive Web Apps (PWA). Hinter dieser Bezeichnung stecken Webseiten, die auch offline funktionieren, sich über Verknüpfungen wie normale Anwendungen ins System einbinden lassen und dann in einem eigenen Fenster statt im Browser laufen.

Zusätzlich soll der Store attraktiver werden, indem man ihm ein neues, ansprechenderes Design verpasst. Programme, die gemeinsam oder alternativ zueinander einem bestimmten Zweck dienen, will Microsoft künftig in neuen sogenannten „Stories“ präsentieren und so besser auffindbar machen.

Ein weiteres neues Feature, mit dem Microsoft es Entwicklern schmackhaft machen will, ihre Anwendungen über den Store zu vertreiben, ist der sogenannte „Pop-up Store“. Dahinter verbirgt sich ein Button, den Entwickler recht einfach in ihre Webseiten einbinden können. Klickt der Anwender ihn an, öffnet sich eine Minimalversion des Store, in dem man nur noch eine Bestätigung abnicken muss. Der Store lädt die gewünschte Anwendung dann in einem Rutsch herunter und installiert sie. Alle bisher genannten Änderungen sind nicht nur für Windows 11 vorgesehen, sondern sollen auch noch in den Store von Windows 10 einfließen.

Nur für Windows 11 gilt dagegen die Ankündigung, dass sich dort künftig auch Android-Apps und -Spiele ausführen lassen werden. Microsoft kooperiert dazu mit Amazon und will die Inhalte des Amazon Appstore in den Windows Store integrieren. Für Anwender sehen Android-Apps ganz ähnlich wie Windows-Programme aus: Jede läuft mit einem eigenen Fenster und sie lassen sich an die Taskleiste oder ans Startmenü anpinnen.

Aus technischer Sicht bringt Windows 11 dafür ein „Windows Subsystem für Android“ mit, das Teile des bereits existierenden Windows Subsystem for Linux (WSL) wiederverwendet, in dem sich Kommandozeilen- und grafische Linux-Programme unter Windows ausführen lassen. Der Android-Kernel läuft in einer virtuellen Maschine, die auch dafür zuständig ist, eine von Intel entwickelte Emulationsschicht auszuführen, mit deren Hilfe ARM-Code auf x86-CPUs läuft. Android sieht aber auch Packages vor, die zusätzlich x64-Code enthalten, und Microsoft rät Entwicklern, die mit ihrer Android-App unter Windows punkten wollen, diese Möglichkeit zu nutzen, um Windows-Anwendern die maximale Performance zu bieten.

In der aktuellen Preview von Windows 11 hat der Store bislang nur ein eher zahmes Facelifting erfahren; die Stories fehlen ebenso wie „echte“ Windows-Anwendungen oder Android-Apps.

## Store-Bestückung

Entwickler, die ihre traditionelle Windows-Anwendung oder PWA über Microsofts Store anbieten wollen, müssen sich zunächst als Mitglied in Microsofts Partnernetzwerk anmelden. Auf der dazugehörigen Webseite wird es ein Dashboard geben, in dem man seine eigenen Anwendungen verwalten und anmelden kann. Der Store unterstützt MSI- und MSIX-Installationspakete sowie eigenständige EXE-Installer, die sich über Kommandozeilenparameter in einen Modus schalten lassen müssen, in dem sie ihre Arbeit ohne weitere Benutzerinteraktionen verrichten. PWAs lassen sich mit dem Assistenten auf der Webseite pwa builder.com paketieren und dann auf die gleiche Weise im Store anmelden.

Eine der größten Neuerungen, die Microsoft für Entwickler von Anwendungen im Store angekündigt hat, betrifft die Bezahlung: Für alle Apps und Programme, die keine Spiele sind, haben Anbieter künftig die freie Wahl des Zahlungsdienstleisters. Entscheiden sie sich gegen Microsofts Bezahldienst, schulden sie Microsoft keine Provision mehr. Je nachdem, wie sie das Inkasso abwickeln (lassen), können sie bis zu 100 Prozent des Umsatzes selbst einstreichen. Das gilt sowohl für den Kauf von Programmen und Apps als auch für In-App-Geschäfte.

Ausgeschlossen von dieser Regelung sind allerdings weiterhin PC-Spiele: Für die verlangt Microsoft nach wie vor eine Provision. Deren Höhe beträgt derzeit noch 30 Prozent vom Umsatz, Microsoft hatte aber bereits angekündigt, den Oboles vom 1. August an auf 12 Prozent zu senken.

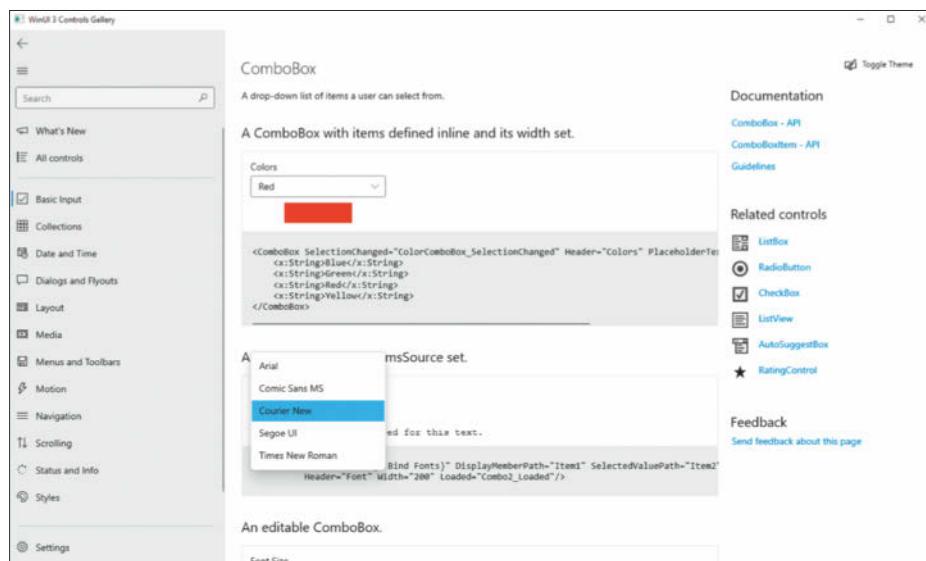
## Spiele

Entwickler von Spielen für Windows profitieren noch von einer anderen Neuerung, die Microsoft gleichzeitig mit Windows 11 angekündigt hat: Das Microsoft Game Development Kit (GDK) ist künftig in großen Teilen frei verfügbar. Bislang mussten Spieleentwickler für den Zugriff auf diese Werkzeuge und Dokumentationen einen kostenpflichtigen Vertrag mit Microsoft abschließen. Solange man Spiele nur für den PC erstellen will, kann man sie nun frei benutzen. Der Zugang zu den Materialien, die man zum Produzieren von Spielen für Xbox-Konsolen benötigt, ist aber nach wie vor an einen „ID@Xbox“-Vertrag gebunden.

Eine bislang nur auf Xboxen der X- und S-Serien existierende Technik namens Direct Storage soll künftig auch PC-Spielen zugutekommen. Entwickler können damit das Laden aufwendiger Spielewelten beschleunigen. Voraussetzung ist allerdings, dass der PC über eine NVMe-SSD als Massenspeicher und eine DirectX-12-kompatible Grafikkarte verfügt. An der Grafikfront stehen Spieleprogrammierern mit DirectX 12 Ultimate neue Raytracing-Funktionen und neue



**Der Store in der aktuellen Windows-11-Vorabversion lässt kaum erkennen, welche umfangreichen Änderungen Microsoft noch mit ihm vorhat.**



Die App „WinUI 3 Controls Gallery“ aus dem Store demonstriert, wie Entwickler Aussehen und Verhalten von Bedienelementen unter Windows 11 beeinflussen können.

Shader-Optionen zur Verfügung. Ganz ohne Eingriffe in den Programmcode sollen Spiele unter Windows 11 auf PCs mit einer mindestens DirectX-11-kompatiblen Grafikkarte und einem HDR-fähigen Monitor durch „Auto HDR“ besser aussehen als zuvor: Diese Technik soll Kontraste und Farben vor allem in besonders hellen oder dunklen Bereichen des Bildschirms verbessern.

## APIs

Pünktlich zum Erscheinen der Windows-11-Preview stellt Microsoft auch das Windows App SDK in der Betaversion 0.8 vor, das zuvor unter dem Codenamen „Project Reunite“ firmierte und die bislang getrennten Programmierschnittstellen und -bibliotheken für klassische Windows-Desktop-Anwendungen einerseits und UWP-Apps andererseits zusammenführen soll. Das Windows App SDK ist ein Open-Source-Projekt und auf GitHub zum Download verfügbar (siehe ct.de/yqz3). Als wesentlichen Bestandteil bringt es ein neues GUI-Framework namens WinUI 3 mit. Programme, deren Oberflächen WinUI verwenden, erben unter Windows 11 automatisch die neue Optik des Betriebssystems: Fenster und Bedienelemente werden mit abgerundeten Ecken dargestellt, kleine Animationen – sogenannte Micro Transactions – geben dem Benutzer Feedback zu seinen Aktionen und Anwendungen stellen sich automatisch auf systemweit ausgewählte Farbschemata ein. Trotzdem sollen WinUI-Anwendungen auch ohne Einschränkungen unter Windows 10 laufen.

Ein recht populärer Ansatz für die Struktur moderner Anwendungen besteht darin, in einen klassischen (Desktop- oder UWP-) Rahmen eine Fläche einzubinden, die lokal vorgehaltenen HTML-Inhalt oder eine extern hinzugeladene Webseite anzeigen. Entwickler solcher hybrider Anwendungen dürfte freuen, dass Windows 11 von Haus aus ein „WebView 2 Control“ mitbringt, ein auf Edge basierendes Browser-Element zum Einbinden in eigene Programme. Damit erübrigts sich, so ein Element in der Anwendung selbst mitzuliefern, was das Installationspaket recht heftig aufblättert.

## Textkonsole

Nicht nur für (Web-)Entwickler, sondern auch für Admins und Power-User dürfte es eine gute Nachricht sein, dass Windows

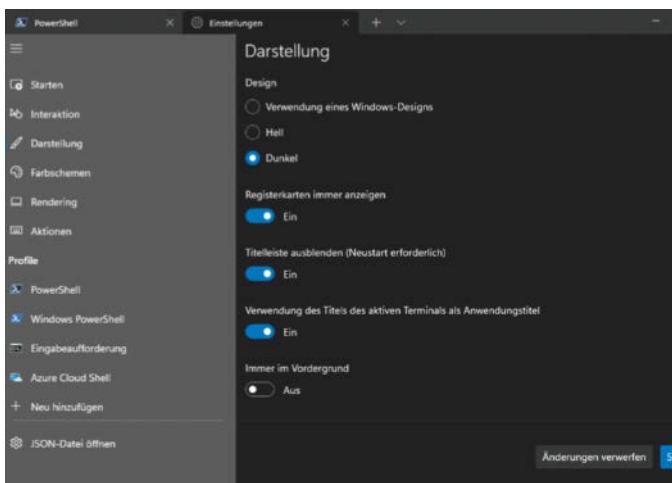
11 von Haus aus das Windows Terminal enthält: Diese moderne Oberfläche für Eingabeaufforderung, PowerShell, WSL- und SSH-Sitzungen vereinfacht den Umgang mit der Konsole, indem es unter anderem mehrere Sessions in einem gemeinsamen Fenster verwaltet und über Tabs oder geteilte Ansichten zur Verfügung stellt. Mit Hintergrundbildern und Farbschemata lässt es sich außerdem an eigene ästhetische Vorlieben anpassen.

Keine Erklärung liefert die vorliegende Windows-11-Vorabversion für eine eigenartige Parallelentwicklung: In der Preview enthalten ist unter anderem WinGet, Microsofts neuer, kommandozeilengetriebener Paketmanager für Windows [1]. Anders als der Store ist WinGet ein quelloffenes Community-Projekt; auch die dazugehörige Paketquelle, also die Datenbank der über WinGet installierbaren Anwendungen, wird auf GitHub gepflegt. Sie besteht aus Manifest-Dateien, die jeder kann mit dem Open-Source-Werkzeug WingetCreate erstellen und in Form von Pull-Requests zur Aufnahme in die Liste einreichen kann. Die Informationen, die WingetCreate erhebt, unterscheiden sich deutlich von denen, die Publisher im Partner-Dashboard für den Store erfassen müssen. Ein Zusammenwachsen der beiden Software-Distributionskanäle Store und WinGet scheint damit auf absehbare Zeit unwahrscheinlich. (hos@ct.de) ct

**SDKs und Dokumentationen:** [ct.de/yqz3](https://ct.de/yqz3)

## Literatur

- [1] Hajo Schulz, Software-Zustellung, Das können Paketmanager für Windows, c't 15/2021, S. 134
- [2] Windows Dev Center – Announcing Windows 11: [developer.microsoft.com/en-us/windows](https://developer.microsoft.com/en-us/windows)



Für Fans der Textkonsole enthält Windows 11 das Windows Terminal. Dessen neueste Version hat ein grafisches Frontend für die Einstellungen spendiert bekommen.

# Unsere Server-Buddies sind #NäherDran – IT-Kompetenz im Doppelpack

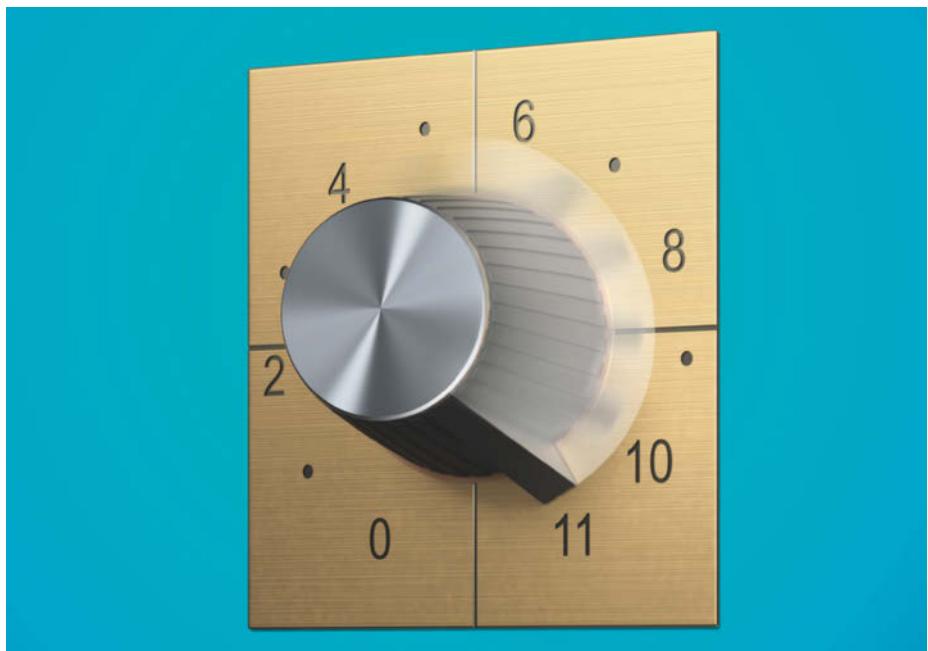
Grundsätzlich machen wir es unseren Kunden ja gerne besonders einfach – bei der persönlichen Beratung und Betreuung legen wir aber noch einen drauf. Deshalb kümmern sich Ihre Buddies bei Thomas-Krenn immer im Duo um Ihre Anliegen. Für Sie bedeutet das: Zweifaches Engagement, zweifaches Know-how und zweifache Erfahrung! Gemeinsam sichern Vertriebsberaterin Magdalena und Key Account Manager Andre den Erfolg unserer Kunden in Mitteldeutschland – denn doppelt berät am besten!

Ihre Buddies in Mitteldeutschland  
#NäherDran

Magdalena & Andre

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

THOMAS  
KRENN®



mit Ihrem gerade erstellten Konto als Insider. Dazu reicht es, einfach die Nutzungsbedingungen abzunicken. Alle in diesem Artikel genannten Links finden Sie auch via [ct.de/yf76](http://ct.de/yf76). Ihr für die Teilnahme am Insider-Programm registriertes Microsoft-Konto bezeichnen wir nachfolgend kurz als Insider-Konto.

Theoretisch gibt es zwei Methoden, um Windows 11 zu installieren: entweder als saubere Neuinstallation oder als Upgrade einer bestehenden Windows-10-Installation. In der Praxis ist der erste Weg bislang allerdings verbaut, denn Microsoft hat zumindest bis Redaktionsschluss weder ISO-Abbilder zum Download bereitgestellt noch ein Media Creation Tool, um einen Windows-11-Setup-Stick zu erstellen. Wann sich daran etwas ändert, wollte uns Microsoft nicht verraten.

Im Internet kursieren zwar Download-Angebote angeblicher Windows-11-ISOs, doch bei denen sind Herkunft und Authentizität ungeklärt. Da derzeit eine große Nachfrage nach den ISOs besteht, dürfte für so manchen Kriminellen die Verlockung nahe liegen, gefälschte ISOs zum Download anzubieten, ergänzt um Viren, Verschlüsselungs-Trojaner, Kryptowährungs-Miner oder anderen Unrat. Kurzum: Lassen Sie besser die Finger von solchen Angeboten.

Falls Microsoft irgendwann doch ISO-Abbilder zur Verfügung stellt, dann sehr wahrscheinlich auf jener Website, die die offizielle Anlaufstelle dafür ist: [microsoft.com/software-download/windowsinsiderpreviewiso](http://microsoft.com/software-download/windowsinsiderpreviewiso).

## Test-PC

Was bereits funktioniert, ist das Installieren von Windows 11 als Upgrade über eine bestehende Windows-10-Installation. Eines vorab in aller Deutlichkeit: Eine Vorabversion ist kein fertiges Betriebssystem, Sie müssen also beim Verwenden mit Fehlern, Abstürzen und Problemen bis hin zum totalen Datenverlust rechnen! Zudem ist unklar, ob sich das Upgrade auf Windows 11 später rückgängig machen oder ob sich die Vorabversion auf die finale Version aktualisieren lässt. Entsprechenden Versprechungen sollten Sie nicht trauen, denn womöglich stellt sich in den kommenden Monaten heraus, dass Microsoft sie nicht einhalten kann oder will. Verwenden Sie also auf keinen Fall Ihre produktiv genutzte Windows-Installation, sondern erstellen Sie dafür eine separate. Und diese sollte unbedingt auf einem separaten Test-PC

# Weiterdrehen

## Windows 11: Vorabversion selbst testen

Sie möchten gern selbst einen Blick auf das kommende Windows 11 werfen? Das geht, und zwar kostenlos. Einige Hürden sind allerdings zu überwinden.

Von Axel Vahldiek

Voraussetzung zum Ausprobieren der Vorabversion von Windows 11 ist die Teilnahme an Microsofts Insider-Programm. Das ist ein Testprogramm, in dem der Konzern Vorabversionen von Windows der Allgemeinheit zum Testen zur Verfügung stellt. Die Teilnahme ist gratis. Erforderlich sind nur ein Microsoft-Konto und dass Sie die Programmvereinbarung akzeptieren. Letztere hat es allerdings in sich, denn sie besagt in Kurzform, dass Microsoft sich sehr weitreichende Rechte herausnimmt. Dazu ge-

hört, auf einer Insider-Installation Telemetriedaten aller Art zu erfassen, zu übertragen, detailliert auszuwerten und mitunter Dritten zur Verfügung zu stellen. Selbst vor dem Auslesen und Übertragen persönlicher Daten und Kennwörter macht Microsoft bei Insider-Installierungen nicht halt. Anders formuliert zahlen Sie zwar kein Geld für die Teilnahme, doch dafür mit jenen Daten, die während Ihrer Nutzung der Vorabversion entstehen. Eine FAQ rund um das Insider-Programm haben wir zuletzt in [1] veröffentlicht. Sie finden sie auch vollständig online unter [ct.de/-4657364](http://ct.de/-4657364).

Sie wollen trotzdem gern Windows 11 ausprobieren? Dann los. Erstellen Sie zuerst unter [live.com](http://live.com) ein neues Microsoft-Konto, welches Sie später ausschließlich für Insider-Tests verwenden. Das verhindert, dass Fehler in den Vorabversionen auf Ihr sonst genutztes Konto Auswirkungen haben. Der Erstelldialog für das Konto akzeptiert Dummy-Daten, um das nervtötende Captcha-Spielchen kommen Sie aber nicht herum. Registrieren Sie sich anschließend unter [insider.windows.com](http://insider.windows.com)

laufen, um Wechselwirkungen mit anderen Installationen zu vermeiden.

Ob es sich bei dem Test-PC um eine echte oder um eine virtuelle Maschine (VM) handelt, ist an sich zwar egal, doch die virtuelle hat einen Vorteil. Sie lässt sich nach dem Ausprobieren deutlich leichter wieder loswerden als eine Installation auf echter Hardware: Einfach VM löschen, fertig. Ein Nachteil der VM ist, dass sie den ihr zugeteilten Arbeitsspeicher zur Laufzeit exklusiv belegt, dieser währenddessen also nicht vom Wirtssystem genutzt werden kann. Daher sollten in Ihrem PC mindestens 8 GByte RAM stecken, wenn Sie eine VM verwenden wollen.

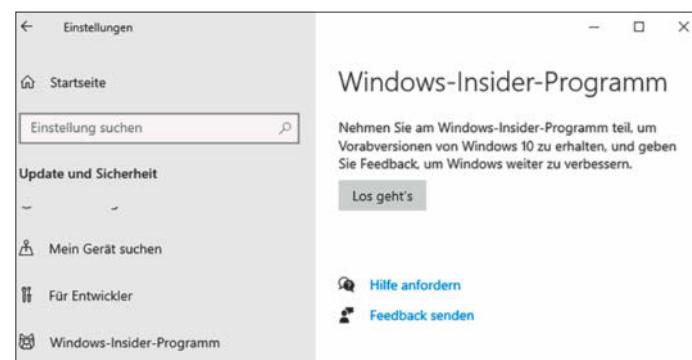
Wir empfehlen, zum Erstellen der VM das bei Windows 10 Pro, Education und Enterprise enthaltene Hyper-V zu verwenden. Microsoft kennt seine eigene Software besser als die der Konkurrenz, sodass hier die wenigsten Probleme zu erwarten sind. Zudem können Sie per Mausklick ruckzuck den aktuellen Zustand in einem Prüfpunkt speichern und die VM später bei Bedarf auf diesen Zustand zurücksetzen. Sie können aber genauso den kostenlosen „VMware Workstation Player“ (kann keine Prüfpunkte) verwenden oder dessen kostenpflichtigen Verwandten „VMware Workstation Pro“ (kann Prüfpunkte, sie heißen dort Snapshots). In VirtualBox-VMs stellte Microsoft bei unseren Tests für darin laufende Windows-10-Installationen bislang kein Upgrade auf die Windows-11-Vorabversion zur Verfügung.

## Anforderungen

Zum Ausprobieren müssen PC oder VM und Installation einige Voraussetzungen erfüllen. In Kurzform: Es muss ein 64-Bit-Windows installiert sein. Im PC muss ein 64-Bit-Prozessor mit mindestens 1 GHz Taktfrequenz und 2 Kernen stecken. Es müssen 4 GByte RAM und 64 GByte Platz auf dem internen Datenträger zur Verfügung stehen. Zudem muss der PC per UEFI booten und das BIOS Secure Boot unterstützen.

Für die finale Version von Windows 11 nennt Microsoft zwei weitere Anforderungen: Es muss ein „kompatibler“ Prozessor im Rechner stecken (siehe Seite 20) und ein TPM 2.0 vorhanden sein (siehe FAQ auf Seite 180). Kurz nach Veröffentlichung der Vorabversion verkündete Microsoft, dass diese beiden Voraussetzungen dafür entfallen. Falls sich das mit dem TPM erneut ändern sollte: Sowohl das bei Win-

**Mangels Installationsmedien können Sie bislang die Windows-11-Vorabversion nur als Upgrade einer bestehenden Windows-10-Installation bekommen. Wann sich daran etwas ändert, war bis Redaktionsschluss unklar.**



dows 10 ab der Pro-Edition enthaltene Hyper-V als auch die kostenpflichtige VMware Workstation Pro können TPMs emulieren. Sie können eine VM mit TPM also auch auf PCs ohne echtes TPM betreiben.

## Installation

Sofern Sie kein Windows-10-Installations-ISO besitzen, öffnen Sie die Website [micro.com/software-download/windows10](http://micro.com/software-download/windows10) und klicken auf „Tool jetzt herunterladen“. Es landet ein kleines Programm in Ihrem Download-Ordner, das Media Creation Tool (MCT). Nach dem Start wählen Sie nacheinander „Akzeptieren“, „Installationsmedien...“, „Weiter“ und „ISO-Datei“ (für eine Installation in einer VM) oder „USB-Stick“ (für echte Hardware).

Installieren Sie damit Windows 10 (für die VMs finden Sie Hinweise in den Kästen). Als Edition wählen Sie Home oder Pro. Eine Lizenz brauchen Sie ausnahmsweise nicht, überspringen Sie die Eingabe des Produktschlüssels einfach. Die Einstellungen können Sie nach Geschmack vornehmen, doch es gibt zwei Ausnahmen: Tragen Sie als Nutzerkonto die Anmeldedaten Ihres Insider-Kontos

ein und wählen Sie bei „Diagnosedaten...“ die obere Option „Erforderliche und optionale...“ aus, sonst darf die Installation nicht ins Insider-Programm.

Sobald Windows 10 läuft, verknüpfen Sie Ihre Insider-Testinstallation mit dem Insider-Programm. Öffnen Sie dazu die Einstellungen unter „Update und Sicherheit“. Wählen Sie unten „Windows-Insider-Programm“. Klicken Sie auf „Los geht's“, und dann auf „Konto verknüpfen“. Ihr Insider-Konto ist vorausgewählt, sodass Sie einfach auf „Weiter“ klicken können.

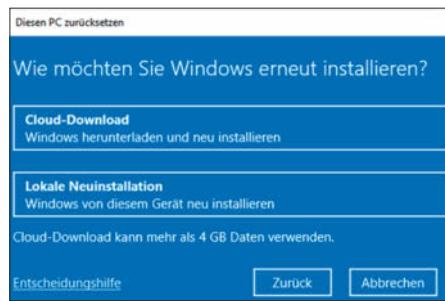
## Kanal-Wahl

Der folgende Dialog fordert Sie auf, „Ihre Insider-Einstellungen“ auszuwählen. Zur Wahl stehen „Dev Channel“, „Beta-Kanal“ und „Release Preview-Kanal“. Die Abstufung bezieht sich auf den Reifegrad der Vorabversionen, die Sie über den jeweiligen Kanal bekommen. Im „Dev Channel“ gehören Sie zu den ersten, die neue Vorabversionen bekommen. Die bringen aber noch die meisten Bugs mit. Andersherum im „Release Preview-Channel“: Dort bekommen Sie eine Vorabversion später, dafür sind schon viele Bugs gefixt. Der „Beta-Kanal“ ist ein Mittelding.

## VM mit VMware Workstation Player erstellen

Wenn Sie den Gratis-Virtualisierer VMware Workstation Player verwenden (Download via [ct.de/yf76](http://ct.de/yf76)), klicken Sie nach dem Start des Programms auf „Create a new Virtual Machine“. Klicken Sie im ersten Dialog auf „Installer disc image file (.iso)“, auf „Browse...“ und wählen Sie die Windows-10-Abbilddatei aus, die Sie zuvor mit dem Media Creation Tool erstellt haben. Im nächsten Schritt können Sie Namen und Speicherort der VM nach Wunsch ändern. Stellen Sie „Maximum disk size“ auf 64 GByte.

Im letzten Dialog klicken Sie auf „Customize Hardware...“. Stellen Sie als „Memory“ 4 GByte RAM ein – mehr als 4 GByte RAM und mehr als 2 CPU-Kerne schaden auch nicht, sollte Ihr PC es hergeben. Bestätigen Sie die Dialoge mit „Close“ und „Finish“. Die VM wird per UEFI starten, verfügt aber weder über Secure Boot noch über ein TPM. Bei unseren Tests lief das Upgrade von Windows 10 auf der VM trotzdem. Die neue VM startet automatisch und lädt das Windows-10-Setup. (jss@ct.de)



### Um trotz fehlender Installationsmedien einen ersten Eindruck vom Windows-11-Setup-Prozess zu erhalten, setzen Sie eine Vorabversion zurück.

Bis Redaktionsschluss gab es die Vorabversion von Windows 11 allerdings nur im „Dev Channel“, daher ist die Wahl derzeit einfach. Über die anderen beiden Kanäle bekommen Sie aktuell nur Windows-10-Vorabversionen.

Nach der Wahl des „Dev Channel“ und dem fälligen Neustart lassen Sie Windows nach Updates suchen. Es wird dabei unter anderem die „Windows 11 Insider Preview“ heruntergeladen und installiert. Bei unseren Tests waren dafür allerdings mitunter mehrere Anläufe nötig, während derer Windows erst noch andere Updates fand und installierte. Wie lange das dauert, hängt von Ihrer Hardware, der Geschwindigkeit Ihrer Internetverbindung sowie der Auslastung von Microsofts

Servern ab. Planen Sie vorsichtshalber mindestens eine Stunde ein.

Nach einem weiteren Neustart ist es geschafft: In Ihrer VM läuft die Vorabversion von Windows 11. An welchen Stellen ein besonders genauer Blick lohnt, zeigt der Artikel auf Seite 14.

Ihre Insider-Installation ist nicht aktiviert, was aber in den meisten Fällen nichts ausmachen dürfte. Nur wenige Optionen zur „Personalisierung“ verweigert Windows ohne Aktivierung. Falls Sie einen ungenutzten, zur Edition passenden Installationsschlüssel besitzen und für die Insider verwenden wollen, spricht aber nichts dagegen, diesen zu verwenden. Es funktionierten bei unseren Tests alle zur Edition passenden Schlüssel von Windows 7, 8, 8.1 und 10.

### Sonst noch

Zumindest bis Redaktionsschluss war es nicht möglich, das Windows-Setup-Programm bei einer Neuinstallation zu beobachten. Dennoch können Sie sich einen Eindruck von den neu gestalteten Setup-Dialogen verschaffen: Setzen Sie Ihre Insider-Installation zurück. Öffnen Sie dazu die Einstellungen. Unter „System“ finden Sie die „Wiederherstellung“ und dort die Option „Diesen PC zurücksetzen“. Wählen Sie dort „Alles entfernen“, „Cloud-Download“ oder „Lokale Installation“ und

folgen Sie dem Assistenten. Windows wird anschließend neu installiert, inklusive neuem Benutzerkonto.

Ein Hinweis noch zum Schluss: Ihre Windows-11-Installation kann sich durchaus in Details von dem unterscheiden, was wir in dieser Ausgabe beschrieben haben. Microsoft verteilt gerne mal als A/B-Tests unterschiedliche Updates und Funktionen an die Nutzer. Zudem wird Microsoft womöglich in absehbarer Zeit weitere Builds der Vorabversion veröffentlichen. Welche Sie bekommen haben, finden Sie heraus, wenn Sie die Windows-Taste drücken und `winver` eintippen. Unsere Artikel basieren auf Build 22000.51. Entscheidend können dabei sogar die letzten Ziffern sein: Bei Build 22000.1 haben Explorer und Einstellungen noch Windows-10-Optik. Vielleicht bekommen Sie schon einen jüngeren Build? Womöglich mit weiteren Neuerungen? Viel Spaß beim Ausprobieren und Herumspielen mit Ihrer Vorabversion!

(axv@ct.de)

### Literatur

- [1] Jan Schüßler, FAQ: Windows Insider, c't 5/2020, S. 178
- [2] Axel Vahldiek, Viele PCs in einem, Virtuelle Computer mit Hyper-V unter Windows 10, c't 4/2020, S. 140
- [3] Axel Vahldiek, Getrennte Strippen, Tipps zu den Netzwerkswitches von Hyper-V, c't 9/2020, S. 148

**Links und Downloads:** [ct.de/yf76](http://ct.de/yf76)

## VM mit Hyper-V erstellen

Wenn Sie Windows 10 Pro, Education oder Enterprise nutzen, können Sie die Windows-11-Vorabversion in einer mit Hyper-V eingerichteten VM nutzen. Eine ausführliche Einführung in Hyper-V finden Sie bei Bedarf in [2], Tipps zur Hyper-V-Vernetzung in [3].

Hier in Kurzform, was zu tun ist: Sof fern noch nicht geschehen, installieren Sie zuerst Hyper-V. Dazu drücken Sie Windows+X, wählen „Apps und Features“ und klicken auf „Programme und Features“. Dort klicken Sie auf „Windows-Features aktivieren ...“, setzen in der Liste ein Häkchen vor „Hyper-V“, klicken auf OK und dann auf „Jetzt neu starten“. Das erledigt alles Nötige auf einen Schlag.

Starten Sie den „Hyper-V-Manager“ und klicken Sie oben rechts auf „Neu.../ Virtueller Computer“. Es startet ein Assistent. Vergeben Sie einen beliebigen Namen für die VM, beispielsweise „Insi-

der“. Wählen Sie im nächsten Dialog „Generation 2“ aus. Gemeint ist damit, dass die VM per UEFI bootet (Generation-1-VMs nutzen stattdessen „Legacy“-BIOS-Mechanismen). Setzen Sie den Arbeitsspeicher beim Start auf mindestens 4096 MByte, entfernen Sie das Häkchen bei „Dynamischen Arbeitsspeicher...“ und klicken Sie auf „Fertig stellen“.

Wählen Sie in der Liste der VMs aus dem Kontextmenü der VM „Insider“ die „Einstellungen“. Erhöhen Sie links unter „Prozessor“ die Anzahl der virtuellen CPUs auf mindestens 2. Markieren Sie links „SCSI-Controller“, wählen Sie rechts „DVD-Laufwerk“ und klicken Sie auf „Hinzufügen“. Stellen Sie von „Keine“ auf „Imagedatei“ um und wählen im Durchsuchen-Dialog Ihre Windows-10-ISO-Datei aus. Klicken Sie unten auf „Anwenden“ und dann links auf „Firmware“. Markieren Sie rechts das „DVD-Laufwerk“ und befördern

Sie es durch Klicks auf „Nach oben“ an die oberste Position. Setzen Sie links unter „Sicherheit“ ein Häkchen vor „Trusted Platform Module aktivieren“, um der VM ein virtuelles TPM hinzuzufügen. Damit erfüllt sie alle Voraussetzungen. Letzte Einstellung: Wählen Sie links unter „Netzwerk-karte“ als „Virtuellen Switch“ den „Default Switch“ (oder einen anderen mit dem Internet verbundenen Switch nach Wahl, sofern vorhanden am besten via Gastnetz). Klicken Sie rechts unten auf „Anwenden“ und schließen Sie den Einstellungsdialog.

Verbinden und starten Sie die VM und lassen Sie darin das vom ISO bootende Setup-Programm Windows 10 installieren. Dazu müssen Sie eine Taste drücken, wenn der entsprechende Hinweis erscheint. Der erschien bei unseren Tests nicht zuverlässig schon beim ersten Mal, aber spätestens bei einem der Nachfolgeversuche.



1blu

## Domainregen Homepage Boom

NUR BIS ENDE JULI 2021

Keine Bestellannahme nach  
dem 31.07.2021 möglich.

!

12 .de-Domains inklusive

Kostenlose SSL-Zertifikate

- > Webbaukasten inklusive
- > SSL-Certs von Let's Encrypt für alle Domains per Mausklick
- > 100 GB SSD-Webspace
- > Zusätzlicher Onlinespeicher (30 GB)
- > 4 externe Domains
- > 1.000 E-Mail-Adressen
- > 100 GB E-Mail-Speicher
- > 100 aktuelle 1-Klick-Applikationen
- > 100 SSD MySQL-Datenbanken

2,29  
€/Monat\*

Dauerpreis

\* 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/boom](http://www.1blu.de/boom)

# Pi mal elf

## Windows 11 Preview auf dem Raspberry Pi installieren

**Windows 11 gibt es nicht nur für x86-kompatible Rechner, die ARM64-Portierung läuft sogar auf einem Raspberry Pi 4. Mit der richtigen Zusatzhardware ist das neue Windows durchaus benutzbar und verschafft Ihnen einen ersten Eindruck von der nächsten Betriebssystem-Generation.**

Von Mirko Dölle

**A**nwender schimpfen gerne über die steigenden Hardware-Anforderungen moderner Betriebssysteme, doch die ARM64-Variante von Windows 11 beweist, dass es auch mit wenigen Ressourcen auskommt: Es lässt sich sogar auf einem Raspberry Pi 400 oder Raspberry Pi 4B installieren.

Als minimale RAM-Menge empfehlen wir die beim Raspberry Pi 400 vorhandenen 4 GByte, noch besser geeignet ist ein Raspi mit 8 GByte. Wichtig ist die Kühlung des Raspi, der Mini-Rechner wird unter Windows 11 extrem heiß. Ohne aktive Kühlung per Kühlkörper und Lüfter oder ein Aluminiumgehäuse mit sehr guter passiver Kühlung überhitzt der Raspi und drosselt die Taktfrequenz der CPU drastisch.

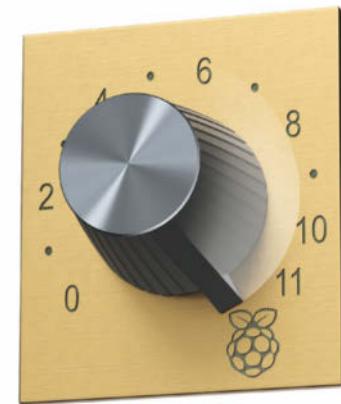
Wie flüssig Windows 11 später läuft, beeinflusst maßgeblich das Speichermedium. Prinzipiell genügt eine MicroSD-Karte ab 32 GByte für die Installation, doch die niedrigen Datentransferraten des Kartenslots dehnen die Installation auf mehrere Stunden aus und Windows benötigt später mehr als zwei Minuten zum Booten.

Auch schnelle USB-Sticks oder USB-Speicherkartenadapter sind eher ungeeignet. Wir empfehlen, eine USB-SSD mit einem schnellen USB-Attached-SCSI-Controller (UAS) zu verwenden.

Für unsere Tests haben wir eine Samsung Portable T5 SSD mit USB-C-Anschluss benutzt, damit ist die komplette Installation in unter 45 Minuten erledigt und Windows 11 bootet später in knapp unter einer Minute. Unter Windows ist ein solcher UAS-Controller im Geräte-Manager als „Per USB angeschlossenes SCSI (UAS)-Massenspeichergerät“ gelistet. Neben dem Speichermedium für Windows benötigen Sie außerdem zur Vorbereitung des Raspi eine MicroSD-Karte mit mindestens 8 GByte, Raspberry Pi OS und einen Windows-Rechner.

### Aufpoliert

Die Installation von Windows 11 auf dem Raspi erfordert dank mehrerer Open-Source-Projekte keine tieferen Systemkenntnisse. Der erste Schritt ist jedoch, Raspberry Pi OS auf einer MicroSD-Karte zu installieren, um den künftigen Win-



dows-Raspi mit der neuesten Firmware auszustatten, die USB-Boot unterstützt.

Daher booten Sie zunächst Raspberry Pi OS, führen die Grundkonfiguration mittels Raspi-Config auf der grafischen Oberfläche oder per sudo raspi-config im Terminal durch, lassen das System aktualisieren und starten dann neu. Dabei wird automatisch auch die aktuelle Stable-Version der Raspi-Firmware eingespielt. Ob Sie Erfolg hatten, finden Sie am leichtesten heraus, indem Sie die MicroSD-Karte mit Raspberry Pi OS in einen USB-Kartenleser stecken, ihn an den Raspi anschließen und dann noch einmal booten.

Bei dieser Gelegenheit können Sie auch gleich prüfen, ob Ihre SSD einen schnellen UAS-Controller benutzt oder im langsamen USB-Storage-Modus arbeitet: Schließen Sie dazu einfach die SSD an und schauen Sie in der Log-Datei /var/log/syslog, ob Raspberry Pi OS sie als SCSI-Gerät erkennt und etwa „scsi host0: uas“ meldet.

Um die Installation von Windows 11 vorzubereiten, folgen Sie der Anleitung des Windows-on-Raspberry-Projekts auf worproject.ml. Diese sieht vor, zunächst auf



**Die passive Kühlung des Raspberry Pi 400 genügt für den Betrieb mit Windows 11, für den Raspberry Pi 4B empfehlen wir Kühlkörper und Lüfter.**

uupdump.net ein Downloadpaket für Windows 11 für die ARM64-Plattform inklusive Updates zusammenzustellen. Anschließend werden die Dateien mit dem im Zip-Paket enthaltenen Skript heruntergeladen und zu einem ISO-Image zusammengepackt, das Sie schließlich per „Windows on Raspberry Imager“ (WoR.exe) auf die USB-SSD oder notfalls eine MicroSD-Karte übertragen. Das alles sollten Sie auf einem Windows-Rechner erledigen.

## Grenzen einreißen

Für die Installation schließen Sie die vorbereitete SSD an den Raspi an und halten beim Einschalten die Escape-Taste gedrückt: So landen Sie im UEFI-Setup des Raspi und können dort die serienmäßige RAM-Beschränkung auf 3 GByte deaktivieren. Das verschafft Windows 11 mehr Luft, ansonsten würde das Betriebssystem ständig an der Speichergrenze kratzen. Die RAM-Begrenzung finden Sie im Device Manager unter „Raspberry Pi Configuration“ „Advanced Configuration“. Speichern Sie mit F10, zum Bestätigen drücken Sie nicht Y für Yes, sondern Z – wegen der amerikanischen Tastaturbelegung. Mit

Escape verlassen Sie die Menüs wieder und wählen im Bootmenü „Reset“, um den Raspi mit vollem RAM neu zu starten. Es dauert dann noch etwa 15 bis 20 Minuten, bis Windows 11 installiert ist und Sie aufgefordert werden, ein Benutzerkonto anzulegen.

Die Hardware-Unterstützung des Raspi ist derzeit noch durchwachsen, Windows 11 erkennt weder WLAN noch Bluetooth noch den Grafikchip – weshalb der zweite HDMI-Anschluss nicht funktioniert und sich die Standard-Bildschirmauflösung von 1920 × 1080 Pixel mit 60 fps nicht ändern lässt. Außerdem knackt es am Kopfhöreranschluss jedes Mal, wenn die Audiowiedergabe beginnt oder endet – über HDMI kann Windows 11 auf dem Raspi aktuell noch keine Töne ausgeben.

## Fazit

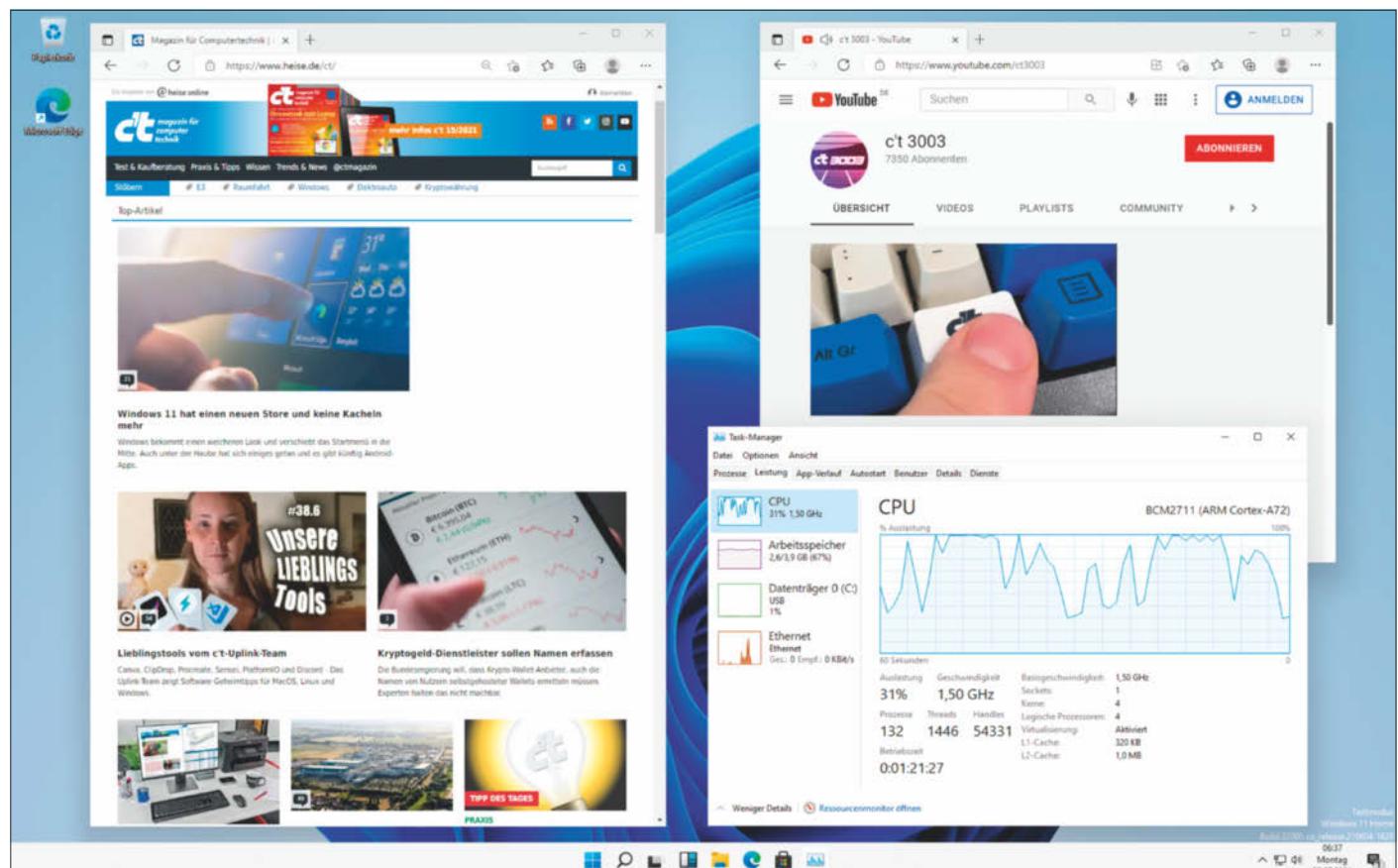
Davon abgesehen läuft Windows 11 auf dem Raspi 4 erfreulich gut, die CPU-Leistung genügt, um im Internet zu surfen und auf YouTube oder bei Twitch Videos anzusehen. Allerdings nicht in Full HD, mangels Unterstützung der Hardware-Decoder schafft es der Raspi unter Windows 11 nur,

Videos und Streams bis 720p60 ruckelfrei im Edge-Browser abzuspielen. Auf Internetseiten mit viel Werbung und Animationen kommt der Raspi allerdings an seine Grenzen und die Bedienung stockt. Auch das Verschieben von Fenstern auf dem Desktop belastet die CPU stark. Die Speicherbelastung hält sich in unserem Test in Grenzen, auch mehrere Browserfenster belegten nicht mehr als 2,6 der 4 GByte RAM.

Mit mehreren Anwendungen wird der Speicher aber schnell knapp. Auch von der x86-64-Emulation darf man nicht zu viel erwarten: Wir konnten darüber zwar den Cinebench R23 starten, der Raspi erreichte dabei aber nur 103 Punkte bei der Single-Core-Messung und 312 Punkte beim Multi-Core-Benchmark. Das ist nicht einmal ein Sechstel dessen, was ein Billig-Notebook mit Pentium Silver N6000 leistet.

Gut gekühlt, mit schneller SSD und idealerweise 8 GByte RAM lässt sich dennoch durchaus ein erster Eindruck von Windows 11 gewinnen, ohne es auf dem heimischen PC installieren zu müssen.

(mid@ct.de) ct



**Mit schneller USB-SSD und guter Kühlung ist Windows 11 auf dem Raspi 4 durchaus benutzbar. Mangels adäquatem Grafiktreiber laufen Videos aber nur bis 720p60 ruckelfrei.**



te Rechenleistung sämtlicher Top500-Systeme um etwa 15 Prozent auf rund 2,8 Exaflops (EFlops). 30 Prozent davon vereinen die 122 US-Systeme auf sich, 22,5 Prozent entfallen auf Japan – vor allem dank Fugaku – und 19 Prozent auf die 188 chinesischen Superrechner (541 PFlops). Knapp dahinter (533 PFlops) liegt die EU im Verbund mit Großbritannien, Norwegen und der Schweiz. Die 23 deutschen Systeme tragen dazu mit fast 169 PFlops wiederum etwa ein Drittel bei, das entspricht 6 Prozent der gesamten Top500-Leistung.

### Exa-Pläne

Vielleicht noch 2021 – im November erscheint die 58. Ausgabe der Liste –, spätestens aber 2022 sollen die ersten Systeme mit mehr als 1 Exaflops erscheinen. Heißester Kandidat ist „Frontier“ am Oak Ridge National Laboratory (ORNL) in den USA, der mit reiner AMD-Technik bis zu 1,5 EFlops liefern soll. Dazu koppelt die HPE-Tochter Cray in jedem Knoten einen speziell optimierten Milan-Epyc mit vier Instinct-MI-Beschleunigern – und zwar nicht etwa per PCI Express, sondern mit dem kohärenten Infinity Fabric von AMD. Das würde AMD-Rechenbeschleuniger nach vorne bringen, die derzeit spärlich vertreten sind: Ein einziger Supercomputer steht gegen 140 Systeme mit Nvidia-Chips.

Peinlich für Intel sind weitere Verzögerungen beim Xeon-SP der vierten Generation „Sapphire Rapids“, der zusammen mit ebenfalls von Intel entwickelten „Ponte Vecchio“-Beschleunigern den Aurora am Argonne National Laboratory befeuern soll. Inzwischen könnte es selbst für die 59. Top500-Liste im Juni 2022 knapp werden. Ebenfalls im kommenden Jahr soll der gewaltige „El Capitan“ mit Zen-4-Technik von AMD schon die 2-EFlops-Marke knacken.

Ein chinesischer EFlops-Supercomputer könnte den USA die Suppe versalzen, doch um die drei Exascale-Projekte in China ist es still geworden.

Die EU backt kleinere Brötchen, die aber schneller: Noch 2021 könnte in Finnland der LUMI mit AMD-Technik und schätzungsweise 375 PFlops starten – seine theoretische Rechenleistung  $R_{\text{Peak}}$  liegt sogar höher als die von Fugaku, die Linpack-Leistung ( $R_{\text{Max}}$ ) könnte also auch 400 PFlops erreichen. Das wäre mehr als doppelt so viel wie alle aktuellen deutschen Top500-Systeme zusammen. Im

# Spitzenkampf

## Top500-Supercomputer: AMD legt kräftig zu

**AMDs Epyc-Prozessoren rechnen nun in 48 der 500 schnellsten Supercomputer – auch im neuen „Perlmutter“ auf Rang 5. Intels Xeon dominiert aber weiterhin. Deutschland legt bei der Rechenleistung weiter zu, wird aber in der EU bald überholt.**

Von Andreas Stiller und Christof Windeck

Watt, gute Resultate: Perlmutter steht auf Platz 6 der Green500-Liste der effizientesten Superrechner.

Am oberen Ende änderte sich wenig, außer dass der Einstieg von Perlmutter den arabischen Superrechner Dammam-7 aus den Top Ten warf. Das schnellste europäische System rutschte von Platz 7 auf 8, steht aber weiterhin in Jülich: Das Jewels Booster Module mit 44,1 PFlops kombiniert ebenfalls Epyc und A100, aber den Vorgänger Epyc 7002 (Rome) statt 7003. Auf der Green500-Liste folgt Jewels Booster unmittelbar auf Perlmutter.

Absolut schnellstes System bleibt der japanische Gigant „Fugaku“ mit ARM-Prozessoren (Fujitsu A64FX) und 442 PFlops. Der Abstand zu den US-amerikanischen Verfolgern Summit und Sierra, die vor drei Jahren die chinesischen Spitzenreiter in die Schranken wiesen, ist riesig: Fugaku ist dreimal so schnell wie Summit, zehnmal so schnell wie Jewels Booster und hat so viel Rechenleistung wie die hinteren 250 Systeme auf der Top500-Liste zusammen.

Um überhaupt auf die Liste zu kommen, sind mittlerweile 1,51 PFlops nötig; durch 58 Neuzugänge stieg die aggregier-

Auf der 57. Liste der 500 schnellsten Supercomputer der Welt zog ein neues System in die Top 10 ein: „Perlmutter Phase 1“ alias NERSC-9 auf Rang 5. Eine Kombination aus AMD-Prozessoren – in diesem Fall vom neuesten „Milan“-Typ Epyc 7003 – und Nvidia-Rechenbeschleunigern (A100) stellt dem kalifornischen „National Energy Research Scientific Computing Center“ (NERSC) 64,6 Pflops (PFlops) Rechenleistung bereit. Die AMD-Nvidia-Kombi liefert auch bei der Effizienz, also der Rechenleistung pro

LUMI-Konsortium, das insgesamt 200 Millionen Euro aufbringt, kooperieren zehn EU-Länder, darunter alle skandinavischen sowie etwa Polen, Belgien und Österreich.

Auf den Rängen 26 bis 29 der Top500-Liste stehen erstmals vier Cloud-Superrechner, die Microsoft in vier Azure-Regionen in den USA und Europa anbietet. Auch sie bestehen aus der Kombination AMD Epyc (Rome) plus Nvidia A100. Bei den Systemherstellern führt Lenovo mit 182 Systemen, gefolgt von HPE und der HPE-Sparte Cray (zusammen 77); in Europa punktet Atos (31).

### Hersteller-Wettstreit

In 432 der 500 Superrechner stecken Intel-Xeons, auf der 56. Top500-Liste waren es aber noch 458. Für den Xeon-Schwund ist vor allem der AMD Epyc verantwortlich, weder ARM noch IBM können nennenswert punkten. Die meisten Systeme rechnen ohne Beschleuniger, aber wenn welche drinstecken, dann fast immer wel-

## 57. Top500-Liste der Supercomputer: Top-10 und schnellste in Europa

Rang	Name	Land	CPU-Typ	Beschleuniger	RPeak
1	Fugaku	Japan	ARM64FX	—	442 PFlops
2	Summit	USA	Power9	Tesla V100	149 PFlops
3	Sierra	USA	Power9	Tesla V100	95 PFlops
4	Sunway TaihuLight	China	Sunway SW	MPP	93 PFlops
5	Perlmutter	USA	Epyc	A100	65 PFlops
6	Selene	USA	Epyc	A100	63 PFlops
7	Tianhe-2A	China	Xeon	Matrix-2000	61 PFlops
8	Juwels Booster	Deutschland	Epyc	A100	44 PFlops
9	HPC5	Italien	Xeon	Tesla V100	35 PFlops
10	Frontera	USA	Xeon	—	24 PFlops
<b>weitere europäische Supercomputer</b>					
14	Marconi-100	Italien	Power9	Tesla V100	22 PFlops
15	Piz Daint	Schweiz	Xeon	Tesla P100	21 PFlops
17	SuperMUC-NG	Deutschland	Xeon	—	19 PFlops
18	Hawk	Deutschland	Epyc	—	19 PFlops
21	Pangea III	Frankreich	Power9	Tesla V100	18 PFlops

che von Nvidia. Doch AMD will mit neuen Versionen der Instinct MI richtig loslegen, nämlich in Frontier, LUMI sowie einem Superrechner für das australische Radioteleskop Square Kilometer Array. Man

munkelt über eine Instinct MI200 „Aldebaran“ mit 50 TFlops und 128 GByte HBM-RAM. Es wird spannend, wie sich Intels Xe HPC alias Ponte Vecchio im Vergleich dazu schlägt. (ciw@ct.de) 

powered by **reventix**®

Code eingeben und  
**KOSTENLOS ANMELDEN**

**CTMAG21**

# CLOUD CONNECT

**19. - 20. Oktober 2021**

Die B2B-Konferenz für IT-Systemhäuser und ITK-Verantwortliche.  
Von Profis für Profis.

**1**

### KONFERENZ

Erleben Sie neue Produkte und Technologien aus der ITK-Branche oder bilden Sie sich weiter und besuchen Sie Schulungen von echten Profis.

**2**

### MESSE

Besuchen Sie Hersteller auf ihren digitalen Messeständen und lernen Sie ihre Produkte kennen oder fachsimpeln Sie gemeinsam.

**3**

### AFTER HOUR

Verpassen Sie nicht die Whisky-Tastings. Einfach mit einem Fachmann in geselliger Runde eine Auswahl hochwertiger Whiskys verkosten.

Gigaset

SNOM

beroNet

comTeam

mirage

A anynode

Ferrari electronic

ALLNET

[www.cloud-connect.digital](http://www.cloud-connect.digital)

The screenshot shows the Black Hat USA 2021 website. At the top, there's a logo for 'black hat USA 2021'. To the right, there's a button to 'REGISTER NOW' and text indicating the event dates: 'JULY 31 - AUGUST 5, 2021' at 'MANDALAY BAY / LAS VEGAS + VIRTUAL'. Below this, a navigation bar includes links for 'ATTEND', 'TRAININGS', 'BRIEFINGS', 'ARSENAL', 'FEATURES', 'SCHEDULE', 'BUSINESS HALL', 'SPONSORS', and 'PROPOSALS'. A sub-menu for 'ALL SESSIONS' and 'SPEAKERS' is visible. The main content area displays a session titled 'Diving Into Spooler: Discovering LPE and RCE Vulnerabilities in Windows Printer' by 'Zhimeng Peng | Principal Security Researcher, Sangfor', 'Xuefeng Li | Security Researcher, Sangfor', and 'Lewis Lee | Security Researcher, Sangfor'. It specifies a 'Location: Virtual', 'Date: Wednesday, August 4 | 2:30pm-3:00pm', 'Format: 30-Minute Briefings', and 'Tracks: Applied Security, Exploit Development'. A note at the bottom says 'All times are Pacific Time (GMT/UTC -7h)'.

# Windows-Lücke mit Druck

## PrintNightmare: Zero-Day-Sicherheitslücke in Windows-Druckerwarteschlange

Durch ein fatales Malheur wurde eine kritische Windows-Lücke mehr als einen Monat zu früh publik. Das hat nicht nur Microsoft, sondern insbesondere auch Admins unter Druck gesetzt.

Von Ronald Eikenberg

Wie jedes Jahr tauchten auf der Webseite der diesjährigen Hackerkonferenz Black Hat im Vorfeld zahlreiche brillante Vorträge im Konferenzplan auf. Darunter eine Session „Diving Into Spooler: Discovering LPE and RCE Vulnerabilities in Windows Printer“ der chinesischen Security-Firma Sangfor. Angekündigt war die Präsentation bislang unbekannter Sicherheitslücken, sogenannte Zero-Day-Lücken, in der Druckerwarteschlange (Spooler) von Windows für den 4. August. Doch für Schlagzeilen sorgten die Forscher viel früher als geplant.

Denn als Microsoft im Rahmen seines Juni-Patchdays ein gefährliches Sicherheitsloch im Windows-Druckerspooler (CVE-2021-1675) stopfte, veröffentlichte einer der Sangfor-Forscher einen auf den Namen PrintNightmare getauften Proof-of-Concept-Exploit (PoC) auf GitHub, der demonstrieren sollte, wie man diese Lücke ausnutzen kann. Es zeigte sich jedoch schnell, dass der Exploit nicht nur gut funktionierte, sondern zu gut. Denn der Angriffscode konnte selbst vollständig gepatchte Windows-Systeme attackieren. Der Sangfor-Forscher hatte versehentlich einen gefährlichen Zero-Day-Exploit in Umlauf gebracht.

### Büchse der Pandora

Der Exploit umging den Juni-Patch offenbar. Der Forscher reagierte schnell und löschte seinen Angriffscode bei GitHub. Doch die Büchse der Pandora war längst geöffnet – andere GitHub-Nutzer hatten den Code bereits dupliziert. Inzwischen beherrscht sogar das beliebte Hacking-Tool mimikatz diesen Angriff.

Eilig veröffentlichte Microsoft daraufhin eine erste Warnmeldung. Demnach

findet sich der fehlerhafte Code in den Windows-Versionen 7 SP1 bis zum aktuellen Windows 10 21H1. Auch die Server-Betriebssysteme sind betroffen. Besonders besorgniserregend ist, dass die Sicherheitslücke laut Microsoft bereits aktiv von Angreifern ausgenutzt wird.

### Remote Code Execution

Laut der Warnmeldung (siehe [ct.de/yj6w](https://ct.de/yj6w)) handelt es sich um eine Schwachstelle der gefährlichen Kategorie „Remote Code Execution“ (RCE). Angreifer können also aus der Ferne Code auf einem verwundbaren System zur Ausführung bringen. Eine Einschränkung gibt es jedoch: Der Angreifer muss auf dem Zielsystem als Nutzer authentifiziert sein. Dadurch ist PrintNightmare besonders für Unternehmensnetze gefährlich.

Denn Angreifer steigen hier häufig über einen beliebigen Windows-Rechner ein, dessen Nutzer nur eingeschränkte Zugriffsrechte hat. Von dort aus versuchen sie sich weiterzuhangeln. Im schlimmsten Fall gelingt es ihnen so, den kritischen Domaincontroller in ihre Gewalt zu bringen. Damit haben sie das ganze Netzwerk unter ihrer Kontrolle. Wozu das führen kann, zeigt der Fall Emotet.

Bei Einzelplatzrechnern wird es problematisch, wenn der Schadcode aus dem Homeoffice das Intranet des Arbeitgebers über VPN erreichen kann.

Microsoft führt die Schwachstelle inzwischen als CVE-2021-34527. Kurz vor Redaktionsschluss hat das Unternehmen den Notfall-Patch KB5004945 herausgegeben, der die Lücke schließen soll (siehe [ct.de/yj6w](https://ct.de/yj6w)). Den Patch gibt es auch für Windows 7, dessen Support eigentlich seit Januar 2020 abgelaufen ist.

### Jetzt patchen!

Windows-Nutzer und -Admins sollten umgehend sicherstellen, dass der Patch installiert ist. Als dieser Artikel entstand, musste das Update noch von Hand installiert werden. Man kann jedoch davon ausgehen, dass Microsoft den Security-Fix zeitnah auch über Windows Update verteilt. Forscher warnen, dass es trotz Patch möglich sein könnte, die Lücke auszunutzen, wenn die Windowsfunktion „Point and Print“ zu freizügig eingestellt ist („NoWarningNoElevationOnInstall“). Admins sollten die Einstellung daher sicherheitsshalber checken.

(rei@ct.de) ct

Aktuelle Informationen: [ct.de/yj6w](https://ct.de/yj6w)

# Ransomware-Bande REvil fordert Rekordlösegeld

**Die Fernwartungssoftware VSA des IT-Dienstleisters Kaseya ist Opfer von REvil geworden. Die Erpresser fordern 70 Millionen US-Dollar für ein universales Entschlüsselungstool.**

Über eine Schwachstelle in der Fernwartungssoftware VSA von Kaseya gelang den REvil-Erpressern die Verschlüsselung von Tausenden Computern. Einige der 50 betroffenen Firmen sind IT-Dienstleister, die schneeballsystemartig ihre Kunden in Mitlidschaft gezogen haben.

Die REvil-Bande behauptet auf ihrem Blog im Tor-Netzwerk, Dateien auf mehr als einer Million Computer verschlüsselt zu haben. Nun verlangen die mutmaßlichen Erpresser ein Lösegeld von 70 Millionen US-Dollar in Bitcoin für die Herausgabe eines universalen Entschlüsselungstools. Sollte tatsächlich jemand diese Summe bezahlen, würde das die alte Rekordsumme von angeblichen 40 Millionen der US-Ver sicherung CNA Financial überschreiten.

Besonders hart traf es Coop, eine der größten schwedischen Supermarktketten: Weil die Kassensysteme befallen waren, konnte auch drei Tage nach dem Angriff nur ein Bruchteil der 800 Filialen öffnen. In Deutschland erwischte es laut dem Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) einen IT-Dienstleister und mehrere seiner Kunden: Etwa 1000 Computer sollen betroffen sein.

Kaseya forderte direkt nach Befall am 2. Juli eine Abschaltung aller VSA-Server. Mittlerweile hat das US-Unternehmen Tools zur Untersuchung kompromittierter Systeme zur Verfügung gestellt.

Bereits im Mai dieses Jahres hatte REvil erfolgreich zugeschlagen und den weltgrößten Fleischkonzern JBS dazu gezwungen, 11 Millionen US-Dollar in Bitcoin zu zahlen.  
(wid@ct.de)

Happy Blog

Blog search

Search

## KASEYA ATTACK INFO

On Friday (02.07.2021) we launched an attack on MSP providers. More than a million systems were infected. If anyone wants to negotiate about universal decryptor - our price is 70 000 000\$ in BTC and we will publish publicly decryptor that decrypts files of all victims, so everyone will be able to recover from attack in less than an hour. If you are interested in such deal - contact us using victims "readme" file instructions.

Die Ransomware-Bande REvil erklärt in einer Mitteilung auf ihrem „Happy Blog“, das universale Entschlüsselungstool (universal decryptor) nach Bezahlung zu veröffentlichen.

**Dein  
Webhosting in  
besten Händen**

### Der Agentur-Server

- Flexibles Hosting
- Kostenlose Entwicklung
- Smartes Handling

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

**MITTWALD**

Webhosting. Einfach intelligent.



# Multipass Reloaded

## Der digitale EU-Impfnachweis startet mit Einschränkungen

Für den 1. Juli hatte die EU versprochen, dass alle Mitgliedsstaaten digitale Impfausweise auswerten können. Die grund-sätzliche Anbindung war wohl erfolgreich. Bei der Umsetzung klemmt es allerdings noch – auch in Deutschland.

Von Gerald Himmlein

Am 1. Juli verkündete die EU-Kommision stolz, termingerecht seien alle 22 Mitgliedsstaaten an das Netz zur Überprüfung der digitalen Impfzertifikate angeschlossen worden. Drei zusätzliche Länder seien auch schon so weit. Zur gelebten Realität will die Hurra-Meldung nicht ganz passen.

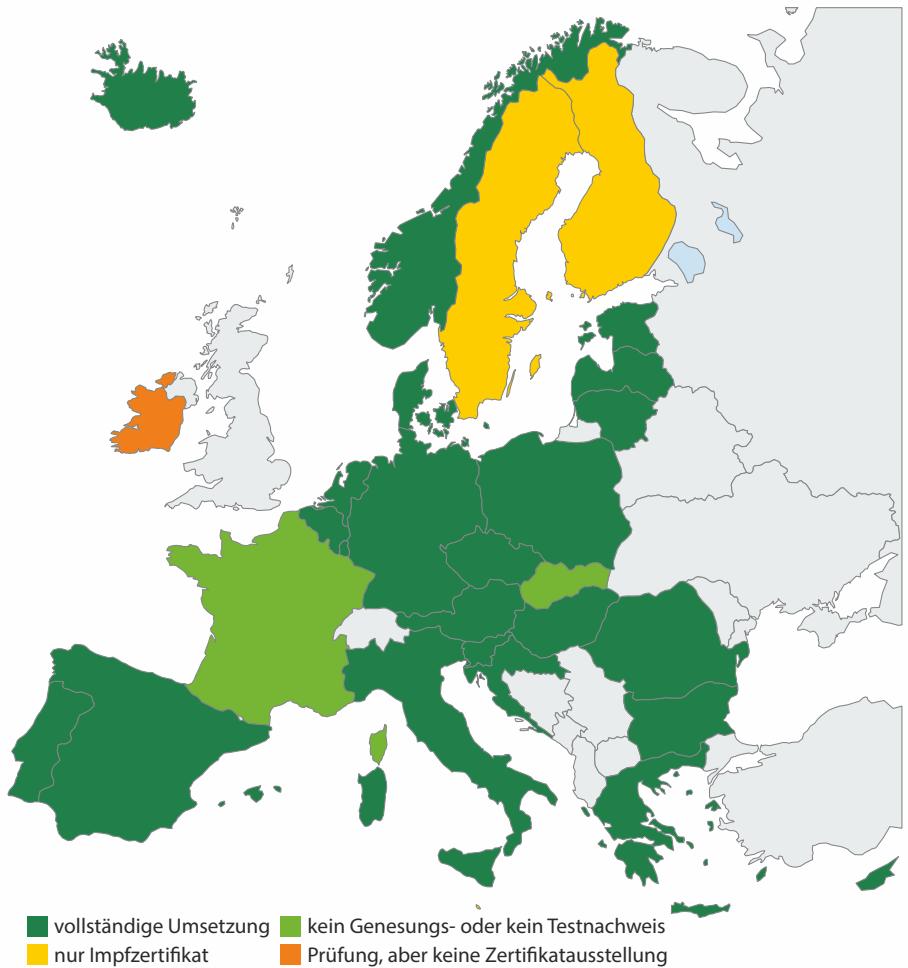
### Im Prinzip ja, aber ...

Auf einer von der EU-Kommision bereitgestellten Karte (siehe ct.de/y5tm) zum Status der Anbindung sieht auf den ersten Blick alles schön grün aus. Neben den 22 EU-Staaten haben sich auch Island, Liechtenstein und Norwegen angeschlossen. San Marino, die Schweiz und die Vatikanstadt wollen das „EU Digital COVID Certificate“ ebenfalls umsetzen. Klickt man sich durch die Karte, offenbaren sich schnell Lücken: Beispielsweise kann Irland Zertifikate zwar einlesen, nicht aber ausstellen. Frankreich kann keine Genesungszertifikate ausstellen; die Slowakei bescheinigt keine negativen Tests.

In Deutschland ist laut der EU-Karte alles im grünen Bereich. Tatsächlich konnte bis zum 8. Juli keine deutsche Apotheke ein digitales Genesungszertifikat ausstellen. Erst seit dem 9. Juli sollen alle Apotheken, die überhaupt Zertifikate ausstellen, auch die Genesung bestätigen können. Und nur Arztpraxen, die „das Webportal von IBM nutzen“, können laut Bundesgesundheitsministerium (BMG) Genesungen bescheinigen. Gut möglich, dass auch in den

### Digitale Covid-Zertifikate in der EU

Laut EU-Kommision sind alle Mitgliedsstaaten plus Island und Norwegen vollständig an das EU-Gateway zur Überprüfung von digitalen Impf-, Test- und Genesungsnachweisen angebunden. Zwischen den einzelnen Ländern gibt es im Detail aber noch gewaltige Unterschiede.



anderen EU-Staaten gilt: Im Prinzip sollte es gehen, aber ... Das BMG rät wohl nicht ohne Grund, den Papier-Impfpass in den Urlaub mitzunehmen.

Beim Ausstellen der digitalen Impfnachweise geht es in Deutschland währenddessen voran. Die Impfzentren einiger Bundesländer schicken Geimpften den Nachweis automatisch nachträglich per Post zu. Einige Impfzentren in Bayern, Hamburg, Niedersachsen und Rheinland-Pfalz stellen die digitalen Impfbestä-

tigungen auf ihrer Website bereit. Wer dagegen zur Zweitimpfung nach dem 14. Juni im Impfzentrum war, sollte den Nachweis dort direkt ausgehändigt bekommen. Von der Haus- oder Betriebsärztin Geimpfte erhalten ihr digitales Impfzertifikat entweder dort oder sie gehen mit ihrem gelben Impfpass in eine Apotheke, die digitale Nachweise ausstellt (Suche über ct.de/y5tm). *(it@ct.de)* ct

**EU-Karte, Apothekensuche:** [ct.de/y5tm](http://ct.de/y5tm)

Die BayWa AG gratuliert M-net zum 25jährigen Jubiläum

## Wie bayerische Unternehmen von Glasfaser profitieren

Wer erinnert sich noch an die Zeit, als es kein Internet gab und Telefone noch Wähl scheiben hatten? Damals, also Mitte der 1990er Jahre, nahm auch Bayerns führender Glasfasernetz-Betreiber M-net seinen Anfang. Heute blickt das etablierte Unternehmen auf 25 Jahre Innovation und Heimatverbundenheit zurück. Ein Jubiläum, zu dem auch die BayWa AG, einer der großen Geschäftskunden von M-net, ganz herzlich gratuliert.

### M-net stärkt Markenwerte der BayWa

„Wir gratulieren zu 25 Jahren erfolgreicher Unternehmensgeschichte und wünschen der M-net zum Jubiläum alles Gute“, so Tobias Fausch, CIO der BayWa AG, und ergänzt: „Bereits seit 2014 pflegen wir eine Partnerschaft auf Augenhöhe mit einer offenen und transparenten Kommunikation, was uns sehr freut. Die Markenwerte der BayWa sind Solidität, Vertrauen und Innovation. All diese sehen wir durch M-net gestärkt. Vor allem während der Corona-Zeit hat uns M-net mit ihren glasfaserbasierten Lösungen enorm unterstützt.“

### Digitale Hauptversammlung für Aktionäre weltweit

Seit Beginn der Pandemie finden bei der BayWa fast alle Veranstaltungen online statt. Viele der über 20.000 Mitarbeitenden weltweit befinden sich im Mobile-Office. Den entsprechend massiven Anstieg an Bandbreitenbedarf meistert die BayWa mit leistungsstarken Glasfaser-Anschlüssen aus der Produktkategorie Direct-Access. „In kürzester Zeit hat uns M-net zwei weitere Glasfaser-Standleitungen mit 10 Gbit/s bereitgestellt“, erklärt Melanie Skowron, Leiterin IT bei der BayWa. „Nur so konnten wir bereits im Juli 2020 unsere wichtige Jahreshauptversammlung für unsere Aktionäre weltweit erstmals digital umsetzen. Besonders überzeugt hat uns die schnelle, sichere und störungsfreie Datenübertragung in Echtzeit sowie der

#### M-net Direct-Access

Hochleistungs-Internet bis 10 Gbit/s

- + Dedierte Standleitung mit symmetrischen Bandbreiten bis 10 Gbit/s
- + Maximale Verfügbarkeit garantiert
- + Höchste Flexibilität durch individuelle Konfigurationsmöglichkeiten
- + Umfassender Service inklusive Planung, Installation und Wartung
- + 24/7 Netz- und Leitungsüberwachung
- + Optional mit DDoS-Schutz vor Angriffen aus dem Internet

#### M-net Connect-LAN

Standortvernetzung bis 100 Gbit/s

- + Punkt-zu-Punkt Ethernet-Festverbindung
- + Dediizierte Bandbreiten bis 100 Gbit/s – ideal zur Übertragung von Echtzeitdaten oder Rechenzentrumskopplungen
- + Sehr hohe Datensicherheit und Verfügbarkeit durch exklusiv geschaltete Übertragungskanäle
- + Flexible Konfiguration von Bandbreiten, Schnittstellen und Qualitätsparametern
- + Optionale Verschlüsselung (MACsec) für höchste Sicherheitsanforderungen

professionelle Service durch den persönlichen Ansprechpartner hier in München.“

### BayWa setzt auf Standortvernetzung mit Connect-LAN

Um die firmeneigenen Rechenzentren mit unterschiedlichen Standorten sicher zu vernetzen, vertraut die BayWa zudem auf das M-net Produkt Connect-LAN. Bei dieser Punkt-zu-Punkt-Festverbindung handelt es sich um exklusiv bereitgestellte Übertragungskanäle, welche die beiden Rechenzentren mittels zwanzig 16 Gbit/s-Fiber-Channel-Verbindungen koppeln. Die so erlangte Georedundanz bietet der BayWa maximale Sicherheit: Sollte ein Rechenzentrum ausfallen, stellt das zweite Rechenzentrum die Datenübertragung und -verfügbarkeit für das gesamte Unternehmen weiterhin sicher.

Die  
BayWa AG  
vertraut auf 25 Jahre  
Glasfaser-  
Kompetenz

**m·net**  
**25** Jahre

# Weil Aktionäre aus aller Welt zugeschaltet sind

Ein Grund mehr für hochverfügbare Internet-Verbindungen.

- + Symmetrische Bandbreiten mit bis zu 10 Gbit/s
- + Sehr hohe Ausfallsicherheit dank Back-Up Lösung
- + Komplettlösung inklusive Standortvernetzung

[m-net.de/geschaeftkunden](http://m-net.de/geschaeftkunden)

© Copyright by Heise Medien.

Tobias Fausch  
CIO BayWa AG

# KI-Sprachmodell für Europa

## Alternativen zum umstrittenen Textgenerator GPT-3 gesucht

**Das KI-Sprachmodell GPT-3 entstand in den USA als neuartiges Werkzeug zur Texterzeugung. Der Aufbau einer vergleichbaren KI in Deutschland soll der digitalen Souveränität dienen.**

Von Arne Grävemeyer

Loht es sich für Deutschland und Europa, ein mächtiges KI-Sprachmodell wie GPT-3 nachzubauen beziehungsweise einen Gegenentwurf selbst zu entwickeln? „Auf jeden Fall“, sagt Jörg Bienert als Vorsitzender des KI-Bundesverbands e. V. gegenüber c’t. Dieser Schritt sei sehr wichtig, um nicht den Anschluss zu verlieren.

Mit dem Generative Pre-trained Transformer 3 (GPT-3) hat das amerikanische Unternehmen OpenAI vor einem Jahr ein sehr großes KI-Sprachmodell vorgestellt. Es basiert auf einem gigantischen neuronalen Netz mit 96 Schichten und 175 Milliarden Parametern. Für das Training der KI setzten die Entwickler 570 Gigabyte Texte aus der englischsprachigen Wikipedia ein, aus Bücherdatensätzen und Webtexten. Lizenziert und vermarktet von Microsoft macht GPT-3 Furore, weil es eigenständig glaubhaft klingende Texte formuliert.

Aber große KI-Sprachmodelle wie GPT-3 sind weit mehr als nur Generatoren von Texten mit zweifelhafter Glaubwürdigkeit. „Sie sind ein Gamechanger“, sagt Bienert. „Rund um GPT-3 sind bereits etwa 300 Produkte entstanden und Startups gegründet worden.“ Unter den vielfältigen neuen Anwendungen befinden sich beispielsweise Chat-Programme für

Kundendialog im Plauderton, Suchmaschinen, Übersetzungsdienste, Code-Generatoren für Softwareentwickler und sogar eine GPT-3-Variante von OpenAI namens Dall-e, die eigenständig Bilder zu textlichen Beschreibungen erzeugt.

In diesem Jahr wurde außerdem bekannt, dass Forscher in China an der Beijing Academy of Artificial Intelligence (BAAI, Peking) ein vergleichbares KI-Modell entwickelt haben. Wudao 2.0 soll ebenfalls menschlich klingende Texte formulieren, auf Chinesisch. Zudem kann es Bilder beschreiben und selbst Bilder zu Beschreibungen in natürlicher Sprache erzeugen. Laut chinesischen Quellen umfasst das zugrundeliegende neuronale Netz sogar 1,75 Billionen Parameter.

### Hohe Rechenleistung gefordert

KI-Modelle dieser Größenordnung sind nicht nur eine Herausforderung für die KI-Forschung, sie erfordern zudem eine beachtliche Rechenleistung. Beispielsweise hat Microsoft gemeinsam mit OpenAI eigens einen Top-5-Supercomputer mit

der Leistung von 10.000 GPUs aufgebaut. Auch Mitarbeiter des Fraunhofer-Instituts für Intelligente Analyse- und Informationssysteme (IAIS) forschen an Transformer-Modellen, relativ jungen Deep-Learning-Architekturen, auf denen zum Beispiel GPT-3 basiert. „KI-Sprachmodelle, die sich anhand ungelabelter Textdaten trainieren lassen und dann derart leistungsfähige Anwendungen möglich machen, die müssen wir einfach haben“, schwärmt Dr. Joachim Köhler, Leiter des IAIS-Kompetenzzentrums NetMedia, gegenüber c’t. Aber dafür benötigen die Forscher große Rechenkapazitäten. Köhler veranschlagt etwa 3000 bis 5000 GPUs, um ein Transformer-Modell wie GPT-3 zu trainieren.

Am 30. Juni hat das Bundesministerium die Projektskizze „Open GPT-X“ in sein Gaia-X-Projekt einer europäischen Dateninfrastruktur aufgenommen. Das Ziel: Über einen Gaia-X-Knoten sollen schließlich moderne Sprachmodelle für europäische Unternehmen zur Verfügung stehen. Die Konsortialföhrung übernimmt das Fraunhofer IAIS zusammen mit dem Fraunhofer IIS (Institut für Integrierte Schaltungen).

Ohne dieses Projekt könnten europäische KI-Unternehmen in Zukunft nur noch die Frontends für APIs aus den USA aufsetzen, sagt Bienert. Damit gerieten sie „in eine Abhängigkeit wie bei der Google-Suchmaschine.“ Darüber hinaus erinnert Köhler an europäische Werte und ganz konkret an die Einhaltung etwa der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO). Nur im Rahmen einer europäischen KI-Technik ließen sich Datenschutz und andere europäische Vorstellungen umsetzen.

(agr@ct.de) 

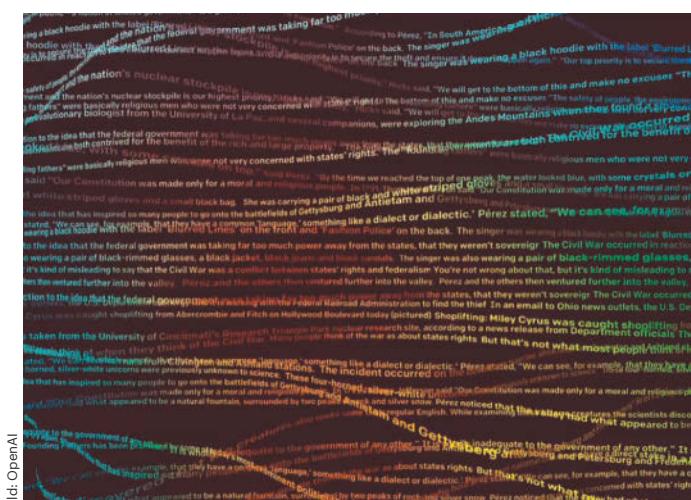


Bild: OpenAI

**Große KI-Sprachmodelle wie GPT-3 trainieren eigenständig mit Unmengen an Textdaten, die nicht gelabelt sein müssen, also ohne zusätzliche Metadaten.**

# Spektrometer-Chip für Handys entlarvt Fake-Medikamente

**Ein Minispektrometer soll künftig als günstiges Massenbauteil beispielsweise in Smartphones dazu dienen, schnelle optische Analysen durchzuführen.**

Am Fraunhofer-Institut für elektronische Nanosysteme (ENAS) haben Forscher ein Infrarotspektrometer in Chipbauweise hergestellt. Der Prototyp wiegt nur etwa ein Gramm und sollte sich in der Massenfertigung für etwa einen Euro pro Stück produzieren lassen, glaubt Abteilungsleiter Dr. Alexander Weiß. Wie auch herkömmliche große IR-Spektrometer sendet das Bauteil Infrarotlicht aus. Ein durchstimmbarer Filter zerlegt das zurückgeworfene Licht und integrierte Wellenleiter führen die Strahlen zu einem Detektor.

Eine Software, die speichert, wie viel Licht welcher Wellenlänge den Detektor erreicht, kann daraus das spezifische Spektrum ermitteln. Damit lassen sich beispielsweise gefälschte Arzneimittel aufgrund ihrer Zusammensetzung mit einer sekundenschnellen Analyse von Originalpräparaten unterscheiden. An Nahrungsmitteln

könnte ein Anwender den Grad der mikrobiellen Zersetzung ablesen. Für Luftanalysen haben die Forscher eigens eine Absorptionszelle in der Ebene integriert. Damit kann der Spektrometerchip auch Absorptionsspektren erstellen, um beispielsweise Schadstoffe in der Luft zu detektieren.

Um die Handhabung des Minispektrometers in Zukunft auch Laien zu eröffnen, planen die Forscher einen lernenden

Algorithmus. Das bedeutet, dass eine Smartphone-App nicht nur das spezifische Spektrum aus den Chipdaten ausliest, sondern den Anwender auch anleitet, wie er mit dem Spektrometer Messungen ausführt. Zudem könnte die App Messungen mit schon bekannten Spektren in einer Datenbank vergleichen. Mit der Zahl der Nutzer könnte diese Vergleichsdatenbank anwachsen.

(agr@ct.de)

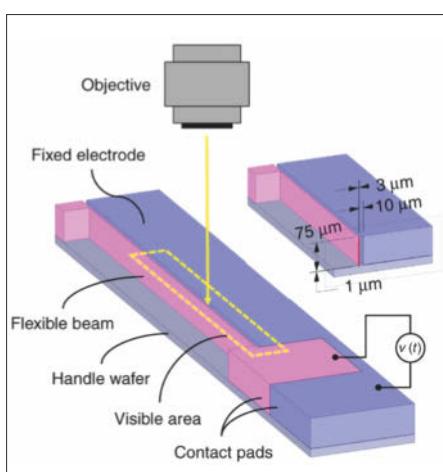


Bild: Fraunhofer ENAS

**Chip-Spektrometer auf dem Wafer beweisen im Testaufbau die Funktions-tüchtigkeit ihrer Wellen-leiter und des Detektors.**

## Mikroskopisch kleine Lautsprecher

Das Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme (IPMS) entwickelt derzeit Kleinstlautsprecher, deren Schallwandler



**Mithilfe von Euler-Bernoulli-Moden simulieren Forscher des Fraunhofer IPMS das Schwingverhalten mikroskopisch kleiner Lautsprecher.**

auf Silizium basieren. Diese mikro-elektromechanischen Systeme (MEMS) weisen mikroskopisch kleine Biegebalken auf, die durch eine Spannung zum Schwingen angeregt werden und ein Audiosignal wiedergeben.

Bislang war es äußerst schwierig, das Frequenzspektrum der eingespannten Balken mittels Finite-Elemente-Methode zu berechnen. Mithilfe von Euler-Bernoulli-Moden gelang es den Forschern jedoch, das nichtlineare Schwingungsverhalten der Balken mit nur einem Freiheitsgrad zu kalkulieren. Dadurch soll sich die MEMS-Simulation erheblich vereinfachen, was die Entwicklung neuer Kleinstlautsprecher ermögliche. Was deren Klang betrifft, sind die weniger zur Musikwiedergabe als zur Kommunikation beispielsweise für Sprachassistentensysteme geeignet. Sie könnten in kleinsten Hörhilfen und automatischen Übersetzern zum Einsatz kommen, für die herkömmliche Lautsprechermembranen zu groß wären.

(hag@ct.de)

## Maske riecht Corona

Mit Sensoren auf Grundlage gefriergetrockneter zellulärer Maschinen kann ein Mund-Nasen-Schutz eine Covid-19-Erkrankung des Trägers erkennen. Die Masken mit den Einwegsensoren haben Forscher des Massachusetts Institute of Technology (MIT) und der Harvard University, beide in Cambridge (USA), entwickelt. Nach 90 Minuten Tragezeit treten die **Funktionsgruppen aus lebenden Zellen in Wechselwirkung** mit Covid-19-Proteinen, wenn diese in der Atemluft vorhanden sind. Die Diagnose lässt sich anschließend auf der Innenseite der Maske optisch ablesen. Die Wissenschaftler um Professor James Collins am MIT-Institut für Medical Engineering haben zudem gezeigt, wie sich Sensoren nach dem gleichen Prinzip in die Kleidung integrieren lassen, die typische Nukleinsäuren unterschiedlicher Bakterien oder Viren erkennen können.

(agr@ct.de)

# EU-Eilverordnung: Flächendeckende Scans von Chats und E-Mails

**Kommunikationsanbieter dürfen Nutzerinhalte nun wieder nach Darstellungen sexuellen Missbrauchs durchsuchen.**

Facebook, Google, Microsoft und andere Diensteanbieter dürfen private Nachrichten ihrer Nutzer in der Europäischen Union (EU) wieder rechtmäßig nach Darstellungen sexuellen Missbrauchs Minderjähriger scannen. Am 6. Juli hat das EU-Parlament mit großer Mehrheit einer Übergangsregelung zugestimmt. Die Eilverordnung war nach Ansicht der EU-Kommission nötig geworden, weil der seit Dezember 2020 anwendbare europäische Kodex für die elektronische Kommunikation indirekt die Rechtsbasis für eine „freiwillige Verarbeitung von Inhalten oder Verbindungs- und Standortdaten im Kampf gegen Missbrauchsdarstellungen“ entzogen hatte.

Die von den Abgeordneten befürwortete, auf drei Jahre beschränkte Übergangsverordnung erlaubt Anbietern von

E-Mail-, Chat-, Dating- und Messenger-Diensten erneut nun solche Kontrollen. Melden ihre Suchalgorithmen einen Verdacht, werden Nutzer in der Regel – trotz nachweislich hoher Fehlerquoten – automatisiert bei der Polizei angezeigt. Auffällige Korrespondenz leiten die Betreiber direkt weiter. Sie müssen Verdächtigte nicht informieren.

Die EU-Abgeordnete und zuständige Berichterstatterin Birgit Sippel (SPD) sprach von einem „Kompromiss zwischen besserem Schutz von Kindern und Datenschutz“. Schattenberichterstatter Patrick Breyer (Piraten) zeigte sich enttäuscht und kündigte bereits an, gegen die Eilverordnung juristisch vorzugehen: „Die Verordnung versetzt dem digitalen Briefgeheimnis den Todesstoß. Sie ist allgemein ein Dammbruch in Richtung verdachtsloser Überwachung privater Räume durch Konzerne – mit dieser totalitären Logik könnten auch unsere Post, unsere Smartphones oder unsere Schlafzimmer unter Überwachung gestellt werden.“ (hob@ct.de)



Bild: Screenshot EU-Broadcast

**Die EU-Parlamentarierin Birgit Sippel (SPD) sieht in der Eilverordnung den Datenschutz ausreichend berücksichtigt.**

## TikTok: 3 Minuten statt 60 Sekunden

Bisher dürfen nur wenige Tester bei TikTok Videos hochladen, die länger als 60 Sekunden sind. In den kommenden Wochen wird diese Grenze nun für alle



**Altgediente YouTube-Influence-rinnen wie DagiBee haben auf TikTok bald mehr Raum, Schmink-tutorials um die Werbung herum-zubauen.**

aufgehoben, dann dürfen Videos **bis zu drei Minuten lang** sein. Nach eigenen Angaben will TikTok mit der Maßnahme „die Kreativität der Creator noch mehr entfesseln“. De facto kommt das Unternehmen damit den Wünschen der Macher von Tutorials und Leitfäden nach, die sich bislang eher auf YouTube zu Hause fühlten. Und tatsächlich nennt TikTok Koch- und Schminkanleitungen als Beispiele.

TikTok hatte schon ab Dezember 2020 ausgewählten Nutzerinnen und Nutzern die drei Minuten erlaubt, andere mussten sich weiterhin damit abfinden, mehrere kürzere Videos aneinander zu reihen. Ob sich nun Drei-Minuten-Schnipsel zu einem noch längeren Video bauen lassen werden, ist noch nicht bekannt. Sobald eine Freischaltung erfolgt, zeigt TikTok dies in der App an, hieß es in der Ankündigung. (hob@ct.de)

## Datenexport nach UK bewilligt

Die Europäische Kommission hat den grenzüberschreitenden Export von Daten nach Großbritannien mit einem sogenannten **Angemessenheitsbeschluss** genehmigt. Damit bescheinigt die Kommission dem aus der EU ausgeschiedenen Land ein Datenschutzniveau, das im Wesentlichen dem in der EU gemäß DSGVO entspricht.

Die Kommission stellt sich damit explizit gegen das EU-Parlament, das sich aus Sorge um zu viel Überwachung im Vereinigten Königreich gegen den Beschluss ausgesprochen hatte. Das Parlament hatte mit Beschluss Ende Mai dieses Jahres die Behörde Ursula von der Leyens aufgefordert, das Vorhaben zu überarbeiten. Vorher müssten unbedingt die britischen Praktiken bei der Massenüberwachung sowie bei der Weitergabe von Daten auf Basis internationaler Abkommen geklärt werden. Diese Bitte berücksichtigte die Kommission aber nun explizit nicht. (hob@ct.de)

## Brave startet eigene Suchmaschine

**Brave Search soll privat, nutzerfreundlich und unabhängig von „Big Tech“ sein. Eine Betaversion kann man bereits ausprobieren.**

Brave, Hersteller des gleichnamigen, auf Privatsphäre bedachten Browsers, hat eine Suchmaschine vorgestellt. Brave Search befindet sich allerdings noch im Betatest. Der Anbieter wirbt mit besserem Datenschutz und mehr Privatsphäre als bei Google, Bing und anderen Suchmaschinen. Anders als diese Konkurrenten soll die Brave-Suche Besucher nicht tracken und keine Nutzerprofile erstellen.

Die Technik von Brave Search kommt von Tailcat, einer Such-Engine, die ursprünglich hinter dem eingestellten Service Cliqz stand und die Brave im März dieses Jahres übernahm. Von Konkurrenten wie DuckDuckGo oder Qwant, die sich ebenfalls besseren Datenschutz auf die Fahnen schreiben, will Brave sich über einen komplett eigenen Suchindex absetzen. Viele „angeblich‘neutrale‘ oder ‚private‘ Suchmaschinen“ stützen sich laut Brave für ihre Suchergebnisse auf Treffer der großen IT-Konzerne. Brave sei anders und niemandem verpflichtet.

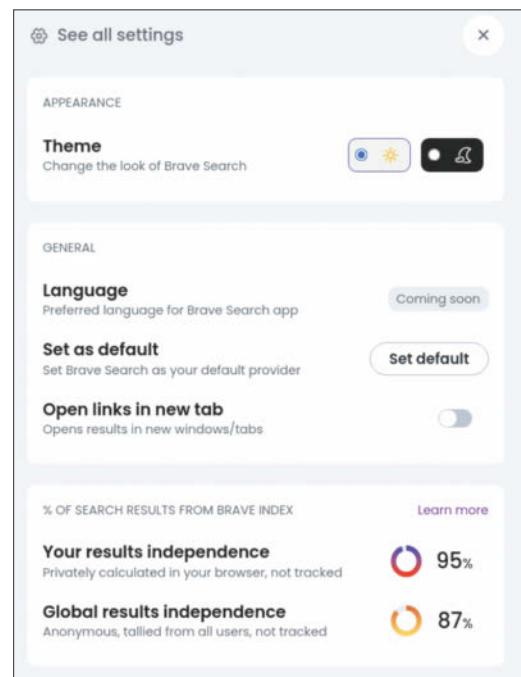
Allerdings haben auch diese kleinen Suchmaschinen in der Regel einen eigenen Suchindex. Richtig ist, dass die Suchtreffer darin oft mit Ergebnissen von Konkurrenten wie Google oder Bing an-

gereichert werden. Brave will das vermeiden und eine „unabhängige Suche“ sein. So ganz klappt das noch nicht, auch Brave arbeitet aktuell die Ergebnisse von anderen Anbietern – namentlich Google und Bing – in die eigenen Trefferlisten ein. In den Sucheinstellungen informiert die „results independence“ prominent darüber, wie häufig das geschieht. Zudem erklärt das „Info“-Feld jeder Trefferliste, wie viele Ergebnisse von Brave selbst kommen.

Zu Redaktionsschluss zeigte Brave an, 87 Prozent aller Treffer selbst zu liefern. Wer weiter als die ersten zehn Treffer scrollen muss, dem bietet Brave Schaltflächen, um die Suchanfrage stattdessen bei Google, Bing oder dem englischen Anbieter Mojeek zu stellen. Häufig reicht es aber, schlicht die nächsten paar Brave-Ergebnisse zu inspirieren.

In Zukunft will sich die Suche über Werbeanzeigen finanzieren, wie es viele Anbieter tun. Wer das nicht will, soll stattdessen für die Suche bezahlen können. Der transparenten Art und Weise, wie die meisten Suchmaschinen ihre Ergebnislisten erstellen und sortieren, will Brave in Zukunft mit „Goggles“ entgegenwirken. Über dieses Konzept soll die Communi-

ty mehrere verschiedene Modelle zur Trefersortierung pflegen können und so Transparenz schaffen, Diversität herstellen und algorithmischen Bias vermeiden. So weit ist es noch nicht, aber wer will, kann die Brave-Suche unter search.brave.com bereits ausprobieren. (syt@ct.de)



Brave will möglichst unabhängig sein und zeigt an, wie viele Ergebnisse aus dem eigenen Index beantwortet werden.

**WIBU  
SYSTEMS**

## Zeit vorbei für Hacker, Cracker und Piraten

Im Zeitalter softwaregetriebener Produkte sorgt CodeMeter für

- Know-how-Schutz vor Reverse Engineering
- Vorteile neuer Geschäftsmodelle für Anbieter und Anwender
- Security by Design für Software- und Geräte-Hersteller



Warten Sie nicht länger!  
Schützen Sie Ihre Produkte  
jetzt [s.wibu.com/sdk](http://s.wibu.com/sdk)



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



SECURITY  
LICENSING

PERFECTION IN PROTECTION

# Neue Features fürs Teamwork

**Dienste für Videokonferenzen und Teamwork werden derzeit rapide weiter entwickelt. Aktuell verkünden Cisco, Slack und Microsoft Weiterentwicklungen ihrer Produkte.**

Ciscos Webex Suite fasst die Funktionen für hybride Meetings, Telefonate, Chats, Veranstaltungen und Umfragen in einem Produkt zusammen und soll 40 Prozent billiger zu haben sein als die Einzelanwendungen. Der Anbieter will die Inhalte europäischer Kunden ab sofort DSGVO-konform innerhalb der EU hosten und verarbeiten. Die Migration für Bestandskunden soll von Juli 2021 bis Ende 2022 über die Bühne gehen. Außerdem bietet Cisco nach der Übernahme des Entwicklers Socio Labs Ende-zu-Ende-verschlüsselte Webcasts für bis zu 100.000 Teilnehmer. Ab August blendet das Feature „My Voice Only“ in Konferenzräumen nicht nur Hintergrundlärm aus dem Audio-Konferenzsignal aus, sondern differenziert laut Cisco mit künstlicher Intelligenz auch zwischen Vordergrund- und Hintergrundsprechern, etwa Zwischenrufern und Kommentatoren.

Der Ende 2020 von Salesforce übernommene Anbieter Slack hat für zahlende Projektteams die Funktion Slack Huddles herausgebracht. Damit können Teilnehmer innerhalb eines Chat-Kanals mit einem Mausklick formlose Audio- oder Videogespräche einleiten. Interne und externe Projektteilnehmer können diesen Gesprächen jederzeit nach Belieben beitreten oder sie auch wieder verlassen. Außerdem lassen sich darüber Bildschirme teilen.

In Videokonferenzen mit Microsoft Teams kann man Chatbeiträge von Konferenzteilnehmern neuerdings als Sprechblasen in deren Videobildern lesen. Außerdem können Organisatoren jetzt bis zu sieben Teilnehmern einer Videokonferenz sogenannte Spotlights (vergrößerte Videodarstellungen) zuordnen. In PowerPoint Live, also per Teams geteilten PowerPoint-Vorführungen, kann man nun kurzzeitig sichtbare Scribbles und Anmerkungen mit der Maus einfügen. (hps@ct.de)

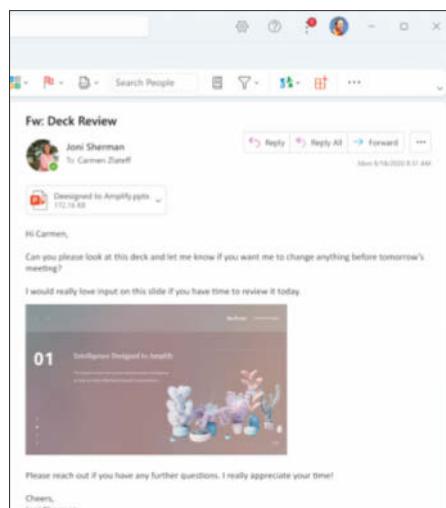


**Chat-Teilnehmer können in Slack jederzeit formlos ein sogenanntes Huddle, einen Audio- oder Videocall, parallel zum Chat starten.**

Bild: Slack

## MS Office runderneuert

Passend zur bevorstehenden Fertigstellung von Windows 11 soll auch eine **neue Bedienoberfläche für Microsoft Office** herauskommen. Diese stellt laut Microsofts Office



**In E-Mail eingebettete Word-Dokumente erscheinen beim Empfänger im selben Outfit wie dessen Outlook.**

Insider Blog ([ct.de/yhh5](http://ct.de/yhh5)) in Office-Programmfenstern automatisch dasselbe Theme ein wie auf dem Windows-Desktop. Word- und Excel-Dokumente, die etwa in einer PowerPoint-Folie eingebettet oder per Outlook geteilt worden sind, sollen sich automatisch mit dem Theme präsentieren, das in der Zielanwendung, also PowerPoint oder Outlook, eingestellt ist. Die ursprünglich oben im Fensterrahmen angezeigte Quick Access Toolbar ist jetzt standardmäßig ausgeblendet, lässt sich aber in einem Drop-down-Menü modifizieren und um zusätzliche Shortcuts erweitern.

Die neue Oberfläche baut auf Microsofts quelloffenes Fluid Framework, um Oberflächeneinstellungen gleichzeitig auf alle MS-Office-Anwendungen anzuwenden. Teilnehmer an Microsofts Office-Insiderprogramm können die Neuerungen bereits unter Windows 10 im Rahmen der Office-Betaversion 2107, Build 14228.20000 ausprobieren. (hps@ct.de)

**Microsoft Office Insider Blog:** [ct.de/yhh5](http://ct.de/yhh5)

## GitHub Copilot schreibt Code

Ende Juni veröffentlichte GitHub eine **Machine-Learning-Erweiterung namens Copilot für den Quelltexteditor Visual Studio Code** als kostenlose technische Vorschau. Das KI-gestützte Werkzeug soll in den Editor eingegebene Programmzeilen mit eigenen Vorschlägen komplettieren und sogar Funktionen automatisch vervollständigen. Das Programm wurde mit frei zugänglichem Programmcode trainiert. GitHub weist darauf hin, dass der vorgeschlagene Code nicht funktionieren oder Sinn ergeben könnte.

Immerhin liefert der Copilot aber Vorschläge, die man auf der Suche nach erkennbaren Codeverbesserungen durchblättern kann. Der vorgeschlagene Code gehört dem Entwickler und muss nicht speziell gekennzeichnet werden. Anwender-Rückmeldungen sollen nach der Vorschauphase in ein Bezahlprojekt einfliessen. (ako@ct.de)



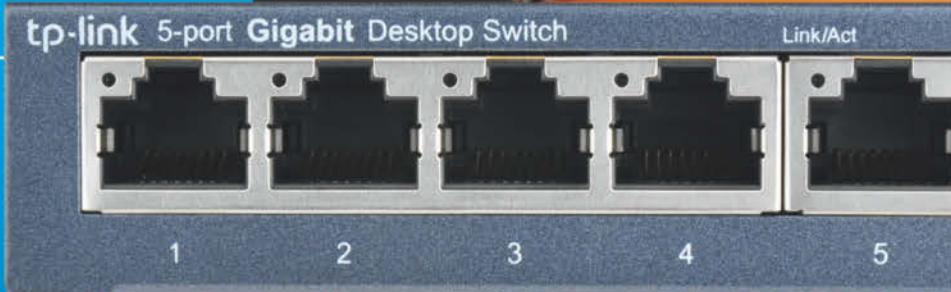
## Netzwerk-Set



- Netzwerkstecker Cat.6a
  - 2 Stück
  - für starre LAN Kabel



- Gigabit Switch
  - Metallgehäuse
  - Auto-MDI/MDIX



### Cat.7 Verlegekabel

- 1000 MHz
- 25 m, 50 m oder 100 m

**WIR. VERBINDEM. TECHNIK.**

### Koaxialkabel Set inkl. Stecker und Abmantler

- Sat Kabel Ören HD 103 Class A+
- 6 x F-Kompressionsstecker werkzeuglos
- Cabelcon Abisolierwerkzeug



Express bis 14 Uhr bestellt –  
Versand noch am selben Tag\*\*

\*\* Mo - Fr. Warenverfügbarkeit vorausgesetzt



ab 23,99 €\*

Art.Nr. SHD.103.000



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

# Deutschland soll Leitmarkt für Computerspiele werden

**Mehr Games aus Deutschland:**  
**Bundesverkehrsminister Andreas Scheuer will die Bundesrepublik als internationalen Entwicklerstandort für Games etablieren und den Wachstumsmarkt stärken.**

Computerspiele werden in Deutschland vor allem konsumiert: Mit einem Umsatz von 8,5 Milliarden Euro ist die Bundesrepublik einer der wichtigsten Absatzmärkte für Games. Doch nur die wenigsten davon entstehen hierzulande, lediglich knapp fünf Prozent der in Deutschland erwirtschafteten Umsätze gehen an deutsche Unternehmen. Das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) will das mit seiner jetzt veröffentlichten, 30-seitigen Games-Strategie ändern, die Rahmenbedingungen der Wachstumsbranche verbessern und Deutschland zum „Leitmarkt für Computerspiele“ machen.

Vorhandene Formate wie die publikumsstarke Spielemesse Gamescom und der Deutsche Computerspielpreis sollen

künftig gezielter genutzt werden. BMVI-Minister Andreas Scheuer will mehr internationale Firmen dazu bringen, sich in Deutschland niederzulassen. Dem Fachkräftemangel soll einerseits mit besserer Aus- und Weiterbildung begegnet werden. Gleichzeitig soll das Land attraktiver für internationale Fachkräfte werden.

Ein weiterer Schwerpunkt der Games-Strategie liegt darauf, die Potenziale von Computerspielen für die Gesellschaft zu nutzen. Games haben laut Scheuer „eine ganze Bandbreite positiver Eigenschaften“, darunter eine hohe Innovationskraft, die dann Eingang in andere Wirtschaftsbereiche finden. Während der Corona-Pandemie habe sich gezeigt, dass Spiele Menschen verbinden können. Inklusion und Teilhabe seien bei Games „oft wichtiger als Weltanschauung“. „Serious Games“ sollen mehr Anerkennung als wirksames Hilfsmittel in allen Bildungsbereichen erfahren.

Erst seit 2019 gibt es in Deutschland die Computerspieleförderung des Bundes mit jährlich 50 Millionen Euro, neue För-



dertöpfen sind mit der Games-Strategie allerdings nicht verbunden. (lmd@ct.de)

**Games-Strategie des BMVI als PDF:**  
[ct.de/yvcx](http://ct.de/yvcx)

## Nintendo Switch mit OLED-Display

Nintendo hat ein neues Modell seiner Spielekonsole Switch vorgestellt. Die neue, schlicht **Nintendo Switch OLED** genannte Konsole soll ab dem 8. Oktober erhältlich sein. In den USA soll sie 350 US-Dollar kosten, ein Preis für Deutschland ist noch nicht bekannt. Das 7-Zoll-Display ist größer und zeigt wie bisher eine Auflösung von 720p an. Die Display-Ränder schrumpfen, daher bleibt das Gerät insgesamt gleich groß.

Dank OLED-Display ist mit besseren Kontrasten und Reaktionszeiten zu rechnen. Wird die Hybrid-Konsole an einen Fernseher angeschlossen, zeigt sie die Spiele in Full HD. Ein LAN-Kabel kann nun

ohne Adapter direkt an das neue TV-Dock angeschlossen werden. Zu den Verbesserungen zählt auch ein breiterer Ständer, der sich in verschiedenen Neigungsstufen ausklappen lässt. Der interne Speicherplatz wächst von 32 GByte auf 64 GByte. Wer mehrere Spiele installieren möchte, braucht weiterhin eine MicroSD-Karte. Außerdem hat Nintendo nach eigenen Angaben die Audiowiedergabe über die integrierten Lautsprecher verbessert.

Alle Spiele, die auf den bisherigen Switch-Modellen liefen, lassen sich auch mit der neuen Konsole spielen. Vorhandene Joy-Con funktionieren ebenfalls mit dem neuen Modell. (lmd@ct.de)



Nintendos neue Spielekonsole bringt ein OLED-Display und kleine Verbesserungen.

## Kurz & knapp: Spiele

Vom 21. bis 24. Juli 2021 findet die zehnte Ausgabe des **internationalen Games- und Media-Festivals A MAZE** (Berlin) statt. Mit einer App sind die Talks und Workshops als virtuelle 3D-Multiplayer-Erfahrung digital verfügbar. Download der App unter amaze-space.com.

**Microsofts Cloud-Gaming-Dienst xCloud** steht nun auch im Browser bereit. Die Web-Variante von xCloud unterstützt laut Microsoft die Browser Edge, Google Chrome und Apple Safari. Der Dienst ist in das Spieleabonnement Xbox Game Pass Ultimate eingebunden.

In Düsseldorf hat der „**Fusion Campus – German Center of Games Competence**“ seine Arbeit aufgenommen. Das auf dem Gelände des größten deutschen Spieleunternehmens Ubisoft angesiedelte Kompetenzzentrum soll Deutschlands Games-Branche stärker mit der klassischen Industrie vernetzen.

# Landlose Miner

## China geht gegen Bitcoin-Farmen vor

**Lange war es nicht mehr so einfach, Bitcoin zu schürfen. Seit Ende Mai fiel der Schwierigkeitsgrad zum Errechnen neuer Bitcoin-Blöcke um rund 40 Prozent – ein Rekordwert. Grund dafür war ein von der chinesischen Regierung verhängtes Verbot von Bitcoin-Mining-Farmen.**

Von André Kramer

Anfang Juli hat das Bitcoin-Netzwerk den Schwierigkeitsgrad zum Finden neuer Hashwerte für die Blockchain, um 28 Prozent nach unten korrigiert. Der Grund: China geht hart gegen Bitcoin-Miner vor. In einer Provinz nach der anderen müssen die Mining-Farmen schließen. Das wiederum hat Auswirkungen auf das gesamte Bitcoin-Gefüge, denn ohne die chinesischen Server fehlt ein großes Stück Rechenkapazität. Das Mining ist unterdessen lukrativer. Wie lange diese Periode anhält, hängt davon ab, wie schnell die nun landlosen Miner neue Standorte erschließen.

