

**Steam Deck**  
Spielkonsole &  
Linux-PC

# Die beste Passwort-Strategie

Sicherheit durch Passwort-Manager und zweiten Faktor  
Test und Praxis: Die optimalen Tools, Sticks und Apps

## TEST

Heiße Handys mit Snapdragon 8 Gen 1  
Dells OLED-Monitor für Spieler  
Apple iPad Air mit M1-Chip  
Apps für die Büchersammlung  
Heizkörperthermostat Fritz!DECT 302

## Gebrauchte Notebooks

Vergleichstest: Alt gegen neu

## FOKUS

Volle Kostenkontrolle: Prepaid-Tarife  
Python-Praxis: Einkaufsdaten analysieren  
Bauvorschlag: Allround-PC mit Core i-12000  
Projekte mit Apples Kurzbefehlen bauen  
c't deckt auf: Datenskandal in Österreich



€ 5,90

AT € 6,50 | LUX, BEL € 6,90

NL € 7,20 | IT, ES € 7,40

CHF 9.90 | DKK 64,00

# Mit GPT-3 Text und Code erzeugen

Was das riesige neuronale Netz kann • Mit der Sprach-KI loslegen







# MACHT'S EINFACH!

WLAN so viel Du willst



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





## Passwortlosigkeit: Erwachsen werden

Was ist die IT-Industrie doch erwachsen geworden! Nur wenig erinnert noch an die Zeiten, als die erste Generation von Technikpionieren den frischen Sandkasten namens Internet für sich entdeckte – ganz unbeschwert und ohne Bammel vor bösen Jungs und fiesen Angriffen. Heute tragen die Pioniere von damals Maßanzug, sind CEOs, CTOs oder zumindest Senior Cloud Technology Evangelists. Den Sandkasten von damals gibts nicht mehr, da steht heute ein Rechenzentrumsmonster, eingezäunt und gut gesichert.

Nur in einem Punkt haben wir alle uns eine kindliche Naivität bewahrt: Wenn es darum geht, wie wir uns im Internet anmelden, vertrauen wir am liebsten auf ein Konzept aus Sandkastenzeiten: "Ich flüster dir jetzt ein Geheimnis, das darfst du aber niemandem erzählen. Nur wenn ich das morgen aufsaugt, darfst du die Tür aufmachen." Kennwörter sind populär bei Nutzern und bei Entwicklern, denn beide sind überzeugt, dass das Konzept einfach, beherrschbar und sicher ist, wenn man sich nur Mühe gibt – und so kämpfen die Nutzer mit Passwortmanagern gegen das Chaos im Kopf, die Entwickler mit allerlei schwerem Geschütz gegen Brute-Force-Angriffe und Phishing. Zweite Faktoren sind aktuell der beste Weg, um sich trotz Kennwörtern halbwegs sicher durchs Internet zu bewegen. Ab Seite 16 erfahren Sie, wie das allen Widrigkeiten trotzend bestmöglich gelingt.

Aber letzten Endes müssen wir alle uns eingestehen, dass man aus Mettwurst kein Marzipan

macht – und aus geflüsterten gemeinsamen Geheimnissen kein zeitgemäßes Loginverfahren. Doch was sind die Alternativen? Wie immer bei den großen digitalen Fragen unserer Zeit hat auch in diesem Fall die EU-Kommission eine technisch unausgereifte und problematische Idee im Angebot: Was die EUid leisten soll und welche neuen Probleme sie bei der Gelegenheit schafft, lesen Sie ab Seite 144.

Der bisher aussichtsreichste Kandidat, das Kennwort eines Tages abzulösen, ist FIDO2, weil kryptografisch sicher, dezentral und mittlerweile auch erprobt. Weil fast alle Browser und Geräte FIDO2 ganz ohne teure Sticks beherrschen, ist der Weg frei für ein Login ohne Passwort: Handy, Tablet, Notebook und PC sind stets zur Hand und könnten schon heute die Generalschlüssel zu unserer digitalen Identität werden – wenn nur mehr Dienste mitmachen. Bauchgefühl und nostalgische Erinnerungen haben jetzt mal Sendepause: Wer mit den Großen spielen will, braucht Kryptografie. Die Zeit geflüsterter gemeinsamer Geheimnisse ist vorbei.



*Jan Mahn*

Jan Mahn



# TERRA MOBILE 1470T

*Außergewöhnlich.  
Flach.  
Leistungsstark*



## Windows 11 bietet mehr Geräteauswahl für mehr Produktivität

Windows 11 Pro unterstützt die weltweit größte Auswahl an Unternehmensgeräten, sodass Mitarbeitende mit dem für sie richtigen Gerät arbeiten können – für eine angenehmere und produktivere Arbeit. Mit Innovationen in den Bereichen Sprache, Touch und Stift passt sich Windows 11 Pro problemlos unterschiedlichen Arbeitsstilen an. Darüber hinaus bietet es aufgrund