China hat den Bitcoin schon eine Weile im Visier. Das liest sich zunächst paradox, denn laut der Universität Cambridge wurden in China zuletzt etwa zwei Drittel der weltweiten Bitcoins geschürft. Das dürfte aber sehr bald Geschichte sein. Bereits im Jahr 2017 hat die chinesische Regierung den Handel mit Kryptowährungen verboten. Kryptobörsen sind ebenfalls untersagt, weshalb beispielsweise Binance seinen Hauptsitz nicht mehr in Shanghai, sondern auf Malta hat.

### China schließt Serverfarmen

Nun sind auch die Mining-Farmer dran: Chinesische Behörden haben angeordnet, Serverfarmen zu schließen, die dem Bitcoin-Mining dienen. Allein in der süd-chinesischen Provinz Sichuan gingen

Ende Juni 26 Serverfarmen vom Netz. Insgesamt stehen 90 Prozent der Mining-Kapazitäten in China vor dem Aus. Die Miner dürfen ihre Serverfarmen über kurz oder lang in andere asiatische Länder, nach Russland oder in die USA verlagern. Noch ist es aber nicht soweit.

Die chinesische Regierung treibt an, dass sie Kryptowährungen wie den Bitcoin nicht regulieren kann. Wenn Millionen Chinesen ihre Ersparnisse aufgrund der volatilen Bitcoin-Kurse verspielen, ist die politische Stabilität in Gefahr. Auch dass die Vermögenden über Kryptowährungen ihr Geld außer Landes schaffen, liegt nicht im Interesse der Führung in Peking. Parallel zum Vorgehen gegen den Bitcoin arbeitet die chinesische Regierung an einer eigenen digitalen Variante der Landeswährung Yuan.

### Bitcoin-Hashrate bricht ein

Durch das chinesische Mining-Verbot ist die Bitcoin-Hashrate kurzzeitig um etwa die Hälfte eingebrochen. Zwischenzeitlich schürften die verbliebenen Miner unter erschwerten Bedingungen. Ende Juni lag der Abstand zwischen zwei Transaktionen bei etwa 25 Minuten, deutlich über der angestrebten Dauer von zehn Minuten. In der Konsequenz hat das Netzwerk die so-

genannte Difficulty angepasst. Das geschieht zwar automatisch nach jeweils 2016 Blöcken etwa alle zwei Wochen, aber dieses Mal sank die Difficulty um einen Rekordwert von 28 Prozent.

Jüngst wurde die Difficulty bereits zweimal nach unten korrigiert: um rund 16 und um 5 Prozent. Wenn die Miner an neuen Standorten wieder ans Netz gehen, dürfte die Difficulty wieder steigen.

Der Bitcoin-Kurs fiel zunächst. Das Vertrauen in das Kryptogeld wankt. Wenn die Schürfer nach neuen Standorten suchen, ihre Serverfarmen verlagern müssen, dafür Geld brauchen und vermehrt ihre Bitcoin-Reserven locker machen, steigt außerdem das Angebot an BTC. Als die Serverfarmen in Sichuan schließen mussten, erreichte der Kurs mit rund 26.500 Euro den tiefsten Stand seit Anfang Februar. Die verbliebenen Miner halten in der Folge einen größeren Anteil am Kuchen und machen mehr Umsatz. Zuletzt stieg der Kurs wieder leicht um etwa 2000 Euro.

### Der Wert des Bitcoin

Der Finanzmathematiker Nassim Taleb, einst ein Bitcoin-Befürworter, schätzte den Wert der Kryptowährung jüngst in einem Paper mit dem Titel „Bitcoin, Currencies, and Bubbles“ als geringer ein, als der aktuelle Kurs verspricht: nämlich bei null. Bitcoin sei überhaupt keine Währung, als Zahlungsmittel nutzlos und als Wertaufbewahrungsmittel weniger beständig als Alternativen wie Aktien oder Edelmetalle. Gold und Silber bräuchten keine Pflege zur Werterhaltung. Digitale Währungen behielten ihren Wert hingegen nur über ein dauerhaftes Interesse an ihnen. Aber das besteht noch.

(akr@ct.de) ct



Zum dritten Mal in Folge hat das Bitcoin-Netzwerk die „Difficulty“ nach unten korrigiert. Der Kurs sank am 26. Juni auf den tiefsten Stand seit Anfang Februar.

# Komplexität ist nicht beherrschbar

## Dokumentarfilm über den CCC und Mitgründer Wau Holland

**„Kreativer, schöpferischer Umgang mit Techniken“: So beschreibt Wau Holland die Kunst des Hackens in einer Dokumentation über die Anfänge des Chaos Computer Clubs.**

Von Alexander Königstein

Die Regisseure Klaus Maeck und Tanja Schwerdorff untertiteln ihre Dokumentation zu den Anfängen des Chaos Computer Clubs mit: „Dr. Waus Chaos Computer Film“. Im Mittelpunkt stehen die Anfänge des Chaos Computer Clubs (CCC), sein Mitgründer Wau Holland und dessen Lebenseinstellung. Peter Glaser, ehemaliger Chefredakteur der CCC-Zeitschrift Datenschleuder, führt durch die Dokumentation und erklärt, wie Holland die Weichen gestellt hat, um die Hacker-Subkultur ins 21. Jahrhundert zu bringen.

Mit Ausschnitten damaliger Medienberichte und wackeligen Videos von Veranstaltungen zeichnet der Film die Entwicklung einer Gruppe von Computerfans rund um Wau Holland nach – von der Gründung des CCC bis zu seinem Wirken in die heutige Zeit.

Speziell der Blick in Hollands Gedankenwelt macht den Film sehenswert. So warnt er, dass Komplexität nicht beherrschbar sei: „Man kann mit einzelnen Dingen umgehen, aber man wird zwangsläufig mit Problemen konfrontiert, die sich nicht einmal vorhersehen lassen. Die Nichtvorhersehbarkeit ist ein wesentliches Element der Zeit, in der wir leben.“

### Neugier und Ethik

Die Dokumentation erzählt die Geschichte eines anfangs unbekannten Clubs, der

Sicherheitslücken entdeckt und dafür von der Presse gefeiert wurde. Populär wurde der Computerclub durch den BTX-Hack: Wau Holland und Steffen Wernéry demonstrierten vor Medienvertretern eine Sicherheitslücke im deutschen Bildschirmtextsystem (BTX), die es ihnen erlaubte, kostenpflichtige Seiten auf Rechnung einer Sparkasse aufzurufen.

Die Kosten musste die Sparkasse nicht begleichen, denn wie Wau Holland im Film bekräftigt, endet die Hacker-Ethik für ihn dort, wo ein finanzieller Vorteil beginnt. Leider versäumt es der Film, auf die kontrovers diskutierte Herkunft des Passworts für diesen Hack einzugehen.

### Spionage-Skandal

Die unbeschwerte Anfangszeit, in der Holland und Wernéry Systeme hacken und durch Fernsehsendungen tingeln konnten, endete mit dem KGB-Hack: Im Frühjahr 1989 wurde bekannt, dass eine Hackergruppe um die CCC-Mitglieder Karl Koch und Markus Hess dem sowjetischen Geheimdienst KGB vertrauliche Daten aus Rechenzentren der USA, Europas und Japans offenbar verkauft hatten.

Wenig später fand man Koch tot in einem Waldstück auf. Man geht von Suizid durch Selbstverbrennung aus. Durch den

**Regisseure:**  
Klaus Maeck und  
Tanja Schwerdorff,  
**Verleih:**  
Neue Visionen  
Filmverleih,  
**Laufzeit:** 90 Min.,  
**Genre:**  
Dokumentarfilm,  
Filmstart:  
**29. Juli 2021**



Spionagevorfall und den dramatischen Tod zersplitterte der Hamburger CCC. Im Film wird leider nur am Rande gezeigt, wie Wau Holland mit der Krise im Computerclub umging, und es wird nicht thematisiert, wie ihn die Vorfälle belasteten. Die letzten 20 Minuten widmen die Filmmacher Wau Hollands Vermächtnis. Dabei verlieren sie aber den Fokus, indem sie zu viele Themen nur anschneiden.

„Alles ist eins. Außer der 0.“ zeigt, wie aus einer Gruppe chaotischer Bürgerrechte ein Verein wurde, der sich bis heute für zivilgesellschaftliche Werte einsetzt, und bringt dem Zuschauer einen der Mitgründer näher.

(ako@ct.de) ct

**Website zum Film:** [ct.de/yw1h](http://ct.de/yw1h)



**Die CCC-Gründer**  
Steffen Wernéry  
(links) und Wau  
Holland (rechts)  
machten 1984 mit  
einem Hack des  
vorgeblich sicheren  
BTX-Systems Furore.



Authorised  
Reseller

# GRAVIS Abo. Einfach alles drin.

Die smarte  
Alternative  
zum Kauf



## Entdecken Sie das GRAVIS Abo für Apple Produkte

Statt zu kaufen, können Sie Apple Produkte jetzt abonnieren. Das ist einfach, nachhaltig und erstaunlich günstig. Also worauf warten? Abo starten!



Mehr Informationen unter:  
[grav.is/gravis-abo](http://grav.is/gravis-abo)

GRAVIS

GRAVIS Computervertriebsges. mbH, Ernst-Reuter-Platz 8, 10587 Berlin | \*Ein Angebot unseres Kooperationspartners der C2 Circle GmbH, Sonnenstraße 31, 80331 München. Feste Miet-Vertragslaufzeit von 24 Monaten für iPhone und Apple Watch oder 36 Monaten für iPad und Mac – abhängig von Ihrer Auswahl. Der Mietpreis/Monat ist inkl. MwSt. und Versandkosten und abhängig von Ihrer Auswahl, z.B. 9,50 € Mietpreis/Monat für ein iPod, WiFi, 32 GB. AirPods und weiteres Apple Zubehör als Ratenkauf erhältlich (keine Miete). Vorbehaltlich Bonitätsprüfung. Weitere Informationen unter: [grav.is/gravis-abo](http://grav.is/gravis-abo)

© Copyright by Heise Medien.

# Tux im Sandkasten

## Linux-Kernel 5.13 mit mehr Angriffsschutz

**Die jüngste Version des Linux-Kernels ist mit zusätzlichen Sicherheitsfunktionen ausgestattet, die teilweise von Android übernommen wurden. Außerdem läuft Linux mit Version 5.13 erstmals rudimentär auf Apples M1-Systemen. Aber es wandert auch ein potenziell riskantes Feature in den Linux-Kernel.**

Von Oliver Müller

Linux 5.13 ist da. Damit lässt sich der Kernel erstmals auch für den neuen ARM-basierten, aber Apple-spezifischen Prozessor M1 kompilieren. Linux 5.13 läuft somit grundsätzlich auf den neueren Mac Mini, MacBook Pro und MacBook Air. Damit ist Apples eigene ARM-Hardware zwar im Mainline-Kernel angekommen, aber für den produktiven Einsatz ist Linux auf dieser Plattform noch nicht geeignet. Zum Beispiel gibt es noch keine Treiber für die M1 GPU.

### Sicherer Kernel mit CFI

Die ursprünglich aus dem Android-Kernel stammende Control Flow Integrity (CFI) ist nun Teil des Mainline-Kernel, dank Vorarbeiten in Linux 5.12. CFI soll den Kernel vor dem Umlenken des Programmflusses bei indirekten Funktionsaufrufen und manipulierten Rücksprungadressen schützen. Es ist ein weiterer Baustein, um das Einschleusen von Schadcode in andere Prozesse zu verhindern.

Um Manipulationen zu erkennen, prüft CFI die Funktionsadresse vor dem Aufruf und die Rücksprungadresse vor dem Rücksprung. Abweichungen der Adressen quittiert das System mit einem Kernel-Panic und bricht den Vorgang ab. CFI ist aktuell auf ARM64 beschränkt. An der Unterstützung für x86-Architekturen (32 und 64 Bit) wird noch gefeilt.

### Kernel-Funktionen direkt in eBPF nutzen

Der einst als Firewall-Technik gestartete Extended Berkeley Packet Filter (eBPF) stellt heute einen Interpreter dar, der es erlaubt, Programme aus dem Userspace zu laden und im Kernel-Kontext ablaufen zu lassen. Der bisher restriktive Zugang zu Kernel-Funktionen wurde für eBPF in Linux 5.13 gelockert. Dabei operiert der neue Mechanismus am Kernel-ABI vorbei.

Ausgangspunkt hierfür war die TCP Congestion Control im eBPF, die Überlast auf dem Netzwerk verhindern soll. Hierzu kommen ausgefeilte Algorithmen zum Einsatz, die im Kernel-Code beheimatet sind. Da eBPF auf benötigte Kernel-Funktionen nicht zugreifen durfte, reimplementierten Entwickler diese Funktionen noch mal in eBPF. So entstand eine „Parallelwelt“. Um diese Redundanz aufzulösen, wurde der neue Mechanismus geschaffen, der es eBPF-Programmen erlaubt, solche Kernel-Funktionen zu verwenden. Damit das nicht in einen Freibrief für alle eBPF-Programme ausartet, muss auf der Kernel-Seite die jeweilige Kernel-Funktion für die betroffenen eBPF-Programmtypen freigegeben werden. Wenn ein eBPF-Programm eine Kernel-Funktion aufrufen will, startet der eBPF-Verifier die hinterlegte Prüffunktion, in der Entwickler frei eigene Regeln definie-

ren können. Aktuell nutzen diesen Mechanismus nur Congestion-Control-Programme für die Kernel-Funktion `tcp_slow_start()`.

Aber die Deklaration der erlaubten Funktionen im eBPF-Programm ist problematisch. Ruft ein eBPF-Programm eine Kernel-Funktion mit falschen Parametern auf, kann das zu logischen Fehlern bis hin zum Kernel Panic führen. Ob das der jeweilige C-Compiler im Vorfeld bemängelt, bleibt vom Einzelfall abhängig. Sicherer wäre hier ein klarer Weg über das Kernel-ABI. Außerdem gibt es Sicherheitsbedenken. Bislang war starr geregelt, was ein eBPF nutzen darf. Jetzt kann theoretisch fast das gesamte Kernel-Repertoire geöffnet werden. Es ist fraglich, ob das eBPF-System dieses breite Spektrum von Zugriffen ausreichend überprüfen kann.

### Sandbox für Anwendungen

Nach über fünf Jahren Entwicklungszeit hält außerdem Landlock als „Linux Security Module“ (LSM) Einzug in den Kernel. Es ermöglicht Sandboxen im Userspace anzulegen, etwa um Applikationen oder Systemdienste einzuschränken. Dessen Entwickler Mickaël Salaün erwartet, dass Sandbox-Tools wie Minijail, Firejail, aber auch Flatpak von Landlock profitieren.

Ursprünglich setzte Landlock auf eBPF und die Kernel-Funktion `seccomp()`. Das erwies sich als zu unflexibel, da sich damit nicht gezielt einzelne Systemaufrufe blockieren ließen. Statt die Systemaufrufe zu filtern, schränkt Landlock nun mit eigenen Mechanismen den Zugriff auf Kernelobjekte ein, beispielsweise auf die Dateihierarchie. Bei Bedarf können Sandbox-Prozesse weiterhin mit eBPF und `seccomp()` zusätzlich beschnitten werden.

(ktn@ct.de) ct



Linux 5.13 lässt sich erstmals für Apples M1-Prozessoren kompilieren und auf diesen starten.

# IT FÜR DIE INDUSTRIE. MADE IN GERMANY.



Industrie-Prozesse digitalisieren mit  
spezialisierter High-End Hardware.  
Jetzt mehr erfahren:

[exone.de/  
ct15](http://exone.de/ct15)



individuelle, passgenaue  
inhouse Assemblierung



Sicherheit und Qualität  
für höchste Ansprüche



persönlicher, kompetenter  
Ansprechpartner

Unsere Industrie IT Marken

**calmo**  
Industrial IT made in Germany

**Pokini**  
IT for rough environments

Unsere Business IT Marke

**exone®**  
IT für Unternehmen

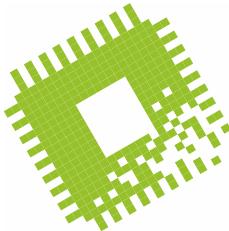
Sie sind auf der Suche nach einem zuverlässigen Partner um das Sortiment Ihres Systemhauses zu erweitern oder um ein IT-Großprojekt umzusetzen? Dann lassen Sie sich von uns überzeugen.

**07322 96 15 - 288 | [www.extracomputer.de](http://www.extracomputer.de) | [info@extracomputer.de](mailto:info@extracomputer.de)**

EXTRA Computer GmbH · Brühlstraße 12 · 89537 Giengen | Irrtum und Änderung vorbehalten. Nur solange der Vorrat reicht.



# Bit-Rauschen



## Wirrwarr um Prozessoren für Windows 11, CPU-Bugs und Superrechner

**Windows 11 verlangt einerseits relativ junge Prozessoren, läuft andererseits aber auf einem Raspberry Pi. Intel schaltet per Microcode-Update CPU-Funktionen ab. Ein europäisches Supercomputer-Projekt scheitert an Zwist.**

Von Christof Windeck

Windows 11 sorgt für Gesprächsstoff und wie bei früheren Windows-Generationswechseln sind die Hardware-Mindestanforderungen unverständlich. Beim mindestens nötigen Prozessor stiftet Microsoft mit langen Typenlisten Verwirrung, vor allem bei den AMD-Typen: Ein Ryzen 52500U der Generation Zen reicht demnach nicht, aber der schwächere Athlon 3000G – wieso? Vermutlich lässt sich Windows 11 am Ende doch wieder auch auf älteren Systemen installieren und auch auf welchen ohne Trusted Platform Module (TPM 2.0), siehe die Seiten 3 und 180. Dafür spricht jedenfalls, dass es sogar mit einem Raspberry Pi 4 klappt (siehe S. 32).

Intel überraschte mit dem Abschalten von Funktionen per Microcode-Update wie den Transactional Synchronization Extensions (TSX), um bei einigen Prozessoren eine ältere Sicherheitslücke zu schließen. Weil TSX nur bei speziell dafür angepasster Datenbanksoftware Vorteile verspricht, ist das kein wesentlicher Nachteil. Doch TSX war nicht die einzige Funktion, die Intel per Microcode-Update deaktivierte, sondern bei einigen wenigen CPU-Typen auch die undocumented Funktion „Hardware Zero Store“, die das Überschreiben von Datenfeldern im RAM besonders schnell erledigt, sofern es sich dabei nur um Nullen handelt. Weil folglich das Überschreiben mit Nullen schneller

geht als mit anderen Werten, reagiert der Prozessor je nach Inhalt der verarbeiteten Daten unterschiedlich schnell. Das wiederum lässt sich theoretisch als Seitenkanal (Timing Side Channel) missbrauchen, um Informationen über Daten zu erheischen, die die CPU gerade schreibt.

Der Software-Performance-Experte Travis Downs hatte dieses Verhalten entdeckt und an Intel gemeldet. Er zeigte sich in seinem Blog (siehe [ct.de/yuzx](http://ct.de/yuzx)) jedoch überrascht, dass Intel die nur als „niedriges“ Sicherheitsrisiko eingestufte Sicherheitslücke CVE-2020-24512 durch Abschalten der Funktion stopfte. Downs wirft die Frage auf, ob man wirklich jede noch so winzige Lücke schließen muss.

### Auch Intel mit Super-Cache?

Anfang Juni hatte AMD kommende Ryzen-Varianten mit riesigem „3D V-Cache“ angekündigt, die vor allem Gaming-Rechner auf Trab bringen. Sie könnten Ende des Jahres als Ryzen 5000 XT oder auch 6000 kommen, siehe das Bit-Rauschen in c't 14/2021. Angeblich plant Intel Ähnliches, und zwar für die Core-i-Generation „Raptor Lake“, die Mitte 2022 auf „Alder Lake“ folgen dürfte; letztere ist im Herbst als Core i-12000 zu erwarten. Vielleicht kommt Alder Lake zusammen mit Windows 11, weil das neue Windows angeblich besser mit hybriden Prozessoren umgehen kann: Alder Lake wird ja besonders starke

mit besonders effizienten Rechenkernen kombinieren.

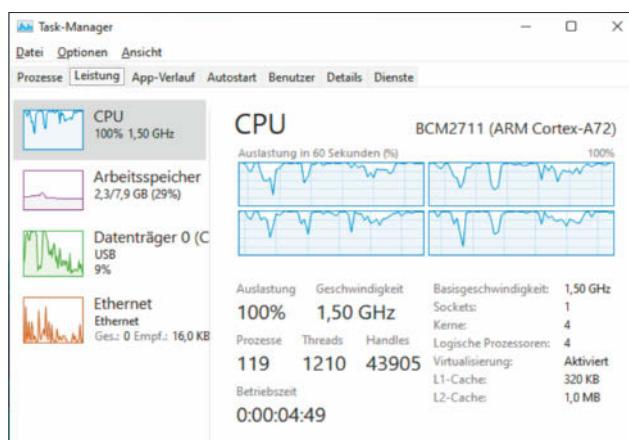
Jetzt zauberte AMD überraschend das „AMD 4700S Desktop Kit“ aus dem Hut, ein Mini-ITX-Mainboard mit einem Octo-Core-Prozessor und 16 GByte GDDR6-RAM (siehe S. 34). Es handelt sich um die Wiederverwertung von Chips, die eigentlich für die Spielkonsole PS5 gefertigt wurden, aber deren Grafikeinheit nicht wie vorgesehen funktioniert. Vermutlich will AMD damit einen kleinen Beitrag zur Abmilderung der Halbleiter-Knappheit leisten.

### Supercomputer-Wirren

Auf der aktuellen Top500-Liste der 500 schnellsten Supercomputer (siehe S. 53) kratzt AMD mit 48 Epyc-Systemen an der 10-Prozent-Marke; bis zur 58. Top500-Liste im November könnte sie überschritten sein. Doch nicht alle Supercomputer-Projekte laufen glatt: Schon Ende 2020 sollte eigentlich beim Barcelona Supercomputing Center (BSC) der 200-Petaflops-Boliden Mare Nostrum 5 an den Start gehen. Doch die 2019 erfolgte Ausschreibung wurde im April 2021 ohne Ergebnis beendet. Laut der US-Website Politico konnte sich das von der EU und mehreren Einzelstaaten gemeinsam finanzierte Konsortium nicht auf ein Angebot einigen: Spanien favorisierte demnach den Vorschlag von IBM und Lenovo, der am meisten Performance versprach. Unter anderem Frankreich pochte hingegen auf einen höheren Anteil von EU-Zulieferern, was angeblich das Angebot der französischen Firma Atos versprach. Das zeigt, wie konflikträchtig die grundsätzlich gute Idee ist, die digitale Souveränität in der EU zu fördern.

(ciw@ct.de) c't

**Bit-Rauschen als Audio-Podcast:  
[ct.de/yuzx](http://ct.de/yuzx)**



**Ungewohnter Anblick:**  
Windows 11 läuft auf  
einem Raspberry Pi 4,  
also auf den vier ARM-  
Prozessorkernen des  
Broadcom BCM2711.

# Sparsame Mini-PCs und Mainboards mit zwei Netzwerk-Buchsen

**Die kompakten Rechner Asrock NUC 6000 Box und iBox 6000 eignen sich gleichermaßen für Industrie- und Heim-Anwendungen. Zudem verkauft der Hersteller die darin enthaltenen Boards im UCFF-Format auch einzeln.**

Für Embedded-Systeme und Billigrechner bietet Intel seit einigen Monaten die sparsamen 10-Nanometer-Prozessoren der Serien Atom x6000, Celeron J/N6000 und Pentium J/N6000 „Elkhart Lake“ an. Sie stecken unter anderem im Barebone



Bild: Asrock

Aufgrund des 10-Watt-Prozessors Celeron J6412 kommt der Mini-PC Asrock iBOX-J6412 ohne Lüfter aus.

NUC 6000 Box von Asrock Industrial, der sich als Medienzuspieler oder sparsamer Surf-PC einsetzen lässt. Ausgestattet ist er mit den Quad-Cores Celeron J6412 (2,0 GHz, Turbo: 2,6 GHz) oder Pentium J6426 (2,0/3,0 GHz). Der rund 11 × 12 × 5 Zentimeter große Rechner ist unter anderem mit Dual-Gigabit-Ethernet, HDMI 2.0b, DisplayPort 1.4 und je 2 × USB-A und USB-C (10 GBit/s) ausgestattet. Über ein mitgeliefertes Blech lässt er sich per Vesa-Mount zum Beispiel auf der Rückseite eines Monitors befestigen.

Der Mini-PC iBox 6000 ist alternativ auch mit den CPUs Atom x6211E, Atom x6413E oder Atom x6425E erhältlich, die das RAM per ECC gegen Fehler schützen können. Als Besonderheit kommt er ohne Lüfter aus, stattdessen dient das Metallgehäuse mit Kühlrippen als Prozessorkühler. Alle erwähnten Barebones nehmen zwei DDR4-SODIMMs sowie eine M.2-SSD mit SATA- oder PCIe-Interface auf. Asrock bietet die verwendeten Mainboards auch separat an, sodass man sie in ein Gehäuse anderer Hersteller einbauen oder in Maschinen integrieren kann.

(chh@ct.de)

## Kurz & knapp: Hardware

Für High-End-PCs bietet Corsair die **Tower-Gehäuse** der Serie 7000D an, die bis zu 12 Lüfter aufnehmen. Das Corsair 7000D Airflow mit offener Front kostet 260 Euro. Für das iCue 7000D mit per Software veränderbaren RGB-Leuchteffekten verlangt der Hersteller 330 Euro.

AMD und Nvidia haben den **Treiber-Support für ältere Windows-Versionen eingestellt** und beschränken sich auf Windows 10 und 11. Zudem gibt es künftig keine Treiber-Updates mehr für GeForce-Karten vor der Maxwell-Generation, die 2014 erschienen ist. AMD setzt den Schnitt rund ein Jahr später an und bietet aktualisierte Treiber nur noch für Radeon RX 400 und neuer an.

Die **Gehäuselüfter** Lian Li Uni Fan AL120 RGB lassen sich über ein Stecksystem miteinander verbinden, über das zugleich auch Strom- und PWM-Signal übertragen werden. Inklusive einem Hub-Controller kostet das Dreierpack 85 Euro.

## Mini-ITX-Board mit Playstation-Prozessor

Nicht jedes der rund 300 mm<sup>2</sup> großen Halbleiter-Dies für den Kombiprozessor der Spielekonsole Sony Playstation 5 läuft fehlerfrei vom Band. Chiphersteller AMD lötet teilaktive Chips mit abgeschalteter GPU auf ein Mini-ITX-Board und verkauft diese als **4700S Desktop-Kit**. Der Prozessor mit acht Zen-2-Kernen arbeitet mit bis zu 4 GHz Taktfrequenz.

Weil die vergleichsweise leistungsstarke RDNA2-Grafikeinheit abgeschaltet ist, benötigt man jedoch zwingend eine Grafikkarte. Für diese stellt die 4700S-CPU am PEG-Slot allerdings nur 4 statt der sonst üblichen 16 PCIe-2.0-Lanes bereit. Dadurch werden leistungsfähige Grafikkarten stark ausgebremst. In Deutschland bietet beispielsweise EXO Gaming Komplett-PCs mit dem AMD 4700S sowie Grafikkarten vom Typ GeForce GT 1030, Radeon RX 550 und

GeForce GTX 1650 an, die je nach Ausstattung zwischen 500 und 800 Euro kosten. Der AMD 4700S steht nicht auf der Microsoft-Liste der von Windows 11 unterstützten Prozessoren. (chh@ct.de)



Bild: AMD

Teildefekte Playstation-Chips verkauft AMD als aufgelöste PC-Prozessoren ohne integrierte GPU.

## 3DMark misst CPUs

UL hat für den Grafikbenchmark 3DMark ein Update bereitgestellt, das die Prozessorleistung misst. Im Unterschied zum Rendering-Benchmark Cinebench R23, der standardmäßig nur die Performance bei Last auf allen Kernen und mit einem Thread misst, verwendet das **3DMark CPU Profile** auch Zwischenstufen mit 2, 4, 8 und 16 Threads. Das kommt der Realität von vielen Programmen und 3D-Spielen näher, die moderne Prozessoren nur teilweise auslasten.

Während des Durchlaufs protokolliert das CPU Profile Kerntemperatur und Taktfrequenz, sodass sich damit beispielsweise thermisches Drosseln feststellen lässt. Das sogenannte CPU-Profile verteilt UL als Gratis-Update für die kostenpflichtige Advanced und Professional Edition des 3DMark, der Windows 10 in der 64-Bit-Version voraussetzt. (chh@ct.de)

# Multigig-Netzwerktester

**Kupfer-Ethernet-Verbindungen oberhalb der Gigabit-Grenze finden immer mehr Verbreitung. Trend Networks hat dafür gleich vier Prüfgeräte aufgelegt.**

Trend Networks bietet mit der Signaltek-10G-Serie professionelle Tester für Multi-gigabit-Netzwerke. Sie besteht aus vier Testern mit Touchscreen (Modelle CT, FT NT, Pro) für 100 MBit/s, 1, 2, 5 sowie 5 und 10 GBit/s. Per optionalem SFP+-Modul prüft das FT-Modell Glasfaserverbindungen mit 1 und 10 GBit/s.

Die Basisfunktionen sind die Geschwindigkeitsaushandlung, Ermittlung der Brutto- und Nettodatenrate, Suche nach Verdrahtungsfehlern und die Kabelsuche mit einem induktiven Empfänger. Das Prüfen der Energieversorgung übers LAN-Kabel, Power-over-Ethernet bis 802.11bt (PoE++), ist ebenso an Bord; dabei messen die Monitore auch die tatsächlich verfügbare Leistung. Das glasfaserfähige Gerät weist zudem den Sendee- und Empfangspegel am optischen Anschluss aus.

Die Modelle NT und Pro enthalten darüber hinaus Diagnosefunktionen für höhere Netzwerkebenen: Sie können die Schnittstellendatenrate festsetzen, die Schnittstellenzuverlässigkeit über längere

Zeit protokollieren und Paketverlust, Jitter sowie Laufzeit messen. VLAN-, CDP-, LLDP- und EDP-Unterstützung sowie Ping-Tests, Traceroute und ein IPv4-Scanner haben diese Modelle auch.

Die Signaltek-10G-Serie ist ab sofort erhältlich: Das Basismodell CT kostet rund 3800 Euro; das um Glasfaser erweiterte FT liegt bei 6700 Euro. Die protokollmäßig besser ausgestatteten Modelle NT und Pro kosten 4700 beziehungsweise 8000 Euro. (amo@ct.de)

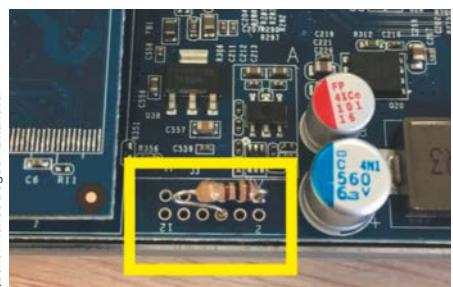


Bild: Trend Networks

**Die portablen Signaltek-10G-Netzwerktester von Trend Networks richten sich an Netzwerktechniker und prüfen Multi-gigabit-Verbindungen auf Glas- und Kupferleitungen; einen PDF-Bericht gibts obendrein.**

## Mehr NAS-Ausfälle durch Clock-Bug

Intels Atom-C2000-Prozessoren in Embedded-Systemen wie Netzwerkspeichern (NAS) oder Firewalls tendieren dazu, **nach längerer Betriebszeit wegen eines Bugs in der Taktzeugung nach einem Kaltstart nicht mehr anzulaufen** (ct.de/ycat).



Quelle: Marius Bogdan Lixandru

**Bei nicht mehr bootenden Netzwerkspeichern mit bestimmten Celeron-Prozessoren soll ein auf den Debug-Header gelöteter Widerstand dafür sorgen, dass sie wieder starten.**

Ein ähnlicher Effekt scheint aktuell vermehrt NAS mit Celeron-Prozessoren der Serien J1800/1900 und J3355/3455 zu treffen. Solche CPUs stecken etwa im QNAP TS-451 oder Synology DS218+.

Viele dieser Netzwerkspeicher haben längst die freiwillige Garantie hinter sich, sodass die Hersteller sie nicht mehr reparieren. Bei solchen Modellen scheint ein Workaround mit einem nachbestückten 100-Ohm-Widerstand zu helfen (ct.de/ycat). Wir konnten das mangels defektem NAS nicht ausprobieren, doch der Vorschlag erscheint plausibel. Falls Ihr Netzwerkspeicher mit einem Celeron-Prozessor der genannten Serien läuft, sollten Sie spätestens jetzt regelmäßige Backups machen, bevor es zum Ausfall kommt und bevor Sie den Reparaturversuch wagen. (ea@ct.de)

**Reparaturtipps:** ct.de/ycat

## Kurz & knapp: Netze

Western Digital (WD) lässt bei älteren Netzwerkspeichern seiner My-Book-Live-Serie einen Bug weiterleben, der schon seit mehreren Jahren Angriffe aus der Ferne ermöglicht, aber erst jetzt in der Praxis auffiel (ct.de/ycat). Die als CVE-2018-18472 geführte Sicherheitslücke soll bei vielen Eignern zum kompletten Datenverlust geführt haben, aber **WD will die Firmware nicht verbessern**. Falls Sie ein betroffenes Modell besitzen, sollten Sie es vom Internet trennen (UPnP im Router abschalten, eingerichtete Portfreigaben löschen) oder außer Dienst stellen.

Bintec elmeg will zwei **Access-Points für Wi-Fi 6** ins Lieferprogramm aufnehmen: Das Mitte des dritten Quartals für 392 Euro erhältlich werdende Modell W2022ax soll sich für eine mittlere Client-Dichte eignen (Büros, Hotels, Logistik). Es funkelt mit zwei MIMO-Streams in beiden Bändern gleichzeitig (2,4 GHz bis 600 MBit/s brutto, 5 GHz bis 1200 MBit/s). Die Variante W2044ax (713 Euro) verdoppelt das mit vier MIMO-Streams für hohe Teilnehmerdichten. Die APs lassen sich laut Hersteller lokal per Browser, von einem WLAN-Controller oder über die Bintec-Cloud verwalten.

Die Betriebssoftware **ADM 4.0 für Asustor-NAS-Geräte steht als Beta-Version bereit**. Darin sind wichtige Kernkomponenten aufgefrischt (Samba-Server, OpenSSL, Kernel 5.4, exFAT ohne Lizenz). Ferner wurden die Weboberfläche und die Suchfunktion überarbeitet.

Für Synology-Netzwerkspeicher, deren Herstellergarantie abgelaufen ist (siehe auch „Mehr NAS-Ausfälle durch Clock-Bug“), gibt es in Deutschland, Österreich und der Schweiz **unter der Marke SynoRepair einen NAS-Reparaturdienst** ([www.synorepair.com](http://www.synorepair.com)). Für 85 Euro beziehungsweise 90 Franken bekommt man einen Kostenvoranschlag für die finale Reparatur inklusive Ersatzteilen. Bei Auftragserteilung wird die Gebühr verrechnet.



# Funkregulierung: RED-Umsetzung contra Open Source

**Die EU-Kommission will die Funkanlagenrichtlinie RED mit neuen Vorschriften durchsetzen. Damit droht das Aus für Open-Source-Projekte wie Freifunk oder OpenWrt.**

Mit der EU-Richtlinie für Funkanlagen von 2014 schwebt ein Damoklesschwert über der Open-Source- und Maker-Szene. Aktuell arbeitet die EU-Kommission daran, Klauseln der Radio Equipment Directive (RED) mithilfe neuer Vorschriften erstmals durchzusetzen. Sie sollen die „grundlegenden Anforderungen für bestimmte Kategorien von Funkanlagen verbindlich“ vorschreiben. Ausnahmen seien allenfalls für spezifische Geräte geplant.

Stein des Anstoßes ist Artikel 3(3)i. Demnach müssen Funkanlagen Funktionen unterstützen, „mit denen sichergestellt werden soll, dass nur solche Software geladen werden kann, für die die Konformität ihrer Kombination mit der Funkanlage nachgewiesen wurde“. Kritiker befürchten, dass dadurch nur noch von Produzenten autorisierte Programme auf Geräten installiert werden dürfen. Das trifft alle Funkschnittstellen, nicht nur die in Routern, Smartphones, Tablets und Notebooks, sondern in allen Geräten.

„Die nationalen Behörden registrieren eine erhöhte Anzahl von Fällen der

Nichtkonformität von Funkanlagen, die auf das Aufspielen neuer Software nach dem Inverkehrbringen der Funkanlagen zurückzuführen sind“, verteidigt EU-Kommissar Thierry Breton den umstrittenen Artikel. Regulierungsexperten stärken ihm den Rücken: Es gelte, Funksysteme vor „Wildwuchs“ zu schützen.

Die Brüsseler Bürokraten wollten etwas definieren, „das in diesem Universum nicht funktioniert“, hält Guido Körber, Geschäftsführer des brandenburgischen Hard- und Softwarehauses Code Mercenaries, dagegen. „Das Device soll irgendwie selber herausfinden, ob die Software sich konform verhalten wird. Das ist natürlich nicht möglich, denn Gödels Unvollständigkeitstheorem steht nach wie vor unwidersprochen im Weg.“

Körber befürchtet sogar, dass mit weiteren Schritten zum Ausfüllen der Klausel „das gesamte Thema Funk in der EU erledigt ist“. Funkmodule seien ein wichtiger Faktor in Produkten von kleinen und mittelständischen Herstellern von Maschinen, Sensoren, Steuerungen, Gebäudeautomatisierung und vielen anderen Bereichen, führt Körber in einem Artikel für die Piratenpartei aus (siehe ct.de/y89x). Setze die Kommission ihre Pläne um, könnten „in Europa Maschinenbau und Elektronikindustrie den größten Teil der

**Mit neuen Vorschriften will die EU-Kommission die Umsetzung der Radio Equipment Directive erzwingen. Deren Artikel 3(3)i legt dann effektiv die Firmware nicht nur von WLAN-Routern in Ketten.**

drahtlos betriebenen Produkte nicht mehr herstellen“.

Auch die FSFE rechnet mit dem Schlimmsten: Die Kommission erkenne die Tragweite des Problems nicht, moniert Programmmanager Max Mehl. Mit einem delegierten Akt drohten noch tiefer einschneidende Regeln. Dabei habe die EU-Kommission schon bei ihrer ersten Konsultation viele kritische Kommentare bekommen (ct.de/y89x), unter anderem, dass Funk-Hardware künftig nur noch im Paket mit einer unveränderbaren proprietären Software der Hersteller verkauft werde. Die Freiheit zum Nutzen und Reparieren der Geräte wäre so massiv eingeschränkt. (Stefan Krempf/ea@ct.de)

**Ergänzende Informationen:** [ct.de/y89x](http://ct.de/y89x)

Der Kongress Deutschlands für IT- und Cyber-Sicherheit bei Staat und Verwaltung

PITS 2021

Panta Rhei – IT-Security by future

9.–10. September 2021, bcc Berlin

**PITS**  
 Public-IT-Security  
 2021  
[www.public-it-security.de](http://www.public-it-security.de)

Eine Veranstaltung des **Behörden Spiegel**

Foto: © istdecoret - stock.adobe.com

## Prima Klima

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

Wie funktionieren eigentlich Klimaberechnungen? Welche Modelle gibt es und wie unterscheiden sie sich? Einblicke in den Stand der Forschung geben das Deutsche Klima Konsortium (DKK) und das Konsortium Deutsche Meeresforschung (KDM) auf klimasimulationen.de.

Neueste Klimamodelle berücksichtigen nicht nur die Atmosphäre, sondern auch Einflüsse der Land- und Wasseroberfläche und des Eises. Je nachdem, wie fein die Netze mit Datenpunkten um den Globus gesponnen werden, rechnen selbst Supercomputer Monate an einer Simulation. Bis die Forscher alle Parameter optimiert und Modelle für aussagekräftige Ergebnisse verfeinert haben, können Jahre vergehen.



Die wissenschaftlichen Erklärungen sollen künftig auch in einem kostenlosen Printmagazin erhältlich sein, das man über die Webseite bestellen kann. Für August dieses Jahres haben DKK und KDM beispielsweise einen Artikel zu den Ergebnissen des Weltklimarats angekündigt, der die Erkenntnisse aus den neuesten Modellrechnungen erläutert. (hag@ct.de)

## Jenseits der Sternchen

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

Um das Gendern der Sprache ist ein Kulturmampf entbrannt. Doch egal, wie Sie dazu stehen, können Sie von den Tipps auf [www.genderleicht.de](http://www.genderleicht.de) profitieren. Der Journalistinnenbund gibt auf der Webseite konkrete Hilfestellungen, wie Sie Texte allgemeinverständlich und unkompliziert formulieren. Abseits unaussprechlicher Sonderzeichen sind es etwa oft typische Rollenklischees, die einem Text sein Potenzial rauben. Wer diese vermeidet, kann ein Publikum erreichen, das sich sonst kaum angesprochen oder gar herabgesetzt fühlt.

Dadurch gelingt Genderleicht ein kunstvoller Spagat. Kurze Wissensartikel erklären, warum „Gästin“ sinnvoll sein kann, eine „Mitgliederin“ aber Quatsch ist. Davon profitieren etwa Journalisten oder Beamte, die ihre Sprachgewandtheit verbessern und nicht Gefahr laufen wollen, Texte aufzublähen oder zu verkünsteln. Dabei ist es egal, ob sie von Vorgesetzten

zum Gendern angehalten wurden oder aber für sie selbst das generische Maskulinum keine Universalkraft besitzt.

(hag@ct.de)

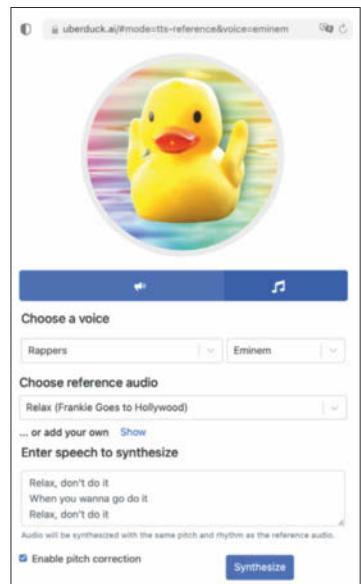
## Phrasendrescher

[überduck.ai](http://überduck.ai)

Wollen Sie mal hören, wie Eminem „Fly me to the Moon“ singt, oder SpongeBob eine Laudatio auf Sie hält? Auf der Webseite überduck.ai finden Sie eine spaßige Text-to-Speech-Engine, die Stimmen von Prominenten, Sängern, Cartoon- und Videospiel-figuren nachahmt. Dazu wählen Sie eine Stimme aus dem ständig wachsenden Menüangebot aus und geben einen englischen Text ein. Ein paar Sekunden später spielt die Seite eine passende Audiodatei ab, die Sie kostenlos herunterladen können.

Zur Anmeldung fragt Überduck nach einem Konto bei Google oder Discord. Über letztere Plattform kann man auch mit den Entwicklern chatten und das zugrunde liegende Neuro-rale Netz mit neuem Lernmaterial füttern. Jüngst erst hat Überduck einen Liedermodus eingeführt, bei dem die Charaktere den Text vorsingen.

Die Qualität der Ergebnisse schwankt. Die Audio-dateien werden mit 22 kHz und 16 Bit gerendert und sind oft mit Artefakten und Störgeräuschen durchzogen. Manche Stimmen imitiert die Software durchaus gut, andere lassen sich nur mit viel gutem Willen erkennen. Eine Verwechslungsgefahr mit den Originalen besteht nicht. Wer jedoch eine passende Zeile für ein Meme sucht, findet hier einen spaßigen Stimmengenerator, dessen Repertoire fortwährend wächst. (hag@ct.de)



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



**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.**

© Copyright by Heise Medien.



# Doppel-DSL

## Vodafone will für einen Anschluss zweifach kassieren



**Für einen physischen DSL-Anschluss sollte es auch nur einen Nutzungsvertrag geben können, denkt man als Kunde. Aber da hat man die Rechnung ohne Vodafone gemacht.**

Von Tim Gerber

Zum Ende des Sommersemesters 2020 zog Studentin Hanna G. in eine neue Wohnung. Die Vermieterin bot ihr an, ihren DSL-Vertrag für das Ein-Zimmer-Apartment bei Vodafone zu übernehmen. Hanna G. war einverstanden und füllte gemeinsam mit der Vermieterin die vorgesehenen Formulare aus. Beide unter-

schrieben und die Vermieterin wollte sie zu Vodafone senden.

Als Hanna G. am 1. November die Wohnung bezog, hatte sie noch keine Zugangsdaten erhalten und konnte den DSL-Anschluss mithin nicht nutzen. Sie wartete ein paar Wochen ab, aber als sich Mitte Dezember immer noch nichts getan hatte, rief sie am 14. Dezember beim Kundenservice von Vodafone an. Dort erfuhr sie, dass Unterlagen zu einer Vertragsübernahme nicht vorlägen. So fragte die Kundin, ob sie nicht den DSL-Vertrag aus ihrer vorherigen Wohnung in die neue Wohnung mitnehmen könne. Das wurde ihr bestätigt. Ausdrücklich wies Hanna B. den Kundenservice darauf hin, dass sich die ursprünglich geplante Übernahme des Vertrages der Vermieterin damit erledigt habe. Die Umstellung funktionierte nun reibungslos und schon wenige Tage später

konnte Hanna G. in ihrer Wohnung den DSL-Anschluss zum Surfen und Telefonieren nutzen.

Den ganzen Vorgang hatte die Studentin schon fast wieder vergessen, als ihr Anfang Mai ein Brief von Vodafone in den Briefkasten flog. Darin bestätigte der Provider, dass der Vertrag mit der Vermieterin nun ab dem 1. Mai 2021 auf ihren, Hanna G.s Namen fortgeführt werde und ein Jahr, also bis zum 8. April 2022, laufen solle. Postwendend teilte Hanna G. dem Provider per E-Mail vom 7. Mai mit, dass sie dem Vorgang widerspreche. Sie wohne jetzt bereits seit November in der Wohnung und nutze dort bereits einen DSL-Anschluss von Vodafone. Einen zweiten benötige sie nicht. Ihre Vermieterin habe seinerzeit die Übernahmeformulare offenbar nicht wie vereinbart abgeschickt, wovon sie aber nichts wusste. Ebenso

wenig hatte sie Kenntnis davon, dass die Vermieterin die Formulare nun offenbar im April doch noch an Vodafone gesandt hatte.

## Ewig gebunden

Die Antwort von Vodafone dauerte 10 Tage und war enttäuschend: „Nach Prüfung unseres Systems müssen wir Ihren Widerruf ablehnen. Das Formular ist vollständig ausgefüllt und mit beiden Unterschriften versehen. Die Vertragsübernahme ist rechtskräftig.“ Mit anderen Worten bestand der Provider darauf, dass die Studentin mindestens ein Jahr nun für zwei DSL-Anschlüsse in ihrem Apartment zahlen solle, obwohl nur ein einziger Anschluss vorhanden war. Ganz abgesehen davon, dass die Kundin für zwei Anschlüsse gar keinen Bedarf hatte.

In der Hoffnung, bei Vodafone doch noch ein Einsehen zu erwirken, schrieb Hanna G. ihrem Provider am 28. Mai eine weitere E-Mail, in der sie den Sachverhalt nochmals schilderte und darauf hinwies, dass ihre Unterschrift unter dem Übernahmeantrag schon ein halbes Jahr alt sei und dass sie bei Übernahme ihres Vertrages im Dezember ausdrücklich darauf hingewiesen habe, dass sich diese damit erledigt hätte. Ihr sei von ihrem Gesprächspartner bestätigt worden, dass dies im Kunden- system von Vodafone hinterlegt wurde.

Doch auch davon ließ sich Vodafone nicht beeindrucken. Ganz im Gegenteil schickte man der Kundin bereits am 9. Juni eine Rechnung über 59,90 Euro zuzüglich 2,80 Euro Mahnkosten für den Mai. Damit nicht genug, wollte Vodafone nun auch noch für die Monate zuvor 250,25 Euro, ohne dass aus der Rechnung ersichtlich wäre, worauf sich diese Forderung genau stützte und für welchen Zeitraum sie erhoben wurde. Offenbar versuchte Vodafone nun, sich an Hanna G. für Forderungen schadlos zu halten, die ihre Vermieterin dem Konzern womöglich schuldete, weil sie die Übernahmeformulare für ihren Vertrag nicht rechtzeitig abgeschickt hatte. Dafür sollte nach Vorstellungen von Vodafone nun die Studentin Hanna G. auftreten und bis Ende Juni zusätzlich zu ihren bisherigen DSL-Kosten weitere 324,33 Euro berappen, die folgenden zehn Monate dann jeweils knapp 60 Euro.

In einem weiteren Mahnschreiben vom 14. Juni bekräftigte Vodafone die Forderungen. Demnach sollten angebliche offene Forderungen an die bisherige Vertragspartnerin, also die Vermieterin, seit

November von Hanna G. übernommen werden. Die 250,25 Euro sollte sie nun unverzüglich überweisen. Für dieses Schreiben werde man von ihr mit der nächsten Rechnung 2,80 Euro Mahnkosten erheben. Auf die E-Mail der Kundin vom 28. Mai wiederholte Vodafone mit Antwort vom 23. Juni sein Mantra von der angeblich gültigen Unterschrift auf dem Formular.

Bereits am 25. Juni erhielt Hanna G. ein E-Mail-Schreiben mit dem Absender kundenbetreuung@kohlg.de. Darin stellte sich das Inkassounternehmen als Vertreter von Vodafone vor und teilte der verblüfften Kundin mit, dass sie sich umgehend dort melden solle: „Hierbei geht es um die bisher unbeantwortet gebliebene Korrespondenz zu dem am 08.04.2019 geschlossenen Vertrag. Konkret geht es unserer Mandantin unter anderem um eine von ihr zum 07.05.2021 geführte Position.“ Ganze drei Wochen, nachdem man der bis dahin ahnungslosen Kundin eine erste Rechnung präsentiert hatte, schaltete Vodafone also bereits ein Inkassounternehmen ein.

Da Hanna G. inzwischen einen Aufenthalt in einem Krankenhaus absolvierten musste, wandte sich ihr Vater, c't-Leser Stefan G., am 25. Juni an die Redaktion. Zuvor hatte er noch erfolglos versucht, mit dem Kundenservice zu telefonieren. Dort habe man zwar eingesehen, dass im Falle seiner Tochter mehrere Fehler gemacht wurden und die Vertragsübernahme eigentlich nicht hätte stattfinden dürfen, schilderte uns Stefan G. Von den Forderungen sei man jedoch nicht abgewichen, wollte keinen der Verträge stornieren und hätte weiterhin mit einem Inkassoverfahren gedroht.

Wir fragten am 28. Juni bei der Pressestelle des Unternehmens an, wie man dort darauf gekommen sei, für einen physischen Anschluss zwei Verträge anzulegen und wollten vor allem wissen, wann und wie Vodafone denn beabsichtigte, die Gegenleistung zu erbringen, also der Studentin einen zweiten DSL-Anschluss zur Verfügung zu stellen.

## Offenkundig rechtswidrig

Eine Antwort darauf haben wir bis zum Redaktionsschluss nicht erhalten. Hanna G. erhielt jedoch am 1. Juli endlich die Nachricht vom Vodafone-Beschwerde- management, auf die sie von Anfang an ver-

geblich gehofft hatte: Bezug nehmend auf die Mitteilung der Kundin vom 28.5.2021 habe man den Fall nochmals geprüft und bestätige „hiermit selbstverständlich, dass der Businessvertrag rückabgewickelt wird. Das Formular zur Vertragsübernahme wurde am 20.10.2020 unterzeichnet, von Frau R. jedoch erst am 30.4.2021 eingereicht und ohne dies zu hinterfragen, dann Entsprechendes in die Wege geleitet.“ Die der Kundin gegenüber bereits geltend gemachten Forderungen seien gegenstandslos und auch das Inkasso werde eingestellt.

Hanna G. war sehr erleichtert, nachdem der Konzern sie zwei Monate lang mit horrenden Forderungen, Drohungen und sogar einem Inkassoverfahren terrorisiert hatte. Vodafone war auch gut beraten, dieses Treiben umgehend einzustellen. Denn das Vorgehen des Konzerns bis zu diesem Punkt war rechtswidrig. Schließlich kann der Antrag auf Abschluss eines Vertrages „nur bis zu dem Zeitpunkt angenommen werden, in welchem der Antragende den Eingang der Antwort unter regelmäßigen Umständen erwarten darf“ (§ 147 Abs. 2 BGB).

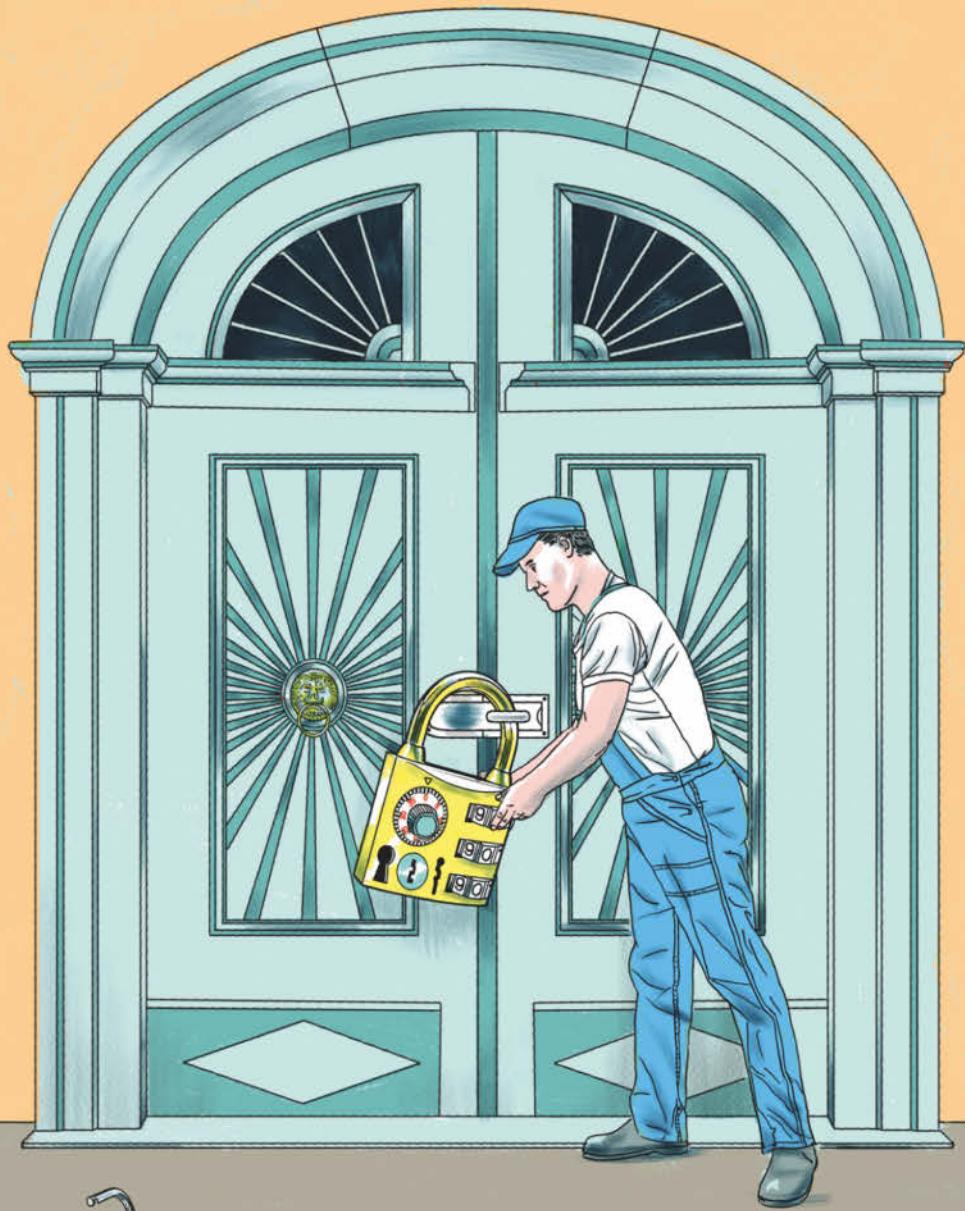
Die beiden Antworten, die der Kundenservice Mitte und Ende Mai Hanna G. gegeben hatte, waren so unverfroren wie falsch. Denn für die Wirksamkeit einer Unterschrift kommt es auch auf den Zeitpunkt an, zu dem diese erfolgt ist. Dass es hier buchstäblich eben nicht mit rechten Dingen zugegangen war und Hanna B. im Mai nicht mehr damit zu rechnen brauchte, dass man ihren Ende Oktober unterschriebenen Antrag seitens Vodafone Ende April des folgenden Jahres noch annehmen würde, lag auf der Hand. Sie hatte es den Konzern auch umgehend und wiederholt wissen lassen: im Dezember 2020 und zweimal im Mai 2021.

Der Fall zeigt, dass ein Eingreifen des Gesetzgebers dringend erforderlich ist. Kündigungen sollten bei Umzügen jederzeit mit zwei Wochen Frist möglich sein und die Vertragslaufzeiten gesetzlich auf deutlich unter ein Jahr gedeckelt werden. Schließlich sind viele junge Menschen mit schmalem Budget besonders gebeutelt, weil sie während Ausbildung und Berufseinstieg häufiger umziehen müssen und ihnen zudem oft die Erfahrung fehlt, sich gegen ungerechtfertigte Forderungen effizient zur Wehr zu setzen. (tig@ct.de) **ct**



# Türschloss- Upgrade

Wie Kryptosysteme auf Angriffe von  
Quantencomputern vorbereitet werden



**Die Zeit ist reif für Post-Quanten-Kryptografie ..... Seite 60**  
**Kryptoagil gegen hackende Quantencomputer ..... Seite 62**  
**Quantencomputer-sichere Kryptostandards ..... Seite 68**

# Obwohl es noch keine wirklich nützlichen Quantencomputer gibt, muss man sich schon jetzt vor ihnen schützen. Andernfalls steht ein böses Erwachen bevor, wenn leistungsfähigere Quantencomputer beginnen, die gängigen Public-Key-Verfahren zu brechen. Große Institutionen wie das US-amerikanische NIST arbeiten daher an neuen Standards für Quantencomputer-resistente Kryptosysteme.

Von Sylvester Tremmel

**D**ie von Lov Grover und Peter Shor entwickelten Algorithmen für Quantencomputer bedrohen gängige Verschlüsselungs- und Signaturmethoden. Besonders Shors Algorithmus stellt praktisch die gesamte Kommunikationssicherheit in der IT in Frage, weil er verbreitete asymmetrische Kryptosysteme bricht. Was man dazu braucht, ist ein leistungsfähiger, zuverlässiger Quantencomputer mit ausreichend Qubits. Experten schätzen, dass dazu bei weiter sinkender Fehlerrate eine Größenordnung von einer Million Qubits erforderlich ist, sozusagen ein Megaqubit.

Das mag moderat erscheinen, aber das Allerbeste, was die Forschung aktuell zu bieten hat, sind kapriziöse Prozessoren mit einigen Dutzend Qubits, die alles andere als zuverlässig funktionieren. Das klingt nicht nach einer unmittelbaren Gefahr. Aus einer ganzen Reihe von Gründen ist es trotzdem ratsam, sich schon jetzt um Post-Quanten-Kryptografie zu kümmern.

## Angriff aus der Zukunft

Der wichtigste Grund ist, dass Post-Quanten-Kryptografie etabliert sein muss, lange bevor es die ersten leistungsfähigen Quantencomputer gibt. Denn auch verschlüsselte Kommunikation kann aufgezeichnet werden – was verschiedene Akteure tatsächlich tun, um sie später zu analysieren. Kryptosysteme müssen also mehr können, als nur heute Angriffen mit aktuellen Methoden standzuhalten. Sie müssen auch

zukünftigen Angriffen widerstehen, die Hardware nutzen, die es heute noch gar nicht gibt. Idealerweise sollte eine Verschlüsselung für immer unknackbar sein, aber das kann kein System garantieren. In der Praxis verlieren die meisten Daten ihren Wert und ihre eventuelle Brisanz spätestens nach einigen Jahrzehnten, sodass Verschlüsselungssysteme nur für solche Zeiträume Sicherheit bieten müssen.

Ob es in zehn oder zwanzig Jahren leistungsfähige Quantencomputer geben wird, kann natürlich niemand mit Sicherheit sagen. Allerdings prognostizieren Unternehmen wie IBM oder Google, die an Quantencomputern forschen, durchaus solche Fortschritte. Das mag ambitioniert klingen, aber es ist nicht utopisch. Auch die Entwicklung klassischer Computer ist von exponentiellen

Steigerungen geprägt, wie sie auch das bekannte Moore'sche Gesetz beschreibt. Die Entwicklung und Verbesserung von Quantencomputern könnte ähnlich voranschreiten. Schon als reine Vorsichtsmaßnahme ist es daher höchste Zeit, sich um Post-Quanten-Kryptografie zu kümmern. Das gilt sowohl für die Erfinder und Stan-

dardisierer Quantencomputer-sicherer Kryptosysteme als auch für deren Anwender. An welchen Ideen erstere arbeiten und wann es erste Standards geben wird, erfahren Sie auf Seite 68.

## Nicht abwarten, sondern vorbereiten

Programmierer und Unternehmen, die Kryptosysteme einsetzen, müssen sich ebenfalls bereits Gedanken machen, statt abzuwarten, bis neue Standards verabschiedet sind. Um keine Zeit zu verlieren – die am Ende möglicherweise fehlt –, sollte man seine Krypto-Infrastruktur bereits jetzt auf die absehbare Entwicklung vorbereiten.

Das Problem wird dadurch verschärft, dass Kryptosysteme, die vor Quantencomputern sicher sind, aktuell verbreitete Methoden nicht einfach eins-zu-eins ersetzen können. Die neuen Verfahren haben andere Vor- und Nachteile und Gefahren, auf die man achten muss; ihre Schlüssel- oder Signaturgrößen unterscheiden sich, was Auswirkungen auf ihre Praktikabilität hat, und manche „Standardbausteine“ fehlen ganz: Zum Beispiel Quantencomputer-resistente Alternativen zum Diffie-Hellman-Schlüsselaustausch; daran wird geforscht, aber es ist kein solcher Standard abzusehen.

Unternehmen tun also gut daran, ihre Krypto-Infrastruktur flexibel zu halten, um neue Standards möglichst schnell und problemlos implementieren zu können. „Kryptoagilität“ lautet das zugehörige Stichwort. Ab Seite 62 erklären wir, was Unternehmen jetzt schon leisten können und sollten.

## »Kryptosysteme müssen auch zukünftigen Angriffen widerstehen, die Hardware nutzen, die es noch gar nicht gibt.«

## Fazit

Noch gibt es keine kryptografisch relevanten Quantencomputer. Aber wer versäumt, sich vorzubereiten, dem geht am Ende eventuell die Zeit aus, schließlich braucht

so manche Systemumstellung letztlich länger als veranschlagt. Und falls die Quantencomputer-Entwicklung doch langsamer vonstattengeht, hat man immerhin die eigene Infrastruktur auf Vordermann gebracht und kann beruhigt abwarten, was die Zukunft bringt.

(syt@ct.de) 

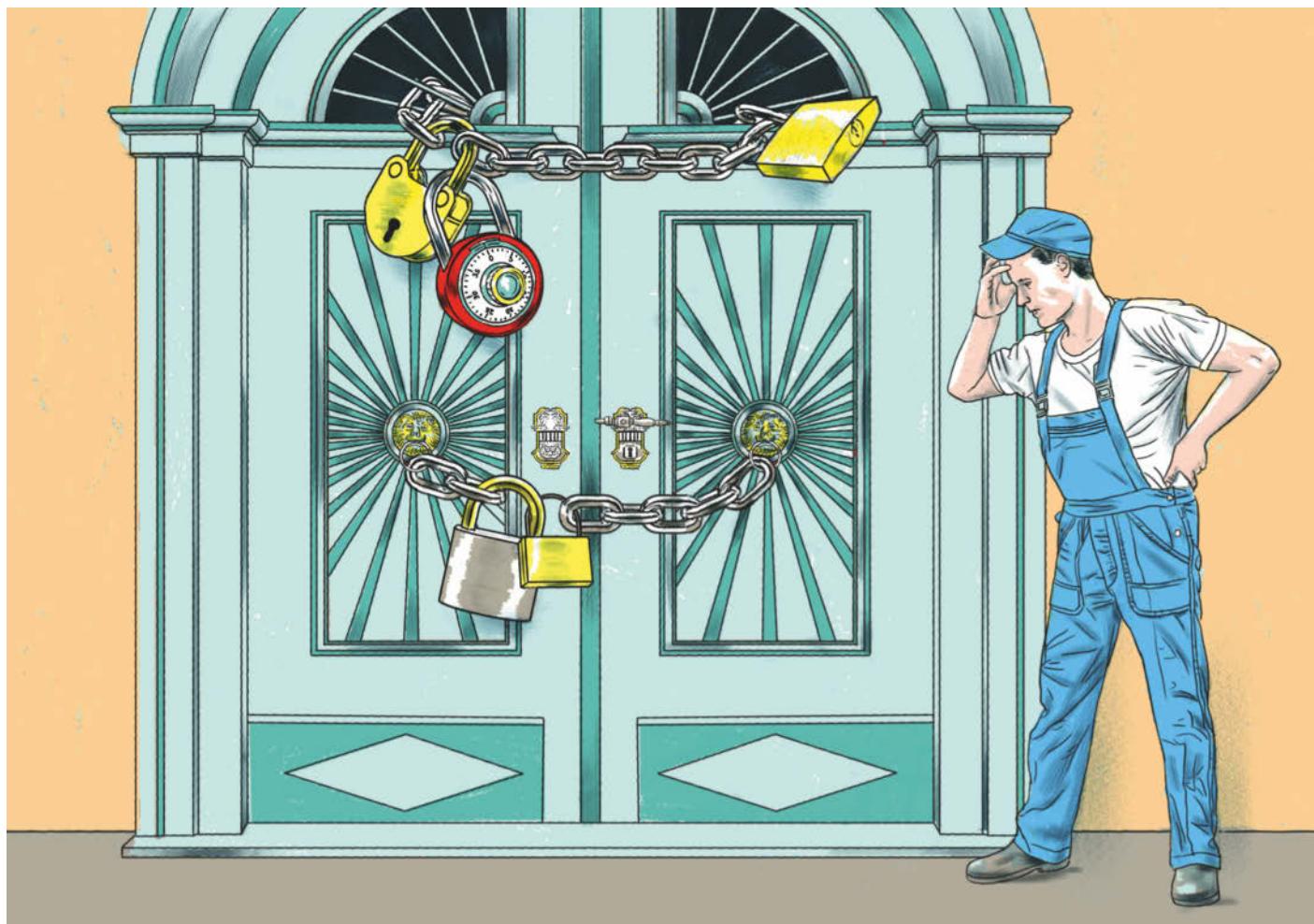


Bild: Thomas Kühnenbeck

# Sind wir sicher?

## Kryptoagil gegen hackende Quantencomputer

**Sobald Quantencomputer ein kryptografisch relevantes Level erreichen, können sie zahlreiche Verschlüsselungssysteme knacken. Die gesamte Public-Key-Infrastruktur ist dann gefährdet. Austauschbare Krypto-verfahren und hybride Schlüssel bieten Schutz.**

Von Arne Grävemeyer

**D**ie Entwicklung eines universellen Quantencomputers bedroht einen Großteil der derzeit eingesetzten Verschlüsselungsverfahren und insbesondere die Public-Key-Infrastruktur im Internet. Die sich daraus ergebenden Sicherheitsprobleme sind kaum absehbar, weil sie sehr viele Lebens- und Geschäftsbereiche betreffen. Digital signierte Objekte sind dann nicht mehr vor Manipulation sicher und ein einfaches Software-Update kann sich als Einfallstor für Trojaner entpuppen. Das betrifft private PCs genauso wie digital gesteuerte Industrieanlagen. Eingeschleuste Malware könnte Satelliten vom Himmel holen oder die Steuerung

von Flugzeugen und Autos manipulieren. Ein universeller Quantencomputer könnte kriminelle Banktransaktionen auslösen und mitgeschnittene Datenübertragungen entschlüsseln, seien es Unternehmensgeheimnisse oder Gesundheitsdaten. Nur die Umstellung auf Quantencomputer-resistente Verschlüsselungsverfahren, die sogenannte Post-Quanten-Kryptografie (Post Quantum Cryptography, PQC), kann diese Gefahren bannen.

### Wann startet der Angriff?

Das Knifflige an dieser Zukunftsvision ist, dass niemand weiß, wann ein derart leistungsfähiger Quantencomputer entwi-

ckelt und einsatzbereit sein wird. Im Bundesamt für Sicherheit in der Informations-technik (BSI) orientiert man sich für den Hochsicherheitsbereich an einem Szenario, wonach es Anfang der 30er-Jahre einen Verschlüsselung-brechenden Quantencomputer geben könnte. Ein fremder Geheimdienst könnte damit versuchen, das Land zu destabilisieren, oder ein Großkonzern auf die Jagd nach Geschäftsgeheimnissen gehen.

Beim BSI in der Abteilung Kryptotechnik und IT-Management beschäftigt man sich mit dem Schutz geheimer und streng geheimer Verschluss-sachen. Darunter fallen beispielsweise Spionageermittlungen, außenpolitische Verhandlungspositionen und vor allem militärische Alarmpläne. Manche dieser Staatsgeheimnisse sollen für 30 Jahre vertraulich behandelt werden. „Machen wir uns nichts vor“, sagt BSI-Mann Dr. Manfred Lochter, „für Unterlagen, die bereits verschlüsselt worden sind, ist es jetzt zu spät.“ Wenn man davon ausgeht, dass in zehn Jahren Quantencomputer im Einsatz sein können, und ein Angreifer noch herkömmlich verschlüsselte Geheimnisse abfangen und speichern konnte, dann ist für die der Zug abgefah- ren. Sie lassen sich nachträglich entschlüsseln. Dafür ist es allerdings entscheidend, dass der Angreifer auch die Schlüsselaus-handlung aufzeichnet hat.

### Diese Verfahren sind unsicher

Denn der schlüsselbrechende Quantencomputer macht einen deutlichen Unter-schied zwischen symmetrischer und asymmetrischer Verschlüsselung. Um symmetrische Verfahren wie etwa das ver-breite AES zu brechen, steht zwar der sogenannte Grover-Algorithmus zur Ver-fügung [1]. Doch selbst mit diesem Algo-rithmus und Quantencomputer-Power gelingt nur eine quadratische Beschleuni-gung gegenüber klassischer Computer-technik, wenn es darum geht, jeden denkbaren Schlüssel auszuprobieren. Das BSI rät daher, vom derzeit gängigen AES128 auf AES256 zu wechseln und damit die Schlüssellängen auf 256 Bit zu verdoppeln. So wird der Aufwand zum Brechen des Schlüssels wieder quadriert und die alte Sicherheit ist auch im Post-Quanten-Zeit-alter wiederhergestellt.

Diese Umstellung hat zudem keine be-sondere Eile: „Grover ist derzeit noch in weiter Ferne, denn dafür müsste ein Quan-tencomputer die berechnenden Qubits extrem lang kohärent halten“, erläutert Dr.

Daniel Loebenberger, Professor für Cyber-sicherheit an der TH Amberg-Weiden und Leiter Secure Infrastructure am Fraunhofer-Institut für angewandte und integrierte Sicherheit (AISEC). Genau in der begrenz-ten Kohärenz der genutzten Quantenzu-stände liegt aber eine Schwäche der heuti-gen Quantencomputer-Prototypen. Sehr tiefe Algorithmen mit beispielsweise  $2^{64}$  aufeinanderfolgenden Operationen sind damit auf lange Sicht nicht vorstellbar.

Die asymmetrischen Verschlüsse-lungsverfahren, die verbreiteten Schlüs-selaustausch- und Signaturverfahren und die gesamte heutige Public-Key-Infra-struktur im Internet stehen dagegen vor einer viel unmittelbareren Bedrohung: dem Shor-Algorithmus (siehe Seite 68). Derjenige, der den ersten kryptografisch relevanten Quantencomputer mit einer sechs- bis siebenstelligen Zahl fehlertoleranter Qubits zur Ver-fügung hat, kann Signaturen fälschen und Schlüsselverein-barungen knacken. Und mit erbeuteten Schlüsseln kann er dann sogar eine (sym-metrisch) verschlüsselte Datenübertra-gung abhören.

Ob Anwendern und Unternehmen noch Zeit bis Anfang der 30er-Jahre bleibt, um auf Quantencomputer-sichere Ver-schlüsselung umzustellen, weiß heute niemand. Es wird kein Memo geben, wenn der erste Quantencomputer beginnt, Ver-schlüsselungen zu brechen. „Es könnte theoretisch schon heute ein Quantencom-puter im Dienst einer fremden Regierung

Schlüssel knacken“, sagt Mario Galatovic, Vice President des Sicherheitsanbieters Utimaco. Ab 2025 schätzt er die Gefahr als realistisch ein, ab dann steige sie Jahr um Jahr.

### Update oder Trojaner?

Die zeitliche Unsicherheit ist vor allem für die Hersteller langlebiger Produkte ein Problem. Autos, Flugzeuge, Satelliten, sie alle haben einen Lebenszyklus von weit mehr als zehn Jahren und sind auf Soft-wareupdates für eine Vielzahl elektronischer Steuergeräte angewiesen. Beim Auto reichen diese von der Klimaanlagensteue-rung über das Antiblockiersystem (ABS) bis zum Smart Driving oder sogar zum Automated Driving. Ordnungsgemäße Updates sichert die Signatur des Herstellers ab.

Für derartige Produkte ist es also be-reits höchste Eisenbahn, auf Quanten-computer-sichere Verfahren umzustellen. Seit September 2019 läuft dazu das vom Bundesministerium für Bildung und For-schung (BMBF) geförderte Verbundpro-jekt QuantumRISC (siehe ct.de/y1k2). Die Projektpartner, unter denen sich auch Automobilzulieferer befinden, entwickeln gemeinsam eine Post-Quantum-Crypto-graphy-Lösung für Security-Updates over the air. Bis Sommer 2022 soll ein konkreter Demonstrator für PQC-Anwendungen in Software und Hardware entstehen. Ein reines Softwareprojekt genügt hier nicht, da die PQC-Verfahren, die Experten der-zeit im NIST-Auswahlprozess diskutieren,

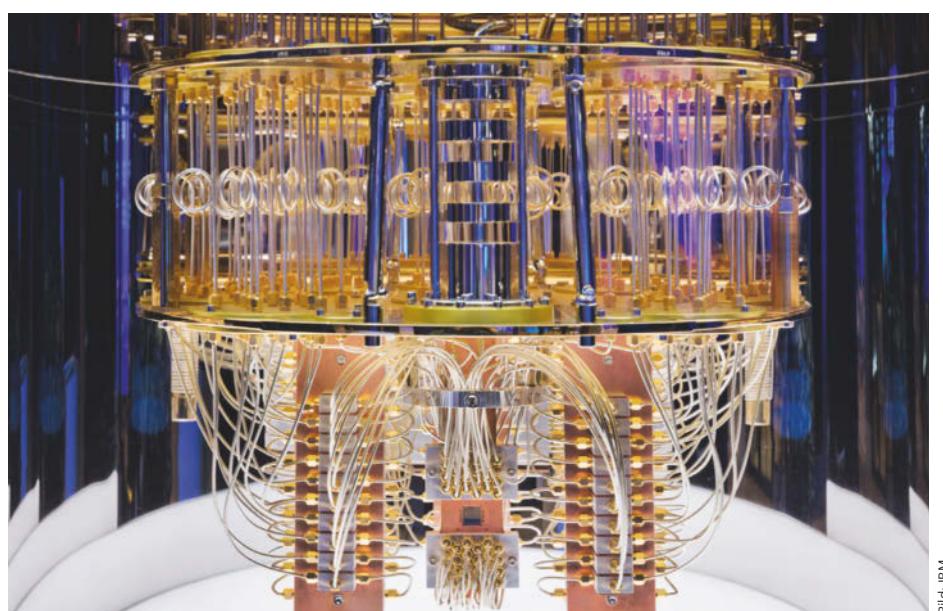
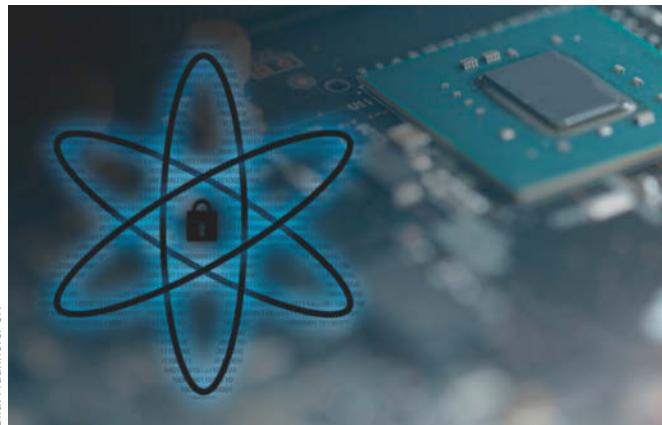


Bild: IBM

**Das Innenleben eines IBM-Quantencomputers ist normalerweise in einem ultratief-kühlenden Kryobehälter verborgen. Mit den bisherigen Entwicklungssprüngen könne in wenigen Jahren ein kryptografisch relevanter Quantencomputer entstehen.**



**Im QuantumRISC-Projekt entstehen Lösungen, die eingebettete Systeme und Steuerungsgeräte Quanten-computer-sicher mit Firmware-Updates versorgen.**

Stattdessen werden für ihre Kombination standardisierte Key-Derivation-Funktionen vorgeschlagen.

Während Niederhagen kein Verfechter von hybriden Lösungen ist (siehe Interview auf S. 66), sondern an die Sicherheit der intensiv diskutierten PQC-Verfahren glaubt, halten andere die hybriden Verfahren zunächst für unverzichtbar. Schon das BSI weist in seiner Technischen Richtlinie darauf hin, dass noch keine standardisierten Versionen der PQC-Verfahren vorliegen und allein deswegen ihr Einsatz nur in Kombination mit einem klassischen Verfahren zu empfehlen ist. „Prinzipiell gibt es keinen Beweis, dass ein Kryptoverfahren nicht gebrochen werden kann“, unterstreicht Loebenberger vom AISEC. Darum sollten sie ihre Sicherheit zunächst im breiten Einsatz unter Beweis stellen. Er erinnert an die Problemklasse der elliptischen Kurven über endlichen Körpern kleiner Charakteristik. Jahrelang waren diese als Grundlage von Kryptoverfahren im Gespräch, internationale Standards waren bereits vorhanden. Dann kamen 2016 drei Wissenschaftler aus Leipzig und Lausanne und fanden einen mathematischen Kniff, mit dem sie diese Verfahren brachen. So etwas kann man in der Kryptoforschung niemals ausschließen.

McEliece ist sogar schon in den 70er-Jahren entwickelt worden. Auf der anderen Seite haben sie nicht die kürzesten Schlüssellängen im Feld der NIST-Kandidaten. FrodoKEM ist vom US-amerikanischen NIST (National Institute of Standards and Technology) nicht einmal zu einem der Finalisten gekürt worden, sondern gilt heute als alternativer Kandidat. Andere Verfahren hatten sich als vorteilhafter und performanter erwiesen. Zweifel an der Sicherheit des Verfahrens bestehen indes nicht, wie das BSI betont.

### Hybride Schlüssel in der Übergangsphase

Überdies rät das BSI in einer Übergangsphase zum Einsatz hybrider Verfahren. Solche Verfahren kombinieren einen klassischen Schlüsselaustausch, beispielsweise den verbreiteten RSA-Standard oder die Elliptische-Kurven-Kryptografie (ECC), mit einem PQC-Verfahren. Dabei entstehen parallel zwei unterschiedliche Schlüssel, aus denen das hybride Verfahren dann einen Gesamtschlüssel ableiten muss. Im Ergebnis liefert das hybride Verfahren mindestens die Sicherheit des klassischen Verfahrens, falls sich das PQC-Verfahren nicht bewährt, und profitiert von der vermuteten Sicherheit des PQC-Verfahrens, falls das klassische Verfahren durch einen Quantencomputerangriff gebrochen wird.

Der Cybersicherheitsexperte Dr. Ruben Niederhagen von der Syddansk Universitet warnt jedoch: „Man kann die Verfahren so aufbauen, dass man von der Sicherheit des sichereren Schlüssels profitiert. Wenn man dies aber falsch macht, kann es passieren, dass sich die Unsicherheit des unsichereren Schlüssels auf den Gesamtschlüssel überträgt.“ Tatsächlich warnt das BSI ausdrücklich davor, die beiden unterschiedlichen Schlüssel einfach durch die XOR-Funktion zu vereinen.

### Browser PQC-abgesichert

Google setzte bereits 2016 ein hybrides Verfahren ein, als der Konzern Quanten-computer-sicheres Browsen mit Chrome demonstrierte. Allerdings kam den Google-Programmierern dabei zugute, dass sie die gesamte Infrastruktur unter ihrer Kontrolle hatten. Wenn die Entwicklerversion Chrome Canary nun eine Anfrage an einen Google-Server stellte, nutzte sie für den Schlüsselaustausch ein hybrides Verfahren aus dem PQC-Algorithmus „New Hope“ und einem bewährten Verfahren basierend auf elliptischen Kurven. Alle Schnittstellen bauten die Google-Entwickler intern, an externe Standards mussten sie sich nicht halten.

Externe Standards für den Einsatz von PQC-Verfahren im Internet sind aber auch heute noch ein großes Problem. Solange die Auswahl und internationale Standardisierung nicht abgeschlossen ist, können Sicherheitsforscher auch die Internet-Verschlüsselungsschicht TLS (Transport Layer Security) nicht mit Cipher-Suites erweitern. Immerhin gibt es für die automatische Schlüsselverwaltung IKEv2 (Internet Key Exchange Version 2) bereits

in der Regel größere Schlüssellängen und auch höhere Prozessorkapazitäten erfordern (Seite 68).

Wenn die Public-Key-Infrastruktur kollabiert, sind jedoch viele weitere Prozesse betroffen, von der Banktransaktion bis zum Datenaustausch in der Industrie und die sichere Übertragung von Gesundheitsdaten ebenso wie private E-Mails. Der Auswahlprozess und die Standardisierung für die sichersten und zukunftsfähigsten PQC-Verfahren sind aber noch nicht abgeschlossen. Für Anwendungsentwickler, die nicht mehr warten können oder wollen, gibt das BSI in seiner Technischen Richtlinie 2021-1 vom März, die wir unter ct.de/y1k2 verlinkt haben, zwei Ratschläge. Entweder wird das Public-Key-Verfahren durch ein vorverteiltes Geheimnis verstärkt. In diesem Fall führen die Partner also zunächst einen Schlüsselaustausch auf einem alternativen Kanal aus und sichern mit diesem Schlüssel später Signaturen oder Schlüsseleinigungen im Internet zusätzlich ab. Ein Angreifer müsste demnach zwei verschiedenen Kanäle parallel abhören und deren verschlüsselte Kommunikation knacken, um an die Geheimnisse zu kommen.

### PQC-Verfahren für Eilige

Der zweite Weg besteht darin, den Schlüsselaustausch mit einem nicht-standardisierten PQC-Verfahren auszuführen. Schon vor dem Ende der zweiten Runde des NIST-Auswahlprozesses hatte das BSI dafür zwei Verfahren vorgeschlagen: FrodoKEM und Classic McEliece. „Gerade für den Hochsicherheitsbereich ist es gut, wenn die Unternehmen schon jetzt mit der Implementierung beginnen können“, erklärt Dr. Manfred Lochter. Die beiden genannten Verfahren gelten als konservativ. Das heißt, sie sind bereits seit Jahren erforscht und gelten als sehr sicher, Classic

einen Entwurf für eine Protokollerweiterung. Der von IKEv2 genutzte Diffie-Hellman-Schlüsselaustausch lässt sich damit gegen ein PQC-Verfahren austauschen. Erste Unternehmen erproben diese Erweiterung bereits, wie das BSI gegenüber c't mitteilte.

Viele Unternehmensverantwortliche stehen bereits in den Startlöchern oder entwickeln Testanwendungen, aber es fehlen die Standards, berichtet auch Jürgen Ruf, Geschäftsführer des Verschlüsselungsspezialisten MTG. Er rät diesen Unternehmen, heute Kryptoagilität aufzubauen. Dieser Ansatz erfordert die Umstellung auf Verschlüsselungssysteme, die anpassbar sind und den Austausch der eingesetzten Kryptoverfahren vereinfachen. Kryptoagilität ist neben der Bestandsaufnahme aller Sicherheitsprozesse und Kryptoverfahren übrigens ein ultimativer Tipp. Denn die Sicherheit von Verschlüsselungsalgorithmen beruht in der Regel nur auf Berechenbarkeitsannahmen. Gelingt einem Kryptoforscher ein Durchbruch, kann ein Verfahren mit einer wissenschaftlichen Veröffentlichung seine Sicherheit verlieren.

### Quantencomputer-sichere E-Mails?

Ähnlich wie Google hat auch MTG einen Browser und einen E-Mail-Client für PQC-sicheren Datenaustausch entwickelt (Download siehe [ct.de/y1k2](http://ct.de/y1k2)), die beide auf Mozilla basieren. Der Sunray-Browser zeigt vergleichbar dem https-Schlosssymbol ein eigenes Zeichen für PQC-geschützte Verbindungen. Einen proprietären Webserver als Gegenstück haben die MTG-Entwickler auf der Grundlage des Apache Tomcat aufgebaut, PQC-Erweiterungen für TLS stammen aus der Bouncy-Castle-Bibliothek. Ihr E-Mail-Client „Sunbeam“ ist ein Thunderbird-Derivat und verspricht Ende-zu-Ende-gesicherten E-Mail-Verkehr. Die PQC-Funktionen sind transparent programmiert und sollen keine zusätzlichen Anforderungen an den E-Mail-Server stellen. Auch bei diesen PQC-Lösungen handelt es sich wie bei Google um proprietäre Technik, die den Anwender höchstens in einem überschaubaren privaten Netzwerk vor Quantencomputer-Angriffen schützen könnte.

Die Frage ist ohnehin: Welche Angriffsziele werden die ersten sein. Der erste kryptografisch relevante Quantencomputer wird wahrscheinlich in einem finanziellen Kraftakt entstehen. Er wird hohe Betriebskosten verursachen und seine Leistungsfähigkeit noch eng begrenzt sein. Damit lassen sich dann vereinzelte Schlüssel brechen, zunächst noch mit wochen- oder monatelan- gem Aufwand.

Hochsicherheitsbereiche müssen sich davor schützen. Ein Angreifer könnte mit einem Coup eine prall gefüllte Bitcoin-Börse knicken, aber nicht die gesamte Blockchain einer großen Kryptowährung übernehmen. Er könnte das Root-Zertifikat einer Global Certification Authority knicken und dann selbst Zertifikate ausstellen. Angriffe auf hochgestellte Persönlichkeiten wären denkbar oder die Verbreitung von Malware als korrumierte Firmware-Updates. Das Problem für Anwender, die sich davon nicht betroffen sehen: Die Entwicklung der Quantencomputer wird nicht stehenbleiben und die Zahl der Angriffe mit der Zeit steigen. Kryptoagilität und der Umstieg auf PQC-Verfahren wird damit ein Thema für alle.

(agr@ct.de) **c't**

### Literatur

- [1] Dr. Florian Neukart und Sylvester Tremmel, Qubits in Seide, Eine Einführung in die Programmiersprache Silq, c't 20/2020, S. 146

**Mehr Informationen zu QuantumRISC, Richtlinie des BSI,  
PQC-sichere Clients:** [ct.de/y1k2](http://ct.de/y1k2)

## Mit der Kamera unterwegs



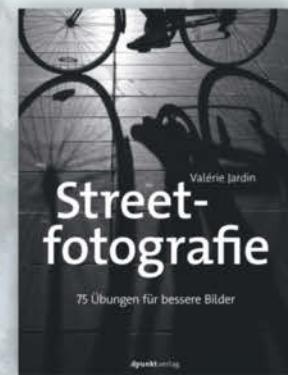
Print: 29,90 €  
ISBN 978-3-86490-831-6



Print: 24,90 € | E-Book: 19,99 €  
ISBN 978-3-86490-821-7



Print: 32,90 € | E-Book: 25,99 €  
ISBN 978-3-86490-813-2



Print: 29,90 € | E-Book: 23,99 €  
ISBN 978-3-86490-832-3



Print: 24,90 € | E-Book: 19,99 €  
ISBN 978-3-86490-840-8

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



**dpunkt.verlag**

Wieblinger Weg 17 · D-69123 Heidelberg · fon: 0 62 21 / 14 83 40  
fax: 0 62 21 / 14 83 99 · e-mail: [bestellung@dpunkt.de](mailto:bestellung@dpunkt.de)

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

# „Hybride Verfahren sind nicht nötig“

**Dr. Ruben Niederhagen lehrt und forscht seit Oktober 2020 an der Syddansk Universitet in Odense zu Cybersicherheit. Zuvor leitete er die Forschungsgruppe „Post-Quanten-Kryptografie“ am Fraunhofer SIT (Institut für sichere Informationstechnologie) in Darmstadt. Er ist aktuell als Autor an zwei Einreichungen am NIST-Auswahlprozess für Post-Quantum-sichere kryptografische Verfahren beteiligt (SPHINCS+ als Hash-basiertes Signaturverfahren und Classic McEliece als Verschlüsselungsverfahren).**

**c't:** Wie sehen Sie den NIST-Auswahlprozess?

**Niederhagen:** Im Großen und Ganzen ist es ein transparenter und nachvollziehbarer Prozess. Zwischen der zweiten und der dritten Runde ist kein Verfahren herausgeflogen, weil es gebrochen worden sei. Es gab allerdings Verfahren, die deutlich nachgebessert worden sind und dann nicht mehr wettbewerbsfähig waren.

Alles, was in der dritten Runde noch vertreten ist, ist auch solide und sicher nach dem heutigen Stand des Wissens. Sie wurden als die sichersten und in zweiter Linie als die effizientesten Verfahren ausgewählt. Es sieht so aus, als ob die NIST anstrebt, von möglichst vielen Familien etwas zu standardisieren, also code-basierte, gitterbasierte und hash-basierte Verfahren, Verfahren die auf multivariaten Systemen basieren sowie die neuen Isogeny-Verfahren.

**c't:** Es beteiligen sich einige US-Konzerne mit Vorschlägen. Sehen Sie Probleme, wenn große Marktteilnehmer eigene Verschlüsselungsverfahren standardisieren lassen?

**Niederhagen:** Wichtig ist die Patentfrage. Das NIST verlangt, dass keine Patente die freie Nutzung der Verfahren beeinträchtigen. Bestehende Patente werden diesbezüglich kritisch hinterfragt. Es ist zwar nicht so, dass alle Verfahren mit einem Patentschatten direkt rausfliegen, aber die NIST verlangt, dass die Anbieter Patente freigeben und einen Fair Use feststellen. Das erklärte Ziel ist es, die Anwendung ohne Gebühren zu ermöglichen. Bei wem die beteiligten Forscher arbeiten, ist dagegen kaum relevant; es sind ja immer noch Kryptoforscher. Ich habe nicht den Eindruck, dass in diesem Bereich nach einer Google- oder Microsoft-Agenda geforscht wird.

**c't:** Das BSI rät zu hybriden Verschlüsselungsverfahren, aber die Internet-Verschlüsselungsschicht TLS bietet dafür keine Schnittstellen.

**Niederhagen:** Das stimmt. Wer mit einem Endpunkt kommunizieren will, den er nicht kontrolliert, der ist auf Standards angewiesen. Und derzeit gibt es keinen Post-Quanten-Standard für TLS. Außerdem gibt es durchaus verschiedene Meinungen zu hybriden Verfahren.

**c't:** Wie sehen Sie persönlich hybride Verfahren?

**Niederhagen:** Das ist eine Frage des Vertrauens. Ich erkenne nicht, warum die derzeit intensiv diskutierten Verfahren im NIST-Auswahlprozess weniger sicher sein sollten als elliptische Kurven. Aus diesem Grund hätte ich keine Sorgen, ein PQC-Verfahren allein einzusetzen. Ich kann aber nachvollziehen, dass sich jemand, der die Geschichte der Kryptografie kennt, ein Sicherheitsnetz in Form einer hybriden Lösung wünscht. Das ist aber eher ein psychologischer Aspekt.

**c't:** Müssen Softwareentwickler das Ende des NIST-Auswahlprozesses abwarten? Das BSI schlägt schon heute zwei sichere PQC-Verfahren vor.

**Niederhagen:** Die kann man einsetzen, wenn man sich die Implementierung selbst zutraut. In den seltensten Fällen in der Geschichte der modernen Kryptografie sind Verfahren als solche gebrochen worden, viel häufiger hat sich die Implementierung als unsicher erwiesen. Selbst DES ist nicht gebrochen worden, sondern die Schlüssellängen waren mit 56 Bit einfach viel zu kurz. Das ist ein Beispiel dafür, dass nicht das kryptografische Verfahren das Problem war, sondern das Protokoll drumherum. Die meisten der PQC-Verfahren, auch



Bild: SDU

**Dr. Ruben Niederhagen  
lehrt Cybersicherheit an  
der Syddansk Universitet.**

die Vorschläge des BSI, sind komplexer als ECC. Wer mit der Implementierung von ECC bereits Schwierigkeiten hatte, weil es sehr komplex ist: Das wird nicht besser. Man braucht für die Implementierung von PQC-Verfahren Experten, man braucht Standards und Bibliotheken von Leuten, die wissen, was sie tun.

**c't:** Kennen Sie Beispiele für krasse Fehler in der Implementierung von Sicherheitsprotokollen?

**Niederhagen:** Die Sony-Playstation 3: Bei dieser Konsole war das ECDSA-Verfahren falsch implementiert, sodass jeder, der sich zwei Spiele gekauft hatte, deren privaten Schlüssel errechnen konnte. Damit war er dann in der Lage, beliebige Software auf der Playstation zu installieren. Ein klarer Implementierungsfehler – und der unterlief einem großen Player.

**c't:** Wie sieht es mit Smartcards und mobilen Anwendungen aus? Wird es Quantencomputer-sichere Anwendungen bei eingeschränktem Speicherplatz geben?

**Niederhagen:** Unsere Prozessortechnologie ist ja nicht stehengeblieben. In puncto Speicher und Prozessorleistung kann man sich heute durchaus mehr Ressourcen als vor 15, 20 Jahren gönnen. Damit sind PQC-Verfahren anwendbar, vor allem die gitterbasierten Verfahren. Die sind von der erforderlichen Rechenleistung her sehr effizient, eher effizienter als die bisher eingesetzten elliptischen Kurven. Der Nachteil ist, dass die privaten

und auch die öffentlichen Schlüssel deutlich größer sind; man rechnet mit Schlüssellängen von einigen Hundert bis ein paar Tausend Byte. Das kann dann schon bedeuten, dass die Smartcard damit ein paar Cent mehr kostet, weil man den entsprechenden Speicher einbauen muss.

**c't: Der Verschlüsselung-brechende Quantencomputer droht voraussichtlich erst in einigen Jahren. Müssten also vor allem Hersteller langlebiger Produkte schon jetzt abgesicherte Firmware-Update-Lösungen entwickeln?**

**Niederhagen:** Ich sehe das Hauptproblem in den Ressourcen. Denken Sie an einen Pkw mit 100 Steuergeräten. Von denen sind vielleicht 30 sicherheitsrelevant und benötigen Kryptografie. Und weil es so viele Steuergeräte sind, macht deren Preis auch einen Unterschied. Also gibt es eine Tendenz, günstige Geräte zu verbauen, mit

weniger Speicher und weniger Ressourcen. Das könnte am Ende der Hinderungsgrund sein, die Systeme PQC-sicher einzusetzen. Man muss heute zusätzlich investieren, damit nicht in zehn Jahren Autos auf der Straße fahren, deren Steuergeräte die Hersteller nicht sicher updaten können.

**c't: Es drohen uns also billige Smartcards, die keine zukunftsfähige Verschlüsselung schaffen, und billige Autos, die keine Quantencomputer-sicheren Updates garantieren. Wie kann sich der Endanwender schützen?**

**Niederhagen:** Ein PQC-Label, das Zukunftsfähigkeit bescheinigt, wäre eine spannende Entwicklung. Die Entscheidung so etwas einzuführen, müssten aber die Marketing-Abteilungen fallen.

**c't: Was könnte der Endanwender aktiv tun, um seine Daten und seine Korres-**

**pondenz Quantencomputer-sicher zu schützen?**

**Niederhagen:** In Bezug auf Quantencomputer-Angriffe ist es noch zu früh für Endanwender, sich Sorgen zu machen. Ein Geheimdienst, der tatsächlich einen Quantencomputer zum Brechen von Verschlüsselung einsetzt, der wird nicht hinter einer einzelnen Privatperson her sein, wenn die nicht gerade Konzernchef oder einflussreiche Politikerin ist. Hingegen sehe ich das Problem, dass viele Endanwender heute bereits sehr transparent sind und sich viele Daten leicht ausspähen lassen. Zudem ist ein Großteil der IoT-Geräte ungesichert am Netz. Ich kann einen Roboter-Staubsauger kaufen, der eine Kamera hat und Bilder meiner Wohnung im Internet zugänglich macht. Es ist also generell ein großes Problem, IT-Sicherheit in die breite Fläche zu tragen, Pre-Quanten oder Post-Quanten.

Entwickelt für KMU - Filialen - Gesundheitszentren

## AKHET® VarioFlex

Ihre Wahl für beste Server-Virtualisierung!



**Wir kontaktieren Sie!**

**AKHET® ist eine Marke der Pyramid Computer GmbH**

Pyramid Computer GmbH - Bötzingerstr. 60 - 79111 Freiburg  
+49 761 451 40 - akhet@pyramid.de - [www.pyramid-computer.com](http://www.pyramid-computer.com)

**PYRAMID**  
agile. creative. reliable.

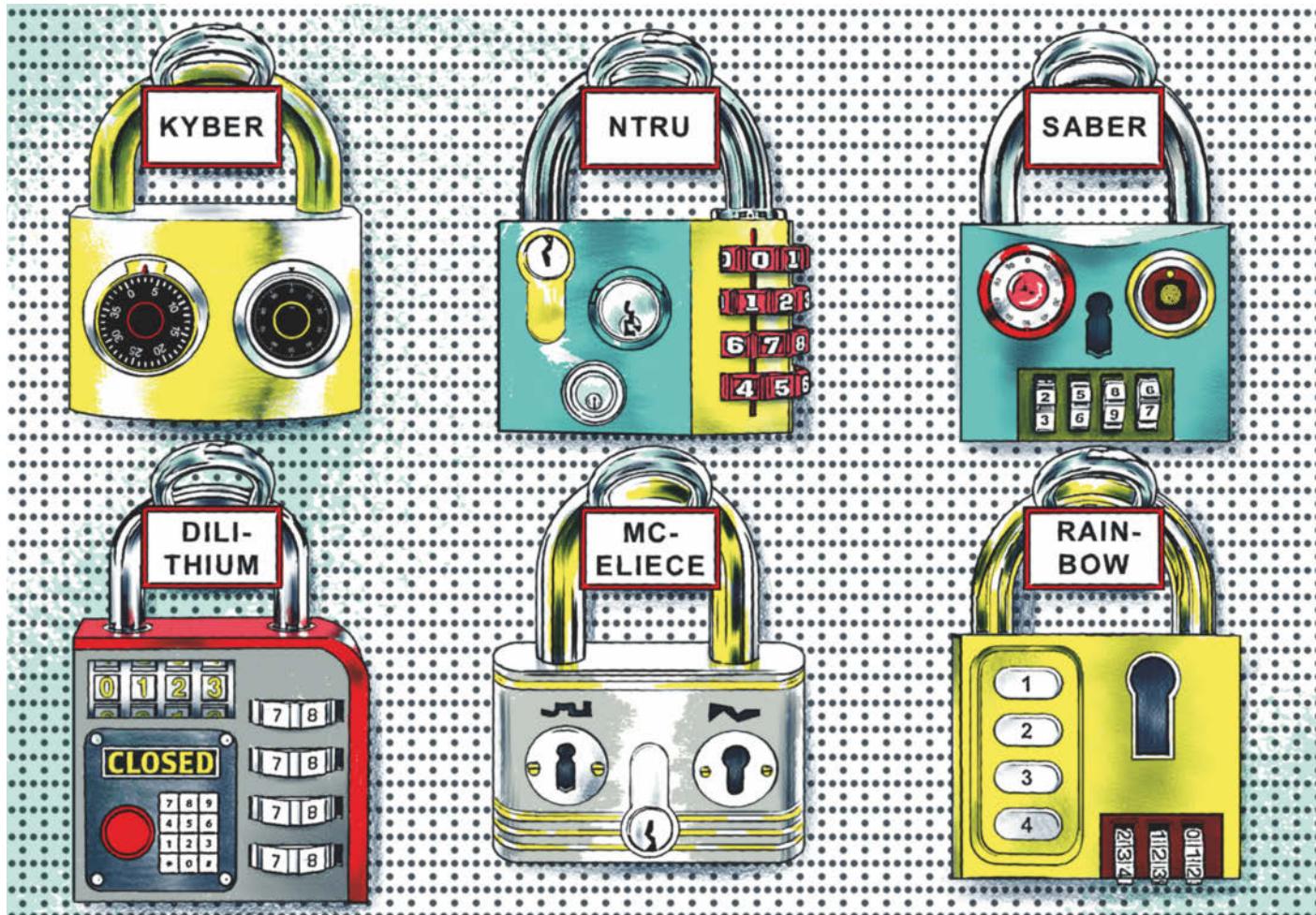


Bild: Thomas Kühnenbeck

# Post-Quanten-Portfolio

Der lange Weg zu Quantencomputer-resistenten Kryptosystemen

**Leistungsstarke Quantencomputer könnten gängige Verschlüsselungsalgorithmen knacken. Noch gibt es wohl keine solchen Rechner, aber „post quantum“-Kryptosysteme müssen her, bevor es so weit ist. Kandidaten gibt es reichlich, aber viele sind nicht so sicher, wie sie scheinen.**

Von Wilhelm Drehling und Sylvester Tremmel

**C**omputer können Daten so verschlüsseln und signieren, dass andere Computer die Verschlüsselung nicht knacken und die Signatur nicht fälschen können. Auf diesem Grundsatz basiert die Sicherheit fast aller moderner IT-Systeme. Auch ein Handy kann seine Kommunikation leicht so schützen, dass selbst Supercomputer utopisch lange bräuchten, um die Verschlüsselung zu brechen.

Doch mit dem Quantencomputer betritt ein neuer, wesentlich stärkerer Gegner den Ring. Können herkömmliche Computer ihre Kommunikation so schützen, dass auch ein Quantencomputer sich daran die Zähne ausbeißt? Gebräuchliche Verfahren reichen dafür jedenfalls nicht aus: Schon 1994 – bevor es erste Quantencomputer

tatsächlich gab – entwickelte der Mathematiker Peter W. Shor einen Algorithmus, mit dem Quantencomputer große Zahlen faktorisieren und diskrete Logarithmen berechnen können – und zwar viel schneller als klassische Rechner.

Was nach einer Hilfe für Nischenprobleme klingt, ist in Wahrheit ein fundamentaler Angriff auf aktuelle asymmetrische Kryptosysteme: Der Schutz von weit verbreiteten Verfahren wie RSA, ECDSA oder Diffie-Hellman beruht genau auf diesen Berechnungen. Sie sind in die eine Richtung leicht zu bewältigen (Multiplikation oder Potenzierung) und in der anderen Richtung sehr schwierig (Faktorisierung oder diskreter Logarithmus). Asymmetrische Kryptografie ist auf solche „Einwegfunktionen“ angewiesen [1]. Shors Algorithmus erleicht-

tert den Rückweg und bricht damit verbreitete Verfahren irreparabel.

## Suche

Es müssen also Alternativen entwickelt werden, die auch gegen Angriffe mit Quantencomputern bestehen. Das ist nicht aussichtslos: Quantencomputer sind keine Allzwecklösung, die einfach alles besser und schneller berechnet. Shors Algorithmus arbeitet mit speziellen Eigenschaften von Faktorisierung und diskretem Logarithmus, die Quantencomputer ausnutzen können. Bei vielen anderen mathematischen Problemen bieten sie aber keine Vorteile gegenüber klassischen Rechnern.

Quantencomputer-sichere asymmetrische Verschlüsselung muss also einerseits auch auf klassischen Rechnern leicht zu berechnen sein. Andererseits muss das zugrundeliegende mathematische Problem aber schwer genug sein, sodass sowohl Quantencomputer als auch klassische Computer keine Chance haben.

Idealerweise könnte man beweisen, dass ein oder mehrere Probleme diese Eigenschaften erfüllen. Es ist aber eher unwahrscheinlich, dass das gelingt, und Kryptologen sind durchaus willens, sich stattdessen auf Erfahrung und Sicherheitspuffer zu verlassen. Das ist nicht neu, auch für die verbreiteten klassischen Verfahren ist nicht mathematisch bewiesen, dass herkömmliche Computer sie nicht knacken können – im Prinzip nimmt man das lediglich an. Allerdings beruht diese Annahme auf der gesammelten Erfahrung von Generationen von Mathematikern und Kryptologen. Sie haben jahrzehntelang nach Methoden zum Knacken gesucht und dabei viele Verfahren aussortiert. Was sich in diesem kontinuierlichen Test bewährte, genießt Vertrauen und wird daher genutzt.

## Ring frei

Diese umfängliche Erfahrung und dieses ausgiebige Testen fehlt vielen Problemen und darauf aufbauenden Verfahren, die versprechen, Quantencomputer-sicher zu sein. Unter anderem um das zu beheben, hat das US-amerikanische National Institute of Standards and Technology (NIST) im Jahr 2016 ein Auswahlverfahren ausgeschrieben (siehe ct.de/ycts). Das NIST ist in Fragen der IT-Sicherheit häufig das maßgebliche Standardisierungsorgan.

Ziel des Auswahlverfahrens ist es, neue Signatur- und Verschlüsselungsstandards verabschieden zu können, die auch

vor Quantencomputern sicher sind. Der Weg dorthin ist absichtlich lang: In drei Runden über mehrere Jahre werden Kandidaten auf Herz und Nieren geprüft, in jeder Runde fliegen Verlierer raus. Von insgesamt 82 vorgeschlagenen Kandidaten sind mittlerweile nur noch 7 Finalisten und 8 Reservekandidaten übrig (siehe Infografik auf Seite 70).

Beim Aussortieren darf im Prinzip jeder mitmachen: Wenn Lücken in einem Verfahren gefunden und publiziert werden, berücksichtigt das NIST die Erkenntnisse. So soll Erfahrung gesammelt und – wenn niemand große Probleme findet – Vertrauen aufgebaut werden. Wenn alles gut läuft, kürt das NIST spätestens 2024 die Sieger.

## Bewertung

Das NIST bewertet die Kandidaten nach drei Kriterien. Das wichtigste: die Sicherheit des Verfahrens. Die Verfahren müssen sowohl vor Angriffen mit klassischen als auch mit Quantencomputern schützen. Kryptoanalysten auf der ganzen Welt fanden bei einigen Runde-1-Kandidaten Angriffsmöglichkeiten, Sicherheitslücken oder Implementierungsfehler.

Außerdem berücksichtigt das NIST die Performance der Verfahren und wie viel Speicher sie benötigen. Zwei Kandidaten, die offenbar diesem Kriterium zum Opfer fielen, sind das Signaturverfahren „Post-quantum RSA Signature“ und das Verschlüsselungssystem „Post-quantum RSA Encryption“. Bei ihnen handelt es sich im Prinzip um das normale RSA-Verfahren – nur mit gigantischen Schlüsseln, die mehrere Gigabyte groß sind. Das bietet zwar etwas Sicherheit vor Quantencomputern mit Shors Algorithmus, ist aber auch reichlich unpraktisch.

Das letzte ausschlaggebende Kriterium sind Implementierungs-Charakteristika. Alle Kandidaten mussten Implemen-

tierungen in C zur Verfügung stellen und die öffentliche Analyse des Codes gestatten. Das NIST bewertet Kandidaten besser, wenn ihr Code flexibel ist und beispielsweise auf verschiedener Hardware effizient läuft. Ein möglichst einfaches und elegantes Design gibt ebenfalls Pluspunkte; abträglich ist es, wenn Algorithmen lizenzerichtlichen Einschränkungen unterliegen.

## Gitternetze

Viele der Einreichungen zum NIST-Wettbewerb nutzen im Kern die gleichen mathematischen Probleme. Mit einigen Ausnahmen lassen sie sich danach in drei Gruppen einteilen. Die größte bilden Kandidaten, die auf Probleme in Gitternetzen setzen – fast ein Viertel aller Einreichungen tut das.

Das ist kein Wunder, Gitternetz-Verfahren zählten von Anfang an zu den großen Favoriten. Sie generieren meist kleine Schlüssel, sind sehr effizient und hinken den zurzeit verwendeten Verschlüsselungen in ihrer Performance nur leicht hinterher, wenn überhaupt.

Ein Gitternetz besteht aus einer Menge an (ganzzahligen) Koordinaten, dargestellt als Punkte. Es ähnelt dem Koordinatensystem von geografischen Karten, benutzt aber nicht nur zwei, sondern hunderte Dimensionen. Basierend auf solchen Gitternetzen lassen sich verschiedene Probleme definieren, die leicht zu berechnen, aber schwer umzukehren sind. Vielversprechend sind das Shortest-Vector-Problem (SVP) und das Closest-Vector-Problem (CVP). Bei erstem geht es darum, den kürzesten Vektor in einem Gitternetz zu finden, bei letzterem darum, den Vektor zu finden, der einem gegebenen Ziel am nächsten kommt (siehe Abbildung auf S. 71).

Eng verwandt mit gitternetzbasierten Problemen ist das Learning-With-Errors-Problem (LWE), das sich in weitere Variationen aufspaltet. Die Grundidee hinter

**SABER**  
MLWR-BASED KEM

OVERVIEW

SABER is an IND-CCA2 secure Key Encapsulation Mechanism (KEM) whose security relies on the hardness of the Module Learning With Rounding problem (MLWR) and remains secure even against quantum computers. SABER is one of the round 2 candidates of the NIST Post-Quantum Cryptography Standardization effort.

The SABER-suite offers three security levels:

- LightSABER: post-quantum security level similar to AES-128
- SABER: post-quantum security level similar to AES-192
- FireSABER: post-quantum security level similar to AES-256

Bild: KU Leuven/ESAT/COSIC

An Science-Fiction-Fans herrscht unter Kryptographen offenbar kein Mangel. Neben KYBER und DILITHIUM verweist auch SABER auf das Genre: Der Name kommt von „Lightsaber“, Lichtschwert, wie die Website des Kryptosystems deutlich zeigt.

LWE hat auf den ersten Blick nicht viel mit Gitternetzen zu tun: Der öffentliche Schlüssel besteht aus zahlreichen Gleichungen mit mehreren Variablen. Das ähnelt Gleichungen, wie man sie aus der Schule kennt, beispielsweise:

$$4x + 5y - 20z = 50 \pmod{220}$$

Bei LWE-Problemen erhält man allerdings kein korrektes Ergebnis, wenn man versucht, alle Gleichungen zu lösen. Vom Ersteller wurden nämlich kleine Fehler eingearbeitet. Die einzelnen Ergebnisse, im obigen Beispiel die 50, sind geringfügig verändert worden (+2, -1, +1, ...). Die wahren Lösungen sind der private Schlüssel, während der öffentliche Schlüssel die fehlerhaften Gleichungen enthält. Das reicht zum Verschlüsseln, aber zum Entschlüsseln benötigt man die korrekten Werte, die ein Angreifer nicht kennt. Die Verbindung zu Gitternetzen kommt von den Gleichungen: Jede einzelne repräsentiert einen Vektor, im Beispiel in einem dreidimensionalen Gitter (mit Koordinaten x, y und z).

### Fehlerkorrigierende Codes

Eine andere vielversprechende Gruppe sind codebasierte Verfahren. Die Idee da-

hinter ist bereits sehr alt und beruht auf der Korrektur von Fehlern, die bei der Übertragung oder Speicherung von Daten auftreten können. Fehlerkorrigierende Codes erlauben es, Daten so zu kodieren, dass eine gewisse Zahl an Fehlern ausgeglichen werden kann.

Um fehlerkorrigierende Codes zur Verschlüsselung einzusetzen, dient eine bestimmte Art der Kodierung als öffentlicher Schlüssel. Konkret wird die Nachricht mit einer Matrix, dem sogenannten Generator, multipliziert und das Ergebnis absichtlich verfälscht. Nur der legitime Empfänger kennt eine „gute“ inverse Matrix und damit eine effiziente Möglichkeit, die Fehler in der Kodierung zu kompensieren und die Nachricht zu entschlüsseln. Angreifer können aus der Kodierung zwar ebenfalls inverse Matrizen ableiten, diese sind aber „schlecht“ in dem Sinne, dass sie die Fehler nicht oder nur mit enormem Aufwand kompensieren können.

Aus diesem Grundprinzip entstanden unterschiedliche Verfahren, am bekanntesten ist das McEliece-Kryptosystem, das Robert McEliece bereits 1978 entwickelte. Der Generator setzt sich darin aus drei unterschiedlichen Matrizen zusammen. Einer „guten“ speziellen

Matrix, die Goppa-Code heißt, einer „schlechten“ Scramble-Matrix und einer „schlechten“ Permutationsmatrix. Der private Schlüssel in dem Verfahren sind die drei einzelnen Matrizen, während der öffentliche Schlüssel aus der Kombination der drei Matrizen besteht, die die vorteilhaften Eigenschaften der „guten“ Matrix verschleiert.

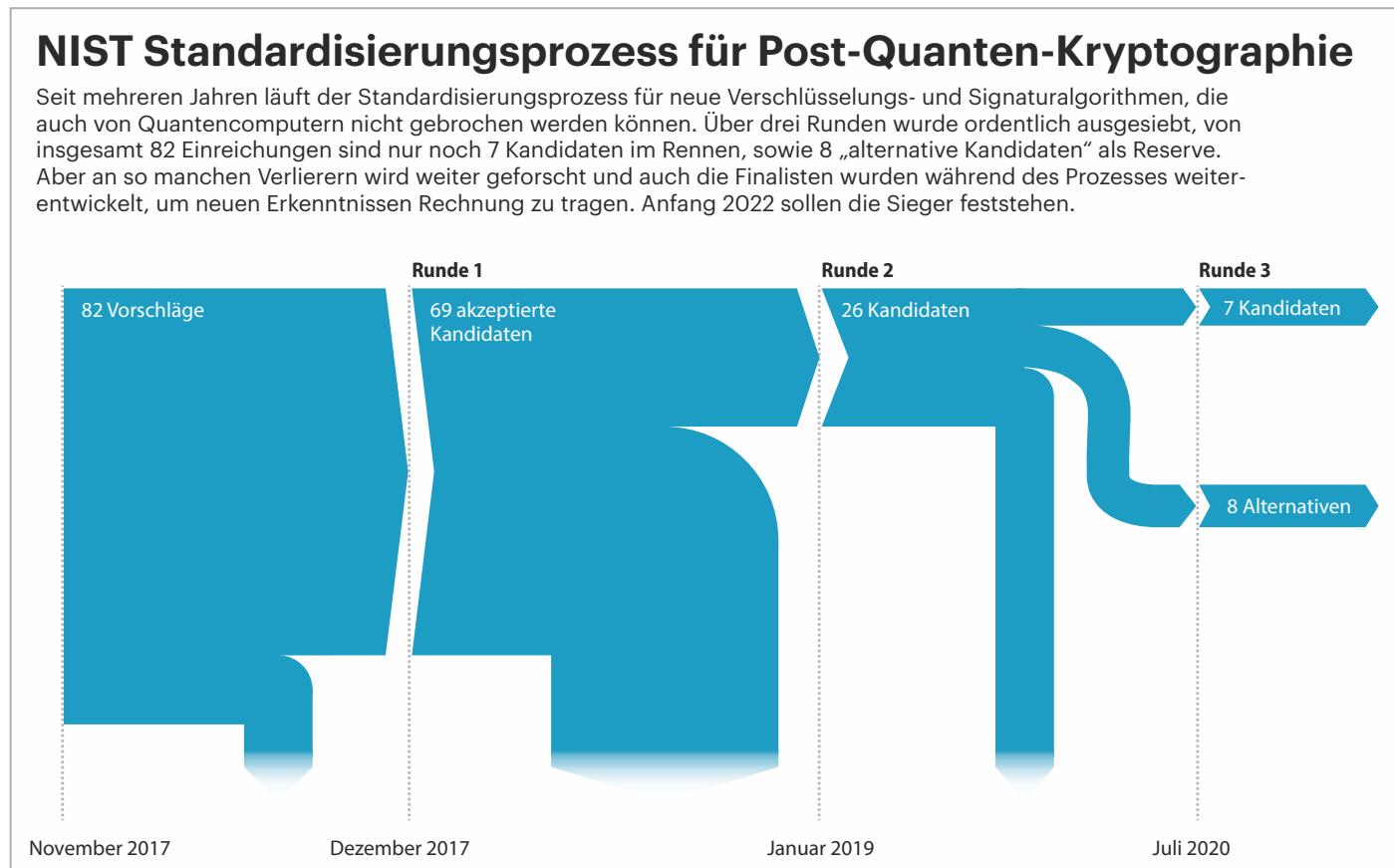
Der Nachteil am McEliece-System ist, dass die öffentlichen Schlüsselmatrizen mit über 1 MByte sehr groß sind. Seine größte Stärke liegt darin, dass sich bereits eine ganze Generation an Kryptoanalysten an diesem Verfahren abgearbeitet hat, ohne relevante Schwächen zu finden.

### Multivariate Polynome

Die drittgrößte Gruppe der Kandidaten basiert auf multivariaten Polynomen. Hinter dem sehr abstrakten Begriff versammeln sich vor allem Verfahren für digitale Signaturen. Ganz grob gesagt addiert oder multipliziert ein solches Verfahren mehrere Polynome ( $F$ ) mit einer Matrix ( $T$ ). Unter ct.de/ycts finden Sie eine Vorlesungsaufzeichnung, in der Jintai Ding das Prinzip dieser Verfahren näher erläutert. Ding ist Mathematikprofessor an der University of Cincinnati und einer der Entwickler von „Rain-

## NIST Standardisierungsprozess für Post-Quanten-Kryptographie

Seit mehreren Jahren läuft der Standardisierungsprozess für neue Verschlüsselungs- und Signaturalgorithmen, die auch von Quantencomputern nicht gebrochen werden können. Über drei Runden wurde ordentlich ausgesiebt, von insgesamt 82 Einreichungen sind nur noch 7 Kandidaten im Rennen, sowie 8 „alternative Kandidaten“ als Reserve. Aber an so manchen Verlierern wird weiter geforscht und auch die Finalisten wurden während des Prozesses weiterentwickelt, um neuen Erkenntnissen Rechnung zu tragen. Anfang 2022 sollen die Sieger feststehen.



bow“, dem bekanntesten Verfahren, das auf multivariaten Polynomen basiert.

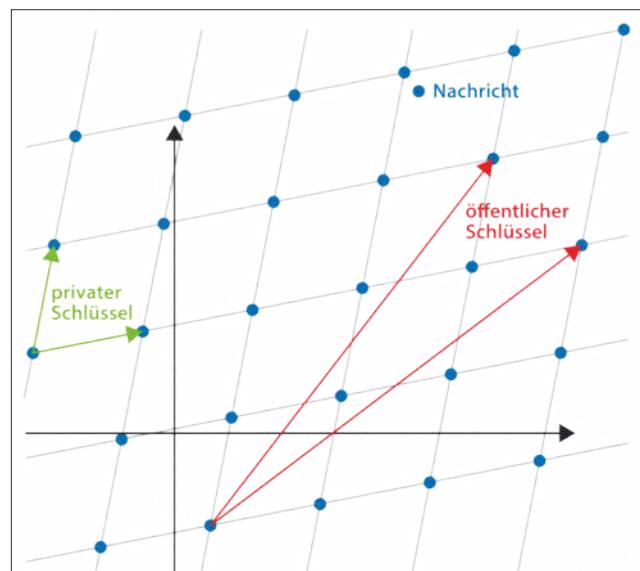
Für die Sicherheit solcher Verfahren ist es immens wichtig, welche Parameter für F man wählt. Aus dieser Schwierigkeit resultierten bereits einige erfolgreiche Angriffe auf derartige Verfahren. So erging es auch Rainbow, gegen das während der zweiten Runde des NIST-Wettkampfes Angriffe beschrieben wurden. Als Konsequenz mussten die Entwickler die Parameter von Rainbow anpassen, um ausreichend Sicherheit gewährleisten zu können.

## Finalisten

Am 22. Juli 2020 läutete das NIST die dritte und vermutlich letzte Runde des Auswahlverfahrens ein. Sieben Kandidaten sind noch im Rennen und könnten am Ende der dritten Runde standardisiert werden. Außerdem kürte das NIST acht „alternative Kandidaten“. Diese Reservisten sind vielversprechend und könnten (zu einem späteren Zeitpunkt) ebenfalls standardisiert werden. Das große Problem dieser Alternativen ist, dass sie noch zu wenig erforscht sind und eventuell leicht angegriffen werden können. Aktuell mangelt es dem NIST daher an Vertrauen für eine schnelle Standardisierung.

Der erste Finalist unter den Verschlüsselungen ist das klassische McEliece. Trotz – oder gerade wegen – seines Alters von mehr als 40 Jahren setzte es sich gegen viele andere Kandidaten in dem Bereich der fehlerkorrigierenden Codes durch. Wie erwähnt ist der große Vorteil von McEliece, dass es ungeknackt ist, obwohl schon eine ganze Generation von Kryptanalysten sich daran versucht hat. Der Nachteil sind die großen öffentlichen Schlüssel. Das Verfahren lag deshalb die letzten Jahrzehnte mehr oder weniger brach. Heutzutage, wo selbst ein schwachbrüstiges Gerät ausreichend Rechenleistung und Speicher bereitstellt, erscheint McEliece praxistauglicher.

Aus dem Bereich der gitternetzbasierten Verfahren stammt das von der Gruppe CRYSTALS (Cryptographic Suite for Algebraic Lattices) entwickelte Verfahren KYBER (benannt nach den Lichtschwertkristallen in Star Wars). CRYSTALS ist ein Zusammenschluss aus mehreren Universitäten und Unternehmen, darunter die Ruhr Universität und der IBM-Standort in Zürich. KYBER konnte sich durchsetzen, obwohl während der zweiten Runde ein Angriff entdeckt wurde, der KYBER und andere gitternetzbasierte Verfahren betraf



Beim Closest-Vector-Problem gilt es, den Vektor in einem Gitternetz (blaue Punkte) zu finden, der einem gegebenen Ziel (Nachricht) am nächsten kommt. Wer eine gute Basis des Netzes kennt (privater Schlüssel), dem fällt das leicht. Wer nur eine schlechte Basis kennt (öffentlicher Schlüssel), hat Schwierigkeiten. In der Praxis hat das Netz hunderte Dimensionen und nicht nur zwei.

und Anpassungen erforderlich machte. Hinzu kommt, dass das Sicherheitslevel von KYBER etwas niedriger ist als bei anderen gitternetzbasierten Kandidaten.

Das NIST sieht KYBER dennoch als einen der vielversprechendsten Kandidaten, unter anderem wegen seiner sehr guten Performance und weil sein Framework dem von CRYSTALS-DILITHIUM ähnelt, einem Finalisten bei den digitalen Signaturen (dessen Name sich von Kristallen aus dem Star-Trek-Universum ableitet).

Die beiden verbleibenden Verschlüsselungs-Finalisten NTRU und SABER sind wie KYBER gitternetzbasiert, beruhen aber auf anderen mathematischen Problemen: KYBER nutzt Module-Learning-With-Errors (MLWE), eine Weiterentwicklung des erwähnten LWE-Problems. SABER hingegen setzt auf eine andere LWE-Variante, die Module-Learning-With-Rounding (MLWR) genannt wird.

Das wesentlich ältere Verfahren NTRU basiert dagegen auf dem Shortest-Vector-Problem (SVP). NTRU ist zwar etwas langsamer als seine Konkurrenten, kann aber ein höheres Alter vorweisen. Dem NIST gefällt das vor allem deshalb, weil es lizenzirechtliche Probleme unwahrscheinlicher macht: Für NTRU relevante Patente laufen bald aus, was einen Schutz vor unvorhergesehenen Ansprüchen Dritter bietet, den SABER und KYBER nicht vorweisen können. Vermutlich wird höchstens eines der drei gitternetzbasierten Verfahren am Ende von Runde drei standardisiert werden.

Unter den Signatur-Finalisten dominieren ebenfalls gitternetzbasierte Verfahren, mit CRYSTALS-DILITHIUM und

FALCON gehören zwei der drei Finalisten zu dieser Gruppe. Um sich auch bei Signaturen nicht alleine auf eine einzige Problemklasse zu verlassen, kürte das NIST als dritten Finalisten das bereits erwähnte Rainbow auf Basis multivariater Polynome. Sein Vorteil sind schnelle und sehr kleine Signaturen. Die zum Signieren erforderlichen Schlüssel sind dagegen sehr groß.

## Fazit

Das Testen und Erfahrungsammeln geht also munter weiter. Vom 7. bis 9. Juni 2021 tagte die dritte „PQC Standardization Conference“, in der die Fortschritte des letzten Jahres für die Finalisten und Reservenkandidaten besprochen wurden. Wenn nichts Gravierendes passiert, verkündet das NIST Anfang 2022, welche Verfahren zunächst standardisiert werden sollen.

Aktuell scheinen gitternetzbasierte Verfahren die großen Favoriten zu sein, aber neue Erkenntnisse könnten das jederzeit ändern. Für den Fall, dass jemand eine elegante Möglichkeit findet, gitternetzbasierte Probleme zu lösen, will das NIST Alternativen in petto haben, die ein anderes mathematisches Problem nutzen.

(syt@ct.de) ct

**NIST-Prozess und Vorlesung über Verfahren mit multivariaten Polynomen:**  
[ct.de/ycts](http://ct.de/ycts)

## Literatur

- [1] Wilhelm Drehling, Reingefallen, Asymmetrische Verschlüsselung: Sicher durch Falltürfunktionen, c't 7/2021, S. 60



# Sparzwang

## Billignotebook Acer Aspire 1 (A114-33) mit 14-Zoll-Display und Celeron N5100

**Im Aspire 1 kombiniert Acer für knapp 270 Euro einen modernen x86-Quad-Core mit einer Windows-10-Lizenz. Das Ergebnis hat aber eine große Schwäche, die man nur schwer umgehen kann.**

Von Carsten Spille

Wer für Homeschooling oder -office nur ein beschränktes Budget hat oder gleich mehrere Kinder mit Geräten versorgen muss, der freut sich über jeden gesparten Euro. Wir haben uns deshalb eines der billigsten aktuellen Notebooks herausgepickt, um zu prüfen, mit welchen Einschränkungen Nutzer in dieser Preisklasse leben müssen: das Acer Aspire 1.

Damit gängige Programme laufen, haben wir nicht nur x86-Hardware vorausgesetzt, sondern auch auf eine Windows-10-Lizenz geachtet. Denn viele der billigsten Rechner kommen oft mit nacktem eShell-Linux, mit dem nur Profis etwas anfangen können. Dazu sollte es ein Neugerät mit Herstellergarantie sein. Aufbereitete Gebrauchtgeräte als billige Alternative gibt es zwar von gewerblichen Anbietern, der Erhaltungs- sowie der Akku-zustand sind aber oft Glückssache. Zudem sind diese Geräte oft nur kurze Zeit und in begrenzten Mengen verfügbar.

Wir landeten schließlich bei Acers 1,5 Kilogramm leichtem Aspire 1. Das Herzstück ist ein Intel-Celeron-Prozessor mit vier Kernen und mageren 1,1 Gigahertz Basistakt (Turbo: 2,8 Gigahertz). In der Praxis fühlte sich das System dank moderner Tremont-Architektur bei Büroaufgaben oder Videoanrufen aber nicht träge

an. Die CPU-Leistung liegt nur knapp unter der eines Core-i-Zweikerners der Skylake-Generation. Der Prozessor hat eine spezifizierte Leistungsaufnahme von nur 6 Watt. Das Aspire 1 kühlte ihn sehr leise, aber unter Volllast nicht unhörbar. Um es klar zu sagen: Wer häufig aufwendige Bilder bearbeitet, Videos schneidet oder 3D-Szenen rendert will, ist in dieser Leistungsklasse falsch. Dafür wäre ein Notebook mit aktuellem Core-i-Prozessor die bessere Wahl.

Das vorinstallierte Windows 10 des Aspire 1 läuft im „S“-Modus. Der soll eine Art Sandbox-Betrieb und damit Sicherheit garantieren. Weder kann man eigene Programme ausführen, noch gibt es eine Kommandozeile oder PowerShell. Lediglich die geprüften Apps aus dem Microsoft-Store lassen sich installieren. Die sind oft auf einfache Bedienung optimiert und ihren Standalone-Gegenstücken auch im Funktionsumfang unterlegen.

Glücklicherweise kann man noch immer problem- und kostenlos vom S-Modus zu einem vollwertigen Windows wechseln, benötigt dazu aber ein Microsoft-Konto. Microsoft bietet im Store eine passende App an, sieht den Weg zurück in den S-Modus jedoch nicht vor.

### Speicherknappheit

4 Gigabyte DDR4-RAM und 64 Gigabyte lahmer eMMC-Flash sind an der unteren Grenze des Erträglichen, erfüllen aber sogar die Mindestanforderung für das kommende Windows 11. Viele aufwendige Programme kann man jedoch nicht gleichzeitig laufen lassen und sollte nicht benutzte Tabs im Browser wieder schließen.

Der eMMC-Flashspeicher fühlte sich schneller an, als er ist. Das Notebook bootet in 11 Sekunden zum Windows-Login und ist aus dem Energiesparmodus nach 3 Sekunden betriebsbereit. Die Übertragungsraten des Sandisk-Moduls sind mit maximal 255 MByte/s beim Lesen jedoch schwach. Beim Schreiben bricht es nach wenigen Sekunden von 190 auf 35 MByte/s ein – das ist nicht einmal USB-2.0-Geschwindigkeit und sogar deutlich langsamer als eine Festplatte. Nach rund einstündiger Installation der Updates und anschließender Datenträgerbereinigung waren noch knapp 33 GByte frei. Viel zusätzliche Bloatware fanden wir nicht. Nachdem wir den S-Modus von Windows verlassen hatten, also vermeintlich ungeschützt waren, blendete eine Anti-Malware-Suite einmal eine Werbung ein.

Im Gehäuse des Aspire 1 sitzen drei USB-A-Buchsen. Die beiden linken schaffen knapp über 430 MByte/s, die an der rechten Seite kann nur lahmes USB 2.0 – der designierte Mausport. Das Touchpad erkennt Gesten mit bis zu vier Fingern, ist aber recht klein. Der Audioausgang liefert ein sehr gutes Signal, die integrierten Lautsprecher sind weitgehend bassfrei, verzerren aber nicht. Schön: Eine GBit-Ethernet-Buchse. Das WLAN-Modul funktioniert nur einem Stream, aber der Durchsatz bremst nur die schnellsten Internetanschlüsse. Am HDMI-Ausgang laufen auch 4K-Displays mit 60 Hz. Damit eignet sich das Notebook auch als billiger Medienzuspieler für Dumb-TVs.

Das TN-Panel im Display ist matt und zeigt Full-HD-Auflösung. Ansonsten mutet es aber wie ein Überbleibsel aus dem vorigen Jahrzehnt an. Es grieselt kräftig, ist ungleichmäßig ausgeleuchtet und vor allem sehr blickwinkelabhängig. Gerade Kinder, die noch kein Verständnis von Ergonomie haben, sollten nicht unbeaufsichtigt davor sitzen.

Die Webcam liefert 720p-Auflösung bei nur mäßiger Qualität. Das Gehäuse des Aspire 1 ist aus stabilem Kunststoff und versprüht Low-Cost-Charme. Die Akkulaufzeit reicht für den Schultag, ein richtiger Dauerläufer ist das Aspire 1 mit rund 13 Stunden jedoch nicht.

## Do It Yourself

Acer bewirbt das Aspire 1 mit im Rahmen der Garantie auch selbst aufrüstbarem DDR4-Speicher. Tatsächlich ist einer der beiden SO-DIMM-Stckplätze frei. Entgegen den Angaben auf Acer's und Intels Webseiten lief das Billig-Notebook sogar mit 2×32 GByte. Freudig überrascht waren wir vom M.2-Anschluss. Wer also noch ein wenig investieren mag und die Schrauben der Bodenplatte löst, kann für jeweils unter 30 Euro den DDR4-Speicher verdoppeln und eine 120 GByte-M.2-SSD einbauen. Im Test funktionierten nur NVMe-, keine SATA-SSDs im M.2-2280-Format. Aufgrund der Anbindung über PCIe-2.0-Lanes ist aber bei rund 1,9 GByte/s Schluss.

## Fazit

Im Auslieferungszustand als Edu-Notebook tauglich, ist das Acer Aspire 1 zunächst wegen des vorinstallierten Windows 10 S das schlechtere Chromebook.

Man muss etwas Disziplin bei der Anzahl gleichzeitiger Programme wahren, dann lassen sich gängige Anwendungen wie etwa Videokonferenzen problemlos



**Wie versprochen kann man Arbeitsspeicher nachrüsten. Erfreulicherweise findet sich auch ein M.2-Anschluss für ein schnelles SSD-Kärtchen im M.2-2280-Format.**

nutzen. Mittelfristig kann aber der spartanische eMMC-Speicher knapp werden. Windows-Updates fressen oft reichlich Speicherplatz, eigene Daten ebenso. Deshalb sollte man nicht dauerhaft benötigte Daten ins Backup verschieben.

Windows 10 freischalten löst die ärgsten Fesseln, und wer will, kann für wenig

Geld Speicher nachrüsten. Das federt zwei der größten Kritikpunkte des Acer Aspire 1 ab und das Gerät taugt dann als Medienzuspieler fürs Wohnzimmer-TV oder zum immer noch billigen Einstiegsgerät für Bastler. Aber um das grotte Display kommt man nur herum, wenn man einen externen Monitor anschließt. (csp@ct.de) ct

## Acer Aspire 3 (A317-33): Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration		A114-33-C6ZV
Lieferumfang		Windows 10 S 64 Bit, Netzteil
<b>Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)</b>		
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera (Hello)	– / – / L / – / ✓ 720p30 (–)	
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	1 × R (Typ A) / 2 × L (Typ A) / – / 1 × L	
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	– / L / –	
<b>Ausstattung</b>		
Display	AU Optronics B140HTN02.0: 14" TN (matt)/ 35,5 cm, 1920 × 1080 (158 dpi), 16:9, 16 ... 196 cd/m²	
Prozessor/ Chipsatz	Intel Celeron N5100 (4 Kerne), 1,1 GHz (Turbo bis 2,8 GHz), 1,5 MByte L2-, 4 MByte L3-Cache/ Intel Jasper-Lake-SoC	
Hauptspeicher / Steckplätze (davon frei)	4 GByte DDR4-3200 / 2 × SO-DIMM (1)	
Grafikchip (Speicher)	int.: Intel UHD (vom Hauptspeicher)	
Sound	HDA: Realtek ALC255	
LAN / WLAN/ Bluetooth (Stack)	PCIe: Realtek 8168 (Gbit) / PCIe: Qualcomm QCA9377 (Wi-Fi 5, 1 Stream)/ USB: Qualcomm (Microsoft)	
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	I2C: HID (max. 4 Finger) / fTPM 2.0 / –	
Massenspeicher	eMMC: Sandisk DA4064 (64 GByte) / 1 freier M.2-NVMe-Steckplatz	
<b>Stromversorgung, Maße, Gewicht</b>		
Akku (Ladestopp < 100 % einstellbar)	42 Wh Lithium-Ionen (–)	
Netzteil	45 W, 264 g, 9,3 cm × 3,8 cm × 2,7 cm, Kleoblattstecker	
Gewicht / Abmessungen / Dicke mit Füßen	1,49 kg / 32,9 cm × 23,1 cm / 2,0 ... 2,2 cm	
Tastaturhöhe / Tastenraster	1,4 cm / 19 mm × 18 mm	
<b>Leistungsaufnahme</b>		
Suspend / ausgeschaltet	0,4 W / 0,3 W	
ohne Last: Display aus / 100 cd/m² / max.	1,7 W / 4,1 W / 5 W	
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	18 W / 8 W / 15 W	
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	44 W / 0,57	
<b>Laufzeit, Geräusch, Benchmarks</b>		
Laufzeit Idle (100 cd/m²) / Video (200 cd/m²) / 3D (max)	13,6 h / 7,4 h / 4,6 h	
Ladestand / Laufzeit nach 1h Laden	62 % / 8,5 h	
Geräusch ohne / mit Rechenlast	⊕⊕ (<0,1 sone) / ⊕⊕ (0,1 sone)	
Massenspeicher lesen / schreiben	255 / 190¹ MByte/s	
USB 3.0 lesen / schreiben	436 / 416 MByte/s	
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20 m) / MU-MIMO-fähig	14,8 / 9,9 MByte/s / ✓	
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 99,8 dB	
Cinebench R23 (Single Core / Multi Core)	610 / 1859	
3DMark: Wild Life / Night Raid / Fire Strike / Time Spy	2145 / 3162 / 764 / 310 / –	
<b>Preis und Garantie</b>		
Straßenpreis Testkonfiguration	270 €	
Garantie	2 Jahre	
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe		
¹ bricht nach circa 10 Sekunden auf 35 MByte/s ein		



# Büro-Türmchen

## Platzsparender Multifunktionsdrucker mit Tintentanks

**Der Epson EcoTank ET-5150 empfiehlt sich für Arbeitsplätze mit wenig Stellfläche. Mit wischfester Tinte aus Flaschen druckt und kopiert er extrem günstig. Die Ausgabe der fertigen Druckseiten ist ungewöhnlich.**

Von Rudolf Opitz

**E**in Multifunktionsdrucker (Mufu) direkt am Büroschreibtisch übernimmt viele Aufgaben rund ums Drucken, Kopieren und Scannen und kommt sicherlich häufiger zum Einsatz als etwa das Abteilungsgerät im Druckerraum. Handelt es sich bei dem Tischgerät um den Epson EcoTank ET-5150, braucht man sich dabei

keine Sorgen wegen hoher Tintenkosten zu machen. Die Tinte entnimmt der Drucker aus günstig nachfüllbaren Tanks mit Tinte für tausende Seiten.

Mit weniger als 38 Zentimetern Kantenlänge belegt der ET-5150 eine vergleichsweise kleine Stellfläche. Das ändert sich auch im Betrieb nicht, denn er gibt Druckseiten nicht wie andere Tintendrucker nach vorn, sondern wie Laserdrucker nach oben aus. Raumgreifende Ablagen zum Ausklappen braucht er nicht. Zehn Zentimeter über der Ablage thront ein Türmchen aus Flachbettscanner und Vorlagen-einzug, an dessen Vorderseite zudem das Bedienpanel mit kleinem, druckempfindlichem Touchscreen sitzt. Der lässt sich gut ablesen, aber nur leidlich gut mit dem Finger bedienen. Kleinere Icons und Menüpunkte betätigt man sicherer mit einem Stift.

Für den Papiervorrat gibt es nur ein 250-Blatt-Fach, erweitern lässt sich der

ET-5150 nicht. Für die lasertypische Face-down-Ablage nach oben muss das Blatt im Papierweg gewendet werden, was nur mit Normalpapier bis 90 g/m<sup>2</sup> klappt. Fotopapier und dickere Medien brauchen einen geraderen Papierweg, der über den Einzelblatteinzug auf der Rückseite zugänglich ist. Vor dem Drucken muss man die Frontklappe öffnen und die Ausgabe für den geraden Druckweg herunterziehen. Dicke (Foto-)Papier gibt der Drucker dann nach vorne aus.

### Dicke Tinte

Wie der deutlich teurere, aber besser ausgestattete EcoTank ET-5800 [1] druckt auch der ET-5150 mit der pigmentierten Durabrite-Tinte. Er ist mit einem Straßenpreis von 450 Euro dreimal so teuer wie vergleichbare Patronengeräte, dafür legt Epson aber Tinte für eine Komplettfüllung und zusätzlich eine weitere Flasche Schwarztinte bei – was für 6000 ISO-Farbseiten (nach ISO/IEC24711) oder 15.000 Schwarzweiß-Textseiten reicht. Flaschenhälse und Einfüllstutzen sind je nach Farbe unterschiedlich geformt, sodass nur die richtige Farbflasche auf den jeweiligen Tank passt. Die Tinte fließt ohne spritzen in den Tank.

Die Fenster im Druckergehäuse dienen der wichtigen Tintenstandkontrolle, denn komplett leer sollte man die Tanks nie drucken. Reinigungstinte landet in einem wechselbaren Auffangbehälter, für ein neues „Wartungskit“ zahlt man rund 10 Euro. Nachfülltinte kostet bei Epson pro Flasche 15,49 Euro (Farbe) bis 19,49 Euro (Schwarz). Damit liegt der Tintenpreis pro ISO-Farbseite bei 1,03 Cent. Manche Tintentankgeräte drucken zwar noch günstiger, verwenden aber nur Tinten mit Flüssigfarbstoff und keine lichtstabilen und wischfesten Pigmenttinten.

Druckproben des ET-5150 zeigten nach 100 Stunden in unserem Tageslichtsimulator – das entspricht einem Jahr im Sonnenlicht – keinerlei Verblasen oder Farbänderungen. Erst nach 200 Stunden ließen die gelben Pigmente leicht nach. Die Wischfestigkeit der Tinte prüften wir mit einem Textmarker 30 Sekunden nach Druck. Bei ein- und zweimaligem Überstreichen zeigten sich keinerlei Schlieren.

### Aufs Papier

Richtig flott druckt der ET-5150 nur in Entwurfsqualität. Dabei spart er kräftig Tinte, die Ergebnisse sind sehr blass, aber noch lesbar. Im schon sehr ansehnlichen Standarddruck schafft das Bürogerät immerhin

gut 13 Seiten pro Minute. In der besten Qualitätsstufe „Stark“ produzierte es Textdruck, der fast an Laserdrucker heranreicht. Wer das letzte Quäntchen Qualität herauskitzeln möchte, kann zusätzlich den bidirektionalen Druck abschalten. Dann braucht der Drucker für eine Textseite aber über eine Minute, und sehen kann man den Unterschied mit bloßem Auge nicht. Auch Grafik brachte der ET-5150 in vorbildlicher Qualität zu Papier.

Für die Ablage gibt Epson maximal 30 Blatt an, unseren 100-Blatt-Test absolvierte der Drucker aber ohne Papierstau und ohne dass wir Drucke zwischendurch entnehmen mussten. Briefumschläge beschriftete er erst korrekt, nachdem wir im Treiber „Ränder minimieren“ aktiviert hatten.

Fotos druckt der EcoTank grundsätzlich nur mit Rand. Auf Normalpapier gefielten Bilder mit kräftigen Kontrasten; hier kann die Pigmenttinte punkten. Auch in dunklen Bildbereichen konnten wir noch Details ausmachen. Für Fotos muss man die Ausgabe nach vorne ausklappen, wo auf der Druckertreiber hinweist. Dunkle Details sahen wir kaum, Schwarzflächen und Grauhintergründe bei Schwarzweißbildern zeigten einen rötlichen Schimmer. Besonders auf 10×15-Papier fielen unschöne Transportspuren auf.

Texte kopiert der ET-5150 in guter Qualität, arbeitet aber besonders bei Farbkopien eher behäbig. Auf Grafiken mit feinen Strukturen offenbarte die Lupe einige Unsauberkeiten, Grauflächen wirkten etwas körnig. Als Qualitätsstufen gibt es nur Standard und Beste. Stellt man die Dichte auf Minimum (maximale Helligkeit), erhielten wir lesbare Schwarz-Weiß-Kopien von Text auf farbigem Papier, allerdings nur mit unterschiedlich starken



**Zum Bedrucken von Fotopapier und dickeren Medien klappt man die Frontklappe des ET-5150 auf und zieht den Ausgabeschacht (Pfeil) herunter. Die Drucke werden dann nach vorn und nicht nach oben ausgegeben.**

Grauhintergründen. Auf Fotopapier ließen sich nur Kopien in Standardqualität erstellen, Kopien von Fotos gaben Farben akzeptabel wieder, boten aber nur mäßige Details und grieselige Hintergründe.

Der Vorlageneinzug zieht Blätter gemächlich ein und scannt nur einseitig; automatische Duplexkopien erstellt der ET-5150 nicht. Im Test kam er mit geknickten Vorlagen gut klar, nur das erste Blatt des Stapels wurde sichtbar schräg gescannt. Von den Knickstellen blieben auf der Kopie nur wenige Artefakte.

Auch beim Scannen war der ET-5150 kein Renner: Für ein A4-Foto in 600 dpi brauchte er fast zwei Minuten. Der Scan zeigte kühle Farben und gute Details. Noch besser gefielen Scans unserer Grafikvorlagen. Mit der Texterkennung erstellt „Epson Scan 2“ zwar durchsuchbare PDFs, die Fehlerquote ist besonders bei kleine-

ren und größeren Schriften aber sehr hoch. Auch für Tabellen taugt sie nicht.

## Fazit

Der vielseitige EcoTank ET-5150 ist als Arbeitsplatzdrucker im (Heim-)Büro ein guter Tipp, da er wenig Platz braucht. Wer ein Gerät mit Fax benötigt, kann zum ansonsten baugleichen ET-5170 greifen. Nur für umfangreiche Scanaufgaben taugt der ET-5150 mangels Duplex-ADF und wegen der schlechten mitgelieferten OCR weniger. Gerade für Vieldrucker ist er aber wegen der sehr geringen Tintenkosten empfehlenswert. Vergleichbare Lasergeräte drucken selbst schwarzweiß um ein Vielfaches teurer als der EcoTank in Farbe. (rop@ct.de) ct

## Literatur

[1] Rudolf Opitz, Spartinte fürs Büro, Tintentank-Mufu mit Business-Ausstattung, c't 14/2020, S. 96

## Epson EcoTank ET-5150

Einzelplatz-Mufu mit nachfüllbaren Tintentanks	
Hersteller	Epson, www.epson.de
Druckverfahren, Tinten	Piezo, 4 DuraBrite-Pigmenttinten
max. Auflösung (Fotodruck) <sup>1</sup>	4800 dpi × 1200 dpi
Papierge wicht <sup>1</sup>	64 g/m <sup>2</sup> ... 256 g/m <sup>2</sup>
Papierzufuhr / Ablage <sup>1</sup>	250-Blatt-Fach, Einzelblatteinzug hinten / 30 Blatt oben, Face-down
Randlosdruck / automat. Duplexdruck	– / ✓
empfohlenes monatl. Druckvolumen <sup>1</sup>	1600 Seiten
Scanner, optische Auflösung <sup>1</sup>	CIS, 1200 × 2400 dpi
Vorlageneinzug / Duplex	35 Blatt / –
USB-Host / Kartenslots	– / –
Druck-App / Hersteller-Clouddienst	Epson iPrint, Epson Smart Panel (Android, iOS) / Epson Connect
AirPrint / Android-Plug-in / Mopria	✓ / Epson Print Enabler / ✓
Schnittstellen	USB 2.0, Ethernet, WLAN IEEE802.11n, 2,4 GHz, Wi-Fi Direct
Betriebsabm. (B × T × H) / Gewicht	37,5 cm × 35 cm × 37,5 cm / 7,3 kg
Display	6,1-cm-Touchscreen, resistiv
Treiber	Windows ab XP SP2, Server 2003 SP2; macOS ab 10.6.8; Linux
Software	Epson Photo+, Scan 2, Scan Smart, Printer Connection Checker
Tinte / mitgeliefert	Epson 113 / 2 × 113 BK (je 127 ml), je 1 × 113 C,M,Y (je 70 ml)
Reichweite <sup>1</sup> / Preis pro ISO-Seite	Schwarz: 7500 S., Farben (C,M,Y): je 6000 S. / 1,03 Cent (Schwarzanteil 0,26 Cent)
Messergebnisse und Bewertungen	
ISO-Druckleistung [S./Min]	Entwurf: 19,1; Standard: 13,3; Leise: 6,2; Stark, unidir.: 0,9
Druckzeiten Qual. „Stark“ [min:sek]	Grafik: 1:40, Foto A4: 3:33, Foto 10 × 15: 1:23
Kopierzeiten [min:sek]	20 SW-Seiten: 1:51, 20 Farb-Seiten: 2:33, 20 Seiten ADF: 4:02, A4-Foto: 2:57
Scanzeiten [min:sek]	Vorschau: 0:10, 300 dpi: 0:27, 600 dpi: 1:53, 10 Seiten ADF 300 dpi: 2:18
Geräuschentwicklung	Druck: 11 sone, Leise-Druck: 6,2 sone, ADF-Scan: 5,3 sone, ADF-Scan Leise: 5,2 sone
Leistungsaufnahme	Aus: 0,2 W, Sleep: 1 W, Bereit: 5,2 W, Kopieren (ADF): 17,4 W (37 VA)
Bedienung / Netzwerk	⊕ / ⊕
Textdruck / Grafik	⊕⊕ / ⊕⊕
Foto Farbe / SW / Normalpapier	○ / ○ / ○
Kopie Text / Grafik / Foto	⊕ / ○ / ○
Scan Grafik / Foto / Text (OCR)	⊕ / ○ / ⊖
Lichtbeständigkeit Normal- / Fotopapier	⊕ / ⊕
Herstellergarantie	1 Jahr oder 100.000 Seiten (Carry-in), 3 Jahre nach Registrierung innerh. von 30 Tagen
Gerätepreis (UVP / Straße)	570 € / 450 €

<sup>1</sup> Herstellerangabe   ⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht   ✓ vorhanden  
– nicht vorhanden   k. A. keine Angabe

# Nachbrenner für Magnetscheiben

## 18-TByte-Festplatte mit neuer Aufzeichnungstechnik

**Nach Western Digital und Seagate präsentiert nun auch der dritte verbliebene Festplattenhersteller Toshiba eine Festplatte mit 18 TByte Speicherkapazität. Toshiba setzt dabei eine Technik namens FC-MAMR ein.**

Von Lutz Labs

Für Festplattenkapazitäten oberhalb von 18 TByte brauchen die Hersteller neue Aufzeichnungsverfahren. Die Magnetpartikel müssen immer kleiner werden und trotzdem magnetisch stabil bleiben. Als Lösung hat sich eine Anregung des jeweils beschriebenen Bereichs durch zusätzliche Energie herausgestellt, entweder über einen Laser (Heat Assisted Magnetic Recording, HAMR) oder einen Mikrowellensender (Microwave Assisted Magnetic Recording, MAMR). Seagate hat eigenen Angaben zufolge bereits diverse HAMR-Laufwerke ausgeliefert; Western Digital setzt auf MAMR, hat aber auf dem Weg zur Entwicklung der ersten MAMR-Festplatte mit Enhanced Perpendicular Magnetic Recording (ePMR, siehe c't 17/2020, S. 72) einen Zwischenschritt eingelegt. Toshiba kommt nun mit einem weiteren Verfahren namens FC-MAMR, das FC steht in diesem Fall für Flux Control.

Bei MAMR planen die Hersteller den Einsatz eines Spin-Torque-Oszillators (STO) in einem kleinen Zwischenraum am Schreibkopf. Dieser Mikrowellensender soll die zu magnetisierenden Partikel schon einmal in die richtige Richtung schubsen und dadurch die notwendige Magnetfeldstärke senken. Die resultierende Magnetfeldener-

gie des STO ist nicht konstant, sie variiert mit der Anregung. Dieser STO lässt sich nun auch so einstellen, dass er gar keine Mikrowellen erzeugt, sondern den Magnetfluss des Schreibkopfes bündelt und damit bereits eine höhere Kapazität ermöglicht.

Western Digitals ePMR-Verfahren basiert auf dem gleichen Ansatz, unterscheidet sich jedoch in Details. Hier liegt während des gesamten Schreibvorgangs ein zusätzlicher Strom am Hauptpol des Schreibkopfes an, was zu einer gleichmäßigeren Sättigung der Schreibköpfe, einem konsistenteren Magnetfeld auf den Medien und damit zu geringeren Verzerrungen bei den Schreibströmen führt. Damit soll sich der Abstand zwischen den Bits minimieren lassen.

FC-MAMR und ePMR haben gegenüber MAMR (und HAMR) einen großen Vorteil: Es sind keine neuen Platter notwendig, die Hersteller können das bewährte Magnetmaterial weiter nutzen. Das Verfahren erlaubt zwar nach Angaben von Toshiba lediglich eine Erhöhung der Flächendichte um rund 20 Prozent, dies jedoch zu moderaten Kosten. Eine Kapazität von 20 TByte in einem klassischen 3,5-Zoll-Festplattengehäuse ist damit noch erreichbar, für höhere Kapazitäten aber braucht es nicht nur neue Magnetmaterialien, sondern auch eine genauere Ansteuerung des STO – der Schwingungswinkel muss sehr genau eingestellt werden. Der STO kann jedoch in der heute verfügbaren Form weiterhin zum Einsatz kommen.

Western Digital verspricht sogar ePMR-Laufwerke mit bis zu 30 TByte. Hier ist jedoch auch die nicht für alle Anwendungsfälle geeignete Aufzeichnungstechnik Shingled Magnetic Recording (SMR) mit eingerechnet; die Netto-Kapazität soll bei maximal 24 TByte und damit nahe an den von Toshiba genannten 20 TByte liegen.



### Erste FC-MAMR-Festplatte

Toshiba nutzt die FC-MAMR-Technik erstmals in seiner Server-Festplatte MG09ACA18TE, einem 18-TByte-Laufwerk mit neun Scheiben. Im Test konnte diese die erwarteten Werte erreichen: In den Außenzonen lag die Datentransferrate beim Lesen und Schreiben bei rund 280 MByte/s, in den Innenzonen bei immer noch 127 MByte/s. Beim gleichzeitigen Lesen und Schreiben erreichten wir mindestens 83 MByte/s, der Maximalwert lag bei 168 MByte/s – alles übliche Werte für ein Laufwerk dieser Größe. Auch beim Zugriff auf zufällige Adressen lag die MG09ACA18TE mit 630 beziehungsweise 470 IOPS im für Festplatten üblichen Bereich.

Die Leistungsaufnahme liegt trotz zusätzlicher Technik nach Toshiba-Angaben nur wenig höher als bei einem 16-TByte-Laufwerk mit neun Scheiben und konventioneller Aufzeichnung; wir haben hier rund 7,5 Watt beim Lesen und Schreiben gemessen. Im Dauerbetrieb erwärmte sich das Toshiba-Laufwerk auf rund 46 °C, die maximale Lautstärke betrug 1,3 sone – ebenfalls ordentliche Werte für ein Server-Laufwerk.

Aktuell ist die MG09ACA18TE im Handel noch schlecht erhältlich; einige Händler bieten sie jedoch bereits für Preise ab 510 Euro an. Bis zur breiten Verfügbarkeit, auch in den einschlägigen Preisuchmaschinen, dürfte jedoch aller Erfahrung nach noch etwas Zeit vergehen.

(ll@ct.de)

### Toshiba MG09ACA18TE

#### Server-Festplatte mit 18 TByte

Hersteller	Toshiba, <a href="http://www.toshiba-storage.com">www.toshiba-storage.com</a>
Anschluss	SATA 6G
Straßenpreis	circa 510 €



# Vierspur-Fritz

## Fritzbox 7590 AX mit Wi-Fi 6

**Die Fritzbox 7590 AX ist AVMs WLAN-mäßig modernster Router. Er liefert Durchsatz satt und ist auch sonst gut ausgestattet.**

Von Ernst Ahlers

Die Fritzbox 7590 AX kommt mit rund einem Zentimeter mehr Höhe etwas wuchtiger daher als das bisherige Spitzenmodell 7590: Die Ausstattung mit Schnittstellen ist weitgehend identisch (siehe Tabelle), das WLAN modernisiert. Das Einrichten an einem VDSL-Anschluss geht wie von Fritzboxen gewohnt leicht von der Hand, das Betriebssystem ist auf aktuellem Stand (FritzOS 7.27) und man findet alle bei Fritzboxen üblichen Funktionen.

AVM hat sich beim WLAN, wie bei der Ankündigung vermutet (c't 12/2021, S. 42), für MaxLinears WAV600-Chipsatz entschieden (WAV614 fürs 2,4-GHz-Band, WAV624 für 5 GHz). Der Modembaustein VRX619 aus gleichem Haus könnte alternativ auch an G.fast-Anschlüsse bis 212 MHz laufen, wie sie in der Hausverteilung von Fiber-to-the-Building-Installationen etwa bei Netcologne vorkommen.

Als Prozessor fungiert wahrscheinlich ein GRX550, anhand des Chip-Aufdrucks konnten wir ihn nicht zweifelsfrei identifizieren. Obwohl der 4-Kern-Prozessor die IPsec-Verschlüsselung beschleunigen kann, maßen wir im Road-Warrior-Szenario mit mehreren TCP-Streams gerade mal 105 MBit/s VPN-Durchsatz über den WAN-Port – was für Fritzboxen dennoch ein guter Wert ist. AVM nennt fürs Site-to-Site-VPN maximal 112 MBit/s. Andere Router können Super-Vectoring-Leitungen hingegen auch mit VPN ausschöpfen (252 MBit/s beim DrayTek 2865, c't 11/2020, S. 20).

### Performance

Beim Vermitteln zwischen Internet und (W)LAN zeigte die 7590 AX keine Schwäche: Die mit PPPoE von uns gemessenen 830 MBit/s genügen locker für alle xDSL-Spielarten. Was ein 250-MBit/s-Anschluss hergeben kann, kam in unserem WLAN-Test auch weitgehend an: Über 20 Meter durch Mauern schickte die Fritzbox je nach Ausrichtung und Funkband bis zu 278 MBit/s an den WLAN-Client Intel AX200. In unmittelbarer Nähe soll sie laut AVM ihre Gigabit-Ethernet-Ports sättigen können (950 MBit/s), doch in unserem Aufbau gingen maximal 859 MBit/s durch.

Beim NAS-Betrieb mit einer USB-SSD maßen wir mit großen Dateien beim Schreiben um die 30 MByte/s und beim Lesen etwas über 60 MByte/s. Wer mehr braucht, muss zu einem separaten Netzwerkspeicher greifen. Die Leistungsaufnahme in Bereitschaft war mit 14,8 Watt sehr hoch. Das sind zwei Drittel mehr als bei der 7590 (8,8 Watt, c't 15/2017, S. 46). Ein Teil des Mehrbedarfs geht wohl auf Super-Vectoring (VDSL-Profil 35b) statt Vectoring (17a) zurück; das darf AVM gern noch optimieren.

Eine Vorserie der 7590 AX kam im kleineren Gehäuse der 7590 auf den Markt. Laut einem Leserhinweis wird dieses sehr warm, der Prozessor soll bis zu 80 °C erreichen. AVM hat die unterschiedlichen Ausführungen bestätigt. Der Hersteller sagt für beide Varianten dieselbe Performance und eine Garantiefrist von fünf Jahren zu.

### Fazit

Die 7590 AX wird wohl die letzte 75er-Fritzbox sein, die fürs WLAN auf MaxLinear-Chips setzt, deren Wurzeln bis zum ehemaligen Infineon-Ableger Lantiq zurückreichen. Mit der 76er-Reihe kommen vermutlich Qualcomm-Bausteine mit modernen ARM-CPU-Kernen zum Zug. Bis die nächste Fritzbox-Generation erscheint, stellt die 7590 AX ein gutes Angebot für einen xDSL-Router mit modernem Wi-Fi-6-WLAN dar: Die per Super-Vectoring-DSL möglichen 250 MBit/s lieferte sie im Test auch über Distanz weitgehend verlustfrei weiter.

(ea@ct.de) ct

### AVM Fritzbox 7590 AX

WLAN-Router mit Wi-Fi 6	
Hersteller	AVM, <a href="http://www.avm.de">www.avm.de</a>
WLAN (MIMO-Streams)	2 × Wi-Fi 6 (4) = IEEE 802.11ax-1200 und ax-2400, WPA3, WPS, DFS
Bedienelemente	WLAN, DECT, Connect, 5 Statusleuchten
Anschlüsse	xDSL, 5 × RJ45 (Gigabit-Ethernet), 2 × Analogtelefon (TAE, RJ11), ISDN SO, 2 × USB 3.0
getestete Firmware	FritzOS 7.27
NAT-Perf. PPPoE (DS / US)	831 / 525 MBit/s
IP-zu-IP (DS / US)	949 / 950 MBit/s
WLAN 2,4 GHz nah / 20 m <sup>1</sup>	399 / 142–237 MBit/s
5 GHz nah / 20 m <sup>1</sup>	859 / 169–278 MBit/s
Leistungsaufnahme <sup>2</sup>	15 Watt / 29 VA
jährliche Stromkosten <sup>2</sup>	40 €
Preis	269 €

<sup>1</sup> gegen Intel AX200

<sup>2</sup> idle, Super-Vectoring-VDSL, Dauerbetrieb, 30 Cent/kWh, gerundet



## Gigabit-Sauger

**Auch Zyxel hat einen tragbaren 5G-Mobilfunk-Router im Lieferprogramm. Das Kombi-Modem des NR2101 5G rastet auf vielen Funkbändern ein und könnte sogar bis zu 4 Gigabit pro Sekunde aus dem Internet saugen.**

Der Zyxel NR2101 5G NR Mobile WiFi sieht dem D-Link DWR-2101 zum Verwechseln ähnlich (siehe c't 7/2021, S. 74). Beide gründen vermutlich auf demselben Development-Kit. So steckt in beiden das X55-Modem von Qualcomm, das 5G und LTE gemäß der heute gängigen 3GPP-Spezifikation Release 15 umsetzt. 5G-Verbindungen baut das X55-Modem sowohl im Non-Standalone-Modus der ersten 5G-Ausbaustufe auf (NSA), bei dem sich eine 5G-Basis auf das LTE-Kernnetz stützt, als auch im modernen Standalone-Modus (SA), bei dem alle Komponenten der Netzbetreiber 5G-Technik verwenden.

Auch die Bedienung funktioniert bei beiden 5G-Routern ähnlich, nämlich entweder via Browser oder über das 2,4 Zoll

kleine Farb-Touchdisplay. Typisch für diese Gerätekategorie zeigt es die wichtigsten Parameter auf der Startseite an (Netzbeitreiber, Netzwerkmodus, Datenverbrauch, Signal- und Akkupegel, WLAN-Status). Per Fingertipp kann man alle wesentlichen Einstellungen erledigen.

Intern unterscheidet sich der Zyxel-Router teils erheblich von der D-Link-Variante. Er eignet sich für vier 5G-Funkbänder mehr, nämlich n7, n8, n41 und n77 und im LTE-Betrieb zusätzlich für das Band B38. Vor allem die Bänder n7 (2600 MHz) und n8 (900 MHz) sind bedeutsam: n7 gilt in Ballungsgebieten als Arbeitspferd mit hoher Nutzer- und Datenkapazität, n8 als wichtige Abdeckungsfrequenz für regionale Gebiete. Mit dieser Frequenzbandausstattung könnte der NR2101 5G bis zu 4 GBit/s aus dem Internet holen. Die deutschen Mobilfunknetze liefern derzeit aber bestenfalls rund 1 GBit/s.

Internetverbindungen baut der Zyxel-Router so wie das D-Link-Gerät sowohl per IPv6 als auch per veraltetem IPv4 auf. Zyxels Firmware erscheint aber ein wenig fortgeschritten: Die Bedienung über das Touch-Display lässt sich per Passwort schützen, zur WLAN-Anmeldung kann man WPS nutzen oder als Smartphone-User auch QR-Codes. Zudem kann das Mobilfunkmodem zwar die Funktechnik selbst wählen (mixed Mode 3G/4G/5G), aber es lässt sich auch auf 4G oder 5G festnageln und es gibt einen Flugmodus. Manche Schwachpunkte teilt sich die Zyxel-Variante mit dem D-Link: Beide verschlüsseln WLAN-Daten ab Werk mit der veralteten WPA2-Technik, obwohl sie auch das bessere WPA3 beherrschen.

Die Firmware-Unterschiede sind jedoch nur graduell. Mit der besseren Frequenzbandausstattung setzt sich der Zyxel NR2101 jedoch klar gegenüber dem D-Link ab, was sich auch im höheren Straßenpreis spiegelt (430 gegenüber 365 Euro). (dz@ct.de)

## Schneller Riese

**Die USB-SSD SanDisk Extreme Pro Portable vereint eine hohe Kapazität von bis zu 4 TByte mit einer rasanten Datentransferrate von über 2 GByte/s.**

Mit 4 TByte Speicherplatz liegt die SanDisk-SSD nur 20 Prozent unter den größten USB-Festplatten, die maximal 5 TByte fassen. Die USB-SSD ist jedoch robuster, mit 90 Gramm wesentlich leichter und zudem deutlich kleiner. Die interne PCIe-SSD WD SN730 ist über USB 3.2 Gen 2x2 an den PC angebunden, wenn letzterer diesen Modus beherrscht.

Im Test konnten wir mit der Extreme Pro Portable SSD die versprochenen hohen Geschwindigkeiten erreichen: Beim Lesen und Schreiben großer Dateien flossen mehr als 2 GByte/s über die USB-Leitung, beim Zugriff auf zufällige Adressen kam die SSD auf knapp 60.000 IOPS. Als Backup-Medium für Programmierprojekte eignet sie sich weniger: Beim Kopieren von Teilen des Linux-Quelltextes auf die SSD kamen wir nur auf rund 2,6 MByte/s; beim Kopieren vieler kleiner Dateien ist also sogar manche Festplatte schneller.

Als reines Backup-Medium ist die SSD zu schade, dafür tut es auch eine USB-Festplatte – wer jedoch häufig viele große Dateien transportiert und zudem eine schnelle USB-Schnittstelle am PC hat, profitiert von Kapazität und Geschwindigkeit der Extreme Pro Portable SSD. (ll@ct.de)

## SanDisk Extreme Pro Portable SSD

externe 4-Byte-SSD mit USB 3.2 Gen 2x2	
Hersteller	SanDisk, <a href="http://www.sandisk.com">www.sandisk.com</a>
Bezeichnung	SDSSDE81-4T00-G25
Anschlusskabel	USB-A, USB-C (jeweils ca. 30 cm)
weitere Größen	1 TByte (187 €), 2 TByte (317 €)
Straßenpreis	676 €



## Die Online-Konferenz für Big Data, Data Science und Machine Learning

28. Oktober 2021

Call for Proposals  
noch bis

**26.07.**

Jetzt  
einreichen!

### Daten sind unser Handwerk

Auf dem Weg zur Data-driven Company liefert die data2day  
Antworten auf die drängendsten Fragen rund um Konzepte, Tools und Best Practices.

- **Wie sieht eine optimale Architektur aus?**  
Data Warehouse vs. Data Lake vs. Data Mesh
- **Vom Datenmanagement bis zur Analyse und Visualisierung:**  
Data Engineering und Data Science müssen ineinander greifen
- **Korrekte, richtige und zuverlässige Daten:**  
Daten-Pipelines, ETL und GDPR meistern?
- **Wie gelingt eine datengetriebene Unternehmenssteuerung?**  
Organisation, Rollen, Data Teams...
- **Compliance und Governance sicherstellen:**  
Welche Tools, Konzepte und Best Practices helfen?

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

Veranstalter



MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE  
INFORMATIONSTECHNIK



heise Developer

© Copyright by Heise Medien.



dpunkt.verlag



# Fest im Blick

## Android-Smartphone Vivo X60 Pro mit Gimbal-Kamera

**Egal ob viel oder wenig Licht, das Vivo X60 Pro schießt scharfe Fotos und Video. Das wichtigste Werkzeug dafür ist der in die Kamera eingebaute Bildstabilisator.**

Von Steffen Herget

**F**lach, leicht und gut verarbeitet – das sind die ersten Attribute, die auffallen, wenn man das Vivo X60 Pro aus seinem Karton nimmt. Vorder- und Rückseite bestehen aus besonders bruchfestem Glas namens Xensation Up, das in Deutschland vom Unternehmen Schott entwickelt wurde. Die matte Rückseite sieht nicht nur hübsch aus, Fingerabdrücke sind darauf zudem kaum zu sehen. Für den rauen Umgang im Alltag legt Vivo eine durchsichti-

ge Schutzhülle mit in den Karton. Bei der IP-Zertifizierung kann Vivo nur IP52 und damit Schutz gegen Staub und Tropfwasser vorweisen.

### Kein High-End? Kein Problem!

Im X60 steckt ein Qualcomm Snapdragon 870 und damit nicht der aktuelle Top-Prozessor Snapdragon 888. Das mag angesichts des stolzen Preises von 800 Euro verwundern, die Entscheidung ist aber nachvollziehbar. Der 888 ist zwar minimal stärker und erreicht in Benchmarks meist einige wenige Zähler mehr als der 870, leidet jedoch bei längerer Belastung unter stärkerer Hitzeentwicklung und regelt die Leistung stärker herab. Dass der Snapdragon 870 weniger stark drosselt, war bereits im Test des Motorola Moto G100 (c't 11/2021, S. 84) zu sehen, das den gleichen Prozessor besitzt.

Egal ob Benchmarks oder Alltag, das X60 übersprang im Test mühelos alle Hürden, die wir ihm in den Weg stellten. Vor

allem beim Multitasking sind die üppig bemessenen 12 GByte Arbeitsspeicher hilfreich. Mit 5G ist es für schnelle Mobilfunkdatenübertragung vorbereitet.

Größte Besonderheit des Smartphones ist der in die Hauptkamera integrierte Gimbal. In so einen Bildstabilisator wird üblicherweise eine Kamera oder ein Handy eingelegt, der Gimbal gleicht dann Bewegungen automatisch aus, um ein ruhigeres Bild zu erzeugen. Vivo baut ihn im X60 Pro wie schon beim Vorgänger X51 (c't 24/2020, S. 114) in einer Mini-Version direkt in die Hauptkamera ein. Im Vergleich zu gängigen optischen Bildstabilisatoren in Smartphones, die im Prinzip meist genauso arbeiten, gleicht der Gimbal dreimal so lange Bewegungen aus, so Vivo. Stichhaltig zu überprüfen ist die Angabe kaum. Im Test gewannen wir aber den Eindruck, dass der Gimbal in der Lage ist, stärkere Bewegungen auszugleichen als die gängigen optischen und softwarebasierten Stabilisatoren. Bei der Kalibrierung des Stabilisators über die Einstellungen der Kamera-App sind die Bewegungen des Objektivs deutlich sichtbar.

Die Kamera macht in jeder Lebenslage sehr ansehnliche Fotos. Der 48-Megapixel-Sensor fängt viele Details ein, die lichtstarke Blende ermöglicht im Zusammenspiel mit dem Stabilisator und der Software schicke Nachtaufnahmen. Im c't-Labor zeigen die Bilder selbst bei schummerigen 5 Lux Helligkeit mit aktivem Nachtmodus noch die meisten Strukturen und Feinheiten, bei dunklen 0,5 Lux macht die Sache dann – wie bei den meisten Smartphones – kaum noch Spaß. Insbesamt greift die Kamerasoftware eher dezent ein, statt es, wie bei manchen Smartphones, bei der Farbsättigung zu übertreiben.

Neben dem Ultraweitwinkelobjektiv, das mit der Hauptkamera qualitativ nicht ganz mithalten kann und unschärfere und blassere Bilder macht, steckt im X60 Pro noch eine dedizierte Porträtkamera. Deren Brennweite beträgt 50 Millimeter im Kleinbildäquivalent, ein wenig Abstand zum Motiv ist also vonnöten. Der meist treffsicher angewandte Bokeh-Effekt hat einen natürlichen Look und wirkt nicht übertrieben künstlich. Selfies knipst das Smartphone mit maximal 32 Megapixel.

Das 6,56 Zoll (16,7 Zentimeter) große OLED-Display stellt etwas mehr als Full HD dar. Der Bildschirm zeigt, ganz OLED-typisch, tiefes Schwarz und knackige Farben. Für die Farbdarstellung stehen

drei Modi zur Wahl, zusätzlich ist die Farbtemperatur stufenlos regelbar. Das Messgerät bescheinigt dem Smartphone eine Helligkeit von 782 cd/m<sup>2</sup>, das ist ein sehr ordentlicher Wert.

Der Bildschirm unterstützt neben der Standardeinstellung 60 Hertz eine höhere Bildwiederholfrequenz von 120 Hertz. Die kann man entweder fest einstellen oder die intelligente Automatik auswählen lassen. Diese passt die Wiederholrate dynamisch an die gerade dargestellten Inhalte an. Das automatische Umschalten zwischen hohen und niedrigen Frequenzen ist mit dem bloßen Auge nicht zu erkennen, wohl aber der Unterschied zwischen 60 und 120 Hertz – Scrollen, Bildschirmübergänge, Animationen und kompatible Spiele sind flüssiger und schöner anzusehen. Der Bildschirm verbraucht mit 60 Hertz zwar weniger Strom, die Auswirkungen auf die Laufzeit sind allerdings sehr gering.

Apropos Akku: Der ist im X60 Pro fest eingebaut und besitzt eine Kapazität von 4200 mAh. Das ist Mittelmaß und ein Tribut an die dünne und leichte Bauweise. Entsprechend fielen auch die Laufzeiten in unseren Tests aus – gut, aber nicht herausragend. Bemerkenswert: Während das Smartphone beim Abspielen eines lokalen HD-Videos 17,5 Stunden durchhielt, waren es beim 4K-Video fast elf Stunden weniger – ein sehr großer Unterschied. Im Spieldaten, wenn die volle Leistung gefragt ist, reihte sich das X60 Pro ebenfalls im unteren Durchschnittsbereich ein, während es beim Videostreaming über WLAN ziemlich viel Puste bewies. Mit dem zum Lieferumfang gehörenden 33-Watt-Netzteil ist der Akku in knapp einer Stunde wieder voll.

## Kleine Lücken in der Ausstattung

Blickt man auf die Details im Datenblatt, fällt eine Handvoll kleinerer Lücken ins Auge. So unterstützt das X60 Pro weder kabelloses Laden noch ist eine eSIM eingebaut – beides kein Pflichtprogramm, aber in der oberen Mittelklasse und darüber oft vorhanden. Der Kabelanschluss hat zwar USB-C-Format, aber überträgt Daten nur gemäß USB 2.0. Auf Bluetooth 5.2 muss die Vivo-Kundschaft ebenso verzichten wie auf eine Kopfhörerbuchse und die Möglichkeit zur Speichererweiterung.

Vivos Android-Spielart trägt den Namen Funtouch OS und basiert auf Android 11. Zwei große Android-Upgrades und drei Jahre lang Sicherheitsupdates will der Hersteller liefern. Vivo verzichtet weit-



**Die Hauptkamera zeigt auch bei wenig Licht noch natürliche Farben und fängt viele Details ein, ohne dunkle Bereiche zu schlucken.**

gehend auf eigene Alternativen zu den ohnehin vorinstallierten Google-Apps und übertreibt es auch nicht mit Bloatware: Eine eigene Werbe-App, Booking.com, Netflix und TikTok sind vorinstalliert. Ärgerlich: Netflix und die Vivo-App lassen sich nicht rückstandslos entfernen, sondern nur deaktivieren.

## Fazit

Das X60 Pro ist ein schlankes und schickes Smartphone, das preislich einige hundert Euro unter der Luxusklasse rangiert. Das ähnlich teure Asus ROG Phone 5 hat mehr Power, aber die deutlich schwächere Kamera. Mittlerweile etwa 100 Euro günstiger zu haben ist zudem das Galaxy S21, das mit langer Updateversorgung punktet. Den bei Vivo im Vergleich mit noch teureren Luxus-Smartphones angesetzten Rotstift spürt die Kundschaft zwar bei fehlenden Komfortmerkmalen wie Speichererweiterung, Qi-Laden oder Kopfhörerausgang, nicht aber bei der Leistung – die ist trotz leicht abgespecktem Prozessor jederzeit top. Der Akku lädt schnell, hält jedoch nicht in allen Tests übermäßig lange durch. Ein Highlight ist die Kamera, deren Gimbal zwar keine Wunder wirkt, aber in allen Lebenslagen tolle Fotos auf die digitale Leinwand zaubert. 5G und ein ansehnliches Display stehen ebenfalls auf der Habenseite.

(sht@ct.de) ct

## Vivo X60 Pro

Android-Smartphone	
Betriebssystem / Patchlevel	Android 11 / Mai 2021
Prozessor (Kerne × Takt) / Grafik	Qualcomm Snapdragon 870 (1 × 3,2 GHz, 3 × 2,4 GHz, 4 × 1,8 GHz) / Adreno 650
RAM / Flash-Speicher (frei) / Kartenslot	12 GByte / 256 GByte (232 GByte) / –
WLAN (Antennen) / Bluetooth / NFC	WiFi 6 (2) / 5.1 / ✓
GPS / Glonass / Beidou / Galileo	✓ / ✓ / ✓ / ✓
5G (n1 / n28 / n77 / n78) / LTE / SAR-Wert (Head, EU) <sup>1</sup>	✓ (✓ / ✓ / ✓ / ✓) / ✓ / 0,99 W/kg
SIM / Dual / eSIM	nanoSIM / ✓ / –
Fingerabdrucksensor / Kopfhöreranschluss / USB-Anschluss	✓ (im Display) / – / USB-C 2.0
Akku / Ladezeit / Drahtlosladen	4200 mAh / 1 h / –
Abmessungen (H × B × T) / Gewicht / Schutzart	15,9 cm × 7,3 cm × 1 cm / 177 g / IP52
Kameras	
Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS	48 MP (8000 × 6000) / f/1,48 / ✓
Telekamera Auflösung / Blende / OIS	13 MP (4160 × 3120) / f/2,46 / –
Ultrawinkelkamera Auflösung / Blende / OIS	13 MP (4160 × 3120) / f/2,2 / –
Frontkamera Auflösung / Blende	32 MP (6528 × 4896) / f/2,45
Display	
Diagonale / Technik / max. Bildwiederholrate	6,56 Zoll / OLED / 120 Hz
Auflösung (Pixeldichte) / Helligkeitsregelbereich	2376 × 1080 Pixel (400 dpi) / 1,98 ... 782 cd/m <sup>2</sup>
Benchmarks und Laufzeiten	
Coremark Single-/Multicore	24057 / 93020
Geekbench V4 Single, Multi / V5 Single, Multi	4703, 13657 / 1026, 3425
GFXBench Car Chase / Manhattan 3.0 / Manhattan 3.1 (je On-, Offscreen)	51 fps, 59 fps / 113 fps, 137 fps / 87 fps, 97 fps
3DMark Wild Life / Wild Life Stresstest	4206 / 99,5 %
Laufzeit lokales HD-Video / lokales 4K-Video / 3D-Spiel / Stream <sup>2</sup>	17,5 h / 6,6 h / 10,9 h / 19,9 h
Bewertung	
Performance / Ausstattung	⊕⊕ / ⊕
Display / Laufzeit / Kamera	⊕⊕ / ○ / ⊕⊕
Preis	800 €

<sup>1</sup> Herstellerangabe      <sup>2</sup> gemessen bei einer Helligkeit von 200 cd/m<sup>2</sup>

✓ vorhanden – nicht vorhanden ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht

# Pfadfinder

## Saugroboter mit Selbstreinigung

**Der Roomba i3+ von iRobot verspricht auch ohne Orientierung mittels Kameras oder Laser eine gründliche Reinigung. Sein Highlight ist aber die Selbstreinigungsfunktion.**

Von Stefan Porteck

Anders als die meisten modernen Saugroboter hat der Roomba i3+ keinen Lidar-Sensor (light detection and ranging), der permanent den Raum scannt und dem Bot so die Orientierung ermöglicht. iRobot wirbt stattdessen damit, dass der i3+ durch sprichwörtliches Erfahren selbstständig den Grundriss aller Räume lernt.

Vollständig blind ist der i3 nicht: In seiner vorderen Stoßstange stecken IR-Sensoren, mit denen er ausreichend große Hindernisse erkennt, sobald er sich ihnen auf einige Zentimeter nähert. Daraufhin verlangsamt er wie alle Saugroboter seine Fahrt und stupst Möbel und Wände relativ sanft an, wodurch zusätzlich seine mechanischen Kontakte in der Stoßstange auslösen und ihn zum Beidrehen veranlassen. Darüber hinaus hat der i3+ Bodensensoren, die bei unseren Tests verhinderten, dass er Stufen oder gar Treppen hinabstürzte.

Für die Erfassung der Grundrisse ist er zudem mit Umdrehungssensoren an den Rädern und nach unten gerichteten optischen Sensoren für den Geradeauslauf ausgestattet. Anhand der zurückgelegten Entfernung und nötigen Wendemanöver soll sich der i3+ genauso zurechtfinden und orientieren wie Lidar-Saugbots.

In unseren Tests klappte die Orientierung tatsächlich ganz ordentlich. Nur die erste Fahrt erinnerte mangels Rundumsicht ein wenig an Blinde-Kuh-Spielen: Ausgehend von seiner Basisstation tastete sich der Bot an den Wänden entlang. Sobald er auf eine offene Tür traf, fuhr er in den Raum hinein, um schon nach ein paar

Metern wieder in Richtung Basisstation umzukehren. Offenbar wird so die grundsätzliche Raumanordnung erlernt. Schon nach wenigen Minuten auf Erkundung zeigten sich erste Lerneffekte: Beim zweiten Weg aus dem Esszimmer in Richtung Flur umfuhr der i3+ in Schlangenlinien alle Hindernisse, die er vorher noch leicht angerempelt hatte.

Die erste Fahrt in neuem Terrain meistert grundsätzlich kein Saugbot besonders souverän – schließlich muss der Grundriss auch bei Modellen mit Laserscanner zunächst erlernt werden. Ab der zweiten Fahrt war der i3+ mit der Konkurrenz auf Augenhöhe: Es war tatsächlich kaum noch zu bemerken, dass der Roomba nicht permanent den Raum vermisst, sondern sich am vorab gespeicherten Grundriss orientierte – also quasi „aus dem Gedächtnis“. Er fuhr genauso zielsicher umher wie Bots, die „sehen“ können.



**Die Basisstation ist mit einem eigenen Sauger nebst Staubsaugerbeutel ausgestattet und zieht den Schmutz aus dem Auffangbehälter des i3+.**

Obgleich der i3+ – wie auch andere Roomba-Modelle von iRobot – ziemlich zügig, schon fast zackig fährt und einlenkt, ging er mit Möbeln recht pfleglich um – hartes Anecken blieb bei unseren Tests aus.

Alle Räume wurden der Reihe nach angesteuert und separat gesaugt. Innerhalb der Räume fuhr er erst die Ränder ab und saugte dann in parallelen Bahnen die Flächen. Große Räume teilte sich der Sauger in Quadranten ein. Clever: Um möglichst selten wenden zu müssen, wechselte er je nach Raum oder Quadrant seine Bahnen auch mal von längs zu quer.

Grundsätzlich deckte er alle Flächen ähnlich gut ab wie ein Bot mit Lidar-Sensoren. Wer besonders gründlich saugen lassen will, stellt in der App ein, dass jeder Bereich mehrmals abgefahrene werden soll.

### Sauger saugen

Die Saugleistung ist beim i3+ wie auch bei anderen Roomba-Bots vergleichsweise hoch. Seine beiden gegenläufigen, lamellierten Gummiwalzen befördern Staub, Steinchen oder Krümel zuverlässig in den Saugbehälter. Anders als bei Saugrobotern mit Bürsten verfangen sich weniger Haare in den Walzen; stattdessen werden sie aufgesaugt, was den i3+ für Tierbesitzer und Menschen mit langen Haaren spannend macht.

Wie alle Plus-Modelle bei iRobot hat auch der i3+ eine sehr praktische Spezialfunktion: Die Basisstation ist ein kleines Türmchen mit einer Auffahrrampe. Hier wird der Bot nicht nur geladen, sondern nach getaner Arbeit auch sein Staubbehälter automatisch geleert. Sobald der Saugroboter dort geparkt hat, springt für rund 15 Sekunden ein Sauggebläse in der Basisstation an, das allen Schmutz aus dem Bot in einen klassischen Staubsaugerbeutel saugt. Dieses Gebläse arbeitete in unseren Tests sehr gründlich, machte aber auch kurzzeitig so viel Lärm wie ein herkömmlicher Bodenstaubsauger auf höchster Stufe – sollte es zur Schlafenszeit anspringen, dürfte jeder aufrecht im Bett sitzen.

Tagsüber lässt sich der Geräuschpegel gut tolerieren, zumal er nur wenige Sekunden dauert. Doch auch der i3+ selbst ist kein Leisetreter: Die gute Saugleistung geht mit einem relativ lauten Betriebsgeräusch von 62 dB(A) einher.

Die Selbstreinigung ist zwar kurzzeitig laut, aber praktisch. Man muss sich nicht mindestens einmal pro Woche um die Grundreinigung des Saugbots kümmern.

mern, und obendrein bleiben die Hände sauberer: Der Saugbeutel lässt sich mit einem Handgriff aus der Basis entnehmen und verschließt sich dabei – das ist deutlich angenehmer, als den Filter und Behälter des Bots ausklopfen zu müssen.

Droht ihm der Strom auszugehen, steuert der i3+ die Basis auch während einer Reinigung an und setzt sie nach dem Aufladen selbstständig fort. In unserem Testparcours reinigte er 40 Quadratmeter in etwa 45 Minuten und meldete anschließend, der Akku sei noch etwas mehr als halbvoll.

Wie alle modernen Saugbots ist auch der i3+ über WLAN mit der Cloud des Herstellers verbunden und hat in der zugehörigen App ein paar Features parat. So lassen sich Zeitpläne anlegen und der Bot aus der Ferne starten und stoppen. Zudem lässt er sich mit den Sprachassistenten von Amazon und Google verknüpfen. Die App erlaubt es aber nicht, die Räume zu benennen, um ihn gezielt nur einen reinigen zu lassen. Auch virtuelle Sperrzonen lassen sich nicht einzeichnen. Will man den Bot etwa von Futternäpfen fernhalten, braucht es dafür die althergebrachten, batteriebetriebenen kleinen Leuchttürme, die als Zubehör angeboten werden und mit einer Infrarot-Lichtschranke eine Barriere festlegen.

Allerdings lässt sich der i3+ passabel ohne Cloud nutzen. Nach der Registrierung und Ersteinrichtung mit einer anonymen Free-Mail-Adresse kann man die App wieder deinstallieren und dem Bot in der Zugriffsbeschränkung des Routers den Weg ins Web versperren. An Komfortfunktionen büßt man dadurch nur die Zeitpläne und den Start per App ein, was Freunde des Datenschutzes zu schätzen wissen dürften.

## Fazit

Der i3+ wartet mit einer für Saugbots guten Reinigungsleistung auf und ist besonders pflegeleicht, weil seine Walzen kaum Haare aufwickeln. Abgerundet wird das Paket durch die Basisstation, die den Staubbehälter des i3+ leersaugt. Der Saugbeutel der Station dürfte je nach Nutzung und Dreck-Level mehrere Wochen oder gar Monate halten.

Es gibt den Bot in zwei Varianten: Als i3 (ohne Plus) bringt er nur eine reine Ladestation ohne Absaugfunktion mit und kostet 400 Euro. Das ist kaum billiger als andere Bots mit optionaler Wischfunktion sowie Lidar und damit verbundenen Features wie virtuellen Sperrzonen und Einzelraumreinigung auf Zuruf. Dafür punktet er mit Datensparsamkeit, weniger beweglichen und somit weniger verschleißanfälligen Teilen sowie einer guten Saugleistung – was manchen Nutzern wichtiger sein könnte.

Beim i3+ mit Absaugstation kommt der deutlich geringere Pflegeaufwand hinzu. In dieser Variante schlägt er mit 700 Euro zu Buche und ist damit teurer als mancher Saug-Wisch-Bot der Konkurrenz. Bislang gab es die absaugende Basisstation erst bei teuren Spitzenmodellen von iRobot.

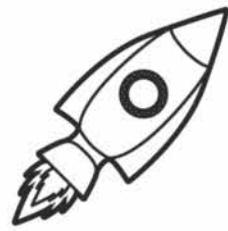
(spo@ct.de) ct

## iRobot Roomba i3+

Saugroboter	
Hersteller	iRobot, www.irobot.de
Durchmesser, Höhe, Gewicht	33,7 cm, 9,2 cm, 3,4 kg
Staubbehälter	ca. 500 ml
Laufzeit	ca. 80 Minuten (je nach Saugeinstellung und Bodenbelag)
Betriebsgeräusch Bot/Basisstation	62 / 78 dB(A)
App	Android, iOS
Preis	400 € (Roomba i3), 700 € (Roomba i3+)

# MIT Technology Review

Das Magazin für Innovation von Heise



**Die Welt verstehen,  
wie sie morgen sein wird.**



**2 Ausgaben inklusive  
Prämie nach Wah:**

[trvorteil.de/testen](http://trvorteil.de/testen)



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

📞 +49 541/80 009 120

[trvorteil.de/testen](http://trvorteil.de/testen)



# Sportlich bequem

## Wasserdichte Bluetooth-In-Ears EarFun Free 2

**In-Ear-Kopfhörer versprechen beim Sport maximale Bewegungsfreiheit, doch viele sind dafür nicht robust genug. Die EarFun Free 2 schaffen diesen Spagat aus Sportlichkeit und Komfort.**

Von Steffen Herget

Die Free 2 von EarFun stecken in einem mattschwarzen Kästchen und kommen nur widerwillig raus: Die Plastikstöpsel werden magnetisch festgehalten und haben eine rundliche Form, die leicht aus den Fingern flutscht. Einmal rausgeholt und ins Ohr gesteckt, stellten wir fest: Die sind aber bequem! Die Free 2 sitzen sicher, doch nicht zu fest im Ohr. Sie halten mit den passenden Silikonteilen den Umgebungslärm weitestgehend fern und drücken auch nach Stunden kein bisschen. Die Kopfhörer sind wasserfest und auch gegen Schweiß geschützt.

Bedient werden die In-Ears durch Fingertippen. Tippt man zwei Sekunden lang auf den rechten Ohrhörer, startet der Sprachassistent des Smartphones. Links

schaltet diese Geste den Low-Latency-Mode ein, der die Latenz der Kopfhörer von 200 auf 60 Millisekunden verringert. Die Veränderung ist merklich und vor allem bei hektischen Spielen angenehm, geht jedoch deutlich zulasten der Reichweite. Mehr als einige Meter sollte man sich nicht mehr vom Zuspieler entfernen.

Die Free 2 schwächen bei den tiefen Frequenzen und legen mehr Wert auf die hohen Töne, die etwa für Sprachwiedergabe wichtig sind. Damit eignen sie sich gut für Hörspiele oder Podcasts, aber weniger für Musik. Audiophile Menschen dürften insgesamt die fehlende Präzision und Klangdynamik bemängeln. Angeichts des Preises ist der Sound der Ear-

Funs aber alles andere als schlecht. Die In-Ears sind mit dem Qualcomm-SoC QCC3040 und der cVc-8.0-Technik für besonders klare Sprachqualität gerüstet – zumindest auf dem Papier. Sowohl beim Telefonieren, bei Aufnahmen mit Rekorder-Apps und bei Videocalls via Microsoft Teams klangen die Kopfhörer mehr nach Blechdose oder Telefonzelle als nach einem hochwertigen Headset.

Das Etui lädt die Free 2 dreimal komplett auf und unterstützt kabelloses Laden mit dem Qi-Standard, alternativ wird mittels USB-C-Kabel Strom getankt.

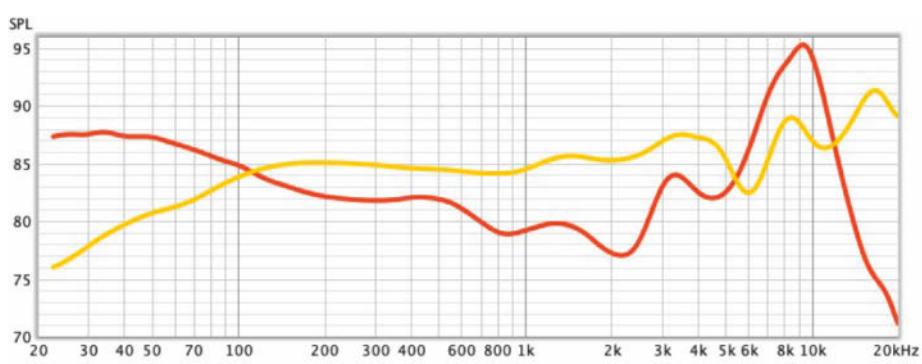
### Fazit

EarFun hat mit den Free Pro (60 Euro) und den Air Pro (80 Euro) weitere günstige In-Ears im Sortiment, sogar mit ANC. Zum Vergleich haben wir beide Probe gehört, waren aber von der kaum merklichen Geräuschunterdrückung enttäuscht. Klanglich sind alle drei auf einem ähnlichen Niveau.

Der Gesamtpaket der Free 2 hat uns im Test überzeugt, vor allem der Tragekomfort. Auch nach mehreren Stunden im Ohr drückt und zwickt nichts. Dank IPX7 sind die In-Ears zudem für sportliche Menschen beim Training sehr gut geeignet. Beim Sport fallen zudem die leichten klanglichen Schwächen weniger auf. (sht@ct.de) **ct**

### EarFun Free 2

In-Ear-Kopfhörer	
Hersteller, URL	EarFun, <a href="https://www.myearfun.com/">https://www.myearfun.com/</a>
Maße Etui / Gesamtgewicht	66 mm × 39 mm × 29 mm / 48 g
Akku je Ohrhörer / Etui	50 mAh / 400 mAh
Konnektivität / Schutzart	Bluetooth 5.2 / IPX7
Bewertung	
Tragekomfort / Bedienung / Akku	⊕⊕ / ○ / ⊕
Klang Musik / Sprache / Mikrofon	○ / ⊕ / ⊖
Preis	50 €
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut
○ zufriedenstellend	⊖ schlecht



Im Vergleich mit dem Sennheiser HD600 fallen bei den Free 2 vor allem die stark betonten hohen Frequenzen auf.

# Ulla Lohmann

Expeditionsfotografin und c't Fotografie-Autorin

mit dem Hang zum Nervenkitzel  
im Vulkan Benbow in Vanuatu



Ulla Lohmann, Fotografiert u. a. für  
GEO, National Geographic, TerraX

*„Fotografie ist meine Leidenschaft, und weil ich sie gefunden habe, kann ich meine Träume verwirklichen.“*

Ulla Lohmann, [www.ullalohmann.com](http://www.ullalohmann.com)

© Ulla Lohmann



## Von Fotografen – für Fotografen

- **2 Ausgaben** kompaktes Profiwissen für 14,30 €
- 35 % Rabatt gegenüber Einzelheftkauf
- Inkl. Geschenk nach Wahl

**c't Fotografie**

**Edle Bilder  
Zuhause**

Ber Weg zum perfekten Print

ZUSATZ MATERIAL  
Wildtiere und Natur  
Foto-Training  
VOLLVERSION  
E-Book  
Tutorials  
Aktion

Wildtiere Foto-Training  
VOLLVERSION  
E-Book  
Tutorials  
Aktion

**c't Fotografie**

**Edle Bilder  
Zuhause**

Ber Weg zum perfekten Print

ZUSATZ MATERIAL  
Wildtiere und Natur  
Foto-Training  
VOLLVERSION  
E-Book  
Tutorials  
Aktion

Wildtiere Foto-Training  
VOLLVERSION  
E-Book  
Tutorials  
Aktion



Jetzt bestellen:

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

**c't Fotografie**



+49 541/80 009 120



leserservice@heise.de

# MIT SPACE HEBEN SIE AB



## DAS IST SPACE

Vollgepackt mit informativen Artikeln und atemberaubenden Fotos berichtet Space über die Technik der Weltraumfahrt, ebenso wie über Astronomie und kosmische Phänomene.

30%  
Rabatt +  
Geschenk



## TESTEN SIE 2 × SPACE

2 Ausgaben als Heft inkl. PDF  
+ Geschenk nach Wahl

Jetzt bestellen:

[www.emedia.de/space-mini](http://www.emedia.de/space-mini)



(0541) 800 09 126



leserservice@emedia.de



eMedia Leserservice, Postfach 24 69,  
49014 Osnabrück

## Test & Beratung | D/A-Wandler



## Kopfhörers Liebling

Mit adaptiver Loudness-Funktion, Crossfeed und einem parametrischen Equalizer lockt der ADI-2 DAC FS audiophile Kopfhörer-Fans.

Der hochwertig verarbeitete ADI-2 DAC FS ist ein für den Hi-Fi-Bereich konzipierter Digital-Analog-Konverter (DAC) inklusive Verstärkern, die Musik über zwei analoge Ausgänge und zwei Kopfhörerausgänge ausgeben. Er hat einen digitalen Signalprozessor (DSP) eingebaut, über den man den Klang beispielsweise mithilfe von einem Equalizer (EQ) anpasst. Wer das nicht möchte, dem serviert das Gerät Musikstücke unser Messungen zu folge neutral und unverfälscht.

Die Loudness-Funktion im ADI-2 DAC FS hebt Bässe und Höhen bei geringen Lautstärken an. So ertönt Musik auch mit einem leisen Pegel voll und brillant. Das Besondere ist die adaptive Arbeitsweise: Von einem einstellbaren Referenzpegel ausgehend fährt der DSP die Anhebung von Bässen und Höhen beim Anstieg der Lautstärke kontinuierlich zurück, bis gar keine Erhöhung mehr stattfindet. Die digitale Lautstärkeinstellung gelingt in 0,5-dB-Schritten.

Mit dem parametrischen 5-Band-EQ (minimalphasig) justiert man den Klang. Zusätzlich gibt es noch zwei Regler, um Bässe und Höhen anzupassen (Shelving EQ). Die Regelung erfolgt in 0,5-dB-Schritten. So konnten wir dem vergleichsweise bassarmen Kopfhörer Ananda von Hifiman beeindruckende Bässe entlocken. Dank einem Headroom von 24 dB kann man sich im Equalizer richtig austoben. Selbst extreme Anhebungen wurden sauber wiedergegeben.

Die Crossfeed-Funktion nach Bauer-Binaural-Methode simuliert mit Kopfhörern den Klang von Lautsprechern, indem sie Signalanteile des linken Kanals in den rechten Kanal mischt und umgekehrt. Kombiniert mit einer Verzögerung und Korrektur des Frequenzgangs sorgt der Ansatz dafür, dass das Klanggeschehen aus dem Kopf nach vorne wandert. Das Ergebnis fällt überzeugend aus. Dadurch klingt Musik jedoch minimal dumpf und weniger präsent.

Messtechnisch liefert der ADI-2 DAC FS sehr gute Werte. Selbst von 600 Ohm am Kopfhörerausgang lässt sich der Verstärker nicht einschüchtern und wir haben einen absolut linearen Frequenzgang gemessen. So betreibt man selbst anspruchsvolle Kopfhörer problemlos. Der zweite Kopfhöreranschluss ist für In-Ear-Monitore (IEM) mit niedriger Impedanz ausgelegt. Beide Ausgänge sind extrem rauscharm. Im Gegensatz zum großen Bruder ADI-2 Pro (rund 1650 Euro) kann man die Lautstärke für die beiden Ausgänge aber nicht getrennt voneinander regeln. Außerdem sind die Kopfhörerausgänge nicht symmetrisch. Alternativ betreibt man den ADI-2 DAC FS als Vorstufe und hängt ihn via XLR direkt an aktive Lautsprecher.

(des@ct.de)

## RME ADI-2 DAC FS

D/A-Wandler	
Name	ADI-2 DAC FS
Hersteller	RME
Webseite	<a href="http://www.rme-audio.de">www.rme-audio.de</a>
max. Abtaffrequenz / Wortbreite	768 kHz / 32 Bit
Maße	21,5 cm × 5,2 cm × 15 cm
Gewicht	1 kg
Sonstiges	Akkubetrieb möglich (12 V), DSD-Wiedergabe, Fernbedienung
Anschlüsse	USB 2.0
Class Compliant / Bus Powered	⊕ / ⊖
Netzteil	extern
analoge Ausgänge (Frontseite)	Kopfhörer (6,3 und 3,5 mm)
analoge Ausgänge (Rückseite)	XLR (symmetrisch), Cinch (unsymmetrisch)
analoge Eingänge	–
digitale Eingänge (Rückseite)	SPDIF koaxial, optisch
Gain-Steuerung	digital
maximale Ausgangsspannung	10,7 V
Dynamik	124 dB(A)
Bewertung	
Wiedergabe	⊕⊕
DSP-Effekte	⊕⊕
Bedienung / Ausstattung	○ / ⊕
Setup / Dokumentation	⊕ / ⊕⊕
Preis	960 €
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut
○ zufriedenstellend	– nicht vorhanden



## Edle Bassspritze

**Das bassstarke In-Ear-Headset Bowers & Wilkins PI7 überrascht mit einer praktischen Streamingfunktion in der Ladebox.**

Bowers & Wilkins hat seine komplett kabellosen In-Ears PI7 mit allerlei praktischen Funktionen ausgerüstet. Die Stöpsel bringen Silikonmanschetten in drei Größen mit und sitzen bequem. Die aktive Geräuschunterdrückung (ANC) packt kräftig zu und blendet Außengeräusche wirkungsvoll aus. Der Transparenzmodus klingt hingegen etwas künstlich und verrauscht.

Der Clou ist ein Streamingtransmitter in der Ladebox. Schließt man die Box per mitgeliefertem USB-C- oder 3,5-mm-Stereoklinkenkabel an eine Klangquelle an, streamt sie die Musik zu den In-Ears. An USB-Buchsen wird die Box ohne Treiber als Standard-Audio-Interface mit 16 Bit und 48 kHz erkannt (keine Mikrofonaufnahmen). Alternativ lässt sich ein zweiter B&W-Kopfhörer per Bluetooth koppeln, sodass zwei Personen gemeinsam kabellos hören.

Die Ausgangslatenz von 131 Millisekunden liegt im oberen Mittelfeld von Bluetooth-Kopfhörern. Wenn ein Video-Player dies nicht ausgleicht, leidet allerdings die Lippensynchronität. Die Akkus hielten im Test rund 5:20 h Musikwiedergabe mit ANC durch; die Ladebox lädt die In-Ears viermal komplett wieder auf.

Der linke Stöpsel hat einen Näherungssensor, der Musik automatisch pausiert, sobald man ihn aus dem Ohr nimmt. Über Touchfelder auf den Metallknöpfen hüpfst du durch Playlisten oder schaltet einen Sprachassistenten oder das ANC ein. Eine zugehörige App (Android, iOS) passt auf Wunsch die Bedienung an und spielt Firmware-Updates auf. Einen Equalizer hat sie nicht an Bord.

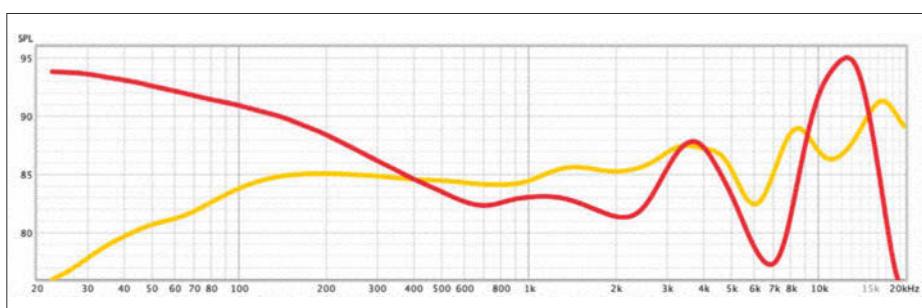
Klanglich betont das PI7 den Bassbereich extrem stark. Dadurch schieben sich Bassgitarren in den Vordergrund und verlieren an Präzision. Für unseren Geschmack ist das bei vielen Musikrichtungen zu viel des Guten. Stimmen wandern aufgrund der schwachen Mitten in den Hintergrund, was der Räumlichkeit zugutekommt. Die Höhen halten sich dezent zurück, könnten aber eine Prise mehr Transparenz vertragen. Die eingebauten Mikrofone nehmen die eigene Stimme etwas verrauscht und dünn klingend auf. Sie genügen für Telefongespräche in ruhigen Umgebungen.

Bequemer Sitz, gute Verarbeitung und die praktische Streamingfunktion rechtfertigen zwar einen höheren Preis, angesichts der übertrieben basslastigen Klangausprägung wirken knapp 400 Euro allerdings etwas zu hoch gegriffen. (hag@ct.de)

### Bowers & Wilkins PI7

#### Bluetooth-In-Ears mit ANC und Streamingbox

Hersteller	Bowers & Wilkins, <a href="http://www.bowerswilkins.com">www.bowerswilkins.com</a>
Anschlüsse	Bluetooth 5.0 (SBC, AAC, aptX), USB-C, 3,5 mm Stereo-Klinke
Preis	399 €



Im Vergleich zum neutralen Sennheiser HD-600 betont das Bowers & Wilkins PI7 (rot) den Bass übertrieben stark.

## Neue Online-Kurse für IT-Professionals



### Serverless Applications mit AWS Lambda

Der Programmierkurs für Node.js, Python und Go auf AWS

► 85 Videos, 10 Std. Spielzeit



### Service Meshes in der Praxis

Der Einstieg in die neue Infrastruktur für Microservices

► 57 Videos, 6 Std. Spielzeit



### Natural Language Processing mit Python

Der große Praxiskurs zur Textanalyse mit Machine Learning

► 86 Videos, 11 Std. Spielzeit, mit über 60 Jupyter Notebooks

Gratis-Lektionen aus allen Kursen

anschauen unter:

**heise-academy.de**

# Fast wie Photoshop

## PhotoPea: Bildbearbeitung im Browser

**Die Bildbearbeitung PhotoPea lässt sich im Browser aufrufen, einfach so: ohne Anmeldung, ohne Kreditkarte, ohne Installation. Was dann auf dem Monitor erscheint, ist von Photoshop kaum zu unterscheiden.**

Von André Kramer

Die meisten Bildbearbeitungsprogramme sehen in etwa so aus wie Photoshop, aber nur wenige treiben es derart auf die Spitze wie PhotoPea. Erfahrenen Bildbearbeitern erleichtert der Dienst den Einstieg enorm. Die Einstiegshürde liegt niedriger als bei Paint.Net und Gimp, bei denen Nutzer mit recht eigenwilligen Bedienkonzepten zu kämpfen haben.

Der Entwickler Ivan Kutskir lebt in Prag und stellt seine Bildbearbeitung PhotoPea (Foto-Erbse) vollständig kostenlos und werbefinanziert zur Verfügung. Für 9 US-Dollar im Monat entfällt die Werbung

und man kann 60 statt 30 Arbeitsschritte in der Verlaufspalette rückgängig machen.

Die vollständig in deutscher Sprache verfügbare Web-App läuft im Browser und setzt keine Plug-ins voraus. Einmal aufgerufen, arbeitet sie auch ohne Internetverbindung. PhotoPea speichert keine Daten auf irgendwelchen Servern und öffnet Dateien nicht aus der Cloud, sondern von lokalen Medien in Standardformaten wie JPEG, PNG und TIFF sowie in Photoshops PSD-Format, im Afphoto-Format von Affinity Photo und im Gimp-Format XCF. Die Unterstützung der proprietären Formate ist verglichen mit konkurrierenden Diensten wie Pixlr & Co. ein Alleinstellungsmerkmal. Das PSD-Format kann PhotoPea auch schreiben. Auch auf älteren Maschinen startet und läuft das Tool vergleichsweise schnell. Damit bietet es sich für Tabletnutzer an.

### Im Vergleich mit Photoshop

Die Web-App beherrscht den Umgang mit Ebenen, Überblendmodi und Masken. Ein Satz nicht-destruktiv arbeitender Einstellungsebenen umfasst unter anderem die photoshopkonform benannten Dialoge

Gradationskurven, Tonwertkorrektur, Farbton/Sättigung, Helligkeit/Kontrast und Schwarzweiß. Die Resultate sind aufgrund der geringen Farbtiefe, in der die App rechnet, mit Vorsicht zu genießen. Kontraständerungen beeinflussen auch die Farbsättigung.

Die Werkzeugpalette hat einiges zu bieten, darunter ein Pinselwerkzeug, das dieselben Grundfunktionen anbietet wie das Adobe-Programm, einen Zeichenstift für Vektormasken, ein gut funktionierendes Heilenwerkzeug und einen Klonstempel für die Porträtretsusche. Das Textwerkzeug bringt eine Menge Fonts und einfache Formatoptionen mit. Selbst eine Aktionenpalette ist vorhanden.

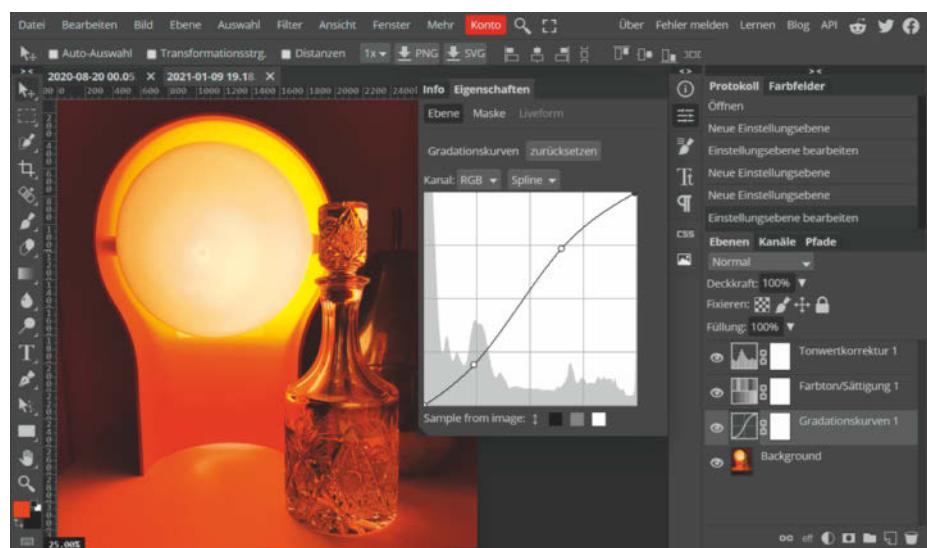
Für Raw-Fotografen empfiehlt sich das Tool nicht: Es unterstützt nur den Farbraum sRGB in maximal 8 Bit Farbtiefe pro Kanal. Der Raw-Importdialog ist verglichen mit Camera Raw sehr einfach gehalten. Beim Zoom bleibt man besser bei ganzzahligen Faktoren wie 50 oder 200 Prozent, sonst zeigt PhotoPea unschöne Artefakte. Photoshop speichert im Hintergrund und stellt nach einem Absturz den vorherigen Bearbeitungsstand wieder her. Solche Vorzüge bietet PhotoPea nicht.

Anders als Photoshop enthält PhotoPea keine Funktionen mit künstlicher Intelligenz wie ein intelligentes Auswahlwerkzeug oder Porträtretsusche mit Gesichtserkennung. Das Schnellauswahlwerkzeug arbeitet schleppend. Man kann jedoch eine Auswahl verfeinern, ihr beispielsweise eine weiche Kante verpassen. Die App kopiert selbst anspruchsvolle Funktionen wie Verzerrung mit einem Formgitter und den recht neuen Feldweichzeichner, allerdings ohne den Ergebnissen des Originals auch nur nahezukommen.

### Fazit

PhotoPea ist kein vollwertiger Ersatz für eine Desktop-Bildverarbeitung, da es weder hohe Farbtiefe noch Farbmanagement und somit auch keine farbtreue Bearbeitung bietet. Für schnelle Layouts, Bildbeschnitt und ähnlich einfache Aufgaben, die keine hohe Farbtreue voraussetzen, ist PhotoPea eine gute Wahl.

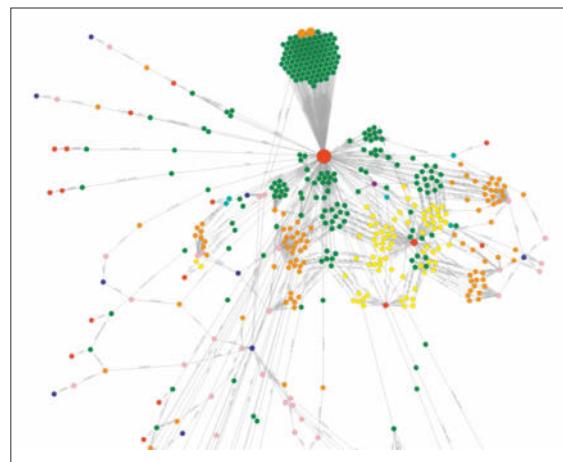
(akr@ct.de) ct



PhotoPea kopiert Photoshop bis ins Detail inklusive nicht-destruktiv arbeitender Einstellungsebenen.

### PhotoPea 5.1

Bildbearbeitung im Browser	
Hersteller	PhotoPea, photopea.com
Systemanf.	gängiger Web-Browser
Preis	kostenlos mit Werbung, werbefrei für 9 US-\$ im Monat



## Domain-Maulwurf

**Hacker graben Internet-Domains nach Altlasten um. Wenn Sie die Werkzeuge der Hacker kennen, können Sie ihnen zuvorkommen.**

Amass (Attack surface mapping and external asset discovery) durchstöbert Internet-Domains auf weitere öffentlich zugängliche Namen für Hosts beziehungsweise Subdomains. Besonders in Vergessenheit geratene Server gelten unter Hackern als lohnende Ziele. Idealerweise finden Sie die Server also selbst, bevor es andere tun.

Das Kommandozeilenwerkzeug befragt Suchmaschinen, sendet Reverse-DNS-Anfragen, zerplückt SSL-Zertifikate und arbeitet Wortlisten ab. Es zapft schon in der Standardkonfiguration 39 Quellen an und kann 18 weitere Webdienste einbinden, die eine vorherige Registrierung oder bezahlte Zugänge verlangen; die API-Schlüssel dieser Dienste schreibt man dazu in eine Konfigurationsdatei. Die Ausgaben kann Amass so aufbereiten, dass andere Tools sie weiterverarbeiten können.

Amass ist in Go geschrieben und stammt vom Open Web Application Security Project (OWASP), einer gemeinnützigen Organisation, welche die Sicherheit des Webs verbessern will. Direkt nutzbare Binärpakete für diverse Betriebssysteme stehen auf GitHub zum Download bereit. Unter macOS hilft auch der Paketmanager Homebrew (siehe c't 12/2020, S. 122). Für Linux gibt es ein Snap-Paket. Auch ein offizielles Docker-Image liegt im Docker Hub.

Aus zwei Perspektiven kann Amass eine Domain analysieren und spannt dazu zwei Module ein: Das erste namens „Intel“ sucht nach weiteren Domains, die zur gleichen Organisation gehören. Dazu greift es auf Whois-Informationen zurück. Leider ist Whois bei .de-Domains selten aufschlussreich, weil die hierzulande zuständige Verwaltung der Top-Level-Domains (Denic) keinen Besitzer mehr anzeigt.

Das zweite Modul, „Enum“, findet Subdomains einer angegebenen Domain. Sowohl „Intel“ als auch „Enum“ klappern Zertifikate auf weitere Host- und Domänennamen ab. „Enum“ versucht, auch DNS-Zonen per Transfer auszulesen. In einem speziellen, passiven Modus spricht Amass nicht mit Servern der analysierten Domain, sondern nur mit externen Quellen wie Suchmaschinen und spezialisierten Suchdiensten wie dnsdumpster.com und certspotter.com.

„Enum“ sendet so viele Anfragen, dass es den eigenen Internetzugang vorübergehend lahmlegen könnte. Optionen helfen, die Suche zu begrenzen: So schaltet etwa `-noalts` die Permutation von Namen ab und `-max-dns-queries` reduziert die gleichzeitig ausgeführten DNS-Anfragen.

Weitere Module helfen bei tiefergehender Forschung: „Track“ identifiziert Änderungen zwischen zwei Läufen, „Viz“ visualisiert die Domains, Subdomains, IP-Adressen, Netzblöcke und Nameserver. Letzteres generiert eine HTML-Datei und stellt die Zusammenhänge als Netz dar, das jeder Brower darstellen kann.

In jedem Fall eröffnet Amass spannende Einblicke: Eine Suche nach heise.de fand 142 Subdomains, zwei sogar aus dem Archiv der Wayback Machine. Bei unseren Experimenten stießen wir schließlich auch auf ein Leak bei der UEFA, über das wir in der vorherigen c't-Ausgabe bereits berichtet haben (siehe c't 15/2021, S. 40). (ako@ct.de)

## Amass

### Domain-Scan-Werkzeug

Hersteller	OWASP, <a href="https://owasp.org/www-project-amass/">https://owasp.org/www-project-amass/</a>
Systemanf.	Windows, Linux, macOS, Docker
Preis	kostenlos, Open Source (Apache 2.0)

## Neue Online-Kurse für IT-Professionals



### Container-Orchestrierung mit Kubernetes

Das umfassende Online-Training für Kubernetes im Praxiseinsatz

► 63 Videos, 6 Std. Spielzeit



### Design Patterns mit modernem C++

Der große Kurs für besseres Software-Design

► 79 Videos, 8 Std. Spielzeit



### Der JavaScript-Kurs für Softwareentwickler

Der Programmierkurs für Einsteiger und Umsteiger

► 77 Videos, 8 Std. Spielzeit



# Angereift

## USB-C: Das leistet die praktische Schnittstelle

**USB Typ C alias USB-C hat weite Verbreitung gefunden, etwa bei Notebooks, Smartphones, Tablets, Netzteilen, Mini-PCs und externen SSDs. Doch USB-C birgt manche Tücke – und USB 4, USB 3.2 Gen 2x2 und Thunderbolt stifteten Verwirrung.**

Von Christof Windeck

**A**n immer mehr Geräten findet sich mindestens eine der kleinen, flexibel nutzbaren und verdrehen sicheren USB-C-Buchsen. Im Idealfall ersetzt USB-C eine herstellerspezifische Dockingstation sowie eine Armada unterschiedlicher Netzteile. Aber noch immer kommen schlecht gemachte USB-C-Geräte auf den Markt und Fortentwicklungen wie USB 4 und Thunderbolt 4 bringen weiteres Durcheinander: Zeit für eine Bestandsaufnahme.