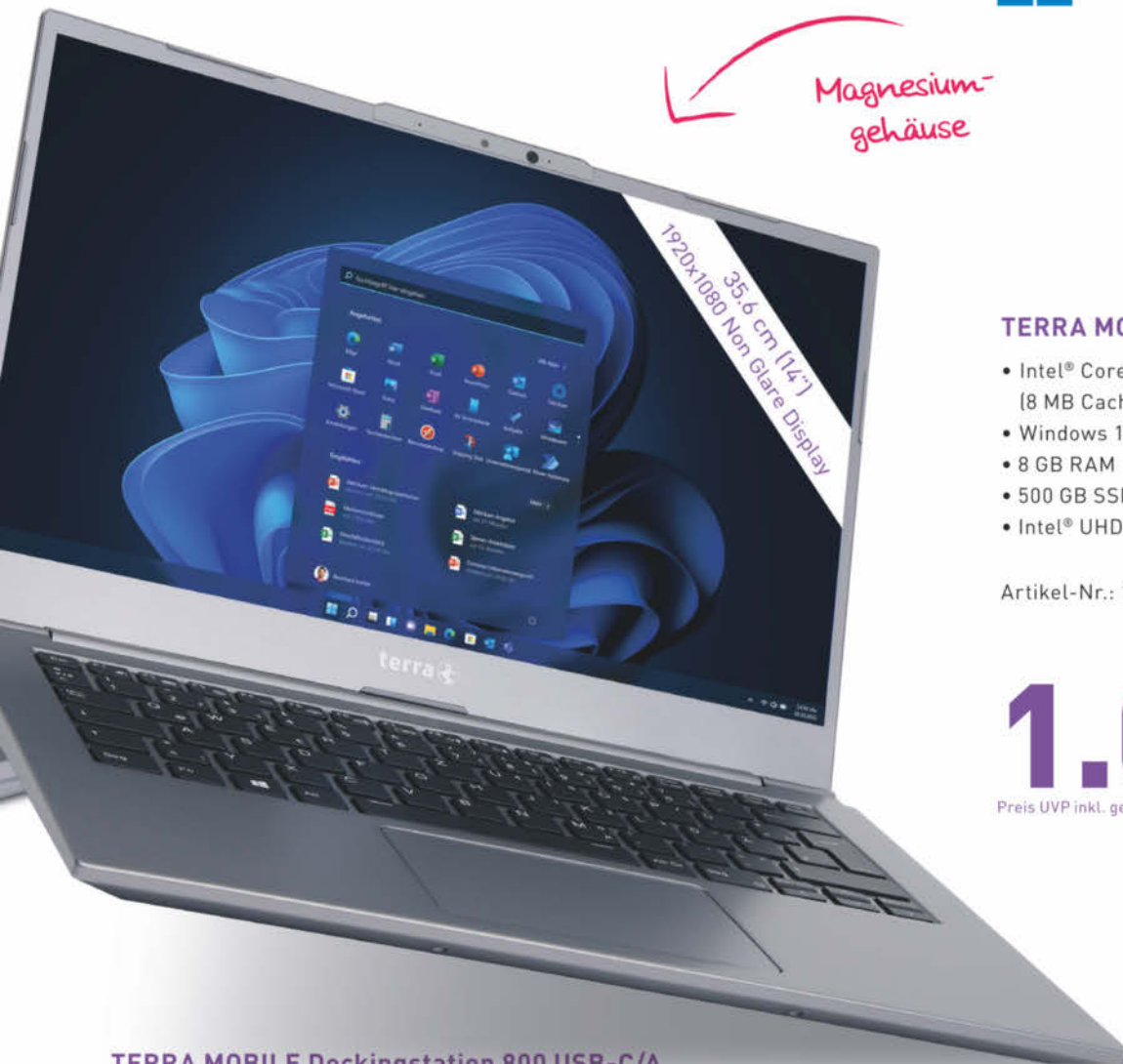
seiner neuen Mindestsystemanforderungen eine bessere Leistung bei allen Gerätekonfigurationen. Und mit der breitesten Palette von OEMs, die Windows 11 Pro unterstützen, und dem breitesten Ökosystem an Siliziumoptionen profitiert Ihr gesamtes Unternehmen von den kontinuierlichen Fortschritten in Hardware und Technologie.

## ERHÄLTlich BEI IHREM TERRA FACHHÄNDLER

IBN Gesellschaft für Systemtechnik mbH, **14478** Potsdam, Tel. 0331/888400 • Capeletti & Perl GmbH, **20097** Hamburg, Tel. 040/23622 0 • Computer-Service-Buchholz GmbH, **21244** Buchholz i.d.N., Tel. 04181/137373 • Caligrafika, **26133** Oldenburg, Tel. 0441/9250095 • T&S Computech GmbH, **30175** Hannover, Tel. 0511/884817 • B.I.T. Datentechnik GmbH, **31675** Bückeburg, Tel. 05722/95040 • Systemhaus Przykopanski, **31848** Bad Münder, Tel. 05042/933160 • MBörso-Computer GmbH, **33100** Paderborn, Tel. 05251/28818-0 • Microtec GmbH, **33649** Bielefeld, 0521/9455274 • bits+bytes Computer GmbH & Co. KG, **35745** Herborn, Tel. 02772/94990 • RODIAC EDV-Systemhaus GmbH, **42551** Velbert, Tel. 02051/989000 • ServeNet Computervertrieb, **42279** Wuppertal, Tel. 0202/266166 • Rose Computer GmbH, **46395** Bocholt, Tel. 02871/244400 • Kortenbreite Datentechnik GmbH, **48161** Münster, Tel. 02533/930802 • Großbecker & Nordt Bürotechnik-Handels-GmbH, **50859** Köln, Tel. 02234/40890 • Franken & Vogel GmbH, **55124** Mainz, Tel. 06131/14406-34 • SURE DataSystems, **57627** Hachenburg, Tel. 02662/95830 • J.S. EDV-Systemberatung GmbH, **63843** Niedernberg, 06028/97450 • Pauly Büromaschinen Vertriebs GmbH, **65555** Limburg, Tel. 06431/500466 • hecom TK + IT Lösungen, **67071** Ludwigshafen, Tel. 0621/6719070 • Lehmann Elektronik, **67346** Speyer, Tel. 06232/28746 • Krieger GmbH & Co KG, **68163** Mannheim, Tel. 0621/833160 • G+S Computer GmbH **68519** Viernheim, Tel. 06204/607921 • KAISYS.IT GmbH, **72793** Pfullingen, Tel. 07121/145330 • Danner It-Systemhaus GmbH, **72760** Reutlingen, Tel. 07121/56780 • MP-Datentechnik GmbH, **73730** Esslingen, 0711/3609163 • Resin GmbH & Co.KG, **79589** Binzen, Tel. 07261/6660 • Office Komplet, **79664** Wehr, Tel. 07762 / 708860 • Schwarz Computer Systeme GmbH, **92318** Neumarkt, Tel. 09181/48550 • K&L electronics GmbH, **95466** Weidenberg, 09278/98610-0 •