USB-C ist als Universalanschluss für PC, Notebook, Smartphone, Tablet, Netzteil und Peripheriegeräte gedacht [1]. An-

ders als die älteren USB-A- und Micro-USB-Buchsen eignet sich eine USB-C-Buchse außer für USB-Datenübertragung auch für die Stromversorgung mit bis zu 100 und später sogar 240 Watt (Power Delivery, PD), als Display-Anschluss (DP-Alt Mode), für Audiosignale und – dank Thunderbolt-Technik – sogar für PCI Express (PCIe). Zudem ist es bei USB-C egal, in welcher Orientierung man den Stecker in die Buchse schiebt: Multiplexer in den verbundenen Geräten schalten die Kontakte passend um. Bei der Stromversorgung lassen sich sogar die Rollen vertauschen: Ein Smartphone oder Notebook

lässt sich einerseits per USB-PD laden, liefert aber auch Energie, etwa ans Lade-Etui für drahtlose Kopfhörer. Auch bei der USB-Urfunktion, der Datenübertragung, hat USB-C Vorteile: Die schnellsten Transfermodi USB 3.2 Gen 2x2 und Gen 3x2 mit 20 respektive 40 GBit/s lassen sich mit den „alten“, viereckigen USB-A-Steckern nicht mehr nutzen.

## Theorie und Praxis

So weit die Theorie. In der Praxis gibt es allerdings weiterhin Probleme und Missverständnisse. Das fängt damit an, dass nicht jede USB-C-Buchse sämtliche Funktionen beherrscht. Viele Geräte machen es unnötig schwer, den tatsächlichen Funktionsumfang ihrer Buchsen herauszufinden – obwohl es dafür festgelegte Symbole gibt, die Hersteller neben den Buchsen anbringen sollten. Wenn dann noch Bugs hinzukommen, wird die Fehler suche schwierig.

Manche glauben, dass USB-C-Buchsen immer „besser“ wären als USB-A und mindestens 10 GBit/s schaffen – aber das ist falsch: Einerseits kann der 10-GBit/s-Transfermodus USB 3.2 Gen 2 auch an USB-A-Buchsen funktionieren, andererseits schaffen die USB-C-Buchsen vieler Geräte bloß USB 3.2 Gen 1 alias USB 3.0 mit 5 GBit/s. Viele aktuelle Smartphones mit USB-C liefern sogar bloß USB-2.0-Geschwindigkeit (480 MBit/s).

Für schnelle USB-Datentransfers und USB-C-Zusatzfunktionen benötigen die jeweiligen Geräte Zusatzchips; die sparen

**USB-C kann alle anderen Anschlüsse dieses Notebooks ersetzen: Stromversorgung, HDMI, USB-A, Audio-Klinke.**



manche Hersteller schllichtweg ein. Dann bringt USB-C nicht mehr, als auch mit USB-A oder Micro-USB möglich wäre. Einige Firmen versemeln sogar zielgenau den prominentesten Vorteil der Technik: Ihre USB-C-Peripheriegeräte arbeiten nur in einer der beiden Orientierungen des Steckers richtig. Ärgerlich sind billige USB-C-Ladekabel, die keine Adernpaare für schnelle Datentransfers haben: Sie bringen höchstens USB-2.0-Verbindungen zustande und übertragen erst recht keine Displaysignale. Wenn es also bei USB-C hakt, klappts vielleicht mit einem anderen Kabel oder an einer anderen Buchse. Für USB-C-Netzteile mit mehr als 60 Watt Leistung braucht man elektronisch markierte Kabel, die einen winzigen Chip im Stecker haben: Nur wenn es einen solchen erkennt, liefert das Netzteil mehr als 3 Ampere Strom.

Für den vollen Funktionsumfang von USB-C sind auch ausführliche Kompatibilitätstests durch den jeweiligen Geräteher-

steller nötig sowie sorgfältige Pflege der Firmware. Denn die Docking- und Ladefunktionen arbeiten adaptiv: Die beteiligten Geräte „unterhalten“ sich beim Verbindungsauflauf miteinander und ermitteln dadurch die gemeinsamen Funktionen, die beide Seiten beherrschen. Die große Flexibilität erkauft sich USB-C also durch hohe Komplexität, die Fehlerquellen birgt.

Nicht immer sind superhohe Datenraten nötig. Schon mit dem steinalten „Highspeed“-Übertragungsmodus von USB 2.0 sind fast 50 MByte/s möglich; das ist mehr, als die schnellsten DSL-Anschlüsse erreichen sowie auch viele billige USB-Sticks und SD-Karten. USB 3.0 alias USB 3.2 Gen 1 (5 GBit/s) wiederum schafft bis zu 440 MByte/s; das genügt für externe SSDs mit SATA-Technik, für sämtliche Festplatten mit Magnetscheiben sowie für Gigabit-Ethernet- und WLAN-Adapter. Erst superschnelle externe SSDs mit eingebauter NVMe-Technik reizen USB 3.2

## Kennzeichnung von USB-Typ-C-Buchsen

Kleine Logos verraten, was die jeweilige USB-C-Buchse kann. Leider fehlen die Logos oft.

	USB 2.0	USB 3.2 Gen 1 (USB 3.0)	USB 3.2 Gen 2	USB 3.2 Gen 2x2	USB 3.2 Gen 3x2
ohne Power Display	High Speed 480 MBit/s	SuperSpeed 5 GBit/s	SuperSpeedPlus 10 GBit/s	20 GBit/s	40 GBit/s
mit Power Display	ohne DisplayPort				
mit Power Display	mit DisplayPort				
mit Power Display	ohne DisplayPort				
mit Power Display	mit DisplayPort				
<b>Thunderbolt</b>					
mit Power Delivery, mit DisplayPort					

## Kontaktbelegung USB Typ-C (USB-C)

Eine USB-C-Buchse hat viel mehr Kontakte als eine USB-A-Buchse, nämlich 24. Acht dienen der Stromversorgung, was Ströme bis zu 5 A ermöglicht. Vier „High Speed“-Kontaktpaare lassen sich flexibel nutzen, entweder als zwei Duplex-Kanäle für USB oder Thunderbolt oder zur Ausgabe von bis zu vier Displaysignalen. Außer zwei Kontaktpaaren für USB 2.0 gibt es noch welche für je einen Steuer- und einen Nebenkanal (Configuration Channel/CC, Sideband/SBU). Per CC erkennen USB-C-Geräte etwa die Orientierung des Steckers und handeln aus, welche Rolle sie bei der Stromversorgung spielen, also Quelle oder Senke.

### Pinbelegung Typ-C-Buchse

A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
GND	TX1+	TX1-	V <sub>BUS</sub>	CC1	D+	D-	SBU1	V <sub>BUS</sub>	RX2-	RX2+	GND
GND	RX1+	RX1-	V <sub>BUS</sub>	SBU2	D-	D+	CC2	V <sub>BUS</sub>	RX2-	RX2+	GND
B12	B11	B10	B9	B8	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1
■ Masse	■ High Speed Datenpfad (1)		■ High Speed Datenpfad (2)		■ USB 2.0						
■ Stromversorgung	■ Nebenkanal (Sideband)		■ Configuration Channel								

Gen 2 mit rund 1 GByte/s aus oder gar USB 3.2 Gen 2x2 mit über 2 GByte/s (siehe S. 78). Verwirrend: Mit USB 4 kam zwar der bisher schnellste Transfermodus mit 40 GBit/s, der heißt aber USB 3.2 Gen 3x2. USB löst also leider das Bezeichnungschaos bei USB nicht auf [2].

Thunderbolt ist noch schneller – unten mehr zu den Eigenheiten von Thunderbolt 3 (TB3) und 4 (TB4) –, doch das ist nicht der wesentliche Vorteil [3]. Vielmehr eignet sich Thunderbolt noch besser als USB-C als Dockinganschluss für Monitor, Netzteil und mehrere USB-Geräte zu-

gleich [4]. Allerdings setzt das einen Thunderbolt-Controller im Hostcomputer voraus, obwohl TB3 und TB4 USB-C-Buchsen nutzen und zu USB-C kompatibel sind. Anders gesagt: Jedes Gerät mit TB3 oder TB4 kann auch USB-C, aber nicht umgekehrt. Zudem braucht man für Thunderbolt auch Thunderbolt-Kabel – reine USB-C-Kabel reichen nicht. Das spielt fürs Docking oft keine Rolle, weil viele TB3- und TB4-Docks fest angeschlossene Kabel haben. Thunderbolt-Controller stecken vor allem in teureren Notebooks mit Core-i-Prozessoren von Intel sowie in

Apple-Rechnern, aber sehr selten in Billig-notebooks und fast nie in Geräten mit AMD-CPUs.

### Mehr Leitungen

Der technische Hintergrund dafür, dass USB-C mehr kann als USB-A, ist simpel: USB-C bietet mehr Steckkontakte sowie Kabeladern und ist für höhere Frequenzen und Ströme ausgelegt. Gut gemachte USB-C-Stecker und -Buchsen verkaufen zudem die zehnfache Anzahl an Steckzyklen – also Ein- und Ausstöpselvorgängen – wie gewöhnliche USB-A-Buchsen, obwohl letztere robuster aussehen.

Allerdings steckt auch eine Menge zusätzlicher Digitaltechnik hinter der Flexibilität von USB-C. Für den simplen Fall einer reinen USB-Datenverbindung lässt sich die Verdreh Sicherheit noch durch geschickte Beschaltung der 24 Kontakte in der Buchse lösen. Doch für die Übertragung anderer Signale wie DisplayPort braucht man ziemlich komplizierte Multiplexer. Denn wie der Name des „DisplayPort Alternate Mode“ (DP-Alt Mode) schon andeutet, werden dabei die normalerweise für USB-Daten genutzten Signalleitungen schlichtweg mit DP-Signalen vom Grafikprozessor beschaltet. Für gleichzeitige USB-Transfers bleiben dann weniger Leitungen übrig, im Extremfall beim Anschluss von 4K-Displays mit 60 Hertz Bildrate sogar nur die für USB 2.0. Deshalb haben manche 4K-Displays mit USB-C-Eingang nur einen USB-2.0-Hub. Bei niedrigeren Auflösungen bleibt immerhin USB 3.2 Gen 2 möglich, USB 3.2 Gen 2x2 oder mehr aber meistens nicht.

Richtig kompliziert wird es bei USB Power Delivery – vor allem, wenn noch ein Hub ins Spiel kommt. Denn um genügend Ladeleistung zu liefern, handelt es sich mit dem Notebook beispielsweise 20 Volt aus. Doch USB-Geräte, die an „Downstream“-Ports des zwischengeschalteten USB-Hubs hängen, vertragen nur 5 Volt. Der Hub braucht also einen eigenen Wandler und verheizt ein paar Watt selbst.

Das USB-Industriegremium USB Implementers Forum (USB-IF) hat sich bewusst dafür entschieden, dass Nutzer von USB-C-Hardware kaum Möglichkeiten bekommen, in die Konfiguration von USB-C-Verbindungen einzutreten. Die komplizierten Abläufe sollen die beteiligten USB-Controller hinter den Kulissen automatisch erledigen. Bei Pannen sollte man zunächst nach Updates für Treiber,

## Eingebaut oder angeflanscht

Display- und Audio-Adapter für USB gab es schon lange vor USB-C. Sie arbeiten jedoch anders als die alternativen USB-C-Übertragungsmodi für DisplayPort (DP-Alt Mode), HDMI und Audio. Das verwirrt, zumal auch USB-Adapter mit „alter“ Technik an USB-C-Hosts funktionieren. Der Witz am DP-Alt Mode (und dem konzeptionell eng verwandten, aber bisher nirgends genutzten HDMI-Alt Mode) ist, dass die Signale vom ohnehin vorhandenen Grafikprozessor stammen. Sie kommen nur an einer anderen Buchse heraus.

Ganz anders arbeiten die älteren USB-„Grafikkarten“ mit DisplayLink-Chips: Dafür muss man einen Treiber installieren, der eine zusätzliche, virtuelle Grafikkarte einrichtet. DisplayLink hat eine ge-

wisse Latenz und kaum 3D-Beschleunigung; es genügt aber, um einen zweiten Monitor für Büroarbeiten anzuschließen oder einen Beamer für Präsentationen. DisplayLink-Treiber gibt es zwar für Windows, macOS und Linux, aber nicht für iOS und Android.

USB-C Audio wiederum leitet das analoge Signal des internen Soundchips weiter. Weil dessen Qualität bei manchen Geräten eher mäßig ist, liefert eine „echte“ USB-Soundkarte mit eigenem Wandlerchip oft besseren Klang. Besonders gut klingen einige sogenannte USB-DACs (DAC für Digital-Analog Converter), die man ab etwa 20 Euro bekommt. Sie leeren die kleinen Akkus von Smartphones aber merklich.

# DIGITAL EVENT **#ISD21**

**16./17.  
September  
2021**

**JETZT  
ANMELDEN!**



**INTERNET  
SECURITY  
DAYS 2021**

Platin Partner

**DomiNIC**

 **HUAWEI**

**KEYNOTES &  
PANELDISKUSSIONEN  
AUSGEWÄHLTER  
SECURITY-EXPERTEN  
ERWARTEN SIE**

Partner

 DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR  
CYBERSICHERHEIT

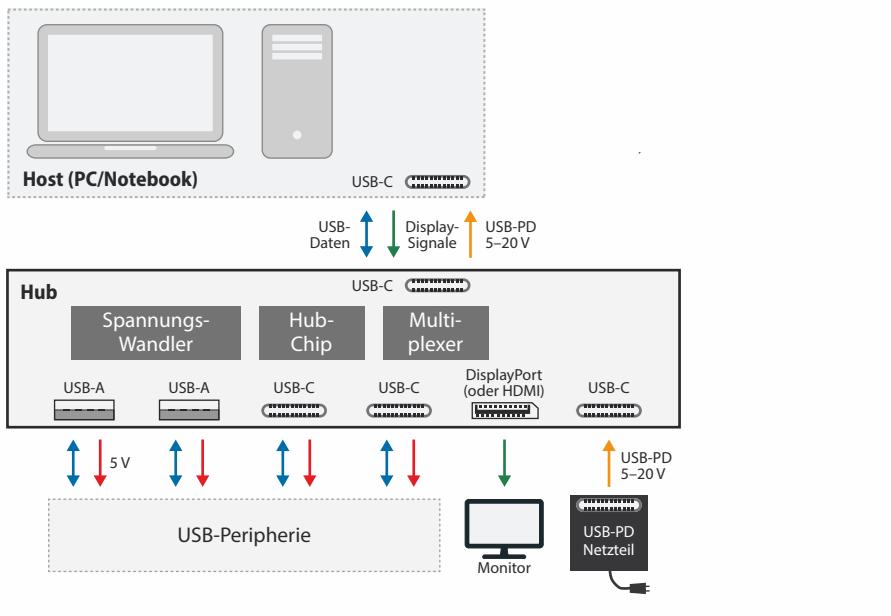
 **heise Events**  
**isd.eco.de**

© Copyright by Heise Medien.

  
**eco**  
VERBAND DER  
INTERNETWIRTSCHAFT

## USB-C-Dockingstation (Hub)

Ein USB-C-Hub, der auch Display-Signale weiterleitet und das Laden per USB Power Delivery (USB-PD) ermöglicht, ist wesentlich komplizierter aufgebaut als ein USB-A-Hub. Außer einem Hub-Chip braucht er einen Multiplexer, der die DisplayPort-Signale abtrennt (und je nach Buchse noch einen Umsetzer für HDMI/HDMI 2.0), sowie einen Spannungs-wandler, der aus der variablen PD-Netzteilspannung 5 Volt erzeugt.



PC-BIOS und Geräte-Firmware Ausschau halten. In vielen Fällen muss man jedoch Hardware, Kabel oder Hub tauschen.

### USB 4 und Thunderbolt 3/4

Jahrelang entwickelten Apple und Intel ihre Thunderbolt-Technik parallel zu USB. Während Thunderbolt 2 (TB2) noch Mini-DisplayPort-Buchsen nutzte, wechselte man mit TB3 auf USB-C. Später gab Intel dann die Thunderbolt-Spezifikationen in die Hand des USB-IF-Gremiums und sie hielt Einzug in USB 4. Der jüngste USB-Standard vereint also USB- und USB-C-Funktionen mit TB3 und TB4. TB4 bringt keine höhere Geschwindigkeit als TB3, ermöglicht aber Hubs und stopft eine potenzielle (DMA-)Sicherheitslücke; letztere ist allerdings nur für gezielte Angriffe auf einzelne Notebooks nutzbar, auf die der Angreifer auch physischen Zugriff hat.

Thunderbolt nutzt zwar USB-C-Buchsen, benötigt aber spezielle Kabel, in deren Steckern winzige Wandlerchips stecken. Ein TB-Kabel lässt sich auch für USB-C nutzen, aber nicht vice versa. Ein TB-Chip im Host „verpackt“ mehrere Datenströme – USB, Display, PCI Express (PCIe) – in einen gemeinsamen Strom, aus dem der TB-Chip im Peripheriegerät den

oder die für ihn selbst wichtigen extrahiert. Wegen der Zusatzchips sind viele TB-Peripheriegeräte etwas teurer als welche mit USB-C. TB ermöglicht in der Summe höhere Datentransferraten als USB-C, also etwa USB-3.2-Gen-1-Datentransfers gleichzeitig mit einem 4K/60Hz-Bildsignal. Außerdem wurden Features vereint: USB 4 kann jetzt auch PCIe-Geräte anbinden, etwa externe Grafikkarten, während Thunderbolt die USB-typische Hub-Topologie gelernt hat statt dem „Hintereinanderschalten“ (Daisy Chaining) mehrerer TB-Geräte.

Selbst wenn man keine TB-Hardware kaufen möchte, hat man bei einem System mit TB3/4-Controller die Gewissheit, dass

USB 3.2 Gen 2 funktioniert. Verwirrend ist hingegen, dass USB 4 nicht gleichbedeutend ist mit TB3 oder gar TB4. So haben viele (leider nicht alle) aktuellen Notebooks mit Intels elfter Core-i-Generation TB4 mit USB 4, während Apples jüngste iMacs und MacBooks mit M1-Chip USB 4 mit TB3 kombinieren [2]. Das liegt daran, dass Thunderbolt weitere Kriterien festlegt: TB4 setzt voraus, dass zwei 4K-Displays mit 60 Hz angesteuert werden können. Das (verwirrenderweise optionale) USB 3.2 Gen 2x2 mit 20 GBit/s kommt wiederum bei beiden nicht aus der Buchse, sondern nur USB mit 10 GBit/s oder gleich TB mit 40 GBit/s.

### Lademeister

USB-A-Buchsen lieferten ursprünglich höchstens 0,5 Ampere Strom, was bei 5 Volt eine Leistung von 2,5 Watt ergibt. Das reicht für Tastatur, Maus, Webcam und USB-Stick. Doch der Akku eines modernen Smartphones fasst rund 15 Wattstunden (4500 mAh bei 3,7 Volt), weshalb „Volltanken“ mit 2,5 Watt sechs Stunden dauert. USB-3.0-Buchsen, die man meistens (leider nicht immer) am blauen Isolator erkennt, liefern immerhin schon 4,5 Watt (0,9 A), also fast doppelt so viel. Für flinkeres Laden gibt es schon seit Jahren Standards wie die USB Battery Charging Specification, die höhere Ströme ermöglichen. Wirklich flottes Laden klappt aber erst mit Schnellladetechniken wie Qualcomm Quick Charge (QC) und USB Power Delivery (PD). Deren wichtigster Trick: Netzteil und Mobilgerät handeln höhere Spannungen als 5 Volt aus, nämlich bis zu 20 Volt und mit USB-PD 4.0 eines Tages bis zu 48 Volt (USB-PD 3.1).

Solche Spannungen würden herkömmliche USB-Peripheriegeräte sofort zerstören, weil sie eben nur 5 Volt vertragen. Daher ist ein kompliziertes elektronisches Verfahren nötig, um die höheren Spannungen sicher bereitzustellen. Doch

### USB-Geschwindigkeitsstufen

Bezeichnung	kam mit USB-Version	höchste Transferrate		mit USB-A möglich	Anmerkung
		Bitrate	praktisch maximal		
USB 3.2 Gen 3x2	USB 4	40 GBit/s	> 3 GByte/s	–	stammt von Thunderbolt 3 ab
USB 3.2 Gen 2x2	USB 3.2	20 GBit/s	2 GByte/s	–	
USB 3.2 Gen 2	USB 3.1	10 GBit/s	1,1 GByte/s	✓	hieß ursprünglich USB 3.1 Gen 2 (SuperSpeed+)
USB 3.2 Gen 1	USB 3.0	5 GBit/s	440 MByte/s	✓	hieß ursprünglich SuperSpeed, dann USB 3.1 Gen 1
USB Highspeed	USB 2.0	480 MBit/s	48 MByte/s	✓	
USB Fullspeed	USB 1.1	12 MBit/s	1 MByte/s	✓	

Thunderbolt 3 (TB3) ermöglicht zusätzlich PCI Express; TB4 ermöglicht TB-Hubs und Schutz gegen DMA-Angriff per VT-d (IOMMU)

es gibt Pannen: Einerseits finden sich immer wieder billige Netzteile mit schlichtweg parallelgeschalteten Ausgangsbuchsen, an denen dann für herkömmliche Geräte „tödliche“ Spannung anliegt. Andererseits scheitert manchmal der Aushandlungsvorgang und das Schnellladen klappt nicht. Mehr dazu ab Seite 96. Wichtig zu wissen ist jedoch: USB-PD 3.0 setzt ein Kabel mit USB-C-Steckern an beiden Enden voraus oder ein fest mit dem Netzteil verbundenes Kabel. Oder umgekehrt ausgedrückt: Ein Ladegerät mit nur USB-A-Buchsen kann kein USB-PD 3.0.

### Adapterismus

Ältere USB-Geräte mit USB-A- oder Micro-USB-Steckern lassen sich per Adapter oder Hub leicht an USB-C-Rechner anschließen. USB-A-auf-C-Adapter gibt es für unter 5 Euro. Achtung: Manche sind als reine Ladeadapter gedacht und übertragen nur USB 2.0, weil sie keine schnellen Datenadern haben. USB-Sticks gibt es als „Doppelender“ mit USB-A- und USB-C-Steckern, die auch an Smartphones und Tablets passen.

USB-C-Hubs sind ab 15 Euro zu haben; die billigsten beherrschen aber nur 5 GBit/s (USB 3.2 Gen 1). Falls Sie eine sehr schnelle SSD via Hub anschließen möchten, achten Sie auf einen, der tatsächlich USB 3.2 Gen 2 durchleitet. Für USB 3.2 Gen 2x2 sind uns noch keine Hubs bekannt; das klappt im Grunde erst mit TB4-Hubs und -Docks. Letztere sind noch recht neu [4], deutlich teurer als viele USB-C-Docks und arbeiten nur an solchen Rechnern erwartungsgemäß (oder überhaupt), die Thunderbolt beherrschen.

Um ein Display an ein Notebook mit USB-C und DP-Alt Mode anzuschließen, braucht man kein USB-C-taugliches Display, sondern bloß einen USB-C-Adapter für 15 Euro mit HDMI oder DP. Alle schaffen Full-HD-Auflösung mit ergonomischen 60 Hz Bildrate. Möchte man aber einen 4K-Schirm mit 60 Hertz ansteuern lassen oder ein Gaming-Display mit über 60 Hz, muss man genauer ins Kleingedruckte schauen. HDMI-2.0-Adapter und welche mit DisplayPort findet man ab rund 20 Euro. Um alte VGA-Beamer anzusteuern, gibt es ebenfalls USB-C-Adapter.

USB-C-Mini-Docks haben typischerweise drei Buchsen: eine für HDMI (Display), eine für USB-A und eine für USB-C. Letztere ist zum Anschluss des Netzteils gedacht, um das Notebook/Tablet im Be-



**USB-C Power Delivery (PD) liefert Leistungen von über 60 Watt nur mit elektronisch markierten USB-C-Kabeln und via USB-C-Buchse – also nicht per USB-A.**



**USB-C-Docks gibt es von schlank bis kräftig; die Delock USB Type-C Docking Station bietet außer einem USB-Hub noch Ethernet-Adapter und SD-Kartenleser.**



**Für Thunderbolt braucht man spezielle Kabel mit winzigen Chips in den Steckern.**

das klappt nur, wenn die Hersteller der jeweiligen Geräte sorgfältig arbeiten, eine ordentliche Dokumentation bereitstellen und die Firmware pflegen.

Ärgerlich ist der Bezeichnungswirrwarr [2], den die USB-Industrievereinigung nicht in den Griff bekommt. Wer USB-C optimal nutzen möchte, muss sich daher vor dem Einkauf genau informieren. Bei einem Notebook sollte mindestens eine USB-C-Buchse vorhanden sein, die Daten mit 10 GBit/s liefert und sowohl DP-Alt Mode als auch die PD-Ladefunktion beherrscht. Falls es das Budget erlaubt, liegt man mit Thunderbolt auf der sicheren Seite.

(ciw@ct.de) ct

### Literatur

- [1] Florian Müssig, Alles kann, nichts muss, Technische Hintergründe zu USB Typ C, c't 4/2017, S. 124
- [2] Florian Müssig, USB 3.2 ist tot, es lebe USB 4, Das USB-Namenschaos geht weiter, c't 26/2020, S. 140
- [3] Florian Müssig, USB-Vollausbau, Spezifikation zu Thunderbolt 4 verabschiedet, c't 17/2020, S. 140
- [4] Lutz Labs, Schnell dran, Dockingstationen für USB-C und Thunderbolt, c't 15/2021, S. 74
- [5] Florian Müssig, Stromschniepel, Das USB-C-VA-Meter von Plugable, c't 10/2017, S. 58
- [6] Rudolf Opitz, Lade-Trickser, USB-Messadapter mit eigenem PD-Chip, c't 13/2020, S. 76



# Leistungs-USB

## USB-C-Netzteile mit Power Delivery für Smartphones und Notebooks

**Kleine Netzteile mit USB-C-Ausgang belegen im Urlaubsgepäck nicht viel Platz und laden nicht nur das Smartphone. Mit Leistungen von 65 Watt und mehr eignen sie sich auch für Notebooks mit Power-Delivery-fähigem USB-C-Port (USB-PD). Doch Vorsicht: Es gibt Netzteile mit USB-C-Stecker, die sich nicht an die Regeln halten.**

Von Rudolf Opitz

Wer sein Smartphone laden will, schließt es einfach an den nächstbesten USB-Lader an, die Zeiten proprietärer Ladestecker sind für diese Gerätekategorie lange vorbei. Auch bei Notebooks nähert sie sich ihrem Ende. Viele kompakte Notebooks und Business-Modelle lassen sich mittlerweile über einen USB-C-Port laden. Das kann selbst dann funktionieren, wenn dem Notebook noch ein Netzteil mit klassischem Hohlstecker beiliegt. Voraussetzung ist eine USB-C-Buchse, die mit einem Batteriesymbol gekennzeichnet ist für USB Power Delivery (USB-PD).

Wir haben uns exemplarisch einige USB-Netzteile aus dem umfangreichen Angebot angeschaut und uns dabei auf Modelle mit 65 Watt oder mehr be-

schränkt. Ladegeräte mit kleineren Leistungen eignen sich für Notebooks meist nicht. Zu den Testkandidaten gehören Anker PowerPort III Pod 65W, Choetech PD 100W, Lenovo Think Pad Slim 65W, HP 65W USB-C Slim, LC-Power LC90NB-Pro-C und RavPower PD Pioneer RP-PC133. Alle Ladegeräte haben mindestens einen USB-C-Ausgang, der sich zum Laden eines Notebooks eignet – entweder als Buchse (Anker, Choetech, RavPower) oder als fest mit dem Netzteil verbundenes Kabel mit USB-C-Stecker.

### Druckbetankung

Um Leistungen von 30, 60 oder im Fall des Choetech PD sogar 100 Watt zu einem Notebook oder einem schnellladefähigen Smartphone zu übertragen, reicht die USB-Standardspannung von 5 Volt nicht mehr aus. Die für die hohen Ströme benötigten Leitungsquerschnitte würden die Anschlusskabel zu dick und steif machen. Daher verwenden Ladegerät (Quelle) und Notebook (Senke) höhere Spannungen, die sie nach dem Power-Delivery-Protokoll aushandeln. Den für die USB-C-Schnittstelle definierten Schnelllade-Standard Power Delivery (PD) kennen alle Ladegeräte im Test. Ob eine USB-C-Buch-

se am Notebook Power Delivery unterstützt, zeigt das eingangs erwähnte Batteriesymbol an. Nicht alle Hersteller nutzen die vom USB Implementers Forum (USB-IF) vorgegebenen Logos; bei Dell kennzeichnet ein kleiner Netzstecker die ladefähige USB-C-Buchse.

Um die Beschädigung von USB-C-Geräten zu verhindern, die mit höheren Spannungen nichts anfangen können, handeln Quelle und Senke ein gemeinsames PD-Profil aus. Bevor die Senke, also das zu ladende Gerät, die gewählte höhere Spannung und den gewünschten Strom nicht bestätigt hat, bleibt es bei gefahrlosen 5 Volt auf der USB-Leitung. Je nach PD-Profil kann das Ladegerät nach erfolgreicher Verhandlung die Spannung dann auf 9, 12, 15 oder 20 Volt erhöhen. Die meisten Notebooks brauchen 20 Volt. Ein Ladegerät, das Notebooks versorgen soll, muss dieses Profil daher zwingend anbieten. Es gibt PD-Netzteile mit geringerer Leistung, die zum Laden von Smartphones gedacht sind und maximal 12 oder 15 Volt liefern. Für Notebooks taugen sie nicht – sie laden daran nämlich nicht etwa nur langsamer, sondern gar nicht.

Mit 20 Volt und maximal 5 Ampere sind mit Power Delivery 100 Watt möglich. Dazu muss aber auch das USB-Kabel passen. Hochstromfähige USB-C-Ladekabel weisen sich über einen Chip im Stecker aus und melden die DP-Profile, für die sie sich eignen. Ohne Rückmeldung vom Kabel wird der Strom auf maximal 3 Ampere begrenzt, mehr als 60 Watt gibt es nur mit Spezialkabeln mit Chip (E-Mark-Chip). Für Hochleistungs- und Gaming-Notebooks reicht selbst das nicht, denn je nach Ausstattung und Grafikchip brauchen solche Boliden Netzteile mit 180 oder 200 Watt. Daher hat das USB-IF gerade eine Erweiterung der aktuellen PD-Version 3.0 vorgestellt (siehe Kasten „Mit EPR zu 240 Watt“).

## USB PD Revision 3.1

Modus	Spannung	max. Stromstärke	max. Leistung
SPR	5 V	3 A	15 W
SPR	9 V	3 A	27 W
SPR	15 V	3 A	45 W
SPR	20 V	3 A	60 W
SPR	20 V	5 A <sup>1</sup>	100 W
EPR	28 V	5 A <sup>2</sup>	140 W
EPR	36 V	5 A <sup>2</sup>	180 W
EPR	48 V	5 A <sup>2</sup>	240 W

<sup>1</sup> erfordert 5-A-Kabel <sup>2</sup> erfordert EPR-Kabel



Bild: USB-IF

Ladefähige USB-C-Buchsen sind nach Vorgaben der USB-IF mit einem Batteriesymbol gekennzeichnet, doch gehen viele Hersteller eigene Wege oder lassen die Beschriftung ganz weg.

Eine Erweiterung, die schon in manchen Ladegeräten zu finden ist, heißt PD 3.0 PPS (Programmable Power Supplies). Das zu ladende Gerät kann je nach Ladezustand des Akkus beim Netzteil genau die benötigten Strom- und Spannungswerte anfordern und im laufenden Betrieb verändern. Statt der starren PD-Profile stellt ein Netzteil mit PD 3.0 PPS Spannung und Strom in Schritten von 20 Millivolt respektive 50 Milliampera ein. Für Smartphones ist das praktischer als für Notebooks, die fast durchweg nach dem Motto „Gib mir, was Du hast“ laden.

### Schneller schalten

Obwohl die USB-Ladegeräte im Test Leistungen von 65 Watt und mehr liefern, sind die meisten sehr kompakt und leicht. Dabei werden sie beim Laden mit 40 bis 60 Watt gerade einmal handwarm. Netzteile profitieren von neueren Entwicklungen in der Halbleitertechnik und zumindest Choetech und RavPower bewerben das mit dem Kürzel „GaN“. Das steht für Galliumnitrid, einem gar nicht so neuen Halbleiter, der die Fertigung von Leis-

tungsschaltern mit höherem Wirkungsgrad als bei Silizium ermöglicht.

Netzteile sind heutzutage durchweg Schaltnetzteile: Statt die Netzwechselspannung von 50 Hertz über einen dicken Transformator herabzusetzen, wird die Netzzspannung gleichgerichtet und von einem schnellen Schalttransistor mit einer viel höheren Frequenz im Kilohertzbereich ein- und ausgeschaltet. Um diese hochfrequente Wechselspannung zu transformieren, reicht ein viel kleinerer Übertrager. Weitere Vorteile sind ein höherer Wirkungsgrad und einfache Siebung der Ausgangsspannung. Je höher die Schaltfrequenz, desto kleiner können die Netzteile werden.

GaN-Transistoren sind zwar teurer als solche auf Siliziumbasis, schalten aber schneller und mit geringeren Übergangswiderständen, was die kompakten Bauweise der aktuellen Netzteile möglich macht.

### Kontrolle ist besser

Was an der USB-Buchse anliegt, bestimmen die Empfänger, also die zu ladenden Geräte mit. Zunächst ist die Betriebsspannung aller USB-Verbindungen 5 Volt – oder

## Mit EPR zu 240 Watt

Über USB-C lassen sich bislang bis zu 100 Watt übertragen. Das reicht konzeptionell für alle Smartphones und Tablets, doch bei Notebooks gibt es zwei Welten: Kompakte Modelle können mit USB-C betrieben werden, während für leistungsstarke Modelle mit Prozessoren der H-Klasse (45 Watt) plus spieletauglicher Grafikchip mehr Saft notwendig ist.

Das Standardisierungsgremium USB-IF hat die Power-Delivery-Norm deshalb kürzlich erweitert: Es wurde ein neuer Modus namens Extended Power Range (EPR) definiert, der zusätzliche Spannungsstufen jenseits der bekannten 20 Volt bietet – nämlich bis hinauf zu 48 Volt

[1]. Die zulässige Stromstärke bleibt bei 5 Ampere, damit die Kabel nicht dicker und steifer werden – und mit den so möglichen 240 Watt lassen sich dann auch Gaming-Notebooks betreiben. Analog zu bisherigen 5-A-Kabeln müssen EPR-taugliche Kabel einen elektronischen Marker enthalten, der der Quelle signalisiert, dass es höhere Spannungen und Ströme verträgt.

Erste EPR-taugliche Komponenten sollen laut USB-IF bereits Ende 2021 da sein. Bis sie dann aber tatsächlich in Notebooks auftauchen und der Markt ein breiteres Angebot an ebensolchen Netzteilen bereithält, dürfte es eher 2023 werden.



### Anker PowerPort III Pod

Das handliche PowerPort-Netzteil sieht wie ein Handy-Ladegerät aus, kann aber auch ein Notebook mit bis zu 65 Watt laden. Um die volle Leistung auszunutzen, muss man aber ein hochstromfähiges USB-C-Ladekabel (etwa 8 Euro) hinzukaufen. Mit dem Schnellladeverfahren PD 3.0 PPS ist es auch für aktuelle Smartphones interessant. Wer das Anker PowerPort III Pod als Universal-Lader für Auslandsreisen braucht, sollte zu seinem Vorgänger PowerPort III (ohne Pod) greifen. Das kennt zwar kein PPS und ist etwas größer, hat aber verschiedene Netzstecker-Varianten zum Wechseln.

- ⬆ klein und leicht
- ⬆ PD 3.0 PPS
- ⬇ Ladekabel muss zugekauft werden

Preis: 40 Euro



### Choetech PD 100W

Für ein 100-Watt-Ladegerät ist das Choetech PD 100W erstaunlich klein, was dem Einsatz von GaN-Transistoren und einer hohen Schaltfrequenz zu verdanken ist. Trotzdem kann das Steckernetzteil in einer Steckdosenleiste die benachbarte Dose blockieren, da die Kontakte des Eurosteckers längs dem Gehäuse angeordnet sind. Als einziges Gerät im Test kann der Choetech-Lader zwei Notebooks gleichzeitig versorgen, dann aber jedes mit maximal 45 Watt. Smartphones, die PD nicht verwenden, lädt er auch per Quick Charge.

- ⬆ zwei USB-C-Ausgänge
- ⬆ kompakt
- ⬇ blockiert Nachbarsteckdose

Preis: 36 Euro



### Lenovo Think Pad Slim 65W

Das mit 35 Euro sehr günstige Lenovo-Netzteil wird mit separatem Netzkabel mit Kaltgerätestecker geliefert, das USB-C-Kabel ist fest mit dem Gerät verbunden. Mit 322 Gramm ist es schwerer als die Steckernetzteile, allerdings kommen bei denen noch die Kabel hinzu. Beim Schnellladen passt sich das Think Pad Slim dank PPS flexibel an die Bedürfnisse des zu ladenden Geräts an, wovon aber eher Smartphones profitieren. Notebooks werden in der Regel die 20 Volt Maximalspannung anfordern.

- ⬆ separates Netzkabel
- ⬆ PD 3.0 PPS
- ⬇ festes USB-Kabel

Preis: 35 Euro

## USB-C-Netzteile

Gerät	PowerPort III 65W Pod	Choetech PD 100W	Think Pad Slim 65W	HP 65W USB-C Slim (3PN48AA)	LC90NB-Pro-C	PD Pioneer RP-PC133
Hersteller	Anker	Choetech	Lenovo	HP	LC-Power	RavPower
Leistung	65 W	100 W	65 W	65 W	90 W	65 W
Eingang	100-240 V, 2 A	100-240 V, 2,5 A	100-240 V, 1,8 A	100-240 V, 1,6 A	110-240 V, 1,8 A	100-240 V, 1,5 A
Ausgang	1 × USB-C	2 × USB-C (max. 45 W bei Doppelbelegung)	1 × Kabel mit USB-C-Stecker	1 × Kabel mit USB-C-Stecker, 1 × USB-A-Buchse (5 V / 1 A)	1 × Kabel mit USB-C-Stecker	1 × USB-C, 1 × USB-A
Abmessungen	10,5 cm × 4,6 cm × 3,5 cm	10,5 cm × 6,6 cm × 3,2 cm	9 cm × 5,4 cm × 2,3 cm	9,8 cm × 5,4 cm × 2,1 cm	11,7 cm × 7,8 cm × 3,6 cm	9,3 cm × 5,5 cm × 3,2 cm
Gewicht	122 g	208 g	322 g	316 g	358 g	118 g
Schnellladeverfahren	QC 2 + 3, PD 3.0 PPS	QC 2 + 3, PD 3.0	PD 3.0 PPS	PD 3.0	PD 3.0	QC 2 + 3, PD 2.0, Samsung AFC

#### Messergebnisse und Bewertung

Leerlaufleistung	100 mW	80 mW	65 mW	75 mW	< 50 mW	240 mW
PD-Profile	5 V (3 A), 9 V (3 A), 15 V (3 A), 20 V (3,25 A)	5 V (3 A), 9 V (3 A), 12 V (3 A), 15 V (3 A), 20 V (5 A)	5 V (3 A), 9 V (3 A), 15 V (3 A), 20 V (3,3 A)	5 V (3 A), 9 V (3 A), 12 V (5 A), 15 V (4 A), 20 V (3 A)	5 V (3 A), 9 V (3 A), 12 V (3 A), 15 V (3 A), 19 V (3 A), 20 V (4,5 A)	5 V (3 A), 9 V (3 A), 12 V (3 A), 15 V (3 A), 20 V (3,25 A)

#### Ladetest von Notebooks

Dell XPS 15	✓ langsames Ladegerät	✓ (20 V)	✓ langsames Ladegerät	✓ langsames Ladegerät	✓ (20 V)	✓ langsames Ladegerät
Medion Akoya	✓ (20 V)	✓ (20 V)	✓ (20 V)	✓ (20 V)	✓ (20 V)	✓ (20 V)
Fujitsu Livebook	✓ (20 V)	✓ (20 V)	✓ (20 V)	✓ (20 V)	✓ (20 V)	✓ (20 V)
Schenker Vision 14	✓ (20 V)	✓ (20 V)	✓ (20 V)	✓ (20 V)	✓ (20 V)	✓ (20 V)
Lenovo ThinkPad X1	✓ (20 V)	✓ (20 V)	✓ (20 V)	✓ (20 V)	✓ (20 V)	✓ (20 V)
Ausstattung	⊕	⊕	⊕	⊕	○	⊕⊕
Notebook-Laden	⊕	⊕⊕	⊕	⊕	⊕⊕	⊕
Garantie	1,5 Jahre	1,5 Jahre	1 Jahr	1 Jahr	2 Jahre	1 Jahr
Preis	40 €	36 €	35 €	56,00 €	33 €	50 €
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend	⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht	✓ vorhanden	— nicht vorhanden
					k. A. keine Angabe	



## HP 65W USB-C Slim

Das HP-Netzteil gleicht mit separatem Netzkabel und fest montiertem USB-C-Kabel dem Lenovo-Ladegerät. Auch die Abmessungen sind ähnlich: Das HP USB-C Slim ist etwas größer, aber ein wenig leichter. Zum Schnellladen nutzt es nur PD 3.0 mit festen Profilen bis 60 Watt (20 Volt, 3 Ampere), flexible Abstufungen wie das PPS-fähige Lenovo-Gerät kennt das HP USB-C Slim nicht. Die zusätzliche USB-A-Buchse liefert lediglich 5 Volt und maximal 1 Ampere, was nur für Kleingeräte wie MP3-Player oder Kameras, aber nicht zum flotten Laden eines Smartphones reicht.

- separates Netzkabel
- festes USB-Kabel
- teuer

Preis: 56 Euro



## LC-Power LC90NB-Pro-C

Verglichen mit den anderen Ladegeräten wirkt das LC90NB mit seinem quadratischen Gehäuse wuchtig. Der Eurostecker steht quer zur Gehäuselänge, so blockiert das Steckernetzteil in der Leiste keine Nachbarbuchsen. Den Eurostecker kann man bei Platzproblemen abziehen und ein Standard-Eurokabel anstecken. Das USB-C-Kabel ist fest mit dem Gehäuse verbunden. Außer PD 3.0 kennt das LC90NB keine Schnellladeverfahren. Zu den Standard-Profilen kommt ein spezielles 19-Volt-Profil, doch nutzen unsere Test-Notebooks das mehr Leistung bietende 20-Volt-Profil.

- Netzstecker abziehbar
- festes USB-Kabel
- voluminöses Gehäuse

Preis: 33 Euro



## RavPower PD Pioneer RP-PC133

Das kompakte und leichte Steckernetzteil eignet sich gut als Reisebegleiter. Außer der USB-C-Buchse gibt es einen USB-A-Port, über den sich gleichzeitig zum Notebook ein Smartphone laden lässt. Der iSmart genannte Port bietet zum Schnellladen Quick Charge 2 und 3 oder das Samsung-eigene AFC, die ebenfalls mit erhöhter Spannung arbeiten. Die Gesamtleistung wird dann auf beide Ausgänge aufgeteilt, die vollen 65 Watt erhält das Notebook also nur, wenn es alleine am PD Pioneer hängt. Mit 50 Euro ist das RavPower-Ladegerät vergleichsweise teuer.

- klein und leicht
- schnellladefähige USB-A-Buchse
- teuer

Preis: 50 Euro

sie sollte es sein. Damit rechnen alle USB-Geräte. Erst wenn ein Schnellladeverfahren erkannt und die Verhandlungen über höhere Spannungen und Ströme eindeutig abgeschlossen sind, legen die Netzteile höhere Spannungen an. Außer dem oben beschriebenen Standard Power Delivery gibt es für Smartphones zahlreiche andere Verfahren, von denen Quick Charge (QC) des Chipsetherstellers Qualcomm das verbreitetste ist. QC 2 und QC 3 verstehen viele ältere Smartphones. QC2 kann für mehr Leistung die Spannung auf 9 oder 12 Volt erhöhen. QC3 tut das in feineren Stufen von 0,2 Volt. Seit Version 4 ist Quick Charge zu Power Delivery kompatibel.

Smartphone-Hersteller wie Samsung und Huawei haben außerdem eigene proprietäre Lösungen entwickelt. Von den Testgeräten verstehen sich die Netzteile von Anker, Choetech und RavPower auch auf Quick Charge, das RavPower PD Pioneer kennt außerdem Samsungs Ladeverfahren AFC.

Bevor man sein Smartphone aber an ein beliebiges Netzteil mit USB-C-Ausgang

anstößelt, ist ein Blick auf den Stecker oder besser das Netzteil ratsam, denn nicht jeder Hersteller hält sich an Standards: Der Hersteller Minisforum hat seinem Mini-PC HM50 (siehe Test in c't 13/2021 [2]) ein externes Netzteil beigelegt, das per USB-C-Stecker mit dem PC verbunden wird. Doch das Netzteil arbeitet nicht gemäß USB-PD, sondern es liegen stets 19 Volt an, verhandelt wird nicht. Steckt man ein Smartphone an dieses Netzteil, wird dessen USB-Port überlastet und schlimmstenfalls zerstört. Wohl dem, der vorher einen Blick auf den Stecker geworfen und die Angabe „19 V“ gesehen hat.

## Fazit

Mit Power Delivery wird USB auch zum universellen Energielieferanten für stromhungrige Akkugeräte. Passende Ladegeräte ab 65 Watt, die nicht nur Smartphones, sondern auch viele Notebooks mit ausreichend Energie versorgen können, sind klein, transportabel und ab rund 30 Euro zu haben. Bei Geräten bekannter Hersteller wie Anker, Lenovo, HP oder

RavPower bekommt man Qualität fürs Geld. Im Test leisteten aber auch billigere Geräte anderer Hersteller wie Choetech und LC-Power gute Dienste.

Möchte man außer dem Notebook auch sein Smartphone schnell laden, sollte man je nach Alter und Fähigkeit des Handys auch auf Schnellladeverfahren wie Quick Charge oder Samsung AFC achten (Choetech PD 100W, RavPower PD Pioneer PR-PC133) oder – bei aktuellen Smartphone-Modellen – auf Power Delivery 3.0 PPS, wie es das PowerPort III Pod von Anker und das Lenovo Think Pad Slim 65W anbieten. Mit universellen USB-C-Netzteilen braucht man nicht mehr für jedes Gerät sein eigenes Netzteil mitzuschleppen. (rop@ct.de) ct

## Literatur

- [1] Florian Müssig, Universelle Saft-Buchse, USB-C liefert künftig bis zu 240 Watt, c't 14/2021, S. 138
- [2] Carsten Spille, Homeoffice-Bolidchen, Mini-PCs mit modernen Vier- bis Sechskern-Prozessoren von AMD und Intel c't 13/2021, S. 98



# Such mich!

## Business-PC Dell OptiPlex 7090 Ultra Form Factor

**Der Mini-PC OptiPlex 7090 UFF mit sparsamer Mobiltechnik versteckt sich im Monitorständer. Dank Power Delivery überträgt das USB-C-Kabel nicht nur Bilddaten zum Display, sondern versorgt den Rechner auch mit Strom.**

Von Christian Hirsch

**S**elbst auf den zweiten Blick findet man den kompakten Business-PC OptiPlex 7090 Ultra Form Factor nicht, obwohl man direkt vor ihm sitzt, denn er verbirgt sich im Standfuß von kompatiblen Monitoren wie dem Dell C2422HE. Dank einem Quad-Core aus der aktuellen 11. Genera-

tion von Intels Core-i-Mobilprozessoren, 16 GByte Arbeitsspeicher und einer 512 GByte großen NVMe-SSD eignet sich der Mini-PC für die meisten Büroaufgaben.

Durch Intels vPro-Technik bietet der OptiPlex 7090 UFF umfangreiche Fernwartungs- und Management-Funktionen und lässt sich so in große Firmennetzwerke einbinden und zentral verwalten. Wer zu Hause oder in einem kleineren Unternehmen darauf verzichten kann und rund 300 Euro sparen möchte, für den offeriert Dell den OptiPlex 3090 UFF im gleichen Format. Ihm fehlen allerdings Thunderbolt 4 und es gibt ihn nur mit einer 256-GByte-SSD.

### Fix zusammengesteckt

Um den Schokoladentafel-großen OptiPlex 7090 UFF in Betrieb zu nehmen, muss man den Mini-PC zunächst mitsamt der rückseitigen Abdeckung aus dem Standfuß herausziehen und anschließend das USB-C-

Monitorkabel an den unteren Typ-C-Port anstecken. Darüber laufen nicht nur die Bilddaten zum Monitor, sondern er liefert zugleich über dasselbe Kabel in der Gegenrichtung per Power Delivery bis zu 90 Watt, um den Rechner mit Energie zu versorgen. Deshalb kommt das Komplettsystem inklusive Monitor ähnlich wie ein All-in-one-PC nur mit einem Stromkabel aus. So bleibt der Schreibtisch aufgeräumt. Über den seitlichen Thunderbolt-4- und einen DisplayPort-Anschluss steuert der Mini-PC zwei weitere 4K-Displays an.

Nachdem man den Standfuß wieder zusammengesteckt hat, muss man fürs fertige System lediglich noch den Monitor am Ständer einrasten. Das klappt alles unkompliziert ohne Werkzeug mit Schnellverschlüssen. Der Fuß erlaubt es, das Display in der Höhe zu verstetzen, zu kippen und um 90 Grad ins Hochformat zu drehen.

Das zum Monitorfuß des OptiPlex 7090 UFF passende Display Dell C2422HE enthält ein 24-Zoll-Panel mit IPS-Technik und zeigt Full-HD-Auflösung. Neben dem bereits erwähnten Typ-C-Eingang mit Power Delivery nimmt es Bildsignale per HDMI und DisplayPort entgegen. Über einen DisplayPort-Ausgang lässt sich ein weiterer Monitor per Daisy-Chaining anschließen. Dafür muss die Quelle aber Multi-Stream-Transport (MST) unterstützen, was beim OptiPlex 7090 UFF der Fall ist.

Das Display enthält außer einer ausfahrbaren Full-HD-Kamera eine USB-Docking-Station mit zahlreichen Anschlüssen. Zusätzlich zum Gigabit-Ethernet-Port mit Intel-i219-Chip im Mini-PC gibt es auf der Monitorrückseite eine weitere Ethernet-Buchse, die an einem Realtek-Controller hängt. Hinzu kommen dreimal USB-A und einmal USB-C, die jeweils mit USB-3.0-Tempo (5 GBit/s) arbeiten, sowie eine Klinkenbuchse für Kopfhörer. Alternativ lässt sich der Ton auch über zwei integrierte Lautsprecher ausgeben.

### Sparsames Innenleben

Einschalten lässt sich der OptiPlex 7090 UFF über einen etwas versteckten Knopf oben am Monitorfuß oder aber sehr bequem über eine beliebige Taste der mitgelieferten drahtlosen Tastatur. Bis zum Desktop des installierten Windows 10 Pro vergehen 20 Sekunden. Das schaffen viele andere Rechner schneller.

Die eingelötete CPU Core i7-1145G7 betreibt Dell im OptiPlex 7090 UFF mit 28 Watt TDP. Damit laufen die vier Kerne nominell mit 2,6 GHz und können per

Turbo bis auf 4,4 GHz hochtakten. Dank Hyper-Threading reicht die Leistung auch für aufwendige Bildbearbeitung oder Videokonferenzen mit vielen Teilnehmern. Die integrierte Xe-Grafik mit 80 Ausführungseinheiten beziehungsweise 640 Shader-Kernen taugt für die Wiedergabe moderner Videoformate wie VP9 und AV1 sowie für grafisch wenig anspruchsvolle Spiele wie Sims 4.

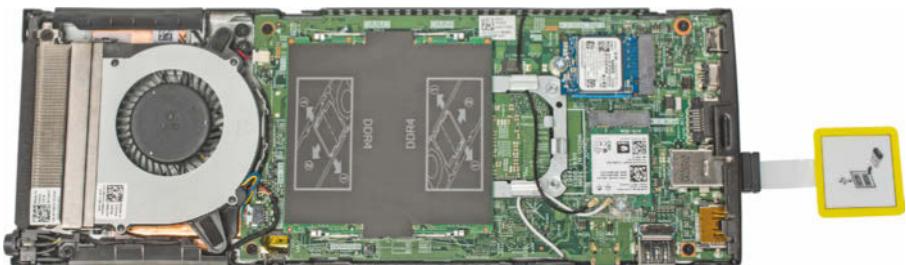
Mit längeren Kompilier- oder Renderaufgaben ist der Mobilprozessor aber überfordert. Dann klettert die Lautstärke des 5-cm-Lüfters auf 1,8 Sone. Bei ruhendem Desktop und geringer Auslastung ist der Mini-PC hingegen akustisch auch in sehr leisen Umgebungen nicht wahrnehmbar. Inklusive Monitor bei 100 cd/m<sup>2</sup> Helligkeit beansprucht das Gesamtsystem im Leerlauf 15 Watt. Der Optiplex 7090 UFF macht davon 6,3 Watt aus. Unter Vollast schluckt der Mini-PC mit Display 57 Watt.

Betriebssystem und Anwendungen liegen auf einer 512 GByte großen M.2-SSD im recht seltenen, kompakten M.2-2230-Format. Mit 2,3 GByte/s Maximaldurchsatz ist die SSD mehr als schnell genug für Office-Anwendungen. Die Transferraten von USB und LAN geben ebenfalls keinen Anlass zur Kritik. Erfreulich schnell ist zudem das Drahtlosnetzwerk. Auf 20 Meter Entfernung schafft das Wi-Fi-6-Modul 400 MBit/s. Direkt neben dem Router sind es hervorragende 817 MBit/s.

## Fazit

Das Konzept aus Monitorständer mit integriertem Mini-PC und passendem Display funktioniert in der Dell-Variante optimal, weil beide Komponenten perfekt aufeinander abgestimmt sind. Den Schreibtisch belegt quasi nur der Monitor und der PC verrichtet wie für einen Büro-PC gewünscht unscheinbar seinen Dienst. Die Stromversorgung per USB-C-Kabel vom Display spart das bei Mini-PCs oft störende Stecker-Netzteil ein.

Für diesen Komfort muss man allerdings tief ins Portmonee greifen: In der von uns getesteten Ausstattung kostet das Paket aus Optiplex 7090 UFF und C2422HE rund 1300 Euro. Vergleichbar ausgerüstete All-in-one-PCs bekommt man bereits für 500 Euro weniger, kann den Monitor dabei in der Regel aber nicht mehr separat an einem anderen PC weiterverwenden. Eine preiswertere Alternative zum Optiplex 7090 UFF ist der erwähnte, äußerlich identische Optiplex 3090 UFF mit weniger Anschlüssen. (chh@ct.de) 



Wegen der kompakten Bauform lassen sich im Optiplex 7090 UFF nur RAM, SSD und das WLAN-Modul austauschen.

## Dell OptiPlex 7090 UFF

Hardware-Ausstattung	
CPU / Kerne / Takt (Turbo) / CPU-Lüfter (geregelt)	Core i5-1145G7 / 4+HT / 2,6 (4,0 bis 4,4) GHz / 5 cm (✓)
RAM (Typ / maximal) / -Slots (frei)	16 GByte SO-DIMM (DDR4-3200 / 64 GByte) / 2 (0)
Grafik	Intel Iris Xe (80 EU/640 Shader-Kerne)
Mainboard (Format) / Chipsatz	Dell OJDG23 (propriätär) / im CPU-SoC integriert
Erweiterungs-Slots (nutzbar)	2 × M.2-2230: 1 × PCIe 4.0 x4, 1 × PCIe 3.0 x1 (0)
SSD (Typ, Kapazität)	Kioxia BG4 KBG40ZNS512G (M.2-NVMe, PCIe 3.0 x4, 512 GByte)
Sound-Chip	Realtek ALC3204
LAN (Chip, Anbindung) / TPM	Gigabit Ethernet (Intel i219-LM, Phy) / ✓
WLAN (Chip, Anbindung)	Wi-Fi 6 2x2, 2,4 GBit/s, (Intel AX201, PCIe)
Abmessungen (B × H × T) / Kensington-Lock	9,7 cm × 25,7 cm × 2 cm / ✓
Netzteil (Leistung)	im Monitor integriert (90 Watt per USB PowerDelivery), alternativ: Dell 90 W, extern
Anschlüsse	1 × DisplayPort 1.4, 1 × Thunderbolt 4, 1 × analog Audio, 3 × USB-A (10 GBit/s), 1 × USB-C (10 GBit/s, DisplayPort 1.4 und Power Delivery), 1 × LAN
Lieferumfang	
Tastatur / Maus / Treiber-DVD / Handbuch	✓ (drahtlos) / ✓ (drahtlos) / n. v. / Kurzanleitung
Betriebssystem / installiert im UEFI-Modus / Secure-Boot	Windows 10 Pro / ✓ / ✓
Monitor: Dell C2422HE	
Größe / Auflösung (Pixeldichte) / Typ	24" / 1920 × 1080 Pixel (91,8 dpi) / IPS (mattiert)
Display-Anschlüsse	HDMI, DisplayPort-In, DisplayPort-Out, USB-C (inklusive DisplayPort und Power Delivery)
weitere Ausstattung	3 × USB-A 5 GBit/s, 1 × USB-C 5 GBit/s, 1 × Audio, 1 × LAN, Full-HD-Kamera, 2 × Lautsprecher
Elektrische Leistungsaufnahme <sup>1</sup> , Datentransfer-Messungen und Geräuschenwicklung	
Soft-off / Energie Sparen / Leistungsaufnahme	1,0 W / 2,2 W / 15,0 W
Volllast: CPU / CPU und Grafik	57 W / 54 W
SSD: Lesen (Schreiben)	2364 (1550) MByte/s
USB-A (10 GBit/s): Lesen (Schreiben)	1049 (940) MByte/s
LAN 1/2: Empfangen (Senden)	112 (119) / 118 (119) MByte/s
WLAN (20 m): 2,4 / 5 GHz	110 / 400 MBit/s
Geräuschenwicklung: Leerlauf / Volllast (Note)	< 0,1 sone (⊕⊕) / 0,2 sone (⊕⊕)
CPU- / GPU-Last (Note)	1,8 sone (⊖) / < 0,1 sone (⊕⊕)
Funktionstests	
Secure-Boot ab- / CSM einschaltbar	✓ / –
Wake on LAN: Standby / Soft-Off	– / –
USB: 5V in Soft-off / Wecken per USB-Tastatur aus: Standby (Soft-Off)	✓ / ✓ (✓)
Bootdauer bis Login	20 s
Parallelbetrieb (Digital Monitore)	DisplayPort + USB-C + Thunderbolt 4
4K: DisplayPort / USB-C / Thunderbolt 4	60 Hz / 60 Hz / 60 Hz
Systemleistung	
3DMark: Fire Strike	3120
Cinebench R23: 1T / MT	1424 / 5524
Sysmark 25: Gesamtwertung / Productivity / Creativity / Responsiveness	1324 / 1326 / 1338 / 1276
Bewertung	
Systemleistung: Office / Rendering / Spiele	⊕⊕ / ⊖⊖ / ⊖
Audio: Wiedergabe / Aufnahme	⊕⊕ / ⊖
Geräuschenwicklung / Systemaufbau	⊕ / ⊕⊕
Preis / Garantie	929 € (+ Monitor 373 €) / 36 Monate Basic On-Site Support
✓ funktioniert – funktioniert nicht n. v. nicht vorhanden	⊕⊕ sehr gut
⊕ gut	⊕ zufriedenstellend
⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht
⊕⊖ sehr schlecht	<sup>1</sup> inklusive Monitor mit 100 cd/m <sup>2</sup> Helligkeit



# Fernbestromung

## USB-C-Kabel ab drei Metern Länge

**Flott laden geht dank USB-C und Power Delivery nicht nur an der zu kurzen Strippe des Laptop- oder Smartphone-Herstellers. USB-C-Leitungen in Längen ab drei Meter und höhere USB-Spannungen erlauben mehr Flexibilität. Wir haben an sieben Kabeln getestet, ob die versprochene Leistung auch wirklich ankommt.**

Von Andrijan Möcker

Kurze Ladekabel sind immer wieder ein Ärgernis: Die Steckdose im Hotelzimmer ist zu weit weg, um das Notebook am gewünschten Ort zu laden; in der Besprechung sitzt man so unpassend, dass das Netzteil quer auf dem Tisch liegt und andere stört; muss man das Smartphone laden, kann man dabei nicht auf der Couch sitzen und es benutzen. Klobige Euro- oder Schukosteckerverlängerungen, die man

mit sich herumschleppt, sind aber auch eine unbefriedigende Lösung.

Kabel mit dem neuen USB-Stecker „Typ C“ schaffen Abhilfe, denn die verdrehsichere Buchse setzt sich bei immer mehr Geräten als Daten- und Ladeanschluss durch. Bei einschlägigen Internethändlern findet man mittlerweile Kabel in Längen, die zuvor nicht erhältlich waren oder nur sehr eingeschränkt zum Laden taugten – zwei, drei oder sogar fünf Meter. Doch halten die Kabel wirklich, was ihre Hersteller versprechen?

### Kandidaten & Messverfahren

Unsere Testauswahl besteht aus sieben USB-C-Kabeln, die wir zufällig bei Amazon ausgewählt haben: vier 3-Meter- und zwei 5-Meter-Kabel sowie ein 4,5-Meter-Kabel. Die Datenübertragungsfähigkeiten haben wir dabei außen vor gelassen und nur darauf geachtet, dass die Hersteller angeben, dass das Kabel auch als Ladekabel taugt. Mit von der Partie ist neben weniger bekannten Namen der Zubehörhersteller Anker, der ein 3-Meter-Kabel anbietet.

Zur Messung verwenden wir ein 100-W-fähiges USB-C-Netzteil und den

PM110 von Passmark; ein Tester mit regelbarer Last, speziell für USB Power Delivery. Er simuliert eine Senke, also ein Gerät, das Strom benötigt, und kommuniziert mittels des von USB-PD verwendeten SOP\*-Protokolls mit der Quelle. Der PM110 zeigt an, welche Spannungs-/Stromprofile das Netzteil der Senke vorschlägt und erlaubt dem Tester, diese variabel auszuwählen.

Über die einstellbare Last kann der USB-C-Anschluss mit Strömen bis zum von der Quelle kommunizierten Maximum belastet werden – etwa 1,5, 3 oder 5 Ampere. Hierbei ausschlaggebend: die über das Kabel abfallende Spannung bei den spezifizierten Strömen und die damit verbundene Verlustleistung. Die Werte verraten, ob das Kabel den nötigen Querschnitt mitbringt, um die spezifizierten Ströme zu übertragen, ohne dass die Spannung unter den in der Spezifikation jeweils festgelegten Wert fällt: 5/4,75 Volt, 9/8,55 Volt, 12/11,4 Volt, 15/14,25 Volt, 20/19 Volt (Nominalspannung/Unterspannungsgrenze). Ob die Unterschreitung ein Problem ist, hängt jeweils vom Regler und dessen Konfiguration in der Senke ab. Hersteller können meist Auskunft darüber geben, wo die untere Grenze liegt. Nichtsdestotrotz verbrät das Kabel unter Umständen einen hohen Prozentsatz des Stroms und man profitiert weniger von der hohen Ladeleistung. In der Tabelle können Sie anhand der roten Zellen bei jedem Prüfling erkennen, bei welchen Strömen die jeweilige Spannung unter den vorgesehenen Wert abgefallen ist.



Der PM110 von Passmark simuliert eine USB Power Delivery-Senke und kann unterschiedliche Spannungen von der Quelle anfordern. Mithilfe seiner einstellbaren Last haben wir getestet, ob die Kabel wirklich für die hohen Ströme taugen oder die Spannung kritisch weit abfällt.

## Ergebnisse

In der Tabelle stechen die blutroten Spalten der beiden Kabel der Firma Paxo heraus. Der Hersteller bewirbt Sie als „Verbindungsleitung, Ladekabel, Datenkabel“ und spricht in der Beschreibung von „Maximale Datenübertragungs- und Ladegeschwindigkeit“. Die Tests zeigen das Gegenteil, denn beide Kabel unterschreiten in nahezu allen Spannungsbereichen die Untergrenzen. Bei 5 Volt und 3 Ampere verliert das 3-Meter-Kabel satte 38 Prozent; das scheinbar dicke 5-Meter-Kabel liegt bei 30 Prozent. Der Hersteller gibt zwar nicht konkret an, für welche Spannungen und Ströme die Kabel geeignet sind, die irreführende Beschreibung hat aber den Bewertungen nach schon einige Nutzer ge- und enttäuscht.

Cabletex, etguuds und uni stellen die Mittelklasse dar: Vor allem in den unteren Spannungsbereichen fehlt ihnen der Querschnitt für höhere Ströme. Das Laden eines Smartphones ohne Power Delivery, also bei 5 Volt, kann klappen, könnte aber langsam und verlustbehaftet sein – besonders, wenn das Smartphone seinen Ladestrom nicht regelt. In den höheren Spannungsbereichen können die Kabel aber punkten. Insbesondere das 4,5 Meter lange uni ist für die interessant, die auch stromhunggrige 100-W-Geräte beim Laden flexibel handhaben wollen.

Die drei Meter langen 100-W-Kabel von Anker und Nimaso sind indes Positivbeispiele: Für nur 13 Euro beziehungsweise 8 Euro bekommt man genug Aderquerschnitt für nahezu alle Spannungsbereiche, sodass sich auch kleinere Geräte bei 5 oder 9 Volt problemlos laden lassen. Die

Verarbeitung der beiden Strippen ist gut und sie fühlen sich wertig an.

## Fazit

Fast alle Testkandidaten liefern ab 9 Volt die versprochenen Leistungen ohne viel Verlust. Die Paxo-Kabel zeigen jedoch, dass man bei der Beschreibung genau hinschauen und im Zweifelsfall den Hersteller

fragen sollte. Insbesondere fehlende Leistungsangaben, etwa 60 oder 100 Watt, sind ein Warnsignal. Doch mit dem passenden Kabel ist die prophezeite Flexibilität der USB-C-Welt dann zumindest in puncto Stromversorgung Realität und klobige Verlängerungen oder Ärger über zu kurze Kabel gehören der Vergangenheit an.  
(amo@ct.de) ct

## USB-C-Kabel

Hersteller	nimaso	Paxo	Paxo	Anker	uni	etguuds	Cabletex
Bezeichnung	USB C auf USB C Kabel 3M	3m Nylon USB 3.0 Typ C Kabel	5m Nylon USB 3.0 Typ C Kabel	USB-C to USB-C 100W Cable	4,5m USB-C Charge Cable	USB C auf USB C Kabel	USB C Monitorkabel zu Typ-C
Belastungsgrenze <sup>1</sup>	100 W	60 W	60 W	100 W	100 W	60 W	100 W
Länge	3 m	3 m	5 m	3 m	4,5 m	5 m	3 m
Klett-Kabelbinder dabei	✓	✓	✓	✓	✓	–	✓
<b>Messwerte<sup>2</sup></b>							
5 V / 2 A (10 W) / Verlust	4,82 V / 4 %	3,78 V / 26 %	4,05 V / 20 %	4,80 V / 4 %	4,72 V / 6 %	4,53 V / 10 %	4,63 V / 8 %
5 V / 3 A (15 W) / Verlust	4,71 V / 6 %	3,14 V / 38 %	3,56 V / 30 %	4,68 V / 8 %	4,57 V / 10 %	4,27 V / 16 %	4,45 V / 12 %
9 V / 2 A (18 W) / Verlust	8,82 V / 3 %	7,77 V / 15 %	8,05 V / 12 %	8,80 V / 3 %	8,72 V / 4 %	8,52 V / 6 %	8,64 V / 5 %
9 V / 3 A (27 W) / Verlust	8,72 V / 4 %	7,14 V / 22 %	7,55 V / 17 %	8,69 V / 5 %	8,58 V / 6 %	8,28 V / 9 %	8,45 V / 7 %
12 V / 1,5 A (18 W) / Verlust	11,82 V / 2 %	11,04 V / 8 %	11,25 V / 7 %	11,82 V / 2 %	11,78 V / 2 %	11,60 V / 4 %	11,69 V / 3 %
12 V / 3 A (36 W) / Verlust	11,67 V / 4 %	10,10 V / 17 %	10,50 V / 13 %	11,64 V / 4 %	11,56 V / 5 %	11,23 V / 7 %	11,40 V / 5 %
15 V / 1,5 A (22,5 W) / Verlust	14,82 / 2 %	14,04 V / 7 %	14,25 V / 5 %	14,81 V / 2 %	14,76 V / 2 %	14,60 V / 3 %	14,69 / 2 %
15V / 3 A (45 W) / Verlust	14,68 V / 3 %	13,09 V / 14 %	13,62 V / 10 %	14,63 V / 3 %	14,53 V / 4 %	14,24 V / 6 %	14,40 V / 4 %
20 V / 1,5 A (30 W) / Verlust	19,76 V / 2 %	18,97 V / 5 %	19,19 V / 5 %	19,75 V / 2 %	19,67 V / 2 %	19,54 V / 3 %	19,63 V / 2 %
20 V / 3,25 A (65 W) <sup>3</sup> / Verlust	19,58 V / 2 %	18,02 V / 10 %	18,45 V / 8 %	19,55 V / 3 %	19,39 V / 4 %	19,17 V / 5 %	19,30 V / 4 %
20 V / 5 A (100 W) / Verlust	19,37 / 4 %	n.v.	n.v.	19,37 V / 4 %	19,06 V / 5 %	n.v.	18,90 V / 6 %
<b>Bewertung</b>							
Verarbeitungsqualität	⊕⊕	⊕	⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕	⊕⊕
Leistung	⊕⊕	⊖⊖	⊖⊖	⊕⊕	⊕	⊕	⊕
Preis	8 €	9 €	12 €	13 €	17 €	17 €	30 €

<sup>1</sup> Herstellerangabe    <sup>2</sup> Restspannung, rot = Unterspannung    <sup>3</sup> 3 Ampere bei 60-W-Kabeln    ⊕⊕ sehr gut    ⊕ gut    ⊖ zufriedenstellend  
⊖ schlecht    ⊖⊖ sehr schlecht    ✓ vorhanden    – nicht vorhanden    n. v. nicht verfügbar

## USB Power Delivery

Die normale USB-Spannung beträgt 5 Volt mit 1,5 Ampere Spitzenstrom; einige Zeit genügte das für die meisten kleinen Mobilgeräte. Doch steigende Akkukapazitäten und der Wunsch nach schnellerem Laden brachten proprietäre Ladestandards für höhere Ströme und Spannungen hervor. Um Wildwuchs zu vermeiden und USB auch für größere Geräte zum Ladestandard zu machen, schuf das USB Implementers Forum (USB-IF) – die Herstellerorganisation, die USB-Spezifikationen entwickelt – „USB Power Delivery“ (USB-PD) und den USB-C-Stecker, der für höhere Spannungen und Ströme taugt. USB-PD erlaubt außer 5 Volt

auch noch 9, 12, 15 und 20 Volt; der Strom darf bis zu drei Ampere, auf digital als tauglich markierten Kabeln sogar bis zu 5 Ampere betragen. Unterstützen Quelle (beispielsweise Netzteil, Powerbank) und Senke (zum Beispiel Smartphone, Laptop) Power Delivery 3.0, können Sie die Spannung auch in 20-Millivolt-Schritten zwischen 3 und 21 Volt aushandeln. Die mögliche Ladeleistung steigt mit USB-PD von 10 auf 60 beziehungsweise 100 Watt – genug, um Laptops flott zu laden oder größere Peripherie wie Bildschirme zu versorgen. Da höhere Spannungen die Verlustleistung bei gleicher Stromstärke auf dem Weg reduzieren,

funktionieren längere Kabel deutlich besser als bei 5 Volt.

Dass Geräte durch Überspannungen beschädigt werden, hat das USB-IF ausgeschlossen: Die Basisspannung am USB-Port bleibt 5 Volt; USB-PD spezifiziert das SOP\*-Protokoll (Start of Packet), über das Geräte vorab austauschen, welche Spannungen und Ströme sie unterstützen. Es wird entweder auf die Stromleitung im Kabel aufmoduliert oder läuft über die Pins CC1 und CC2 im USB-C-Stecker. Die Quelle erhöht die Spannung erst, wenn die Senke kommuniziert hat, welche Spannung sie wünscht.



# Ton ab!

## Drei Bluetooth-Kopfhörer fürs Musikhören mit aktiver Geräuschunterdrückung

**Wirkungsvolles Active Noise Cancelling (ANC), toller Sound, wertige Verarbeitung: Anker Soundcore Life Q35, Valco VMK20 und Urbanista Miami stellen im Test jeweils ganz eigene Stärken unter Beweis.**

Von Robin Brand und Jörg Wirtgen

**L**ärm raus, Musik rein: Kabellose Over-Ear-Kopfhörer mit ANC sind mehr als reine Musikhörer. Dank aktiver Geräuschunterdrückung (ANC) blenden sie störende Umgebungsgeräusche aus und sorgen

zum Beispiel im Großraumbüro für Stille. Wir haben uns drei aktuelle Kopfhörer um 150 Euro angehört, den Anker Soundcore Q35, den Urbanista Miami und den Valco VMK20 und sie hinsichtlich ANC und natürlich Klang untersucht. Der Anker- und der Urbanista-Kopfhörer bieten zudem einen Transparenzmodus, der Umgebungsgeräusche durchstellt. Alle gehören zur Gattung der ohrumschließenden Over-Ears – wobei sich die Modelle Miami und VMK20 mit recht hohem Anpressdruck und kleinen Ohrmuscheln auf großen Köpfen respektive Ohren eher wie On-Ear-Hörer anfühlen.

In Sachen Verarbeitung muss man gegenüber mitunter mehr als doppelt so teuren ANC-Kopfhörern wie Bose 700 oder Sony WH-1000XM4 beim Valco

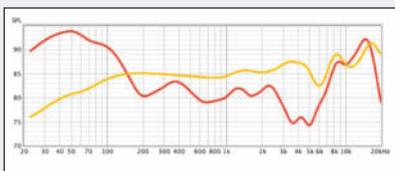
VMK20 und Soundcore Q35 Abstriche machen. Der VMK20 wirkt klapprig mit seinen leichtgängigen Scharnieren und dem plastikumhüllten Kopfband. Etwas robuster ist der Anker Q35 mit metallenem Kopfband. Beim Urbanista Miami geht der Verstellmechanismus angenehm schwergängig, das Material fasst sich wertig an. Für den Transport liegt den Kopfhörern ein Hardcase bei. Bei allen drei lassen sich die Ohrmuscheln flach drehen, bei Anker und Valco kann man sie zusätzlich einklappen. Nur der VMK20 hat austauschbare Ohrpolster.

### Auf Knopfdruck

Bei allen Kopfhörern kann man über die Bedienelemente auf dem Gehäuse die Wiedergabe pausieren, Songs skippen sowie die aktive Geräuschunterdrückung und beim Anker Q35 und beim Urbanista Miami zudem den Transparenzmodus aktivieren. Anker bietet zur Steuerung außerdem eine Android- und iOS-App an. Um den Kopfhörer zu verwenden, ist sie nicht nötig, bietet aber einige Annehmlichkeiten: Man kann etwa den Klang anpassen, wobei die App das individualisierte Klangprofil direkt im Kopfhörer und damit geräteunabhängig speichert.

Over-Ear-Kopfhörer verstopfen im Unterschied zu In-Ears den Gehörgang nicht und eignen sich daher besser für längeres Tragen. Unter den geschlossenen Vertretern staut sich speziell an warmen Tagen allerdings schnell die Hitze – das sorgt für schwitzige Ohren. Vor allem unter dem Urbanista Miami und dem Valco VMK20 hatten wir damit zu kämpfen. Etwas luftiger geht es unter dem Anker-Kopfhörer zu.

Da die Kopfhörer geschlossen gebaut sind, schotten sie auch ohne aktive Geräuschunterdrückung je nach Sitz mehr oder minder stark von der Umgebung ab. Auf Dauer ist das ermüdend. Der Transparenzmodus soll das verhindern, indem er gezielt Umgebungsgeräusche einleitet. Ordentlich hat diesen Anker implementiert. Dadurch klingt der Q35 zwar nicht so natürlich wie ein offener Kopfhörer, doch speziell bei Telefonaten hilft der Modus, die Wirkung der eigenen Stimme einzuschätzen. Etwas weniger wirkungsvoll ist der Transparenzmodus im Miami von Urbanista: Durchsagen am Bahnhof werden zwar klar durchgestellt, sich selbst hört man aber unangenehm dumpf. Beim VMK20 gibt es keinen Umgebungsmodus, man hört sich daher schlecht selbst.

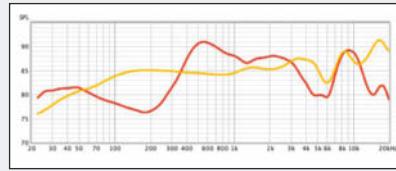


### Anker Soundcore Life Q35

Ruhe auf Knopfdruck: Das ist das Verkaufsargument für den Anker Soundcore Life Q35. Eine bessere aktive Geräuschunterdrückung dürfte in dieser Preisklasse kaum zu finden sein. Die Anker-Kopfhörer dimmen Bürogeräusche wie klappernde Tastaturen oder im Hintergrund sprechende Kollegen wirkungsvoll herunter. Per App kann man die Umgebungsgeräusche in drei verschiedenen Intensitätsstufen ausblenden.

Dort kann man den Klang auch per Equalizer anpassen – und das ist gut so. Denn ab Werk klingen die Anker Q35 vor allem bei deaktiviertem ANC arg aufgedunsen im Bassbereich, der in die Mitten hineinwabert und diese überdeckt. Der Equalizer legt dem Bass Zügel an und speichert das Klangprofil direkt in den Kopfhörer, sodass es auch auf anderen Geräten aktiv ist. Ebenfalls in der App lässt sich die Trageerkennung deaktivieren, die Musik automatisch stoppt, wenn man die Kopfhörer abnimmt. Auch Firmware-Updates erhalten die Kopfhörer über die App. Da der Q35 den LDAC-Codec mit Datenraten bis 990 KBit/s unterstützt, versteht er sich bei passenden Abspielquellen auch auf Hi-Res-Audio.

- ⬆️ gutes ANC
- ⬇️ zu wummeriger Bass
- Preis: 120 Euro

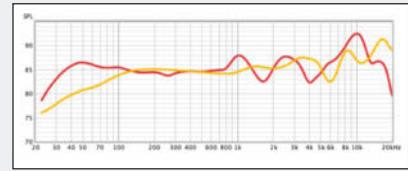


### Urbanista Miami

Darf es auffällig sein? Dann ist der Urbanista Miami in knalligem Rot der Kopfhörer der Wahl. Urbanista bietet den Kopfhörer auch in Schwarz, Weiß und Grün an – oder mit Strasssteinchen besetzt. Die Verarbeitung des Kopfhörers ist tadellos. Da knarzt und klappert nichts. Die Ohrmuscheln und das Kopfband sind großzügig mit dick gepolstertem Kunstleder überzogen – so dick, dass sich Großkopferte schon mal beengt fühlen können. Die recht kleinen Ohrmuscheln tragen zum strammen Tragegefühl bei, schmiegen sich nach einiger Tragezeit aber ganz gut dem Ohr an.

Eine App bietet der Hersteller nicht, die Bedienung erfolgt über Tasten auf dem Gehäuse. Diese sind sehr flach, sodass man immer mal wieder die falsche Taste erwischte. Die (abschaltbare) Trageerkennung ist mitunter so empfindlich, dass sie die Wiedergabe bei heftigen Kopfbewegungen pausiert. Klanglich überzeugt der Urbanista Miami einigermaßen. Der Bass ist voll und relativ präzise. Allerdings fehlt es dem Miami an Brillanz in der Höhenwiedergabe, sodass er recht dumpf klingt. Die Laufzeit ist sehr gut – selbst mit aktiviertem ANC kamen wir auf mehr als 40 Stunden.

- ⬆️ sehr lange Laufzeit
- ⬇️ etwas dumpfer Klang
- Preis: 130 Euro



### Valco VMK20

Valco ist junges finnisches Unternehmen, das Kopfhörer in relativ kleinen Stückzahlen direkt vertreibt. Den Fokus legt der Hersteller auf einen guten Sound. Mit dem VMK20 gelingt das: Er klingt deutlich besser als der durchschnittliche 150-Euro-Bluetooth-Kopfhörer. Auf einer kompakten Bühne präsentiert er ein ausdifferenziertes Klangbild mit knackigem Bass und bissigen Höhen. Abstriche muss man dagegen bei der aktiven Geräuschunterdrückung machen, der Unterschied zur passiven Dämmung ist zwar wahrnehmbar, aber weniger deutlich als bei den beiden anderen getesteten Kopfhörern.

Im Unterschied zu den anderen beiden Kopfhörern im Test bietet der VMK20 keinen Transparenzmodus, fürs Telefonieren kann man lediglich das Active Noise Cancelling abschalten. Das Gegenüber bekommt zudem recht viele Hintergrundgeräusche mit, da die integrierten Mikrofone viel Raum aufnehmen. Die Akkukapazität ist mit 1050 mAh großzügig bemessen, und das lohnt sich: Die Akkulaufzeit mit mehr als 40 Stunden bei aktiviertem ANC ist über jeden Zweifel erhaben.

- ⬆️ toller Klang
- ⬇️ schwaches ANC
- Preis: 169 Euro

Im ANC-Modus nehmen Mikrofone Umgebungsgeräusche auf und versuchen, diese Schwingungen mit Gegenschall aufzuheben. Während ANC gleichförmige Geräusche wie Motorbrummen oder Flugzeuglärm recht effektiv dämmt, dringen plötzliche Geräusche und hohe Frequenzen leichter durch. Anker beweist mit dem Q35, dass gute Geräuschunterdrückung nicht den 300-Euro-Kopfhörern vorbehalten sein muss. Auch der Urbanista-Kopfhörer dämpft die Umgebung recht effektiv. Die Valco-Hörer können da nicht mithalten: ANC wirkt bei mittleren und hohen Frequenzen wenig und macht den Klang sogar hallig, zudem rauscht er vernehmlich.

### Die kleine Bühne

Neutral klinkt keiner der drei Kopfhörer. Das Musikhören damit soll Spaß machen, und das gelingt ihnen unterschiedlich gut. Als geschlossene Kopfhörer erzeugen sie allesamt eine verhältnismäßig kleine Bühne. Anker und Urbanista stimmen ihre Kopfhörer sehr basslastig ab. Speziell beim Anker störten wir uns am unnatürlich an gehobenen Bass, der zwar präsent, aber nicht präzise ist. Im direkten Vergleich klingt der Urbanista Miami ein wenig schlanker im Bassbereich, sodass noch Raum für Mitten bleibt. In den Höhen klingt er etwas muffig. Eine Klasse besser, weil präziser und auf positive Art bissig in den Höhen, spielt der Valco VMK20 auf. Der Bassbereich ist im Vergleich mit dem krawalligen Anker zurückgenommen, aber noch kräftig und detaillierter, differenzierter.

Mit ihren in die Ohrmuscheln integrierten Mikrofonen eignen sich die Kopfhörer auch zum Telefonieren und für Vi-

deokonferenzen. Dass die Mikrofone dort nicht optimal platziert sind, hört man allerdings. Eine gerichtete Qualität wie bei einem Mikrofonarm darf man nicht erwarten. Stattdessen nehmen alle Kopfhörer mehr oder weniger viel Raum mit, klingen hallig und ein wenig blechern, der Urbanista Miami zudem recht leise. Prinzipiell waren wir für unsere Gegenüber aber stets verständlich zu hören. Die Hintergrundgeräusche filtert der Anker Q35 am besten heraus, die Sprache klingt bei Valco VMK20 am wenigsten verzerrt.

### Multilink und Co.

Die Kopfhörer verbinden sich zuverlässig per Bluetooth, der Q35 und der VMK20 mit zwei Geräten gleichzeitig. Hört man in diesem Multilink-Betrieb beispielsweise am PC Musik und wird auf dem Handy angerufen, meldet das der Kopfhörer. Nimmt man den Anruf per Kopfhörer-Taste oder am Handy an, pausiert die Musik; legt man dann (per Handy oder Kopfhörer) auf, schaltet der Kopfhörer zurück und spielt die Musik weiter.

Das klappt beim Q35 allerdings nicht mit allen Anwendungen: Bei einer Besprechung in Microsoft Teams meldet der Kopfhörer keine Anrufe und wechselt auch nicht zwischen Handy und PC. Beim VMK20 klappt das hingegen. Anker Soundcore Q35 und Valco VMK20 merken sich bis zu acht gekoppelte Geräte und verbinden sich mit den zwei aus der Liste, die sie zuerst finden. Das sind nicht immer die gewünschten beiden; beim Valco-Kopfhörer misslingt zudem manchmal der Reconnect. In beiden Fällen muss man dann in den Bluetooth-Menüs der angeschlossenen Geräte nachhelfen.

Der Urbanista Miami knackste im Test einmal vernehmlich links, was nach einmaligem Aus- und Einschalten verschwand. Beim Soundcore Q35 beobachteten wir ab und zu Aussetzer, wenn zwei Geräte verbunden waren. Davon abgesehen hielten alle drei die Bluetooth-Verbindungen zuverlässig und über vergleichbare Entfernung: Mindestens zehn Meter bei freier Sicht, mehr als fünf, wenn eine Gipskarton-Wand dazwischen lag und drei bis fünf Meter bei zwei solcher Wände oder einer mit mehr Metall.

### Verkabelt

Alternativ kann man alle drei Kopfhörer per beiliegendem Klinkenkabel verbinden – beim Anker sitzt dort ein Mikrofon, sodass man auch mit ausgeschaltetem Kopfhörer telefonieren kann. Alle Kopfhörer schafften im Bluetooth-Modus mehr als 30 Stunden im gemischten Betrieb mit Musikhören, Telefonieren und Filmeschauen bei mittlerer Lautstärke und aktiviertem ANC.

Per USB-C laden die Kopfhörer nur, melden sich aber nicht als Audiogerät am PC an. Nur der Valco VMK20 ließ sich während des Ladens überhaupt einschalten und nutzen, die beiden anderen zwingen dann zur Musikpause.

### Fazit

Das volle Programm aus edler Verarbeitung, tollem Sound und wirkungsvollem ANC, wie man es in der Klasse der 300-Euro-Kopfhörer bekommt, bietet keines der getesteten Modelle. Legt man vor allem Wert auf eine dieser Qualitäten, wird man schon eher fündig. Der Kandidat mit dem besten Sound im Vergleich ist der Valco VMK20. Dieser kann sich auch mit jenem von ANC-Kopfhörern aus dem 300-Euro-Regal messen. Das ANC ist wenig wirkungsvoll und die klapprige Verarbeitung hinterlässt nicht den besten Eindruck. Gewissermaßen das Gegenmodell dazu ist Ankers Q35. Dieser ist die Bassschleuder im Test. Der Bass ist ab Werk dermaßen dominant abgestimmt, dass er kaum Luft für andere Töne lässt. Bei Elektromusik mag das funktionieren, in den meisten anderen Genres störten wir uns aber daran. Immerhin: Per Equalizer in der App kann man dem Bass Zügel anlegen. Die Verarbeitung ist ordentlich und die aktive Geräuschunterdrückung ist die beste in dieser Preisklasse. Dazwischen liegt der wertig verarbeitete Urbanista Miami. Er klingt etwas runder als der Anker, ohne dessen ANC-Qualitäten zu erreichen.

(rbr@ct.de) 

## Bluetooth-Over-Ears mit ANC

Modell	Anker Soundcore Q35	Urbanista Miami	Valco VMK20
Trageart	Over-Ear	Over-Ear	Over-Ear
Ladeanschluss	USB-C	USB-C	USB-C
Verbindung	Bluetooth 5.0, 3,5-mm-Klinke	Bluetooth 5.0, 3,5-mm-Klinke	Bluetooth 5.0, 3,5-mm-Klinke
Codecs	SBC, AAC, LDAC	SBC, AAC	SBC, AAC, aptX HD
Multilink-Bluetooth	✓	–	✓
Laufzeit	37,6 h	44,3 h	45,3 h
Gewicht	268 g	310 g	255 g
Muschelgröße innen (B × H)	45 mm × 60 mm	37 mm × 52 mm	38 mm × 58 mm
Muschelgröße außen (B × H)	85 mm × 95 mm	87 mm × 98 mm	80 mm × 98 mm
Bewertung			
Mikrofon	○	⊖	○
Klang	○	○	⊕
Geräuschunterdrückung	⊕	○	○
Tragekomfort	⊕	○	○
Preis	130€	130€	169€
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend	⊖ schlecht
⊖⊖ sehr schlecht	✓ vorhanden	– nicht vorhanden	

Es gibt **10** Arten von Menschen.  
iX-Leser und die anderen.



**Jetzt Mini-Abo testen:**  
3 Hefte + Bluetooth-Tastatur  
nur 16,50 €

[www.iX.de/testen](http://www.iX.de/testen)



[www.iX.de/testen](http://www.iX.de/testen)



49 (0)541 800 09 120



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



MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE  
INFORMATIONSTECHNIK



# Ausdauersportler

## Smartphones OnePlus Nord CE und Sony Xperia 10 III

**5G und ein tolles Display alleine reichen in der 400-Euro-Klasse nicht, um aufzufallen. OnePlus erweitert die Zutatenliste um Speicher satt, Sony fügt für den Preis Ungewöhnliches wie Schutz vor Wasser und Staub hinzu. Herausgekommen sind zwei attraktive Smartphones – allerdings nicht frei von Schwächen.**

Von Robin Brand

**O**bwohl nur wenige Millimeter Größenunterschied zwischen OnePlus Nord CE und Sony Xperia 10 III liegen, fühlt man den Unterschied deutlich. Das kleinere und schmalere Sony Xperia 10 III lässt sich besser einhändig bedienen. Aufgrund seines gläsernen Rückens hinterlässt es einen hochwertigen Eindruck und könnte auch als Oberklasse-Smartphone durchgehen, da knarzt und knirscht nichts. Für das OnePlus mit Kunststoffrückseite gilt das nicht, beim Verwindungstest knarzt das Gerät etwas.

Auf spektakulär um die Kante gebogene Displays verzichten beide Hersteller. Ein praktischer Nachteil ist das nicht, im Gegenteil lassen sich plane Displays besser mit einer Hülle schützen. War das langgezogene 21:9-Display des Sony Xperia 1 vor zweieinhalb Jahren noch ein Unikum, setzt

Sony mittlerweile für seine Smartphones ausschließlich auf dieses Format – und einige andere Hersteller haben nachgezogen. OnePlus kommt dem mit dem 20:9-Panel im Nord CE 5G zumindest nahe. Der Vorteil: Mehrere Apps lassen sich so über- oder im Querformat nebeneinander anordnen, ohne dass sie unbedienbar werden. Der vermeintliche Vorteil, dass Filme so besonders spektakulär aussehen, wie es die Hersteller gerne behaupten, entpuppt sich in der Realität dagegen meist als Nachteil. Kaum ein Film liegt im 21:9-Format vor, die meisten Serien oder Filme sieht man deswegen mit dicken seitlichen Balken. Selbiges gilt für Fotos.

An den Panels selbst gibt es nichts zu beanstanden. Das im OnePlus stellt maximal 90 Hertz, das im Sony 60 Hertz dar. Im direkten Vergleich sieht Scrollen auf

dem OnePlus deshalb flüssiger aus. In Sachen maximaler Helligkeit geben sich die Smartphones nichts, beide regeln im Automatikmodus hoch genug, um das Display auch in der prallen Sonne ablesen zu können. Im Dunkeln dimmt das Sony-Smartphone die Helligkeit noch ein wenig weiter herunter – angenehm beim Lesen.

Ab Werk ist das Display des Sony etwas kühler abgestimmt, lässt sich aber besonders stark den eigenen Vorlieben anpassen. Auch OnePlus bietet verschiedene Presets, um zum Beispiel lebhafte Farben aufs Display zu zaubern.

Beide Hersteller verwenden Mittelklasse-SoCs von Qualcomm. Der Snapdragon 750G im OnePlus hat größere Leistungsreserven als der 690 im Sony – und zudem stattet OnePlus das Nord CE mit bis zu 12 GByte Hauptspeicher aus, während es Sony bei 6 GByte belässt. Im Alltag waren wir mit dem OnePlus immer flott unterwegs, während sich das Sony-Smartphone auch mal einen Gedenkmoment genehmigte. Auch hinsichtlich des Flash-Speichers zeigte sich OnePlus beim Nord CE spendabler: Es fasst bis zu 256 GByte, allerdings lässt sich der Speicher nicht erweitern. Die 128 GByte des Xperia 10 III kann man per microSD-Karte um bis zu 1 TByte aufstocken.

### Durchschnittliche Kameras

„Drei ist Trumf“ gilt mit Blick auf die Kameras. Sowohl OnePlus als auch Sony setzen auf eine Triple-Kamera. Doch nur beim Xperia 10 III lassen sich auch alle drei – Ultraweitwinkel, Weitwinkel und Zweifach-Tele – wirklich ansteuern. Das OnePlus hingegen tritt mit weitwinkeliger Hauptkamera und Ultraweitwinkel sowie einer einzeln nicht nutzbaren Tiefenkamera an, die weitere Bildinformationen beisteuert.

Schnappschusstauglich sind sie bei gutem Licht beide. Allerdings wirken die Fotos des OnePlus vergleichsweise matt und kraftlos. Im Dämmerlicht oder in schlecht beleuchteten Innenräumen haben beide Smartphones ihre liebe Mühe.

### Laufzeiten & Benchmarks

Modell	Geekbench 5 Single-Core [Punkte]	Geekbench 5 Multi-Core [Punkte]	GFXBench Manhattan 3.0 offscreen [Punkte]	3DMark Wild Life [Punkte]	YouTube-Stream (normale Helligkeit) <sup>1</sup> [h]	Video lokal 720p / 60 Hertz (normale Helligkeit) <sup>1</sup> [h]	3D-Spiel (normale Helligkeit) <sup>1</sup> [h]	Laden 50 % / 100 % [min]
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	◀ besser
OnePlus Nord CE 5G	639	1864	45	1113	19,9	21	14,1	22/58
Sony Xperia 10 III	591	1736	36	824	23,5	21,7	18	74/174

<sup>1</sup> Laufzeittest bei 200 cd/m<sup>2</sup>; 3D-Spiel-Test mit Asphalt 8



### OnePlus Nord CE

Es ist gar nicht lange her, da konzentrierte sich OnePlus rein auf Oberklassen-Smartphones. Seit der Hersteller mit der Nord-Serie auch in der Mittelklasse Geld verdienen will, ist es schwierig geworden, den Überblick zu behalten. Nach Nord, N10 und N100 ist das CE bereits die vierte Inkarnation der Nord-Reihe binnen einem Jahr. Folgerichtig findet das Nord CE seine stärksten Konkurrenten im eigenen Haus. Recht einfach ist das N100 auszusieben, ihm fehlt 5G und es nutzt den deutlich schwächeren SoC.

Kniffliger fällt die Entscheidung zwischen CE und dem ursprünglichen Nord: letzteres hat dem CE den etwas schnelleren SoC und eine Dual-Frontkamera voraus und kostet in gleicher Speicherausstattung mittlerweile weniger. Da es seit fast einem Jahr auf dem Markt ist, endet die Versorgung mit Sicherheitspatches aber ein Jahr früher. Das N10 wiederum ist mit schwächerem SoC, kürzeren Laufzeiten und nur einer Speichervariante (6/128 GByte) etwas unterhalb des CE angesiedelt. Die 20 Euro Aufpreis ist das neuere CE wert. Es punktet mit Speicher satt, guten Laufzeiten und einem tollen Display.

- ⬆️ massig Speicher
- ⬆️ lange Laufzeiten
- ⬇️ kein Teleobjektiv

Preis: 300 Euro bis 400 Euro



### Sony Xperia 10 III

Das Xperia 10 III überzeugt im Gesamtpaket. Die Kombination aus 5G, kompaktem Gehäuse, Schutz vor Wasser und Staub nach IP65/68, langen Laufzeiten und Kamera mit drei Brennweiten bietet kein anderes Mittelklassen-Smartphone. Auf das eine oder andere muss man bei den offensichtlichen Konkurrenten Google Pixel 4a (kein 5G, kein Tele, kein IP68), 4a 5G (nicht kompakt, kein Tele, kein IP68), Samsung A52 (kein Tele, kürzere Laufzeiten) & A72 (nicht kompakt, kein 5G) verzichten.

Muss es nicht genau diese Kombination sein, sind die Pixel-Smartphones einen Blick wert, wenn die Kamera besonders wichtig ist. Sie machen deutlich schönere Fotos als das Xperia 10 III – vor allem im Dunkeln. Die Samsung-Smartphones dagegen erhalten vier Jahre Sicherheitspatches – das bietet kein anderer Hersteller im Android-Lager. Neben genannten Vorteilen leistet sich Sony beim Xperia 10 III auch Schnitzer. Der Lautsprecher tönt arg dünn und auch bei maximaler Lautstärke schlapp. Das beigelegte 7,5-Watt-Netzteil macht das Laden zur Geduldsprobe. Zum Glück gehört das Xperia 10 III zu den ausdauerndsten Smartphones, da ist häufiges Laden nicht nötig.

- ⬆️ sehr lange Laufzeiten
- ⬆️ IP68-Schutz
- ⬇️ miese Lautsprecher

Preis: 430 Euro

Die Software des Sony bügelt dann kompromisslos jedes Detail weg, das OnePlus schärft nach Kräften nach. Die Resultate sind jeweils auf ihre Art schlecht. Einige Konkurrenten in dieser Preisklasse – allen voran das Google Pixel 4a – machen das deutlich besser.

OnePlus Nord CE und Sony Xperia 10 III funken im 5G-Netz im Netz aller Betreiber. Im Telekom-Netz erreichte das OnePlus beim Geschwindigkeitstest 140 MBit/s im Down- und 95,9 MBit/s im Upstream. Das Sony-Smartphone war etwas schneller im Downstream (167 MBit/s) bei gleichen Werten im Uplink. Im O2-Netz waren es jeweils 160 MBit/s im Downstream, aber nur 20 MBit/s im Uplink.

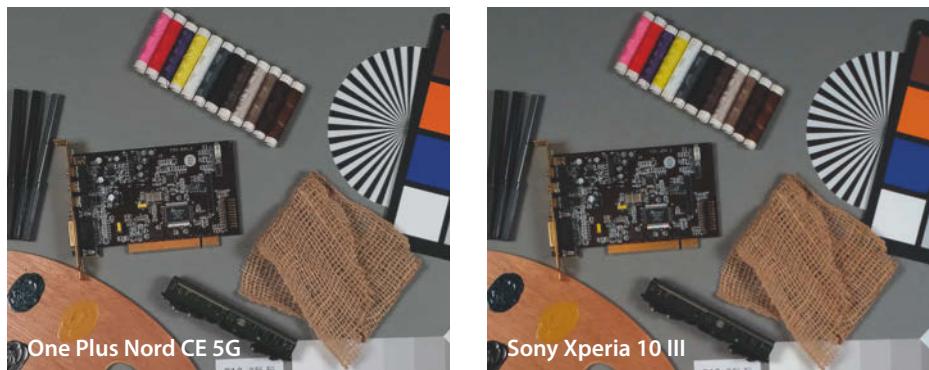
## Kompakter Dauerläufer

Ein Problem kompakter Smartphones ist, dass nur wenig Platz für den Akku bleibt. Beim ersten Xperia 10 schlug sich das in einem nur 2870 mAh fassenden Akku und sehr knappen Laufzeiten nieder, beim 10 II waren es immerhin 3600 mAh. Für die dritte Generation hat Sony ordentlich nachgebessert: Wie im OnePlus steckt auch im Xperia 10 III ein 4500-mAh-Akku. Beim Abspielen von Videos hält das Xperia III dreimal, im Spieldauerlauf viermal so lange durch wie der Urahn. Alle Laufzeiten des Xperia 10 III gehören zu den besten, die wir bislang gemessen haben. Damit hängt das Sony-Smartphone selbst das ebenfalls ausdauernde OnePlus ab.

Ist der Akku dann doch mal leergeraugt, heißt es Geduld bewahren. Obwohl das Xperia Ladeleistungen bis 30 Watt erlaubt, legt Sony lediglich ein 7,5-Watt-Netzteil bei. Fast drei Stunden benötigt dieses, um den Akku zu füllen. Das OnePlus ist mit seinem beiliegenden 30-Watt-Netzteil in einem Drittel der Zeit vollgeladen. Steckt man das Sony an ein 30-Watt-Netzteil, ist der Akku nach 122 Minuten voll.

Beide Smartphones haben eine Kopfhörerbuchse – wer aber auch mal über die Lautsprecher des Smartphones Musik oder Filme abspielen möchte, sollte einen Bogen um das Xperia 10 III machen. Dessen Lautsprecher klingen dünn und sehr leise. Die des OnePlus sind immerhin durchschnittlich.

Sowohl OnePlus als auch Sony liefern die Smartphones mit Android 11 und schlanken, aufgeräumten Bedienoberflächen aus. Angaben zu künftigen Updates macht nur OnePlus: Der Hersteller will



**Bei Tageslicht sind beide Smartphones schnappschusstauglich. Im schummrigen Licht – wie hier bei 20 Lux im Labor – haben sie so ihre Probleme. Das OnePlus-Smartphone (links) rauscht dann recht stark, das Sony-Smartphone glättet auf Kosten der Details.**

das Nord CE zwei Jahre ab Erscheinen mit Upgrades auf neue Android-Versionen und drei Jahre lang mit Sicherheitsupdates beliefern.

## Fazit

In der Smartphone-Mittelklasse müssen sich OnePlus Nord CE und Sony Xperia 10 III starker Konkurrenz erwehren. Wer viel

mit dem Smartphone fotografiert, findet Besseres, etwa das Google Pixel 4a. OnePlus und Sony stellen dem eine umfangreiche Ausstattung entgegen. Beide bringen 5G, einigermaßen flotte SoCs und tolle OLEDs mit. Das OnePlus punktet darüber hinaus mit massig Speicher. Das Sony-Smartphone läuft rekordverdächtig lang und ist wasserfest. (rbr@ct.de) **ct**

## Android-Smartphones

Modell	OnePlus Nord CE 5G	Sony Xperia 10 III
Betriebssystem / Security Level	Android 11 / Mai 2021	Android 11 / April 2021
<b>Ausstattung</b>		
Prozessor / Kerne × Takt / GPU	Qualcomm Snapdragon 750G / 2 × 2,2 GHz, 6 × 1,8 GHz / Qualcomm Adreno 619	Qualcomm Snapdragon 690 / 2 × 2 GHz, 6 × 1,7 GHz / Qualcomm Adreno 619L
RAM / Flash-Speicher (frei) / Kartenslot	12 GByte / 256 GByte (236 GByte) / –	6 GByte / 128 GByte (109 GByte) / ✓ (bis 1 TByte)
5G (Band 1 / 28 / 77 / 78 / 260 / 261)	✓ (✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / – / –)	✓ (✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / – / –)
LTE (Band 1 / 3 / 7 / 8 / 20 / 28 / 32) / SIMs / SAR-Wert <sup>2</sup>	✓ (✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / –) / 2 × nanoSIM / 0,99 W/kg	✓ (✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / –) / 2 × nanoSIM / 1,07 W/kg
WLAN (Antennen) / Bluetooth / NFC / Kompass / Standortbestimmung	Wi-Fi 5 (2) / 5.1 / ✓ / ✓ / GPS, Galileo, Glonass, Beidou	Wi-Fi 5 (2) / 5.1 / ✓ / ✓ / GPS, Galileo, Glonass, Beidou, QZSS
USB-Anschluss / Kopfhöreranschluss / Fingerabdrucksensor / Benachrichtigungs-LED	USB-C 2.0 / ✓ / im Display / –	USB-C 3.1 / ✓ / im Einschalter / ✓
Akku / Drahtlosladen	4500 mAh / –	4500 mAh / –
Abmessungen / Gewicht / Schutzklasse	15,9 cm × 7,4 cm × 0,8 - 1 cm / 170 g / –	15,4 cm × 6,8 cm × 0,8 - 0,9 cm / 169 g / IP65/68
<b>Display</b>		
Größe / Technik	6,4" (14,9 cm × 6,7 cm) / OLED	6" (13,9 cm × 6 cm) / OLED
Auflösung (Pixeldichte) / Helligkeitsregelbereich	2400 × 1080 Pixel (411 dpi) / 3,13 ... 620 cd/m <sup>2</sup>	2520 × 1080 Pixel (460 dpi) / 1,35 ... 618 cd/m <sup>2</sup>
<b>Kamera</b>		
Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS	64 MP (4624 × 3472 per 4:1-Pixelbinnung) / f/1,8 / –	12 MP (4000 × 3000) / f/1,8 / –
Weitwinkelkamera Auflösung / Blende / OIS	8 MP (3264 × 2448) / f/2,3 / –	8 MP (3264 × 2448) / f/2,2 / –
Telekamera Auflösung / Blende / OIS / Zoomfaktor	–	8 MP (3264 × 2448) / f/2,4 / – / 2 ×
Frontkamera Auflösung / Blende / OIS	15,9 MP (4608 × 3456) / f/2,5 / –	8 MP (3264 × 2448) / f/2 / –
<b>Bewertungen</b>		
Performance / Kamera	⊕ / ○	○ / ○
Ausstattung / Display / Laufzeit	⊕ / ⊕ / ⊕	⊕ / ⊕ / ⊕⊕
Preis	300 € (6/128); 330 € (8/128); 400 € (12/256)	430 €

✓ vorhanden – nicht vorhanden ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht

# WebAssembly 2021

Die Heise-Konferenz zu Wasm

31. August 2021 ONLINE



Jetzt  
Tickets  
sichern!

Game Changer auch jenseits des Web

- » Dein Einstieg in das sprach- und plattformübergreifende Ökosystem
- » Lerne den richtungsweisenden W3C-Standard kennen
- » Deep Dives in Blazor, Rust, C#, JavaScript, Container und Flutter
- » Tausche dich aus mit WebAssembly-Insidern



# Elektro-Würfel

## Elektro-Kleinwagen Honda e im Test

**Der Honda e ist ein Stück Science Fiction im Retro-Look: Offensichtlich ist er kein Kleinwagen wie jeder andere – gäbe es da nicht den kleinen Akku.**

Von Stefan Porteck und Sven Hansen

Den Honda e könnte man getrost als IMAX-Kino auf Rädern beschreiben. Der gesamte Bereich zwischen den A-Säulen ist unter der Windschutzscheibe mit Displays tapeziert. Von „Pillar-to-Pillar-Displays“ ist oft die Rede, bei Hondas Kleinwagen sehen wir es erstmals so konsequent in einem Serienfahrzeug.

An den äußeren Enden des Armaturenbretts befinden sich etwas abgesetzt und dem Fahrer leicht zugewandt zwei etwa 8 Zoll große Displays, die als Außen- spiegel fungieren. Dort, wo solche normalerweise außen an jeder Tür Spiegel hängen, findet sich stattdessen je eine Kamera. Einstellen lassen sich die virtuellen Spiegel mit einem kleinen Joystick in der

Verkleidung der Fahrertür, worauf sich auf den Displays der Kameraausschnitt verändert.

Wer nun glaubt, dass mehr nicht geht, erfährt das Gegenteil beim Blick in den Rückspiegel: Auch er ist ein Display – zumindest teilweise. Es handelt sich um einen halbtransparenten Spiegel. Im normalen Betrieb sieht man die Anzeige einer nach hinten gerichteten Kamera im Heck. Über Knöpfe an der Unterseite lassen sich Bildgröße, -ausschnitt und -helligkeit verstetzen. Der Bildbereich ist dabei stets größer als der eines realen Spiegels. Sprich: Alles wirkt rund anderthalb Meter näher als in Wirklichkeit. Der Spiegel lässt sich aber wie ein klassischer Rückspiegel durch leichtes nach hinten Kippen abblenden. Dabei schaltet sich das Display aus und man sieht eine echte Spiegelung.

Honda garniert den topmodernen Innenraum mit Retro-Anlehnungen. So sind Mittelkonsole und Armaturenbrett mit mattem Holz verkleidet. Die grauen und erdigen Töne der Sitze, Gurte und des Dachhimmels versprühen einen gemütlichen Wohnzimmer-Charme der 70er-Jahre. Dazu passt die Polsterung: nicht zu

weich und nicht zu hart, sondern einfach bequem – die Vordersitze aber auch nur mit mäßigem Seitenhalt.

### Kurvenräuber

Während der Fahrt zeigt sich der Honda e von seiner sportlichen Seite. Der Elektromotor bringt eine Leistung von 150 PS und 300 nm an die Hinterachse. Mit Heckantrieb, ausgewogener Gewichtsverteilung und insgesamt niedrigem Schwerpunkt wegen der Akkus im Boden und dem kleinen Wendekreis von 9,2 Meter macht das Fahrzeug in der Stadt richtig Spaß. Je nach Fahrmodus zieht er aus dem Stand ziemlich agil los. Abgeregelt wird bei 140 km/h.

Für gemütliches Fahren oder für den Stop-and-Go-Verkehr hat der Honda einen One-Pedal-Fahrmodus, wie man ihn auch beim Chevy Bolt und Nissan Leaf findet. Damit rekuperiert der Wagen so stark wie bei einem mittleren Tritt auf die Bremse, wenn man nur den Fuß vom „Gaspedal“ nimmt und kommt schließlich auch zum Stehen.

Allerdings schickt Honda das Technikpaket mit mickrigem 35-kWh-Akku auf die Straße – vergleichbar mit der Kapazität anderer Klein(st)-Wagen. Aber gefühlt ist die Batterie selbst nach einer Vollladung schon angezählt, wenn man einmal aufs Pedal getreten hat. Laut WLTP-Zyklus sollen 220 Kilometer möglich sein.

Lässt man den Kleinen jedoch einmal sprinten, folgt die Quittung auf dem Fuße. In unseren Tests wurde je nach Temperatur unmittelbar nach der Ladung mitunter nur eine Reichweite von 190 bis 200 Kilometer angezeigt. Schaltet man beim Losfahren Licht, Heizung oder die Klimaanlage ein, sind üblicherweise sofort ein paar Kilometer weg. Im Winter sind bei E-Autos Reichweitenbrüche von einem Viertel keine Seltenheit. Das würde beim Honda e schon schmerzen.

So lugte bei unseren Tests das eigentlich schon überwunden geglaubte Ge spenst der Reichweitenangst wieder her vor. Das verschärft der Honda e, weil die kalkulierte Restreichweite im Stadtverkehr schneller abnahm, als wir tatsächlich Kilometer zurückgelegt hatten.

Das integrierte Navigationssystem war dabei übrigens eher Hindernis als Hilfe: Honda hat es gut gemeint und ein System von Garmin eingebaut. Zum mindest in Hannover blieb das hinter den Erwartungen zurück, da es mitunter sonderbare Routen durch Nebenstraßen präferierte und uns

weitläufig um den Block fahren ließ, statt einen U-Turn vorzuschlagen.

Hat man den Honda e schließlich angestöpselt, lädt er an DC-Säulen mit 50 kW. Das ist schnell genug für ein Fahrzeug mit einem 35-kWh-Akku – er ist nach 30 Minuten wieder bei 80 Prozent. An einer Wechselstromsteckdose sind es langsame 7 kW.

## Großes Mäusekino

Abgesehen von der nicht immer optimalen Zielführung setzt das Infotainment-System Maßstäbe: Es sieht schick aus, lässt sich flüssig bedienen und breitet seinen Funktionsumfang auf zwei getrennte Displays aus. Die Anwendungen lassen sich wahlweise auf einem der zwei 12-Zoll-Panels starten. So kann man die etwa auf einem Display die Navigation einblenden, während auf dem anderen die Medienwiedergabe vom Radio oder Streaming-Diensten liegt. Mit einer Swap-Taste werden flugs die Seiten getauscht.

Bei der Bedienung geht fast alles per Touch, und doch spendiert Honda den Kunden ein paar Hardware-Knöpfe an sinnvollen Stellen, sodass man den Blick auf der Straße lassen kann. Da ist etwa der unprätentiöse Lautstärkeregler, der von einem Kofferradio stammen könnte. Oder der Home-Taster, der einen sofort auf den Startbildschirm bringt.

Auf der Mittelkonsole finden sich zwei große Überraschungen: Neben USB für CarPlay und Android Auto, einem zusätzlichen USB-A-Ladeanschluss und der KFZ-12-Volt-Buchse befinden sich dort tatsächlich eine vom Fahraku gespeiste 230-Volt-Steckdose und ein HDMI-Eingang. So geht Infotainment!

Dank des performanten WiFi-Hotspots im Fahrzeug ließ sich problemlos ein Google-Chromecast-Stick im Fahrzeug betreiben. Filme im Stand auf dem 12-Zoll-Display mit ordentlich Bass? Im Honda e kein Problem: Das Soundsystem kann sich hören lassen, auch wenn es im Test keinen 5.1-Sound lieferte. Doch sobald man aus dem P-Modus wechselt, erlischt die Bildwiedergabe und der Blockbuster ist nur noch zu hören. Trotzdem hat der HDMI-Eingang seine Berechtigung: Auf langen Strecken versüßt das Infotainment-System den Ladestopp, denn das Fahrzeug hält die Funktionen auch während des Ladevorgangs offen, was bei E-Autos keine Selbstverständlichkeit ist.

Das Koppeln mit der My Honda+-App funktionierte auf Anhieb. Die App bietet

drei Pakete, mit der sich der Funktionsumfang des Fahrzeugs erweitern lässt. Konnektivität (30 Euro), Honda Personal Assistant (50 Euro) und Safety & Journey (30 Euro). Der pro Jahr berechnete Paketpreis ist jeweils moderat. Das erste Paket erweitert das System um CarPlay und Android Auto, das zweite bringt einen Sprachassistenten mit KI ins Fahrzeug und beim dritten erlaubt die App Geofencing-Einstellungen und die Fahrzeugortung.

## Helferlein

CarPlay/Android Auto ist jeden Cent wert. Beide Systeme werden nur in der verkabelten Variante unterstützt und nutzen die volle Breite eines der 12-Zoll-Displays. Durch das Zwillingssdisplay kann man sogar das Infotainment und die Smartphone-Oberfläche parallel nutzen, etwa mit Waze navigieren und weiterhin das DAB-Radio per Touch steuern. Fürs per USB angeschlossene Handy gibt es eine Stofftasche unterhalb des Anschlusspanels – manchmal ist es so einfach, den Kunden glücklich zu machen.

Die Sprachsteuerung des Fahrzeugs bietet im Vergleich zu Apple und Google einen geringeren Funktionsumfang. Das wichtigste ist aber an Bord: So lassen sich per Sprache Routenziele festlegen, das Wetter erfragen und Anrufe starten. Jeder Befehl wird im Display mit einer niedlichen Smiley-Animation visualisiert.

Bei der Fahrassistenz hat der Honda e mehr zu bieten. Das fängt damit an, dass man losfahren kann, ohne einen Startknopf zu drücken. Während der Fahrt steht ein abstandsgeregelter Tempomat bereit, genauso wie ein Spurhalteassistent, der warnt und im Notfall korrigierend eingreift.

Eher selten in der Preisklasse ist der vollautomatische Parkassistent des Honda e. Bei der Parkplatzsuche braucht man nur mit Schrittgeschwindigkeit die Lücke zu passieren. Nach einer Bestätigung des vom System erkannten Parkplatzes, fährt der Honda selbstständig in die Lücke. Der Fahrer braucht weder zu lenken noch zu bremsen und Gas zu geben oder die Gänge zu wechseln. Alles passiert automatisch. In kleinen Lücken setzte der Wagen falls nötig auch mehrmals vor und zurück, bis er akkurat stand. Brenzlige Situationen erlebten wir dabei nicht.

## Fazit

Mit dem kleinen „e“ hat Honda zweifellos eine Duftmarke gesetzt – und mit rund 34.000 Euro fürs Basismodell aber auch eine Hausnummer beim Preis. Dafür bietet er Extras, die man in dem Segment nicht findet. Ob die Argumente allerdings schon für den Kauf des aktuellen Honda e reichen, scheint fraglich: Der tollen Technik fehlt es am Ende am Fundament – der zum Betrieb nötigen Energie.

Spätestens in den Wintermonaten dürfte selbst der ausschließliche Betrieb im Stadtverkehr zur Zitterpartie werden, wenn man nicht nur zwischen heimischer Wallbox und Charger am Arbeitsplatz pendelt. Im Sommer reicht er als Stadtwagen aus, erlaubt aber keine größeren spontanen Ausflüge ins Umland.

Was bleibt, ist die Hoffnung auf den nächsten vollelektrischen Honda oder ein Batterie-Upgrade. Und natürlich darauf, dass sich der ein oder andere Hersteller vom Technikfeuerwerk des kleinen „e“ eine große Scheibe abschneidet.

(spo@ct.de) ct



**Sechs Displays im Blick: Selbst der Rückspiegel ist digital. In einem Kleinwagen stellt das ein Novum dar.**

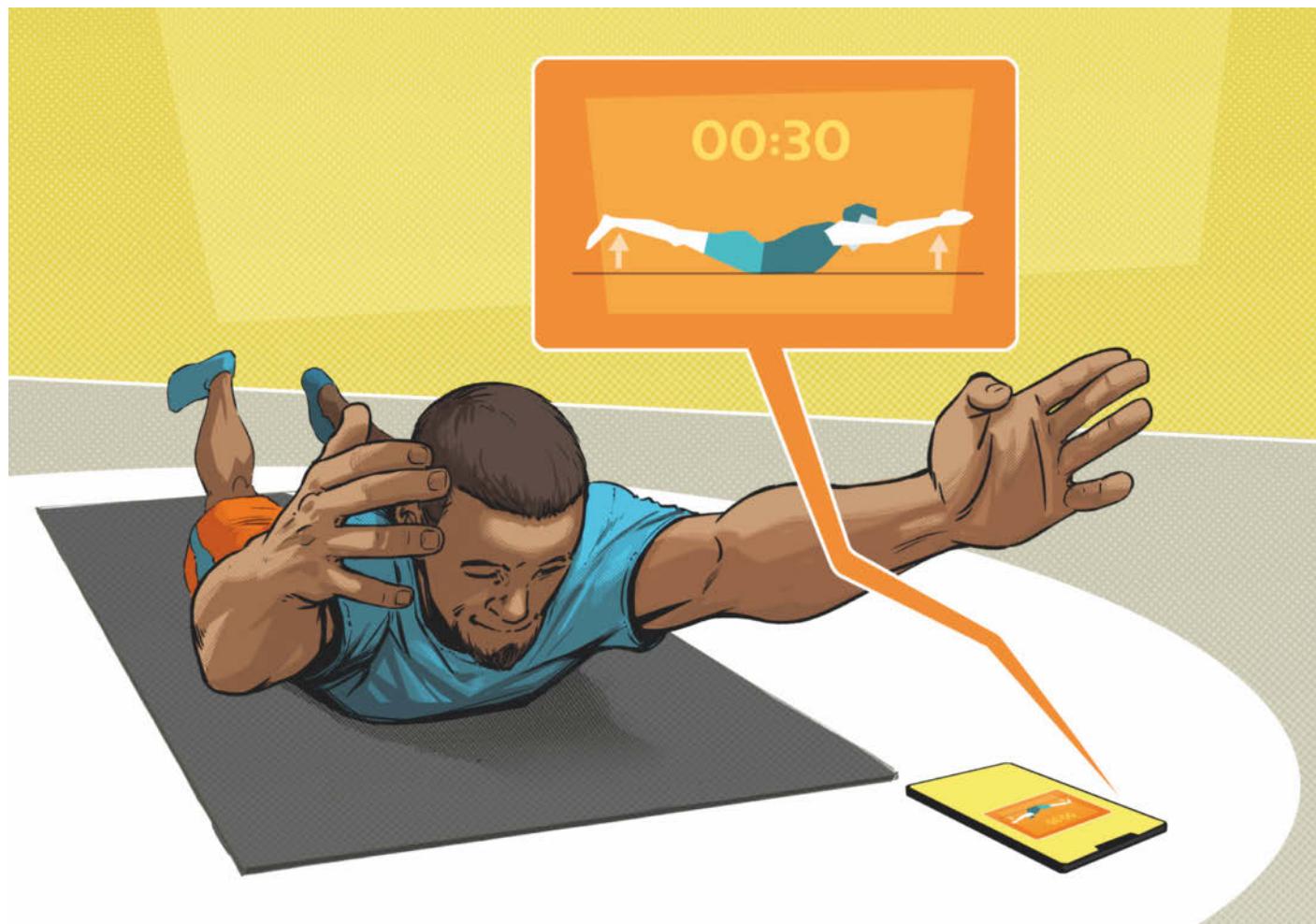


Bild: Albert Hutm

# Den Rücken stärken

## Apps, Online-Kurse und Videos für das Rückentraining

**Wenn Ihr Rücken schmerzt – oder Sie vermeiden wollen, dass es dazu kommt – können Sie zu Hause etwas tun: Dutzende Apps, Online-Kurse und Videos mit Übungen für den Rücken versprechen Vorsorge oder sogar Linderung bei Beschwerden. Doch halten die Angebote, was sie versprechen? Ein Überblick.**

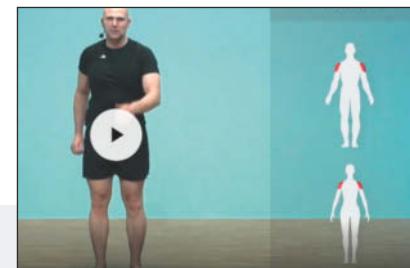
Von Jo Bager und Kim Sartorius

**D**ie 15 Monate mit vielen coronabedingten Einschränkungen haben ihre Spuren hinterlassen: Nicht jeder kann im Homeoffice die ergonomischen Bedingungen herstellen, die im Büro herrschen (sollten). Und mitunter hat man in Erhaltung des gewohnten Sportangebots sein Training vernachlässigt.

Als Folge meldet sich häufig die Rückseite zuerst – der Nacken ist verspannt oder weiter unten zwackt es: Zeit, dem Rücken neue Impulse zu geben. Dafür gibt es massenweise Apps, Online-Kurse und Videos. Aber was muss man dabei beachten? Wir haben exemplarisch eine Auswahl interessanter Angebote unter die Lupe genommen, die Apps Vivira, Ratiopharm Rü-

ckenschule und „Das 5 Minuten Rückentraining“ (GM5). Mit von der Partie sind außerdem die Online-Kurse „Rücken fit und gesund“ von Gymondo und „Funktionalles Kräftigungstraining Rücken“ von fithoch3, sowie die YouTube-Kanäle StrongandFlexTV und FuncFIT.

Zwei der getesteten Apps sind kostenlos: die Rückenschule und „Das 5 Minuten Rückentraining“. Ebenso lassen sich die Videos von StrongandFlexTV und FuncFIT gratis abrufen. Alle anderen Angebote sind kostenpflichtig, wobei die gesetzlichen Krankenkassen die Kosten in vielen Fällen übernehmen. Wie Sie Kurse finden, die Ihre Krankenkasse bezahlt, erklärt der Kasten „Zertifizierte Kurse“.



## Das 5 Minuten Rückentraining

Nach Installation nennt sich die App „GM5 Rücken“, für „Give me five!“. Motivations- und Gesundheitstrainer Manuel Eckardt führt mit täglichen, gut fünf Minuten langen Videos durch einen achtwöchigen Trainingsplan für den Muskelaufbau und mehr Beweglichkeit.

Bei jedem Video macht Eckardt fünf etwa einminütige Übungen von vorne und – sofern notwendig – von der Seite vor. Dabei erklärt er sehr ausführlich, welche Muskeln sie beanspruchen und was sie bewirken. Bei anstrengenden Übungen gibt Eckardt Varianten an, die die Ausführung einfacher machen. Für die Ausführung der Übungen benötigt der Nutzer nur eine Matte.

Die App enthält außerdem zehn etwa fünfminütige Videos, die anatomische Grundlagen erklären (etwa zur Wirbelsäule oder der Bandscheibe) sowie Tipps für den Alltag geben, zum Beispiel zum rückengerechten Liegen oder zum Bücken, Heben und Tragen.

Die App blendet keine externe Werbung ein. Eckardt wirbt gelegentlich für sein Buch zur App, von dem auch drei Leseproben enthalten sind, sowie für weitere Trainingseinheiten auf der Website pur-life.de.

Eine Registrierung ist nicht notwendig. Der Link „AGB und Datenschutzbedingungen“ verweist auf eine Seite auf der Homepage, die mit der App nicht viel zu tun hat. Darin ist von Google Analytics und dem Content Delivery Netzwerk (CDN) Cloudflare die Rede, zu denen wir keine Verbindungen feststellen konnten.

- hält einen gut bei der Stange
- kurze, alltagstaugliche Workouts
- kostenlos

Eine besondere Rolle kommt der App Vivira zu. Sie ist als einzige App derzeit vom Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) als digitale Gesundheitsanwendung (DiGA) zugelassen, ist also nicht nur für die Prophylaxe gedacht, sondern kann auch für die Therapie verschrieben werden. Die Kosten erstatten die gesetzlichen Krankenkassen.

Die App Kaia Health durchläuft derzeit ebenfalls ein Zertifizierungsverfahren für die DiGA-Liste des BfArM und wird vom Hersteller stark überarbeitet. Sie soll unter anderem die Bewegungen des Patienten beim Training per Kamera überwachen und falls nötig Korrekturen vorschlagen. Wir testen Kaia einzeln nach, sobald die neue zertifizierte Version verfügbar ist.

## Im Zweifel zum Arzt

Zuallererst gilt: Versuchen Sie auf keinen Fall, sich durch eines der digitalen Angebote den Gang zum Arzt zu ersparen. Sollten Sie bereits seit längerem an Rückenschmerzen leiden, ist zunächst die Diagnose eines Orthopäden unerlässlich. Die Ursachen von Rückenleiden können von ganz anderer Stelle im Körper herrühren, vom Knie, einer Erkrankung innerer Organe oder von einer ernsthaften Beeinträchtigung der Wirbelsäule. Dann kann Rückentraining sogar den Krankheitsverlauf verschlimmern.

Mitunter kann es zunächst sinnvoller sein, einen Physiotherapeuten aufzusuchen. Im Unterschied zu den hier vorgestellten Apps stellt er Ihnen genau für Ihr Krankheitsbild und Ihr Fitnesslevel abgestimmte Übungen zusammen und gibt Ihnen Feedback zur Ausführung. In der Regel bezahlen Krankenkassen aber nur ein paar Stunden beim Physiotherapeuten. Gegen Ende der Behandlung können Sie dann mit Ihrem Arzt besprechen, ob Sie mit einem der hier vorgestellten Angebote weitertrainieren sollten.

## Fehlendes Feedback

Beim Training zu Hause – ob zur Therapie oder zur Prophylaxe – fehlt eine qualifizierte Rückmeldung, ob Sie die Übungen richtig ausführen. Das birgt die Gefahr, dass sich Bewegungsabläufe falsch einschleifen, was sogar zu Verschlimmerungen ihrer Rückenbeschwerden führen kann. Umso wichtiger ist es, dass Sie Ihre Abläufe immer wieder mit denen der Vortrainer abgleichen. Vielleicht können Sie in Ihrer Trainingsecke ja einen Spiegel aufstellen, um sich selbst zu kontrollieren. Alternativ spannen Sie Frau, Mann, Lebenspartner oder Kind von Zeit zu Zeit als Korrektive ein. Planen Sie für Ihre Workouts genügend Zeit ein, denn sonst laufen Sie Gefahr, durch die Übungen zu hetzen, was die Verletzungsgefahr erhöht. Am besten

## Zertifizierte Kurse

Sollten Sie in unserer Auswahl kein passendes Angebot finden: Schauen Sie auf der Homepage Ihrer Krankenkasse nach. Viele Kassen bieten ihren Mitgliedern in Zusammenarbeit mit bestimmten Anbietern Prophylaxe-Kurse an, die sie für ihre Mitglieder bezahlen. Die Zentrale Prüfstelle Prävention prüft und zertifiziert im Auftrag vieler gesetzlicher Krankenkassen zudem Präventionskurse (siehe ct.de/ykq3). Über eine Suche auf der Homepage Ihrer Krankenkasse nach „zertifizierte Kurse“ sollten Sie einen Link finden, der Sie in ein für Ihre Krankenkasse angepasstes Suchfeld bei der Zentralen Prüfstelle Prävention leitet. Für die Barmer Ersatzkassen lautet der Link zum Beispiel <https://17355.zentrale-pruefstelle-praevention.de/kurse/>.

Für Kurse vor Ort geben Sie Ihren Standort und eine maximale Entfernung des Anbieters an. Bei „Hannover“, einer maximalen Distanz von 10 Kilometern und dem Stichwort „Rücken“ (erweiterte Suchkriterien) spuckte die Suchmaschine mehr als 200 Treffer aus. Doch es sieht nicht überall so gut aus: Wer etwa im brandenburgischen Ravensbrück einen Präventionskurs sucht, der findet auch im Umkreis von 50 Kilometern keinen Anbieter.

Gut, dass es auch Online-Kurse in der Datenbank gibt, die Sie unabhängig vom Standort – Internet vorausgesetzt – ausüben können. Online-Kurse finden Sie, wenn Sie in den erweiterten Suchkriterien unter „Nur IKT-basierte Selbstlernprogramme“ vorgeben. Dann lieferte die Datenbank uns mehr als 90 Treffer.



### FitHoch3

Beim achtwöchigen Online-Kurs „Absolut fit: Funktioneller Rücken von fit-hoch3“ macht Coach Tina Teilnehmern Übungen zum Nachmachen vor. In jedem Video gibt es ein Warm-up und ein Cooldown, die einzelnen Trainingsphasen oder Übungsnamen werden aber nicht eingeblendet.

Zu den Übungen gehören Yoga-Haltungen wie der Herabschauende Hund, aber auch Fitnessübungen wie Unterarmstütz und Ausfallschritt. Teilnehmer benötigen keine zusätzlichen Geräte. Es fehlen Hinweise, dass Teilnehmer nur so weit gehen sollten, wie es ihnen möglich ist. Haltungen wie die ganze Vorbeuge im Stehen oder Sitzen mit gestreckten Beinen sind etwa nicht für jeden ohne Weiteres machbar. Für Personen ohne körperliche Einschränkungen eignet sich der Kurs aber gut, um die Beweglichkeit zu erhöhen und Muskeln aufzubauen.

Neben den Übungsvideos, die wöchentlich erscheinen, gibt es kurze 5- bis 15-minütige Einheiten für jeden Tag, sowie vier Livestreams pro Woche. Sobald die Übungsvideos freigeschaltet sind, kann man sie für die Dauer des Kurses beliebig oft wiederholen.

Der Online-Kurs kostet 99 Euro und wird von Krankenkassen nach Ablauf des Kurses teilweise oder vollständig erstattet. Dafür müssen Teilnehmer an allen wöchentlichen Workouts teilgenommen haben und jede Woche drei Fragen beantworten.

Um an dem Kurs teilzunehmen, meldet man sich mit seiner E-Mail-Adresse an und loggt sich damit auch später ein. Die deutsche Datenschutzerklärung gibt einen Überblick, mit welchen US-Dienstleistern die Entwicklerin Tina Schneider zusammenarbeitet.

- ⬆️ stärkt nachhaltig den Körper
- ⬆️ umfangreiches Angebot
- ⬇️ Übungen erfordern Vorwissen



### FuncFit

Auf seinem YouTube-Kanal „FuncFIT Personal Training“ erklärt Sportwissenschaftler Wiktor Diamant, wie man seine Beweglichkeit mit und ohne Geräte erhöht und beantwortet Fragen zum Thema Stabilität und Mobilität. Neben dem YouTube-Kanal betreibt Wiktor ein Studio in Köln, in dem er als Personal Trainer arbeitet. Nach einer ersten Einschätzung von Orthopäde Dr. Meiforth sind seine Erklärungen fachlich korrekt und auch für Anfänger gut geeignet. Der aktive Übungsanteil kommt allerdings manchmal zu kurz, da die Erklärungen viel Zeit in Anspruch nehmen.

Die Videos dauern durchschnittlich zehn Minuten und zeigen, wie man bestimmte Übungen lernt, etwa die tiefe Hocke oder die Yoga-Position Krähe. Zusätzlich gibt es Videos, in denen Wiktor erklärt, wie X-Beine entstehen und welche Dehnübungen sinnvoll sind.

Die Übungen sind gut erklärt und der Trainer weist auf mögliche Fehler bei der Umsetzung hin. Um Videos herunterzuladen und offline zu sehen, bietet YouTube eine Premium-Mitgliedschaft für 12 Euro pro Monat an, bei der auch die Werbeunterbrechungen wegfallen.

Eine Registrierung bei YouTube ist nur notwendig, wenn man ein Video kommentieren möchte. Für YouTube gilt die Datenschutzerklärung von Google. Diese behält sich vor, Daten von Nutzern zu sammeln und zu Werbezwecken zu verwenden.

- ⬆️ fachlich gute Erklärungen
- ⬆️ kurze, alltagstaugliche Workouts
- ⬇️ nicht so viele Übungen



### Gymondo

Im Online-Kurs „Rücken fit und gesund“ von Gymondo führen Physiotherapeut Patricio und seine Assistentin Judith durch die Übungen. Der Kurs dauert zehn Wochen – jede Woche gibt es ein neues 45-minütiges Video-Workout, das Anwender beliebig oft wiederholen können.

Jedes Video beginnt mit einer kurzen Informationsphase, etwa wieso langes Sitzen dem Rücken schadet. Nach der Einführung folgt eine Aufwärmphase, das eigentliche Workout und ein abschließendes Cooldown. Alle Phasen sowie die Namen der Übungen sind während des Kurses am Bildschirmrand eingeblendet. Patricio erklärt, worauf Anwender bei den einzelnen Übungen achten müssen und kommentiert die Haltung seiner Assistentin in den einzelnen Positionen. Zum Beispiel soll der Rücken beim Kreuzheben immer gerade sein. Im Kurs arbeiten Anwender mit dem eigenen Körpergewicht und brauchen keine zusätzliche Ausrüstung wie Hanteln.

Zusätzlich zum Videomaterial gibt es ein PDF zum Herunterladen, in dem die wichtigsten Informationen sowie ein paar kurze Übungen für den Alltag zusammengefasst sind.

Um an dem Kurs teilzunehmen, meldet man sich mit seiner E-Mail-Adresse an und loggt sich damit auch später ein. Die deutsche Datenschutzerklärung gibt einen ausführlichen Überblick, welche Daten erhoben und mit Dritten und Dienstleistern geteilt werden.

Der Online-Kurs kostet 79 Euro und wird von Krankenkassen nach Ablauf des Kurses teilweise oder vollständig erstattet. Dafür müssen Teilnehmer jede Woche eine Frage zum Thema der Woche beantworten und an allen Workouts teilgenommen haben.

- ⬆️ Kostenübernahme durch GKV
- ⬆️ Übungen sind gut erklärt
- ⬆️ einsteigerfreundliche Übungen



## Ratiopharm Rückenschule

Da gibts doch was von Ratiopharm ... Der Arzneimittelhersteller hat eine kostenlose App herausgebracht, die helfen soll, Verspannungen und Rückenschmerzen zu lindern und vorzubeugen. Die App enthält insgesamt 24 Übungen. Jeweils acht davon sind zu etwa zehn Minuten langen Workouts fürs „Zuhause“, „Im Büro“ und „Unterwegs“ zusammengefasst.

Die Unterwegsübungen lassen sich allesamt im Stehen absolvieren, die Büroübungen im Stehen und im Sitzen. Nur für die Übungen für zu Hause sollte man eine Yoga-Matte zur Hand haben, weil man sie am Boden absolviert. Der Benutzer kann sich zudem beliebige Workouts zusammenstellen.

Der Trainer ist in den Videos immer von der Seite und wenn es sinnvoll ist auch von oben oder schräg von vorne zu sehen. Zusätzlich werden die Übungen ausführlich mündlich erklärt. Man erhält also immer einen guten Eindruck davon, wie sie auszuführen sind.

Neben den Übungen enthält die App auch eine Rubrik „Wissen“. Sie bietet knappe Informationen zur Rückenmuskulatur, zu Fehlhaltungen, Schmerzen und zur Therapie.

Für die Nutzung ist keine Registrierung notwendig. Nach dem Studium der Datenschutzerklärung ist man eigentlich geneigt, die App sofort wieder zu deinstallieren. Dort ist von Google Analytics, Remarketing und Google-Werbung die Rede. Doch in unseren Versuchen hat sie weder nach Hause noch sonst wohin gefunkt. Offenbar hat Ratiopharm die Datenschutzerklärung von seiner Homepage eins zu eins in die App kopiert.

- 
- ➔ **kostenlos**
  - ➔ **Übungen sind überall ausführbar**
  - ➔ **kein systematischer Muskelaufbau**



## StrongandFlexTV

Den YouTube-Kanal StrongandFlexTV gibt es seit 2012. Auf ihm zeigen die beiden Personal Trainer Rapha und Toni (Strong und Flex), wie man seine Haltung verbessert und Rückenproblemen vorbeugt. Neben ihrem YouTube-Kanal betreiben Rapha und Toni das Studio Körperwerk in Stuttgart, in dem sie zusammen mit weiteren Coaches Personal Training und Ernährungsberatung anbieten.

Der Kanal enthält sowohl dreiminütige Videos, die einzelne Übungen wie die tiefe Hocke erklären als auch längere Beiträge, etwa zur Brustwirbelsäule. Fragen zu den Übungen beantworten die Kanalbetreiber in den Kommentaren. Wer lieber einen individuellen Trainingsplan hätte oder sich eine persönliche Betreuung wünscht, für den bieten die Kanalbetreiber ein „Schmerzfrei in 6 Wochen“-Rückenprogramm für 179 Euro an.

Die Übungen sind kurzweilig, lassen sich gut in den Alltag einbauen und benötigen keine Geräte. Sie sind gut erklärt und die Trainer weisen auf mögliche Fehler bei der Umsetzung hin. Um die Videos anzusehen, braucht es einen Browser nebst Internetverbindung. Um Videos herunterzuladen und offline zu sehen, bietet YouTube eine Premium-Mitgliedschaft für 12 Euro pro Monat an, bei der auch die Werbeunterbrechungen wegfallen.

Eine Registrierung bei YouTube ist nur notwendig, wenn man ein Video kommentieren möchte. Für YouTube gilt die Datenschutzerklärung von Google. Diese behält sich vor, Daten von Nutzern zu sammeln und zu Werbezwecken zu verwenden.

- 
- ➔ **kurze Videos für zwischendurch**
  - ➔ **Übungen sind gut erklärt**
  - ➔ **viele verschiedene Übungen**



## Vivira

Vivira ist für die Therapie von Rücken-, Knie- und Hüftschmerzen als digitale Gesundheitsanwendung zugelassen. Die App kann also per Rezept von einem Arzt verschrieben werden, die Kosten übernimmt die gesetzliche Krankenversicherung. Wer selbst zahlt, muss 80 Euro pro Monat berappen.

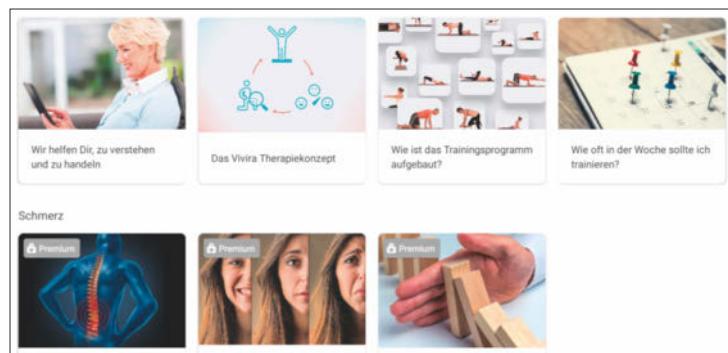
Die App präsentiert dem Nutzer täglich vier Übungen, die insgesamt eine Viertelstunde dauern. Jede Übung wird zunächst ausführlich mündlich und schriftlich erklärt und per Video vorgeführt. Der Text gibt Hinweise, wie man die Übung bei Schmerzen anpassen kann. Auch während der Ausführung gibt Vivira laufend Hinweise.

Eine Art Chat-Assistentin fragt nach jeder Übung, ob man bei der Ausführung Schmerzen hatte und die Übung voll ausführen konnte. Auf Basis des Feedbacks passt Vivira die Übungen an. Das soll sicherstellen, dass das Training den Patienten weder unternoch überfordert. Einmal in der Woche befragt die App den Nutzer zu Schmerzen, Einschränkungen, seiner Lebensqualität und Therapie. Und einmal pro Monat testet sie zudem anhand von 15 Übungen die Bewegungsfähigkeit.

Ein ausführlicher Wissensbereich enthält Artikel zum Therapiekonzept, dem Aufbau der Trainings sowie zu weiterführenden Themen wie Schmerz, Entspannung, Haltung und Bewegung.

Für die Nutzung ist ein Konto obligatorisch. In der deutschen Datenschutzerklärung beschreibt der Hersteller unter anderem, wie er Gesundheitsdaten mit verschiedenen Forschungseinrichtungen in anonymisierter Form teilt. Im Test sendete die App Daten ausschließlich an den Hersteller.

- 
- ➔ **geht individuell auf Nutzer ein**
  - ➔ **präzise Anleitungen**
  - ➔ **Feedback stört den Trainingsfluss**



**Die Apps und Online-Kurse stellen neben den Übungen auch Informationsmaterial mit Tipps für einen gesunden Rücken bereit.**

Wer nicht allzu viel Zeit für ein regelmäßiges Rückentraining hat und eine kostenlose Variante sucht, ist mit den Apps GM5 und Ratiopharm Rückenschule sowie den YouTube-Kanälen FuncFIT und StrongandFlexTV gut beraten. GM5 stärkt den Rücken nachhaltig, bei Ratiopharm Rückenschule lassen sich die Übungen offline nutzen und für die YouTube-Kanäle müssen Sie nichts installieren. Beim FuncFIT-Kanal kommt der aktive Übungsteil zu kurz.

Vivira ist als einzige App im Test kostenpflichtig, eine Übernahme der Kosten durch eine Krankenkasse ist möglich. Sie lieferte die detailliertesten Erklärungen im Test und schneidet als einzige App die Trainingspläne auf Nutzer individuell zu.

Die Online-Kurse von Gymondo und fit hoch3 nehmen mit ihren 45-minütigen Videos etwas mehr Zeit in Anspruch und sind kostenpflichtig, aber über eine Krankenkasse erstattbar. Gymondo ist mehr für Einsteiger geeignet als fit hoch3, der eine gewisse Beweglichkeit und Vorkenntnisse der Übungen voraussetzt.

(kim@ct.de) ct

planen Sie eine feste Zeit am Tag für Ihr Workout ein.

Die Apps und Videos sollten Ihnen möglichst ausführlich zeigen und erklären, worauf Sie bei der Ausführung der Übungen achten müssen. Dazu sollten sie die Bewegungen je nach Bedarf im Detail und aus mehreren Perspektiven zeigen. Bei einem „Plank“ zum Beispiel erkennt man die brettartige Körperhaltung gut von der Seite. Von schräg vorne sieht man hingegen besser, wie man die Arme und Beine zu stellen hat. Zusätzlich zu den Videos sollten die Apps gesprochene Hinweise zu Details geben, auf die Sie achten sollten.

Um eine Einschätzung abgeben zu können, wie gut die Erläuterungen sind

und ob sich die Trainings auch für Ungeübte eignen, haben wir mit den Apps, Online-Kursen und Videos jeweils mehrere Wochen lang trainiert. Zusätzlich haben wir den Orthopäden und Physiotherapeuten Dr. Jörg Meiforth um eine Beurteilung der Angebote gebeten.

### Fazit

Rücken-Apps, Online-Kurse und Videos können eine Physiotherapie oder medizinische Behandlung nicht ersetzen, aber ergänzen. Um Rückenschmerzen vorzubeugen und aktiv zu bleiben, eignen sie sich allemal. Bei akuten Beschwerden sollten Sie die Übungen aber zuvor von einem Arzt oder Physiotherapeuten beurteilen lassen.

Weitere Infos: [ct.de/ykq3](http://ct.de/ykq3)

## Rücken-Apps, Online-Kurse und Videos

Name	Das 5 Minuten Rückentraining	fit hoch3	FuncFIT Personal Training	Gymondo	Ratiopharm Rückenschule	StrongandFlexTV	Vivira
Hersteller	pur.AG	fit hoch3	FuncFIT Personal Training	GYMONDO GmbH	ratiopharm GmbH	StrongandFlexTV	Vivira Health Lab GmbH
Produktart	App	Online-Kurs	YouTube-Kanal	Online-Kurs	App	YouTube-Kanal	App
Account notwendig	–	✓	–	✓	–	–	✓
läuft unter	iOS ab 10.0, Android ab 5.1	Browser	Browser	Browser	iOS ab 11.0, Android ab 5.1	Browser	iOS ab 10.0, Android ab 6.0
Dauer	8 Wochen	10 Wochen	3-25-minütige Videos	10 Wochen	rund 10 Minuten pro Workout	3-25-minütige Videos	pro Verordnung 90 Tage
Kostenübernahme durch GKV	– (kostenlos)	✓	– (kostenlos)	✓	– (kostenlos)	– (kostenlos)	✓
offline nutzbar	– (geplant)	–	✓ (mittels YouTube Downloader)	–	✓	✓ (mittels YouTube Downloader)	–
<b>Funktionen</b>							
Anzahl Übungen/ Workouts	5 Übungen pro Tag	8 Workouts, jede Woche ein neues Workout plus 5 Übungen für jeden Wochentag und 4 Live Streams pro Woche	ca. 1-5 Übungen pro Video	10 Workout, jede Woche ein neues Workout	8 Übungen pro Workout	ca. 1-5 Übungen pro Video	4 Übungen pro Tag
Trainingsplan	✓	–	–	✓	–	–	✓
persönlicher Ansprechpartner	✓	✓	–	✓	–	–	✓
berücksichtigt Vorerkrankungen	–	–	–	–	–	–	✓
<b>Bewertung</b>							
Eignung für Einsteiger	⊕⊕	⊕	⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕	⊕⊕
Erklärungen der Übungen	⊕	⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕	⊕⊕	⊕⊕
Preis	kostenlos	99 €	kostenlos	79 €	kostenlos	kostenlos	80 € pro Monat
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend	⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht	✓ vorhanden	– nicht vorhanden	

## Einschätzung vom medizinischen Experten

Hilfreich sind die angebotenen Übungen als Prävention bei allen Programmen auf jeden Fall. Sie werden bei regelmäßiger Durchführung die allgemeine Beweglichkeit verbessern und auch bei chronischen Beschwerden wie Verspannungen, die auf fehlendes Training beziehungsweise Überlastung oder einseitige Belastung zurückzuführen sind, eine Lockerung der Muskulatur und damit eine Linderung der dadurch hervorgerufenen Verspannungsschmerzen erreichen.

Anders sieht es bei Menschen mit akuten Beschwerden aus: Hier sind viele der Übungen – wenn überhaupt – nur mit Einschränkungen machbar und empfehlenswert. Grundsätzlich fehlt mir bei den meisten fortlaufenden Kursen ein Hinweis, wann die Übungen nicht durchgeführt beziehungsweise wann im Zweifelsfall ein

Fachmann aufgesucht werden sollte. Vorsicht ist also geboten, wenn während des Trainings die Beschwerden zunehmen oder neue Schmerzen hinzukommen (Muskelkater ist nicht gefährlich).

„Gefährliche“ oder falsche Übungen habe ich zwar auf den ersten Blick keine gesehen, allerdings sind manche der Übungen für Menschen mit Schulter-, Hüft- oder Kniegelenksproblemen nicht ohne weiteres durchführbar und können Beschwerden durchaus verschlechtern oder neue hervorrufen. Für solche Fälle gibt es angepasste Kurse, die zum Teil auch von den Krankenkassen angeboten werden.

Sollten die Übungen zu fordernd sein, sind als Alternative in Zeiten von Corona-Beschränkungen mindestens immer regelmäßige Spaziergänge oder noch besser das Nordic-Walking für alle Fitness-Grade



**Physiotherapeut und Orthopäde**  
Dr. Jörg Meiforth hat für uns einen Blick auf die Anwendungen geworfen und die Übungen zusammen mit seiner Familie stichprobenartig ausprobiert.

möglich, denn fast jede Art der Freizeit-Bewegung ist besser als keine.

## iX Special Quantencomputer

NEU

Auch als PDF sofort zum Download!

**iX SPECIAL 2021 Quantencomputer**

**Anwendungen**  
Besseres maschinelles Lernen  
Post-Quantum-Kryptografie  
Komplexe Optimierungen

**Technik**  
Wie funktioniert ein Qubit?  
QPUs mit Ionenfallen und Supraleitern  
Erster Quantencomputer in Deutschland  
Die Suche nach Quantenüberlegenheit

**Programmieren**  
Klassische vs. Quantenprogrammierung  
Sprachen und Frameworks: Python, Q#, Silq  
Basics: Quantengatter, Fehlerkorrektur, Optimierung  
Quantencomputing mit dem Rasberry

**Praxis: Loslegen in der Praxis**  
Vom Simulator zur Quantenhardware:  
AWS Braket • Google Quantum AI • IBM Qiskit • MS Azure Quantum

**Praxis: Loslegen in der Cloud**  
Vom Simulator zur Quantencloud:  
AWS Braket • Google Quantum AI • IBM Qiskit • MS Azure Quantum

### iX Special Quantencomputer

Wie funktionieren Quantencomputer und wie ist der Stand der Technik? Für welche Anwendungen eignen sie sich und wie lassen sie sich programmieren? Diese und noch mehr Fragen beantwortet Ihnen das iX Special 2021 Quantencomputer.

[shop.heise.de/ix-quantencomputer](http://shop.heise.de/ix-quantencomputer)

14,90 € >



# Zahlen, Daten, Fakten

## Start-ups

**S**tart-ups mit neuen Geschäftsideen verstehen sich im Schnitt zweieinhalb Jahre mit diesem Etikett. In dieser Zeit versuchen sie, Fuß zu fassen oder attraktive Übernahmekandidaten für Großunternehmen zu werden. Die meisten Start-ups in Deutsch-

land werden in Berlin, Bayern und Hamburg gefördert, in einigen Bundesländern gibt es regelrechte Start-up-Biotope. Gefördert werden eher Mobilitäts- und Software-Unternehmen; Gründungen, die Hardware oder Landwirtschaft beackern, sind weniger

im Blick von Investoren. Während man in Frankreich und Dänemark bei einer Unternehmensgründung selten länger als drei Tage auf Behörden warten muss, sind es hierzulande schon mal zwei Monate, und das wird oft beklagt.

(mil@ct.de) ct

### ► Alter von Start-ups

... Start-ups in Deutschland nennen sich im Schnitt zweieinhalb Jahre so.<sup>1</sup>



### ► Gründer und Gründerinnen

... wer gründet, ist vorwiegend männlich. Nur rund 15 Prozent sind weiblich. Andere Ausrichtungen sind nicht erfasst.<sup>2</sup>



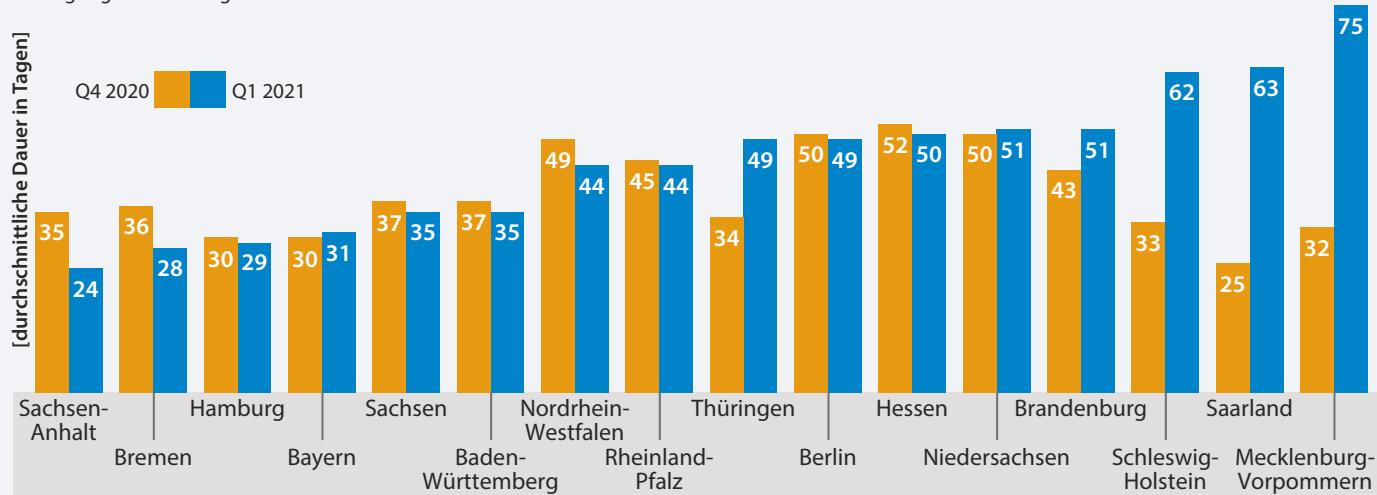
### ► Top Technik-Start-ups

... unter den besten Technik-Start-ups im Wettbewerb „Top50 Start-ups“ sind mehrere, welche die Digitalisierung der Industrie vorantreiben wollen.<sup>3</sup>

Top 10 Rang/Firma	Bereich	Beschreibung	Ort	Gründungs-jahr
1. Oculavis	Industrie 4.0	AR für industrielle Serviceprozesse	Aachen	2016
2. Smela	Industrie 4.0	Linearantriebe für Produktion und Smart Home	Magdeburg	2020
3. Yuri	Space	Forschung in der Schwerelosigkeit	Meckenbeuren	2019
4. ASCon Systems	Industrie 4.0	Digitaler Zwilling verbindet Planung und Produktion	Stuttgart	2017
5. Aivy	Software	Personalauswahl mit Minispiele	Berlin	2020
6. Spaceoptics	Space	Optische Teile für Weltraumanwendungen	Jena	2020
7. HawaDawa	Green Economy	Auswertung von Daten zur Luftqualität	München	2018
8. Bareways	Mobilität	Navigation in ländlichen Umgebungen	Lübeck	2019
9. Roodm AG	Digitalisierung	Komplettlösung für digitale Events	Jena	2016
10. Onetaks	AI/KI	Umsetzung von KI-Lösungen	Potsdam	2020

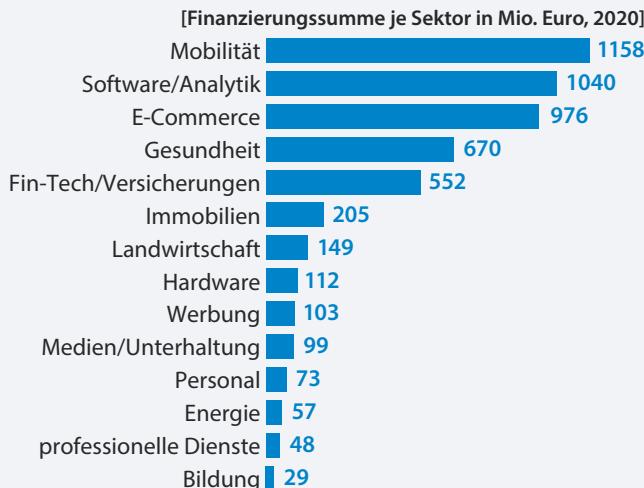
## ► Wartezeiten als Standortnachteil

... in Mecklenburg-Vorpommern mussten Gründer zuletzt länger auf die Eintragungen der Amtsgerichte warten als etwa in Sachsen-Anhalt.<sup>4</sup>



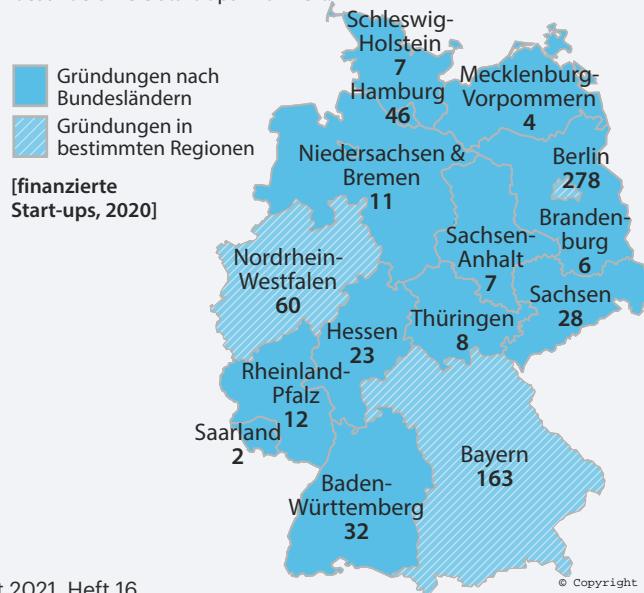
## ► Sektoren für Start-ups

... Investoren fördern hauptsächlich Start-ups für Mobilität, Software und den Handel.<sup>5</sup>



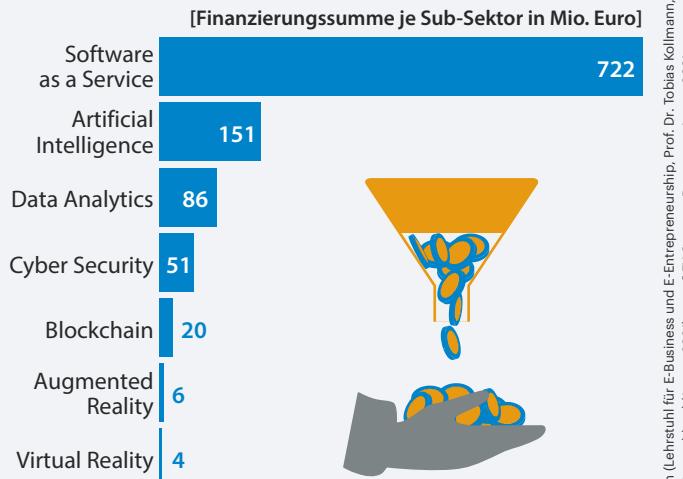
## ► Örtliche Verteilung

... in Berlin, Bayern und der Region Rhein-Ruhr werden anteilig besonders viele Start-ups finanziert.<sup>5</sup>



## ► Geld für Software-Start-ups

... der Hauptteil der Investitionen flossen nicht in gehypte Technologien, sondern ins Brot-und-Buttergeschäft mit Software als Dienstleistung.<sup>5</sup>



## ► Entwicklungsphasen

... rund die Hälfte der Start-ups entwickeln noch. Ein weiteres Viertel haben schon ein starkes Wachstum der Kundschaft.<sup>1</sup>

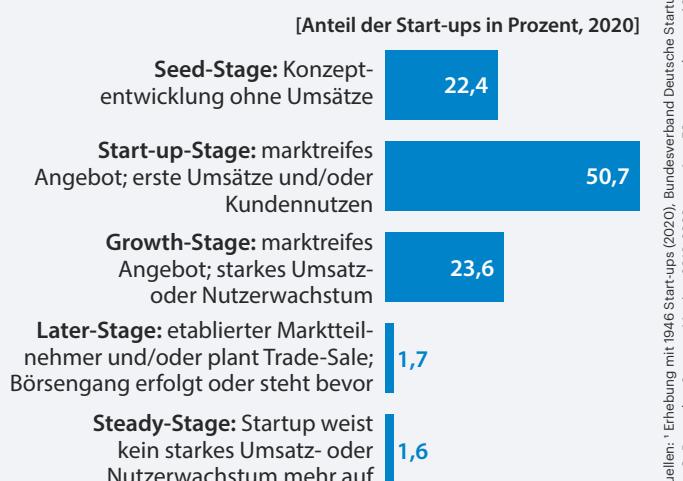




Bild: Albert Hulm

# Manipulationsverstärker

## Was Staat und soziale Medien gegen die Fake-News-Flut vor der Wahl unternehmen

**Zwei Monate vor der Bundestagswahl wachsen bei Politikern und Onlinediensten die Sorgen vor Desinformationskampagnen, die das Ergebnis beeinflussen könnten. Entwicklungen in den sozialen Medien befeuern diese Befürchtungen. Die Betreiber reagieren mit Einschränkungen und Faktenchecks. Eine Bestandsaufnahme.**

Von Holger Bleich

**A**m 19. April hatte die Grünen-Politikerin Annalena Baerbock ihre Kandidatur zur Kanzlerschaft bekannt gegeben. Schnell war klar, dass sie sich im Vorfeld der Wahl (26. September) einiges würde anhören müssen. Daran ließen insbesondere radikale Kreise in den sozialen Medien keinen Zweifel. Man kann Facebook & Co. mitunter prima als Seismografen nutzen. Diesmal kamen die ersten Ausschläge besonders schnell – und heftig.

In sogenannten Sharepics, die vor allem in Gruppen auf WhatsApp und Facebook die Runde machten, wurde Baerbock nur wenige Tage später mit Unwahrheiten

diskreditiert. Ein angebliches Nacktfoto sollte auf „Jugendsünden“ der Politikerin hinweisen, erfundene Zitate heizten die Stimmung in rechten Gruppen an. Mal soll sie aus ökologischen Gründen ein Haustierverbot fordern, dann wieder solle sie die Witwenrente abschaffen, um mit den gesparten Ausgaben Geflüchtete zu unterstützen.

Fast nie lässt sich der Ursprung solcher gezielten Desinformationen ermitteln. Im Nachgang der Bundestagswahl 2017 hatten die Forscher Alexander Sängerlaub, Miriam Meier und Wolf-Dieter Rühl in einer Studie der Stiftung Neue Ver-

antwortung (SNV) Verbreitungswege von Fake News – insbesondere der schnell konsumierbaren Sharepics – ergründet. Ihr Ergebnis: „Fake News, so wie sich das Phänomen in Deutschland empirisch darstellt, werden vor allem von Rechten, Rechtspopulist:innen und Rechtsextremen verbreitet.“

Auch die Sharepics zu Baerbock treffen fast ausschließlich in rechten Zirkeln auf Resonanz. Eine Recherche gruppe namens „Die Insider“ hat einige einschlägige Gruppen infiltriert und veröffentlicht immer wieder Reaktionen aus offenen und geschlossenen Facebook-Gruppen auf Fake News. Diese Reaktionen verdeutlichen, wie radikal die Sprache in solchen Kreisen mittlerweile ist und wie sich die Teilnehmer gegenseitig hochschaukeln.

„Wir haben in den letzten Monaten 447 Kommentare an die ZIT (Zentralstelle zur Bekämpfung der Internetkriminalität) gemeldet“, erklärten die „Insider“ im Mai. Die ZIT ist eine auf Hassrede spezialisierte Einheit der Generalstaatsanwaltschaft Frankfurt am Main. Sie habe 369 der 447 gemeldeten Postings als strafrechtlich relevant erkannt. 232 Beschuldigte seien identifiziert und strafrechtlich belangen worden.

## Dark Social

Dass Facebook in den vergangenen Jahren die Kommunikation in Gruppen zuun gunsten von öffentlichen Äußerungen auf der Plattform gefördert hat, wird vor der Bundestagswahl zum Problem: Ein gesamtgesellschaftlicher Diskurs findet im Netz kaum noch statt. Es sind teilöffentliche Blasen über die Plattformen hinweg entstanden. „Dark Social“ haben Soziologen dieses Phänomen getauft, geprägt wurde der Begriff bereits 2012 von Alexis Madrigal, dem damaligen Chefredakteur der Tageszeitung The Atlantic.

Bei Dark Social geht es nicht nur um Facebook-Gruppen, sondern vor allem um geschlossene Chat-Gruppen in Messengern wie WhatsApp und Telegram. „Alternative Wahrheiten“, also gezielte Desinformation und Propaganda, lassen sich gerade via Telegram schnell und nahezu unkontrolliert an Zehntausende Follower verbreiten. Die Coronapandemie legte offen, dass deutsche Behörden Telegram nicht ausreichend im Blick haben. Ob offene Aufrufe zum Rechtsbruch oder der Handel mit gefälschten Impfausweisen: Kaum etwas verschwindet von der Plattform.

Die strafrechtliche Seite ist nur eine von mehreren durch Dark Social entstandenen Facetten. Desinformation und Hassrede lassen sich auf der rechtlichen Schiene kaum bekämpfen, und das aus gutem Grund: Die Grenzen der Meinungsfreiheit sind weit gefasst. Fake News können genauso darunter fallen wie in derber Sprache geäußerte Kritik an Zuständen oder Personen.

Entgrenzungen, wie sie in Gruppen oft zu beobachten sind, bleiben meist ungeahndet. Die Grünen-Politikerin Renate Künast musste sich in zweiter Instanz vom Berliner Kammergericht erklären lassen, dass einige persönliche Angriffe auf ihre Person erlaubt bleiben, so dürfe sie „Kranke Frau“ und „Gehirn Amputiert“ genannt werden. Im Kontext der Sache (eines klassischen Fake-News-Sharepics) sei dies nicht als Beleidigung oder Persönlichkeitsrechtsverletzung zu werten (Az. 10 W 13/20).

## Zahnlose Gesetze

Als der damalige Bundesjustizminister Heiko Maas 2017 das Netzwerkdurchsetzungsgesetz (NetzDG) auf die Schiene setzte, verkaufte er es als Maßnahmenbündel gegen Hate Speech und Fake News. Schon damals war allerdings klar, dass das Gesetz nicht gegen die Verbreitung von Desinformation taugen würde. Das NetzDG sorgt lediglich dafür, dass soziale Plattformen strafrechtlich ohnehin relevante Inhalte zuverlässig und schnell verschwinden lassen sollen und darüber öffentlich informieren (Transparenzpflichten).

Fake News wie die erwähnten Sharepics sind aber in aller Regel heute genauso wenig strafbar wie vor Inkrafttreten des NetzDG, es sei denn, sie verletzen Persönlichkeitsrechte, sind volksverhetzend oder Propaganda organisierter Gruppen. Im laufenden Jahr 2021 hat die Bundesregierung dennoch nachgelegt und mit ihrer Mehrheit im Bundestag ein erweitertes NetzDG sowie das „Gesetz gegen Hasskriminalität“ verabschiedet, das im April in Kraft trat.

Letzteres soll den Ton im Netz mäßigen, indem beispielsweise das Strafmaß für beleidigende Postings von maximal einem auf zwei Jahre erhöht wurde. Außerdem werden Taten nicht mehr nur auf Antrag von betroffenen Personen verfolgt, sondern auch dann, wenn Staatsanwältschaften wegen des besonderen öffentlichen Interesses an der Strafverfolgung ein Einschreiten von Amts wegen für geboten halten.

Beide Gesetze dürften kaum für einen offeneren, wahrhaftigeren Diskurs in den sozialen Medien sorgen, zumal gerade im Vorfeld der Bundestagswahl der Dark-Social-Trend Debatten in Echokammern schiebt, die kaum ausgeleuchtet werden können. Beispielsweise ist noch immer unklar, inwieweit Messenger wie WhatsApp und Telegram überhaupt unter das NetzDG fallen.

Das fürs NetzDG zuständige Bundesamt für Justiz (BfJ) hat vor wenigen Wochen einen ersten Versuchsballon gestartet und ein Bußgeldverfahren gegen Telegram eröffnet. Den entsprechenden Bescheid habe man an die angegebene



Bild: Die Insider (Twitter-Profil)

**Ein erfundenes Baerbock-Zitat im Sharepic genügt, um Mitglieder der geschlossenen Facebook-Gruppe „Unser Deutschland patriotisch & frei“ (13.600 Mitglieder) in Wallung zu bringen.**

Firmenadresse in Dubai geschickt, hieß es. Dieses Vortasten geschieht mehr als drei Jahre, nachdem das Gesetz in Kraft trat – und wird vor der Bundestagswahl sowieso keine Wirkung mehr entfalten.

## Mangelnde Medienkompetenz?

Derweil werden die sozialen Medien weiter mit Halbwahrheiten und Lügen geflutet, die den Anstrich von Nachrichten haben. Der Staat muss darauf vertrauen, dass die meisten Bürger kompetent genug sind, derlei Manipulationsversuche von echten, recherchierten News zu unterscheiden.

Doch laut einer Studie der Stiftung Neue Verantwortung sind viele allzu leichtgläubig und nehmen dankbar auf, was in ihr Weltbild passt. Der Thinktank hatte 4191 repräsentativ ausgewählte Bürger ab 18 Jahren Ende 2020 einen ausführlichen Online-Test absolvieren lassen. Dieser Test fragt anhand vieler Beispiele die Medienkompetenz ab, beispielsweise lässt er die Qualität von Informationen in ihrem Kontext bewerten (Test unter ct.de/yrfp).

Der Studie zufolge fiel es „den Befragten zum Teil schwer, zwischen verschiedenen Kommunikationsabsichten, das heißt zwischen Werbung, Information, Desinformation und Meinung zu unterscheiden“. Eine Falschinformation auf Facebook etwa sei lediglich von 43 Prozent der Befragten erkannt worden, während 33 Prozent diese für wahr hielten. Selbst wenn wie bei Facebook mittlerweile üblich eine Fake-News-Warnung mit Link zu einem Faktencheck eingeblendet war, half das wenig: „Maximal ein Viertel der Befragten identifizierte die Markierung als hilfreichen Hinweis beziehungsweise konnte die Information richtig einordnen.“

## Verantwortung der Plattformen

Facebook (mit Instagram und WhatsApp) und Google (mit YouTube) stehen in die-

sem Wahljahr 2021 besonders im Fokus, ebenso wie bei der US-Präsidentenwahl 2020. Beide US-Konzerne haben mit Maßnahmen und Statements auf die spezifische Situation in Deutschland reagiert.

Facebook setzt beim Kampf gegen Hassrede und Fake News in erster Linie auf maschinelles Lernen. Alleine von Januar bis März 2021 habe man weltweit 25,2 Millionen Inhalte von Facebook entfernt, weil sie gegen die Richtlinien des Konzerns zu Hassrede verstößen hätten. Knapp 97 Prozent der Inhalte seien automatisch erkannt und entfernt worden, „noch bevor Nutzer sie melden konnten“. 2017 habe diese Quote noch bei 24 Prozent gelegen. Außerdem seien 15.000 Mitarbeiter mit dem Prüfen von Inhalten befasst.

In Deutschland prüfen für Facebook und Instagram außerdem die Rechercheorganisation Correctiv sowie die Nachrichtenagenturen AFP und dpa Fakten in geteilten Inhalten. Wenn ein Inhalt als „falsch“ eingestuft wird, reduziert der Facebook-Algorithmus automatisch dessen Verbreitung und fügt Warnhinweise hinzu.

Dies gilt allerdings nicht für Politiker. Der Konzern betonte jüngst in einem Statement zu den Wahlvorbereitungen: „Wir halten es nicht für unsere Aufgabe zu entscheiden, ob Aussagen von Politikern wahr oder falsch sind oder zu verhindern, dass diese die Öffentlichkeit erreichen. Deshalb überprüfen unsere unabhängigen Faktenprüfer keine Inhalte, die von Politikern stammen.“

Ähnlich wie im US-Wahlkampf schränkt Facebook auch hierzulande das Weiterleiten von Sharepics auf WhatsApp und im Messenger auf maximal fünf Personen ein. Zudem werde man Inhalte, die häufig geteilt wurden, mit den Hinweisen „Weitergeleitet“ beziehungsweise „Häufig

weitergeleitet“ versehen. Nachrichten mit dem Hinweis „Häufig weitergeleitet“ können dann nur noch an einen Chat geschickt werden.

Im Juni hat Facebook außerdem Maßnahmen gegen illegale Inhalte in geschlossenen Gruppen vorgestellt, die wohl gegen den Dark-Social-Trend ankämpfen sollen. Sie sollen demnächst weltweit gestartet werden, allerdings gibt es im Vorfeld der Wahl auch deutsche Besonderheiten. So berücksichtigt der Empfehlungsalgorithmus grundsätzlich keine politischen und keine ab Mai neu gegründeten Gruppen mehr.

Und: „Wenn eine Gruppe anfängt, gegen unsere Gemeinschaftsstandards zu verstößen, schränken wir ab sofort ihre Reichweite in den Empfehlungen ein. Somit ist es weniger wahrscheinlich, dass User\*innen sie entdecken.“ Mehrfach negativ aufgefahrene Gruppen stigmatisiert Facebook künftig zusätzlich. Wer ihnen beitreten möchte, erhält einen Warnhinweis und die Möglichkeit, erst einmal kurz in die Gruppe hineinzuschauen.

## KI solls richten

Wie Facebook betont auch Google, mehr und mehr KI zur Identifizierung von „schädlichen Inhalten“ einzusetzen. Auf YouTube habe man zwischen Oktober und Dezember 2020 von 6,1 Millionen entfernten Videos bereits 94 Prozent mittels Content-Filtern aussortiert. Google betont, dass der Vorteil auch im Tempo liege: „Von den maschinell erkannten Videos wurden 36% nicht und etwa 72% weniger als zehn Mal aufgerufen.“

Desinformationen oder „grenzwertige Inhalte“, wie Google sie nennt, sollen auf YouTube immer weniger sichtbar sein. Seit Anfang 2019 passe man deshalb die Empfehlungsalgorithmen ständig an, um Fake-News-Channels und Verschwörungsschleudern Reichweite zu nehmen. „In der Folge ging die Wiedergabezeit solcher aus nicht abonnierten Empfehlungen stammenden Inhalte in den USA im Jahr 2019 um mehr als 70 % zurück“, erklärte Google im aktuellen Whitepaper „Informationsqualität und verantwortungsbewusster Umgang mit Inhalten“.

Der Konzern verweist auf seine Erfolge beim Vorgehen gegen Falschinformationen während der Coronapandemie. Seit Beginn habe das Content-Team von YouTube mehr als 900.000 Videos entfernt, die gefährliche oder irreführende medizinische Informationen zu COVID-19 ent-

**Google hat eine eigene Seite eingerichtet, auf der sich deutsche Bürger über die ergriffenen Schutzmaßnahmen informieren können.**

hielten. „Daneben haben wir auf YouTube Informationstafeln hinzugefügt, die auf globale oder im jeweiligen Land ansässige Fachorganisationen zurückgehen. Seit Einführung haben diese Informations-tafeln insgesamt über 400 Milliarden Impressions verzeichnet.“

Die Informationstafeln am rechten Rand der Suchergebnisse, auch „Knowledge Panels“ genannt, können allerdings selbst falsche Informationen enthalten. In der letzten Zeit hat Google temporäre Fehler aus der Wikipedia in den Knowledge-Graphen übernommen und veröffentlicht. So vermeldete die Suchmaschine jüngst den Tod von Christian Eriksen, obwohl der dänische Fußballspieler nach dem Vorfall bei der Fußball-EM längst wieder auf dem Weg der Besserung war. Laut dem Berliner Tagesspiegel war eine noch ungesichtete Änderung eines unangemeldeten Benutzers zwar für Leser nicht sichtbar, Google dagegen hatte die Falschinformation ins Panel neben der Ergebnisliste übernommen.

Ansonsten verweist Google auf Bemühungen, Externe und insbesondere Medienhäuser bei der Weiterbildung zu unterstützen – also auf die Digital News Initiative (DNI), die bereits seit Jahren Geld in entsprechende Projekte pumpt. Im Vorfeld der Wahl hat Google ein gemeinsames Projekt mit der Nachrichtenagentur dpa namens „Faktencheck21“ gestartet. In zweitägigen Faktencheck-Trainings und in Vertiefungsschulungen sollen Journalisten lernen, wahr von falsch zu unterscheiden. Journalisten aus mehr als 100 Redaktionen in Deutschland hätten bereits teilgenommen.

## Telegram tatenlos

Twitter hat keine besonderen Maßnahmen vor der Bundestagswahl vorgesehen. Ohnehin führt der Kurznachrichtendienst derzeit ein strenges Regime und sperrt Nutzer, die Fake News verbreiten (sollen), rigoros aus. Geteilte Inhalte, die der Desinformation verdächtig sind, werden mit einem Hinweis versehen.

Auf dem Videodienst TikTok tobten sich gerade die Social-Media-Teams der deutschen Parteien mehr oder weniger gelenk aus. Daneben werden immer wieder verdeckte Aktionen beobachtet, die TikTok sperrt, wenn sie mediale Aufmerksamkeit erregen. Beispielsweise startete Ende 2020 ein Kanal namens „@btw-2021“, der starke Ähnlichkeit mit dem Auftreten des offiziellen Bundeswahlleiters

hatte. Allerdings verbreitete der Kanal ausschließlich werbende Inhalte der AfD.

Nahezu unreguliert bleibt Telegram, die Mischung aus Messenger und sozialem Netzwerk des Gründers Pawel Durow. Der Dienst ist für deutsche und europäische Behörden bislang nicht greifbar, angeblich soll das Team wie erwähnt derzeit in Dubai residieren.

Telegram gilt als Sammelbecken von Verschwörungstheoretikern und rechtem Gedankengut in Deutschland. Ken Jebsen und Xavier Naidoo etwa werfen hier ungestraft mit kruden Thesen und Falschinformationen um sich – gelikt jeweils von tausenden Followern. Laut jugendschutz.net sperrt Telegram auch auf Hinweise im Meldesystem hin gerade mal jedes zehnte eindeutig illegale rechtsradikale Posting.

Nur einmal wurde es Telegram offensichtlich zu bunt: Anfang Juni entzog der Dienst dem rechtsradikalen Vegankoch Attila Hildmann kurzfristig seine Reichweite. In der Android- und iOS-App war sein Kanal für die rund 100.000 Gefolgsleute nicht mehr sichtbar. Hildmann leitete die Follower auf einen Ersatzkanal um und sprach selbstredend von „Zensur“. Ob ihm die Aktion nachhaltig schadete, erklärte er nicht.

## Furcht vor Angriffen

Derweil wittert der Staat Wählermanipulation momentan aus einer ganz anderen Richtung: In einem vertraulichen Bericht, aus dem der Tagesspiegel zitierte, befürchtet das Bundesinnenministerium (BMI) „verschiedenartige hybride, gegen Deutschlands Interessen gerichteten Aktivitäten“ vor der Bundestagswahl. Vor allem Russland steht unter dem Verdacht, die deutsche Gesellschaft mit gezielter Desinformation destabilisieren zu wollen.

Ende März gab es einen Phishing-Angriff auf Rechner von Bundestagsabgeordneten. Ob Daten abgeflossen sind, ist bis heute unklar. Der militärische Abschirmsdienst vermutet hinter der Attacke genau wie hinter dem großen Angriff auf den Bundestag 2015 den russischen Geheimdienst GRU. Es gilt zumindest als gesichert, dass die in Russland verortete Hackertruppe „Ghostwriter“ hinter mehreren beobachteten aktuellen Aktivitäten steckt. Ghostwriter hackt auch in anderen Staaten Politiker- und Medien-Accounts, um Falschnachrichten über deren Kanäle zu verbreiten.

Einem Bericht des Europäischen Auswärtigen Diensts zufolge wurden zudem

The screenshot shows a Telegram channel titled "ATTILA HILDIMANN OFFICIAL". It features several posts. One post includes a photo of Angela Merkel and a quote from her speech at the B'nai Brith award ceremony. Another post contains a graphic with the text "DEUTSCHLAND MUSS VERMISCHT WERDEN" and "GERMANY MUST PERSIST!". The channel has 2.1K subscribers and was last updated at 10:49.

**Das wurde selbst Telegram zu viel: Anfang Juni war der Kanal des rechtsradikalen Vegankochs Attila Hildmann nicht mehr zu erreichen.**

seit Ende 2015 mehr als 700 Fälle registriert, in denen russische Medien Falschinformationen über Deutschland verbreitet haben, und damit wesentlich mehr als über andere EU-Staaten. Aus diesem Grund ist auch das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) so stark in den Schutz der Wahl involviert wie nie zuvor.

Deutschlands Politik sei ein „attraktives Ziel“ für Desinformationskampagnen, erklärte BSI-Chef Arne Schönbohm Ende Juni. „Die Angriffe haben in den letzten Monaten zugenommen, aber das ist in einem Wahljahr normal. Wir haben viele Programme gestartet und arbeiten mit dem Bundeswahlleiter zusammen.“

Nachholbedarf sieht das BSI augenscheinlich bei der Digitalkompetenz von politischen Akteuren: Die Behörde hat einen „IT-Sicherheitsleitfaden für Kandidierende bei Bundes- und Landeswahlen“ erstellt (siehe ct.de/yrfp). Darin geht es um den sicheren Umgang mit E-Mail, aber auch sozialen Medien. So recht scheint Schönbohm den Fähigkeiten nicht zu trauen. Sein Amt habe ein „rotes Telefon“ für dringende Fälle eingerichtet, bei denen umständliche Meldeketten umgangen werden können. Seine Handynummer sei bis zur Wahl 24/7 geschaltet.

(hob@ct.de) ct

**Weiterführende Informationen:**  
[ct.de/yrfp](http://ct.de/yrfp)

# Entstördienst

## Powerline-Optimierung gegen DSL-Unterbrechungen

**Wenn Sie Powerline-Adapter zum Weiterleiten des DSL-Internetzugangs über das Stromnetz der Wohnung verwenden, könnten häufige Verbindungsabrisse aus gegenseitigen Störungen der Systeme röhren. Devolo hat für seine Magic-Adapter ein Gegenmittel entwickelt.**

Von Ernst Ahlers

**E**s trifft nur wenige, die dafür aber heftig: Einer Supportstatistik des Adapter-Herstellers Devolo zufolge reißt bei einem Prozent der Powerline-Nutzer die DSL-Internetverbindung durch Interferenzen der Systeme immer wieder ab. Das Neuverbinden (DSL-Resync) dauert dann schon mal zwei Minuten, während der die Heimarbeit oder der gestreamte Film pausieren.

Häufiger verliert nur der Internet-Downstream ein paar Prozent Geschwindigkeit, in seltenen schweren Fällen auch mal bis 25 Prozent. Der Upstream leidet

weniger, weil er anders als der Downstream nur im unteren Ende des Spektrums läuft.

Die Interferenzen entstehen, weil sich die Signale von DSL (Digital Subscriber Line, Internet über die Telefonleitung) und PLC (Powerline Communications, Daten über die Stromleitung) im Frequenzspektrum teilweise überlappen: Das heute übliche VDSL2 arbeitet zwischen 0 und rund 17 Megahertz (VDSL-Profil 17a) beziehungsweise bis 35 MHz (Profil 35b bei Super-Vectoring). Die Powerline-Techniken HomePlug AV2 und G.hn nutzen den Bereich von 2 bis 67 und 80 MHz.

Wenn Leitungen mit Powerline- und VDSL-Signalen ein Stück weit parallel laufen, koppelt ein wenig Energie über. Das Powerline-Signal wird zur Störung für VDSL und umgekehrt. Je näher die Leitungen beieinander liegen und je länger die gemeinsame Strecke ist, desto kräftiger die Interferenz. Wichtig daran: Sie tritt in der Praxis nie gleich stark im gesamten geteilten Spektrum auf, sondern in individuellen Frequenzabschnitten, tendenziell eher im hochfrequenten Bereich. Die Interferenz ändert sich auch über die Zeit kaum. Ferner nutzen beide Systeme als Übertragungstechnik Orthogonal Frequency-Division Multiplexing (OFDM,

[1]), das Daten auf viele Unterträger über einen breiten Frequenzblock verteilt.

### Messen, dämpfen, siegen

An dieser Stelle setzt Devolo mit seiner bei den Magic-Adaptoren bereits eingeführten, „VDSL-Performer“ getauften Technik an: Der am DSL-Router hängende Powerline-Adapter misst nach jedem Neustart und danach jede Nacht den Einfluss der PLC-Installation auf das VDSL-Signal.

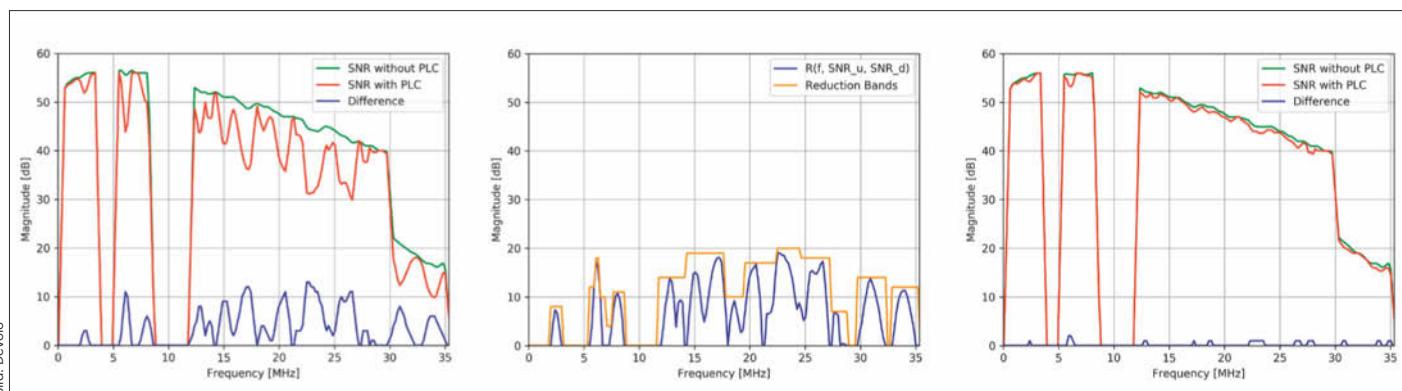
Er holt dazu von kompatiblen Geräten – zurzeit AVMs Fritzboxen ab FritzOS 7.20 sowie Telekom Speedport Smart 3 und 4 Plus – den aktuellen Verlauf des Signal-Rausch-Verhältnisses (Signal-to-Noise Ratio, SNR) auf der DSL-Leitung ein, einmal mit Powerline-Verkehr, einmal ohne.

Beim Zugriff auf den Router über das Steuerprotokoll TR-064 [2] nutzt der VDSL-Performer nur Funktionen, die keine Authentisierung erfordern. Man muss also weder am Router noch am Powerline-Adapter etwas konfigurieren.

Die Differenz der so ermittelten SNR-Verläufe ergibt das individuelle Störprofil über die Frequenz. Hieraus errechnet der VDSL-Performer, welche OFDM-Träger des Powerline-Signals er in bis zu 30 Blöcken wie stark absenken muss, damit die VDSL-Verbindung möglichst unbeeinträchtigt bleibt. Die Absenkung kann bis zum Faktor 100 (~20 dB) gehen. Das so erstellte Minderungsprofil reicht der Router-Adapter an seine Geschwister im Powerline-Netz weiter.

### Auswirkungen

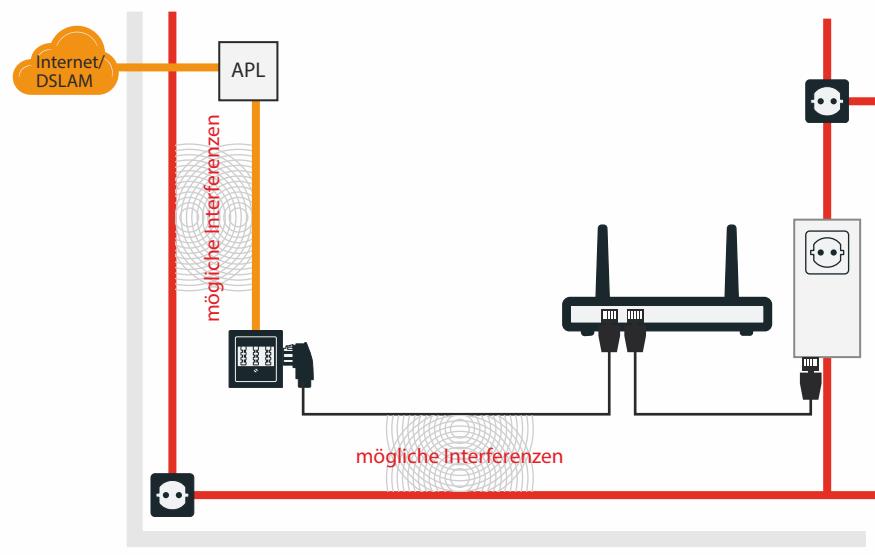
Nach Labormessungen von Devolo sollen selbst bei schweren Interferenzen, die im Alltag sehr selten zu erwarten seien, keine



**Devolos Magic-Adapter am Router fragt über das Steuerprotokoll TR-064 die Güte des DSL-Signals mit und ohne Powerline-Verkehr ab (Signal-to-Noise Ratio, SNR, links, L-PE-Pfad). Daraus errechnet der VDSL-Performer Leistungsabsenkungen für die Powerline-OFDM-Träger in bis zu 30 Frequenzblöcken (Mitte). Dadurch sinkt die Powerline-Datenrate in der Praxis kaum, sondern nur in dieser bewusst drastischen Laborsimulation um 10 bis 15 Prozent. Dafür wird das VDSL-Signal fast nicht mehr beeinträchtigt und Powerline-bedingte Internetabbrüche bleiben aus.**

## Internetausfälle durch Powerline

Wenn eine Stromleitung mit Powerline-Übertragung und ein TAE-Kabel beziehungsweise eine Telefonleitung mit dem VDSL-Signalstückweise nah beieinander parallel laufen, können sich die Systeme gegenseitig stören. In leichten Fällen sinkt nur die Internetdatenrate etwas, in schweren reißt die Verbindung immer wieder ab.



VDSL-Verbindungsabbrüche mehr auftreten. Dabei sei der DSL-Durchsatz nur um drei Prozent gesunken.

Mit den anderen Minderungstechniken (statische Absenkung für die beiden VDSL-Profile, SISO-Betrieb über nur ein Adernpaar der Stromleitung) kam es in der gleichen Situation noch in 12 bis 20 Prozent der Versuche zu Abbrüchen und zu maximal 26 Prozent Durchsatzeinbußen.

Bei der in der Grafik dargestellten Lauborsituation mit extrem starkem Übersprechen zwischen DSL und PLC sank der Powerline-Durchsatz um 10 bis 15 Prozent. Das soll laut Hersteller die große Ausnahme sein: In 99 Prozent der Alltagsfälle bemerke man keine Verringerung des Powerline-Durchsatzes.

Seine auch „Dynamische Interferenz-Minimierung“ genannte Technik hat Devolo seit 2017 in Zusammenarbeit mit Internetprovidern und Router-Herstellern entwickelt und inzwischen patentieren lassen. Sie soll Bestandteil des kommenden vierten Teils der einschlägigen EU-Norm EN 50561 werden [3].

### DIM-Praxis

Der VDSL-Performer steckt in der Anfang 2021 veröffentlichten Firmware für die Magic-Adapter-Baureihe, die die G.hn-Technik nutzt. Wer bei diesen Modellen das automatische Update aktiviert gelas-

sen hat, nutzt ihn bereits. Die anderen sollten die Magic-Firmware manuell auffrischen.

Die statische Anpassung an die VDSL-Profile in der Adapterkonfiguration (Kompatibilitätsmodus) bleibt erhalten. Beim Hochstufen des Internetanschlusses von Vectoring auf Super-Vectoring sollte man dort umschalten.

Den Adaptern der dLAN-Baureihe, die mit der HomePlug-AV2-Technik arbei-

ten, fehlen manche API-Funktionen, die Devolo für den VDSL-Performer braucht, unter anderem eine zum Auslesen des SNR der Powerline-Verbindung. Auch lässt sich bei diesen Adaptern der Sendepiegel nicht reduzieren, ohne sie neu zu starten.

Doch damit ist für die dLAN-Nutzer noch nicht alles verloren: Devolo untersucht zurzeit eine Lösung, bei der zusätzlich zur manuellen Anpassung dynamisch zwischen verschiedenen voreingestellten Minderungsprofilen umgeschaltet wird.

### Fazit

Devolos VDSL-Performer löst ein Problem elegant und gründlich, das zwar wenige Internetnutzer trifft, jenen aber sehr lästig ist. Auch wenn wir den Effekt nicht selbst nachmessen konnten, erscheinen die Angaben des Herstellers plausibel. Es bleiben zwei Dinge zu hoffen: Mehr Router-Fabrikanten sollten die dafür nötigen Statistiken über die DSL-Verbindung per TR-064 abfragbar machen. Und mehr Powerline-Adapter-Hersteller sollten die Technik lizenziieren und in ihre Produkte integrieren.

(ea@ct.de) ct

### Literatur

- [1] Frank Fitzek, James Gross, Andreas Köpsel, Kurzstrecken-Sprinter, Einblicke in die Technik neuer WLANs, c't 26/2001, S. 214
- [2] Johannes Endres, Fritz eingeseift, Fritzbox per Skript fernsteuern, c't 6/2015, S. 132
- [3] EN 50561: Kommunikationsgeräte auf elektrischen Niederspannungsnetzen

### VDSL und Powerline: [ct.de/ykv4](http://ct.de/ykv4)

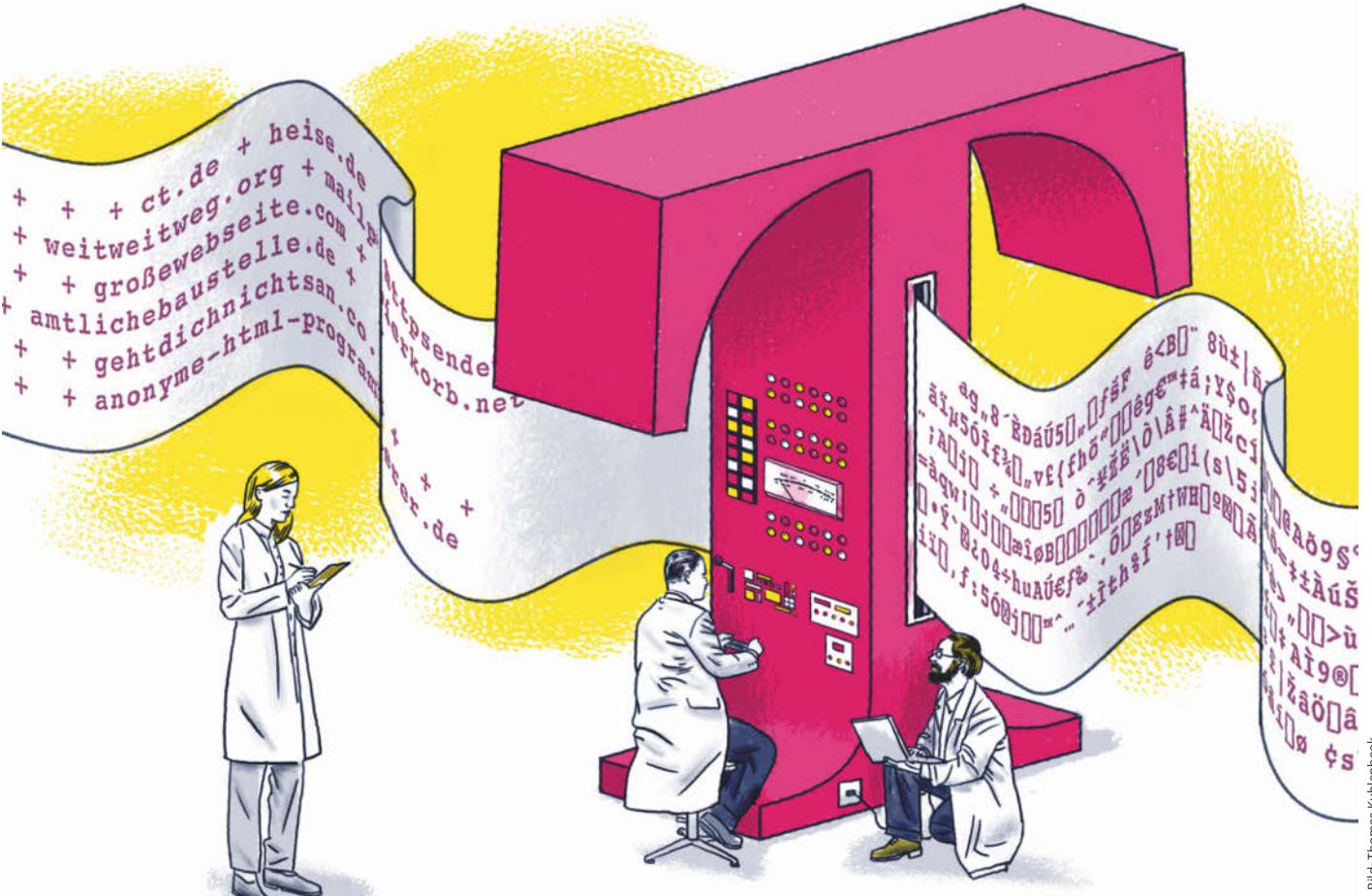


Bild: Thomas Kuhlenbeck

# Chiffrierte Auskunft

## Privatsphärenschutz: DNS-Verschlüsselung im Feldversuch bei der Telekom

Anfang des Jahres hat die Deutsche Telekom mit einem unerwarteten Schritt überrascht: Sie führte testweise neue Server in ihre Infrastruktur ein, die die Privatsphäre von Internetteilnehmern schützen. Nun liegen erste Ergebnisse und Pläne für die nächste Stufe vor.

Von Monika Ermert

Die Deutsche Telekom bietet Nutzern an, DNS-Anfragen mit dem neuen Protokoll DNS-over-HTTPS (DoH) zu verschlüsseln. Das ist eine gute Sache, denn so bleiben heikle Browseranfragen etwa nach [www.anonyme-alkoholiker.de](http://www.anonyme-alkoholiker.de) vor den Augen Unbefugter verborgen.

Der DNS-Dienst ist essenziell: Wenn ein DNS-Resolver zum Beispiel wegen Überlastung nicht antwortet, fällt für alle Nutzer, die ihre DNS-Anfragen an diesen Server senden, der Großteil der Internet-Dienste aus. Deshalb hat die Telekom den DoH-Service zunächst intern geprüft und den Feldversuch im Februar gestartet (siehe [ct.de/y331](http://ct.de/y331)). Inzwischen ist der DoH-Test positiv abgeschlossen, die Resolver bleiben aber weiterhin in Betrieb.

DoH ist jedoch nicht der einzige Weg, DNS-Daten zu verschlüsseln. Mit DNS-Crypt gibt es bereits seit Jahren ein Verfahren dafür, das sich allerdings noch nicht auf breiter Front durchgesetzt hat. Später sind unter dem Dach der Internet Engineering Task Force (IETF) DNS-over-TLS (DoT) und DNS-over-HTTPS entstanden (siehe [ct.de/y331](http://ct.de/y331)).

Bisher landeten die DNS-Anfragen der Nutzer fast zwangsläufig beim DNS-Resolver ihres Providers, denn Netzwerkgeräte schicken die Anfragen an den Router, der sie an jenen Resolver weiterleitet, den ihm der Internetprovider bei der Einwahl nennt. Mit der DNS-Verschlüsselung ändert sich das.

Die DoH-Technik wird bisher nicht in Router eingebaut, sondern stattdessen in

Programme wie Browser. DoT hat sich bisher hauptsächlich unter den etablierten DNS-Anbietern verbreitet. Es gibt längst diverse Clients für Smartphone- und für Desktop-Betriebssysteme. Auch der Router-Hersteller AVM zog Aufmerksamkeit an, indem er DoT in seine Fritzboxen einbaute (ab FritzOS 7.20).

Unterm Strich sind die Browserhersteller in einer stärkeren Position gegenüber DoT-Entwicklern, denn sie können jene DNS-Anfragen, die beim Surfen mit ihrem Browser anfallen, ohne Weiteres zu bestimmten Resolvern leiten, indem sie ihre DoH-Funktion vorkonfigurieren und schon ab Werk aktivieren. Beispielsweise ist das der Fall bei Firefox-Installationsarchiven, die Mozilla an Kunden in den USA ausliefern. Ob dann ein Router DNS-Anfragen ebenfalls verschlüsselt oder nicht, spielt keine Rolle, weil er die Anfragen des Browsers nur als HTTPS-Pakete durchleitet.

Zudem nutzt DoT bis auf wenige Ausnahmen den dafür reservierten TCP-Port 853, sodass autoritäre Staaten, die DNS-Anfragen ihrer Bürgerzensieren wollen, den Verkehr mit diesem Zielport einfach blockieren können. Damit dann der Internetzugriff überhaupt klappt, müssen Nutzer wieder die DNS-Resolver verwenden, die der Zensor kontrolliert.

Das von den Browserherstellern getriebene DoH nutzt hingegen den HTTPS-Port 443. Lauscher auf der Strecke vom Browser zum HTTPS-Endpunkt können nicht unterscheiden, ob durch den HTTPS-Tunnel gewöhnliche Webseiten oder DNS-Anfragen und -Antworten übertragen werden. Erst der empfangende Server entschlüsselt den HTTPS-Verkehr. Falls der angesprochene Server Webseiten ausliefert, verzweigen HTTP-Anfragen der Nutzer zum dortigen HTTP-Server (zum Beispiel Apache oder Nginx). DNS-Anfragen landen beim dortigen DNS-Resolver (beispielsweise Unbound). Die Antworten des Webservers und des Resolvers gehen wiederum HTTPS-verschlüsselt zum Browser des Surfers zurück.

Prinzipiell kann man den DoT-Verkehr auch über den HTTPS-Port abwickeln, aber weltweit sind nur wenige DoT-Server so konfiguriert. Was Zensur angeht, steht DoH also besser da als DoT.

Auch steckt DoH schon in Internetbrowsern wie Firefox und Chrome und moderne Android-Geräte bringen die Technik ab Werk mit (siehe ct.de/y331). Apple hat in seinen aktuellen macOS- und iOS-Varianten DoH-Schnittstellen für

Apps geschaffen (allerdings auch welche für DoT) und Microsoft hat DoH in Windows verankert. Die im Herbst erwarteten neuen Versionen macOS 12 und iOS 15 sowie iPadOS 15 nutzen im Zusammenspiel mit Apples kostenpflichtigem Angebot iCloud+ eine DoH-Variante, die DNS-Anfragen und die IP-Adresse des Nutzers vor den Augen des DNS-Resolvers und des Webserverbetreibers verbergen (mehr zu Oblivious DNS-over-HTTPS erfahren Sie via ct.de/y331).

Viele Datenschützer und Politiker wenden sich dagegen, dass DNS-Anfragen ohne Zustimmung der Nutzerinnen und Nutzer von Browsern umgeleitet werden. So ernstete Mozilla zu Beginn seiner DoH-Entwicklung Gegenwind, als Firefox in der Testphase seine Anfragen ausschließlich dem US-Unternehmen Cloudflare schickte. Firefox hat aber längst gelernt, beliebige DoH-Resolvers anzusprechen.

## Parallele Implementierung

Bei der Telekom sieht man beide Protokolle als gleichwertig an. Das sagt Nicolai Leymann, Professional Enterprise Architect IP Core Transport bei der Deutschen Telekom Technik. Telekom-Kunden sollen sogar die Methode der DNS-Verschlüsselung frei wählen können.

Anfangs hat die Telekom ihren DoH-Dienst für den Firefox-Browser ausgelegt. Er lässt sich aus beliebigen Netzen verwenden. Um ihn auszuprobieren, öffnet man „Einstellungen/Allgemein/Verbindungseinstellungen/Einstellungen/DNS über HTTPS aktivieren“ und stellt im

Menü die Option „Benutzerdefiniert“ ein. Die URL lautet <https://dns.telekom.de/dns-query>. Inzwischen lässt sich der Dienst auch mit aktuellen Chrome-Versionen nutzen („Einstellungen/Datenschutz und Sicherheit/Sicherheit/Sicheres DNS“).

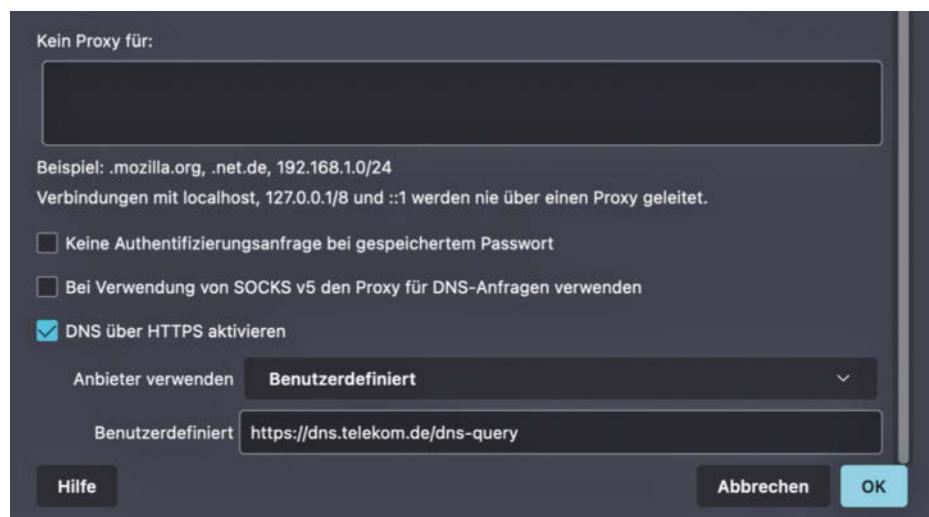
Wir haben den DoH-Service der Telekom auch mit Clients wie AdGuard Home über mehrere Wochen erfolgreich ausprobiert. Um zu prüfen, welchen DNS-Resolver der aktuelle Browser nutzt, kann man Testseiten wie [Browserleaks](https://browserleaks.com/) aufrufen und deren Ergebnisse mit der Konfiguration vergleichen (siehe ct.de/y331). Bei DoH-Resolvern kann man jedoch nur anhand der Zugehörigkeit der identifizierten DNS-IP-Adresse auf den Betreiber des Resolvers schließen; die Testseiten können nicht auf die eingetragene DoH-URL rückschließen.

Die Telekom hat den Dienst redundant ausgelegt. In unseren Tests haben mehrere DoH-Server von diversen IP-Adressen auf DNS-Anfragen geantwortet (217.237.150.145 bis 217.237.150.152). So möchte die Telekom auch größere Lasten verzögerungsfrei beantworten können.

## Mit DoT zügig nachziehen

Nach erfolgreichem DoH-Feldversuch bereitet die Telekom nun den DoT-Test vor.

Wenn alles glatt läuft, soll der öffentliche Test im Juli oder August starten. Leymann erklärte im Gespräch mit c't: „Die Ergebnisse des DoT-Trials lassen wir in die Speedport-Implementierung einfließen – im Wesentlichen geht es um das Finetuning verschiedener Parameter und die



**Bei Mozillas Firefox-Browser gehört die Verschlüsselungstechnik DoH schon seit Langem zum Funktionsumfang. Der Browserhersteller arbeitet unter anderem mit den Firmen Cloudflare und NextDNS zusammen. Alternativ lassen sich aber auch beliebige andere DoH-Resolver konfigurieren.**

The screenshot shows the 'Privacy and security' section in Google Chrome's settings. It includes options for 'Warnen, wenn Passwörter durch eine Datenpanne preisgegeben werden' (warning if passwords are leaked due to a data breach), 'Kein Schutz (nicht empfohlen)' (no protection, not recommended), and 'Sicheres DNS verwenden' (use secure DNS). Under 'Sicheres DNS verwenden', the 'Mit Ihrem aktuellen Dienstanbieter' option is selected, and the URL 'https://dns.telekom.de/dns-query' is listed.

**Google hat nicht nur seinem Chrome-Browser das Verschlüsseln von DNS-Anfragen beigebracht, sondern auch dem Smartphone-Betriebssystem Android. Der DoH-Server der Telekom lässt sich mit beiden Plattformen nutzen.**

Frage, wie wir DoT den Usern präsentieren.“ Das klingt nach einem klaren Plan, die hauseigene Router-Marke mit DoT aufzurüsten. Damit würden Speedport-Geräte in Sachen DNS-Vertraulichkeit zu den Fritzboxen aufschließen.

Obwohl DoH aktuell die größere Welle macht, geht Leymann davon aus, dass unverschlüsseltes DNS, DoH und DoT viele Jahre nebeneinander existieren werden: „DoT wird in Routern laufen und DoH wird sich in Browsern und Apps etablieren. Zwar lässt sich auch DoH auf einem Router implementieren. Und Microsoft führt sogar vor, wie man DoH im Betriebssystem verankert. Aber vorerst sehen wir DoH doch eher in den Anwendungen. Auf das unverschlüsselte DNS kann man angesichts vieler alter, nicht mehr Upgrade-fähiger Clients und auch Router nicht verzichten.“

Dass die Telekom DoH den Vortritt vor DoT ließ, dürfte an der zunehmenden Verbreitung von DoH-fähigen Browsern liegen. Sie können DNS-Anfragen in großer Zahl von Telekom-Anschlüssen zu externen Resolvern umleiten. Stellt die Telekom einen eigenen DoH-Service auf, kann sie auch verschlüsselte DNS-Anfragen selbst beantworten. Leymann urteilt: „Wir müssen unseren Kunden wenigstens verdeutlichen, dass ihre DNS-Anfragen ungewollt auf Servern landen können, die

weder zu unserer Infrastruktur gehören, noch in Europa stehen. Allerdings können wir garantieren, dass wir selbst nichts mit den DNS-Daten machen, weil wir sie nicht speichern. Wenn jedoch die Anwender ihre Daten irgendwo anders hinschicken, indem sie einen Dialog unbedacht mit OK bestätigen, können wir das nicht mehr erkennen oder gar geradebiegen.“

Die Firma will die DNS-Anfragen aber auch deshalb selbst beantworten, weil andernfalls das Risiko besteht, dass ihre Kunden Telekom-Dienste nicht mehr erreichen. „In den Genuss von DNS64 für mobile Netze oder optimierte Antwortzeiten kommen unsere Nutzer nur, wenn sie auch unsere DNS-Plattform verwenden. Hingegen erhebt die Politik Einwände gegen DoH, weil so Malware- und Kinderschutzfilter umgangen werden, wenn Browser nicht mehr die dafür konfigurierten Resolver befragen, sondern fremde Resolver ohne solche Filter“, erklärt Leymann.

DNS64 bildet zusammen mit NAT64 einen Übergangsmechanismus von IPv4- zu IPv6-Adressen und hilft IPv6-Clients, Server zu erreichen, für die im DNS nur eine IPv4-Adresse verzeichnet ist. Damit stützt unter anderem die Telekom ihren Mobilfunkdienst, den man seit rund einem Jahr allein per IPv6, also ohne Dualstack-Konfiguration nutzen kann.

## Wer wählt den Resolver aus?

Der große Streit zwischen Netzbetreibern und der Browser-Branche hat sich laut Leymann mittlerweile deutlich beruhigt. Hart gerungen wird aber darum, wer entscheiden soll, welchen DNS-Resolver die Nutzer bekommen. Sollen sie selbst entscheiden oder sollen die Betreiber von großen und kleinen Anwendungen die DNS-Resolver selbst auswählen?

Die bisher von Entwicklern vorgeschlagenen Konfigurationsmechanismen für Clients eignen sich nicht für Provider-Netze. Unter anderem deshalb arbeitet Leymann selbst an einer Methode, mittels der Clients die Adressen von verschlüsselnden DNS-Resolvern per Autokonfiguration lernen können. „Unser Ziel ist ein Discovery-Mechanismus zum Auffinden des DoH-Servers des eigenen Providers“, sagt Leymann. Für den Client im Heimnetz übernimmt diese Rolle der Heim-Router. Die Telekom braucht aber einen dynamischen Mechanismus, der beispielsweise auf DHCP aufsetzt.

Letztlich ist die DNS-Auflösung bislang ein Infraukturdienst, den die Provider ihren Kunden automatisch liefern. 97 Prozent der Telekom-Kunden nutzen die Resolver des Konzerns und ändern die DNS-Konfiguration niemals. Am besten wäre aus Leymanns Sicht, wenn das auch für die künftigen, verschlüsselten DNS-Varianten gelten würde. (dz@ct.de) **ct**

**DoH und DoT im Überblick, Apples ODoH: [ct.de/y331](https://ct.de/y331)**

The screenshot shows the 'DNS settings' section of the AdGuard Home dashboard. It lists 'Upstream DNS servers' with the following entries:  
https://dns11.quad9.net/dns-query  
tls://dns3.digitalcourage.de  
tls://dns.digitale-gesellschaft.ch  
https://anycast.censurfridns.dk/dns-query  
https://dns.telekom.de/dns-query  
[/fritz.box/]192.168.125.1  
#https://dns10.quad9.net/dns-query

**Mit dem AdBlocker und DNS-Filter AdGuard Home lässt sich der DNS-Dienst der Telekom ohne Weiteres nutzen. Trägt man mehrere Resolver ein, lassen sich DNS-Anfragen streuen, was etwaigen Mitlesern die Profilerstellung zusätzlich erschwert.**

# 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. Ideal auch für jene, die an den kompletten Fachinformationen aus den Zeitschriften-Jahrgängen interessiert sind.



## Bessere Aussichten mit dem Blick zurück:

Fakten, Meinungen, Tests und Hintergrundwissen – das Jahresarchiv 2020 mit allen Beiträgen aus 26 c't-Heften

auf DVD **24,90 €**  
auf 32 GByte USB 3.0-Stick **34,90 €**

## c't-Know-how XXL:

Alle Artikel von 1983 bis 2020

auf Blu-ray Disc **99,90 €**  
auf 64 GByte USB 3.0-Stick **139,90 €**

[shop.heise.de/ct-archiv20](http://shop.heise.de/ct-archiv20)



## iX-Know-how für IT-Experten:

Nachlesen, vergleichen, absichern – alle iX-Inhalte kompakt.

auf DVD **24,90 €**  
auf 32 GByte USB 3.0-Stick **34,90 €**

## iX-Know-how XXL:

Alle Beiträge von 1988 bis 2020

auf 64 GByte USB 3.0-Stick **109,90 €**

[shop.heise.de/ix-archiv20](http://shop.heise.de/ix-archiv20)



## Neues baut auf Altem auf:

Ihr Blick in wichtige Fakten und Hintergrundinfos des Archives 2020 von Deutschlands einzigem Innovationsmagazin.

auf DVD **24,90 €**

## Technology Review-Know-how XL:

Alle Artikel von 2003 bis 2020

auf DVD **59,90 €**

[shop.heise.de/tr-archiv20](http://shop.heise.de/tr-archiv20)

**heise shop**

[shop.heise.de/archive20](http://shop.heise.de/archive20)

Bestellen Sie ganz einfach online im heise shop oder per E-Mail: [service@shop.heise.de](mailto:service@shop.heise.de)

© Copyright by Heise Medien.



Bild: Rudolf A. Blaha

# Ganz genau!

## Zentimetergenaue Positionsbestimmung mit Satelliten

Dass man mit Satellitensystemen wie GPS Positionen auf einige Meter genau bestimmen kann, ist nichts Neues. Fürs autonome Fahren, für Lieferdrohnen und anderes braucht man aber mehr Genauigkeit.

Von Dirk Koller und Michael Link

Für die Jogging-Runde, die Routenberechnung und das Loggen von Fotostandorten reicht die übliche Genauigkeit von einigen Metern aus, die satellitengestützte Positionsbestimmungssysteme wie GPS, Glonass und Galileo liefern. Dienste, die eine Ortsbestimmung per Satellit ermöglichen, fasst man eigentlich mit dem Summenkürzel GNSS (Global Navigation Satellite Systems) zusammen. Weil aber Nichtfachleute das Kürzel nicht kennen, benutzen diese öfter das Kürzel GPS, auch wenn sie sich per Galileo oder anderen Satelliten lokalisieren lassen.

Während fürs Joggen ein paar Meter Genauigkeit reichen, sieht es beispielsweise im sogenannten Precision Farming in der Landwirtschaft anders aus. Dort müssen Mähdrescher zentimetergenau fahren, damit nicht abgemäht wird, was stehen bleiben soll, etwa Grünstreifen. Wenn Landmaschinen autonom fahren, braucht man eine hohe Präzision mindestens im Dezimeterbereich. Ähnliches gilt für Lieferdrohnen, denn das ersehnte Paket soll ja nicht in Nachbars Birnbaum landen.

Noch genauer muss es bei der Vermessung zugehen, Positioniergenauigkeiten von einem Zentimeter und weniger sind gefragt. Hier stehen die Positionsbestimmungs- und Vermessungsmöglichkeiten per Satellit in Konkurrenz zu bewährten, aber arbeitsintensiven Geräten wie Tachymeter und Theodolit.

### Die Vermessung der Welt

Genauigkeiten im Zentimeterbereich waren auf große Distanz lange Zeit undenkbar. Entfernungswerte zwischen zwei Punkten in Europa und Amerika

## Trilateration

GPS basiert wie andere Satellitennavigationssysteme auf dem Prinzip der Trilateration, nutzt also nicht wie bei der Triangulation Winkel, sondern Entferungen.

Das Signal eines GPS-Satelliten braucht trotz Ausbreitung mit Lichtgeschwindigkeit einen Moment, bis es bei einem GPS-Empfänger auf der Erde ankommt. Diese Laufzeit des Signals macht man sich zunutze. Die Laufzeit wird auf der Erde aus der Differenz zwischen dem Zeitstempel beim Losschicken des Signals und der Zeit des Eintreffens am Empfangsort ermittelt. Weil sich Funkwellen mit Lichtgeschwindigkeit (299.792,458 km/s) ausbreiten, muss man nur die Laufzeit damit multiplizieren und heraus kommt die Entfernung zwischen Satellit und Empfänger.

Das ist zwar noch nicht die Position, aber ein wichtiges Zwischenergebnis. Nun kann man nämlich schon mal vom Satelliten aus eine Kugelschale mit dem Radius der ermittelten Entfernung konstruieren. Der Empfänger muss sich auf irgendeinem Punkt dieser Kugelfläche befinden. Wenn man annehmen darf, dass der Empfänger auf der Erdoberfläche ist, kann man auch einfach schauen, wo sich die Kugeloberfläche mit der Erdoberfläche schneidet. Diese Schnittlinie ergibt eine Kreislinie, auf der sich der Empfänger befindet. zieht man die Laufzeitberechnung eines weiteren empfangenen Satellitensignals hinzu, ergibt sich auch daraus wieder ein Kreis möglicher Orte des Empfängers auf der Erdoberfläche. Beide Kreise schneiden sich an zwei Punkten. Erst mit dem dritten Kreis, also dem Signal eines weiteren Satelliten, bleibt nur noch ein einziger Schnittpunkt übrig – der Ort des GPS-Empfängers. Soweit zur nackten Ortsberechnung. Interessant ist aber auch, wie die Signale der Satelliten übermittelt und verarbeitet werden.

Alle Satelliten senden gleichzeitig und stets ein pseudozufälliges Rauschen (**Pseudo Random Noise**), das aus bekannten Generatorpolynomen gebildet wird. Auf das jeweilige Trägersignal wird ein kodierter Datenstrom moduliert, der die Position und die Kennung des Satelliten sowie einen Zeitstempel hochgenauer Atomuhren an Bord und Statusmeldungen enthält.

Für zivile Nutzer senden GPS-Satelliten auf 1542,42 Megahertz – oft als L1 benannt – den sogenannten C/A-Code („Coarse Acquisition“). Seit 2005 wird dieser auch auf 1227,60 Megahertz als L2C-Signal übertragen, aber nur von Zweifrequenzempfängern aufgenommen. Für militärische Nutzer sendet das GPS-System auf L1 sowie auf 1227,60 Megahertz (L2) den P(Y)-Code, der in Verbindung mit einer erhöhten Übertragungsrate eine noch genauere Ortsbestimmung ermöglicht. Das P in der Abkürzung steht für „Precise Positioning“, das Ypsilon für einen geheimen und bei Bedarf zuschaltbaren Code zum Verschlüsseln. Seit 2010 rüsten die US-Behörden als Betreiber des GPS-Systems neu in den Orbit gebrachte Satelliten mit einem weiteren Kanal auf 1176,45 Megahertz aus, L5 genannt. Diese Signale dienen vorrangig der Luftfahrt und Rettungsdiensten. Sie sollen für mehr Robustheit gegenüber Funkstörungen sowie in schwierigen Empfangslagen sorgen, doch auch Sportuhren nutzen L5 schon.