WORTMANN AG empfiehlt Windows 11 Pro für Unternehmen.



#### TERRA MOBILE 1470T

- Intel® Core™ i5-1135G7 Prozessor (8 MB Cache, bis zu 4.20 GHz)
- Windows 11 Pro
- 8 GB RAM
- 500 GB SSD
- Intel® UHD Grafik

Artikel-Nr.: 1220727

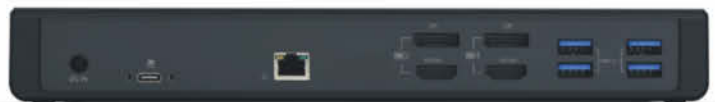
**1.069,-\***

Preis UVP inkl. gesetzl. MwSt.

#### TERRA MOBILE Dockingstation 800 USB-C/A

Anschlüsse: 2x USB 3.2 Type C, 5x USB 3.0 Type A, 2x HDMI, 2x DP [DisplayPort], 1x LAN 10/100/1000 RJ45, 1x Kensington Lock, Audio in & out

Artikel-Nr.: 1480204



**229,-\***

Preis UVP inkl. gesetzl. MwSt.

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

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

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

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



## Titelthemen

### Die beste Passwort-Strategie

- 16 **Passwortchaos?** Das muss nicht sein
- 18 **Extraschloss** TOTP, FIDO2, App, SMS
- 24 **2FA im Einsatz** Dienste und Praxis
- 30 **Kein Frust bei Verlust** Zwei-Faktor-Strategien
- 32 **FAQ** Kennwörter, FIDO2 und TOTP

### Mit GPT-3 Text und Code erzeugen

- 60 **Textgeneratoren** Was sie in der Praxis leisten
- 64 **Sprachmodelle** GPT-3 und die anderen
- 68 **Integration** GPT-3 in der eigenen Anwendung
- 72 **Programmieren** mit KI-Unterstützung

### Gebrauchte Notebooks

- 92 **Vergleichstest** Alt gegen neu

## Aktuell

- 14 **Digitale Märkte** Strenge Regeln, harte Strafen
- 34 **Netzsperrern** gegen russische Medien
- 36 **Ukraine** Apps und Dienste für Geflüchtete
- 37 **Internet** IT-Fördermittel, TikTok-Wortfilter
- 38 **Digitalpolitik** EU-US-Transfers, Smart eID
- 40 **Videostreaming** Netflix für Mitgucker
- 41 **c't-Osterrätsel** lösen und Raspi gewinnen
- 42 **Bit-Rauschen** Nvidia Hopper, Maschinenmangel
- 43 **Hardware** Mini-PCs, Raspi-Laptop
- 44 **Server & Storage** Superchips von Nvidia
- 46 **Netzwerke** Multi-Gigabit-Switch fürs Büro
- 48 **OLED-TVs** bald von allen großen Herstellern
- 50 **Medizin-IT** Konnektoren fällig zum Tausch
- 52 **c't deckt auf: Datenskandal in Österreich**
- 54 **Datenlecks** bei Stromanbietern
- 55 **Forschung** Drohnenerkenner, Roboteraugen
- 55 **Open Source** Linux-Kernel 5.17
- 56 **Web-Tipps** Kunst, Macht, Longreads

## Test & Beratung

- 74 **Smarte Sportuhr** Huawei Watch GT Runner
- 76 **Webcam mit Videolicht** Anker B600
- 78 **High-End-In-Ears** Sennheiser IE 600
- 78 **SSD mit USB 3.2 Gen 2x2** von Teamgroup
- 79 **Heizkörperthermostat Fritz!DECT 302**
- 80 **iPhone SE 2022** mit A15-Chip und 5G
- 82 **Apple iPad Air mit M1-Chip**
- 84 **Smarte Sportbrille** Engo-1
- 85 **In-Ears mit Alexa** Amazon Echobuds
- 86 **Vereins-Know-how** als App
- 87 **Fotoshow und Videoschnitt** AquaSoft Video
- 88 **Gimbal-Kamera** DJI Ronin 4D
- 90 **Grafikpaket** CorelDraw Graphics Suite 2022
- 100 **Volle Kostenkontrolle: Prepaid-Tarife**
- 106 **WLAN-Mesh-Kit** mit Wi-Fi 6E
- 108 **Dells OLED-Monitor für Spieler**
- 110 **Steam Deck: Spielkonsole & Linux-PC**
- 118 **UHD-Mediacenter** Infuse 7 für Apple TV 4K

### 16 Die beste Passwort-Strategie



Schluss mit dem Passwortchaos! Her mit der doppelten Absicherung Ihrer Onlinekonten per zweitem Faktor! Die richtigen Einstellungen und geeignete Hard- und Software zu finden ist gar nicht so schwer.