Die Satellitenuhren gehen zwar atomzeitgenau, die der Empfänger aber nicht – wer will schon eine Atomuhr im GPS-

Empfänger mitnehmen? Es sind also nicht nur die Koordinaten gesucht, auch die Zeit im Empfänger muss mit der in den Satelliten synchronisiert werden. Daher nimmt man ein weiteres Signal eines vierten Satelliten in ein Gleichungssystem mit vier Unbekannten auf. Bis die Uhren synchronisiert sind, werden nur grobe, sogenannte Pseudo-Entfernungen berechnet, die nach und nach in einem iterativen Prozess durch die Zeitsynchronisation genauer werden. Daher „wandert“ ein Navi-Pfeil kurz nach dem Einschalten.

Bei Smartphones und anderen Geräten, die außer GPS auch noch Signale weiterer Satellitennavigationssysteme verarbeiten, werden die Entfernungsrechnungen verschiedener Systeme so zusammengeführt, als kämen die Berechnungen allein von einem System. Die Chipsätze der Smartphones berücksichtigen zuerst Signale von GPS- und den russischen Glonass-Satelliten. Auch wenn schon weniger Satelliten wie beschrieben zur Positionsbestimmung reichen: Erst wenn damit keine neun Signale zusammenkommen, sucht das Smartphone auch nach Galileo- sowie den chinesischen Beidou-Satelliten.



**Die Ortsbestimmung ist eigentlich eine Laufzeitmessung. Mit drei Signalen exakt gleicher Laufzeit und mit einem Signal zum Zeitvergleich als vierter Komponente ist eine Position bestimmt.**

schwankten üblich um mehr als 100 Meter. Die genaueste geodätische Methode, die Triangulation, überwand nun mal keine Ozeane, weil die Eckpunkte sich wegen der großen Entfernungen außer Sicht befinden.

Satellitennavigationssysteme haben eine recht lange Vorgeschichte. Schon seit der Mitte der Neunzigerjahre ist das bekannteste, das GPS, voll funktionsfähig. Jeweils vier Satelliten bewegen sich dabei auf sechs Hauptorbits, auf einigen Bahnen gibt es weitere als Reserve. Sie sind gegenüber dem Äquator um 55 Grad geneigt und befinden sich in 20.200 Kilometern Höhe. Mit dieser Konstellation umlaufender Satelliten ist es unter freiem Himmel in der Regel möglich, die Funksignale von mindestens vier, oft aber mehr GPS-Satelliten zu empfangen. Mithilfe ihrer Signale vollzieht der Empfänger die eigentliche Positionsbestimmung.

Das erste GPS-Gerät, das Macrometer V-1000 aus dem Jahr 1982, hatte die Abmessungen eines Kühlzentrums und ermöglichte Positionsbestimmungen mit einer Unsicherheit von mehreren Metern. Aus den sündhaft teuren und riesigen Klötzen sind preisgünstige, in winzige Chips integrierte Funktionen geworden. Bei der Genauigkeit hat sich grundsätzlich aber nicht viel verändert, auch wenn sich das für zivile Nutzer mit Wegfall der absicht-

lichen Verschlechterung des GPS-Signals (Selective Availability) ab 2000 durchaus anders anfühlen mag.

Herkömmliche Satellitennavigationsgeräte aktualisieren die errechnete Position einmal pro Sekunde, einige wenige Modelle auch häufiger. Wie weit die von den vom GPS-Gerät berechneten Positionen streuen, wird mit der englischsprachigen Prägung „Dilution of Precision“ ausgedrückt, abgekürzt DOP. Sie steht nicht pauschal für die Ungenauigkeit der Messung, sondern für die Streuung der Messwerte infolge der vom Empfänger aus betrachteten geometrischen Position der Satelliten zueinander.

Stehen die Satelliten eng zusammen oder erscheinen sie im Extremfall fast wie in einer Perlenkette aufgereiht, attestiert das GPS-Gerät dafür einen höheren DOP-Wert, weil sich die Schnittlinien zur Positionsbestimmung (siehe Kasten) in einem ungünstigen flachen Winkel treffen und somit schleifende Schnitte wahrscheinlicher werden. Erscheinen die Satelliten über einen weiten Bereich des Himmels, treffen die Schnittlinien für die Positionsbestimmung in einem günstigeren Winkel aufeinander, oft sogar fast senkrecht. Der DOP-Wert wird somit kleiner und die Streuung der Positionen geringer.

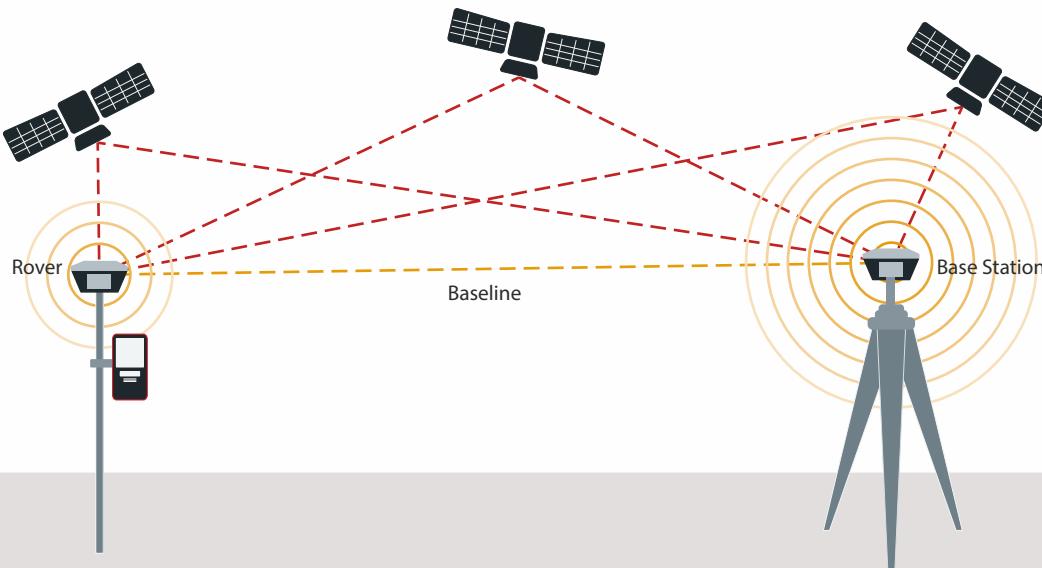
Um die Richtung der Streuung einzuschränken, erhalten DOP-Werte Bezeichner:

Die PDOP (Position Dilution of Precision) beziffert dabei den Gesamtfehler, der sich aus der horizontalen Ungenauigkeit (HDOP) und der vertikalen Ungenauigkeit (VDOP) errechnen lässt:  $PDOP^2 = HDOP^2 + VDOP^2$ . Für Anwendungen als Zeitnormal kommt auch eine zeitliche (temporale) Unschärfe zum Tragen, die sich im TDOP-Wert ausdrückt. Da der vertikale Fehler außer bei der Luftfahrt und bei einigen Vermessungsaufgaben weniger interessiert, ist der Begriff HDOP bekannter. Die DOP-Werte sind Geräte-Logs, die sogenannte NMEA-Daten enthalten, und zwar unter dem Bezeichner \$GPGGA.

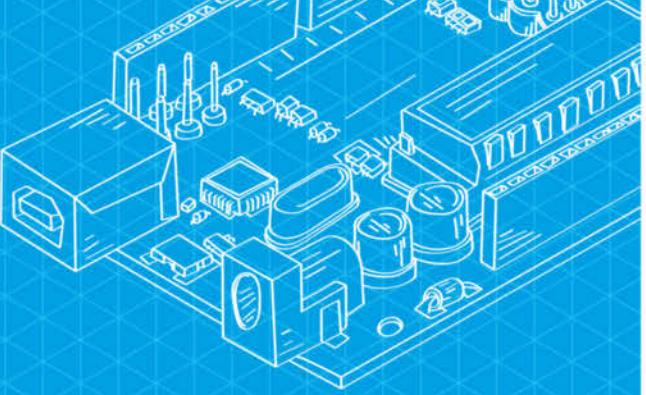
Selbst wenn DOP-Werte anzeigen, dass die Satellitenkonstellation günstig ist, erhält man oft größere Abweichungen. Ein gewisses Maß an Abweichung ist eingeplant. Nach den Spezifikationen der US-Regierung darf der Fehler bei handelsüblichen GPS-Geräten 7,8 Meter während 95 Prozent der Zeit betragen. Den größten Anteil daran haben Fehler durch Beugungs- und Dämpfungseffekte der Signale beim Durchqueren der Ionosphäre: Besteht sich ein Satellit vom Empfänger aus gesehen nah am Horizont, müssen seine Signale eine längere Strecke durch die Ionosphäre zurücklegen als Satelliten, die quasi direkt über dem Empfänger stehen. Daraus ergibt sich eine zeitliche Verzögerung, die einen Messfehler von fünf Me-

## So funktioniert Real Time Kinematic (RTK)

Bei der RTK-Vermessung ist die Messung zentimetergenau. Sie benutzt sowohl die Entfernungsberechnung über die Trägerphase als auch die Korrektursignale von Referenzstationen und ähnelt daher dem etablierten Differential-GPS.



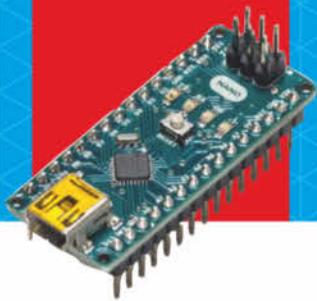
# Make:



## DAS KANNST DU AUCH!



GRATIS!



## 2x Make testen und 6 € sparen!

### Ihre Vorteile:

- ✓ **GRATIS dazu:** Arduino Nano
- ✓ Zugriff auf Online-Artikel-Archiv\*
- ✓ **NEU:** Jetzt auch im Browser lesen!
- ✓ Zusätzlich digital über iOS oder Android lesen

Für nur 15,60 Euro statt 21,80 Euro.

\* Für die Laufzeit des Angebotes.

Jetzt bestellen: [make-magazin.de/miniauto](http://make-magazin.de/miniauto)

tern und damit den Löwenanteil aus dem besagten Fehlerbudget bewirken kann. Zum Vergleich: Ein Uhrenfehler von 1 Nanosekunde im Satelliten bewirkt einen Ortsfehler von nur rund 30 Zentimeter.

Auch Brechungseffekte in der Witterschicht, in der Atmosphäre sowie Signal-ausbreitungseehler durch Reflexion der GPS-Signale an Gebäuden oder nassen Blättern verschlechtern die Genauigkeit. Sogar gerätebezogene Ursachen spielen eine Rolle, etwa Empfängerfehler wie das frequenzabhängige thermische Messrauschen oder hardwarebedingte Verzögerungen. Bei Feld-Wald-Wiesen-GPS-Empfängern, die lediglich die Signale auf einer einzigen Frequenz empfangen, nämlich die auf 1575,42 Megahertz, summieren sich die Effekte in der Praxis auf eine durchschnittliche Genauigkeit von rund 5 Metern.

## Optimiert und korrigiert

Verschiedene Techniken sollen Fehler ausbügeln. Eine davon: Korrektursignale von weiteren Satelliten, wie etwa der Wide-Area Augmentation Service (WAAS) beziehungsweise der europäischen Variante European Geostationary Navigation Overlay Service (Egnos). Korrekturdaten müssen aber nicht zwangsläufig von Satelliten kommen. Sie können auch vom Smartphone übers Mobilfunknetz empfangen werden.

Die Korrekturdatenlieferanten arbeiten nach ähnlichen Prinzipien. Das Egnos-System beispielsweise betreibt drei geostationäre Satelliten und ein Netz von Bodenstationen. Die Satelliten senden

Entfernungsmesssignale aus, die denen der Navigationssatelliten ähneln. Empfänger können sie also wie herkömmliche GNSS-Signale benutzen. Wichtiger sind weitere Daten, die den Empfängern aktuelle Informationen zum Maß und der räumlichen Verteilung der Elektronendichte in der Ionosphäre liefern. Diese hat Einfluss auf die Laufzeiten der Satellitensignale, was sich wie beschrieben sehr stark auf die berechnete Entfernung zum Satelliten auswirkt.

Während Dienste wie Egnos und WAAS Korrekturdaten liefern, leistet das vielfach bekanntere Assisted-GPS (A-GPS) etwas völlig anderes. Es stellt dem GNSS-Empfänger in Form eines Almanachs eine Art längerfristigen Fahrplan über die Bahnverläufe sowie ein paar Fehlerkorrekturen bereit. Beides wird auch von den Satelliten selbst gesendet, doch A-GPS-Daten helfen beim schnelleren GPS-Fix einer Position. Ohne Almanachdaten oder mit veralteten Werten braucht ein Empfänger weitaus länger, bis er aus dem Signalbrei die Satellitendaten extrahieren kann: Das komplette GPS-Datensignal setzt sich aus 37.500 Bit zusammen. Bei einer Übertragungsgeschwindigkeit von 50 Bit pro Sekunde dauert eine vollständige Übermittlung also 12,5 Minuten. Sie lässt sich verkürzen, wenn man die Daten als A-GPS-Daten übers Internet lädt und damit den Empfangschip füttert.

Ein anderer Ansatz nutzt Phasenbeobachtungen der übertragenden Funkwellen zur Ermittlung der Entfernung zu den Satelliten (Precise Point Positioning, kurz PPP) mit Genauigkeiten zwischen 20 und

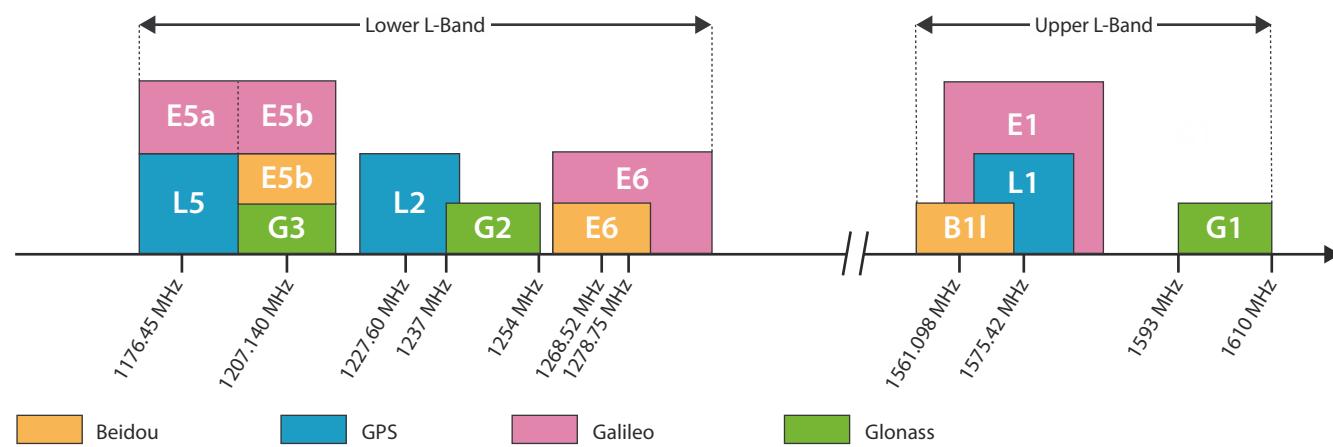
50 Zentimetern. Dazu benötigt man präzise Bahndateninformationen sowie eine sehr exakte Uhrzeit und andere Korrekturparameter, etwa solche, die Phasendrehungseffekte durch die Rotation der Satelliten ausgleichen oder Effekte der Sonnen- und Mondanziehung auf den Erdkörper wegrechnen. Die wichtigste Zutat ist ein Mehrfrequenzempfänger, die weiter unten noch erläutert werden, und sehr viel Zeit für die Phasenbeobachtungen, die beim PPP das wichtigste Instrument darstellen. Die nötigen Korrekturdaten und Bahndaten als Vergleichsnormal kann man zum Beispiel vom International GNSS Service kostenlos beziehen.

Einen Schritt weiter geht man beim Differential Global Positioning System (DGPS). Um Genauigkeiten von zwei bis fünf Zentimeter zu erreichen, arbeitet es mit Referenzstationen: Man ermittelt die Position für eine eingemessene Station zu einer gegebenen Zeit und überträgt die dabei aufgetretene Abweichung auf die eigentlich zu messende Position, den sogenannten Rover. Das kann per Funk oder via Internet geschehen. Die Entfernung zwischen Basis und Rover bezeichnet man als Baseline und sie sollte nicht größer als zehn Kilometer sein.

Die Korrektur der Position mit den Referenzdaten lässt sich auch im Nachgang der Messung erledigen; man spricht dann von Postprocessing. Das bietet sich an, wenn zwar genaue Positionen erwünscht sind, diese aber nicht in Echtzeit benötigt werden, zum Beispiel, wenn man nachträglich Fotos aus einem Drohnenflug vermessen will. In anderen Situationen

## Benennungen der Frequenzbänder

Die Frequenzen der Satellitensysteme werden üblicherweise mit Kürzeln bezeichnet.



wird aber die exakte korrigierte Position in Echtzeit gebraucht, beispielsweise beim bereits erwähnten Mähdrescher oder bei der Paketdrohne.

## Real Time Kinetics

Das derzeit leistungsfähigste Korrekturverfahren nennt sich Real Time Kinetics (RTK). Es reduziert Messungenauigkeiten auf weniger als einen Zentimeter in der Horizontalen. Erreicht wird dies durch die Kombination zweier Optimierungen: RTK nutzt sowohl die Entfernungsbestimmung über die Trägerphase als auch die Korrektursignale von Referenzstationen. Voraussetzung ist ein Empfänger, der nicht nur eine Position über eine Schnittstelle ausgibt, sondern Zugriff auf die Rohdaten hat.

Die auftretenden Phasenmehrdeutigkeiten zur sogenannten RTK-Fix-Position sind nur mit recht komplexen mathematischen Verfahren herauszurechnen. In Verbindung mit der Open Source-Software RTKLIB ([www.rtklib.com](http://www.rtklib.com)) lassen sich aber schon mit herkömmlichen günstigen Einfrequenzempfängern zentimetergenaue GPS-Auflösungen erzielen. Die erforderlichen Referenzdaten könnte man sich selbst erzeugen, indem man einen zweiten Empfänger an einer exakt bestimmten Position aufstellt, also ganz ähnlich wie beim Differential-GPS.

In der Praxis hat man solche exakt vermessenen Positionen allerdings selten da, wo man sie braucht. Und weil ein zweiter Empfänger mit Kosten verbunden ist, bietet sich an, die Korrekturdaten eines kommerziellen Anbieters zu nutzen. Für Deutschland sind solche Referenzdaten flächendeckend vorhanden und in einigen Bundesländern dank Sapos, dem Satellitenpositionierungsdienst der deutschen Landesvermessungen, sogar kostenlos.

Sapos unterhält ein Netzwerk von Referenzstationen und ermöglicht es, die Daten der nächstgelegenen Station als Download für die Korrektur im Postprocessing oder per Internet live als NTRIP-Stream zu beziehen. Die Abkürzung steht für „Networked Transport of RTCM via Internet Protocol“, wobei das RTCM wiederum ausgeschrieben „Radio Technical Commission for Maritime Services“ bedeutet. NTRIP ist ein vom Bundesamt für Kartographie und Geodäsie und der Universität Dortmund entwickeltes Verfahren, mit dem man Korrekturdatenströme via Internet bereitstellt. Außerdem unterstützt Sapos virtuelle Referenzstationen (VRS), bei denen die Daten mehrerer Re-



**Das ublox-Modul ZED-F9P ist mit 170 Euro einigermaßen erschwinglich. Es gibt dafür auch fertige Entwickler-Boards, einige andere integrieren das Modul bereits ebenfalls.**

ferenzstationen zu einer fiktiven Station an der ungefähren Position des Nutzers gemittelt werden.

## Mehrfrequenzempfänger

Eine wichtige Möglichkeit zur Fehlerminimierung ist es, direkt im GPS-Empfänger ein besseres Signal zu bekommen. Besonders bei großen dämpfenden Abschattungen in mehrere Richtungen etwa durch Gebäude, Berge oder Bäume haben die üblichen Einfrequenzempfänger, die nur das L1-Signal empfangen, selbst dann Schwierigkeiten, die nötige Anzahl an GNSS-Satelliten ins Sichtfeld zu bekommen, wenn sie Signale mehrerer Navigationssysteme verarbeiten könnten. Zudem brauchen sie recht lange für ihren Job. Bessere Antennen könnten Abhilfe schaffen, doch die benötigen etwas Platz. Das gilt besonders für Helix-Antennen, wie man sie etwa als markanten Stummel auf den Garmin-Handgeräten der GPSMAP-60-Reihe findet.

Auch ohne aufwendige Antennen geht es besser: Profis verwenden überwiegend Mehrfrequenzempfänger. Diese empfangen beispielsweise die GPS-Signale auf L1 (1575,42 MHz) und L2C (1227,60 MHz). Das hilft, die Berechnungsfehler zu ver-

ringern, die beim Durchqueren der Ionosphäre entstehen, weil die Ionosphäre auf Signale unterschiedlicher Frequenz verschieden einwirkt und sich Laufzeitenunterschiede von gleichen Satelliten somit herausrechnen lassen.

Nebenbei verkürzt dies die sogenannte Time-to-fix, also die Zeit, bis eine Position ermittelt ist. Zudem kann die Baseline für Differentialverfahren bei Mehrfrequenzempfängern auf rund 100 Kilometer verlängert werden. Nachteil: Mehrfrequenzempfänger waren bislang sehr teuer – deutlich im vierstelligen Bereich.

Doch die Technik könnte nun erschwinglicher werden: Der Schweizer Chipsteller ublox stellte 2020 das Modul ZED-F9P vor, das im Hinblick auf Mehrfrequenzempfang Möglichkeiten zu einem auch für nichtprofessionelle Wünsche noch akzeptablen Preis (170 Euro) bringt. Es empfängt GPS, das russische Glonass, das europäische Galileo sowie Chinas Beidou auf den Bändern L2OF, L2C, E1B/C, B2I, E5b, L1C/A, L1OF und B1I.

Für Bastler interessanter ist das Entwickler-Board CO99-F9P (ab 210 Euro). Man darf sich darunter kein benutzerfreundliches Endgerät in robustem Gehäuse mit Bedienungsanleitung und Antennenstab vorstellen, sondern einen Rohbau mit der vollen Funktionalität des Chips – die man dem Gerät aber per Software selbst entlocken muss. Das Board ist mit USB-, I2C- (SDA, SCL), SPI- und UART-Anschlüssen ausgestattet.

Man benötigt zusätzlich eine Mehrfrequenzantenne wie etwa die TW 3870 von Tallysman – sie empfängt Signale von GPS auf L1/L2, Glonass auf G1/G2, Beidou auf B1 sowie Galileo im Bereich E1. Insgesamt kosten alle Bauteile knapp 450 Euro. Dafür erhalten Bastelwillige ein GNSS-System mit Empfangseigenschaften eines Geräts aus der Oberliga. Hinweise zum Start eines solchen Projektes finden sich unter [ct.de/y5dq](http://ct.de/y5dq).

## Auf den Punkt

Ob man nun Ländergrenzen vermessen will oder die Lieferdrohne exakt führen möchte: Vom Profi bis zum Laien kann heute jedermann Satellitendaten zur Positionsbestimmung nutzen. Mit Bastuprojekten kann man preiswert zentimetergenau messen, sodass man mit Profis mithalten kann.

(mil@ct.de) ct

**RTKlib-Software, Bauvorschläge und Bezugsquellen: [ct.de/y5dq](http://ct.de/y5dq)**

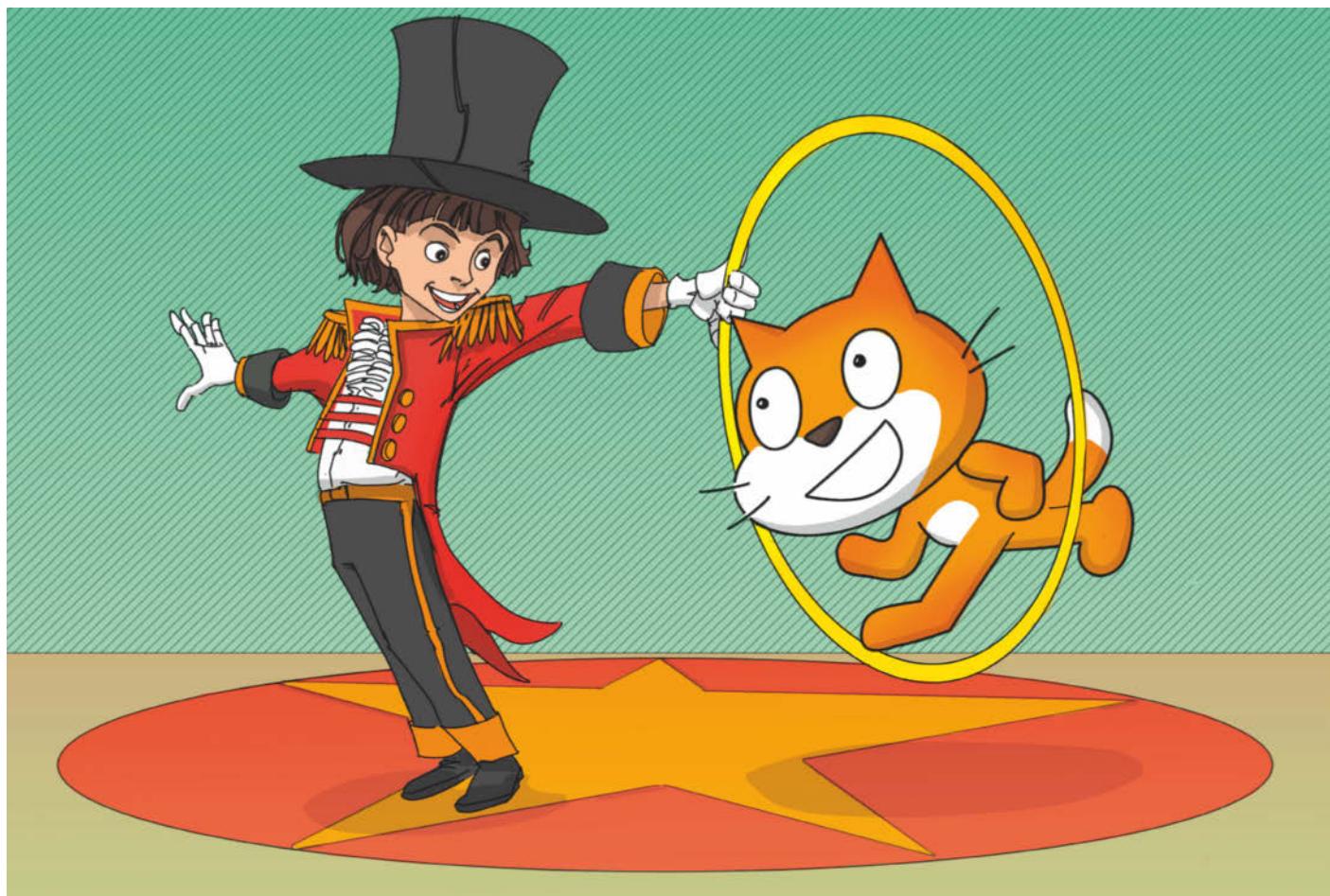


Bild: Thorsten Hübner

# Kleine Coder

## Projekt AlgoKids: So gelingt Programmieren in der Grundschule

**Erst einmal den eigenen Lehrer programmieren, bevor es später daran geht, die Scratch-Katze über den Bildschirm zu steuern – mit unkonventionellen Methoden gelingt es im Modellversuch „AlgoKids – Algorithmen für Kinder“ der Technischen Universität München, Kindern bereits in den ersten Schuljahren Informatikkenntnisse zu vermitteln.**

Von Katharina Geldreich

Kinder sind fasziniert von der digitalen Welt. Doch während Grundschüler in anderen Ländern schon munter programmieren, wird hierzulande noch über den Sinn von Informatikunterricht in der Primarstufe diskutiert. Dabei sind grundlegende informatische Fertigkeiten unabdingbar, um an der durch die Digitalisierung geprägten Welt teilzuhaben und sie mitzugestalten. Das gilt bereits für Grundschüler. Die Ergebnisse der neuesten KIM-Studie (siehe ct.de/yc39) zeigen jedoch, dass sich der Einsatz digitaler Medien an deutschen Grundschulen hauptsächlich darauf beschränkt, Texte zu schreiben, im Internet zu recherchieren und Lernprogram-

me zu nutzen – ein Blick hinter die Funktionsweisen solcher Anwendungen oder gar das Entwickeln eigener Programme stehen in der Regel nicht auf dem Lehrplan.

In die Lehrpläne der weiterführenden Schulen hat die Informatik immerhin nach und nach Einzug gehalten. Der „Informatik-Monitor“ der Gesellschaft für Informatik (siehe ct.de/yc39) vergleicht die Lehrpläne aller Bundesländer. Demnach haben Schüler in 14 Bundesländern in der Sekundarstufe I Zugang zu informatischer Bildung – entweder als Pflicht- oder als Wahlfach. Für Kritiker einer frühen informatischen Grundbildung stellt sich daher die Frage, warum

das Thema bereits in der Grundschule unterrichtet werden sollte.

## Früher Einstieg

Das Ziel informatischer Bildung in der Grundschule ist es keinesfalls, alle Kinder zu Informatik-Profis auszubilden oder ihnen den Berufswunsch des Programmierers oder der Programmiererin nahezulegen. Vielmehr geht es darum, bei Jungen und Mädchen gleichermaßen Interesse zu wecken und sie zu motivieren, sich mit Themen der Informatik auseinanderzusetzen. Sie sollten verstehen, dass Computer keine mystischen Zauberkisten sind, sondern nur das ausführen, was ein Mensch programmiert hat. Zentral dabei ist die Erfahrung, dass sie die digitale Welt auch selbst mitgestalten und so aus der bloßen Nutzerrolle heraustreten können.

Die Erfahrung zeigt, dass es Vorteile bietet, diese Grundlagen früh zu legen, denn stereotype Vorstellungen und genderspezifische Zuschreibungen zur Informatik festigen sich in der Pubertät. Wenn der Informatikunterricht erst in den weiterführenden Schulen eingesetzt, sind viele Rollenbilder bereits im Bewusstsein der Schüler verankert; Informatik ist dann bereits als „Männerfach“ abgestempelt. Wenn Kinder dagegen vor der Pubertät positive Erfahrungen mit informatischen Inhalten machen, trägt das zu einer vorurteilsfreien Sicht der MINT-Berufsfelder bei – insbesondere auch bei den Mädchen.

Gerade in den ersten Schuljahren ist allerdings ein altersgerechter Zugang zu Unterrichtsinhalten rund um die Informatik wichtig. Es kann nicht darum gehen, die Syntax einer Programmiersprache zu büffeln. Vielmehr sollte der Unterricht „informatisches Denken“ vermitteln, so die Übersetzung des englischen Begriffs „Computational Thinking“. Er wurde wesentlich von der Informatikerin Jeannette M. Wing geprägt und umfasst alle Denkprozesse, die daran beteiligt sind, ein Problem zu identifizieren und den Weg zu dessen Lösung so zu formulieren, dass ein Mensch oder Computer das Problem lösen kann. Kinder kommen durch die Auseinandersetzung mit informatischen Themen früh mit dieser Denkweise in Kontakt. Informatikdidaktiker gehen davon aus, dass das informative Denken auch in anderen Fächern und sogar im Alltag hilfreich ist.

## Internationaler Stand

Seit einigen Jahren wird international in Wissenschaft und Politik verstärkt diskutiert, ob und inwieweit informative Inhalte Einzug in die Grundschule finden sollten. Zahlreiche Länder haben dies bereits auf ganz unterschiedliche Weise realisiert. Ein direkter Vergleich der Konzepte gestaltet sich mitunter schwierig, da die Grundschule mancherorts bis zu neun Jahrgangsstufen umfasst.

Zu den Ländern, die Informatik bereits in der Grundschule als eigenständi-



Bild: Projekt AlgoKids, TU München

**Schritt für Schritt zum Marmeladenbrot:** Anhand von Alltagstätigkeiten erarbeiten sich die Kinder ein Konzept des Begriffs Algorithmus.

ges Fach unterrichten, gehören Australien, Großbritannien, Neuseeland, Polen, die Schweiz und die Slowakei. Die Lehrpläne umfassen Inhalte wie Daten, Informatiksysteme, Programmieren sowie „Computational Thinking“. Zusätzlich berücksichtigen sie zumeist Aspekte der Mediennutzung und -kompetenz. Die Bezeichnungen des Fachs unterscheiden sich: In einigen Ländern trägt das Fach den Namen „Informatik“, in anderen „Digital Technologies“ oder „Computer Activities“.

Weitere Länder wie Finnland, Japan, Litauen, Schweden und Südkorea gehen den Weg, informative Inhalte in bestehende Fächer zu integrieren. So lernen Schüler in Schweden im Mathematikunterricht, eindeutige Anweisungen und später Algorithmen zu formulieren und schließlich Programmieren. In Finnland wird das Programmieren im Rahmen des Mathematik- und Werkunterrichts vermittelt.

Andere Länder behandeln informative Inhalte als sogenannte Querschnittsaufgabe, die die Lehrkräfte in allen Fächern in den Unterricht einfließen lassen sollen. Auf diese Weise wurden in Italien, Frankreich und der Türkei „Computational Thinking“ und das Programmieren eingeführt. Auch in Estland, Portugal und Argentinien finden sich ähnliche Konzepte.

Studien aus diesen Ländern zeigen vielversprechende erste Ergebnisse. Sie dokumentieren beispielsweise ein gesteigertes Interesse der Schüler an der Informatik sowie deutliche Fortschritte in der Team- und Kommunikationsfähigkeit. Problematisch hingegen stellt sich oftmals die entsprechende Lehrerbildung dar – Lehrkräfte fühlen sich nicht adäquat für die neuen Inhalte ausgebildet und wünschen sich mehr Unterstützung. Für die

**ZIEL**

Der Zirkusdirektor hat eine Aufgabe für den Affen:  
Wenn er „Los!“ ruft, soll der Affe entlang der roten Felder zur Banane laufen.

**AUFGABE**

- 1 Überlegt euch gemeinsam ein Programm, das den Affen an das Ziel bringt.
- 2 Programmiert den Weg mit den Befehls-Blöcken.
- 3 Bestimmt eine Person, die
  - das Programm vorliest
  - das Programm abläuft

**ZUSATZFRAGE**  
Wie kannst du das Programm so kurz wie möglich halten?

**Das Projektmaterial umfasst eine ganze Reihe sogenannter Parcours-Aufgaben. Die Schüler können sie im Klassenzimmer auf bunten Teppichfliesen nachvollziehen.**



Bild: Projekt AlgoKids, TU München

**Das Projekt AlgoKids macht Programmieren für Grundschulkinder greifbar: Statt mit Maus und Tastatur entsteht der Code anfangs an der Tafel oder auf dem Fußboden.**

Untersuchung langfristiger Effekte des Informatikunterrichts in der Grundschule, etwa auf die Studienwahl insbesondere bei Studentinnen, ist es derzeit noch zu früh.

### Forschung an der TUM

Um die Möglichkeiten und Grenzen des Programmierens in der Grundschule zu untersuchen, entstand am Lehrstuhl für Didaktik der Informatik der TU München (TUM) ein Unterrichtskonzept für die dritte und vierte Klasse. Diese Unterrichtssequenz soll Kindern vermitteln, wie ein

Computerprogramm aufgebaut ist und wie sie mit einer kindgerechten Programmierumgebung kleine Multimedia-Projekte realisieren.

Die Wissenschaftler haben das Unterrichtskonzept zunächst mit rund 150 Grundschulkindern im Alter von acht bis zehn Jahren erprobt und ausführlich dokumentiert. Ihre Auswertungen zeigen, dass die meisten Kinder überraschend gute Lernerfolge erzielten. Um die Alltags-tauglichkeit des Konzepts zu untersuchen, wurde anschließend der Modellversuch „AlgoKids – Algorithmen für Kinder“ ins Leben gerufen. Das Kooperationsprojekt der TUM und des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus sollte nun zeigen, wie Grundschullehrer ohne informatische Vorbildung befähigt werden können, den Themenbereich Programmieren kompetent zu unterrichten.

Im Rahmen des Projekts arbeitete die TUM über einen Zeitraum von zwei Jahren mit insgesamt 20 Grundschulen, die sich über ganz Bayern verteilten. Dabei wurden jeweils zwei Lehrkräfte pro Schule in drei mehr tägigen Veranstaltungen fortgebildet. Die Erprobung des Konzepts im Unterricht konnten die Lehrer selbst ausgestalten – sowohl die Anbindung an ein

bestimmtes Fach als auch die Umsetzung als Projekt oder AG stand ihnen frei. Um einen Einblick in die Erfahrungen der Lehrkräfte zu bekommen, wurden Unterrichtsbesuche sowie Reflexionsgespräche durchgeführt.

### Einblicke in den Unterricht

In erster Linie sollen die Schüler lernen, Aufgaben und Probleme so aufzubereiten, dass der Computer bei der Bearbeitung helfen kann. Zentral dabei ist, dass die Schüler zunächst genau überlegen, was das Programm am Ende tun soll und einen Algorithmus formulieren, mit dem sie dieses Ziel erreichen. Erst dann schreiben sie den Code.

Um den Kindern eine grundlegende Idee zu vermitteln, was ein Algorithmus ist und wie Computerprogramme funktionieren, findet der Unterricht am Anfang „unplugged“ statt, also ohne Computer. Programmiert wird erst einmal die Lehrkraft, die einen Roboter spielt, der kleine Aufgaben im Klassenzimmer erfüllt. Überraschungen und anfängliche Misserfolge gehören dazu, zum Beispiel wenn der Lehrerrobote das Fenster öffnen soll. Denn nach der Anweisung „Mach das Fenster auf!“ bewegt sich der Roboter

## Wissenschaftliche Projekte zur informatischen Bildung in der Grundschule



Im Pilotprojekt **Informatik an Grundschulen** (IaG) haben die RWTH Aachen, die Universität Paderborn und die Bergische Universität Wuppertal unter Beteiligung des Heinz Nixdorf MuseumsForums Module zu Informatik in der Grundschule entwickelt, erprobt und evaluiert. Die Ergebnisse des Projekts werden durch das Nachfolgeprojekt **Informatische Bildung als Perspektive des Sachunterrichts im Praxissemester** seit 2020 an vielen Grundschulen umgesetzt. Als weitere Partner für die Umsetzung konnten die Universität Duisburg-Essen und die Westfälische Wilhelms-Universität Münster gewonnen werden.

Die Forschungsgruppe Elementarinformatik (FELI) der Universität Bamberg entwickelte die **Experimentierkiste Infor-**

**matik** – verschiedene Module für den Einsatz im Kindergarten und in der Grundschule. Sie führen Kinder spielerisch an informatische Themen wie Pixel, Algorithmen, binäre Suche und Grundlagen des Programmierens heran. Seit 2008 veranstalten Professorin Ute Schmid und ihr Team Workshops in Kindergärten und Grundschulen und bieten Fortbildungen an. Zuletzt entstanden weitere Module rund um das Thema künstliche Intelligenz.

Der Arbeitsbereich Didaktik der Informatik der Universität Münster forscht seit 2014 zur informatischen Bildung im Primarbereich. Im Projekt **Informatik in der Grundschule** (IGS) entstehen Unterrichtsbausteine, die im Sachunterricht ab



der ersten Klasse eingesetzt werden können. Die bislang entwickelten Bausteine vermitteln Grundlagen der Kryptologie, der Programmierung mit dem Lernroboter Bee-Bot sowie zur visuellen Programmiersprache Scratch.

## IT2School

Gemeinsam IT entdecken

Im Projekt **IT2School**, einer Kooperation der „Wissensfabrik“ aus Ludwigshafen und der Universität Oldenburg, entstanden Unterrichtsmodule zu grundlegenden Themen der Informatik für Schüler ab der 4. Klasse. Fünf dieser Module wurden bereits im Rahmen des niedersächsischen Modellversuchs „Informatische Bildung und Technik an Grundschulen“ im Sachunterricht erprobt.

Links zu den Projekten: [ct.de/yC39](http://ct.de/yC39)

NEU

# Ihre Windows-Werkzeugbox



## WINDOWS

Werkzeuge, die weiterhelfen

### Tools für den Alltag

100 Gratis-Programme von Microsoft  
PowerToys, Konsolen-Tipps, Sysinternals  
Wissenswertes zum Windows-Kauf

### Wenn Windows streikt

Windows-Probleme lösen per Mausklick  
Robuste System-Backups mit c't-WIMage  
Kaputte Updates rückgängig machen

### Know-how für Profis

Windows-Installationen für Testzwecke  
Eingabeaufforderung effizienter nutzen  
Welches Dateisystem wofür?



Heft + PDF  
mit 29 %  
Rabatt



## Das c't-Notfall-Windows

Das Rettungssystem zum Selberbauen  
Schädlingsuche • Datenrettung • Hardware-Diagnose

### c't Windows 2021

Dieses c't-Sonderheft enthält wie immer das Beste zum Thema Windows. Die c't-Redaktion gibt Ihnen Werkzeuge an die Hand, um Ihren Alltag mit Windows zu erleichtern und bei der Konfiguration und Fehlersuche zu helfen. Außerdem bietet das Heft Hilfestellungen für einen verlässlichen Betrieb und das neueste c't-Notfall-Windows.

Auch als einzelnes Heft erhältlich.

[shop.heise.de/ct-windows21](http://shop.heise.de/ct-windows21)

Heft + PDF  
für nur

19,90 € >

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

© Copyright by Heise Medien.

heise shop

[shop.heise.de/ct-windows21](http://shop.heise.de/ct-windows21)



kein Stück. Beim Befehl „Geh geradeaus!“ setzt sich der Lehrerroboter in Bewegung und läuft so lange geradeaus, bis er die Wand erreicht – „STOOOP! Nicht so weit!“ Schnell begreifen die Kinder, dass jeder Schritt in einem Algorithmus genau und eindeutig formuliert sein muss und sie größere Vorgänge in Teilschritte zerlegen müssen.

Auch ein Gespräch darüber, wo den Kindern in ihrem Alltag Algorithmen begegnen, gehört zum Konzept. Beispiele dafür sind Wegbeschreibungen, Bastelanleitungen oder Rezepte. In den folgenden Aufgaben üben die Kinder weiter, Algorithmen in natürlicher Sprache zu formulieren. Das fällt Grundschülern oft schwer: Wie genau ist genau genug? Versteht wirklich jeder das Gleiche darunter? Menschen können auch bei nicht ganz eindeutig formulierten Anweisungen aus dem Zusammenhang schließen, was gemeint ist. Der Unterricht ist so aufgebaut, dass die Kinder bald herausfinden: Bei Computern ist das anders.

Um das Verständnis für Algorithmen weiter zu vertiefen, programmieren sich die Kinder gegenseitig, wobei sie verschiedene Aufgaben in einem Parcours lösen müssen. Sobald der Algorithmus steht, laufen sie die Lösung im Parcours ab. Anfangs formulieren die Kinder Algorithmen in Alltagssprache, später arbeiten sie mit Symbolen und schließlich mit der visuellen Programmiersprache Scratch.

Scratch besteht aus Befehlsblöcken, die wie Puzzleteile ineinanderpassen. Durch das Kombinieren der Blöcke entsteht ein Programm. Um die Kinder nicht zu über-

**Gegen Ende der AlgoKids-Unterrichtssequenz sind die Kinder in der Lage, erste eigene Projekte in Scratch zu realisieren.**



Bild: Projekt AlgoKids, TU München

fordern, führen die Lehrkräfte die Scratch-Befehle zunächst analog ein. Dazu dienen eigens angefertigte Elemente zum Anfassen aus laminiertter Pappe, deren Form den Befehlen in der Programmierumgebung entspricht. Sie sind mit Magneten und Klettverschlüssen ausgestattet, sodass die Schüler damit sowohl an der Tafel als auch auf Filzbahnen arbeiten können.

Nach diesen Trockenübungen programmieren die Kinder am Computer in Scratch. Sie bearbeiten einen Lernzirkel, in dem sie die Grundfunktionen von Scratch nacheinander kennenlernen. Ausgehend von Fragen der Bedienung führen die Stationen über einfache Sequenzen bis zu Kontrollstrukturen wie Wiederholungen und bedingten Anweisungen.

Im letzten Teil der AlgoKids-Unterrichtssequenz dürfen die Schüler eigene Programmideen realisieren. Diese sollen sie zuerst in Form eines Drehbuchs beschreiben und danach in Scratch umsetzen.

zen. Im Anschluss stellen sich die Kinder ihre Programme gegenseitig vor und bekommen Gelegenheit, ihr Vorgehen sowie mögliche Schwierigkeiten zu kommentieren.

### Ergebnisse aus AlgoKids

Die grundlegende Struktur des an der TUM entwickelten Unterrichtskonzepts stieß bei den Lehrkräften auf sehr positive Resonanz und wurde auf Basis ihrer Rückmeldungen durch „Good-Practice“-Beispiele ergänzt. Besonders schätzten die Lehrer die kindgerechte Aufbereitung der informatischen Inhalte und die Möglichkeiten zum individualisierten Lernen. Die „Unplugged“-Übungen wurden von allen Lehrkräften als notwendig und lernförderlich erachtet. Sie betrachteten es jedoch nicht als zielführend, komplett auf die Programmierung am Computer zu verzichten.

In der Grundschule zu programmieren hielten die Lehrkräfte im Projekt generell für sehr sinnvoll. Sie berichteten von einem Kompetenzzuwachs bei ihren Schülerinnen und Schülern und konnten teilweise auch Veränderungen in deren Arbeitsweise beobachten. Besonders überrascht waren sie von der anhaltend hohen Motivation der Kinder beim Programmieren, die sich sowohl bei den Jungen als auch bei den Mädchen zeigte. Zudem zeigten sie sich begeistert davon, wie gut die Kinder zusammenarbeiteten und sich gegenseitig unterstützten.

Die Lehrkräfte betonten außerdem die Notwendigkeit einer umfassenden Fortbildung. Nur so lassen sich die nötigen Kenntnisse und das Selbstvertrauen aufbauen, die ein Lehrer braucht, um die anspruchsvollen Inhalte im Unterricht zu vermitteln. Am AlgoKids-Fortbildungskonzept schätzten sie, dass sie viel eigene Programmierpraxis sammeln konnten.



**Gemeinsam zum Ziel: Der Programmierunterricht fördert auch die Teamfähigkeiten der Schüler.**

und die Möglichkeit hatten, zwischen den einzelnen Fortbildungen im Unterricht erste praktische Erfahrungen zu machen.

Bei aller positiver Rückmeldung nannten die Lehrkräfte jedoch auch kritische Aspekte: Als problematisch sahen sie vor allem die hohe Schülerzahl in einigen Klassen an. Dass das Programmieren nicht im Lehrplan verankert ist, führte ebenfalls zu Problemen – insbesondere zu Zeitmangel, weil der Unterricht zusätzlich zu den vom Lehrplan geforderten Inhalten stattfand. Zudem kämpften viele mit der unzureichenden technischen Ausstattung. An vielen Projektschulen waren die technischen Geräte nur bedingt und lediglich aufgrund von hohem Engagement der Lehrkräfte einsatztauglich. Eine ausreichende Systembetreuung fehlte in den meisten Schulen.

Auf Basis der Ergebnisse von AlgoKids erarbeiten die Wissenschaftler an der TUM aktuell ein flächentaugliches Fortbildungskonzept, das die bayerischen Lehrkräfte in der Breite zur Integration des Programmierens im Grundschulunterricht befähigen soll. Um die ohnehin sehr volle Stundentafel nicht weiter zu belasten, ist dabei geplant, das Programmieren an bestehende Fächer anzubinden.

## Fazit

Es hat viele Vorteile, informatisches Denken und Grundlagen des Programmierens bereits in der Grundschule zu

The screenshot shows the Scratch interface with a green title bar "2. Begrüßung". Step 1: "Der Zirkusdirektor sagt etwas." shows a script with three "sage Hello!" blocks. Step 2: "Klicke auf den Blockbereich „Aussehen“." shows the "Aussehen" tab selected in the script editor. Step 3: "Schiebe den Block sageHello! für 2 Sek. insgesamt drei mal nach rechts." shows the "sageHello! for [2 sec]" block moved three times to the right. Step 4: "Klicke auf die weißen Felder und ändere den Text des Direktors." shows a script with "Wenn grüne Flagge angeklickt" and three "sage Hello! für 2 Sek." blocks. Step 5: "Klicke auf die grüne Flagge um das Programm zu starten!" shows a green flag icon. Step 6: "Klicke auf „Datei“ und wähle „Speichern“ aus!" shows the "File" menu with "Speichern" selected. Step 7: "Du kannst das Fenster jetzt schließen." shows a close button.

**Sanfter Einstieg in die Programmierumgebung Scratch:** Die Kinder programmieren zunächst nach Schritt-für-Schritt-Anleitungen und lösen dann weiterführende Aufgaben.

vermitteln. Allerdings bedarf es dazu einer kindgerechten Aufbereitung der Themen und didaktisch wohlüberlegter Konzepte; die visuelle Programmierumgebung Scratch hat sich im Primarbereich bewährt.

Ebenso wichtig wie das passende Unterrichtskonzept ist eine fundierte, praxisnahe Lehrerfortbildung, denn nur mit Selbstvertrauen und genügend Fachwissen

können Grundschullehrer den anspruchsvollen Stoff erfolgreich vermitteln. Sie sollten dabei nicht zusätzlich mit Aufgaben der Software- und Hardware-Betreuung belastet sein, sondern auf eine angemessene technische Ausstattung zugreifen können. (dwi@ct.de) ct

**KIM-Studie, Informatik-Monitor der GI, Computational Thinking:** ct.de/yc39

## „Der totale Aha-Effekt“ – Lehrerstimmen zum Projekt

Die Rückmeldung der Lehrer, die am Projekt teilgenommen haben, fällt weit überwiegend positiv auf. Zum Beispiel fiel vielen Lehrkräften der unbefangene, neugierige Umgang der Grundschüler mit den Unterrichtsinhalten auf:

„Die Schüler waren alle sehr interessiert und das Schöne war, dass auch Kinder plötzlich total aktiv waren, die sich sonst sehr zurückhalten.“

„Positive Erfahrungen machen mit Informatik ist wichtig, das habe ich jetzt gemerkt. Viele Mädchen haben das Programmieren als versteckte Fähigkeit für sich entdeckt. Das macht ihnen Spaß, sie können das auch und haben Erfolgsergebnisse. Programmieren ist nicht nur für Jungs.“

„Es ist eigentlich schade, dass es nicht im Lehrplan ist – es wäre so viel Potenzial

da in den Kindern. Ich denke, das könnte man ausschöpfen. Sie sind so motiviert und ohne Hemmungen und Ängste.“

Einige Lehrer berichten von Problemen bei der praktischen Umsetzung der Projektinhalte im Unterricht:

„Ich hatte Kinder, die kannten sich mit Laptops aus, ich hatte Kinder, die Scratch schon kannten, und ich hatte Kinder, die hatten noch nie irgendein technisches Gerät in der Hand gehabt. Und das aufzufangen war am Anfang eine Herausforderung.“

„Es ist ein Zeitding! Wir haben an der Schule keinerlei Systembetreuung mit großer Stundenanrechnung oder sowas. Und so war ich jetzt einen ganzen Tag beschäftigt, bis alles installiert war.“

Den Inhalt der AlgoKids-Lehrerfortbildung und die darin enthaltene Anregun-

gen für den Unterricht bewerten die Teilnehmer positiv:

„Man kann sich vielleicht in Deutsch oder Mathe in Themen einlesen. Aber in Informatik – wenn man sich nicht damit auseinandersetzt, ist das nie greifbar. Erlesen funktioniert beim Programmieren nicht – man muss es gemacht haben.“

„Das war der totale Aha-Effekt – was es da für Möglichkeiten gibt und wie kindgerecht das alles sein kann. Ohne das Material hätte ich keine Ideen gehabt.“

„Es ist absolut fächerübergreifend. Es ist etwas Mathematisches, es ist ganz viel Deutsch. Der Bereich Medien ist ja im Lehrplan drin. Allerdings so vage – man kann sich auch gut darum drücken. Es müsste im Lehrplan deutlich gemacht werden, wie man es sinnvoll verknüpfen kann.“

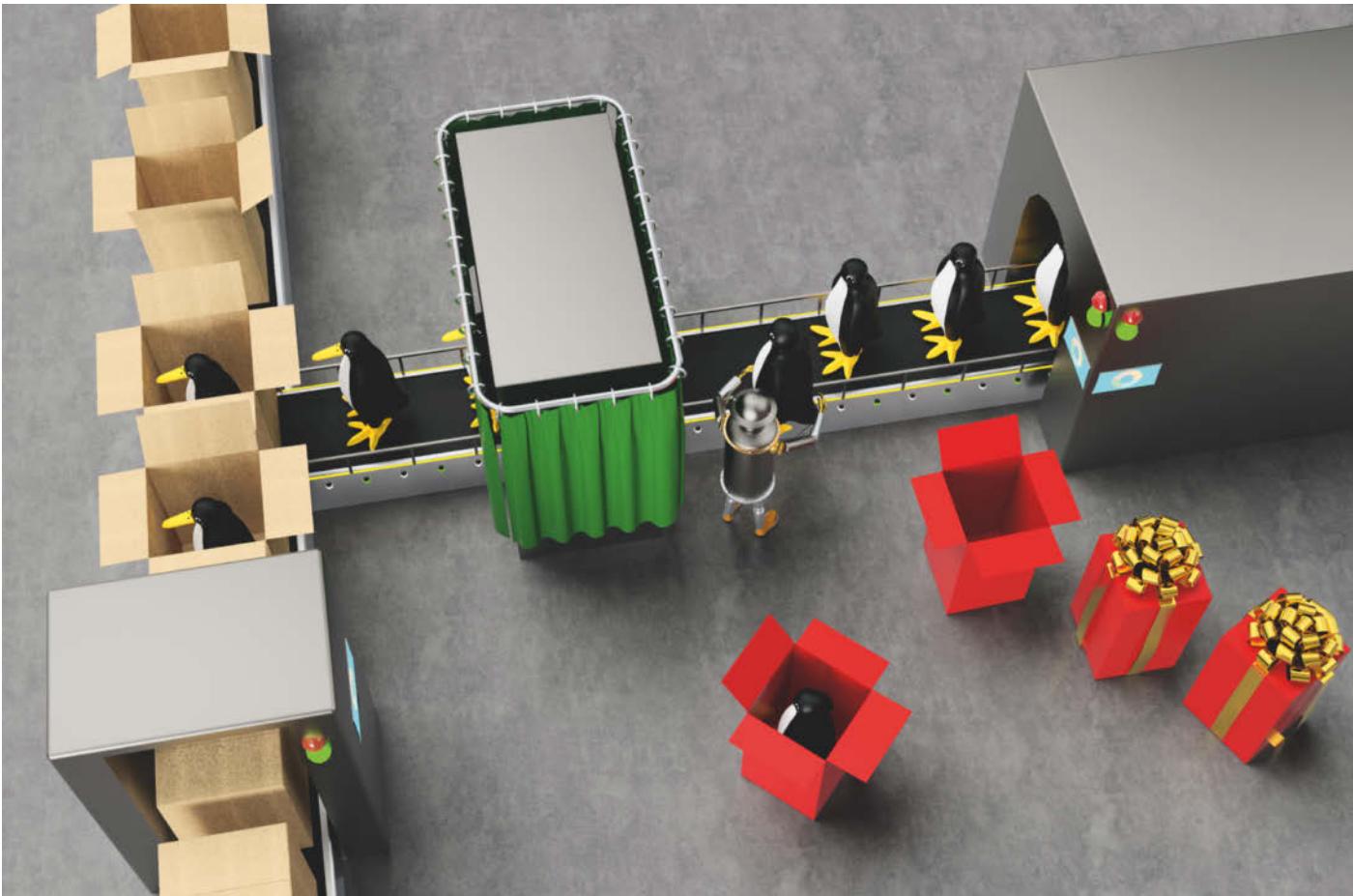


Bild: Andreas Martini

# Flickschusterei

## Linux-Distributionen korrigieren manche Schwachstellen in ihren Kerneln nicht

Ihre Linux-Distribution verwendet eine Kernel-Version, die laut Kernel.org nicht mehr gepflegt wird? Dann weist sie wahrscheinlich Sicherheitslücken auf, die anderswo schon längst gestopft wurden.

Von Thorsten Leemhuis

Konservativ gepflegte Linux-Distributionen wie Ubuntu und openSUSE Leap geben ein Sicherheitsversprechen, das sie gar nicht einhalten können. Der Grund: Einige Open-Source-Projekte nehmen Sicherheitskorrekturen vor, ohne sie

als solche zu kennzeichnen. Diese Fixes gehen Distributoren teilweise durch die Lappen, die Sicherheitspatches aus neueren Versionen zurückportieren, weil manche Nutzer Versionssprünge bei Software scheuen.

Die Problematik besteht selbst beim zentralen und für die Systemsicherheit wichtigsten Baustein von Linux-Distributionen: dem Linux genannten Kernel, dessen Bezeichnung auch viele damit gebaute Betriebssysteme nutzen. Bei ihm ist die Lage sogar besondersbrisant, schließlich fallen dort pro Jahr hunderte von Schwachstellen auf. Zugleich agieren die Kernel.org-Entwickler besonders in-

transparent, denn sie verschleiern, wenn Änderungen eine Sicherheitslücke stopfen – unter anderem, weil Linux-Oberhäuptling Linus Torvalds diese Heimlichtuerei so wünscht.

### Hinterrücks

Dass die Kernel-Entwickler viele Lücken heimlich stopfen, ist seit Jahrzehnten ein offenes Geheimnis. Bestätigt wird das durch Einträge in Schwachstellendatenbanken wie dem Common Vulnerabilities and Exposures (CVE) System: Dort frisch publizierte Lücken haben die Entwickler manchmal schon vor Wochen, Monaten oder manchmal sogar Jahren stillschweigend geschlossen.

Ein Beispiel dafür ist die als CVE-2021-20226 katalogisierte „mittelschwere“ Lücke des Kernel-Subsystems io\_uring, die in der zweiten Oktoberhälfte 2020 mit 5.10-rc1 geschlossen, aber erst Ende Dezember von der Zero Day Initiative (ZDI) in einer älteren Kernel-Version gefunden wurde.

Die ZDI hat sie dann Anfang Januar publiziert. Den CVE-Eintrag gab es erst Ende Februar. Ein anderes Beispiel sind allerlei Lücken im USB-3-Code des Ker-

**c't** Hardcore

nels, die in der zweiten Hälfte von 2019 über mehrere Wochen nach und nach korrigiert, aber erst Anfang Dezember 2019 in einem Schwung veröffentlicht wurden.

Gelegentlich entstehen solche Situationen durch Zufall, beispielsweise wenn ein Kernel-Entwickler irgendwas ändert, ohne sich bewusst zu sein, dabei eine Lücke zu beseitigen. Manchmal stolpert dann jemand später in unkorrigierten Versionen über das Problem und meldet sie Schwachstellenverzeichnissen. Die meisten Fixes enthalten keinen Hinweis auf den Sicherheitscharakter. Tatsächlich verschleieren die Kernel-Entwickler den Sicherheitsaspekt in den Beschreibungen zu Kernel-Änderungen regelmäßig. Torvalds hat sogar schon gelegentlich direkte Hinweise auf Lücken aus dem Begleittext getilgt und die Beschreibung unverfänglicher gemacht, wenn er Sicherheitskorrekturen anderer in den Linux-Quellcode integriert hat.

Mit der Integration der Änderung betrachtet das Oberhaupt der Linux-Entwicklung die Sache als erledigt. Er erwähnt Sicherheitsfixes nahezu nie, wenn er die nächste Version freigibt und veröffentlicht diese auch nicht außerplanmäßig früher. Dass an der Korrektur Unbeteiligte den Fix bemerken und publik machen, passiert nur selten – kein Wunder, durch die große Zahl der ständig in Linux einfließenden Änderungen ist es enorm schwer, die dazwischen verstreuten und verschleierten Sicherheitskorrekturen zu erspähen.

Gut möglich, dass einige Bösewichte diesen Analyseaufwand nicht scheuen. Dabei spielt ihnen in die Hände, dass normalerweise jede Änderung am Kernel vorab über Mailinglisten diskutiert wird. Bei Sicherheitskorrekturen ist das nicht der Fall, weil die für den Codebereich verantwortlichen Entwickler diese im privaten Kreis begutachten und aushandeln. Sicherheitsfixes lassen sich daher vielfach am Fehlen des Diskussionsprozesses erkennen.

## Verteilen

Die Linux-Entwickler mögen Lücken heimlich stopfen, aber sie kümmern sich darum, dass die Korrekturen zügig zu den Anwendern gelangen. Daher sitzt bei der privaten Abstimmung meist auch Greg Kroah-Hartman als zweitwichtigster Kernel-Entwickler mit im Boot, damit er die Fixes in ältere Versionsreihen einbaut. Er und seine Helfer kümmern sich aber nur um ausgewählte Versionen. Mehrere Jahre Pflege erhalten nur die Longterm-Kernel-Serien, derzeit 5.10, 5.4, 4.19, 4.14, 4.9 und

4.4, auf denen die Kernel von Debian häufig basieren. Ferner gibt es meist noch einen Stable-Kernel auf Basis der neuesten Version aus der Mainline genannten Hauptentwicklungslinie von Linux, derzeit 5.14rc. Wenn eine neue Hauptversion wie das Ende Juni veröffentlichte 5.13 erscheint, sind es kurzzeitig zwei Stable-Kernel: Um Zeit zum Umstieg zu bieten, pflegt Kroah-Hartman die vorherige Stable-Serie noch zwei bis vier Wochen weiter. Dadurch erhält beispielsweise die Stable-Serie des Ende April veröffentlichten Linux 5.12 wohl noch im Juli den Stempel EOL (End of Life).

In jeder Stable- und Longterm-Versionslinie erscheinen zumeist ein oder zwei neue Releases pro Woche. Die Reihe zum November 2019 freigegebenen Kernel 5.4 war Ende Juni 2021 daher schon bei Version 5.4.129 angekommen und hat 13.713 Änderungen erhalten – also zirka 165 pro Woche. Dabei handelt es sich nicht nur um Sicherheitspatches, sondern auch um andere Fehlerkorrekturen sowie kleine Verbesserungen, aber keine neuen Features oder Treiber. In diesen Serien ist es schon einfacher, Sicherheitskorrekturen auszumachen, aber trotzdem nicht trivial oder automatisierbar.

## Egalisieren

Genau wie Torvalds weist auch Kroah-Hartman bei der Freigabe neuer Versionen von Stable- oder Longterm-Kernen nicht darauf hin, wenn diese Schwachstellen beheben – selbst dann nicht, wenn die neuen Versionen eine gemeinhin schon bekannte oder offensichtliche Lücke stopfen. Statt-

dessen veröffentlicht er nahezu jedes neue Release mit dem Hinweis: „Alle Nutzer [der jeweiligen Kernel-Serie] müssen auf die neue Version wechseln.“

Mit dem vagen Hinweis will Kroah-Hartman alle Versionen gleichstellen, damit sich keine irgendwie positiv oder negativ vom Rest abhebt. Das soll Anwender motivieren, jedes neue Release der von ihnen verwendeten Serie zeitnah einzuspielen. Damit sind Nutzer gut beraten, wie sich bei genauerem Hinsehen zeigt: Zwar beseitigen viele, aber nicht alle Stable- und Longterm-Kernel irgendwelche Schwachstellen. Oftmals betreffen die Korrekturen nur bestimmte Treiber oder Teile des Kernels, die für viele Anwender eventuell gar nicht relevant sind. Aber mangels Daten der Entwickler oder externen Untersuchungen lässt sich das nicht mit Gewissheit sagen.

## Ohne Meldung

Aus Sicht der zentralen Linux-Entwickler ist die Sache nach der Korrektur in Stable- und Longterm-Kernen endgültig abgehakt: Sie beantragen keine CVE-Kennungen oder ähnliches. Gelegentlich sorgen aber Entdecker von Lücken, einzelne Kernel-Entwickler oder jemand anderes für Einträge in Schwachstellendatenbanken.

Die Linux-Macher verhalten sich somit wie Hersteller proprietärer Software, die eine Lücke intern finden und stillschweigend korrigieren. Selbst viele große Firmen agieren dieser Tage transparenter. Kein Wunder also, dass der Umgang mit Sicherheitskorrekturen beim Kernel immer wieder in die Kritik gerät, beispielsweise durch Sicherheitsforscher.

LKML Archive on [lore.kernel.org](http://lore.kernel.org) [search](#) [help](#) / [color](#) / [Atom feed](#)

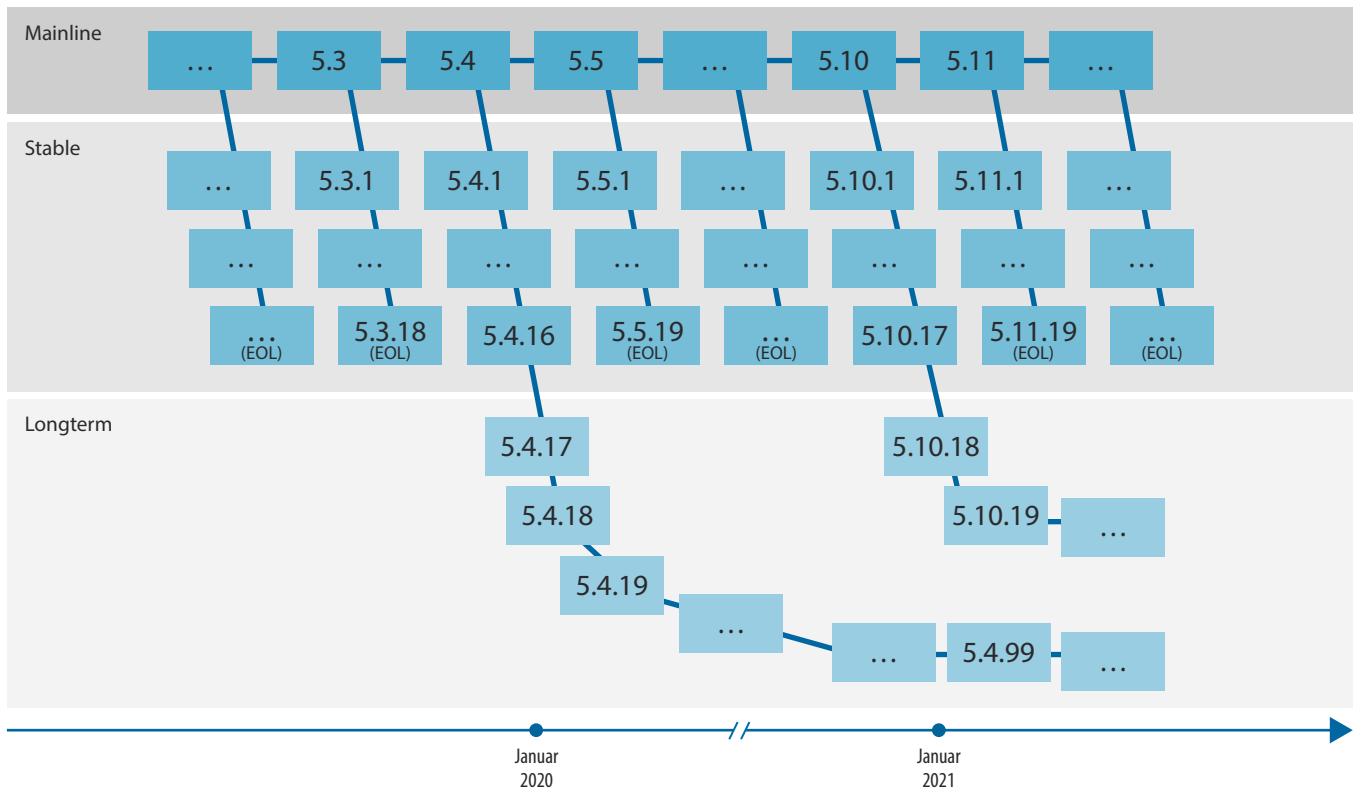
\* [Linux 5.4.128](#)  
 @ 2021-06-23 13:29 Greg Kroah-Hartman  
 2021-06-23 13:29 ` Greg Kroah-Hartman  
 2021-06-24 6:46 ` Samuel Zou  
 0 siblings, 2 replies; 3+ messages in thread  
 From: Greg Kroah-Hartman @ 2021-06-23 13:29 UTC ([permalink](#) / [raw](#))  
 To: linux-kernel, akpm, torvalds, stable; +Cc: lwn, jslaby, Greg  
 I'm announcing the release of the 5.4.128 kernel.  
 All users of the 5.4 kernel series must upgrade.  
 The updated 5.4.y git tree can be found at:  
<git://git.kernel.org/pub/scm/linux/kernel/git/stable/linux-stable.git> linux-5.4.y  
 and can be browsed at the normal kernel.org git web browser:  
<https://git.kernel.org/?p=linux/kernel/git/stable/linux-stable.git;a=summary>  
 thanks,  
 greg k-h



Weil Greg Kroah-Hartman neue Stable- und Longterm-Kernel mit der immer gleichen Update-Empfehlung veröffentlicht, bleibt im Dunkeln, ob diese Sicherheitslücken stopfen.

## Pflegestrategie beim Linux-Kernel

Die Linux-Entwickler korrigieren Sicherheitslücken heimlich, sorgen aber sehr wohl dafür, dass es die Korrekturen zu den Nutzern schaffen. Dazu pflegen sie jede Version der „Mainline“ genannten Hauptentwicklungslinie für zwei bis drei Monate als „Stable-Kernel“. Bei den meisten dieser Versionslinien stellen sie die Wartung aber zwei bis vier Wochen nachdem die nächste Version der Hauptentwicklungslinie erschienen ist, ein. Die Ausnahme bildet die letzte Mainline-Version eines Jahres: Die pflegen die Stable-Maintainer als „Longterm-Kernel“ für mindestens zwei, oftmals sogar sechs Jahre. Abgelegte Versionen erhalten den Stempel EOL (End of Life).



Ändern wird sich daran in absehbarer Zeit aber wohl nichts, denn Torvalds, Kroah-Hartmann und andere wichtige Kernel-Entwickler erklären in Diskussionen auf den Kernel-Mailinglisten oder in Vorträgen schon mehrfach, im Tracking von Schwachstellen und deren Fixes vor allem Selbstbeweihräucherung und bürokratischen Overhead zu sehen. Das alles wäre ihrer Ansicht nach vollkommen unnötig, wenn alle Anwender immer zügig auf neu veröffentlichte Versionen wechselten.

### Probleme flussabwärts

Die heimlichen Korrekturen machen es selbst Kernel-Entwicklern unmöglich, alle Security-Fixes zweifelsfrei zu erkennen. Das erschwert konservativ gepflegten Distributionen wie Ubuntu oder openSUSE Leap, die Software auf einem bestimmten Stand zu halten und dazu Sicherheitskorrekturen aus jüngeren Kernel-Serien zurückzuportieren. Diesen Aufwand betreiben sie, weil einige Nutzer vor Versionssprüngen zurück-

schrecken. Regelmäßig neuere Kernelversionen als Update nachzureichen, würde es Distributionen zudem deutlich erschweren, sich über Änderungen am Kernel von der Konkurrenz zu differenzieren. Details dazu erläutert der Kasten „Warum Distributionen abgelegte Kernel nutzen“.

Zu den Distributionen, die Software auf einem bestimmten Stand halten, zählt Ubuntu. Beispielsweise nutzt das in der zweiten Oktoberhälfte 2020 erschienene Ubuntu 20.10 einen Kernel auf Basis des damals zweieinhalb Monate alten Linux 5.8. Dessen Pflege hat Kroah-Hartman keine zehn Tage nach dem Release von Ubuntu 20.10 eingestellt.

Das bis zum 22. Juli 2021 gewartete Ubuntu 20.10 bleibt dennoch dauerhaft bei diesem Unterbau, denn ähnlich wie bei Debian und anderen konservativ gewarteten Distributionen soll Software dort keine Versionssprünge machen. Im Februar wurde ein vom 20.10er-Kernel abgeleiteter Kernel über einen neuen Hardware

Enablement (HWE) Stack dann sogar noch Bestandteil von Ubuntu 20.04.2 LTS; seitdem erhalten es auch die meisten Installationen von Ubuntu 20.04 LTS über die Systemaktualisierung, siehe Tipp auf Seite 177. Diese behalten den 5.8er-Kernel bis August. Dann kommt mit 20.04.3 LTS ein HWE-Stack mit einem Kernel auf Basis des Mitte Februar erschienenen Linux 5.11, dessen Pflege in der zweiten Maihälfte ausließ.

Bei den 5.8er- und 5.11er-Kernen müssen sich Entwickler von Ubuntu-Sponsor Canonical daher selbst um das Stopfen aller Sicherheitslücken kümmern. Das heimliche Ausbessern durch Torvalds und seine Helfer macht es ihnen dabei schwer: Sie müssten eigentlich jede Änderung an Stable- und Longterm-Kernen analysieren, um individuell zu beurteilen, ob sie Sicherheitslücken stopft und daher zurückportiert werden sollte. Durch die vielen Änderungen pro Woche wäre das auch dann noch schwer, wenn es nicht um gelegentlich komplexen, in C geschriebenen Kernelcode ginge.

## Über Umwege

Allem Anschein nach scheuen die Betreuer vieler Distributionskernel diesen Aufwand und nutzen eher andere Wege, um Sicherheitsfixes zum Zurückportieren aufzuspüren. Dabei verlassen sie sich vor allem auf zwei andere Quellen: Schwachstellenverzeichnisse wie CVE und eine nicht-öffentliche Mailingliste, über die sich Distributoren beim Stopfen von Lücken im Linux-Kernel und anderen Distributionskomponenten koordinieren.

Über diesen Ansatz beheben Distributionen wie Ubuntu Lücken zeitnah, die einen gewissen Bekanntheitsgrad erreichen; manchmal sogar etwas schneller als neue Stable- und Longterm-Kernel. Das gilt auch für viele andere Distributionen, deren Kernel vielfach auf abgelegten Versionslinien von Linux aufbauen wie openSUSE Leap, Linux Mint sowie die Enterprise-Linux von Red Hat und Suse.

Schlechter ist die Lage bei Schwachstellen, die Kernel-Entwickler heimlich korrigieren, denen aber keine Aufmerksamkeit durch CVE-Einträge oder öffentliche Berichterstattung zuteil wird. Diese Sorte Security-Fixes entgeht den Ker-

```
cttest@ubuntu2004:~$ date ; echo
Do 1. Jul 09:14:56 CEST 2021

cttest@ubuntu2004:~$ uname -r ; echo
5.8.0-43-generic

cttest@ubuntu2004:~$
```

**Auch wenn Nutzer den Distributionskernel regelmäßig aktualisieren, ist das noch keine Garantie dafür, wirklich alle Sicherheitsfixes zu erhalten.**

nel-Betreuern solcher Distributionen oft, sodass die Lücken dort bestehen bleiben. Das zeigt sich an Schwachstellen, die doch irgendwann einen CVE-Eintrag erhalten. So gelangen sie ins Rampenlicht, woraufhin die konservativ agierenden Distributionen die Lücken plötzlich stopfen, die die Entwickler der Stable- und Longterm-Kernel schon früher beseitigt haben.

## Hast du Probleme?

Stellt sich die Frage: Sind Nutzer von Distributionen, die einige Kernel-Lücken nicht oder nur verzögert schließen, in Gefahr? Bislang nicht, denn viele der stillschweigend korrigierten Schwachstellen sind nicht sonderlich gefährlich. Manche von

ihnen stecken etwa in eher exotischen Teilen des Kernels wie selten genutzten Treibern, die sich ohne passende Hardware gar nicht nutzen lassen. Die Lücken, von denen die größere Gefahren für viele Anwender ausgehen, scheinen es parallel zur Korrektur oder nur kurz danach ins Rampenlicht zu schaffen – und die Fixes damit auch ihren Weg in die Kernel konservativer Distributionen. Aber ob das wirklich bei allen derartigen Flicken klappt, lässt sich mangels Daten nicht sagen.

So oder so wurden solche Lücken unseres Wissens nach bislang nie im großen Stil ausgenutzt. Vermutlich wäre das aber anderes aus, wenn eine Distribution wie Ubuntu 20.10 so weit verbreitet wäre

## Warum Distributionen abgelegte Kernel nutzen

Anwender kämen schnell an alle Sicherheitskorrekturen für ihre Kernel, wenn Distributoren frische Linux-Versionen aktueller Stable- oder Longterm-Serien einfach zeitnah weiterreichen würden – die Kernel-Pakete also aktualisierten wie Firefox, bei dem selbst konservative Distributionen bei Versionssprüngen mitgehen. Warum machen das viele nicht, obwohl sie dadurch viel Arbeit sparen würden? Sie verlören einen der raren Ansatzpunkte, über den sie ihre Attraktivität zu steigern versuchen.

Der Kernel ist schließlich die zentrale Schaltstelle, um die sich alles dreht. Und im Fall von Linux noch dazu eine, die die allermeisten Treiber schon mitbringt. Um sich von anderen Distributionen abzuheben, integrieren viele daher Features, Fehlerkorrekturen oder Treiber in ihre Kernel, die dem offiziellen Kernel noch fehlen – etwa weil sie erst in neuen Versionslinien stecken oder ihr Code den Qualitätsansprüchen der Linux-Entwickler nicht genügt.

Gerade bei Systemstabilität, Kernel-Sicherheit und Hardware-Support wollen

die Distributionen so besser als die Konkurrenz dastehen. Daher investieren sie Arbeit in solche Modifikationen, obwohl die späteren Umstieg auf neuere Versionslinien des Kernels erheblich erschweren: Bei jedem Versionssprung müssen Entwickler alle Anpassungen portieren und das Resultat neu testen. Das ist aufwendig und fehleranfällig. Deshalb verharren viele Distributionen auf der Kernel-Version, die sie bei der Einführung eines neuen Release beilegen; das kommt auch jenen Nutzern entgegen, die selbst minimale Versionssprünge scheuen. Schließlich kann bei jeder noch so kleinen Änderung auch mal was kaputtgehen.

Die Kernel.org-Entwickler pflegen zugleich nur eine Version pro Jahr mehr als drei Monate. Die meisten Distributionen haben eine längere Laufzeit. Deren Macher müssen die enthaltenen Kernel daher selbst pflegen, die Korrekturen selbst zusammentragen. Diese Problematik können Distributoren reduzieren, indem sie auf bei Kernel.org länger gepflegten

Longterm-Kernel setzen. In solche fließen eher kleinere Änderungen ein, die daher auch seltener mit Modifikationen eines Distributors kollidieren. Diesen Ansatz nutzen beispielsweise Debian oder Raspberry Pi OS. Bei einigen solcher Distributionen hapert es daran, den Kernel aktuell zu halten, etwa weil sie der Qualitätskontrolle bei Longterm-Kernen misstrauen. Deren Qualität kann schwerlich besser werden, wenn alle Distributoren ihr eigenes Ding machen, statt an zentraler Stelle zusammenzuarbeiten.

Longterm-Kernel erscheinen indes immer zum Jahresende, was sie eher unattraktiv für im Sommer oder Herbst freigegebene Distributionen macht. Die Kernelserien haben dann schließlich schon sechs bis zwölf Monate auf dem Buckel: Dadurch fehlen den Distributionen dann Treiber und Features, die bei Mitbewerbern mit Kerneln frischerer Versionslinien schon Usus sind. Manche Distributionen greifen daher lieber zu neueren Linux-Serien und kümmern sich komplett selbst um deren Pflege.

Home / Quick Docs / Kernel and booting

## Update Schedule

The Fedora Linux kernel closely follows the upstream kernel releases. To see the current versions in Fedora, check out the packages application.

### Stable Releases

Stable releases of Fedora receive two types of kernel updates.

#### Stable kernel updates

The upstream kernel community support the latest major version with stable updates (4.y.z releases). These updates are released approximately once a week, although they can occur more or less frequently. Once the upstream kernel community

verschleierten Sicherheitskorrekturen zeitnah, denn die Kernel dieser Projekte basieren auf Stable-Kernen, die meist nur wenige Tage und gelegentlich bis zu zwei Wochen auf dem Buckel haben. Patches für Sicherheitslücken, die viel Aufmerksamkeit erregen, bauen sie darüber hinaus auch ganz klassisch direkt in ihre Kernel ein, damit diese zügiger zu den Anwendern gelangen. So bekommen die Nutzer das Beste aus beiden Welten.

Bei konservativen Distributoren könnte die Lage ähnlich gut sein, indem sie Kernel einer Longterm-Linie nutzten. Das tun aber nur wenige – und selbst die liefern frischere Versionen oft nur verzögert aus.

Das zeigt sich etwa bei Debian GNU/Linux Stable. Der Kernel von Version 10 (Buster) basiert etwa auf Linux 4.19, der von 11 (Bullseye) wird auf 5.10 aufbauen – in beiden Fällen setzt das Projekt bewusst auf Longterm-Kernel. Neue Versionen erscheinen aber nur sporadisch und nur manche davon kennzeichnet das Projekt als Security-Update. Bei Redaktionsschluss Ende Juni war das neueste Security-Kernel-Update noch von Anfang Februar. Danach hat das Projekt noch drei nicht als solche eingestufte Kernel-Updates veröffentlicht, während in der zugrundeliegenden Longterm-Serie rund 25 erschienen. Verschleiert vorgenommene Sicherheitskorrekturen kamen so nur verzögert bei den Nutzern an – insbesondere bei denen, die nur Pakete mit Security-Kennzeichnung einspielen.

Nicht ganz so sehr hängt der 5.4er-Kernel hinterher, den Ubuntu 20.04 LTS die ersten zehn Monate genutzt hat. In diesen bauen Entwickler mit einigen Wochen Verzögerung die Änderungen ein, die in neue Versionen dieser Longterm-Serie eingeflossen sind – so bekommen Anwender auch heimliche Korrekturen. Aber es ist keineswegs so, dass Canonical immer so verfährt: Ubuntu 18.04 LTS verwendet

wie Windows. Ohnehin zeigt die Geschichte, dass Bösewichte gemeinhin bekannte Schwächen in der Pflegestrategie manchmal lange zu ignorieren scheinen, um sie eines Tages dann aber mit voller Wucht auszunutzen. Womöglich sind auch schon längst Exploits für bei Kernel.org heimlich korrigierte, von einigen Distributionen aber noch nicht behobene Lücken im Umlauf. Von der Existenz solcher Exploits würde man nicht zwangsläufig etwas mitbekommen, da sie hinter verschlossenen Türen im Darknet gehandelt werden.

### Schuldfrage

So mancher dürfte Torvalds und seinen Helfern die Schuld in die Schuhe schieben, falls jemand Distributionen im großen Stil über eine Lücke angreift, die im Kernel von Kernel.org stillschweigend beseitigt wurde. Bei solchen Schuldzuweisungen wird indes gerne vergessen: Die Arbeit am Kernel wird fast komplett von Freiwilligen vorangetrieben, die nur mithelfen, um eigene Interessen oder die ihres Arbeitgebers zu verfolgen. Nur wer will, kümmert sich um Fleißarbeiten, zu denen das Tracking von Sicherheitslücken zählen würde.

Damit sich hier etwas bessert, müsste solch ein Arbeitgeber reichlich Leute anheuern, die sich in den Entwicklungsprozess einbringen und Tracking für den kompletten Kernel erledigen – also auch für Code, den Hobbyentwickler betreuen. Dazu braucht es enorm viel Motivation und Geld; alternativ könnte auch eine zentrale Stelle geschaffen werden, die das Tracking übernimmt, aber mit derlei tut sich die Linux-Welt eher schwer. Kein Wunder, schließlich können die Geldgeber aus so einem Engagement keinen rechten Profit schlagen. Die Linux Foundation wäre eigentlich in der besten Posi-

tion, hier für Abhilfe zu sorgen, aber die hält sich aus der Kernel-Entwicklung von jeher nahezu raus [1].

Daher bleibt vorerst alles, wie es ist, denn Torvalds, Kroah-Hartman und andere zentrale Kernel-Entwickler können sich schon jetzt vor Arbeit kaum retten. Sie würden sich so eine Aufgabe daher wohl selbst dann nicht ans Bein binden, wenn sie darin einen Sinn sähen. Zugleich ist kein Hebel in Sicht, der die führenden Köpfe dazu bringen könnte, den Prozess der Sicherheitskorrekturen transparenter zu gestalten.

### Bereitliegende Lösung

Doch würde die Entwickler des offiziellen Linux-Kernel überhaupt Schuld treffen, falls Bösewichte Ubuntu-Systeme angreifen, deren Macher von den Linux-Entwicklern heimlich integrierte Korrekturen nicht aufgegriffen haben? Schließlich gäbe es gar kein Problem, wenn Distributionen immer aktuelle Stable- und Longterm-Kernel an die Nutzer verteilen.

Genau diesen Weg beschreiten einige Distributionen schon länger. Allen voran Fedora Linux sowie Rolling-Release-Systeme wie Arch Linux oder openSUSE Tumbleweed. Dort erhalten Nutzer alle

```
> PGP: 0x01BC 858A 0/B/ 15C8 EF33 BFEZ ZEEB 0CBL 84A4 4L2U
Note that the Linux kernel community maintains LTS (Long Term Support) kernels which already have most bug fixes backported -- including hundreds of bug fixes that, like this one, were not assigned CVEs. This bug was already fixed in the Linux LTS kernels 17 months ago:
Linux v4.4.172: 2019-01-26 (https://lkml.kernel.org/lkml/20190126092938.GA23417@kroah.com)
Linux v4.9.152: 2019-01-23 (https://lkml.kernel.org/lkml/20190123140846.GA27512@kroah.com)
Linux v4.14.95: 2019-01-23 (https://lkml.kernel.org/lkml/20190123140915.GA27656@kroah.com)
Linux v4.19.17: 2019-01-23 (https://lkml.kernel.org/lkml/20190123140935.GA27716@kroah.com)
Linux distributors can significantly reduce their vulnerability to known bugs by periodically merging in the appropriate LTS kernel branch.
```

**Alle Sicherheitskorrekturen bekommt man beim Linux-Kernel nur über Stable- und Longterm-Serien. Darauf weisen Kernel-Entwickler immer wieder hin, hier etwa Eric Briggers.**

te anstelle des Longterm-Kernels 4.14 das nur zweieinhalb Monate frischere Linux 4.15, dessen Pflege schon vor der Freigabe von 18.04 LTS auslief.

Als wäre das nicht alles kompliziert genug, lauern auch noch Tücken beim Ansatz, eine bestimmte Longterm-Kernel-Serie über viele Jahre hinweg einzusetzen. Das kleinere Problem ist der versprochene Pflegezeitraum, denn der endet bei Longterm-Kerneln eigentlich nach zwei Jahren. Weil derzeit aber genug Firmen und Freiwillige helfen, erhalten alle aktuellen Longterm-Serien von den Kernel.org-Entwicklern nicht nur zwei, sondern satte sechs Jahre Support. Erst das reicht für die meisten Linux-Distributionen für PCs aus, wie das Mitte 2019 erschienene Debian GNU/Linux 10 (Buster) zeigt. Dessen Kernel fußt von Anfang bis Ende auf der Basis der Longterm-Serie 4.19, die Ende 2018 erschien und Ende 2024 eingestellt wird – also ein halbes Jahr, nachdem selbst der Debian Extended Long Term Support (ELTS) für diese Version ausläuft.

Auf das größere Problem weist Stable- und Longterm-Hauptbetreuer Kroah-Hartman immer wieder hin: Ein Zurückportieren von Sicherheitskorrekturen wird mit fortschreitendem Alter einer Longterm-Serie immer schwieriger. In seltenen Fällen stopfen er und seine Helfer daher Lücken in älteren Serien nicht, weil der Aufwand für die Freiwilligen zu groß wird. Häufiger kommt es vor, dass sie Schwachstellen bei alten Serien nicht so gründlich beheben. Hin und wieder haben die Korrekturen dort auch größere Nachteile und drücken vielleicht die Geschwindigkeit des Systems stärker. Bei den bald auslaufenden Serien 4.4.x und 4.9.x trifft beides etwa auf die Maßnahmen gegen die Prozessorschwachstellen Spectre und Meltdown zu; 4.14 und neuer schützen daher besser und liefern zugleich mehr Performance.

## Rat vom Fachmann

Idealerweise sollten auf Longterm-Kernel setzende Distributionen daher einmal im Jahr auf die jeweils neueste Longterm-Serie wechseln, nachdem die sich ein paar Wochen oder Monate bewährt hat. Zu den wenigen Distributionen, die so vorgehen gehört Raspberry Pi OS (vormals Raspbian).

Greg Kroah-Hartman hat 2018 in einem detaillierten Blog-Beitrag, den wir unter [ct.de/ycew](http://ct.de/ycew) verlinkt haben, allerlei Empfehlungen zu diesem Themenfeld gegeben. Dort führt er an, dass die Kernel der Distributionen für die allermeisten Anwen-

der die beste Wahl darstellen. Leuten, die eigenhändig kompilierte Kernel einsetzen, rät er, ältere Longterm-Kernel-Serien nur in Embedded-Geräten zu nutzen, die ein starkes und engmaschiges Sicherheitsmodell verwenden. Kroah-Hartman nennt Android als Beispiel, weil es SELinux einsetzt und zugleich alle Anwendungen isoliert. Für andere Embedded-Geräte und Server rät er zur neuesten Longterm-Serie, wobei er für Server auch die aktuelle Stable-Reihe empfiehlt. Die sei auch die erste Wahl für Desktop-PCs und Notebooks.

Kroah-Hartman empfiehlt also für PCs letztlich einen Ansatz, wie ihn viele Linux-Distributionen bei Firefox schon fahren: Die meisten Nutzer bekommen alle paar Wochen eine neue Version, die Korrekturen und Verbesserungen bringt. Für Systeme, bei denen Versionssprünge eher unerwünscht sind, gibt es das länger gepflegte Firefox ESR (Extended Support Release). Mit ihm kann man ein Jahr lang größere

Änderungen vermeiden, muss dann aber innerhalb weniger Monate einen weiten Satz auf eine neue ESR-Version machen, die auf einem frischeren Firefox basiert.

Dass Kroah-Hartman so ein Modell auch beim Kernel für die vernünftigste Vorgehensweise hält, lässt er im Blog-Beitrag immer wieder durchblicken. Der Rat hat Gewicht, immerhin kommt er vom zweitwichtigsten Kernel-Entwickler, der beim heimlichen Stopfen von Sicherheitslücken typischerweise involviert ist.

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

**Blog-Beitrag von Greg Kroah-Hartman:**  
[ct.de/ycew](http://ct.de/ycew)

## Literatur

- [1] Thorsten Leemhuis, Strippenzieher, Wer bestimmt, wo es mit dem Linux-Kernel hingehört, c't 10/2021, S. 48
- [2] Thorsten Leemhuis, Stolperfalle, c't wirkt: Absturz-Problem mit Kingston-SSD des optimalen PC, c't 7/2021 S. 124

## Nicht nur Sicherheitsflicken bleiben auf der Strecke

Massenhaft Fehlerkorrekturen und allerlei Verbesserungen zum Hardware-Support erreichen viele Distributionen ebenfalls nicht, die veraltete oder von den Linux-Entwicklern abgelegte Kernel verwenden. Nach wie vor stürzen beispielsweise einige Distributionen auf Systemen mit bestimmten Kingston-NVMe-SSDs gelegentlich ab, obwohl c't Anfang Februar eine Änderung beigesteuert hat, durch die Linux das seit 4.14.221, 4.19.175, 5.4.97, 5.10.15 und 5.11 zu verhindern weiß [2]. Außerdem unterstützen manche Distributionen die Soundkarte Sound BlasterX AE-5 Plus nicht, obwohl selbst die eineinhalb Jahre alte Kernel-Serie des im März erschienenen 5.4.106 sie mühelos in Betrieb nimmt.

Solche Änderungen erreichen Nutzer von Fedora oder Rolling-Release-Distributionen zeitnah, sind bei einigen konservativ gepflegten Distributionen mit veralteten oder abgelegten Kerneln aber bis heute nicht zu finden. Denn dort kämen sie nur an, wenn Entwickler des Distributors ständig nach solchen Änderungen in neuen Kernel.org-Versionen Ausschau hielten, um interessante Verbesserungen in ihre veralteten Distributionskernel einzubauen. Gerade bei Fehlerkorrekturen wie dem Kingston-Fix ist es ärgerlich,

wenn diese nicht zügig zu den Anwendern gelangen: Manche Linux-Anwender müssen so Abstürze, Datenverlust und anderes Fehlverhalten ertragen, obwohl die Linux-Entwickler die Ursache dafür schon vor Monaten oder Jahren beseitigt haben.

Beim Hardware-Support ist die Lage weniger dramatisch: Größere Änderungen und neue Treiber ziehen ohnehin nur in den Hauptentwicklungszweig von Linux ein. Die Pflegerichtlinien für Stable- und Longterm-Kernel erlauben aber die Erweiterungen von Listen mit Identifikationsbezeichnern wie Vendor- und Device-ID, über die Treiber von Ihnen unterstützte PCI- und USB-Geräte erkennen – über ebensolche hat die Longterm-Serie 5.4 gelernt, die erwähnte Soundkarte zu unterstützen.

Ähnliche Ergänzungen gibt es immer mal wieder auch für Grafikchips, Netzwerkkarten, WLAN-Sticks, USB-Geräte oder neue AMD- und Intel-Prozessoren samt zugehöriger Chipsätze. Dadurch verbessert sich die Hardware-Unterstützung von Stable- und Longterm-Kernen zwar nicht phänomenal, aber mit der Zeit durchaus beständig. Genau das gibt bei einigen Anwendern den Ausschlag zwischen „mühsame, stundenlange Treiberinstallation“ und „funktioniert ohne Zutun“.



Bild: Albert Hulm

# Live aus dem Homestudio

## Professionelles Videostreaming mit einfachen Mitteln

**Zuschauer eines Videoblogs und selbst Teilnehmer von Video-meetings erwarten einen profes-sionellen Auftritt. Der beginnt mit der Wahl einer passenden Kommunikationsplattform. Damit er gelingt, muss aber vor allem das Setup von Kameras, Beleuchtung und Mikrofonen harmonieren.**

Von Philipp Mohaupt und Joachim Sauer

**P**DF- oder PowerPoint-Präsentationen und selbst reine Audio-Podcasts passen nicht mehr in eine Zeit, in der Freunde,

Familie und Kollegen wie selbstverständlich im Alltag über Video kommunizieren. Videopräsentationen wirken überzeugender. Um sich professionell zu präsentieren, sollte man aber eine bessere Kamera als die eingebaute Webcam verwenden und einige Gestaltungsregeln beachten, um den Zuschauern nicht das Innere der eigenen Nase zu zeigen.

Wenn Videodaten durchs Internet wandern, spricht man von Streaming – egal ob auf einem Social-Media-Kanal oder auf einer Plattform für Videokonferenzen. Der Bedarf an digitaler Videokommunikation besteht ungebrochen, denn das Homeoffice hat sich als fester Bestandteil der Bürowelt etabliert. Auch bei der Kommunikation über Videoplattformen wie MS Teams oder Zoom lohnt es also, einige grundlegende Tipps für das Setup von Ka-

meras, Mikrofon und Leuchtmitteln im Homeoffice umzusetzen.

Ein überlegener Ersatz für die herkömmliche Webcam liegt eventuell bereits zu Hause in der Schublade: Mittlerweile können viele halbwegs aktuelle Fotokameras Livebilder senden, wenn sie an den Rechner angeschlossen sind. Daneben stehen auf Videostreams spezialisierte Kameras zum Verkauf wie die Mevo Start des Herstellers Livestream. Mehrkameraaufbauten, in denen man dem Publikum verschiedene Blickwinkel der sprechenden Personen oder das Videobild eines Produkts zeigt, setzen einen Videmischer voraus. Das Ergebnis weiß dann aber auch zu überzeugen, vor allem wenn man mit Bedacht wählt, wo Kameras, Mikrofone und Leuchten stehen und wie man sich selbst vor der Linse präsentiert.

Mit den Videolivestreamingportalen Facebook, Twitch, YouTube und Vimeo adressieren Sie Kunden und andere Zielgruppen live, ohne ihnen Zugangsdaten zusenden zu müssen. Der niedrigschwellige Einstieg vergrößert das potenzielle Publikum. Für interaktive Videomeetings in Gruppen haben sich Teams, Skype, Team-Viewer und Zoom etabliert.

## Kameras fürs Streaming

Die meisten Notebook-Webcams haben eine winzig kleine Optik mit einem ebenso kleinen Sensor eingebaut, der selbst bei ausreichendem Licht nur minderwertige Videoqualität liefert. Professionelle Livestreamer schließen eine externe Kamera an, wobei separate Webcams keinen großen Qualitätssprung versprechen. Besitzen Sie eine Fotokamera von Canon, Fujifilm, Nikon, Panasonic oder Sony, geht es günstiger und besser: Die Hersteller haben im Laufe der vorigen Monate Updates vor allem für ihre aktuellen spiegellosen und Spiegelreflexsysteme veröffentlicht, damit diese via USB am Rechner wie Webcams funktionieren.

Die Hersteller bieten Programme für Windows und macOS an, die die Kamera als Webcam mit Full-HD-Auflösung einbinden. Bei Panasonic hat die Webcam-Software noch Betastatus. In der gewählten Streaminganwendung wählen Sie die Fotokamera anschließend wie eine Webcam aus. Durch die vergleichsweise großen Sensoren entsteht bei offener Blende eine natürliche und weitaus schickere Unschärfe im Hintergrund als beim üblichen, oft genug fehlerhaft ausstanzen künstlichen Weichzeichner. Tiefe im Bild wirkt deutlich besser als ein nachträglich eingerechneter Effekt.

Sofern der Hersteller für das eigene Kameramodell keine solche Software anbietet, sie aber einen HDMI-Ausgang hat, kann man einen USB-HDMI-Stick wie den Elgato CamLink (ca. 100 Euro) oder Atomos Connect (ca. 50 Euro) für die Verbindung nutzen. Deren Software gibt die Kamera als Webcam an die Streaminganwendung weiter. Entscheidender Vorteil: Beide Systeme liefern UHD-Auflösung, was sich beim Streaming auf Videoplattformen wie YouTube durchaus als sinnvoll erweist.

Eine einfach zu handhabende Möglichkeit, verschiedene Bildausschnitte von der Totale bis zum Porträt anzubieten, sind spezielle Livestreaming-Kameras, die sich via App steuern lassen. Bei der Mevo Start

definieren Sie in der zugehörigen App verschiedene Bildbereiche der Kameralinse, zwischen denen Sie im Stream umschalten. Die App funktioniert wie ein kleines Studio, das sich zur Not auch während des Streamings bedienen lässt oder automatisiert Bildausschnitte wählt. Dabei holt sich die App von der Kamera nur Teile des gesamten möglichen Bildbereichs – oder eben doch das komplette Bild. Die Zoomausschnitte sehen zwar nicht ganz so gut aus wie bei zwei Kameras, ermöglichen aber auf einfache Weise ein recht vielseitig wirkendes Videoangebot.

Noch etwas ausgefeilter klappt das mit sogenannten PTZ-Kameras. PTZ steht für Pan, Tilt und Zoom. Solche Kameras kommen mit einer Zoomoptik und einem motorisierten Schwenkkopf. So lassen sich beispielsweise bei der Marshall CV610-U3W-V2 über die Fernbedienung verschiedene Positionen speichern und abrufen.

## Der richtige Blickwinkel

Um professionell zu wirken, kommt es auf den Blickwinkel an. Nur wenn Sie auf Augenhöhe in die Kamera schauen, sprechen Sie Ihr Gegenüber direkt an. Die Kamera sollte keinesfalls von unten in die Nase schauen und nicht zum unterwürfigen Blick nach oben animieren. Sie können die Kamera leicht seitlich aufstellen, um den Hintergrund attraktiver zu gestalten. Wenn Sie konzentriert in die Kamera sprechen, blicken Sie nicht in den Monitor und sind somit weniger abgelenkt. Ein ständig zum Monitor schwei-

fender Blick kann ungewollt Desinteresse vermitteln.

Ein guter Bildausschnitt zeigt etwas mehr als nur den Kopf – gerade, wenn Sie später den Monitor teilen möchten. Dabei verkleinern fast alle Anwendungen das Bild des Vortragenden, der fortan leicht seitlich zu sehen ist. Zu sprechen und dabei in die Kamera zu schauen, bedarf etwas Übung. Bei komplexen Produktpräsentationen produziert man am besten ein Video vor und spielt es bei Bedarf ab.

## Mehrere Kameras einbinden

Für ein profitägliches Setting kommen Sie um mehrere Kameras nicht herum. Wechselnde Perspektiven machen das Zuschauen interessanter und spannender. So ein Setup besteht in der Regel aus zwei bis drei Kameras sowie dem geteilten Bildschirm des Rechners. Zwei Kameras positioniert man so, dass sie in unterschiedlichen Blickwinkeln auf einen oder mehrere Sprecher weisen. Die dritte Kamera kann Details zeigen – zum Beispiel ein vorgestelltes Produkt.

Wer über einen Aufbau mit mehreren Kameras nachdenkt, muss deren Signale koordinieren. Eine kostenfreie Lösung bietet das Open-Source-Programm OBS Studio. Es sammelt die Signale verschiedener Kameras ein, die über USB mit dem Rechner verbunden sind. Streamingprogramme erkennen OBS Studio als Webcam. Besonders wichtig: Auflösung und Bildrate der verschiedenen Kameras sowie der Ausgabe sollten identisch sein. Sonst



Viele Fotokameras lassen sich wie eine Webcam einbinden. Ein Stativ wie das Cullman Flexx mit Verlängerungsstange bringt die Kamera auf Augenhöhe.



**Die Mevo-Kamera steht hier unscheinbar auf der Lautsprecherbox. Sie nimmt ein weitwinkeliges Bild auf, ähnlich einer Actioncam.**

überfordern Sie den Rechner mit der Aufgabe, die Bildquellen in ein gemeinsames Format zu überführen.

In OBS Studio können Sie verschiedene Quellen in Szenarien definieren. So kombinieren Sie den freigegebenen Bildschirm zum Beispiel mit einer Bild-in-Bild-Einblendung einer Kamera, was nicht nur professionell aussieht, sondern den Bezug zum Kunden verbessert. Die OBS-Software organisiert den Stream über einen Streaming-Key, den YouTube in der Web-Oberfläche anbietet und der dem Stream die Zugangsberechtigung zum entsprechenden Kanal erteilt.

Der Haken am OBS Studio: Es kostet Zeit, die verschiedenen Szenarien vorzubereiten. Selbst wenn viel Mühe in die Vorbereitung fließt, passieren immer wieder Fehler beim Versuch, Moderation und Mischung parallel zu erledigen.

Mit kompakten Hardwaremischern wie dem Blackmagic Design Atem Mini halten Sie Ihre Kameras besser unter Kontrolle (siehe c't 15/2021, S. 92). Der Video-mischer kostet gut 300 Euro, verbindet sich über USB mit dem Rechner und nimmt bis zu vier Eingangsquellen über HDMI entgegen. Der Rechner erkennt ihn wie eine Webcam. Über die Bedienelemente des Atem Mini schalten Sie zwischen den Quellen um, wobei der „Cut“-Button hart umschaltet und die „Auto“-Schaltfläche weich überblendet. Der Vorteil des Mixers ist die zuverlässige Handhabung, wobei die günstigste Variante des Atem Mini den Rechner für den

Stream ins Netz benötigt. Diesen verbinden Sie per Kabel mit dem Netzwerk. WLAN ist fehleranfälliger, beispielsweise wenn der Nachbar auf dem gleichen Kanal funkts.

### Ton und Licht

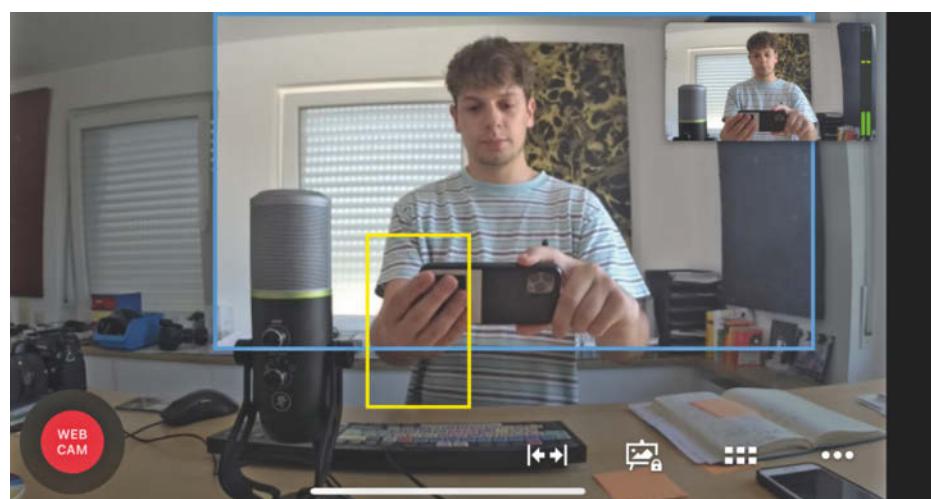
Im Rechner oder in Kameras integrierte Mikrofone liefern in der Regel keine gute Tonqualität. Notebook-interne Mikrofone nehmen außerdem besonders viel Hall auf und erfassen Lüfter- sowie Tippgeräusche. Headsets nehmen wenig Hall auf, liefern aber stark unterschiedliche Tonqualität, und mit geschlossenen Kopfhörern nimmt man die eigene Stimme nicht wahr. Im

Büro stellen Sie ein USB-Tischmikrofon auf, das Sie direkt an den Rechner anschließen. Je näher das Mikro am Sprecher steht, desto weniger Störgeräusche wie Raumhall erfasst es.

Um möglichst wenig Raumhall aufzunehmen, positionieren Sie das Mikrofon höchstens 20 Zentimeter vom Mund entfernt. Das gelingt fummelig per Tischstativ (mitgeliefert oder für etwa 20 Euro erhältlich) oder besser per separatem Mikrofonstativ (wackelig ab 40, stabil ab 80 Euro). Ungewollt bei der Aussprache entstehende Nebengeräusche verringert ein Popschutz (siehe c't 11/2021, S. 64). Die Nierencharakteristik dämpft seitlich und von gegenüber einfallenden Schall und bietet sich daher an.

Wer mehr Bewegungsfreiheit benötigt, besorgt sich ein Funkmikrofon (siehe Kasten). Der Haken dabei: Oft entsteht durch die Laufzeiten der Signale ein Ton-Bild-Versatz. Das vermeiden Sie mit einem Mikrofon, das über die Hauptkamera angebunden wird. Schaltet Sie um auf eine Zweitkamera mit weitwinkliger Einstellung, fällt der Tonversatz kaum auf; bei der Detailkamera spielt die Tonsynchronität keine Rolle. Bluetooth-Mikrofone oder -Headsets eignen sich für die hier angestrebten Qualitäten nicht.

Für gute Ausleuchtung genügen zunächst Büro- und Stehlampe oder auch das Tageslicht vom Fenster. Allerdings sollte man auf gleichmäßige Beleuchtung achten. Bei einseitigem Tageslicht helfen Sie von der anderen Seite nach. Wenn von der einen Seite Tageslicht und von der anderen Seite Kunstlicht kommt, entsteht



**In der Mevo-App definiert man verschiedene Bildausschnitte, zwischen denen man während des Streamings manuell umschalten kann.**



Auch im kleinsten Homeoffice lassen sich mehrere Kameras nutzen. Die Frontkamera zeigt einen Porträtausschnitt, die seitliche ein weitwinkelges Bild.

allerdings ein gruseliges Mischlicht. Tageslicht hat eine Lichttemperatur von 5600 Kelvin, zu der die künstliche Beleuchtung passen muss. Dank LEDs ist dies inzwischen relativ einfach herzustellen. Am besten richten Sie die Leuchte nicht direkt ins Gesicht, sondern gegen

eine weiße Wand. Vor die Leuchte gehängtes Butterbrotpapier verteilt das Licht etwas weicher. Wer es noch eleganter will, lässt die Kameralinse durch ein LED-Ringlicht schauen. Es beleuchtet Gesichter gleichmäßig und kaschiert Falten.



Die kostenfreie OBS-Software sammelt alle an den PC angeschlossenen Kameras ein. Auf vorbereitete Szenarien wie „Bild im Bild“ kann man während der Präsentation zugreifen.

Vermeiden Sie unbedingt Gegenlicht. Selbst wenn Sie manuell auf das Gesicht belichten, wirkt das Bild durch den überbelichteten Hintergrund sehr flau. Den Hintergrund können Sie mit einer Stehlampe aufhellen. Wenn dann noch die natürliche Unschärfe einer Vollformat-

## Zubehör fürs Homestudio

Um im Videomeeting auf Augenhöhe zu kommunizieren, benötigen Sie meistens ein **Stativ**. Gut, wenn bereits ein Fotostativ im Schrank liegt. Wenn der Platz nicht reicht, bieten sich Klemmstative wie die GorillaPods von Joby an. Der GorillaPod Rig ist mit 250 Euro zwar relativ teuer, hält aber auch schwere Kameras stabil und bietet zwei zusätzliche Arme, um Licht oder ein Mikrofon anzuklemmen. Alternativ gibts den GorillaPod 3K Video Pro für 129 Euro mit einem Neigekopf und einem weiteren Arm für Zubehör. Die Arme beider Stativen können Sie frei im Raum positionieren. Günstiger, aber wegen seiner Stangen deutlich weniger flexibel ist das Cullmann Flexx Tabletop Set für 40 Euro, das eine Schraubzwinge an der Tischkante fixiert.

Billige LED-Ringlichter, wie es sie ab 17 Euro online zu kaufen gibt, sind allemal besser als gar keine **Beleuchtung**. Strom beziehen sie über USB; gesteuert werden sie über ins Kabel integrierte Tasten für Lichtintensität und Farbe, wobei das Licht aber eher unnatürlich und hart erscheint. Deutlich schicker wirkt das Licht der recht-eckigen Videoleuchte Rollei Lumen Pocket, die sich via App aus der Ferne

steuern lässt. Dank RGB-Farben kann man sie auch als Leuchte für mehr Farbstimmung einsetzen. Mit der großflächigen LED Nova 300 bekommt man ein sanfteres Licht hin, denn die 300 LEDs verteilen sich auf einem Rechteck von 25 x 10 Zentimeter Größe, sodass die Leuchte schon fast als Flächenleute durchgeht. Hochkant ausgerichtet, leuchtet sie nicht nur das Gesicht, sondern auch den Oberkörper mit aus. Wer noch kräftigeres Licht benötigt, kann die 140 Euro teure Spectra2 von Manfrotto nehmen. Sie liefert dank Fresnellinsen weiches Licht in der Farbtemperatur von Tageslicht. Weitere Tipps finden Sie in c't 12/2021 ab Seite 106.

Headsets erfreuen sich großer Beliebtheit, am Arbeitsplatz sind **USB-Mikrofone** aber die bessere Wahl. Zum einen umgehen sie die meist schlechten AD-Wandler in den Rechnern, zum anderen sehen sie deutlich eleganter aus als ein Kopfgeschirr. Bei USB-Mikrofonen wird der Ton intern digitalisiert und an den Rechner übertragen. Die besseren Exemplare bieten die Möglichkeit, zwischen Nieren-, Kugel- und Acht-Charakteristik umzuschalten. So lassen sie sich auch nutzen, wenn man zu zweit am Arbeitsplatz sitzt.



Bild: Rode

Die **Sendermikrofone des Rode Wireless Go II** werden direkt an den Kragen gesteckt.

Mehr Flexibilität bieten **Funkmikrofone**, die sich sowohl mit dem Rechner als auch mit der Kamera verbinden lassen. Das vergleichsweise günstige System Rollei Hear:Me bietet eine ordentliche Tonqualität über das mitgelieferten Ansteckmikrofon. Auf Profi-Niveau liegt das Funksystem Rode Wireless Go. Das kleine Kästchen des Senders hat ein integriertes Mikrofon und lässt sich direkt ans Revers klippen. Den Empfänger steckt man auf die Kamera und kann sich somit frei bewegen. Für Interviewsituationen empfiehlt sich das Rode Wireless Go II, dessen Empfänger mit zwei Sendermikrofonen zusammenarbeitet (siehe c't 11/2021, S. 83).

kamera mit weit geöffneter Blende den Hintergrund weichzeichnet, wirken Sie im Videomeeting elegant und professionell wie in einem Porträtstudio.

## Fazit

Mit relativ einfachen Mitteln sorgen Sie dafür, im Videostream professionell aufzutreten. LED-Leuchten und auch Ansteckmikrofone kosten nicht die Welt. Fotokameras, die sonst in der Schublade liegen, eignen sich über USB als deutlich überlegener Ersatz für die Webcam. Am wichtigsten ist jedoch, wie Sie sich präsentieren, nämlich im richtigen Licht, von der besten Seite und auf Augenhöhe mit dem Zuschauer.

(akr@ct.de) ct

## Literatur

- [1] Michael Link, Hör gut zu, Besser klingen im Homeoffice, c't 11/2021, S. 64
- [2] Nico Jurran, Interviewpartner, c't 11/2021, S. 83
- [3] Sahin Erengil, Schön ausgeleuchtet, Günstige Leuchten für Videokonferenzen, c't 12/2021, S. 106
- [4] Mikro Dölle, Ausgewachsener Videoprofi, Kompaktes Achtkanal-Bildmischpult Atem Mini Extreme, c't 15/2021, S. 92



**Der kompakte Videomischer Atem Mini von Blackmagic Design bindet die Lumix-Fotokamera als Webcam ein. Sie liefert bessere Bildqualität und mehr Tiefenschärfe als jede integrierte Kamera.**

## Videostreamingportale

Es gibt durchaus alternative Streamingplattformen zu YouTube, wie das vergleichsweise junge Gamingportal Twitch beweist. Auch Facebook streamt Videos live.

**Facebook** hält in Sachen Videostreaming nicht mit dem Konkurrenten YouTube mit. Das Freunde-finden-Portal sendet Videostreams in hoher Auflösung mit einer Dauer von bis zu 8 Stunden. Für Livestreams kann man mittels des auf der Website angebotenen „Live Producer“ die Webcam oder den Bildschirminhalt zur Übertragung auswählen. Facebook bietet aber auch einen „Stream Key“ an, der

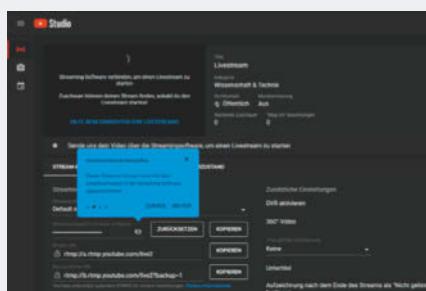
einem die Erlaubnis gibt, direkt mit einer Kamera oder einem Encoder ein Signal zu Facebook schicken. Wer bereits eine Facebook-Unternehmens- oder Fanseite pflegt, kann über Videostreams die Aufmerksamkeit und somit die Kundenbindung steigern.

Amazon hat vor ein paar Jahren das bei Gamern beliebte Streamingportal **Twitch** gekauft. Zuschauer können Livesstreams verfolgen und per Chat kommentieren oder Fragen stellen. Der Schwerpunkt liegt darauf, den eigenen Bildschirm zu teilen und sich selbst per „Facecam“ über die eigene Webcam klein ins Bild zuschalten. Um auf Twitch zu streamen, installieren Sie zunächst das kostenfreie Twitch Studio auf dem eigenen Rechner. Das Konzept wird dank E-Sports immer beliebter, sodass bereits einige Jugendsender ihr früheres TV-Programm ausschließlich über Twitch senden – und das bis zu 24 Stunden am Tag.

**Vimeo** konnte sich mit seinem kostenlosen Modell nicht gegen YouTube durchsetzen und stellte auf ein Bezahlmodell um. Fünf GByte Upload in der Woche kosten sechs Euro pro Monat. Unbegrenzte Nutzung bekommt man für 40 Euro monatlich.

Seit der Übernahme des Streaming-Hardwareherstellers „Livestream“ hat Vimeo die reine Videowiedergabe in den Hintergrund gestellt und konzentriert sich auf das Streamen direkt von der Kamera: Für 70 Euro monatlich können Vimeo-Kunden eine unbegrenzte Zahl an Zuschauern in Full-HD-Auflösung adressieren und die Videos anschließend an weitere Zuschauer verkaufen. Entsprechend richtet sich Vimeo in erster Linie an kommerzielle Nutzer.

Rund zwei Milliarden Zuschauer jeden Monat sind ein klares Indiz für die Dominanz von **YouTube** im Streamingmarkt. Die Google-Tochter versteht sich schon länger nicht mehr nur als Wiedergabe-Plattform, sondern streamt auch Livesendungen. So erzielt mancher YouTuber ein Publikum, das früher nur Sendeanstalten vorbehalten war. Entsprechend verwundert es nicht, dass es seit November 2020 einen Medienstaatsvertrag für YouTuber mit besonders hoher Reichweite gibt. Den eigenen Stream startet man über das kostenfreie YouTube-Studio direkt im Webbrowser und braucht dafür nicht viel mehr als eine Webcam. Allerdings bedarf die Livestream-Funktion ein bestätigtes YouTube-Konto mit allen Kontaktdataen.



Einen YouTube-Stream startet man direkt im Webbrowser über das kostenlose YouTube-Studio.

## Zubehör fürs Videostreaming

Produkt	Hersteller	Beschreibung	Preis
<b>Mini-Stative</b>			
FLEX Tabeltop Set	Cullmann	Klemme mit Verlängerungsstab und Kugelkopf	40 Euro
Compact Traveler Mini M-1	Rollei	Mini-Reisestativ mit Kugelkopf	60 Euro
Gorillapod 3K Video Pro	Joby	Stativ mit flexiblen Beinen und Videoneigekopf	129 Euro
Gorillapod Rig	Joby	Stativ mit flexiblen Beinen und zwei Armen für Zubehör	250 Euro
<b>LED-Leuchten</b>			
Evershop LED Ringleuchte mit Clip	Amazon/Ever	Ringlicht mit Klemme für den Arbeitsplatz	17 Euro
Lumen Pocket Bi-Color	Rollei	Leuchte in Smartphonegröße für Kunst- und Tageslicht	50 Euro
LED Nova 300 BiColor	Walimex pro	großflächige Leuchte, liefert weiches Licht	120 Euro
Spectra2	Manfrotto	kompakte Kopfleuchte für die Kamera, liefert Tageslicht	140 Euro
<b>Tonequipment</b>			
Relevator	PreSonus	Tischmikrofon (USB) mit drei Richtcharakteristiken	179 Euro
MKE 400 (2021)	Sennheiser	Richtmikrofon (3,5-mm-Klinke) für Kameras	199 Euro
Hear:Me Wireless	Rollei	Funkmikrofonsystem mit Ansteckmikrofon	130 Euro
Wireless Go	Røde	Funkmikrosystem zum Anstecken (für einen Sprecher)	219 Euro
Wireless Go II	Røde	2-Kanal-Funkmikrosystem mit zwei Sendern zum Anstecken (für zwei Sprecher)	329 Euro
<b>Videomischer</b>			
OBS Studio	OBSSproject	Videomischersoftware, die am Rechner angeschlossene Videoquellen verarbeiten kann	kostenlos
Atem Mini	Blackmagic Design	4-Kanal-Videomischer mit HDMI-Ausgang und USB-C-Anbindung an den Rechner	309 Euro

## Videokonferenzdienste

Lange dümpelten die Videokonferenzdienste dahin. Höchstens die Oma wurde mal per Skype zum Kindergeburtstag geholt. Lockdown und Homeoffice haben das geändert.

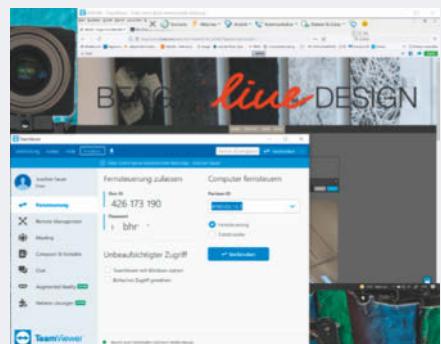
Der kostenfreie Videotelefoniedienst **Skype** widmet sich der direkten Kommunikation zwischen zwei oder mehreren Personen. Darüber hinaus kann man den Arbeitsplatz teilen, um eine Präsentation einzubinden. Die Teilnehmer nehmen wahlweise mit Videobild oder nur als Zuschauer teil. Echtes Livestreaming mit Aufzeichnung und Hosting des eigenen Videos erlaubt Skype allerdings nicht. Die Software ist auch als App für Android und iOS erhältlich und vergleichsweise leicht bedienbar. An Broadcaster richtete sich der Dienst „Skype for Business“, mit dem man Konferenzteilnehmer direkt live in die TV-Sendung holten konnte. Allerdings bietet Microsoft diesen Service für Neukunden inzwischen nicht mehr an, sondern verweist auf Teams.

Microsoft hat **Teams** in das Microsoft-365-Abomodell integriert, bietet aber auch eine kostenfreie Version an, mit der man einen Stream bis zu 60 Minuten an 100 Teilnehmer schicken darf. Wer den Stream aufzeichnen und ohne Zeitbegrenzung bis zu 300 Teilnehmer erreichen will, benötigt Microsofts 365 Business Basic für 4,20 Euro im Monat und bekommt dann die Office-Anwendungen

und 1 TByte Cloudspeicher dazu. Pluspunkte sind die gute Integration von PowerPoint sowie eine Teilnehmerliste, die sich zur Nachbereitung herunterladen lässt. Die Registrierung einzelner Zuschauer ist erst im 365 Business Standard Paket für 10,50 Euro im Monat möglich. Das Streaming funktioniert zuverlässig, allerdings geht Teams recht sparsam mit der Bandbreite um. So bekommen Zuschauer hier verglichen mit anderen Diensten nicht immer die maximal mögliche Auflösung zu sehen.

**TeamViewer** dient vor allem zur Fernwartung von PCs. Supportmitarbeiter können dabei Maus und Tastatur der Gäste übernehmen. Mit dem Dienst lassen sich aber auch digitale Meetings abhalten und einfache Videotelefone über die Webcam führen. Die Software setzt wie Skype eine Installation auf allen beteiligten PCs voraus. Wer immer auf die gleichen Rechner zugreift, zahlt 9,90 Euro im Monat. TeamViewer lässt sich als reines Meetingwerkzeug mit bis zu fünf Teilnehmern kostenfrei nutzen. Für 7,50 Euro pro Monat kann man 50 Teilnehmer bedienen und den Stream aufzeichnen. Für 10 Euro kann man Rechner fernsteuern und bis zu 100 Zuschauer adressieren. Eine Besonderheit bei TeamViewer ist die Option, Bildschirm Inhalte in 4K-Auflösung zu übermitteln.

Das Erfolgsrezept von **Zoom** besteht im vergleichsweise günstigen Preis bei



TeamViewer dient zur Fernwartung, wird aber auch als Tool für reine Video-meetings immer beliebter.

hohem Funktionsumfang: Bis zu 100 Teilnehmer und 40 Minuten Streaming ist der Dienst kostenfrei. Wer 1000 Zuschauer in unbegrenzter Länge erreichen will, bezahlt 140 Euro im Jahr. Man kann zwischen mehreren Webcams umschalten und den eigenen Bildschirminhalt im Livestream teilen. Letzteres funktioniert sogar vom iPhone via AirPlay. Zoomnutzer müssen die Software auf dem Rechner installieren. Die Teilnehmer benötigen diese aber nicht unbedingt, sondern können sich über einen zugeschickten Link im Browser passwortgeschützt einwählen. Wer die Zoom-App installiert, kann das Smartphone als externe Kamera im Livestream nutzen. Meetingteilnehmer kann man zudem gezielt ins Bild holen.



Bild: Thorsten Hübner

# Freier Schneidetisch

## Videos schneiden mit der Open-Source-Software Kdenlive

**Kdenlive arrangiert ohne Mühe kleine und große Videoschnittprojekte unter Linux und Windows. Dafür bringt der Open-Source-Videoeditor kleine Animationen, Untertitel und Dutzende Filter mit.**

Von Liane M. Dubowy

**E**in kleiner Clip für Social Media, ein YouTube-Video über die letzte große Reise, das Hobby oder gar Kurzfilmprojekte: Die Open-Source-Software Kdenlive ist ein vielseitiger Videoeditor, mit dem

sich ganz unterschiedliche Videos verwirklichen lassen. Der Einstieg fällt erfreulich leicht und wer will, kann auch kleine Animationen bauen, das Video mit einer Untertitelspur versehen und für die gewünschte Veröffentlichungsplattform ins passende Format rendern. Jede Menge Effekte und Übergänge sorgen für Abwechslung, eine Bibliothek speichert häufiger verwendete Clips, damit sie schnell in allen Projekten bereitstehen. Generatoren produzieren Clips mit einem Countdown, weißem Rauschen oder einem Testbild. Damit beim Videoschnitt alles schnell von der Hand geht, ist die Kdenlive-Oberfläche detailliert anpassbar.

Fehlt dem Urlaubsvideo noch eine Panoramaaufnahme oder akustische Untermalung, kann Kdenlive direkt die On-

line-Dienste Freesound, Pexels, Pixabay und das Internet Archive nach frei verfügbaren Clips durchsuchen. Damit es später keinen Ärger wegen fehlender Angaben gibt, speichert das Tool die Lizenzinformationen auf Wunsch in den Projektnotizen.

### Einfache Installation

Aktuelle Versionen der Videoschnittsoftware Kdenlive für Windows und Linux bietet die Projekt-Website an. Zwar halten die meisten Linux-Distributionen das Paket in Ihren Repositories vor, doch nicht immer ist es ganz aktuell. Mit den letzten Programmversionen hat Kdenlive große Sprünge gemacht und viele neue Funktionen integriert. Während Rolling-Release-Distros wie Arch Linux und Manjaro diese bereits per Paketmanager ausliefern, fin-

det man bei Ubuntu, Debian und Mint alte Ausgaben des Videoeditors. Eine einfache Alternative ist dann das distributions-unabhängige Flatpak-Paket, vorausgesetzt, Ihre Distribution unterstützt das Paketformat. Für den Test haben wir auch das in allen Distributionen nutzbare App-Image ausprobiert, das Sie nur herunterladen und starten müssen.

Kdenlive lässt sich prinzipiell auch unter macOS kompilieren. Das Macports-Projekt bietet fertige Pakete an, die jedoch leider veraltet sind.

Dieser Artikel entsteht mit Kdenlive unter Linux, die Unterschiede zu Windows sind aber geringfügig.

## Alles griffbereit

Die Programmoberfläche von Kdenlive bietet viele verschiedene Module, die sich nach Bedarf im Fenster andocken lassen. Damit es nicht unübersichtlich wird und nur die gerade benötigten Module sichtbar sind, hat das Kdenlive-Projekt fünf Standardlayouts eingeführt, die oben rechts über die Schaltflächen „Logging“, „Editing“, „Audio“, „Effects“ und „Color“ erreichbar sind. Während der Rest der Oberfläche weitgehend auf Deutsch verfügbar ist, gibt es für die fünf Arbeitsbereiche keine Übersetzung. Bei Bedarf können Sie die Bezeichnungen über „Ansicht/Manage Layouts“ per Doppelklick auf den jeweiligen Namen anpassen – an den Linkbezeichnungen oben rechts im Fenster ändert das allerdings nichts.

Anders als etwa Davinci Resolve schaltet Kdenlive beim Wechsel in einen der Arbeitsbereiche nicht auf völlig andere Funktionen um. Stattdessen rücken überall verfügbare Funktionen in den Vordergrund, beispielsweise bei „Audio“ die Audiobearbeitung. Die Aufteilung des Fensters und die angedockten Dialoge sind nur anders angeordnet.

Der Arbeitsbereich „Logging“ eignet sich gut, um vorhandenes Audio- und Videomaterial ins Projekt zu laden und vorzubereiten. Jeden Clip können Sie hier beim Durchsehen mit Notizen samt Zeitstempel versehen. Die Markierungen sind später auch im Clip in der Zeitleiste sichtbar und helfen, wichtige Stellen im Videoschnitt wiederzufinden.

Um den eigentlich Schnitt geht es dann im Bereich „Editing“, der den Projektinhalt, den Clip- und Projektmonitor sowie die Zeitleiste samt Audiopegel für die einzelnen Tonspuren sowie die Gesamtlautstärke zeigt. Das Angleichen und

## Videoschnitt unter Linux

Die Open-Source-Software Kdenlive hat zwar auch unter Windows eine Fangemeinde, doch sie ist besonders für Linux-Anwenderinnen und -Anwender ein Glücksfall. Weder Adobe Premiere noch Final Cut gibt es für das freie Betriebssystem, Davinci Resolve läuft zwar unter Linux, enttäuscht aber mit fehlender Unterstützung für gängige Codecs. Einzig Lightworks ist auch unter Linux gut einsetzbar, exportiert in der kostenlosen Version aber nur Videos bis 720p. Die

Pro-Version wiederum schlägt mit einer Abo-Gebühr oder einem einmaligen Preis von 487 Euro zu Buche.

Viele freie Alternativen bieten sich zwar für den Videoschnitt unter Linux an – beispielsweise Flowblade, OpenShot oder Shotcut – doch mit dem Funktionsumfang von Kdenlive können sie kaum mithalten. Keines der genannten Programme unterstützt zum Beispiel den direkten Import zweier Audiospuren in einer Videodatei.

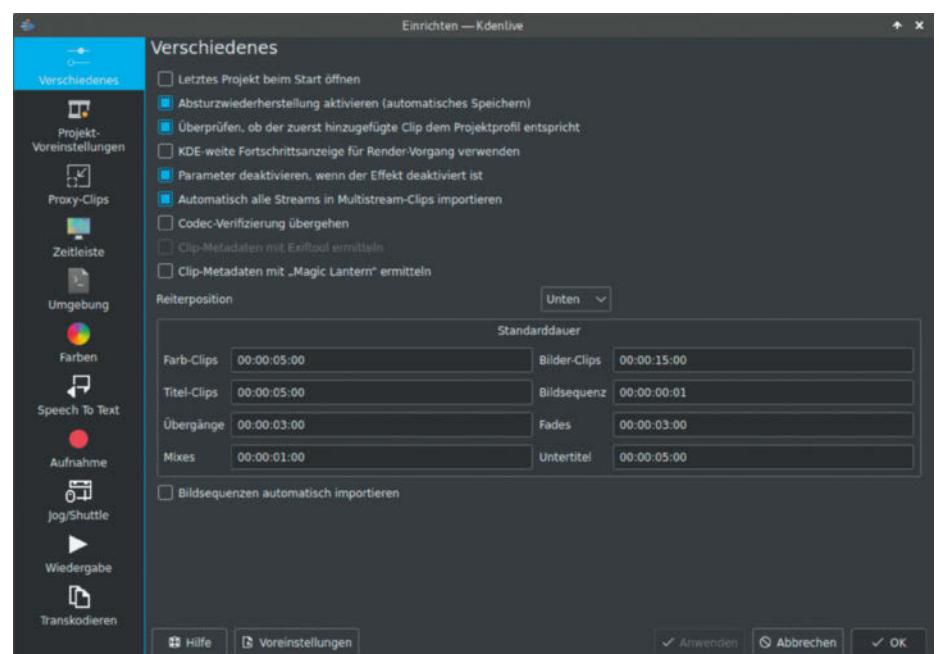
leichtere Beurteilen von Tonspuren erleidigen Sie am einfachsten im Bereich „Audio“. Effekte und Übergänge stehen im Bereich „Effects“ im Vordergrund und für Farbkorrekturen wechseln Sie zu „Color“. Nichts spricht allerdings dagegen, alle Arbeitsschritte beispielsweise im Bereich „Editing“ zu erledigen und die dafür zusätzlichen Dialoge einfach bei Bedarf einzublenden.

## Projekteinstellungen

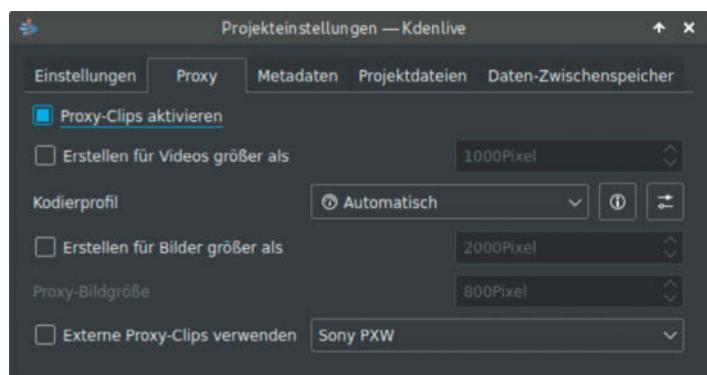
Vor Ihrem ersten Videoprojekt sollten Sie Kdenlive über „Einstellungen/Kdenlive einrichten“ einige Vorgaben machen. Unter „Verschiedenes“ entscheiden Sie, ob beim Programmstart das jeweils letzte

Projekt geladen oder ein neues angelegt werden soll. Welches Videoprofil bei einem neuen Projekt zum Einsatz kommt, wählen Sie unter „Projekt-Voreinstellungen“ (dazu im nächsten Abschnitt mehr), ebenso die Anzahl der Audio- und Videospuren. Brauchen Sie mehr (oder weniger) Spuren, können Sie die auch beim Schneiden noch ergänzen oder entfernen.

Wichtig: Sorgen Sie dafür, dass der „Benutzerdefinierte Projektordner“ auf einer Partition mit viel Platz liegt, damit nicht irgendwann die Platte vollläuft und Kdenlive nur noch Fehlermeldungen produziert. Zu diesem Zweck sollten Sie auch noch die Pfade unter „Umgebung“ kontrollieren, denn hier bestimmt der Reiter



In den Kdenlive-Einstellungen definieren Sie Standardverzeichnisse und legen die Standardlänge einer Clip-Sorte fest – zum Beispiel 15 Sekunden für Bilder-Clips.



**Ist Ihr Rechner nicht der Schnellste, sollten Sie in den Projekteinstellungen Proxy-Clips aktivieren, damit Kdenlive im Schnitt weniger ruckelt.**

„Standard-Ordner“, wo Kdenlive temporäre Dateien, Titel-Clips, die Bibliothek sowie in Kdenlive gemachte Aufnahmen ablegt.

Ist Ihr Computer nicht der Schnellste, sollten Sie unter „Einstellungen/Kdenlive einrichten“ unter „Proxy-Clips“ die Option „Proxy-Clips aktivieren“ anhaken. Die Option darunter kann das eingrenzen und nur auf Videos ab einer bestimmten Größe (vorgegeben sind 1000 Pixel) anwenden. Lassen Sie sich dann von der verpixelten Vorschau im Projektmonitor nicht irritieren: Kdenlive nutzt nun beim Schneiden niedrig aufgelöste Versionen der Videos, sodass Sie ruckelfrei arbeiten können. Beim Rendern kommen dann aber die Original-Clips zum Einsatz. 4K-Schnitt ist auch auf schnellen Rechnern kaum anders machbar. Speichern Sie Ihre Einstellungen abschließend mit „OK“.

## Das erste Schnittprojekt

Kdenlive öffnet beim Starten automatisch ein neues Projekt, sofern Sie nicht in den Einstellungen etwas anderes festgelegt haben. Speichern Sie es zunächst unter einem aussagekräftigen Namen und passen Sie die Einstellungen über den Menüpunkt „Projekt/Projekteinstellungen“ an.

Wählen Sie das für Ihr Videoprojekt passende Videoprofil aus den vordefinierten Einträgen aus oder legen Sie die Einstellungen manuell fest. Ein Videoprofil setzt die für Ihr Projekt geltende Auflösung, die Framerate, den Farbraum und einige andere Parameter. Möchten Sie zum Beispiel ein Urlaubsvideo in FullHD produzieren, könnte „HD 1080p25 fps“ oder „HD 1080p 30fps“ eine gute Wahl sein. Für ein Gameplay-Video wählen Sie entweder letzteres oder ein Profil mit höherer Framerate (60fps), um schnelle Bewegungen in Spielen besser darzustellen. Soll es hingegen ein Hochkantvideo für Social Media oder gar ein quadratisches

für Instagram werden, finden Sie unter „Benutzerdefiniert“ Videoformate mit „Vertical“ oder „Square“ im Namen.

## Bestens organisiert

Ist das Schnittprojekt mit den richtigen Einstellungen gespeichert, laden Sie Ihr Audio- und Videomaterial ins Programm, fügen gegebenenfalls Grafiken und Musik hinzu und alles, was sonst noch so im Video auftauchen soll. Sie können später jederzeit weitere Clips ergänzen.

Zum Sammeln des Materials ist der Arbeitsbereich „Logging“ zu empfehlen. Hier können Sie verfügbares Material vorsortieren, sichten und kommentieren, sodass der Schnitt später schneller von der Hand geht. Ziehen Sie Ihr Material aus dem Dateimanager in den „Projektinhalt“ links oben oder klicken Sie rechts in den Fensterbereich und wählen „Clip oder Ordner hinzufügen“.

Sind mehr als ein paar Schnipsel im Video, verliert man schnell die Übersicht und das Vorsortieren lohnt sich. Geben Sie kurzen Clips aussagekräftige Namen und legen Sie im Projektinhalt mit der passenden Schaltfläche Ordner an, um das Material in Griff zu bekommen. Bei einem Reisevideo können das beispielsweise Reisetage oder besuchte Orte sein. Ziehen Sie die Clips dann mit der Maus in die Ordner. Dazu können Sie die Ansicht nach Kriterien wie Datum, Dauer oder Typ sortieren. Wer will, kann auch nur das Datum der Clips anzeigen lassen – was bei einem Urlaubsvideo, das die Ereignisse jedes Tages zusammenfasst, praktisch sein kann.

Kdenlive bietet mehrere Möglichkeiten, die einzelnen Clips vorab mit Informationen zu versehen. Um die besten Clips zu markieren, aktivieren Sie über das Icon mit den drei horizontalen Strichen den Ansichtsmodus „Baumansicht“, dann können Sie „Bewertung anzeigen“ aktivieren und bis zu fünf Sterne vergeben. De-

taillierter kommentieren Sie ein Video mit den „Clip-Eigenschaften“.

Wenn Sie einen Clip im Projektinhalt anklicken, sehen Sie rechts im Clipmonitor eine Vorschau, die Sie abspielen, vor- und zurückspulen können. Möchten Sie sich währenddessen zu einer bestimmten Stelle etwas notieren, pausieren Sie das Video an der Stelle und klicken im Dialog „Clip-Eigenschaften“ links unten auf das erste Icon „Markierung hinzufügen“. Tragen Sie einen Kommentar ein und ordnen Sie die Markierung bei Bedarf einer von acht farbig gekennzeichneten Kategorien zu. Diese Vorbereitung lohnt sich bei längeren Videos, aus denen Sie mehrere Abschnitte heraussuchen wollen. Wenn Sie das Video nun im Clipmonitor sehen, können Sie per Doppelklick auf eine Markierung direkt zur betreffenden Stelle springen. Das Beste: Anders als Hilfslinien, die Sie später in der Timeline zur Orientierung setzen können, bleibt die Markierung stets an derselben Position im Clip – auch wenn der auf der Timeline verschoben wird. So finden Sie eine markierte Stelle schnell wieder.

## Video schneiden

Im nächsten Schritt wechseln Sie in den Arbeitsbereich „Editing“ und ordnen Video- und Audioclips auf der Timeline an. Standardmäßig stehen zwei Video- und zwei Audiospuren bereit, weitere ergänzen Sie bei Bedarf per Rechtsklick auf den Kopf einer Spur und anschließend „Spur einfügen“. Zum Einfügen klicken Sie im Projektinhalt einen Clip an, den Sie im Video verwenden wollen, und ziehen ihn mit gedrückter linker Maustaste von dort oder aus dem Clipmonitor auf die gewünschte Stelle in der Timeline. Fahren Sie mit dem Mauszeiger über den Clip, dann wird der Zeiger zu einer Hand. Per Drag & Drop können Sie den Clip dann verschieben.

Steht der Mauszeiger über dem Anfang oder Ende eines Clips, dann wird daraus ein Doppelpfeil, mit dem Sie die Länge des Clips ändern können. Ziehen Sie dazu einfach Anfang und Ende in die gewünschte Richtung; dabei gilt: Kürzen geht immer, verlängern nur, wenn der Original-Clip an dieser Stelle länger ist. Wollen Sie aus einem langen Clip nur einen kurzen Ausschnitt verwenden, wäre dieser Weg zu umständlich. Dann wählen Sie den Ausschnitt besser schon im Clipmonitor.

Dazu spielen Sie das Video im Clipmonitor ab und drücken am gewünschten An-

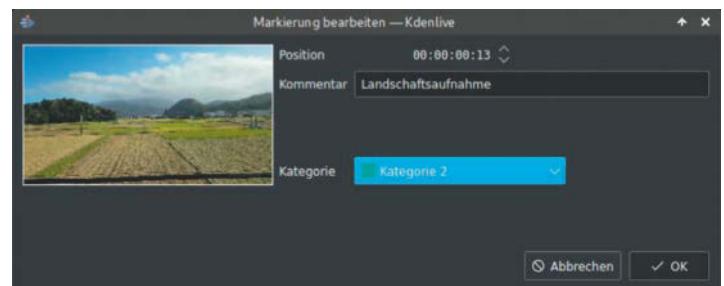
fangspunkt die Taste I (in) und am Endpunkt die Taste O (out). Wenn Sie das Video anschließend in die Timeline ziehen, landet dort nur der gewählte Ausschnitt.

Um einen Clip in zwei Teile zu schneiden, setzen Sie den Playhead – also die Linie, die die aktuelle Position in der Timeline markiert – an den Schnittpunkt und drücken die Tastenkombination Umschalt+R. Alternativ klicken Sie mit der rechten Maustaste und wählen „Clip schneiden“. In der Werkzeugleiste direkt über der Timeline aktivieren Sie das Schneidewerkzeug per Klick oder mit X. Dann zeigt Kdenlive eine rote Linie, wenn der Mauszeiger über der Timeline steht. Damit lassen sich Schnitte leichter positionieren.

Wie bei anderen Videoeditoren gilt: Wenn Clips einander in der Timeline überlappen, ist nur der oberste Track sichtbar. Das lässt sich nutzen, um eine Grafik wie ein Logo mit transparentem Hintergrund einzublenden, das dann nur mit seinem sichtbaren Teil das Video verdeckt. Oder Sie lassen eine Videoquelle in Spur 1 durchlaufen, beispielsweise die Totale eines Konzertmitschnitts, und ordnen in Spur 2 zeitlich passend die Detailaufnahmen an.

Ordnen Sie auf diese Weise alle Clips, die Ihr Video enthalten soll, an und wählen

**Markierungen im Videoclip sind später auch auf der Timeline sichtbar und werden dort automatisch mitverschoben.**



sie den richtigen Ausschnitt. Für schönere Übergänge zwischen den einzelnen Szenen und ein wenig Nachbearbeitung sorgen Sie später.

## Gruppenbildung

Beim Verschieben von Clips dürfte Ihnen aufgefallen sein, dass Audio- und Videospur eines Clips immer gemeinsam verschoben, gekürzt und geschnitten werden. Das stellt sicher, dass Audio- und Videoteile eines Clips stets synchron sind. Möchten Sie aber zum Beispiel nur die Audiospur kürzen oder sie gar löschen, müssen Sie die Gruppierung zuerst auflösen. Ist der Ton eines Videos teilweise nicht zu gebrauchen, können die Bilder stattdessen mit einem eigens dafür eingesprochenen Kommentar oder mit Musik unterlegt werden. Achten Sie bei

Musik darauf, keine Urheberrechte zu verletzen.

Am schnellsten lösen Sie eine Gruppierung per Tastenkombination Strg+Umschalt+G oder Kontextmenü („Gruppierung auflösen“). Haben Sie beispielsweise ein Stück aus einer Tonspur herausgeschnitten, sollten Sie sie später wieder mit dem zugehörigen Video gruppieren, damit sie nicht versehentlich verschoben wird. Dazu klicken Sie die beiden zusammengehörigen Clips mit gedrückt gehaltener Umschalttaste der Reihe nach an und gruppieren sie mit Strg+G (oder Kontextmenü „Clips gruppieren“).

## Sanfter Übergang

Je nach Aufnahme kann man Videoschnippele einfacher auf der Timeline aneinanderreihen. Solche harten Schnitte sind sinn-



Im Arbeitsbereich Editing sehen Sie links oben den Projektinhalt und rechts daneben eine Clipvorschau. Unten ist die Timeline mit allen Spuren samt Übergängen zu sehen, oben rechts die zugehörige Vorschau.



Ist im Titelwerkzeug die Option „Hintergrund anzeigen“ aktiv, sehen Sie den Text vor dem darunterliegenden Video und können ihn leichter platzieren.

voll, wenn der Bildinhalt zusammenpasst. In anderen Fällen bietet sich ein Übergang zwischen Szenen an, etwa um einen irritierenden Schnitt zu kaschieren. Die einfachste Variante ist das Einblenden („Fade in“), das den folgenden Clip langsam sichtbar werden lässt. Der Übergang steht direkt in der Timeline bereit: Schieben Sie einen Clip auf die zweite Videospur und lassen Sie ihn den ersten Clip ein wenig überlappen. Fahren Sie mit dem Mauszeiger auf den zweiten Clip, dann sehen Sie vorn einen grünen und hinten einen roten Punkt. Diese können Sie nach innen ziehen und so die Transparenz des Clips am Anfang und Ende regeln.

Weitere Übergänge versteckt Kdenlive im Reiter „Übergänge“ hinter dem Projektinhalt. Eine Vorschau gibt es nicht. Am besten probieren Sie die Übergänge aus, „Wipe“ beispielsweise wechselt die Szenen im Stil der ersten Star-Wars-Filme. Per Rechtsklick und „Zu Favoriten hinzufügen“ ist ein Übergang im Timeline-Kontextmenü unter „Einen Übergang hinzufügen“ schneller griffbereit. Ziehen Sie einen Übergang aus der Liste einfach per Drag & Drop auf den Clip, auf den Sie ihn anwenden möchten. Markieren Sie den Übergang, um seine Einstellungen in der Mitte des Kdenlive-Fensters zu öffnen.

Seit der Kdenlive-Version 20 können Sie einen Übergang auch zwischen zwei Clips auf derselben Spur einfügen. Beide Clips müssen dazu noch ein paar Frames länger sein, als auf der Timeline zu sehen ist. Schieben Sie die Clips aneinander, fahren Sie mit dem Mauszeiger auf den Über-

gang bis er zum Doppelpfeil wird, und führen Sie einen Doppelklick aus.

### **Titel gestalten**

Mindestens am Anfang des Videos sollten Sie einen Titel einblenden. Weitere können sinnvoll sein, bei einem Reisevideo über Japan etwa zu den einzelnen Etappen Tokio, Kyoto und Fukuoka. Die Vorgehensweise ist in beiden Fällen dieselbe.

Kdenlive bringt fürs Einblenden von Titeln ein Werkzeug mit, in dem sich Grafiken und Text arrangieren und sogar kleine Animationen bauen lassen. Für einen neuen Titel-Clip klicken Sie mit der rechten Maustaste in den Projektinhalt und wählen „Titel-Clip hinzufügen“ oder im Menü „Projekt/Titel-Clip hinzufügen“. Der sich öffnende Editor zeigt links eine Vorschau, oberhalb eine Werkzeugeiste mit den verfügbaren Tools und rechts in mehreren Reitern deren Einstellungen.

Um Text hinzuzufügen, wählen Sie oben das Schriftwerkzeug aus, klicken in die Vorschau und tippen den gewünschten Text. Per Doppelklick markieren Sie diesen und ändern rechts in den Werkzeugeinstellungen die Schriftart, -farbe und -größe. Anschließend wechseln Sie zum Verschieben-Tool (Icon ganz links) und ziehen den Text an die gewünschte Stelle. Leichter ausrichten lässt er sich mit den Schaltflächen über der Schriftauswahl, die ihn oben, unten, mittig, links oder rechts anordnen. Klicken Sie dann auf „Titel erstellen“, um den Clip anzulegen. Sie können ihn später noch nachbearbeiten. Nun können Sie ihn wie andere Clips mit der

Maus auf die Timeline ziehen und beliebig verlängern oder kürzen.

Um leichter die Textposition an das darunterliegende Video anzupassen, öffnen Sie den Titel-Clip per Doppelklick auf den Eintrag im Projektinhalt. Wenn Sie nun am unteren Fensterrand die Option „Hintergrund anzeigen“ anschalten, sehen Sie den Text samt darunterliegendem Videobild und können seine Position feintunen. Wenn Sie „Hilfslinien anzeigen“ aktivieren, können Sie den Text an einem Gitter positionieren.

Kdenlives Titel-Editor hält viele weitere Möglichkeiten bereit: Sie können Bilddateien wie ein Logo oder Hintergrundbild einfügen, den Text mit einem Rahmen versehen, mit farbigen oder durchsichtigen Rechtecken und Ellipsen unterlegen und Linien ziehen. Mit dem „Typewriter effect“ wird die Schrift Buchstabe für Buchstabe sichtbar. Sogar kleine Animationen können Sie bauen. Um einen Titel sanft ein- und wieder auszublenden, versehen Sie ihn später auf der Timeline mit dem „Fade in“-Effekt.

Wer nicht bei null anfangen will, kann eine der Vorlagen ausprobieren, die im Titleditor ganz unten über das Auswahlfeld „Vorlage“ bereitstehen. Weitere laden Sie über das Download-Icon in der Werkzeugeiste oben im Titleditor herunter. Ein Klick darauf öffnet den Dialog „Neue Erweiterungen herunterladen“, der eine Vorschau und Bewertungen zu jeder Titelvorlage zeigt. Hier lassen sich neue über die Schaltfläche „Installieren“ herunterladen oder vorhandene mit „Deinstallieren“ wieder entfernen.



Die Effekte sind in Kategorien sortiert. Im Feld über der Effektliste können Sie auch gezielt suchen.

## Effektvoll

Effekte listet Kdenlive im gleichnamigen Reiter hinter dem Projektinhalt in Kategorien sortiert auf. Egal ob Audio- oder Videoeffekt, ziehen Sie ihn einfach auf den gewünschten Clip in der Timeline. Markieren Sie den Clip, um dann die Einstellungen zu sehen. Möchten Sie zum Beispiel die Lautstärke eines Musik-Clips anpassen, suchen Sie in den Effekten unter „Audioverbesserung“ nach „Lautstärke (Keyframe-fähig)“ und ziehen den Eintrag auf Ihren Audioclip.

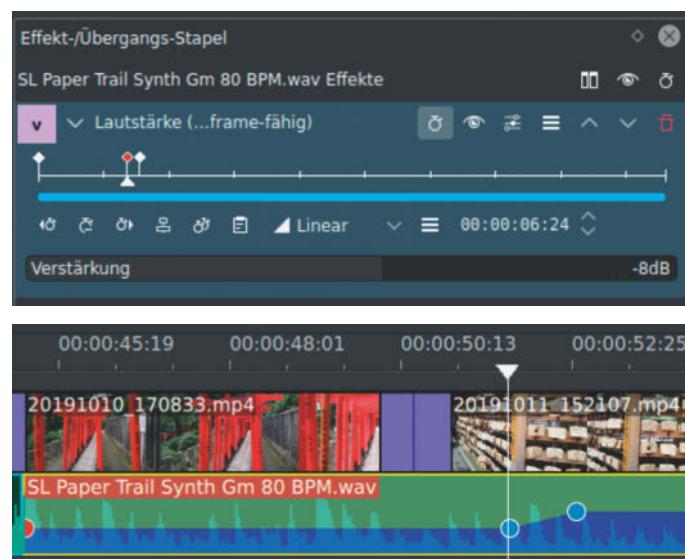
Wenn Sie den Clip markieren, zeigt der Dialog „Effekt-/Übergangs-Stapel“ den Effekt samt seiner Optionen an. Sie können den gesamten Clip lauter oder leiser drehen, indem Sie die Zahl hinter „Verstärkung“ verändern. Soll die Lautstärke an verschiedenen Stellen im Clip unterschiedlich angepasst werden, setzen Sie im Clip sogenannte Keyframes und legen für jeden dieser Punkte die Lautstärke einzeln fest. Um einen Keyframe zu setzen, spielen Sie den Clip bis zur gewünschten Stelle ab und klicken in den Effekt-Optionen auf das zweite Icon von links mit dem Pluszeichen. Passen Sie dann die Lautstärke an dieser Stelle an. Ist ein Keyframe markiert, entfernt ihn das Icon mit dem Minuszeichen wieder. Sie können einen Keyframe auch einfach mit der Maus verschieben. Bedenken Sie dabei, dass Kdenlive die Lautstärke von einem Keyframe zum anderen automatisch anpasst, also allmählich lauter oder leiser wird, und setzen Sie gegebenenfalls weitere Keyframes, damit nicht andere Stellen zu leise werden.

Ist ein Clip markiert, lassen sich neue Keyframes auch per Doppelklick in den Clip einfügen. Mit der Maus kann man diese auch einfach nach oben und unten ziehen (oder nach rechts und links verschieben), um die Lautstärke zu verändern.

## Video rendern

Ist der Schnitt geschafft, können Sie das Video im gewünschten Format in eine Videodatei rendern und diese beispielsweise bei YouTube hochladen. Öffnen Sie zunächst im Menü den Eintrag „Projekt rendern“. Legen Sie im Feld „Ausgabedatei“ fest, wo die fertige Videodatei gespeichert werden soll. Dann geht's ans Format: Für ein YouTube-Video ist die Vorlage „MP4 (H264/AAC)“ passend. Weitere Formate finden Sie in der Liste.

Der Schieberegler neben „Qualität“ legt fest, mit welcher Bitrate das Video ge-



**Keyframes** lassen sich in den Effekt-einstellungen (oben) oder direkt in der Timeline per Doppelklick setzen. In beiden Fällen verschiebt man sie einfach mit der Maus.

rendert wird. Je weiter rechts der Regler steht, umso besser die Qualität, aber umso größer auch die Datei. Aktivieren Sie die Option „Weitere Einstellungen“, dann können Sie neben „Video“ den Zahlenwert verändern. Experimentieren Sie am besten mit Werten zwischen 18 und 21 und kontrollieren Sie das Ergebnis, um einen guten Kompromiss zwischen Qualität und Dateigröße zu erreichen. Mit der Schaltfläche „In Datei rendern“ starten Sie den Vorgang.

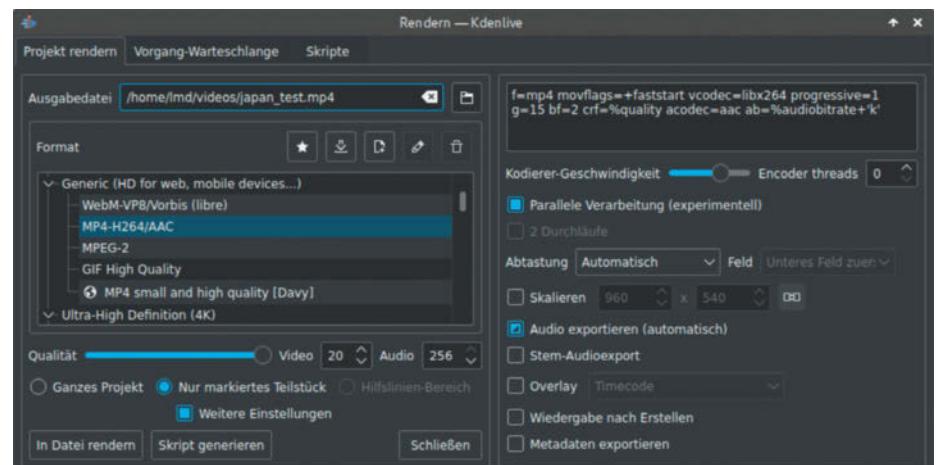
## Fazit

Der Funktionsumfang von Kdenlive ist beachtlich, die grundlegende Bedienung ist trotzdem verglichen mit anderen Schnittprogrammen leicht zu erlernen. Selbst für kleine Animationen reicht eine Kombination aus Titelwerkzeug und Effekten. Kdenlive kann direkt mehrere Online-Quellen für zusätzliches Audio- und Videomaterial anzapfen.

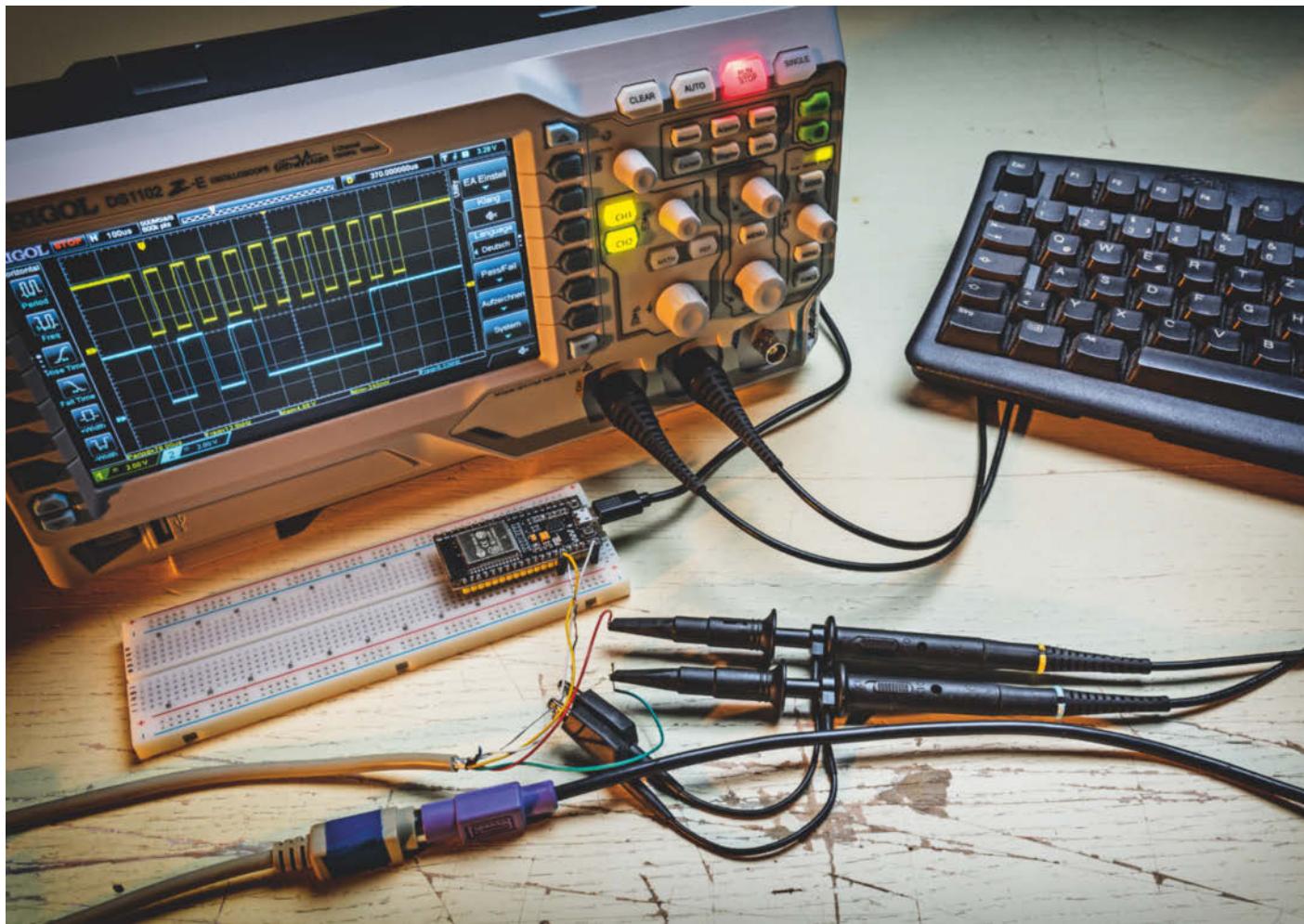
Manche Funktionen sind erstaunlich einfach umgesetzt: Für die Aufnahme eines Kommentars mit dem Mikrofon reicht beispielsweise ein Klick auf den roten Aufnahme-Button der gewünschten Audiospur. Wollen Sie einen Screencast anfertigen, müssen Sie nur den Monitor wählen und die Aufnahme starten. Nach Aufnahmeeinde landet der Clip direkt im Projektinhalt. Auch deutsche oder fremdsprachige Untertitel sind schnell ergänzt: Kdenlive importiert fertige Untertitel oder legt eine Spur dafür in der Timeline an, wo Sie sie einfach eintippen und an die passende Stelle schieben. Das vielseitige Open-Source-Werkzeug arbeitet zuverlässig und lässt kaum Wünsche offen.

(lmd@ct.de) ct

**Kdenlive-Website & Videotutorial:**  
[ct.de/y5jn](http://ct.de/y5jn)



Im Render-Dialog legen Sie fest, wo das fertige Video landen soll. Mit „In Datei rendern“ starten Sie den Vorgang.



# Wellengucker

## Einstieg in die Arbeit mit dem Oszilloskop

**Mit einem Oszilloskop suchen Sie gezielt nach Fehlern in Schaltungen oder analysieren ihre Funktionsweise. Wie das in der Praxis funktioniert, können Sie mit einer alten PS/2-Tastatur einfach ausprobieren, indem Sie versuchen, das Protokoll zu dekodieren.**

Von Jan Mahn

Zu den nützlichsten Helfern in der Elektronikwerkstatt, beim Reparieren historischer Computer oder beim Reverse Engineering von Schaltungen (also dem Analysieren von unbekannten Systemen)

gehört das Oszilloskop. Früher war das eine Anschaffung, auf die man als Hobbybastler lange sparen musste. Heute gibt es gute digitale Oszilloskope schon für kleines Geld von namhaften Herstellern. Für den Einstieg reicht es aber leider nicht, das beigelegte Handbuch zu lesen – das erklärt vor allem die Anordnung der Knöpfe, setzt aber viel Wissen über den Umgang voraus. Warum ein Oszilloskop in der Praxis nützlich ist und wie man zu sinnvollen Ergebnissen kommt, verrät das Handbuch oft nicht. Hilfreich ist schon mal, das grundsätzliche Funktionsprinzip zu kennen: Das Oszilloskop stellt gemessene Spannungen im zeitlichen Verlauf dar. So weit, so unspektakulär.

Dieser Artikel zeigt anhand eines anschaulichen Beispiels, wann diese Spannungen viel über die Schaltung verraten:

Untersucht werden soll das Signal einer alten PS/2-Tastatur. Eine solche haben viele sicherlich noch in der Altgerätekiste. Die Komplexität von PS/2 ist überschaubar und damit ist es ideal für erste Erfolgsergebnisse bei der Analyse. Für Einsteiger erläutern wir zunächst, wie man ein Oszilloskop in Betrieb nimmt und einstellt – wenn Sie sich als erfahrener Nutzer direkt ans Reverse Engineering von PS/2 machen wollen, lesen Sie im Abschnitt „Tastaturanalyse“ weiter.

Für diesen Artikel kommt ein Rigol DS1102Z-E zum Einsatz, ein mit rund 270 Euro vergleichsweise günstiges Zwei-Kanal-Digitaloszilloskop mit guter Ausstattung. Auch die Screenshots und Fotos sind mit diesem Gerät entstanden. Sie können das Beschriebene aber mit jedem anderen digitalen Oszilloskop nachvollziehen, manche Knöpfe sind dort

nur etwas anders angeordnet und beschriftet. Genutzt werden zwei passive Tastköpfe (so heißen die Werkzeuge, die Sie mit der Schaltung verbinden).

## Feineinstellung

Die erste Pflichtübung nach dem Auspacken eines Oszilloskops ist immer das Einstellen der sogenannten Kompensation der Tastköpfe. Dabei verändert man mit einem kleinen Schraubendreher die Kapazität eines eingebauten Trimkondensators und passt den Tastkopf so perfekt an das Oszilloskop an. Bei der Gelegenheit lernt man direkt die wichtigsten Knöpfe und Drehregler des Messgeräts und die grundlegende Funktionsweise kennen.

Ein Tastkopf besteht aus einem stiftähnlichen Griffstück mit einer dünnen Prüfspitze. Diese kann man zum Beispiel an einem Punkt in der Schaltung aufsetzen, um dort zu messen. Zu den meisten Tastköpfen gehört eine aufsteckbare Federklemme. zieht man das vordere Teil zurück, kann man diese Klemme an einen Leiter hängen und hat die Hände frei. Seitlich aus dem Tastkopf heraus kommt ein Stück Kabel mit einer Krokodilklemme. Das ist die Masseklemme, die mit Masse auf der Schaltung verbunden werden muss. Das Oszilloskop misst per Span-

nungsteiler die Spannung zwischen Masse und der Prüfspitze.

Zu Beginn brauchen Sie nur einen der beiliegenden Tastköpfe, den Sie am BNC-Anschluss des ersten Kanals anschließen. Passive Tastköpfe haben am Griff meist einen kleinen Umschalter, beschriftet mit X1 und X10. Damit legt man fest, in welchem Verhältnis die zu messende Spannung am Oszilloskop ankommen soll. Stellen Sie diesen Schalter für den Einstieg auf X10 (1:10) – 10 Volt kommen jetzt als 1 Volt im Gerät an. In dieser Einstellung können Sie höhere Frequenzen darstellen, daher ist das immer der bevorzugte Modus. Den Modus X1 brauchen Sie nur für sehr kleine Spannungen. Damit die Darstellung der Spannungen auf dem Display später passt, müssen Sie dem Gerät noch erklären, dass Sie den Tastkopf im Modus 1:10 betreiben. Wo genau diese Einstellung auf Ihrem Gerät zu finden ist, verrät das Handbuch.

Irgendwo an der Vorderseite des Oszilloskops finden Sie zwei Kontakte nebeneinander, einer ist mit dem Masse-Symbol beschriftet. Am anderen steht manchmal etwas wie „Probe Comp“. An den Massekontakt hängen Sie die Krokodilklemme, an den anderen die Federklemme des Tastkopfs. Das Oszilloskop gibt über diesen Kontakt zum Abgleichen

der Tastköpfe ein Rechteckwellensignal mit fester Frequenz aus, meist 1 kHz. Bevor Sie sich ans Einstellen der Kompensation machen können, müssen Sie das Signal erst einmal ruhig und mittig auf dem Bildschirm einfangen. Jedes moderne Digitaloszilloskop hat eine Taste mit der Aufschrift „Auto“, das alle Parameter automatisch anpasst. Das klappt oft auf Anhieb, ist aber didaktisch der falsche Weg. So erfahren Sie nämlich nicht, wie das Oszilloskop arbeitet und bedient wird.

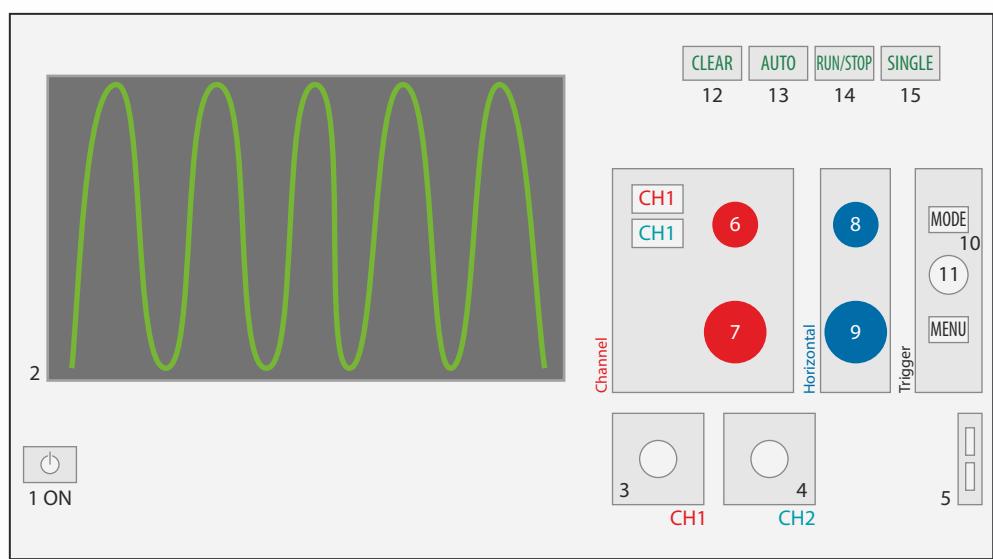
Wenn Sie den Tastkopf an die Kontakte gehängt haben, sehen Sie zunächst vermutlich nur Geflacker irgendwo auf dem Schirm. Vor dem Einstellen müssen Sie sich noch einmal klarmachen, was ein Oszilloskop überhaupt tut: Es zeigt Spannungen im zeitlichen Verlauf an. Auf der X-Achse wird die Zeit abgetragen, auf der Y-Achse die Spannung. Ein Oszilloskop mit mehreren Kanälen (meist 2 oder 4) zeichnet mehrere Graphen für mehrere gleichzeitige Spannungsmessungen.

Das Oszilloskop beschreibt den Bildschirm immer von links nach rechts mit dem Graphen und fängt dann wieder links an, das letzte Bild zu überschreiben. Dieses Vorgehen stammt noch aus der Zeit analoger Oszilloskope, in denen das Bild

## Bedienelemente eines Zweikanal-Oszilloskops

Die Drehregler und Knöpfe des Digitaloszilloskops sehen erstmal unübersichtlich aus. Für den Einstieg muss man den Umgang mit den Reglern für horizontale und vertikale Anordnung des Signals verstehen und sich mit dem Trigger anfreunden.

- 1 Ein/Aus
- 2 Display
- 3 BNC-Eingang Kanal 1
- 4 BNC-Eingang Kanal 2
- 5 Signalausgang für die Kompensationseinstellung
- 6 Drehregler für vertikale Position des Nullpunkts (0 Volt)
- 7 vertikale Auflösung (pro Kanal)
- 8 horizontale Position (Verschiebung nach links und rechts)
- 9 horizontale Auflösung (Zeitbasis, für alle Kanäle)
- 10 Trigger-Modus (Auto, Normal, Single)
- 11 Trigger-Schwellwert
- 12 Einstellungen zurücksetzen
- 13 Automatische Positionierung des Signals
- 14 Bild anhalten / fortsetzen
- 15 Trigger im Single-Modus scharf schalten





Bevor es ans Analysieren geht, muss man die Kompensation der Tastköpfe über eine kleine Schraube einstellen. Das Prüfsignal, das das Oszilloskop dafür ausgibt, soll scharf rechteckig aussehen.

von einer Kathodenstrahlröhre dargestellt wurde.

### Verschieben und skalieren

Der nächste Schritt besteht darin, das anliegende Prüfsignal in der Mitte zu positionieren. Suchen Sie dazu auf Ihrem Oszilloskop den Bereich, der mit CH 1 beschriftet ist. Bei einigen Geräten gibt es für jeden Kanal einen eigenen Bereich, bei unserem Rigol DS1102Z-E und vielen anderen Geräten ist das kompakter konstruiert: Die Sektion mit den Reglern für den Kanal gibt es nur einmal, daneben Umschalter, mit denen man bestimmt, welchen Kanal man regeln will. Das spart Knöpfe und damit Platz auf der Vorderseite.

Einer der Knöpfe für den Kanal ist mit „Position“ beschriftet, der andere mit „Scale“. Suchen Sie zunächst ersteren und drehen Sie, bis das Geflacker etwa mittig ist. Dieser Regler bestimmt, wo auf dem Display der Nullpunkt (0 Volt) für diesen Kanal positioniert werden soll. Mit dem Scale-Regler bestimmen Sie jetzt die vertikale Auflösung. Drehen Sie ihn so weit auf, dass das Geflacker den ganzen Bildschirm einnimmt. Nach einiger Zeit weiß man intuitiv, welchen Regler man drehen muss, bis das Signal komplett zu sehen ist.

Der nächste Schritt ist der Bereich im Bedienteil, der mit „Horizontal“ beschriftet ist. Er regelt für alle Kanäle die Auflösung der X-Achse, also der Zeit (auch als Zeitbasis bezeichnet). Drehen Sie dort den Scale-Regler so lange, bis aus dem Geflacker ein erkennbares Rechteckmuster wird, das sich über den Bildschirm bewegt.

Jetzt können Sie das flackernde Bild endlich beruhigen. Dafür nutzen Sie den Trigger – ein eingebautes Werkzeug, das das Bild einfrieren kann. Der Trigger erkennt sogenannte Flanken, also das Über- oder Unterschreiten eines Schwellwerts. Über das Trigger-Menü (meist ein Knopf in der Nähe des Trigger-Reglers) können Sie einstellen, ob er bei steigender Flanke (Überschreiten) oder fallender Flanke (Unterschreiten) auslösen soll.

Der Trigger hat drei Modi, die in diesem Artikel alle der Reihe nach zum Einsatz kommen werden. Für periodische Signale, also zum Beispiel dem Rechteckwellensignal, das aktuell anliegt, verwendet man den Auto-Modus. Er zeigt das periodische Signal als Standbild an und ist gut geeignet, um zum Beispiel die Frequenz einer Wechselspannung zu ermitteln oder – wie hier – den Tastkopf einzustellen.

### Messen und abzählen

Auf dem Display stellt das Oszilloskop ein Raster aus quadratischen Kästchen, Divisions genannt, dar. Diese können Sie in X- und Y-Richtung anpassen. Mit dem Scale-Drehregler für die horizontale Achse bestimmen Sie die Zeitspanne pro Division. Diese Einstellung gilt für alle Kanäle gleichermaßen. Wenn Sie an diesem Regler drehen, achten Sie auf die Zahlen am Rand des Displays. Irgendwo zeigt das Gerät an, für welche Zeiteinheit eine Division steht (etwa 1 Sekunde oder 100 Millisekunden).

In vertikaler Richtung stellen Sie die Spannung pro Division ein. Diese Einstellung geschieht pro Kanal mit dem jeweiligen Scale-Regler. Auch diese Werte sollten Sie (pro Kanal) irgendwo auf dem Display eingeblendet finden. Ein Kästchen kann zum Beispiel für 500 mV oder 5 Volt stehen. Weil Sie die Einstellung pro Kanal vornehmen können, sind die Spannungen nicht zwangsläufig miteinander vergleichbar – immer wenn Sie Spannun-

gen vergleichen wollen, müssen alle Kanäle auf denselben Wert für Spannung pro Division stehen.

Anhand der Divisions können Sie einige Messungen schon durch einfaches Abzählen vornehmen. Wenn Sie wissen wollen, welche Frequenz beispielsweise das Rechteckwellensignal zum Einstellen der Kompensation hat, stellen Sie die zeitliche Auflösung so ein, dass eine Periode genau in ein Vielfaches der Kästchen passt und zählen Sie diese ab. In vertikaler Richtung können Sie durch das Zählen von Divisions Spannungen bestimmen.

Je nach Ausstattung kann Ihr Oszilloskop bei solchen Messungen durchaus behilflich sein und verschiedene Messwerkzeuge bereitstellen. Periodische Signale vermessen viele Geräte mit nur einem Tastendruck und zeigen zum Beispiel die Frequenz direkt an. Mit dem Cursor können Sie zusätzlich zeitliche Abstände zwischen Ereignissen ausmessen.

Suchen Sie den Abschnitt „Trigger“ und schalten sie diesen auf „Auto“. Mit dem Drehregler in diesem Bereich bestimmen Sie den Schwellwert, also die Spannung, ab der der Trigger auslösen soll. Während Sie am Trigger drehen, sollten Sie eine horizontale Linie auf dem Schirm sehen. Das ist die Linie für den Schwellwert.

Drehen Sie so lange, bis das Gezappel einfriert – Sie sollten das Rechteckmuster auf dem Schirm sehen. Jetzt geht es an die Feinabstimmung: Mit dem horizontalen Regler und den Kanalreglern positionieren Sie das Rechtecksignal mittig und schön groß auf dem Display. Sollten Sie trotz dieser Anleitung einfach nicht zum Ziel kommen und nur Geflacker sehen, kürzen Sie den Weg ab und betätigen den großen Auto-Button (meist weiter oben am Gerät und gut zu erreichen). Versuchen Sie dann, sich Stück für Stück an die Funktion der Knöpfe zu gewöhnen. Zum Üben verstehen Sie am Ende alles und probieren Sie es von Hand, bis Sie ohne Auto-Knopf zum Ziel kommen.

## Kompensation

Jetzt können Sie endlich die Kompensation einstellen. Auf Seite 164 sehen Sie zwei Screenshots nebeneinander. Links ist die Kompensation verstellt – das Rechteckwellensignal ist sichtbar unsauber (sogenannte Überkompensation). Rechts sehen Sie, wie das Bild aussehen soll. Um das zu erreichen, suchen Sie die Stellschraube und drehen Sie diese langsam mit einem isolierten Schraubendreher. Bei einigen Geräten ist die Schraube am Griff des Tastkopfs, bei anderen am Stecker. Ist das erledigt, können Sie auch die anderen beiliegenden Tastköpfe nach dem gleichen Verfahren einstellen. Haben Sie das einmal getan, müssen Sie den Schritt nur bei sehr wichtigen Messungen wiederholen, oder wenn Sie die Tastköpfe mit einem anderen Oszilloskop benutzen wollen. Mit diesem Wissen und einem eingestellten Werkzeug können Sie sich jetzt an die Analyse einer PS/2-Tastatur machen.

## Tastaturanalyse

PS/2 war vor dem Siegeszug von USB der Standard für Tastaturen und Mäuse. Natürlich könnten Sie ganz einfach im Internet die Beschreibung des Standards suchen und wüssten, wie die Übertragung im Detail funktioniert. Dann würden Sie aber nicht erfahren, wie man mit dem Oszilloskop der Funktionsweise von Geräten auf die Spur kommt. Angenommen, der

Hersteller würde diese Details für ein Gerät nicht verraten, Sie wollen aber einen quelloffenen Treiber dafür entwickeln oder etwa eine PS/2-Bibliothek für den Arduino. Dann müssen Sie herausfinden, was da elektronisch genau passiert und brauchen das Oszilloskop.

Um mit dem Oszilloskop zu messen, müssen Sie an die Kontakte herankommen. Wenn Sie Ihre Tastatur opfern möchten, könnten Sie den Stecker einfach abschneiden, die Isolierung des Kabels auftrennen und die Drähte darin freilegen. Besser ist es, ein PS/2-Verlängerungskabel zu suchen und dieses zu opfern. Schneiden Sie das Kabel ein Stück hinter der Buchse ab, legen Sie die Drähte im Kabel frei und isolieren diese ab. Wer es gern ordentlich mag, kann sie auch mit Dupont-Steckern versehen und auf einem Steckbrett aufreihen. Vier Drähte (bei manchen Kabeln auch sechs) und ein Drahtgeflecht sollten mindestens zum Vorschein kommen. Die Belegung der Drähte könnten Sie jetzt mühsam durch Ausprobieren und Beobachten herausfinden. Hier kürzen wir das Reverse Engineering etwas ab, weil das Oszilloskop dabei nur bedingt hilfreich wäre. Unten sehen Sie eine PS/2-Buchse (nicht etwa den Stecker) mit ihrer Belegung. Um zu ermitteln, welcher Draht in Ihrem Kabel mit welchem Pin verbunden ist, brauchen Sie ein handelsübliches Multimeter mit Durchgangsprüfer. Die Farben sind leider bei jedem Kabelhersteller anders. Haben Sie die Belegung ermittelt, können Sie Ihre Tastatur hochfahren. Dafür braucht sie eine Gleichspannungsquelle mit 5 Volt, die an +5V und GND angeschlossen ist. Als Spender für Spannung kommen ein Labor- oder ein Steckernetzteil infrage, aber auch ein Arduino und manches ESP-Entwicklerboard können gut 5 Volt abgeben. Das Drahtgeflecht aus dem Kabel können Sie verdrillen und ebenfalls mit GND (also dem Minuspol Ihrer Spannungsquelle) verbinden. Hat alles funktioniert, sollten die Capslock- und Num-LEDs der Tastatur einmal blinken.

Die zwei verbliebenen Drähte geben jeweils Signale aus, wenn Sie eine Taste drücken. Hängen Sie an die beiden Drähte für DATA und CLK je einen Tastkopf. Haben Sie nur ein Einkanal-Oszilloskop zur Hand, sparen Sie sich das Clock-Signal. Mit einem Trigger im Auto-Modus kommen Sie nicht weiter, weil es sich nicht um ein periodisches Signal handelt, sondern immer nur kurze Sequenzen gesendet werden – die meiste Zeit passiert nichts auf den beiden Leitungen.

Das richtige Verfahren für solche Aufgaben ist der sogenannte Single-Shot. Mit einem guten alten Analogoszilloskop können Sie diesen Schritt leider nicht mehr ausprobieren. Im Single-Shot-Modus setzt man ebenfalls einen Schwellwert für den Trigger und stellt diesen anschließend mit dem „Single“-Button scharf. Kommt ein Signal an, wird der Bildschirm eingefroren und man kann die empfangenden Daten in Ruhe untersuchen. Am Oszilloskop leuchtet solange die „Stop“-LED.

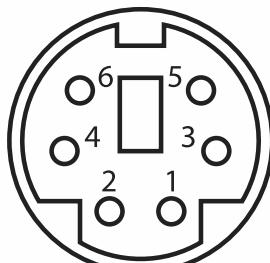
Jetzt muss der Trigger konfiguriert werden. Auch ohne in der PS/2-Spezifikation zu spicken, kann man guten Gewissens annehmen, dass Signale aller Wahrscheinlichkeit nach zwischen 0 und 5 Volt liegen werden, weil die Eingangsspannung ja 5 Volt ist. Solange keine Taste gedrückt ist, liegen 5 Volt an, das Signal wird also aller Wahrscheinlichkeit nach erzeugt, indem die Spannung unterbrochen wird.

Stellen Sie den Trigger mit dem Trigger-Drehknopf deshalb auf einen Wert um 2,5 Volt (bei einem Digitalsignal kommt es nicht auf den genauen Wert an). Weil die Spannung dauerhaft anliegt, sollte der Trigger auf fallende Flanken reagieren. Wenn Sie diese Einstellung auf Anhieb nicht finden, ist das auch nicht schlimm – direkt auf die erste fallende Flanke folgt auch wieder eine steigende, sodass in jedem Fall ausgelöst wird.

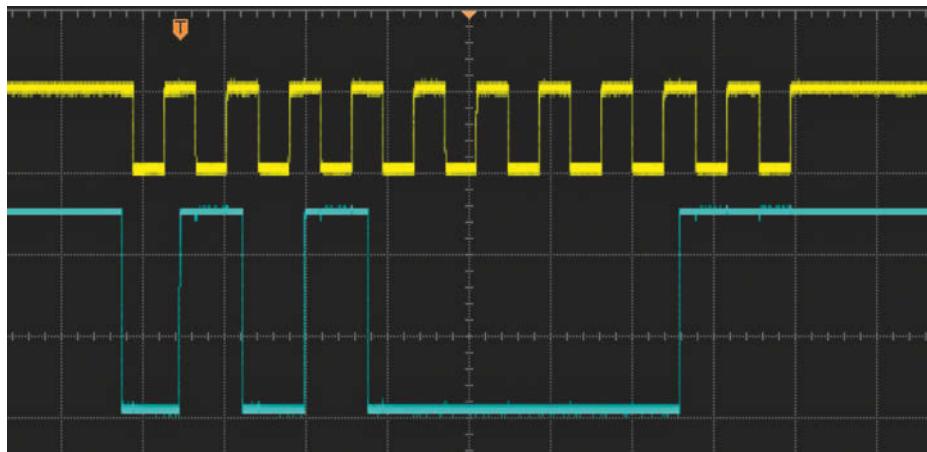
Schalten Sie den Single-Shot-Modus dann scharf und drücken Sie eine Taste auf der Tastatur. Im besten Fall haben Sie ein

## Belegung einer PS/2-Buchse

Über den PS/2-Anschluss bekommen Maus oder Tastatur 5 Volt Spannung. Über Pin 1 bekommt der PC die Daten, über Pin 5 das Taktsignal.



- 1 = Datenleitung (DATA)
- 2 = nicht belegt
- 3 = Masse (GND)
- 4 = Spannungsversorgung (+5V)
- 5 = Taktsignal (CLK)
- 6 = nicht belegt



**Das Signal eines Tastendrucks der Taste F1. Das gelbe Signal ist das Clock-Signal. Es verrät dem Empfänger, wie lang ein Bit ist. Um den Scancode herauszufinden, notiert man sich zunächst alle 11 Bits als Nullen und Einsen.**

Nachrichtenpaket für beide Kanäle eingefangen. Mit den schon vertrauten Knöpfen platzieren Sie es mittig so auf dem Schirm, dass es etwa wie im Bild oben aussieht. Um ein weiteres Signal einzufangen, schalten Sie den Trigger wieder mit „Single“ scharf.

Falls Sie bisher nur eine Linie sehen, ein paar Tipps zum Einstellen der Auflösungen: Als Spannung pro Division bieten sich 2 Volt für beide Kanäle an (also 2,5 Kästchen für die komplette Amplitude). Bei der Wahl der zeitlichen Auflösung gilt: „When in doubt, zoom out.“ Fangen Sie mit großzügigen 2 Millisekunden pro Division an, zeichnen Sie einen Tastendruck mit dem Single-Shot-Modus auf und zoomen dann herein.

### Denksport

Der letzte Schritt ist Kopfarbeit und das Oszilloskop kann dabei nur beschränkt helfen. Je nach Ausstattungspaket Ihres Oszilloskops haben Sie möglicherweise einen Decoder für Parallel-Signale an Bord. Wie Sie den genau einstellen, kann Ihnen nur das Handbuch für Ihr Gerät verraten. Ein solcher Decoder kann, wenn man ihm vermittelt hat, auf welchem Kanal CLK- und DATA-Signal liegen, das Signal automatisch in Einsen und Nullen übersetzen. Finden Sie eine solche Decode-Funktion nicht im Menü, ist das nicht schlimm. Sie können das Dekodieren auch schnell mit Zettel und Stift erledigen: Die Aneinanderreihung von Bergen und Tälern auf der DATA-Leitung übersetzen Sie zu 1 und 0. Wie breit ein Bit ist, gibt das Clock-Signal vor. 0 Volt steht für eine 0 und 5 Volt für eine 1. Das Muster,

das Sie oben sehen, wird also übersetzt zu:  
01010000011.

Mit dieser Beobachtung können Sie sich an den nächsten Schritt machen und das System hinter den mysteriösen Datenfolgen ergründen. Beim Dekodieren solcher Protokolle ist es hilfreich, sich mehrere Pakete untereinander aufzuschreiben und nach Gemeinsamkeiten zu suchen. Die ersten vier F-Tasten auf der Tastatur zum Beispiel geben folgende Daten aus:

```
01010000011
00110000011
00010000001
00011000011
```

Zu erkennen sind einige Gemeinsamkeiten: Alle Pakete sind 11 Bit lang und unabhängig davon, welche Taste Sie drücken, sind zwei Bit immer gleich: Das erste Bit ist immer 0, das elfte Bit immer 1. Ein solches Muster ist durchaus üblich bei Nachrichtenübertragungen: Die Bits dienen als Marker für Beginn und Ende einer Nachricht und werden Start- und Stop-Bit genannt. Für das weitere Dekodieren können Sie sie ignorieren. Übrig bleiben 9 Bit – eine sehr ungewöhnliche Länge für ein Datenpaket. Meist wird das Vielfache von Bytes, also Pakete von 8 Bit übertragen. Die Vermutung liegt nahe, dass das zehnte Bit nicht mehr zur Nachricht gehört und ähnlich wie Start- und Stop-Bit eine Sonderrolle einnimmt.

Auf seine Funktion kommt man zugegebenermaßen nur, wenn man sich häufiger mit solchen Protokollen beschäftigt. Es handelt sich um ein sogenanntes Parity-Bit, ein sehr einfacher und gängiger

Prüfmechanismus, mit dem der Empfänger Übertragungsfehler erkennen kann. Der Controller in der Tastatur zählt für jede Nachricht die Anzahl der Bits (ohne Stop-Bit) mit dem Wert 1 und aktiviert das Parity-Bit immer dann, wenn diese Anzahl gerade ist. Das Parity-Bit macht die Gesamtanzahl der Einsen also immer ungerade. Der empfangende Computer kann ebenfalls die Einsen durchzählen. Merkt er, dass die Anzahl aller empfangenen Einsen gerade ist, kann er die Nachricht als fehlerhaft aussortieren.

### Bitgeschubse

Dankenswerterweise ist PS/2 kein undokumentiertes proprietäres Protokoll und so gibt es im Internet schon reichlich Tabellen mit den Codes. Über [ct.de/ybrv](http://ct.de/ybrv) finden Sie ein Tastaturlayout, in das die Scan-Codes eingetragen sind. Dargestellt sind sie allerdings nicht als Aneinanderreihung von 8 Bits, sondern als zwei hexadezimale Ziffern – eine gängige Darstellung für Bytes, weil man zwei Hex-Zahlen exakt in einem Byte kodieren kann.

Gelesen wird bei der Übersetzung von rechts nach links. Zum Umrechnen teilt mal das Byte in zwei sogenannte Nibbles (Halbbits) und fängt mit dem rechten an. Aus 01110100 zum Beispiel werden die Nibbles 0100 und 0111. Diese werden jetzt ebenfalls von rechts nach links gelesen (man nennt diese Darstellung „Least Significant Bit 0“, LSB 0) und dann in hexadezimale Zahlen übersetzt. Wenn Sie nicht selbst umrechnen wollen, finden Sie Übersetzungen in der Tabelle unten. 0100 von rechts gelesen ergibt 0010, also in Hex-Dar-

### Umrechnung von binären in hexadezimale Zahlen

Binär	Hexadezimal
0000	0
0001	1
0010	2
0011	3
0100	4
0101	5
0110	6
0111	7
1000	8
1001	9
1010	A
1011	B
1100	C
1101	D
1110	E
1111	F

stellung eine 2. Aus 0111 wird 1110, also ein E. Der Code 2E gehört zur Taste 5.

### Selbststudium

Den wichtigsten Geheimnissen von PS/2 sind Sie jetzt schon auf die Spur gekommen. Die eingefangenen Tastensignale können Sie noch für weitere Übungen mit dem Oszilloskop nutzen. Wenn Sie im Gerät eine Funktion zum Ausmessen der Frequenz finden, versuchen Sie doch einmal, die Taktfrequenz des Clock-Signals zu ermitteln. Es sollte zwischen 10 und 16,7 kHz liegen. Mit Digitaloszilloskopen können Sie auch zeitliche Abstände ausmessen, indem Sie einen Cursor platzieren. Vielleicht haben Sie ja schon bemerkt, dass ein Datenbit nicht genau mit dem Taktsignal anfängt. Versuchen Sie doch einmal, den Abstand mit den Mitteln Ihres Geräts auszumessen. Tipp: Schieben Sie die Signale dazu auf der vertikalen Achse übereinander.

Lohnenswert ist auch die Erforschung der Tasten Eifg, Pos1, Entf und Ende. Tipp: Sie senden mehrere Datenpakete – um die einzufangen, müssen Sie auf der

Zeitachse herauszoomen. Zu guter Letzt können Sie noch einen weiteren Modus des Triggers ausprobieren. Schalten Sie ihn von „Single“ auf „Normal“. Jetzt überschreibt er immer sofort das letzte eingefangene Signal, wenn ein neues ankommt. Drücken Sie jetzt eine Taste, halten Sie diese etwas gedrückt und lassen dann los. Während Sie halten, sehen Sie ein vertrautes Datenpaket, beim Loslassen gleich zwei (dazu auf der Zeitachse wieder weit genug herauszoomen). Versuchen Sie als Übung einmal herauszufinden, was eine PS/2-Tastatur beim Loslassen verschickt – es steckt ein einfaches System dahinter.

### Freund und Helfer

Dieser kleine Ausflug in die Analyse eines einfachen Protokolls hat gezeigt, dass ein Oszilloskop mehr ist als ein teurer Kasten, der Sinuswellen darstellt. Wenn Sie Gefallen an solchen Untersuchungen gefunden haben und Erfahrungen mit Arduino- oder ESP-Basteleinheiten haben, belauschen Sie doch mal einen I2C-Bus zwischen einem Sensor und dem Mikrocontroller.

Eine interessante Übung für Fortgeschrittene ist die Analyse einer USB-Tastatur. Die gelingt aber nur im laufenden Betrieb mit einem Computer. Hier reicht es nicht, die Tastatur mit Spannung zu versorgen. Sie müssen also das USB-Kabel auftrennen, mit dem Rechner verbinden und sich mit den Tastköpfen in die Datenübertragung hängen. Auf zwei Leitern sollten Sie ein Signal finden.

Hilfreich ist ein Oszilloskop auch bei vielen anderen Aufgaben in der Elektronikwerkstatt. Wo immer Sie mit einem Voltmeter, also der reinen Spannungsmessung, nicht weiterkommen, verschafft es interessante Einblicke. Wer zum Beispiel historischen Computern wieder auf die Beine hilft und fehlerhafte Teile aufspüren will, ist ohne Oszilloskop schnell aufgeschmissen. Lassen Sie sich auf keinen Fall von den vielen Knöpfen abschrecken. Den Sinn vieler Funktionen versteht man erst, wenn man vor dem zugehörigen Problem steht.

(jam@ct.de) ct

**PS/2-Scancodes:** [ct.de/ybrv](http://ct.de/ybrv)

# Homeoffice mit Apple – effizient und sicher!

167 Seiten  
Mac & i-Tipps!

## Mac & i kompakt – Homeoffice

Das Homeoffice ist gekommen, um zu bleiben! Darum unterstützt Sie die Mac & i-Redaktion mit über 160 Seiten voll mit Tests, Praxistipps, Empfehlungen und Hintergrundinfos zum Thema Homeoffice mit Mac, iPhone und iPad aus den Mac & i-Ausgaben der letzten drei Jahre. Dabei stehen Themen wie effizientes Arbeiten, Energie sparen, Datensicherheit und die Kauberatung für Hard- und Software im Vordergrund.

[shop.heise.de/mi-homeoffice21](http://shop.heise.de/mi-homeoffice21)

Sofort als  
Download  
verfügbar!



PDF-Dossier

9,99 € >

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

© Copyright by Heise Medien.

**heise shop**

[shop.heise.de/mi-homeoffice21](http://shop.heise.de/mi-homeoffice21)



# Vollschatz

## Raspberry Pi mit schreibgeschütztem Linux

**Beim Raspi muss man peinlich genau darauf achten, das Linux-Betriebssystem vor dem Ausschalten sauber herunterzufahren, damit es nicht zu Dateisystemschaeden und Bootproblemen kommt. Mit einem Read-Only-System werden Sie diese Sorge los.**

Von Mirko Dölle

Mit seinen zahlreichen Schnittstellen sind der Raspberry Pi und sein kleiner Bruder Raspberry Pi Zero eine prima Basis für Basteleien vom WLAN-Garagentoröffner bis hin zum VPN-Dongle. Doch die MicroSD-Karten der Mini-Rechner sind anfällig für Ausfälle, falls man dem Raspi im laufenden Betrieb den Strom abschaltet oder im Akkubetrieb die Energie zur Neige geht: Irgendwann kommt es zu Schäden am Dateisystem, sodass der Raspi mitunter nicht mehr bootet. Die Lösung ist ein Read-Only-System, bei dem die

SD-Karte des Raspi überwiegend schreibgeschützt betrieben und allenfalls für Updates oder zusätzliche Software kurzzeitig beschreibbar eingebunden wird.

Die nachfolgende Anleitung funktioniert mit allen Generationen des Raspberry Pi sowie mit den Modellen Zero und Zero W, die es schon für 12 bis 20 Euro gibt und die nur wenig

größer sind als der 40-polige GPIO-Anschluss, der den Raspi für Steuerungsaufgaben so interessant macht. Außer dem Raspi benötigen Sie noch eine mindestens 8 GByte große MicroSD-Karte, auf der Sie mittels Raspberry Pi Imager oder den Balena Etcher von etcher.io das aktuelle Lite-Image von Raspberry Pi OS installieren. Die Desktop-Varianten können Sie nicht verwenden, da die grafische Oberfläche nicht mit einem nur lesbaren Root-Dateisystem zurechtkommt.

Beim ersten Start von Raspberry Pi OS gibt es keine Besonderheiten zu beachten. Wichtig ist nur, dass Sie mit dem Befehl sudo raspi-config das Standard-Passwort än-

dern, die richtigen Sprach- und Landeseinstellungen vornehmen, falls gewünscht den Hostnamen anpassen und zum Abschluss das System aktualisieren. Auch sollten Sie soweit notwendig zusätzliche Bibliotheken und Anwendungen installieren, etwa WireGuard für ein VPN-Dongle oder Python, falls Sie den Raspi für Schaltaufgaben nutzen möchten, bevor Sie schließlich den Nur-Lese-Betrieb vorbereiten.

### Völlig aufgelöst

Während viele Systemdienste wie etwa der Network Manager ihre temporären Daten im Verzeichnis /run und somit auf Ramdisk-Dateisystemen vom Typ `tmpfs` speichern, arbeitet der Standard-Resolver `openresolv` von Raspberry Pi OS weiterhin mit der zentralen DNS-Konfigurationsdatei `/etc/resolv.conf`. Da diese Datei künftig nur noch lesbar ist, müssen Sie sie auf eine der Ramdisks verschieben, das Verzeichnis /run ist dafür ideal. Anschließend legen Sie mit den beiden folgenden Befehlen einen symbolischen Link für die Datei von /etc nach /run an:

```
cd /etc
sudo mv resolv.conf /run
sudo ln -s ../../run/resolv.conf
```

Durch die relative Pfadangabe im symbolischen Link sorgen Sie dafür, dass Sie auch dann auf die korrekte Datei zugreifen, wenn Sie die SD-Karte des Raspi einmal auf einem anderen Rechner einbinden.

Da der Standard-Resolver des Raspi nicht darauf vorbereitet ist, die Nameserver-Konfiguration unter /run zu speichern, gibt es niemanden, der nach einem Neustart die vom symbolischen Link referenzierte Datei im Ramdisk-Dateisystem anlegt. Die Lösung mit dem symbolischen Link funktioniert nur deshalb, weil `openresolv` aus Raspberry Pi OS nicht zuerst überprüft, ob das Verzeichnis /etc beschreibbar ist, sondern blind die Datei `/etc/resolv.conf` zum Schreiben öffnet, um die Nameserver dort einzutragen. Das Ext4-Dateisystem wiederum sorgt dafür, dass beim Schreibzugriff auf den symbolischen Link eine neue Datei am referenzierten Zielort angelegt wird, womit die Datei /run/resolv.conf entsteht.

Sollten die `openresolv`-Entwickler diese strenggenommen fehlende Prüfung einmal ergänzen, funktioniert die Namens-



Der Raspi, hier das Modell Zero W in einem Hutschienengehäuse für den Schalterschrankbau, eignet sich prima für Steuerungsaufgaben. Dank Read-Only-Dateisystem übersteht er sogar Stromausfälle ohne Schäden an der MicroSD-Karte.

auflösung beim Raspi nicht mehr, weil der Resolver ein schreibgeschütztes /etc-Verzeichnis vorfindet. Dann müssen Sie auf den Network Manager umsteigen, der seine resolv.conf im Verzeichnis /run/Network-Manager ablegt – oder Sie verwenden den Network Manager schon bei der Ersteinrichtung, um etwaigen späteren Überraschungen etwa nach einem Update vorzubeugen.

Sie finden den Network Manager im Paket network-manager im Standard-Repository von Raspberry Pi OS. Nach der Installation müssen Sie ihn starten und legen erst dann, ähnlich wie beim Standard-Resolver, den symbolischen Link im Verzeichnis /etc an:

```
sudo apt-get install network-manager
sudo systemctl enable \
--now NetworkManager
cd /etc
sudo ln -sf ../run/NetworkManager/\
resolv.conf
```

## Abgesperrt

Damit Raspberry Pi OS das Root- und das Boot-Dateisystem künftig nur noch lesend mountet, müssen Sie den Read-Only-Parameter in den Dateien /boot/cmdline.txt und /etc/fstab ergänzen. In /etc/cmdline.txt fügen Sie dazu den Parameter `ro` zwischen Partitionsangabe und Dateisystemtyp des Root-Dateisystems ein:

```
... root=... ro rootfstype=ext4 ...
```

In der /etc/fstab gehen Sie analog vor, hier können Sie den Read-Only-Parameter `ro` gleich am Anfang der Mount-Optionen einfügen:

```
... /boot vfat ro,defaults ...
... / ext4 ro,defaults,noatime ...
```

Um weiter arbeiten zu können, benötigen jedoch diverse Dienste Schreibrechte vor allem unterhalb des Verzeichnisses /var sowie in /tmp. Deshalb müssen Sie dort künftig eine Reihe von Ramdisk-Dateisystemen bereitstellen, eine vollständige fstab finden Sie im Kasten „Denksport statt Schreibarbeit“.

Damit die Änderungen wirksam werden, müssen Sie neu booten – da die ganzen Systemdienste auf einem beschreibbaren Dateisystem gestartet wurden, wäre es zu mühsam, sie allesamt abzuschalten und das Root-Dateisystem manuell in den Read-Only-Modus zu versetzen.

## Schilde runter

Falls Sie später etwas nachinstallieren, müssen Sie dafür das Root-Dateisystem wieder beschreibbar machen. Dazu benutzen Sie `mount`:

```
sudo mount -o remount,rw /
```

Das gilt auch für den Fall, dass Sie Updates einspielen. Da dabei mitunter auch Teile des Bootsystems ausgetauscht werden, benötigen Sie dafür zusätzlich eine beschreibbare Boot-Partition:

```
sudo mount -o remount,rw /boot
```

Anschließend können Sie versuchen, die Dateisysteme wieder in den Nur-Lese-Modus zurückzuschalten:

```
sudo mount -o remount,ro /boot
sudo mount -o remount,ro /
```

Das klappt aber manchmal nicht: Nach Installation oder Aktualisierung werden die Dienste zum Abschluss (neu) gestartet und manche öffnen dann Dateien sowohl lesend als auch schreibend auf dem zu dem Zeitpunkt noch beschreibbaren Root-Dateisystem. Das blockiert den Remount, Sie müssen die betroffenen Dienste erst manuell stoppen und nach dem `mount`-Aufruf erneut starten – oder Sie booten kurzerhand neu, was die praktischste Lösung ist.

Für manche Dienste sind weitere Anpassungen nötig, damit Sie sie auf dem

schreibgeschützten Raspberry Pi OS benutzen können. Der Webserver Nginx zum Beispiel verlangt, dass es das Verzeichnis /var/log/nginx gibt, um dort die Log-Dateien ablegen zu können. Da /var/log beim Read-Only-System ein Ramdisk-Dateisystem ist, das bei jedem Booten neu eingebunden wird, gibt es dort kein Verzeichnis nginx – weshalb der Webserver nicht startet. Die einfachste Lösung ist, zusätzlich eine Ramdisk-Datei für /var/log/nginx in der Datei /etc/fstab einzutragen, dann arbeitet Nginx einwandfrei.

## Auf die Finger geschaut

Um herauszufinden, welche Schreibrechte ein Dienst tatsächlich benötigt, schalten Sie ihn nach der Installation zunächst mittels `sudo systemctl stop` gefolgt vom Namen wieder ab. Anschließend booten Sie neu und rufen ihn per `sudo systemctl start` von Hand auf. Der Befehl `systemctl status`, ebenfalls gefolgt vom Namen des Dienstes, liefert Ihnen dann etwaige Fehlermeldungen, anhand der Sie die Verzeichnisse identifizieren und dann die fstab entsprechend um weitere Ramdisk-Dateisysteme ergänzen können. Der Lohn dieser Sisyphos-Arbeit ist ein Raspberry Pi, bei dem Sie sich keine Sorgen mehr machen müssen, ob er korrekt heruntergefahren oder einfach hart ausgeschaltet wurde.

(mid@ct.de) ct

**Konfigurationsdateien zum Download:**  
[ct.de/yvr1](http://ct.de/yvr1)

## Denksport statt Schreibarbeit

Verschiedene Dienste, etwa Systemd oder ein Webserver, können auf einem vollständig schreibgeschützten System nur eingeschränkt oder gar nicht arbeiten. Wichtig sind vor allem Schreibrechte in den Verzeichnissen /run, /sys, /proc, /tmp sowie in verschiedenen Verzeichnissen unterhalb von /var – etwa /var/lib/systemd, /var/log und /var/cache.

Ein Teil dieser Dateisysteme wird automatisch bei jedem Bootvorgang entweder als Pseudo-Dateisystem oder als Ramdisk angelegt, für die meisten müssen Sie jedoch eigene Einträge in der Datei /etc/fstab einfügen. So landen die Daten im Speicher des Raspi und nicht mehr auf der SD-Karte. Damit Raspberry Pi OS auch im Nur-Lese-Betrieb arbeitet, benötigen Sie mindestens folgende Einträge:

/dev/mmcblk0p1	/boot	vfat	ro,defaults	0 0
/dev/mmcblk0p2	/	ext4	ro,defaults,noatime	0 0
proc	/proc	proc	defaults	0 0
tmpfs	/var/lib/systemd	tmpfs	mode=0755	0 0
tmpfs	/var/lib/private	tmpfs	mode=0700	0 0
tmpfs	/var/log	tmpfs	nodev,nosuid	0 0
tmpfs	/var/tmp	tmpfs	nodev,nosuid	0 0
tmpfs	/var/cache	tmpfs	nodev,nosuid	0 0
tmpfs	/tmp	tmpfs	nodev,nosuid,mode=1777	0 0

# Für Wissenshungrige

## Ausgewählte Fachliteratur

[shop.heise.de/buecher](http://shop.heise.de/buecher)



Michael Bonacina

### Python 3: Programmieren für Einsteiger

Dieses Buch legt besonderen Fokus auf die Objekt-orientierte Programmierung (OOP) und das Erstellen von grafischen Oberflächen. Nach dem Durcharbeiten der Übungsaufgaben des Buches kann der Leser eigene komplexere Python Anwendungen inklusive grafischer Oberfläche programmieren.

ISBN 9783966450072

[shop.heise.de/python3-einsteiger](http://shop.heise.de/python3-einsteiger)

13,90 € >



Christian Solmecke, Sibel Kocatepe

### DSGVO für Website-Betreiber

Ihr Leitfaden für die sichere Umsetzung der EU-Datenschutz-Grundverordnung. Experten erklären Schritt für Schritt, wie Sie Ihren Webauftritt vollständig rechtskonform gestalten – gut verständlich auch für Nichtjuristen.

ISBN 9783836267120

[shop.heise.de/dsgvo-websites](http://shop.heise.de/dsgvo-websites)

39,90 € >



Jörg Frochte

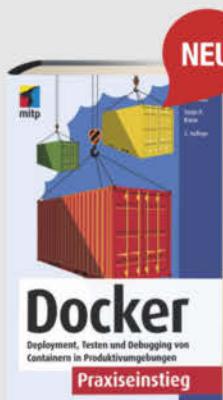
### Maschinelles Lernen (2. Aufl.)

Maschinelles Lernen ist ein interdisziplinäres Fach, das die Bereiche Informatik, Mathematik und das jeweilige Anwendungsgebiet zusammenführt. In diesem Buch werden alle drei Teilgebiete gleichermaßen berücksichtigt.

ISBN 9783446459960

[shop.heise.de/maschinelles-lernen](http://shop.heise.de/maschinelles-lernen)

38,00 € >



Karl Matthias, Sean P. Kane

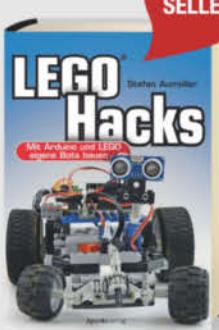
### Docker Praxiseinstieg (2. Aufl.)

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.

ISBN 9783958459380

[shop.heise.de/docker-praxis2](http://shop.heise.de/docker-praxis2)

25,99 € >



BEST-SELLER

Stefan Aumüller  
**LEGO® Hacks**

Dieses Buch zeigt, wie aus LEGO und dem Arduino faszinierende Modelle werden. Lernen Sie, Sensoren und Aktoren, mit LEGO-Elementen zu verbinden und daraus viele neue spannende Projekte aufzubauen. Auch Grundlagen der Elektronik werden Ihnen vermittelt

ISBN 9783864906435

[shop.heise.de/buch-legohacks](http://shop.heise.de/buch-legohacks)

29,90 € >



Wolfgang Ertel, Ekkehard Löhmann

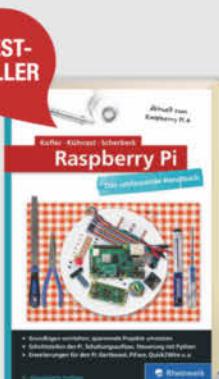
### Angewandte Kryptographie (6. Aufl.)

Ziel des Buches ist es, Grundwissen über Algorithmen und Protokolle zu vermitteln und kryptographische Anwendungen aufzuzeigen. Mit so wenig Mathematik wie nötig, aber vielen Beispielen, Übungsaufgaben und Musterlösungen.

ISBN 9783446463134

[shop.heise.de/kryptographie6](http://shop.heise.de/kryptographie6)

34,99 € >



BEST-SELLER

Michael Kofler, Charly Kühnast, Christoph Scherbeck  
**Raspberry Pi (6. Aufl.)**

Das umfassende Handbuch mit über 1.000 Seiten komplettem Raspberry-Wissen, um richtig durchstarten zu können. Randvoll mit Grundlagen und Kniffen zu Linux, Hardware, Elektronik und Programmierung.

Aktuell für alle Versionen, inkl. Raspberry Pi 4!

ISBN 9783836269339

[shop.heise.de/raspberry-6](http://shop.heise.de/raspberry-6)

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.

ISBN 9783864903526

[shop.heise.de/zombies](http://shop.heise.de/zombies)

24,90 € >

**PORTOFREI  
AB 20 €  
BESTELLWERT**

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

# und Maker!

## Zubehör und Gadgets

[shop.heise.de/gadgets](http://shop.heise.de/gadgets)

NEU



### ParkLite

ParkLite denkt mit. Die elektronische Parkscheibe stellt automatisch nach ca. 20 Sekunden die Parkzeit ein. Damit ist Schluss mit Bußgeldern! Hitze- und kältebeständig, inklusive Reinigungstuch und Klebepads.

[shop.heise.de/parklite](http://shop.heise.de/parklite)

29,90 € >

NEU



### 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.

[shop.heise.de/flirc](http://shop.heise.de/flirc)

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.

[shop.heise.de/musegear](http://shop.heise.de/musegear)

24,90 € >



### Raspberry Pi-Kameras

Aufsteckbare Kameras, optimiert für verschiedene Raspberry Pi-Modelle mit 5 Megapixel und verschiedenen Aufsätzen wie z. B. Weitwinkel für scharfe Bilder und Videoaufnahmen.



### Komplettset Argon ONE Case mit Raspberry Pi 4

Das Argon One Case ist eines der ergonomischsten und ästhetischsten Gehäuse aus Aluminiumlegierung für den Raspberry Pi. Es lässt den Pi nicht nur cool aussehen, sondern kühl auch perfekt und ist leicht zu montieren. Praktisch: alle Kabel werden auf der Rückseite gebündelt ausgeführt – kein Kabelsalat!

-117,60 €

[shop.heise.de/argon-set](http://shop.heise.de/argon-set)

99,90 € >

NEUER PREIS!



### ArduiTouch-Set

Setzen Sie den ESP8266 oder ESP32 jetzt ganz einfach im Bereich der Hausautomation, Metering, Überwachung, Steuerung und anderen typischen IoT-Applikationen ein!

-69,90 €

[shop.heise.de/arduitouch](http://shop.heise.de/arduitouch)

36,90 € >

NEU



### 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.

[shop.heise.de/pokit](http://shop.heise.de/pokit)

94,90 € >

### NVIDIA Jetson Nano B01

Die neue Revision B01! Die Leistung moderner KI für Millionen Geräte. Mit dem Jetson Nano von NVIDIA können Sie als Heimbastler oder Entwickler platzsparend und effizient in die Welt der KI eintauchen. Ideale Voraussetzung für die Programmierung neuronaler Netze dank vier A57-Kerne und einem Grafikprozessor mit 128 Kernen.  
Inklusive Netzteil!



[shop.heise.de/jetson](http://shop.heise.de/jetson)

134,90 € >

### „No Signal“ Smartphone-Hülle

Passend für Smartphones aller Größen bis 23cm Länge blockt diese zusammenrollbare Hülle alle Signale von GPS, WLAN, 3G, LTE, 5G und Bluetooth, sowie jegliche Handy-Strahlung. Versilbertes Gewebe im Inneren der Tasche aus recycelter Fallschirmsseide bildet nach dem Schließen einen faradayschen Käfig und blockiert so alles Signale.



[shop.heise.de/no-signal-sleeve](http://shop.heise.de/no-signal-sleeve)

29,90 € >



### Make Family + Makey-Paket

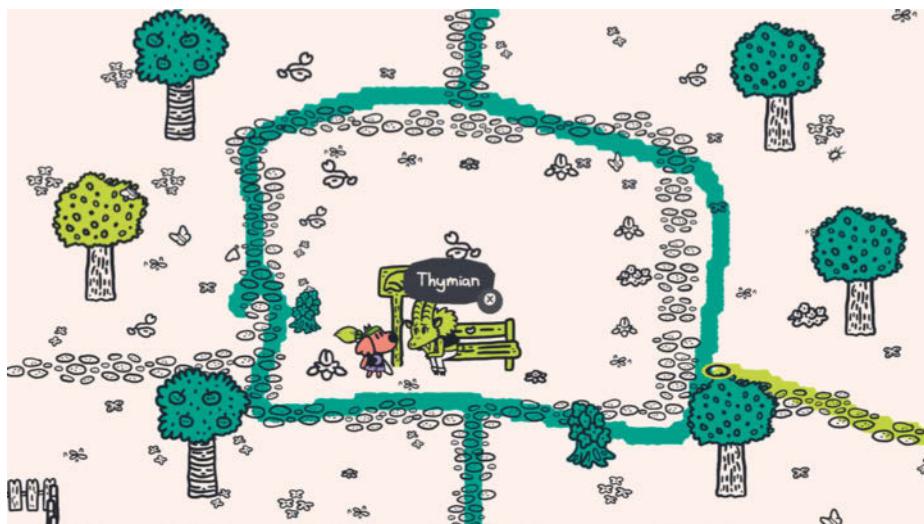
Darüber freut sich die ganze Familie: „Make Family“ - das vollgepackte PDF-Magazin mit 21 Anleitungen zum kreativen Basteln mit Kids auf über 200 Seiten. Dazu: der knuffige MaKey-Plüschorpfer und der MaKey-Lötbausatz mit LEDs und Batterie.

-27,70 €

[shop.heise.de/makey-paket](http://shop.heise.de/makey-paket)

19,90 € >





# Farbkleckse

## Chicory: Eine farbenfrohe Geschichte

**Ein unternehmungslustiges Hündchen stromert in diesem putzigen Indie-Adventure durch eine Malbuchwelt. Dabei tüncht es Häuser, Wälder und Monster in knallige Farben.**

Von Peter Kusenberg

Die Künstlerin Chicorée ist verschwunden, also schnappt sich der Protagonist des Spiels ihren magischen Pinsel und macht sich auf den Weg, um die zum Leidwesen der allesamt tierischen Bewohner schwarzweiß geratene Welt einzufärben. Den Namen des Hündchens vergibt man zu Beginn, indem man auf die Frage nach dem eigenen Lieblingsessen antwortet. Wir entschieden uns für: Spinat. Die Dialoge finden in Sprechblasen auf Deutsch statt. Zwar dient die Story vornehmlich dazu, die Kreativszenen miteinander zu verbinden, dennoch erweist sich „Chicory“ als durchdachtes Abenteuer.

Rasch fühlt man sich heimisch in einer Welt, die wie für Kinder gemacht

wirkt, doch scheinen hinter der meist fröhlichen Fassade erwachsene Themen wie Burnout, das Hochstaplersyndrom, Selbstzweifel und Depression durch. Man steuert den kleinen Hund aus der Vogelperspektive durch zweidimensionale Malbuch-Landschaften mit Hügeln, Häusern, Gärten und Wäldern sowie Höhlen. Überall darf man den Pinsel einsetzen, um mit Farben zu malen oder zu radieren und sich damit den Weg zu bereiten.

### Der Pinsel als Allzweckwaffe

Dabei gibt es zwei Pinselstärken; für die feineren Striche empfiehlt es sich, ins Bild hineinzuzoomen, um Lattenzäune, Schürzen oder Pilze anzumalen. Die Farben bleiben erhalten, auch wenn die Hauptfigur den Spielbereich verlässt oder ein neues Kapitel beginnt. Mit dem Pinsel macht der Held Wege sichtbar, in dunklen Höhlen mithilfe der Leuchtfarben. Ein Farbklecks auf einem Busch lässt einen Baum wachsen, über dessen Krone man auf einen Berggrat springen kann. Oder man entnimmt einem Baum die Farbe, sodass er schrumpft und einen Durchgang freigibt. Im Laufe des Spiels erwirbt man neue Fähigkeiten und kann später durch Farbe gleiten. Das Thema des Spiels, der Pinsel

als kreatives Hilfs- und Heilmittel – auch gegen die eigenen Unsicherheiten –, bleibt ständig präsent.

In Minispiele kämpft der Held gegen Monster und riesige Augen, die Laserstrahlen abschießen. Dazu malt und radiert man mit dem Pinsel über die Gegner, um sie zu schwächen und aufzulösen. Scheitert man in den Kämpfen mit meist moderatem Schwierigkeitsgrad, setzt man sie an gleicher Stelle fort, auf Wunsch mit besserer Gesundheit. Nicht nur da nimmt das Spiel einen an die Hand: Weiß man einmal nicht weiter, steht eine Telefonzelle bereit, aus der der Held seine Mutter anrufen und um vage Tipps bitten kann. Weiß er anschließend immer noch nicht weiter, spricht er mit dem Vater, der das exakte Vorgehen beschreibt.

Passend zum Malbuchdesign ist die Geräuschkulisse eher spartanisch. Der Soundtrack stammt von Lena Raine, die sich ihre Meriten im PS5-Starttitel „Sackboy: A Big Adventure“ verdiente sowie durch Kompositionen fürs Nether-Update von „Minecraft“.

Der Hersteller scherzt, für das technisch genügsame Spiel brauche man mindestens einen Toaster. Unklar ist, warum man das rührige Pinsel-Adventure zwar auf PS4 und PS5, nicht aber auf Nintendos hybrider Switch-Konsole spielen kann. Die Steuerung mit Gamepad gelingt kaum schlechter als via Maus und Tastatur. Zwei Spieler dürfen das für rund zwölf Stunden anhaltend kurze Abenteuer im Koop-Modus bestreiten; das kommt insbesondere Kindern entgegen, die sich so mit Unterstützung den Monstern stellen können.