- 120 **4K/HDR-Video** Player für den Mac
- 124 **Heiße Handys mit Snapdragon 8 Gen 1**
- 128 **Apps für die Büchersammlung**
- 181 **Bücher** Creating Q\*bert, Microsoft Word

## Wissen

- 134 **Zahlen, Daten, Fakten** Digitalpakt Schule
- 136 **Digitalisierung** Vorreiter Dänemark
- 140 **Datenschutz** am Arbeitsplatz
- 142 **Onlinetracking** per ID-Provider
- 144 **Digitale Identität** Umstrittene EUid
- 146 **Webentwicklung** mit Kotlin und Spring
- 174 **Digitale Ermittlungen** Rechtliche Probleme

## Praxis

- 154 **Bauvorschlag: Allround-PC mit Core i-12000**
- 160 **Python-Praxis: Einkaufsdaten analysieren**
- 166 **Zip-Dateien knacken** mit bkrack
- 168 **Projekte mit Apples Kurzbefehlen bauen**

## Immer in c't

- 3 **Standpunkt** Passwortlos erwachsen werden
- 8 **Leserforum**
- 13 **Schlagseite**
- 58 **Vorsicht, Kunde** Immer gut verpacken!
- 178 **Tipps & Tricks**
- 182 **Story** Unfollower
- 191 **Stellenmarkt**
- 192 **Inserentenverzeichnis**
- 193 **Impressum**
- 194 **Vorschau 10/2022**

## 60 Mit GPT-3 Text und Code erzeugen



Sprach-KIs wie GPT-3 lesen, schreiben und übersetzen. Wir zeigen, wo die Sprachmodelle bereits drinstecken, was sie können, wie sie arbeiten und wie man GPT-3 in eigene Programmierprojekte einbindet.

## Papierqualität

Für die gedruckte Auflage dieser Ausgabe musste aufgrund eines Streiks ein anderes Papier verwendet werden. Dieses Papier ist etwas dicker als das gewohnte und hat einen höheren Recycling-Anteil. In c't 6/2022 auf Seite 54 (ct.de/papier) lesen Sie mehr über die Hintergründe und Auswirkungen des Streiks.



160 **Datenanalyse** mit Python und Pandas



146 **Webentwicklung** mit Kotlin und Spring



## Fake-Shops erkennen

Onlinekauf-Checkliste Shop-Auswahl, c't 8/2022, S. 24

Fake-Shops haben üblicherweise keine besonders lange Lebensdauer. Gab es den Shop schon vor zehn Jahren unter dieser URL, mit denselben Kontaktdaten, gegebenenfalls derselben Website-Optik (kleine Läden werden eher selten ihr Design oder das Shopsystem wechseln) und einem passenden Produktportfolio? Finden sich ältere Kommentare auf anderen Websites, zum Beispiel in alten Foren-Posts zu diesem Shop? Finde ich die Adresse und Telefonnummer an einer anderen sinnvollen Stelle im Netz – und passt das, was ich da finde, zu diesem Shop?

ZakMcCracken (1) 

## In China schwierig

Wie Surfer Netzsperrungen und Zensur umgehen, c't 8/2022, S. 14

Ich lebe seit 2011 in China und habe sie alle durch, alle Proxies, VPN, Eigenbau, VPN-Router, Services, Tor. Keiner schafft es, solide zu arbeiten, jedes System hat eine Schwachstelle. Manchmal reicht schon ungewöhnlich viel „nicht belauschbarer“ Verkehr, um eine Kappung der Leitung für ein paar Minuten zu provozieren.

Ein weiteres Problem ist, dass Akamai, Google, eBay et cetera alle eine Möglichkeit gefunden zu haben scheinen, VPN-Verkehr zu identifizieren. Ich habe es trotz Stealth Service, Obfuscation und so weiter jedenfalls noch nie geschafft, eBay davon zu überzeugen, dass ich in Deutschland wäre.

PayPal reagiert extrem allergisch auf jedweden Zugriff und Google nervt unentwegt über „auffälligen Netzwerkverkehr über Ihre IP“. Alle verweigern dann den Dienst oder schicken mich auf direktem Weg in die Passwort-Reset-Hölle! Manchmal musste ich mich dreifach authentifizieren, um danach beim Kundendienst anrufen zu müssen.

Tor ist elendig langsam und wahrscheinlich auch kein gangbarer Weg, wenn wirklich politisch motivierte Zensur umgangen werden soll.

Jens Schendel 



Bild: Andreas Martini

In den Shopping-Checklisten in c't 8/2022 ging es unter anderem um Fake-Shops und wie man diese entlarvt.

## IT-Sicherheit durchsetzen

Die Rolle von Cyberkriminellen im Ukraine-Krieg, c't 8/2022, S. 32

IT-Sicherheit wird nur als Kostenfaktor angesehen ohne Nutzen. Offenbar geht es nur mit rechtlichen Zwangsmaßnahmen, wie man in der Finanzbranche und bei „kritischer Infrastruktur“ sieht. Die verantwortlichen Führungskräfte müssten im Falle von IT-Sicherheitsvorfällen immer persönlich haften, sofern sie Kenntnis von den betreffenden Schwachstellen hatten. Es darf dafür auch keine Versicherung geben.