### Fazit

Trotz des minimalistischen Malbuchlooks wirkt der Held charakterlich vielschichtig und die Auseinandersetzung mit ernsteren Themen wie Selbstzweifel aufrichtig. Vor allem aber macht es Spaß, mit dem Pinselstrich Rätsel zu lösen, verschiedene Lösungswege zu erkunden und Boss-Monster zu bekämpfen, ohne allzu stark ins Schwitzen zu geraten.

(lmd@ct.de) **ct**

**c't-angezockt-Video:** [ct.de/yys9](http://ct.de/yys9)

## Chicory: A Colorful Tale

Kreativ-Adventure

Vertrieb	Finji / Last Chance Media, <a href="http://chicorygame.com">chicorygame.com</a>
Systeme	Windows ab 7, macOS ab 10.7, PS4, PS5
Preis	17 €



David Thomas, Andrew Hunt  
**Der pragmatische Programmierer**

Ihr Weg zur Meisterschaft

Hanser, München 2021 (2. Aufl.)  
ISBN 978-3446463844  
304 Seiten, 40 €  
(PDF-/Epub-/Kindle-E-Book: 32 €)

## Verjüngtes Standardwerk

**Nach rund 20 Jahren hat eine papiere Ikone der Softwareentwicklung neuen Glanz bekommen. Der Wegweiser zu besserem Programmieren bringt nun aktuelle Codebeispiele mit und legt einen Schwerpunkt aufs funktionale Paradigma.**

Thomas und Hunt gehören zu den Verfassern des Manifests der agilen Softwareentwicklung. Das Dauerthema, dem sie sich widmen, heißt: Wie lassen sich IT-Projekte einfacher, günstiger und effizienter gestalten?

Die erste Fassung ihres erfolgreichsten Buchs „The Pragmatic Programmer“ erschien 1999 in den USA. Die jetzt auch auf Deutsch vorliegende Neuauflage verbindet die didaktischen Stärken des Klassikers mit den Anforderungen moderner Programmierarbeit.

Wie zuvor präsentieren die Autoren in vielen kurzen Kapiteln mehr als 50 Lektionen zu sehr unterschiedlichen Aspekten der Softwareentwicklung. Dabei legen sie einen besonderen Schwerpunkt auf menschliche und organisatorische Aspekte der Programmierung. Wichtige Herausforderungen lauern etwa bei Anforderungsanalyse, Entwurf und Architektur. Ebenso können Versionsverwaltung und effiziente Fehlersuche viel wichtiger sein als Mikrooptimierungen im Quelltext.

Im Buch kommt aber auch die Arbeit am Code nicht zu kurz. Gerade dort finden sich die größten Änderungen gegenüber der ersten Auflage. Funktionale Programmierung hat das objektorientierte Paradigma vielfach abgelöst. Statt C beziehungsweise C++ und Java bestimmen jetzt Ruby, Elixir, JavaScript, Clojure und Python das Bild.

Die Autoren haben aber nicht einfach alte Programme durch neue ersetzt. Sie behandeln zeitgemäße Vorgehensweisen wie reaktive Programmierung, Event-Streams und Property-Based Testing. Insbesondere haben sie das Kapitel über Nebenläufigkeit an aktuelle Gegebenheiten angepasst. Überhaupt ist der Text in jeder Hinsicht auf der Höhe der Zeit und spricht auch bedenkliche Trends im Bereich der agilen Projektentwicklung an.

Alles in allem ist die neue Auflage auch in der vorzüglichen deutschen Übersetzung eine Empfehlung an alle Software-schaffenden wert. Käufer der gedruckten Fassung bekommen das E-Book als kostenlosen Download dazu.

(Maik Schmidt/psz@ct.de)

## Authentisch bis zum Selbstverkauf

**Wenn Social-Media-Fans vor ein paar Jahren davon träumten, schnelles Werbegeld zu scheffeln, nahm sie niemand ernst. Heute sind Influencer ein wichtiges Marketinginstrument. Nymoen und Schmitt beleuchten die Mechanismen des Empfehlungsgeschäfts.**

Wer die aktuelle Teenagergeneration mit Werbebotschaften erreichen will, nutzt Kanäle, in denen die junge Zielgruppe zu Hause ist. Wenn etwa die lustige und authentisch wirkende Schülerin von nebenan auf ihrem Instagram-Account eine Klamottenmarke empfiehlt, stinkt das nicht nach altbackener Reklame. Auch der schräge Checkertyp, der mit anerkennenden Sprüchen auf den Lippen ein neues Handy auspackt, erreicht sein Publikum: Auf seinem YouTube-Kanal transportiert er Kauflust zu denen, die seinen Humor mögen und ihn als Person glaubwürdig finden. Influencer sind die Stars einer gegenüber früheren Zeiten völlig veränderten Werbewelt. Sie scheinen nahbar, fast wie gute Freunde. Im Hintergrund stehen dabei ausgearbeitete Strategien – und es fließt viel Geld.

Ole Nymoen und Wolfgang M. Schmitt kritisieren in zehn Kapiteln das boomende Influencermarketing und nehmen dabei mit vielfach ironischem Unterton dessen Mechanismen auseinander. Die zuckersüße Beschreibung eines Instagram-Posts leitet ziemlich sarkastisch jedes Kapitel ein; die Autoren gehen nicht gerade zimperlich mit der Scheinwelt der Influencer um. Pointiert benennen sie Gefahren des Business. Etliche Influencer propagieren, gewollt oder nicht, toxische Körperbilder, unterstützen unkritisch autoritäre Regimes und verherrlichen übermäßigen Konsum. Viel Raum widmen die Autoren umfassenden gesellschaftlichen Aspekten: So ordnen sie Influencer als symptomatische Sozialfiguren einer spätkapitalistischen Abstiegsgesellschaft ein.

Dem Anliegen des Buches wäre vielleicht besser gedient gewesen, wenn Schmitt und Nymoen sich um nüchterne Darstellungsweise bemüht hätten. Die Sicht der kritisierten Social-Media-Akteure auf ihre eigene Tätigkeit findet im Buch keinen Raum. Es zeigt keine positiven Aspekte seines Themas.

Viele kritische Hinweise treffen aber durchaus ins Schwarze. Manches, was das Buch vermittelt, ist für Social-Media-Kenner nicht neu. Aber gerade der kompromisslose Blick auf die neue junge Werbewelt und die lockere Schreibe bringen Lesespaß – für Interessierte, die mit der einseitigen Darstellung klarkommen.

(Celine Meyer/psz@ct.de)



Ole Nymoen, Wolfgang M. Schmitt

### Influencer

Die Ideologie der Werbekörper

Suhrkamp, Berlin 2021

ISBN 978-3518076408

192 Seiten, 15 €

(Epub-/Kindle-E-Book: 14 €)

# Zum Jagen tragen

## EuGH-Urteil stärkt Datenschutzbehörden gegenüber US-Tech-Konzernen

**Ein Urteil des EuGH ermöglicht sämtlichen europäischen Datenschutzbehörden die Regulierung von US-Unternehmen, deren europäische Niederlassung in Irland sitzt. Damit könnte es für Facebook, Google & Co. bald ungemütlicher in Europa werden.**

Von Joerg Heidrich

Viele US-Tech-Konzerne haben ihre europäischen Hauptniederlassungen in Irland, beispielsweise Facebook, Microsoft und Google. Dies hat mit den dortigen, extrem niedrigen Steuersätzen zu tun, es gibt aber noch einen weiteren Grund: Während die Konzerne von Datenschutz-Aufsichtsbehörden etwa in Frankreich oder Deutschland stark kritisiert werden, haben sie in Irland bisher wenig zu befürchten.

Die irische Datenschutzbehörde Data Protection Commission (DPC) hat sich in den drei Jahren seit Anwendung der DSGVO den Ruf aufgebaut, auf jegliche ernst zu nehmende Regulierung der ortsansässigen Unternehmen zu verzichten. Zuletzt kündigte Behördenleiterin Helen Dixon im Rahmen einer Anhörung an, dass die DPC plane, im Jahr 2021 nur sechs bis sieben von mehr als 10.000 im Jahr 2020 aufgelaufenen Beschwerden zu entscheiden. Dieses laxe Vorgehen hat erhebliche Auswirkungen auf die Glaubwürdigkeit des gesamten europäischen Datenschutzes, denn bislang konnte nur die DPC die US-Konzerne datenschutzrechtlich in die Schranken weisen.

Ursache ist das Prinzip des „One Stop Shop“, das Artikel 56 DSGVO regelt. Danach ist bei grenzüberschreitender Datenverarbeitung die sogenannte federführende

Aufsichtsbehörde der alleinige Ansprechpartner für die Einhaltung der Datenschutzvorgaben. Welche das ist, bestimmt sich nach dem Sitz der Hauptniederlassung des jeweiligen Unternehmens.

Dass die DPC gegenüber den Tech-Riesen so passiv bleibt, bringt Aufseher anderer Staaten immer mehr gegen sie auf. Der deutsche Bundesdatenschutzbeauftragte Ulrich Kelber etwa beschwerte sich offiziell beim EU-Parlament und betonte, Commissioner Dixon stehe mit ihren Auffassungen im Kreis der EU-Aufsichtsbehörden oft isoliert da. Die irische Behörde unterbinde mit ihrer Haltung „zu einem gewissen Grad etwaige Initiativen anderer Aufsichtsbehörden“.

### Blockade gelöst

Diese Blockade brach der Europäische Gerichtshof (EuGH) mit einem aufsehenerregenden Urteil vom 15. 6. 2021 (Az.: C-645/19), das die strenge Auslegung des One-Stop-Shop-Prinzips ad acta legt. Im Ergebnis ermöglicht das Urteil jetzt auch Datenschutzbehörden anderer EU-Staaten, unter bestimmten Voraussetzungen in die irische Regulierung der US-Multis einzugreifen.

Konkret ging es um eine Klage der belgischen Datenschutzaufsicht gegen Facebook, die bereits 2015 erhoben wurde. Gegenstand des Verfahrens vor belgischen Gerichten waren Vorwürfe, Facebook habe Daten über das Verhalten von Internetnutzern in Belgien auf unrechtmäßige Weise erhoben und verarbeitet, und zwar mit Cookies, Tracking-Pixeln und Social-Plug-ins. Zwar unterhält der US-Konzern auch eine Niederlassung in Belgien, die europäische Hauptniederlassung befindet sich aber im irischen Dublin.

In der ersten Instanz war die belgische Datenschutzaufsicht erfolgreich. Gegen diese Entscheidung legte Facebook bereits 2016 Rechtsmittel beim Berufungsgericht in Brüssel ein. Nachdem sich Mitte 2018 die Rechtslage durch die Anwendung der

DSGVO geändert hatte, legte das Gericht dem EuGH Fragen rund um die Zuständigkeit der Aufsichtsbehörden bei grenzüberschreitenden Datenverarbeitungen zur Vorabentscheidung vor. Der EuGH kam zum Ergebnis, dass auch eine nationale Aufsichtsbehörde die Befugnis haben kann, Verstöße gegen die DSGVO vor einem Gericht des jeweiligen EU-Landes geltend zu machen. Dies gelte auch dann, wenn sie in Bezug auf die fragliche Verarbeitung nicht die federführende Behörde ist.

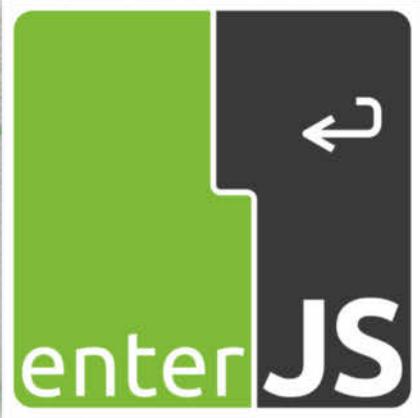
Voraussetzung für dieses eigenverantwortliche Handeln sei, dass sich die Zuständigkeit der Aufsichtsbehörde für solche Maßnahmen aus der DSGVO ergebe und die Tätigkeiten unter Beachtung der vorgesehenen „Verfahren der Zusammenarbeit und Kohärenz ausgeübt werden“. Hieraus ergebe sich die Verpflichtung zu einer Zusammenarbeit der beiden beteiligten Landesbehörden.

Das EuGH-Urteil dürfte vielen Kritikern der irischen Behörde Auftrieb geben, beispielsweise dem scheidenden Hamburgischen Datenschutzbeauftragten Johannes Caspar. Dieser hatte sich wiederholt über die offenkundige Untätigkeit seiner Kollegin aus Irland echauffiert. Mitte Mai erließ seine Behörde eine Anordnung, die der Facebook Ireland Ltd. verbietet, personenbezogene Daten von WhatsApp zu verarbeiten, soweit dies zu eigenen Zwecken erfolgt. Die Erfolgsaussichten, dass diese Anordnung vor Gericht standhalten wird, sind durch die Entscheidung des EuGH merklich gestiegen. (hob@ct.de) **ct**



Bild: Stefan Krempl

**In der Kritik: DPC-Leiterin Helen Dixon wird unter anderem vom Bundesdatenschutzbeauftragten vorgeworfen, andere EU-Behörden zu blockieren.**



# Die Konferenz für Enterprise-JavaScript

**27. - 30. September 2021**

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

Jetzt  
Tickets zum  
**Frühbucher-  
Rabatt**  
sichern!

Veranstalter



MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE  
INFORMATIONSTECHNIK

heise Developer

© Copyright by Heise Medien.

dpunkt.verlag

# Tipps & Tricks

# Sie fragen – wir antworten!

## Microsoft Word: Überschriften von Geisterhand

**?** Ich nutze die aktuelle Word-Version im Rahmen eines Microsoft-365-Abonnements. Unerklärlicherweise formatiert das Programm selbstständig einzelne Zeilen als Überschrift, obwohl ich nichts dergleichen gewählt habe, sondern einfach nur tippe. Was ist das denn für ein Bug?

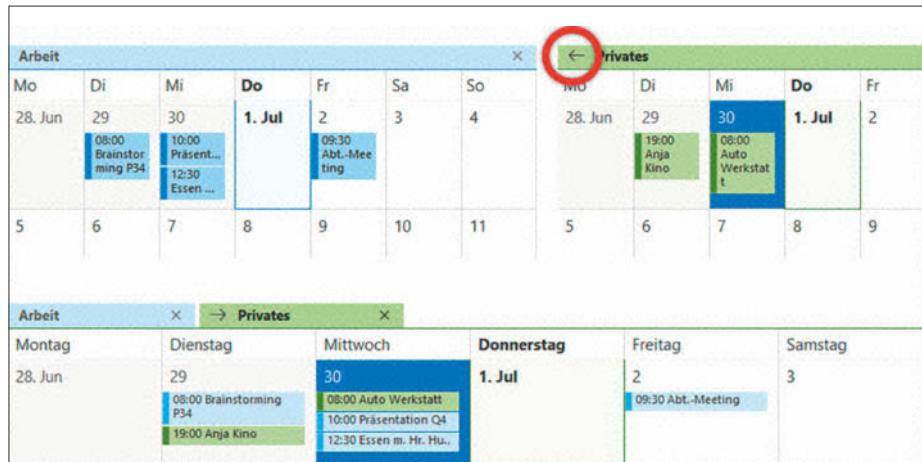
**!** Wie es so schön heißt: Kein Bug, sondern ein Feature. Es handelt sich um eine Formatierungs-Automatik, die standardmäßig eigentlich abgeschaltet sein sollte. Sie sorgt dafür, dass eine Zeile immer dann automatisch mit einem Word-eigenen Überschriftenformat umformatiert wird, wenn sie nicht mit einem Satzzeichen endet und Sie danach mindestens zweimal die Eingabetaste gedrückt haben.

Sie finden die zugehörige Einstellung in Word unter „Datei/Optionen/Dokumentprüfung/AutoKorrektur-Optionen ...“. Öffnen Sie die Registerkarte „Autoformat während der Eingabe“ und stellen Sie sicher, dass im mittleren Abschnitt („Während der Eingabe übernehmen“) das Häkchen bei „Integrierte Formatvorlagen für Überschriften“ nicht gesetzt ist, um den Spuk zu beenden. (swi@ct.de)

## Windows 10: Wetter in der Taskleiste loswerden

**?** Neuerdings zeigt mein Windows 10 in der Taskleiste das Wetter an. Wenn ich darauf klicke, erscheinen Nachrichten unter anderem von Zeitungen, die ich schon aus Prinzip nicht lese, für mich nutzlose Börsenkurse und Clickbait-Unfug. Habe ich mir da einen Schädlings eingefangen?

**!** Nein, den Newsticker hat Microsoft zusammen mit dem Wetterbericht per Windows Update in Ihre Installation eingebaut. Um ihn wieder loszuwerden,



Ein Klick auf den unscheinbaren Pfeil überlagert separat dargestellte Outlook-Kalender mit dem links stehenden, was für deutlich mehr Übersicht sorgt.

klicken Sie mit der rechten Maustaste in einen leeren Bereich der Taskleiste, in dem sich nun öffnende Menü auf „Neuigkeiten und interessante Themen“ und wählen „Ausschalten“. Ein Neustart oder ähnliches ist nicht nötig. Denkbar ist aber, dass Microsoft den Newsticker und Wetterbericht bei einem künftigen Update oder bei einem Upgrade auf die nächste Windows-Version wieder reaktiviert. (axv@ct.de)

## Outlook: Mehrere Kalender zusammenführen

**?** Ich habe einen Kalender als iCal-Datei in mein Outlook importiert, wie es in c't 3/2019 ab Seite 136 beschrieben ist. Wenn ich ihn zusammen mit meinem Hauptkalender markiere, werden mir zwar beide gleichzeitig angezeigt, aber nebeneinander in getrennten Kalenderdarstellungen. Das ist mir zu unübersichtlich. Kann ich nicht beide Kalender zusammenführen?

**!** Das geht problemlos, und zwar auf zwei verschiedene Arten: Zum einen können Sie beide Kalender zu einem vereinigen und alle Termine aus dem Zusatz-

kalender permanent in den Hauptkalender eintragen. Dazu exportieren Sie den Ordner des Zusatzkalenders in eine PST-Datei und importieren diese wieder in den Ordner des Hauptkalenders. Auf die genauen Arbeitsschritte gehen wir hier nicht ein, da diese Form der Zusammenführung nur selten Sinn ergibt, etwa bei feststehenden Terminen wie Geburtstagen.

Viel besser ist es, nur die Anzeige der einzelnen Kalender als Overlays übereinanderzulegen, als stünden sie auf transparenten Folien. So lassen sie sich jederzeit auch wieder trennen beziehungsweise einzeln aus- und einblenden.

Das ist in Outlook sehr einfach: Bei mehreren nebeneinander dargestellten Kalendern zeigen alle außer dem ganz linken einen Pfeil, der dem Kalendernamen vorangestellt ist. Klicken Sie auf diesen, wird der jeweilige Kalender mit dem links davon stehenden überblendet. Sein Name erscheint in einem eigenen Tab mit einem nunmehr nach rechts zeigenden Pfeil. Ein Klick darauf löst den betreffenden Kalender wieder heraus. Alternativ zu den Pfeilen können Sie auch den Menübefehl „Ansicht/Überlagerung“ verwenden.

Standardmäßig werden die Kalender farblich voneinander abgegrenzt; die Far-

ben bestimmen Sie, indem Sie entweder den entsprechenden Kalendereintrag in der linken Liste oder die Überschrift über der Kalenderdarstellung mit der rechten Maustaste anklicken und „Farbe“ aus dem Menü wählen.

(swi@ct.de)

## Ubuntu 20.04: Neuen Kernel meiden

Ich habe drei Systeme mit Ubuntu 20.04 LTS. Seit dem Frühjahr nutzen zwei davon nicht mehr Kernel auf Basis von Linux 5.4, sondern welche mit 5.8er-Unterbau. Der zeigt bei einem der PCs aber eine Masse. Kann ich den Wechsel rückgängig machen?

Seit 20.04 fährt das Ubuntu-Projekt eine neue Pflegestrategie bei LTS-Ausgaben: Installationen von Ubuntu-Varianten mit grafischer Bedienoberfläche wechseln jetzt automatisch auf die früher optionalen Hardware Enablement (HWE) Stacks. Dadurch macht der Kernel dort ein oder zweimal pro Jahr einen Versionsprung.

Das passiert parallel zur Freigabe eines neuen Point-Release der jeweiligen LTS-Generation. Zum ersten Mal war das Anfang Februar 2021 kurz vor Erscheinen von Ubuntu 20.04.2 der Fall. Seitdem springen viele Installationen von Ubuntu Desktop oder Kubuntu 20.04 und 20.04.1 beim Aktualisieren auf einen 5.8er-Kernel, der mit jenem von Ubuntu 20.10 verwandt ist. Beim Ubuntu Server passiert das nicht; zudem bleiben einige Installationen auf der älteren Kernel-Reihe, wo die Distribution potenzielle Probleme eines solchen Versionssprungs erkennt.

Führen Sie zuerst folgende Befehle aus, um den Sprung rückgängig zu machen:

```
sudo apt remove linux-{image,headers}~  
generic-hwe-20.04  
sudo apt install linux-generic
```

Starten Sie anschließend neu, um den so eingespielten 5.4er-Kernel über das Grub-Menü testweise zu booten. Falls sich das bei Ihnen normalerweise nicht zeigt, müssen Sie früh beim Systemstart die Escape oder Shift-Taste gedrückt halten. Den erwähnten Kernel finden Sie anschließend im Untermenü „Erweiterte Optionen für Ubuntu“. Wenn dieser erfolgreich startet, können Sie den 5.8er-Kernel gefahrlos

deinstallieren, damit der 5.4er fortan standardmäßig bootet:

```
sudo apt remove linux-{headers,image,modules}-5.8*
```

Das funktioniert auch mit Ubuntu 20.04.2 und höher, wo die meisten Distributionsvarianten den neueren Kernel gleich einrichten. Wenn Sie den von vornherein meiden wollen, nutzen Sie die Installations-Images von Ubuntu 20.04 oder 20.04.1. Allerdings richten diese den frischeren Kernel manchmal auch dann ein, wenn Sie das standardmäßig gesetzte Häkchen „Während Ubuntu installiert wird Aktualisierungen herunterladen“ entfernen. Um das zu unterbinden, deaktivieren Sie vor oder direkt nach dem Start des Installers die Netzwerkverbindung; bei Ubuntu Desktop gelingt das über das Netzwerksymbol, das Sie in der oberen Bedienleiste der Bedienoberfläche ganz rechts finden. Darüber hinaus müssen Sie direkt beim ersten Start des aufgespielten Betriebssystems die oben genannten Kommandos ausführen, sonst landet der 5.8er Kernel mit der ersten Aktualisierung auf der Platte.

Die Ubuntu-Macher versprechen, den 5.4er-Kernel über den gesamten Support-Zeitraum von 20.04 LTS mit Sicherheitskorrekturen zu versorgen. Den 5.8er pflegen sie nur bis zum nächsten LTS-Point-Release, also bis zum Mitte August erwarteten Ubuntu 20.04.3. Nutzer erhalten dann per Update einen Kernel auf Basis von Linux 5.11, der dem von Ubuntu 21.04 ähnelt. Was die Sicherheit anbelangt, ist

keiner der drei Kernel ideal, wie der Artikel auf Seite 144 näher erläutert.

(Thorsten Leemhuis/ndi@ct.de)

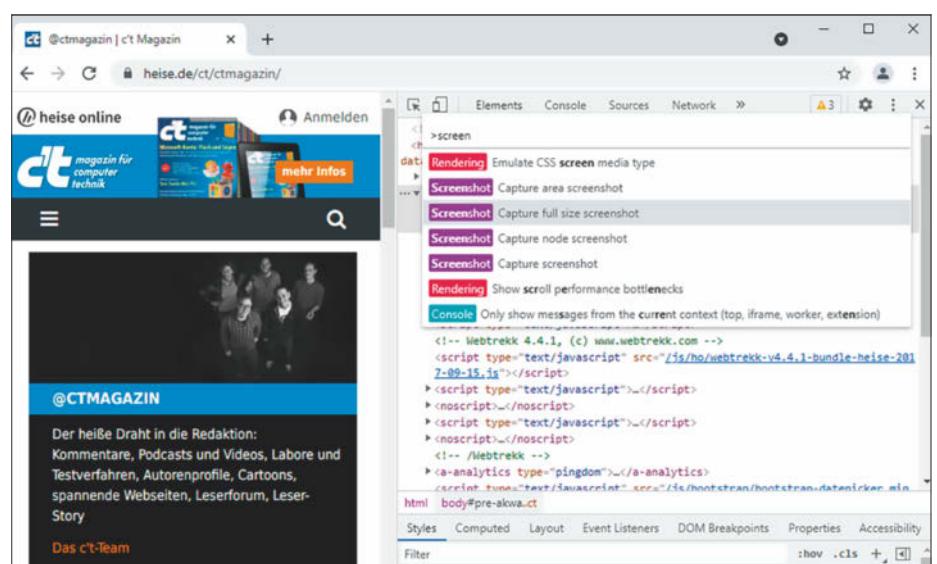
## Webseiten-Screenshots in Chrome

Ich möchte Screenshots ganzer Webseiten auf einem System anfertigen, auf dem Google Chrome als einziger Browser freigegeben ist und auf dem ich keine Add-ons installieren darf. Gibt es dafür einen Trick?

Ja, das geht, ist aber etwas umständlich. Was in Windows bei Firefox und Edge einfach so per Rechtsklick klappt, scheint Google vor seinen Chrome-Nutzern verstecken zu wollen. Sie können per Strg+Umschalt+I die in Chrome integrierten Entwicklertools aufrufen. Mit Strg+Umschalt+P oder einem Klick auf das Drei-Punkt-Menü und der Auswahl von „run command“ öffnen Sie dann eine Befehlsliste, in der Sie per Autovervollständigung nach „Screenshot“ suchen können. Nutzer von macOS drücken statt Strg und Umschalttaste Option (auf älteren Keyboards: Alt) und Command zusätzlich zum Buchstaben.

Von den vier Befehlen der Ergebnisliste wählen Sie „Screenshot Capture full size screenshot“, woraufhin Chrome einmalig ein Bild im verlustlos komprimierenden PNG-Format von der kompletten, gerade geöffneten Webseite im Standard-Download-Verzeichnis erzeugt.

(csp@ct.de)



Googles Chrome-Browser bringt bereits eine Funktion für Screenshots ganzer Webseiten mit. Sie ist allerdings gut in den Tiefen der Entwicklertools versteckt.

## Deutsches MS-Office mit englischen Tastenkürzeln

**?** Ich nutze in der Arbeit das englische MS Office, habe zu Hause aber eine deutsche Version installiert. Beim Wechseln muss ich mich ständig an die richtigen Tastenkürzel erinnern, etwa Strg+B für Fettschrift im englischen Word und Strg+Umschalt+F im Deutschen. Kann ich das deutsche Office auf englische Shortcuts umstellen?

**!** Nein, die Tastenkürzel alleine können Sie nicht auf eine andere Sprache umstellen, wohl aber die gesamte Bedienoberfläche. Das schließt dann auch die Shortcuts mit ein. Sprachbezogene Textfunktionen wie die Rechtschreibkorrektur bleiben dabei unberührt.

Sie müssen dazu im deutschen Office zusätzlich ein englisches Sprachpaket von Microsoft herunterladen und installieren. Das geht direkt aus einem Office-Programm heraus, etwa aus Word: Wählen Sie „Datei/Optionen“ und aus dem linken Menü den Eintrag „Sprache“. In der oberen Hälfte des folgenden Dialogs, überschrieben mit „Office-Anzeigesprache“, klicken Sie auf den Link „Weitere Anzeigesprachen von Office.com installieren“. Aus der folgenden Liste wählen Sie „Englisch“ und klicken auf „Installieren“.

Es öffnet sich eine Webseite im Standardbrowser, von der Sie mit einem Klick auf „Download“ das gewünschte Sprachpaket als ausführbare Installationsdatei herunterladen, die sie anschließend starten. Sind noch Office-Programme geöffnet, schließt sie das Installationsprogramm automatisch.

Nach Abschluss der Installation starten Sie ein beliebiges Office-Programm – nicht wundern, die Oberfläche ist noch auf Deutsch. Öffnen Sie wieder „Datei/Optionen/Sprache“, klicken in der oberen Liste

den hinzugekommenen Eintrag „Englisch [English]“ an und bewegen ihn mit dem „Nach oben“ Button an die erste Position. Nach einem Klick auf OK werden Sie erneut zum Neustart der Office-Programme aufgefordert, die danach eine englische Oberfläche besitzen und auf die zugehörigen Tastenkombinationen reagieren.

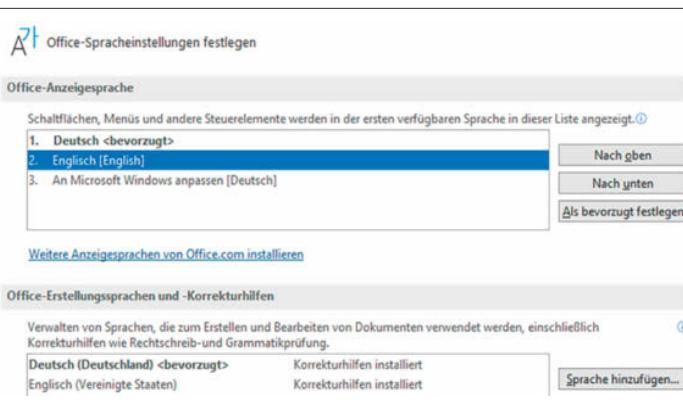
Um wieder zur deutschen Oberfläche und Tastatursteuerung zurückzukehren, öffnen Sie „File/Office/Language“ und schieben unter „Office display language“ den Eintrag „German [Deutsch]“ mit dem „Move Up“-Button ganz nach oben. Eine erneute Installation eines Sprachpaketes ist nicht erforderlich, nur ein Neustart aller Office-Programme. (swi@ct.de)

## Banking-App will neuere Android-Version

**?** Mein altes Smartphone läuft nur unter Android 5, doch meine Bank hat mir jetzt mitgeteilt, dass die nächste App-Version mindestens Android 7 verlangt. Ich müsste also ein CustomROM wie LineageOS aufspielen und dazu den Bootloader entsperren. Ist das ratsam?

**!** Android verbessert mit jeder Version gewisse Sicherheitsaspekte, und die Banking-Apps wollen sich irgendwann darauf verlassen, dass diese Sicherheitsstufen eingehalten sind – so weit eigentlich eine sinnvolle Entwicklung. Doch leider stoppen die Smartphone-Hersteller irgendwann die Android-Updates für ältere Geräte.

Das Aufspielen eines CustomROM hilft im Allgemeinen nicht, weil die Banking-Apps das als Risiko werten. Sie verweigern zumeist die Installation ohne Google-Dienste, mit Root und ohne gesicherten Bootloader. Was sie davon im Einzelfall wirklich erkennen, ist eine andere Frage. Doch selbst wenn Sie eine Banking-



Um die Sprache der Bedienoberfläche nebst Tastatkürzeln umzuschalten, schieben Sie das zuvor installierte Sprachpaket unter „Datei/Optionen/Sprache“ ganz nach oben. Die Korrekturhilfen können Sie auf Deutsch belassen.

Fragen richten Sie bitte an

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

**f** [c't Magazin](#)

**t** [@ctmagazin](#)

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter [www.ct.de/hotline](http://www.ct.de/hotline).

App so zum Laufen bekommen, könnte deren Erkennungsquote der vermeintlichen Risiken sich mit jeder App-Version verbessern, sodass ein zukünftiges Update dann doch wieder nicht funktioniert. Wenn Sie die Banking-App verwenden möchten, kommen Sie also leider nicht drumherum, sich dafür ein Gerät mit einer neueren Android-Version zu besorgen.

(jow@ct.de)

## MS-Teams: Zu großer Zoom bei Smartphones

**?** Wenn ich mit meiner Smartphone-App an einer Teams-Videokonferenz teilnehme, sehen alle anderen nur eine Nahaufnahme meiner Nase, obwohl die Videoansicht auf meinem Handy das korrekte Gesamtbild zeigt. Wo kann ich das richtig einstellen?

**!** Leider gar nicht. Das Problem ist schon länger bekannt und scheint nicht an den Einstellungen der Smartphone-App, sondern am Desktop-Client von Teams zu liegen. Andere Teilnehmer mit Smartphone sehen Ihr Konterfei nämlich korrekt und formatfüllend. Eine Lösung ist uns nicht bekannt; es bleibt nur zu hoffen, dass Microsoft das Problem in einem kommenden Patch für die Teams-Clients behebt. Bis dahin bleiben immerhin zwei notdürftige Workarounds:

Bitten Sie die Teilnehmer, mit der rechten Maustaste in Ihr Videobild zu klicken und „An Rahmen anpassen“ zu wählen. Dann wird für sie der korrekte Zoomfaktor eingestellt.

Alternativ halten Sie das Smartphone quer. Das Problem scheint nämlich im Querformat nicht aufzutreten. Machen Sie das am besten schon vor Start der Videokonferenz, weil ansonsten das Bild für die anderen Teilnehmer nur seitwärts kippt.

(swi@ct.de)

# Desinfec't für Profis



**Live-Webinar  
22. Juli 2021**

Desinfec't lässt sich auch von Laien einfach nutzen. Profis wollen es für ihren Einsatz jedoch optimal anpassen. **Sortieren Sie alle PCs in Ihrem Netz im Handumdrehen** in die Kategorien „sicher befallen“, „ziemlich sicher sauber“ und „benötigt weitere Überprüfung“ ein.

Referent: Mattias Schlenker

► [webinare.heise.de/desinfect](http://webinare.heise.de/desinfect)

20%

# Threat Hunting mit Yara und Thor



**Live-Webinar  
29. Juli 2021**

Im Webinar lernen Sie die Funktionsweise von **Yara und Thor** kennen und erfahren, wie Sie diese für eigene Ermittlungen bei Hackerangriffen nutzen und anpassen können. Wir zeigen, wie Sie sogenannte **„Indicators of Compromise“ (IOCs)** und Yara-Regeln schreiben und gezielt einsetzen.

Referent: Florian Roth

► [webinare.heise.de/threat-hunting](http://webinare.heise.de/threat-hunting)

Buchen Sie jetzt beide heise Security-Webinare  
und sparen Sie **20% Kombi-Rabatt**

# FAQ

# TPM 2.0

Für Windows 11 verlangt Microsoft ein Hardware-Sicherheitsmodul vom Typ TPM 2.0. Solche Module sind zwar schon seit Jahren auf dem Markt, aber in drei Varianten, und auch nicht bei jedem Computer aktiviert.

Von Christof Windeck

## Was ist ein TPM?

Ein Trusted Platform Module (TPM) bietet ähnliche Funktionen wie eine SmartCard, ist aber in einen Computer eingebaut, also mit der Plattform verbunden. Das TPM dient als separater Vertrauensanker (Root of Trust) unabhängig von Hauptprozessor (CPU), Arbeitsspeicher (RAM), Massenspeicher und Betriebssystem. Dazu speichert es einen Geheimwert, der das TPM nie verlässt, aber als Wurzel einer kryptografischen Zertifikatskette dient. Das TPM kann andere digitale Zertifikate signieren und prüfen sowie sichere Schlüssel erzeugen. Schließlich stellt ein TPM noch geschützten Speicherplatz bereit, sogenannte Platform Configuration Registers (PCRs). Darin kann der Computer Hashes speichern, etwa um Manipulationen an der Firmware zu erkennen.



Ein Trusted Platform Module (TPM) – hier der TPM-2.0-Chip SLB9665TT20 von Infineon – arbeitet als Hardware-Vertrauensanker im Computer unabhängig von CPU, RAM und Betriebssystem.

## TPM oder fTPM?

Was ist der Unterschied zwischen TPM 2.0 und fTPM 2.0?

Windows 11 kann sowohl ein TPM 2.0 nutzen als auch ein fTPM 2.0. Ein TPM 2.0 ist ein separater (diskreter) Chip, während ein fTPM ein integrierter Funktionsblock in einem Prozessor, System-on-Chip (SoC) oder Mainboard-Chipsatz ist.

der zusätzlich aufs Mainboard gelötet ist oder auf einem Steckmodul sitzt. Zertifizierte TPM-2.0-Chips liefern die Firmen Infineon (IFX), STMicroelectronics (STM) und Nuvoton. Das „f“ in fTPM steht hingegen für „Firmware“ (Firmware-TPM); ein fTPM ist kein separater Chip, sondern ein integrierter Funktionsblock in einem Prozessor, System-on-Chip (SoC) oder Mainboard-Chipsatz. Weil die fTPM-Firmware dabei auf einem zwar eingebetteten, aber separaten Mikrocontroller-Kern läuft, arbeitet auch ein fTPM unabhängig von CPU, RAM und Massenspeicher.

Bisher gibt es ausschließlich fTPMs nach TPM-2.0-Spezifikation (fTPM 2.0), also mit demselben Funktionsumfang wie diskrete TPM-2.0-Chips. Letztere gibt es aber in Versionen, die schärfere Sicherheitsstandards erfüllen, beispielsweise das Common Criteria Elevated Assurance Level 4+ (CC EAL4+).

## Vorhandenes TPM erkennen

Wie erkenne ich, ob mein System ein TPM 2.0 hat?

Wenn das TPM aktiv ist, führt es Windows 10 im Gerätemanager unter „Sicherheitsgeräte“ auf und zeigt, ob es sich um ein TPM 1.2 oder TPM 2.0 handelt – aber nicht, ob es sich um ein fTPM oder einen separaten Chip handelt. Leichter zu entschlüsseln sind die Angaben unter „Gerätesicherheit“, wo ein TPM als „Sicherheitschip“ auftaucht. Unter „Details zum Sicherheitschip“ finden sich Hinweise zum „Hersteller“. Steht da „Intel“, „AMD“ oder „Qualcomm“, handelt es sich um ein fTPM; sonst ist es ein diskreter Chip – mit einer Ausnahme: In virtuellen Maschinen (VMs) unter Hyper-V lässt sich ein emuliertes TPM (Virtual TPM, vTPM) einschalten, das sich als Microsoft-Produkt meldet (Hersteller MSFT).

Unter Windows 10 taucht ein TPM in der Systemsteuerung unter „Gerätesicherheit“ als „Sicherheitschip“ auf. Dort zeigt Windows auch „Details“ an, etwa den Hersteller (hier Infineon) und die „Spezifikationsversion“ (2.0 für TPM 2.0). Leider stören schiefen Übersetzungen; mit „Nachweis“ ist „TPM Key Attestation“ gemeint.

## TPM 1.2 veraltet?

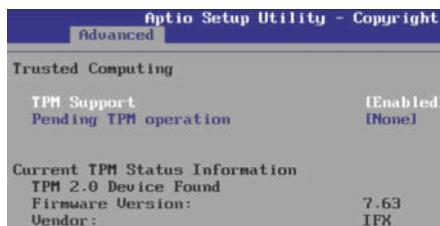
Was unterscheidet TPM 2.0 von TPM 1.2?

Beim TPM 1.2 war als Secure-Hash-Algorithmus (SHA) nur das veraltete und geknackte Verfahren SHA-1 verpflichtend und AES-Verschlüsselung nicht zwingend vorgeschrieben. Ein TPM 2.0 muss SHA-256 und mindestens AES-128 beherrschen. Außerdem ist die TPM-2.0-Spezifikation präziser.

## TPM aktivieren

Wie schalte ich das TPM im BIOS-Setup ein?

Ist ein TPM aufgelötet oder als fTPM in der Hardware integriert, aber unter



**Ist ein TPM vorhanden, lässt es sich möglicherweise im BIOS-Setup des Computers einschalten.**

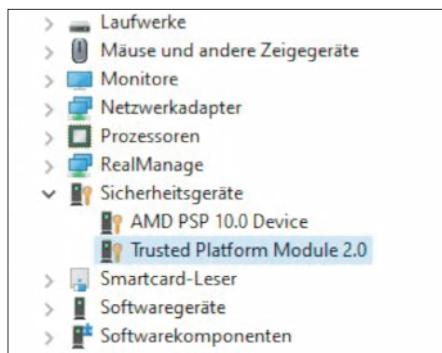
Windows nicht sichtbar, ist es möglicherweise durch eine Option im BIOS-Setup aktivierbar – allerdings nur, wenn der jeweilige Mainboard-Hersteller das vorgesehen hat. Die nötigen Optionen finden sich oft in Menüs mit Namen wie „Security“, „Security Chip“ oder „Platform Security“.

## TPM-Verbreitung

❓ Seit wann haben PCs, Notebook und Tablets üblicherweise ein TPM 2.0?

❗ Die TPM-2.0-Spezifikation erschien 2012, 2013 kündigte Infineon die ersten kompatiblen Chips an. Sie kamen seitdem vor allem in Bürocomputern mit „vPro“-Hardware von Intel zum Einsatz, später auch in welchen mit AMD Ryzen Pro, sowie in Notebooks aus den Business-Baureihen von HP (Elite), Dell (Latitude/Precision), Lenovo (ThinkPad), Fujitsu (Lifebook) und Toshiba/Dynabook.

AMD baut seit 2014 den sogenannten Platform Security Processor (PSP, später „Secure Processor“) auf Basis eines ARM Cortex-A5 in alle Prozessoren ein, beginnend ab Beema/Mullins und Carrizo. Bei



**Manche Computer mit diskretem TPM-2.0-Chip haben zusätzlich ein fTPM, in diesem Falle eines von AMD, das im Platform Security Processor (PSP) steckt.**

Intel läuft das fTPM in der sogenannten Converged Security and Management Engine (CSME, früher ME) von Chipsätzen seit der Serie 100 (Z170, Q170, H170, B150) für Core i-6000 (Skylake) aus dem Jahr 2015. Auch in „Atom-Celerons“ ab 2014 (Bay Trail, Celeron N2000) stecken fTPMs, dort in der Trusted Execution Engine (TXE). Nicht immer sind diese fTPMs tatsächlich nutzbar, sondern nur, wenn die nötige Firmware auch an Bord ist und das BIOS sie einschaltet. Manche Systeme haben wiederum zwei TPMs, nämlich zusätzlich zum fTPM einen TPM-Chip.

schützt sein soll. Diese „Secured-Core PCs“ verwenden das TPM als Dynamic Root of Trust for Measurement (DRTM). Für die Schutzfunktion virtualisierungsbasierte Sicherheit (Virtualization-Based Security, VBS) lässt sich ebenfalls ein TPM nutzen sowie zum kryptografischen Nachweis des Systemzustands für den Zugriff auf Cloud-Anwendungen (Microsoft Azure Attestation).

## TPM und UEFI Secure Boot

❓ Was hat ein TPM mit dem kryptografisch gesicherten Startmodus „UEFI Secure Boot“ zu tun?

❗ Nichts: UEFI Secure Boot alias „sicherer Startzustand“ funktioniert auch ohne TPM. Spezielle Bootloader, die etwa bei manchen Sicherheits-Softwarepaketen zum Einsatz kommen, können ein TPM nach dem Booten aber einbinden, um Manipulationen des UEFI-BIOS zu erkennen, siehe „DRTM“ oben.

## TPM-Sicherheit

❓ Gibt es TPM-Sicherheitslücken?

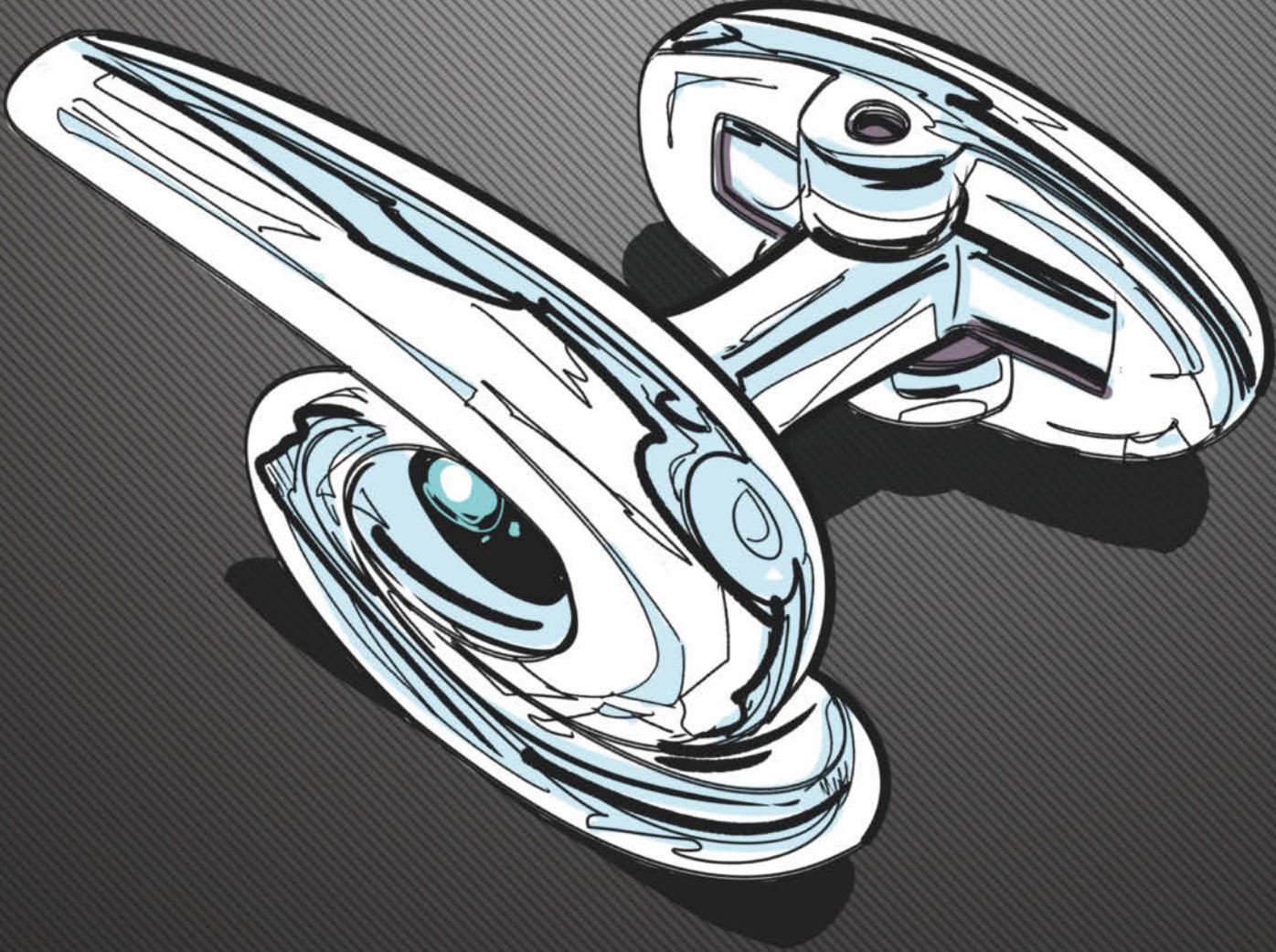
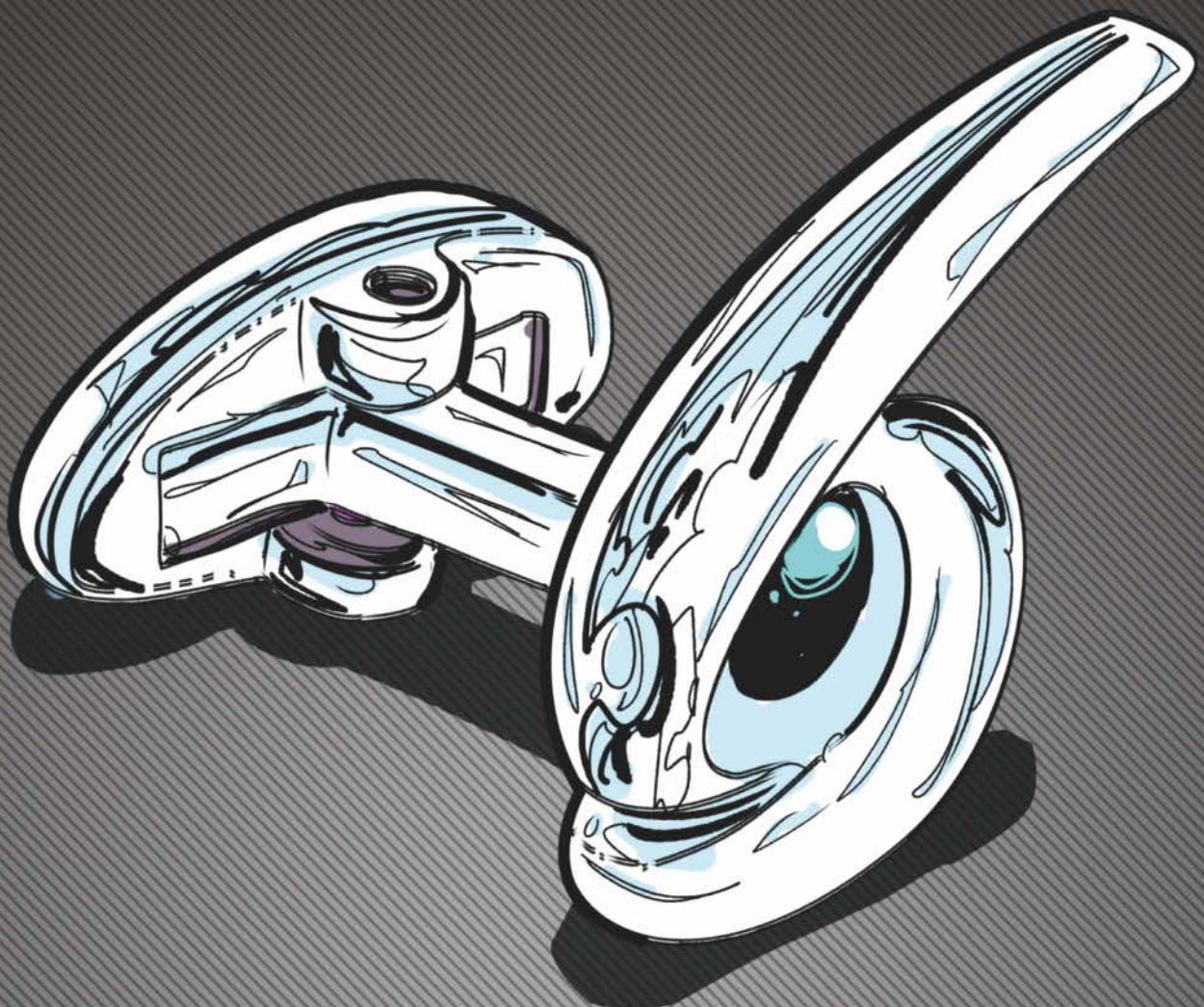
❗ Im Jahr 2017 wurde in TPM-1.2-Chips von Infineon die Schwachstelle „ROCA“ im Algorithmus zur Erzeugung von RSA-Schlüsseln aufgedeckt. Sie wurde durch Firmware-Updates geschlossen. 2019 kam die Sicherheitslücke „TPM-Fail“ in TPM-2.0-Chips von STMicroelectronics und in fTPM-Implementierungen von Intel ans Licht; auch diese wurden mit Patches geschlossen. TPM-Fail betraf ausschließlich den Elliptic Curve Digital Signature Algorithm (ECDSA).

## Windows 11 ohne TPM

❓ Lässt sich Windows 11 auch ohne TPM nutzen?

❗ Das ist derzeit (Stand Juli 2021) noch unklar. Microsoft verlangt ein TPM 2.0 für Computer mit Windows-11-Logo. Allerdings lässt sich Windows 11 auf anderem Wege auch auf Systemen ohne TPM installieren (siehe Seite 20). Welche Folgen das hat, ist bisher nicht absehbar.

(ciw@ct.de)



# DAS SUPERTALENT (2)

von Karin Kratt

Fortsetzung vom letzten Heft

An meinem 21. Geburtstag hatte ich, Tommy Rivers, mich bei HumanTecPro der langersehnten Operation unterzogen, die mich in einen Klaviervirtuosen, einen topfitten Sportsmann und einen fähigen Maler verwandelte. Auf der großen Party am Abend beeindruckte ich mit meinen neuen Fähigkeiten fast alle. Leider ließ ausgerechnet das Mädchen, an dem ich wirklich interessiert war, es an Begeisterung fehlen: Stephanie. Man munkelte, sie gehöre zur Aktivistengruppe „D!G!TAL Awareness“, die mit kleinen spaßigen Guerilla-Aktionen auf die Risiken der allgegenwärtigen Technik aufmerksam zu machen pflegte. Nach der durchfeierten Nacht beschloss ich, einen frühen Morgenspaziergang zu einem Park mit einer Skatefläche zu machen. Dort angekommen, schloss ich kurz die Augen, um gleich darauf festzustellen, dass ich nicht länger allein war.

Vier Gestalten, die sich wie aus dem Nichts in einem Halbkreis um mich herum materialisiert zu haben schienen, starrten mich finster an. Sie trugen schwarze, für die Jahreszeit viel zu dicke Jacken, zerrissene Hosen im Army-Stil und schmutzige Basecaps auf den Köpfen. Der Kerl rechts außen, der kaum älter sein konnte als ich und eine hässliche Narbe über der linken Augenbraue hatte, zückte ein fies aussehendes Vibro-Messer und trat auf mich zu.

„Ähm ... hey ... wie geht's denn so?“ Ich wisch zurück, bis ich mit dem Rücken gegen den Zaun stieß, und musste unwillkürlich schlucken. Sollte mich die oszillierende Klinge des Messers berühren, würde sie durch meine Klamotten, Haut und Knochen schneiden wie durch Butter. Nur mit Mühe schaffte ich es, den Blick von der Klinge loszureißen und mich unauffällig umzusehen.

Wieso war kein Skater auf diesem dämmlichen Platz? Und kein anderer Passant in Sicht? Und wo waren die Milliarden versteckten Überwachungskameras, die London akribisch beobachteten, wenn man mal eine hätte brauchen können? Wenn die intelligenten Suchalgorithmen der Polizei auf den Aufnahmen der Kameras irgendetwas Verdächtiges bemerkten, wurde sofort Alarm ausgelöst. Und etwas Verdächtigeres als diese vier Typen vor mir konnte es kaum geben!

Mein Herzschlag beruhigte sich wieder etwas. Jedenfalls so lange, bis mir der Kerl das Messer dicht an die Kehle hielt und sich feixend erkundigte: „Suchst du was?“

**Wer möchte nicht gern beliebt sein, als cool gelten und durch bemerkenswerte Qualitäten glänzen? Die Lösung heißt: Selbstoptimierung durch digital gesteuerte Implantate!**

„Höchstwahrscheinlich das da.“ Hämisch lachend deutete der Kleinste der Gruppe, der mich trotzdem noch um eine Handbreit überragte, auf eine winzige Kamera, die schräg hinter mir am höchsten Punkt des Eingangstors der Skatefläche angebracht war. „Die ist leider kaputt. Und zwei andere in der Nähe auch. Dank reichlicher Erfahrung können wir dir sagen, es dauert noch mindestens ...“ Er warf seinem Nebenmann, der ein abgenutztes Smartphone in der Hand hielt, einen fragenden Blick zu.

„Dreihundertvierundsiebzig Sekunden“, erklärte dieser knapp.

„Also“, der Kleine sprach wieder, „es dauert noch mindestens dreihundertsiebzig Sekunden, bis jemand hier aufkreuzt, um nach dem Rechten zu sehen und die Cams zu reparieren.“

Oh-oh. Ich schluckte erneut. Ich hatte mir nie ernsthafte Sorgen wegen eines gewalttätigen Übergriffs gemacht, immerhin galt seit der Installation der Überwachungskameras ein Sechser im Lotto als weitaus wahrscheinlicher. Die meisten Arten analoger Verbrechen lohnten sich schon seit Jahrzehnten nicht mehr und diese Typen würden unter Garantie ebenfalls geschnappt werden. Ins Blickfeld irgend einer Kamera würden sie schließlich geraten. Nur brachte mir dieses Wissen im Moment leider überhaupt nichts.

Der Typ mit dem Messer klaubte mein Smartphone aus der Brusttasche meines Hemdes und reichte es an einen seiner Kumpels weiter, dessen schief Nasen auf mindestens eine heftige frühere Prügelei hinwies.

„Geldbeutel her“, wurde ich anschließend angewchnauzt. „Und die Uhr. Aber mach bloß keine falsche Bewegung! Und diese Silberdinger ...“, ein gieriger Blick streifte meine Manschettenknöpfe, „... will ich auch haben!“

*Stephanies Geschenk?* Mit zitterigen Fingern hatte ich gerade wie gefordert meine Uhr abnehmen wollen, doch plötzlich spürte ich eine unglaubliche Wut in mir aufsteigen. Was dachten diese hässlichen Gestalten eigentlich, wer sie waren? Ich würde vielleicht nie wieder etwas von Stephanie geschenkt bekommen, da gab ich die Manschettenknöpfe bestimmt nicht so einfach her!

Und endlich wusste ich, was zu tun war. Der Gründer von HumanTecPro hatte Weltruhm erlangt, weil er es dank

der in seinen Körper implantierten Protoversion künstlicher Nervenstränge geschafft hatte, einen gefährlichen Selbstmordattentäter zu überwältigen. Da würde ich doch mit diesen vier Möchtegerns fertigwerden.

Hastig drückte ich meinen linken Daumen auf den Kontrollrechner in meinem rechten Handgelenk und aktivierte diesen dadurch. „Selbstverteidigungsprogramm installieren“, befahl ich laut.

Zum ersten Mal flackerte Unsicherheit in den Gesichtern meiner Angreifer auf. „Das ist doch keiner von diesen aufgetunten Freaks?“, flüsterte der Kerl ganz links.

Noch bevor jemand antworten konnte, ertönte eine freundliche Computerstimme. „Kein ausreichender Speicherplatz mehr vorhanden.“

„Wie bitte? Das durfte ja wohl nicht wahr sein! So viele Programme hatte ich doch noch gar nicht ... oder etwa doch?“

„Ha.“ Mister Krummnase und Kumpels brachen in hämisches Gelächter aus. Schweißtropfen sammelten sich auf meiner Stirn.

„Her jetzt mit dem Zeug!“ Hände betatschten mich, um der Forderung Nachdruck zu verleihen, und ich wand mich hektisch zur Seite. So gar nicht profhaft trat ich dem Nächstbesten ans Schienbein, woraufhin ein lauter Schrei erklang. Wahrscheinlich eher aus Zorn als Schmerz, aber ich hielt nicht inne, um das genauer zu analysieren. Mit einem geradezu grotesken Sprung, den ich noch gestern um diese Zeit niemals zustande gebracht hätte, erreichte ich den Torbogen und rannte auf die Skatefläche.

## „SELBSTVERTEIDIGUNGSPROGRAMM INSTALLIEREN“, BEFAHL ICH LAUT.

Gerettet war ich dadurch noch lange nicht, denn der Kerl mit dem Vibro-Messer setzte mir sofort nach. „Jetzt bist du dran!“

„Piano-Programm löschen“, schrie ich panisch, den Daumen erneut auf den Kontrollrechner gedrückt.

„Selbstverteidigungsprogramm installieren.“

„Vorgang initialisiert“, informierte mich die sonore Computerstimme freundlich. „Voraussichtlicher Abschluss in ...“

Die Zeitangabe bekam ich aufgrund des Gebrülls in meinem Rücken nicht mehr mit.

„Jetzt mach schon!“

„Wir müssen in spätestens zwei Minuten abhauen, wenn wir nicht erwischen werden wollen.“

„Stich ihn doch einfach ab!“

Toll hingekriegt!, schoss es mir durch den Kopf. Statt der Manschettenknöpfe stand nun tatsächlich mein Leben auf dem Spiel. Ich raste mit knappem Abstand um den hüfthohen Betonsockel einer Halfpipe, wohl wissend, dass mir diese Deckung kaum etwas bringen würde, falls die drei Kerle, die noch immer vor dem Zaun standen, ihrem Freund zu Hilfe eilen sollten.

Der grunzte und blieb mir gegenüber jenseits des Betonklotzes stehen. Aus verengten Augen blickte er mich abschätzend an, was ausgesprochen tödlich aussah.

„Vorgang abgeschlossen.“

Noch nie hatten zwei so simple Worte so schön geklungen! Ein sanftes Kribbeln jagte von meinem Nacken bis in meine Fußspitzen und auf einmal bewirkte der bloße Gedanke daran, mich selbst zu schützen, dass ich leicht in die Hocke ging und abwehrend beide Hände hob.

Begriffe wie „Cross“, „Uppercut“ und „Backfist“ tauchten in meinem Verstand auf, ohne dass ich deren genaue Bedeutung kannte. Aber ich wusste, ich würde alle installierten Selbstverteidigungstechniken instinktiv anwenden können.

„Eine Minute“, schallte es vom Rand des Platzes zu uns hinüber.

Ich sah, wie die Zähne meines Gegenübers aufeinander mahlten, dann spuckte er aus. „Irgendjemand wird dich schon noch drankriegen!“, prophezeite er mir kalt und trat den Rückzug an.

Bis ich aufatmend aus meiner Deckung trat und zum Zaun hinüberspähte, waren die vier Typen bereits verschwunden. Zwei Cops auf E-Motorrädern näherten sich in raschem Tempo. Die nächste Viertelstunde verbrachte ich damit, von dem Überfall zu berichten, meine Angreifer zu beschreiben und den Diebstahl meines Handys anzugeben.

„Könnten die *Invisibles* gewesen sein“, mutmaßte derjenige Polizist, der meine Angaben notiert hatte.

„Du hattest echt ein Riesenglück!“ In der Stimme des zweiten Cops schwang deutlich hörbar eine Rüge mit. Er hatte in der Zwischenzeit die sabotierten Kameras gegen neue ausgetauscht und klärte mich nun darüber auf, dass die „Invisibles“ in den letzten Tagen bereits mehrere Raubüberfälle begangen hatten. Dabei hatte es auch einen Schwerverletzten gegeben.

Die Identitäten der Täter waren der Polizei zwar inzwischen bekannt, aber es war ihnen trotzdem noch nicht gelungen, die Typen zu verhaften. Von ihren gemeldeten Wohnsitzen und Arbeitsplätzen hielten sie sich wohlweislich fern und wegen der Basecaps waren ihre Gesichter auf vielen Aufnahmen verdeckt, was die Suche in den gigantischen Datenströmen der Überwachungskameras erschwerte.

„Geschnappt haben wir aber noch jeden Adrenalin-junkie“, brummten die Polizisten zum Abschluss. Ich hatte nie etwas anderes angenommen, die Wortwahl verwirrte mich jedoch zunächst.

„Wieso Adrenalinjunkies?“ Kaum hatte ich die Frage gestellt, dämmerte mir auch schon die Antwort. Es war diesen Typen niemals wirklich um meine Wertsachen gegangen! Zumal ihnen kaum jemand, der seine sieben Sinne beisammen hatte, ein geklautes, registriertes Smartphone abkaufen würde. Bei Kreditkarten verhielt es sich ähnlich und richtig lohnenden Schmuck erbeutete man auf offener Straße auch eher nicht. Der ganze Aufwand, den diese „Invisible“-Truppe betrieb ...

„Es geht ihnen nicht um ein paar Scheinchen. Sondern nur darum zu zeigen, dass sie es können. Dass auch heutzutage noch ein Überfall möglich ist“, murmelte ich verblüfft.

„Ja“, bestätigten die Cops. „Pure Langeweile der Generation Silver. Immer auf der Suche nach dem ultimativen

Kick. Hält unsere Gang länger durch als die letzten, die erwischt wurden? Und wo liegen die endgültigen Grenzen?“

Vielsagend schauten die beiden Polizisten in meine Richtung. Immerhin gehörte ja auch ich der Generation Silver an und mein Upgrade fiel für die Cops offenbar ebenfalls in die Kategorie Adrenalinkick und Grenzaustestung. Aber sie sagten nichts mehr, sondern schwangen sich wieder auf ihre E-Motorräder und brausten davon, während ich ihnen kopfschüttelnd hinterherstarnte.

\* \* \*

*Was für ein Morgen!* Weil ich inzwischen so gar keine Lust mehr verspürte, neue Kunststücke auf der Skatefläche auszuprobiieren, machte ich mich auf den Weg zurück nach Hause. Kaum hatte ich die letzten Bäume des Parks hinter mir gelassen und die Hauptstraße erreicht, hellte sich meine Stimmung schlagartig auf. Beinahe wäre sie an mir vorbeigerannt, aber ich erkannte sie natürlich sofort.

„Stephanie, hi! Was machst du denn so früh in dieser Gegend?“

Stephanie wirbelte auf dem Absatz herum. Kam es mir nur so vor oder wurde sie bei meinem Anblick tatsächlich ein wenig bleich?

„Tommy! Was ... wie ... warum liegst du denn nicht im Bett und pennst?“ Nervös – vielleicht sogar panisch – sah Stephanie mich an. „Bitte sag mir, dass du heute noch kein neues Programm für diese idiotische Technik in dir installiert hast!“

„Lustig, dass du fragst“, erwiderte ich, irritiert von Stephanies seltsamen Benehmen, aber dennoch fest entschlossen, diese Gelegenheit für ein Gespräch nicht ungenutzt verstreichen zu lassen. „Weißt du, da waren diese Kerle, die ...“

„Natürlich hast du was installiert“, unterbrach mich Stephanie hektisch, obwohl ich mit meiner Erzählung ja noch gar nicht so weit gekommen war.

„Du musst sofort von hier verschwinden!“, beschwore sie mich eindringlich. „Der Einzugsbereich wurde extra so gewählt, dass er nicht bis zu deinem Haus reicht, aber wenn du jetzt hier bist und ... ich meine, schließlich bist du ja meist doch ganz nett ... und ... und ich möchte nicht ...“

Ich konnte mir auf das Gestammel keinen Reim machen. Nur das Wörtchen „nett“ erschien in Fettdruck vor meinem inneren Auge. War das der entscheidende Anfang für die Beziehung, auf die ich schon so lange gehofft hatte? Unwillkürlich machte ich einen Schritt auf Stephanie zu. „Ich habe keine Ahnung, wovon du redest. Aber du solltest wissen ...“

An dieser Stelle entglitten mir die Worte. Gerade hatte ich noch all meinen Mut zusammennehmen und Stephanie endlich gestehen wollen, was ich für sie empfand. Stattdessen machte ich jedoch einen weiteren Schritt. Und noch einen. *Ohne es zu wollen!*

*Was zur Hölle ...?* Ich war bereits an Stephanie vorbei, aber meine Füße trugen mich immer weiter. „Hey. Was soll das werden?“ Ich versuchte stehen zu bleiben, aber meine Muskeln gehorchten mir nicht.

„Es tut mir leid“, flüsterte Stephanie und ich musste mir den Hals verrenken, um sie noch einmal anblicken zu können. Denn inzwischen rannte ich. Rannte auf ein Ziel zu, von dem ich nicht im Geringsten wusste, wo es lag.

„Es tut mir leid“, wiederholte Stephanie, dieses Mal schreiend. Sie bewegte sich jedoch nicht von der Stelle, während mich die Beine, die mir gehörten und irgendwie auch wieder nicht, um eine Hausecke manövrierten und damit außer Sichtweite brachten.

*Das ist nur eine klitzekleine Fehlfunktion!*, versuchte ich mich selbst zu beruhigen, obwohl mein Herz schneller und schneller schlug. Bestimmt wussten die bei HumanTecPro schon von dem Desaster und taten händeringend alles, um der Lage Herr zu werden. *Ob meine Eltern eine Viertelmillion oder so zurückerothen werden, damit wir die Klappe über diesen Vorfall halten? Sobald ich das hier hinter mir habe, kann ich selbst drüber lachen ...*

Nein, es half nichts. Das Chaos in meinen Gedanken wurde immer größer und die Furcht, die ich bisher zu unterdrücken versucht hatte, jagte eisige Schauer über meinen Rücken. Auch meine Arme gehorchten mir nicht mehr, ich konnte mich also nirgends festhalten. Und ich raste zwar an einigen Fußgängern vorüber, aber was sollte ich ihnen zurufen? „Hilfe, mein Kontrollrechner spinnt“?

In diesem Moment änderten meine Füße so abrupt die Richtung, dass ich tatsächlich einen gellenden Schrei ausstieß. Und ich war nicht der einzige.

## „BITTE SAG MIR, DASS DU HEUTE NOCH KEIN NEUES PROGRAMM FÜR DIESE IDIOTISCHE TECHNIK IN DIR INSTALLIERT HAST!“

„Haltet mich!“, kreischte eine in ein vornehmes Business-Kostüm gekleidete Frau, die auf High Heels aus einer Seitenstraße geschossen kam. „Wieso hält mich denn niemand fest? Es ist kaputt, dieses verdammte Nanozeugs funktioniert nicht mehr richtig!“

Tränen verschmierten ihr kunstvolles Make-up. Ein gutes Dutzend Personen befand sich in der Nähe der offensichtlich verzweifelten Frau. Aber keiner packte zu, niemand erkundigte sich, was denn los sei. Zwei ältere Herren sahen einander kurz an, zuckten mit den Schultern und machten eine Geste für „die ist wohl übergescannt“, bevor sie plaudernd weitertrotteten.

„Hey. Sie dort drüben“, brüllte ich, während die Frau und ich auf gegenüberliegenden Straßenseiten auf den Piccadilly Circus zujagten. „Ich glaube, wir haben das gleiche Problem. Ein zufälliger Fehler in den Systemen von HumanTecPro ...“

Ich stockte. *Zufällig?* Nein, in Verbindung mit Stephanies merkwürdigen Bemerkungen konnte ich mir wohl kaum noch länger vormachen, dass das, was gerade geschah, auf irgendeinem Missgeschick beruhte.

„Ja“, rief die Frau zurück und Erleichterung schwang in ihrer Stimme mit. Zu wissen, dass man nicht als Einziger im eigenen Körper gefangen war, das half auch mir dabei, wie-

der einen klareren Kopf zu kriegen. „Was sollen wir nur machen?“

Ich war noch zu keiner Lösung gekommen, da hallte ein weiterer Schrei quer über den Platz. „Hiiilfe!“ Ein pickliger Teenie stürmte zum Eros-Brunnen und blieb direkt davor stehen. „Ich ... was ... nein!“

Nur Sekunden später stoppte ich etwa einen Meter neben dem Jungen, die Frau im Business-Kostüm hielt im gleichen Abstand auf der anderen Seite des Teenies.

„Was ist hier los?“ Wir redeten alle durcheinander, wütend, verängstigt, hilflos, frustriert. Ein Mann, der aussah wie ein Rechtsanwalt, trat vor mich. Ein aus der Werbung nur zu bekanntes Model gesellte sich zu dem pickligen Teenager. Kurz darauf waren wir zu neunt, hübsch und ordentlich in Dreierreihen angeordnet.

## DIESES VERDAMMTE NANOZEUGS FUNKTIONIERT NICHT MEHR RICHTIG!

Aus einem Lautsprecher, den ich nicht sehen konnte, drang auf einmal Musik, ein Disco-Song, der klang, als stamme er aus dem letzten Jahrhundert. Meine Hüften wippten mit, ob ich das wollte oder nicht – und momentan wollte ich definitiv nicht, obwohl der Beat gar nicht mal so schlecht war! *A-ha-ha-ha, stayin' alive, stayin' alive* – oder so ähnlich.

Inzwischen blieben die ersten Passanten stehen, die offenbar nie in den Genuss eines Besuchs bei HumanTecPro gekommen waren. Aufgeregt redeten und gestikulierten sie, richteten ihre Smartphones auf uns und nahmen die ganze perfide Szenerie auf, um sie weltweit in Echtzeit zu teilen. Und weil einige meiner Leidensgenossen immer noch um Hilfe flehten, wurden nun auch endlich Rufe nach den Cops laut.

Ich musste jedoch plötzlich schallend lachen, denn endlich hatte ich es begriffen. „Das ist eine Aktion von *D!G!tal Awareness*! Sie haben es irgendwie geschafft, einen Virus einzuschleusen.“ Einen Virus, den ich mir eingefangen hatte, als ich das Selbstverteidigungsprogramm im Park installieren ließ. Dadurch war das Programm, das mich schützen sollte, indirekt zu einer wesentlich größeren Gefahr für mich geworden. Welche Ironie!

Ich musste schon wieder lachen, lachte, während mein rechter Zeigefinger im Takt der Musik in die Höhe schoss und sich dann rhythmisch zu meiner linken Seite absenkte.

„Tanzen wir eben ein paar Minuten zusammen. Danach sind wir als ultrareiche, gehackte Übermenschen gebrandmarkt. Die Leute von *D!G!tal Awareness* haben endlich das Statement gesetzt, das sie setzen wollten, und alle können wieder zufrieden ihrer Wege gehen.“

Endorphine durchfluteten mich und Stephanies besorgtes Gesicht erschien vor meinem inneren Auge. Sie hatte mich warnen wollen, hatte nicht gewollt, dass ich öffentlich der Lächerlichkeit preisgegeben würde, hatte sich um meine

Gefühle gesorgt ... – es war kein Wunder, dass ich mich ausgerechnet in sie verliebt hatte!

„Ich verstehne nicht, was hieran so lustig sein soll“, keifte der Rechtsanwalt vor mir, während wir eine schnelle, lässige Pirouette drehten und weiterhin mit den Hüften wippten. „Ich verpasse einen wichtigen Termin! Und habe oben-drein einen Ruf zu verlieren!“

In der Zuschauermenge, die beständig größer wurde, hatten mittlerweile wohl ebenfalls einige kapiert, was das alles sollte. Es hagelte Unmengen schadenfroher Kommentare.

„Tanzt, tanzt, für jede Million auf eurem Konto noch eine Runde“, skandierten einige halbstarke Affen.

„Das kommt davon, wenn man den Hals nicht voll genug kriegen kann!“

„Dieses Mal trifft es wenigstens die Richtigen ...“

„Ach, für künstliche Nervenfasern würde ich auch ein paar Minütchen das Tanzbein schwingen!“

Die letzte Bemerkung war etwas leiser ausgefallen als die vorherigen, aber ich konnte in den Gesichtern der Menge erkennen, dass viele dem Gesagten widerwillig zustimmten.

*And we're stayin' alive, stayin' alive...*

Ich grinste, freute mich über die Privilegien, die mir zuteil geworden waren, freute mich darauf, sofort nach Beendigung des Songs Stephanie zu suchen und ausgiebig mit ihr zu reden. Über uns.

*A-ha-ha-ha, stayin' alive, stayin' alive.*

Aus voller Kehle grölte ich den simplen Refrain mit. Zu spät wurde mir bewusst, was ich da eigentlich sang. Dass das Statement, das *D!G!tal Awareness* setzen wollte, ein wenig anders ausfiel als von mir gedacht.

Jemand schrie entsetzt auf, als sich neun Paar Hände urplötzlich zu Fäusten ballten. Eine Bewegung, die nicht im Mindesten zur bisherigen ausgelassenen Choreografie passte. Vermutlich war ich es, der schrie, der sich noch zu widersetzen versuchte, als das Unausweichliche schon längst feststand, als der Befehl an meine Muskeln längst in irgendeine Tastatur getippt worden war.

Meine Faust schoss auf mich zu und krachte mir mitten ins Gesicht. Für den Moment war ich zu benommen, um Schmerzen zu empfinden, aber ich spürte das Blut, das mir aus der Nase rann.

„Es tut mir leid, Tommy!“, flüsterte Stephanies imaginäre Stimme in meinem Kopf. „Es tut mir so wahnsinnig leid ...“

Bunte Sterne blitzten vor meinen Augen auf und ich schmeckte das Salz von Tränen. Dann hob ich erneut die Faust. Wieder und wieder – bis es dunkel wurde.

(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)).

# Werden Sie PC-Techniker!

Aus- und Weiterbildung zum Service-Techniker für PCs, Drucker und andere Peripherie. Ein Beruf mit Zukunft. Kostengünstiges und praxisgerechtes Studium ohne Vorkenntnisse. Bei Vorkenntnissen Abkürzung möglich. Beginn jederzeit.

**NEU:** SPS-Programmierer, Roboter-Techniker, Linux-Administrator LPI, Netzwerk-Techniker, Fachkraft IT-Security SSCP/CISSP

Teststudium ohne Risiko.  
GRATIS-Infomappe gleich anfordern!

**FERN SCHULE WEBER** - seit 1959 - Abt. 114  
Neerstedter Str. 8 - 26197 Großenkneten  
Telefon 0 44 87 / 263 - Telefax 0 44 87 / 264

[www.fernenschule-weber.de](http://www.fernenschule-weber.de)



**c't** magazin für computer technik

NACH UNS DIE  
**SYN-FLOOD**



MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE INFORMATIONSTECHNIK

## Burp Suite ist die erste Wahl von Sicherheitsexperten weltweit

- Anwendungen Sicherheit testen
- Eindringen testen
- Kopfgeldjagd auf Wanzen
- DevSecOps – kritische Wanzen fangen
- Automatischer Scan kann passend eingerichtet werden spart viel Zeit
- Compliance: Verlässliche Compliance in der Überprüfung

**Preis:**

**Burp Suite**  
pro Benutzer, 1 Jahr Subskription

**447,- EUR**



Burp ist überraschend sicher und schnell zugleich

## Burp Suite Enterprise Edition Scan der Web-Sicherheitslücken gelingt in großem Maßstab

- Die Enterprise Suite ist sehr einfach mit den Webseiten zu verknüpfen, Berichte gelingen im Handumdrehen.
- Als Sicherheitsexperte sind Sie der Türwächter der Cyber-Standfestigkeit Ihrer Organisation.
- Das Scanning Modell der Agenten der Burp Suite Enterprise Edition umschließt das vollständige Portfolio der Sicherheitsmaßnahmen.
- Leichte Überwachung, Messung und Sicherheit.

**Preis:**

**Burp Suite Enterprise Edition**  
6.150,- EUR  
5 parallele Agents (Webseiten), 1 Jahr Subskription

Enterprise Edition mit mehr Agents auf Anfrage.

Weitere Informationen in englisch:  
<https://portswigger.net/burp>

**SienerSoft**

SienerSoft GmbH  
Schoßbergstraße 11  
65201 Wiesbaden  
Telefon 0611-8907760-20  
[www.sienersoft.de](http://www.sienersoft.de)

Angebote anfordern bei → [order@sienersoft.de](mailto:order@sienersoft.de)



# TECHNIKUNTERRICHT MACHT ENDLICH SPÄß!



Spannende  
Unterrichts-  
materialien  
**GRATIS**

## Make: Education

Mit **Make Education** erhalten Sie jeden Monat kostenlose Bauberichte und Schritt-für-Schritt-Anleitungen für einen praxisorientierten Unterricht:



Für alle weiterführenden  
Schulen



Digital zum Downloaden



Fächerübergreifend



Monatlicher Newsletter

Jetzt kostenlos downloaden: [make-magazin.de/education](http://make-magazin.de/education)

**schlütersche**

Schlütersche Fachmedien GmbH  
Ein Unternehmen der Schlüterschen Mediengruppe

**Wir suchen**  
**Senior Webentwickler (m/w/d)**  
für Hannover in Teil- oder Vollzeit



Du hast Spaß an der **Entwicklung komplexer Web-Auftritte** und kennst Dich mit **Drupal** aus? Du interessierst Dich für die **digitalen Medien** und bist auf der Suche nach einer neuen beruflichen Herausforderung im **Raum Hannover**? - Dann werde Teil des Teams unserer Abteilung Media Operations und bewirb Dich bei uns zum nächstmöglichen Termin als **Senior Webentwickler (m/w/d) in Teil- oder Vollzeit**.

**Zu Deinen Hauptaufgaben bei uns gehören:**

- Konzeption und Umsetzung von Projekten im Bereich Online- und Mobile Publishing / Crossmedia
- Programmieren und Weiterentwickeln von Webanwendungen und -portalen
- Zusammenarbeit mit Entwicklern und Produktmanagern bei der Erstellung von Bedienkonzepten, Benutzeroberflächen und Anwendungen
- Quellcodeoptimierung zur einwandfreien Darstellung auf allen gängigen Devices und Browsern

**Dein Profil:**

- Abgeschlossenes Studium im Bereich Medieninformatik oder Informatik (oder vergleichbare Qualifikation) mit mehrjähriger Berufserfahrung
- Sicherer Umgang mit aktuellen Webtechnologien (HTML5, CSS3, jQuery, Symphony Git, etc.)
- Sehr gute Kenntnisse in der Entwicklung mit PHP und JavaScript
- Erfahrung im Umgang mit Drupal 7/8 wünschenswert
- Verhandlungssichere Deutsch-Kenntnisse

**Dafür bieten wir Dir:**

- Eigenverantwortliches Arbeiten und interessante Projekte
- Ein motiviertes Team, das sich auf Deine Unterstützung freut
- Eine dem Verantwortungsspektrum entsprechende Vergütung
- Eine unbefristete Einstellung, flexible Arbeitszeitmodelle sowie die Möglichkeit, mobil zu arbeiten
- Ein tolles Betriebrestaurant mit leckerem Bio-Essen
- Zuschüsse zu vermögenswirksamen Leistungen, der betrieblichen Altersvorsorge und dem JobTicket des öffentlichen Nahverkehrs
- Einen zentral gelegenen Firmenstandort sowie kostenlose Parkplätze für Fahrrad oder Auto

Die **Schlütersche Mediengruppe** unterstützt ihre Kunden bei der Unternehmensführung. Sie versorgt sie mit wichtigen **Brancheninformationen** für ihr Geschäft und bieten ihnen mit zielgerichteten **Marketing-Services** attraktive Werbemöglichkeiten. Nähere Informationen dazu findest Du unter [schluetersche.de](http://schluetersche.de).

Die **Schlütersche Fachmedien GmbH** verlegt zahlreiche Fachzeitschriften und -zeitungen, Online-Medien und Bücher. Auch führende Branchenveranstaltungen wie Messen, Kongresse und Weiterbildungsangebote gehören zum Portfolio.

Möchtest Du Teil unseres Teams werden? Dann freuen wir uns über Deine Bewerbung (Lebenslauf, Zeugniskopien) bis zum 15. August 2021 per E-Mail an [bewerbung@schluetersche.de](mailto:bewerbung@schluetersche.de)!

Bei Fragen erreichst Du uns auch unter 0511 8550-5412.

Schlütersche Fachmedien GmbH  
Schlütersche Akademie  
Sandra Becker  
Kennziffer SFM 10

Adresse:  
Hans-Böckler-Allee 7, 30173 Hannover  
[schluetersche.de](http://schluetersche.de)

**Heise Medien**

## News-Redakteur (m/w/d) Sicherheit & Betriebssysteme



Für heise online, das Leitmedium für deutschsprachige Hightech-Nachrichten, suchen wir einen kommunikativen und organisierten News-Redakteur (m/w/d) in Vollzeit für 36 Std. pro Woche in Hannover. Du findest neue Technik spannend und willst neue Entwicklungen aus erster Hand mitbekommen? Dann bist Du bei uns richtig!

**Deine Aufgaben**

- Mit Deinen Nachrichten aus den Bereichen IT-Security, Windows und Linux bringst Du unsere Leser täglich auf den neuesten Stand.
- Deine Kreativität überzeugt und Du bietest damit unseren Lesern immer neue und spannende Themen.
- Du erkennst wichtige Nachrichten und setzt sie schnell in Beiträge für heise online um.
- Als Schnittstelle zum Ressort Systeme & Sicherheit unseres Computermagazins c't schreibst Du nicht nur über aktuelle Entwicklungen, sondern gehörst zu den Ersten, die neue Betriebssysteme in die Hände bekommen oder von kritischen Sicherheitslücken erfahren.

**Deine Talente**

- Ein (technischer) Hochschulabschluss ist wünschenswert, aber kein Muss.
- Durch Dein ausgeprägtes Interesse an IT und Technik (speziell alles rund um IT-Sicherheit, Betriebssysteme und Netzwerke) verfügst Du über einen guten Überblick in diesen Bereichen und hast Verständnis für technische Zusammenhänge.
- Du bist textsicher, kennst Dich mit Windows sowie Linux aus und hast einschlägige Erfahrung im Security-Umfeld.
- Gute Englischkenntnisse bringst Du außerdem mit.

**Deine Benefits**

- Flache Hierarchien und eine familiäre Arbeitsatmosphäre zeichnen das Arbeiten bei uns aus.
- Du erhältst einen kostenlosen Zugang zu unseren Heise-Produkten inklusive der heise Academy.
- Du wirst Teil unseres engagierten und qualifizierten Teams – die Entwicklung jedes Einzelnen ist uns dabei sehr wichtig.
- Profitiere von flexiblen Arbeitszeiten, der Möglichkeit, mobil zu arbeiten, tollen Mitarbeiter-Events, einer Kantine, einem Mitarbeiter-Fitnessprogramm und vielem mehr.

Bitte bewirb Dich online:  
[karriere.heise-gruppe.de](http://karriere.heise-gruppe.de)

Bei uns ist jede Person, unabhängig des Geschlechts, der Nationalität oder der ethnischen Herkunft, der Religion oder der Weltanschauung, einer Behinderung, des Alters sowie der sexuellen Identität willkommen.

**Wir freuen uns auf Deine Bewerbung!**

**Dein Ansprechpartner**  
Dr. Volker Zota, Chefredakteur heise online  
Tel.: 0511 5352 608



**News-Redakteur (m/w/d) Internet / Anwendungen in Teilzeit, befristet als Elternzeitvertretung**

Für heise online, dem Leitmedium für deutschsprachige Hightech-Nachrichten, suchen wir einen kommunikativen und organisierten News-Redakteur (m/w/d) als Elternzeitvertretung und in Teilzeit für 32 Std. pro Woche in Hannover.

**Deine Aufgaben**

- Mit Deinen Nachrichten aus den Bereichen Internet und Anwendungen bringst Du unsere Leser täglich auf den neuesten Stand.
- Du bist die Schnittstelle zum Ressort Internet / Anwendungen unseres Computermagazins c't und schreibst nicht nur über aktuelle Entwicklungen, sondern gehörst zu den Ersten, die neu-este Webdienste und Anwendungen zu Gesicht bekommen.

**Deine Talente**

- Durch Dein ausgeprägtes Interesse an IT und Technik, speziell alles rund um Internet-Themen und Anwendungssoftware, verfügst Du über einen guten Überblick in diesen Bereichen und hast Verständnis für technische Zusammenhänge.

**Dein Ansprechpartner**

Dr. Volker Zota, Chefredakteur  
heise online  
Tel.: 0511 5352-608

Bitte bewirb dich online: [karriere.heise-gruppe.de](mailto:kARRIERE.heise-gruppe.de)

Bei uns ist jede Person, unabhängig des Geschlechts, der Nationalität oder der ethnischen Herkunft, der Religion oder der Weltanschauung, einer Behinderung, des Alters sowie der sexuellen Identität willkommen.

**Wir freuen uns auf Deine Bewerbung!**

- Du bist textsicher und hast Berufserfahrung bei der News-Berichterstattung über Web-Anwendungen-/Standards (HTML & Co.), Browser, Social Media oder gängige Anwendungssoftware (Text-, Bildverarbeitung etc.).
- Gute Englischkenntnisse bringst Du außerdem mit.

**Wir bieten dir**

- Die Mitarbeit beim renommierten IT-Medium heise online in einem qualifizierten und engagierten Team.
- Regelmäßige Weiterbildungsmöglichkeiten.
- Viele Benefits, wie eine tarifliche Bezahlung, flexible Arbeitszeiten, eine Kantine, ein Mitarbeiter-Fitnessprogramm und vieles mehr.



Wir sind Recruiting.  
**epunkt**



## CV-Check für Software Engineers

Wir verraten dir, wie du dich für die Top Unternehmen interessant machst, welche Infos du unbedingt im CV unterbringen solltest und wie du ihn am besten strukturierst.

Sichere dir jetzt deinen kostenlosen Termin und vermeide häufige Fehler im CV.

→ [epunkt.com/check-my-cv](http://epunkt.com/check-my-cv)

# Inserenten\*

1&1 Telecom GmbH, Montabaur	196	<b>Stellenanzeigen</b>	
1blu AG, Berlin	31	epunkt GmbH, A-Linz	191
bluechip Computer AG, Meuselwitz	9	Heise Gruppe GmbH & Co. KG, Hannover	190, 191
Cisco Systems GmbH, Garching b. München	2	Schlütersche Fachmedien GmbH, Hannover	190
Dell Technologies/Dell GmbH, Frankfurt	7		
dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg	65		
EXTRA Computer GmbH, Giengen-Sachsenhausen	51	<b>Veranstaltungen</b>	
Fernschule Weber, Großenkneten	187	Cluster Security	10
GRAVIS Computervertriebsges. mbH, Berlin	49	data2day	79
KabelScheune.de, Burgbernheim	45	heise Academy Videokurse	87, 89
M-net Telekommunikations GmbH, München	39	Internet Security Days	93
Mittwald CM Service GmbH & Co. KG, Espelkamp	37	betterCode WebAssembly	111
Pyramid Computer GmbH, Freiburg	67	enterJS	175
reventix GmbH, Berlin	35	Antivirus Serie	179
SienerSoft AG, Wiesbaden	187	iX Workshops	192
Thomas Krenn AG, Freyung	27		
WIBU-SYSTEMS AG, Karlsruhe	43	Ein Teil dieser Ausgabe enthält Beilagen von EXTRA Computer GmbH, Giengen-Sachsenhausen und HelloFresh Deutschland SE & Co. KG, Berlin.	
		* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich. Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.	



## WORKSHOPS 2021



**10. - 11. August 2021**  
**Terraform – Infrastructure as Code:** Grundlagen, Installation und Nutzung



**10. - 12. August 2021**  
**Software-defined Storage mit Ceph:** Installation, Administration, Monitoring



**31. Aug. - 01. Sept. 2021**  
**DevSecOps:** Automatisierte Sicherheitstest für die Web-App-Entwicklung

Weitere Infos unter [www.heise-events.de/workshops](http://www.heise-events.de/workshops)



# Impressum

## Redaktion

Heise Medien GmbH & Co. KG, Redaktion c't  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-300  
Telefax: 05 11/53 52-417  
Internet: www.ct.de, E-Mail: ct@ct.de

**Titelthemenkoordination in dieser Ausgabe:** „Windows 11“: Jan Schüßler (*jss@ct.de*), „Post-Quantum-Kryptografie“: Sylvester Tremmel (*syt@ct.de*)

**Chefredakteur:** Dr. Jürgen Rink (*jr@ct.de*) (verantwortlich für den Textteil)

**Stellv. Chefredakteur:** Axel Kossel (*ad@ct.de*)

**Chef vom Dienst:** Georg Schnurer (*gs@ct.de*)

**Leser & Qualität**

Leitung: Achim Barczok (*acb@ct.de*)

**Textredaktion & Qualitätssicherung:** Oliver Lau (*ola@ct.de*)

**Koordination Leserkommunikation:** Martin Triadan (*mat@ct.de*)

**Ressort Internet, Datenschutz & Anwendungen**

**Leitende Redakteure:** Hartmut Gieselmann (*hag@ct.de*), Jo Bager (*jo@ct.de*)

**Redaktion:** Holger Bleich (*hob@ct.de*), Anne Brantek (*abr@ct.de*), Arne Grävemeyer (*agr@ct.de*), Markus Montz (*mon@ct.de*), Peter Schmitz (*pzs@ct.de*), Kim Sartorius (*kim@ct.de*), Dr. Hans-Peter Schüler (*hps@ct.de*), Sylvester Tremmel (*syt@ct.de*), Andrea Trinkwalder (*atr@ct.de*), Dorothee Wiegand (*dwi@ct.de*), Stefan Wischner (*swi@ct.de*)

**Ressort Systeme & Sicherheit**

**Leitende Redakteure:** Peter Siering (*ps@ct.de*), Jan Mahn (*jam@ct.de*)

**Redaktion:** Niklas Dierking (*ndi@ct.de*), Mirko Dölle (*mid@ct.de*),

Wilhelm Drehling (*wid@ct.de*), Liane M. Dubowy (*lmd@ct.de*), Ronald Eikenberg (*rei@ct.de*), Alexander Königstein (*ako@ct.de*), Pina Merkert (*pmk@ct.de*), Dennis Schirrmacher (*des@ct.de*), Hajo Schulz (*hos@ct.de*), Jan Schüßler (*jss@ct.de*), Ingo T. Storm (*it@ct.de*), Keywan Tonekaboni (*ktn@ct.de*), Axel Vahldiek (*axv@ct.de*)

**Ressort Hardware**

**Leitende Redakteure:** Christof Windeck (*civ@ct.de*), Ulrike Kuhlmann (*uk@ct.de*), Dušan Živadinović (*dz@ct.de*)

**Redaktion:** Ernst Ahlers (*ea@ct.de*), Tim Gerber (*tig@ct.de*), Christian Hirsch (*chh@ct.de*), Benjamin Kraft (*bkr@ct.de*), Lutz Labs (*ll@ct.de*), Andrijan Möcker (*amo@ct.de*), Florian Müsing (*muc@ct.de*), Rudolf Opitz (*rop@ct.de*), Carsten Spille (*csp@ct.de*)

**Ressort Mobiles, Entertainment & Gadgets**

**Leitende Redakteure:** Jörg Wirtgen (*jow@ct.de*), Jan-Keno Janssen (*jkj@ct.de*)

**Redaktion:** Robin Brand (*rbr@ct.de*), Sven Hansen (*sha@ct.de*), Steffen Herget (*sh@ct.de*), Ulrich Hilgefot (*uh@ct.de*), Nico Jurran (*nij@ct.de*), André Kramer (*akr@ct.de*), Michael Link (*mil@ct.de*), Urs Mansmann (*uma@ct.de*), Stefan Porteck (*spo@ct.de*), Christian Wölbert (*cwo@ct.de*)

**c't online:** Ulrike Kuhlmann (*ltg, uk@ct.de*)

**Koordination News-Teil:** Hartmut Gieselmann (*hag@ct.de*), Christian Wölbert (*cwo@ct.de*)

**Koordination Heftproduktion:** Martin Triadan (*mat@ct.de*)

**Redaktionsassistent:** Susanne Cölle (*suc@ct.de*), Christopher Tränkmann (*cht@ct.de*)

**Software-Entwicklung:** Kai Wasserbäch (*kaw@ct.de*)

**Technische Assistenz:** Ralf Schneider (*ltg, rs@ct.de*), Hans-Jürgen Berndt (*hjb@ct.de*), Denis Fröhlich (*df@ct.de*), Christoph Hoppe (*cho@ct.de*), Stefan Labusga (*sla@ct.de*), Arne Mertins (*ame@ct.de*), Jens Nohl (*jno@ct.de*), Wolfram Tege (*te@ct.de*)

**Dokumentation:** Thomas Masur (*tm@ct.de*)

**Verlagsbüro München:** Hans-Pinsel-Str. 10b, 85540 Haar, Tel.: 0 89/42 71 86-0, Fax: 0 89/42 71 86-10

**Ständige Mitarbeiter:** Leo Becker (*lbe@ct.de*), Detlef Borchers, Herbert Braun (*heb@ct.de*), Tobias Engler, Monika Ermert, Stefan Kreml, Ben Schwan (*bsc@ct.de*), Christiane Schulzki-Haddouti

**DTP-Produktion:** Nicole Judith Hoehne (*Ltg.*), Jürgen Gonnermann, Birgit Graff, Angela Hilberg, Martin Kreft, Jessica Nachtigall, Astrid Seifert, Dieter Wahner, Ulrike Weis

**Art Direction:** Nicole Judith Hoehne (Leitung & Weiterentwicklung)

**Junior Art Director:** Martina Bruns

**Fotografie:** Andreas Wodrich, Melissa Ramson

**Videoproduktion:** Johannes Börnsen

**Digitale Produktion:** Melanie Becker, Anna Hager, 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, Andreas Martini, Wettin, Henning Rathjen, Oberursel

**Titelseite oben rechts:** bht2000 / stock.adobe.com

**Editorial:** Hans-Jürgen „Mash“ Marhenke, Hannover, **Schlagseite:** Ritsch & Renn, Wien, c't-Logo: Gerold Kalter, Rheine

**c't-Krypto-Kampagne:** Infos zur Krypto-Kampagne unter <https://ct.de/pgp>. Die Authentizität unserer Zertifizierungsschlüssel lässt sich mit den nachstehenden Fingerprints überprüfen:

Key-ID: 5C1C1DC5BEEDD33A

ct magazine CERTIFICATE <[pgpCA@heise.de](mailto:pgpCA@heise.de)>

D337 FC06 7EB9 09EA D1FC 8065 5C1C 1DC5 BEED D33A

Key-ID: 2BAE3CF6DAFFB000

ct magazine CERTIFICATE <[pgpCA@ct.heise.de](mailto:pgpCA@ct.heise.de)>

A3B5 24C2 01A0 D0F2 355E 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF B000

Key-ID: DBD245FCB3B2A12C

ct magazine CERTIFICATE <[pgpCA@ct.heise.de](mailto:pgpCA@ct.heise.de)>

19ED 6E14 58EB A451 C5E8 0871 DBD2 45FC B3B2 A12C

**heise Investigativ:** Über diesen sicheren Briefkasten können Sie uns anonym informieren.

Anonymer Briefkasten: <https://heise.de/investigativ>

via Tor: [sq4lecqyx4izcpkp.onion](http://sq4lecqyx4izcpkp.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, Dr. Alfons Schräder

**Mitglieder der Geschäftsleitung:** Beate Gerold, Jörg Mühlé

**Verlagsleiter:** Dr. Alfons Schräder

**Anzeigenleitung:** Michael Hanke (-167)  
(verantwortlich für den Anzeigenteil),  
[www.heise.de/mediadaten/ct](http://www.heise.de/mediadaten/ct)

**Anzeigenpreise:** Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 38 vom 1. Januar 2021.

**Anzeigen-Auslandsvertretung (Asien):** Media Gate Group Co., Ltd., 7F, No. 182, Section 4, Chengde Road, Shilin District, 11167 Taipei City, Taiwan,  
[www.mediagate.com.tw](http://www.mediagate.com.tw)  
Tel: +886-2-2882-5577, Fax: +886-2-2882-6000,  
E-Mail: [mei@mediagate.com.tw](mailto:mei@mediagate.com.tw)

**Leiter Vertrieb und Marketing:** André Lux (-299)

**Werbeleitung:** Julia Conrades (-156)

**Service Sonderdrucke:** Julia Conrades (-156)

**Druck:** Firmengruppe APPL, appl druck, Senefelderstr. 3-11, 86650 Wemding

**Kundenkonto in der Schweiz:** PostFinance, Bern, Kto.-Nr. 60-486910-4,  
BIC: POFICHBX, IBAN: CH73 0900 0000 6048 6910 4

**Vertrieb Einzelverkauf:**

VU Verlagsunion KG  
Meßberg 1  
20086 Hamburg  
Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 145 1800  
E-Mail: [info@verlagsunion.de](mailto:info@verlagsunion.de)

**c't erscheint 14-täglich**

Einzelpreis 5,50 €; Österreich 6,10 €; Schweiz 8.10 CHF; Dänemark 60,00 DKK;  
Belgien, Luxemburg, Niederlande 6,50 €; Italien, Spanien 6,90 €

**Abonnement-Preise:** Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten: Inland 130,95 €, Österreich 140,40 €, Europa 149,85 €, restl. Ausland 176,85 € (Schweiz 186,30 CHF); ermäßiges Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende (nur gegen Vorlage einer entsprechenden Bescheinigung): Inland 94,50 €, Österreich 95,85 €, Europa 113,40 €, restl. Ausland 140,40 € (Schweiz 140,40 CHF). c't-Plus-Abonnements (inkl. Zugriff auf das c't-Artikel-Archiv sowie die App für Android und iOS) kosten pro Jahr 18,90 € (Schweiz 22,95 CHF) Aufpreis. Ermäßiges Abonnement für Mitglieder von AUGE, BvDW e.V., /ch/open, GI, GUUG, ISACA Germany Chapter e.V., JUG Switzerland, VBIO, VDE und VDI (gegen Mitgliedsausweis): Inland 98,55 €, Österreich 98,55 €, Europa 117,45 €, restl. Ausland 144,45 € (Schweiz 132,30 CHF). Luftpost auf Anfrage.

**Leserservice:**

Bestellungen, Adressänderungen, Lieferprobleme usw.

Heise Medien GmbH & Co. KG

Leserservice

Postfach 24 69

49014 Osnabrück

E-Mail: [leserservice@ct.de](mailto:leserservice@ct.de)

Telefon: 05 41/8 00 09-120

Fax: 05 41/8 00 09-122

**c't abonnieren:** Online-Bestellung via Internet ([www.ct.de/abo](http://www.ct.de/abo)) oder E-Mail ([leserservice@ct.de](mailto:leserservice@ct.de)).

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Kein Teil dieser Publikation darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Die Nutzung der Programme, Schaltpläne und gedruckten Schaltungen ist nur zum Zweck der Fortbildung und zum persönlichen Gebrauch des Lesers gestattet.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Haftung übernommen werden. Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung. Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsberecht des Verlages über. Sämtliche Veröffentlichungen in c't erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes.

Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Hergestellt und produziert mit Xpublisher: [www.xpublisher.com](http://www.xpublisher.com)

Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt auf chlorfreiem Papier.

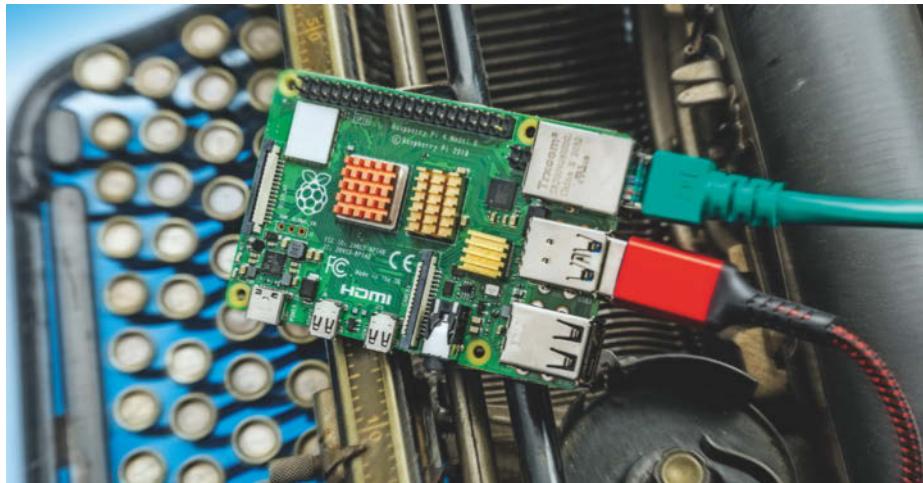
© Copyright 2021 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA



# Vorschau 17/2021

Ab 31. Juli im Handel und auf ct.de



## Upcycling mit dem Raspi

Manches teuer bezahltes Gerät ist nach zehn Jahren weit entfernt von der Verschleißgrenze. Der weitere Einsatz krankt dann oft an fehlenden Treibern oder eklatanten Sicherheitsproblemen. Ein Raspi mit seinen Protokoll- und Treiber-talenten kann solchen Geräten neues Leben einhauchen.



## Homeoffice unterwegs

Immer mehr Firmen erlauben mobiles Arbeiten – das Homeoffice darf sich also auch im Co-Working-Space, Wohnmobil oder in einer Ferienwohnung befinden. Auch an wechselnden Orten lässt sich produktiv und ergonomisch arbeiten, zum Beispiel mit mobilen Monitoren und Routern sowie dem richtigen Datentarif.

## Transkribieren per Software

Ob in der Vorlesung, einem Vortrag oder beim Interview: Häufig möchte man nicht nur Stichworte mitschreiben, sondern jedes gesprochene Wort transkribieren. Webdienste mit künstlicher Intelligenz können diese lästige Fleißarbeit übernehmen. Preise und Qualität unterscheiden sich jedoch deutlich.

## Proof of Stake für Blockchains

Der Proof-of-Work-Mechanismus von Kryptowährungen wie Bitcoin verursacht einen enormen Energieverbrauch und steht deshalb in der Kritik. Alternative Verfahren kommen ohne hohe Rechenleistung aus. Das bekannteste heißt Proof of Stake und soll künftig auch bei der Ethereum-Blockchain Einsatz finden.

## Microtargeting im Wahlkampf

Personalisierte Social-Media-Werbung kann Wahlen durch maßgeschneiderte Falschinformationen und gezielte Demobilisierung beeinflussen. Doch wie gefährlich ist dieses Microtargeting wirklich und worauf müssen sich Bürger im Bundestagswahlkampf einstellen?

Noch mehr  
Heise-Know-how



c't Fotografie 4/2021  
jetzt im Handel und auf  
heise-shop.de



Technology Review 5/2021  
jetzt im Handel und auf  
heise-shop.de



c't Windows 2021  
jetzt im Handel und  
auf heise-shop.de

NEU

# Selbermachen leicht gemacht!

**c't PROJEKTE**  
Basteln • Programmieren • Selbst bauen

Mit vielen Videos zu den Projekten

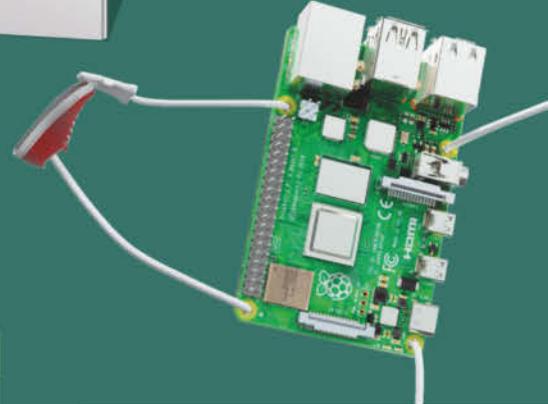
Basteln mit Elektronik und Holz  
Projekte mit Sensor und Mikrocontroller  
Selbstgebaut: Luftreiniger und Aerosol-Ampel

Produzieren mit CNC-Maschinen  
CNC-Fräse selbst gedruckt ab 600 Euro  
So finden Sie die optimalen Fräsparameter

Gärtner mit dem FarmBot  
Gartenroboter bauen und programmieren  
Vollautomatisch säen, wässern und jäten

Konstruieren mit CAD-Software  
Gravision 360: Werkzeugpfade für CNC-Fräsen planen  
3D-Shape: Dinge erfinden und virtuell zusammenbauen

Richtig loslegen mit dem Raspi  
Ihre Ideen umsetzen mit Python und Elektronik  
 Strom, Daten, Netzwerk: Raspi aufbohren und tunen



Heft + PDF  
mit 29 %  
Rabatt

## c't PROJEKTE 2021

Mit den Projekten aus diesem Heft lernen Sie die wichtigsten Komponenten kennen: Raspberry Pi, ESP8266, Arduino Micro und Mega. Außerdem wird Ihnen die richtige Software zum Programmieren, Flashen, Konstruieren und Planen vorgestellt. Verwirklichen Sie Ihre Ideen und starten Ihre eigenen Projekte mit c't Projekte 2021!

[shop.heise.de/ct-projekte21](http://shop.heise.de/ct-projekte21)

Heft + PDF  
für nur

19,90 € >

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

© Copyright by Heise Medien.

heise shop

[shop.heise.de/ct-projekte21](http://shop.heise.de/ct-projekte21)



# 1&1 Sommer-Special

0,- €  
einmalig



GRATIS  
Galaxy  
Buds Live  
UVP 169,-

## 1&1 ALL-NET-FLAT

- ✓ FLAT Telefonie
- ✓ FLAT Internet
- ✓ FLAT EU-Ausland

9,99  
ab €/Monat\*

6 Monate, danach  
29,99 €/Monat.

Inkl. Samsung Galaxy S20 FE

## Samsung Galaxy S20 FE inklusive Kopfhörer Buds Live für 0,- €\*

Entscheiden Sie sich jetzt für das Top-Smartphone **Samsung Galaxy S20 FE** in sechs bunten Farben zusammen mit der 1&1 All-Net-Flat! **Gratis on top: Bluetooth Kopfhörer Buds Live** im Wert von 169,- €. Dazu telefonieren und surfen Sie endlos mit der millionenfach bewährten 1&1 All-Net-Flat ab 9,99 €/Monat.



### Alt gegen Neu

1&1 zahlt Ihnen eine hohe Tauschprämie beim Kauf eines neuen Geräts.\*



### 24 h Austausch-Service

Die clevere Alternative zur Gerätetausch-Versicherung für Smartphones, Tablets, Laptops.\*



### Sofort-Start

Heute bestellt, schon morgen telefonieren und surfen.



### 30 Tage testen

Geräte, Netz, Tarif – Sie können alles einen Monat lang unverbindlich testen.\*



### Priority-Hotline

1&1 ist rund um die Uhr persönlich für Sie da. Kein Sprachcomputer.

1&1

1und1.de

02602 / 96 96



\*Samsung Galaxy S20 FE mit Samsung Galaxy Buds Live für 0,- € einmalig nur in Verbindung mit einem 1&1 Tarif, z.B. 1&1 All-Net-Flat S (3 GB Highspeed-Volumen pro Monat, danach unbegrenzt mit 64 kBit/s weitersurfen) für 9,99 €/Monat die ersten 6 Monate, danach 29,99 €/Monat; Bereitstellungspreis 39,90 €. 24 Monate Vertragslaufzeit. Sonderkündigung im ersten Monat (30 Tage testen). 24 h Austausch-Service nur bei gleichzeitiger Vertragsverlängerung (24 Monate) sowie Rückgabe des defekten Geräts. Alt gegen Neu Prämie ist abhängig vom eingesendeten Gerät. Es gelten die jew. Servicebedingungen. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Preise inkl. MwSt. Standardversand kostenlos. 1&1 Telecom GmbH, 56403 Montabaur.