Sinnvoll wäre es auch, Lösegeldzahlungen grundsätzlich als Straftat zur Unterstützung krimineller und terroristischer Organisationen zu verfolgen.

taunusstein.net 

## Kaspersky-BSI

BSI warnt vor Kaspersky-Virenschutz, c't 8/2022, S. 36

Was für ein Kaspersky-BSI ist das BSI eigentlich? In den USA existieren offiziell die National Security Letters, das FISC und der Cloud Act. Wenn das BSI also vor russischer Software warnt, dann doch bitte

auch vor jeglicher Software aus den USA – allen voran Microsoft Windows, das grundsätzlich auf alle lokalen Daten den Durchgriff hat. Da das BSI eben gerade nicht vor Microsoft Windows warnt, hat es jegliches Vertrauen verspielt.

kirsche40 

## Akzeptanzproblem

Roboter mit Straußenbeinen sparen Energie, c't 8/2022, S. 40

Da sind die Forscher aber einer cleveren Sache auf der Spur (bzw. haben sie schon). Allerdings weiß ich nicht, ob ich einem „tonnenschweren Roboter“ begegnen möchte, der wie ein Strauß läuft – oder wie ein T-Rex. Könnte ein Akzeptanzproblem werden.

Hans Pfeiffenberger 

## Chipfabrik auf Ackerland


Intel baut eine Halbleiterfabrik für 17 Milliarden Euro in Magdeburg, c't 8/2022, S. 42

Chipfabrik schön und gut – aber nicht auf bestem Ackerland! Es gibt genug Industriebrachen in den nach der Wende eingerichteten Gewerbegebieten, für die schon einmal Ackerland geopfert wurde. Wir brauchen Getreide, Kartoffeln, Gemüse und sauberes Trinkwasser. Allorten wird geheult über den Wegfall der Getreideexporte aus der Ukraine und die Folgen für die Welternährung.

Landwirte in Deutschland protestieren und fordern die Freigabe von Naturschutzflächen für die Bewirtschaftung. Wir beklagen uns über die Abhängigkeit von ausländischen Öl- und Gaslieferungen und machen uns auch noch von Lebensmittelimporten abhängig.

## Fragen zu Artikeln

 Mail-Adresse des Redakteurs am Ende des Artikels

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



# KEINE DATEN- LÖCHER MEHR!

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



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



Cordaware  
**bestzero**



Verfügbar für Windows, macOS, Linux und Android

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





Frei nach der sogenannten Weissa-  
ngung der Cree: Wenn der letzte Krumen  
Ackerboden vernichtet, der letzte Tropfen  
Wasser vergiftet ist, werden wir merken,  
dass man Mikrochips nicht essen kann!

Käthe Reichardt

## Versagen der Datenschutzbehörden

Wie Sie Ihr Android-Smartphone vor unkontrollierten  
Datenabflüssen absichern, c't 8/2022, S. 64

Die ganze Thematik ist leider nur ein Tropfen auf den heißen Stein und geht nicht das grundsätzliche Problem an. Mir zeigen die Maßnahmen das meines Ermessens vollkommene Versagen der deutschen und besonders der europäischen Datenschutzbehörden auf. Privacy by Design, Privacy by Default: Fremdwörter!

Vielleicht vorher um Erlaubnis zu bitten, dass die Daten erhoben und verarbeitet werden dürfen: einfach nur lästig. Angabe zu welchem Zweck, welche Daten erhoben und wohin transferiert werden: Fehl Anzeige! Die großen Stores prüfen akribisch, dass ja nur keine andere Zahlungsmöglichkeit als über den Store in einer App hinterlegt werden. Mit der gleichen Hartnäckigkeit wäre auch eine Prüfung auf Datenabfluss durchzuführen.

Wird diese Prüfung nicht oder nicht ordnungsgemäß durchgeführt, könnte der Store in Haftung (aber bitte mit den maximalen Strafen des DSGVO!) genommen werden. Solange Europa weiterhin Menschenrechte (wie es auch der Datenschutz

ist) nicht ernst nimmt und Fehlverhalten massiv sanktioniert, wird sich meines Ermessens an diesem Problem auch nichts ändern.

Dieter Winkler

## Ergonomie wichtig

FAQ: Monitore, c't 8/2022, S. 178

Ausreichende und stabile Höhenverstellbarkeit, Schwenkbarkeit sowie gute Entspiegelung und Bildhomogenität sind am Ende wichtiger als alle Häkchen in der Feature-Liste. Eine gewisse Wertigkeit des Aufbaus ist wünschenswert, lange Garanzzeiten ebenso. Immerhin hat man Monitore meist länger als den Computer.

xix

## 4K nicht immer sinnvoll

Was soll man mit 24 Zoll und 4K? Um das zu nutzen, muss man alles auf mindestens 200 Prozent skalieren, damit man überhaupt was lesen kann, sonst kann man bei der Mikroschrift und den kleinen Symbolen kaum was erkennen. Das Bild mag scharf sein, aber sinnvoll nutzbar ist das kaum. Auch bei 27 Zoll sind 4K ohne Skalierung nicht sinnvoll nutzbar. Ich brauche Platz auf dem Bildschirm, um mindestens zwei oder besser drei Fenster nebeneinander offen zu haben. Entwicklungsumgebung, Browser, Terminal et cetera.

OutOfCoffeeException

## Videoschnitt mit Bordmitteln

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

Ein Tool hätte noch erwähnt werden sollen: der Video-Editor, der sich in der Microsoft-Fotos-App verbirgt und somit zu den Bordmitteln von Windows 11 gehört. Keine Installation, kostenlos, einfach loslegen, und liefert auch ganz brauchbare Ergebnisse.

Ein Schmäckerl: Es gibt auch eine Ausgabe-Option 576p im Seitenverhältnis 4:3, das sich eignet, um alte Mini-DV-Videos ins moderne Zeitalter hinüberzueretten. Eine solche Option konnte ich zum Beispiel bei HitFilm nicht finden.

Martin Huch

## EPC-QR-Code erstellen?

Rechnungen schneller überweisen mit QR-Codes, c't 7/2022, S. 138

Sie schreiben: „Schnell hat man die Anforderungen des Standards in einer Programmiersprache des Vertrauens umgesetzt.“ Tja, genau das wäre das gewesen, was mich besonders interessiert hätte! Wie erzeugt man denn aus den genannten Textinformationen diesen EPC-QR-Code?

Andreas Gallasch

Wir haben auf [ct.de/yb26](https://ct.de/yb26) ein kurzes Beispielskript in Python bereitgestellt. Damit es funktioniert, müssen Sie vorab mit pip die Abhängigkeiten pillow und qrcode installieren:

```
pip install pillow qrcode
```

Das Skript erzeugt den QR-Code im selben Ordner als `epc_qr.png`.

Python-Beispielcode: [ct.de/yb26](https://ct.de/yb26)

## Für alle PDF-Dokumente sinnvoll

Von Text bis Tabellen: Aus Word-Dokumenten schrittweise barrierefreie PDFs machen, c't 7/2022, S. 150

Dokumente sollten auch ohne PDF/UA immer so erstellt werden. In meinem längeren Berufsleben bin ich schon vielen Dokumenten begegnet, die meist grauenvoll formatiert waren. Daher sollten aus meiner Sicht die in diesem schönen Beitrag aufgeführten Regeln auch ohne PDF/UA Export eingehalten werden.

heiseposter

## Ergänzungen & Berichtigungen

### Intel 18A in Magdeburg

Intel baut eine Halbleiterfabrik für 17 Milliarden Euro in Magdeburg, c't 8/2022, S. 42

Wenn das Magdeburger Chipwerk in Betrieb geht, wird Intel dort mit der dann aktuellen Fertigungstechnik produzieren, also Intel 18A und wohl auch Intel 3. Intel 16 wird dagegen am Standort in Irland hergestellt.

## Wir freuen uns über Post

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

💬 c't Forum

f c't Magazin

📧 @ctmagazin

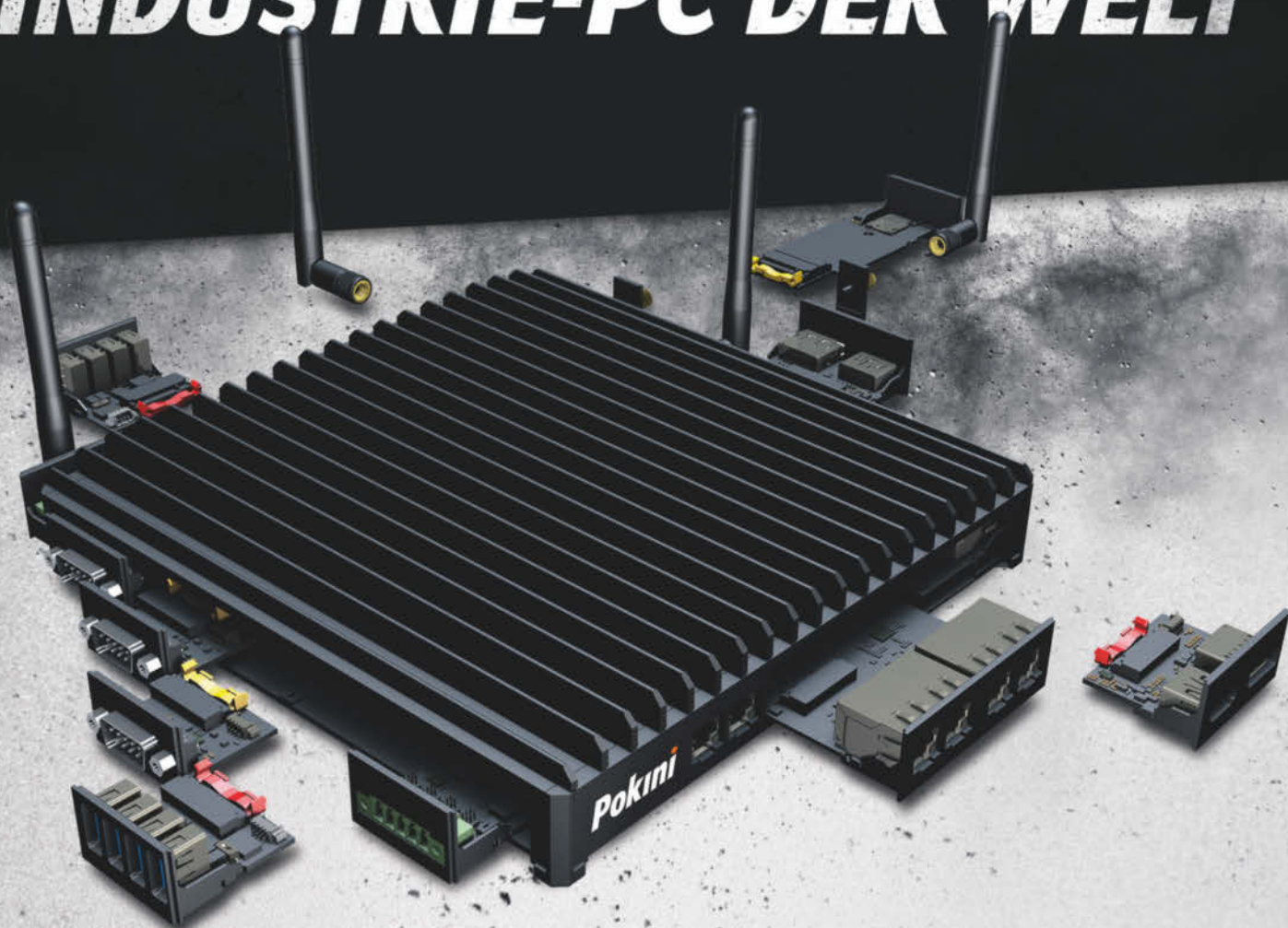
Ausgewählte Zuschriften drucken wir ab. Bei Bedarf kürzen wir sinnwährend.

Antworten sind kursiv gesetzt.

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



# DER **FLEXIBELSTE** INDUSTRIE-PC DER WELT



Was den **Pokini Flex**  
so einzigartig macht?

Jetzt mehr erfahren



[www.pokini.de/flex](http://www.pokini.de/flex)

Lassen Sie sich die **Vorteile** in einem kompakten **Produktvideo** von einem unserer Experten zeigen und lernen Sie die weitreichenden **Konfigurations- und Einsatzmöglichkeiten** des Pokini Flex kennen. Dieser IPC gehört zu den **weltweit flexibelsten** Plattformen in diesem Formfaktor.



# WISSEN SCHÜTZT

Angriffe auf die IT  
erfolgreich abwehren

23.06. KÖLN | 28.06. STUTTGART | 05.07. ONLINE

Angesichts eines realen Kriegs gewinnt IT-Sicherheit eine neue Bedeutung. Es geht nicht mehr „nur“ darum, gut organisierte Kriminelle abzuwehren; auch Cyber-Angriffe durch staatliche Akteure werden zur realen Gefahr.

Die heise Security Tour hilft Ihnen dabei, den Überblick zu bewahren, Maßnahmen zu priorisieren und diese in der Praxis richtig umzusetzen.

## DIE THEMEN

- Lagebild IT-Security: Auswirkungen des Kriegs, Ransomware, Cybercrime & Co.
- Datenschutz: US-Datentransfer, Cookies, Google Analytics
- Erfahrungen eines CISOs mit Anti-Phishing
- Sichern der Supply Chain
- Sicheres Backup: Immutable Storage, Air Gaps und andere Konzepte
- Die Wahrheit des Patchens

**Frühbucherpreis**  
**Köln oder Stuttgart: 549,-**

Frühbucherpreis Online-Konferenz: 449,-  
Sie sind Mitglied von heise Security Pro? Dann ist die Teilnahme für Sie kostenlos.

**Jetzt 50 Euro Frühbucher-Rabatt sichern:**  
[heise-security-tour.de](https://heise-security-tour.de)









# Fesseln für die Gatekeeper

## EU einigt sich auf strenge Regeln für Tech-Konzerne

**Apple muss bald fremde App-Stores und Bezahlmethoden zulassen, WhatsApp Schnittstellen für andere Messenger bauen: Ein neues EU-Gesetz enthält überraschend scharfe Auflagen für die größten Digitalkonzerne – und sieht bei Verstößen noch deutlich höhere Strafen vor als die DSGVO.**

Von Holger Bleich

Die EU-Vizepräsidentin Margrethe Vestager freute sich: „Von jetzt an wird der Digital Markets Act die Spielregeln bestimmen!“ In den sogenannten Trilog-Verhandlungen hat sie sich am 24. März mit den durch den Europäischen Rat vertretenen Mitgliedsländern und dem EU-Parlament auf den Wortlaut des neuen Gesetzes geeinigt. Da die letztgültige Fassung des Kompromisstextes noch nicht vorliegt, müssen wir uns bei der Darstellung auf Aussagen von Verhandlungsteilnehmern und verlässlichen Informanten stützen.

Mit dem ambitionierten Digital Markets Act (DMA) stellt sich die EU im Bereich IT- und Internet-Regulierung neu auf. Aus Sicht der europäischen Politiker geht es um dominierende, teils böswillig agierende Konzerne, die danach trachten, Wettbewerb zu unterminieren – zum Nachteil der Verbraucher. Als Folgen sieht die EU eine kleinere Produktauswahl, schlechtere Qualität, weniger Innovationen und geschlossene Datensilos.

Verantwortlich für diese Verwerfungen sind der DMA-Logik zufolge sogenannte Gatekeeper, also große Unternehmen mit marktbeherrschenden Plattformen in einem Sektor. Der DMA soll Missbrauch dieser beherrschenden Stellung sanktionieren, also etwa verhindern, dass anderen Unternehmen der Zugang versperrt wird. Auch wenn die EU-Kommis-

sion den Eindruck vermeiden wollte: Der DMA hegt in erster Linie die US-Megakonzerne in Europa ein, also Google, Apple, Meta, Amazon und Microsoft. Aber auch europäische Konzerne wie booking.com oder SAP dürften umfasst sein.

Ein Unternehmen kann dem Kompromiss zufolge als Gatekeeper gelten, wenn es in der EU dauerhaft den Jahresumsatz von 7,5 Milliarden Euro überschreitet oder mindestens 75 Milliarden Euro an der Börse wert ist. Außerdem muss es mehr als 45 Millionen Privatanutzer oder mehr als 10.000 gewerbliche Nutzer in der EU haben. Zu den zentralen Plattformdiensten gehören in der finalen DMA-Fassung Marktplätze und Stores für Software, Suchmaschinen, soziale Netzwerke, Clouddienste, Werbedienste, Sprachassistenten und Webbrowser.

### Wahlfreiheiten

Mit dem DMA vollzieht die EU einen Paradigmenwechsel: Musste sie bislang jeden Missbrauch von Marktmacht mühsam im Nachhinein feststellen und sanktionieren („ex post“), existieren nun bald konkrete Regeln und Verbote, die klare Leitplanken setzen („ex ante“). Kartellverfahren gegen Google dauerten beispielsweise Jahre. War der Verstoß schließlich festgestellt, hatten sich die Probleme längst verlagert. Als Dreh- und Angelpunkt im DMA gelten deshalb nun die Artikel 5 und 6. Darin hat

die EU de facto einen Katalog von in der Vergangenheit beobachtetem Marktmissbrauch niedergeschrieben. Es ist vorgesehen, dass diese Liste jederzeit angepasst werden kann.

Artikel 5 enthält Verbote für Gatekeeper: Konzerne dürfen etwa nicht ohne Einwilligung der Nutzer personenbezogene Daten mehrerer Plattformen zusammenführen (siehe WhatsApp und Facebook). Sie müssen ihre Dienste auch ohne diese Einwilligung anbieten – das Motto „Friss (die Einwilligung) oder stirb“ soll nicht mehr gelten. Auf Plattformen dürfen nicht die eigenen Dienstleistungen oder Produkte gegenüber denen der Konkurrenz herausgehoben werden. Dies spielt auf Google an. Die EU hatte sanktioniert, dass der Konzern in der Suchmaschine die eigene Produktsuche gegenüber anderen Shopping-Hilfen bevorzugt hatte.

Unter den Verpflichtungen in Artikel 6 sticht eine hervor, die insbesondere bei Smartphones zum Tragen kommen wird: Anbieter von Betriebssystemen müssen Anwendern die Wahl lassen, welche Software sie nutzen wollen. Das gilt für Programme, die nicht unabdingbar fürs Funktionieren des Betriebssystems sind. Apple etwa könnte Probleme bekommen, wenn sich wie bisher der Browser Safari und die Mail-App unter iOS als Default-Handler nicht durch Dritt-Apps ersetzen lassen.

**Selfie mit vier glücklichen Unterhändlern nach der Trilog-Einigung zum DMA: Andreas Schwab (Berichterstatte EU-Parlament), Margrethe Vestager (Vizepräsidentin EU-Kommission), Thierry Breton (EU-Kommissar Binnenmarkt), Cédric O (Digitalminister Frankreich, Stellvertreter für den Rat)**



Bild: Twitter (@Andreas\_Schwab)



Gatekeeper werden auch verpflichtet, andere Zahlungssysteme als das eigene auf der Plattform zuzulassen. Bislang verweigert Apple genau dies und zwingt App-Anbieter unter iOS dazu, hohe Provisionen fürs App-Store-Inkasso zu zahlen. Doch nicht nur das: Apple muss dem DMA zufolge künftig in Europa fremde App-Stores zulassen und Anwendern ermöglichen, Software von dort zu installieren (das sogenannte „Sideloading“, wie man es unter Android kennt).

Diese Vorschrift trifft den Konzern ins Mark, gilt doch der App Store als Cash Cow schlechthin. Apple hat viel Lobby-Aufwand betrieben, um sie zu verhindern. Im vergangenen Jahr etwa versuchte man die EU mit einer eigenen Studie namens „Building a Trusted Ecosystem for Millions of Apps“ davon zu überzeugen, dass das geschlossene iOS-Ökosystem Anwendern Sicherheit und damit große Vorteile bringt. Der DMA würde gar die Sicherheit von iPhones komplett zerstören, warnte Apple-Chef Tim Cook. Es half nichts. Die viel diskutierte Sideloading-Verpflichtung ist in der endgültigen DMA-Fassung erhalten geblieben, erfuhr c't aus Kommissionen.

### Messenger-Interoperabilität

Auch eine andere strittige Regelung hat den Weg in die finale DMA-Fassung gefunden: Marktbeherrschende Messaging-Plattformen – das EU-Parlament nennt hier explizit WhatsApp, Facebooks Messenger und Apples iMessage – müssen sich für kleinere Mitbewerber öffnen. Wenn etwa Signal oder Threema dies verlangen würden, müsste WhatsApp Interoperabilität ermöglichen. Das heißt in der Praxis: Signal-Nutzer müssten mit WhatsApp-Anwendern Ende-zu-Ende-verschlüsselt kommunizieren können – und umgekehrt. Lediglich drei Monate hätte WhatsApp nach einer Anfrage Zeit, um die Schnittstelle bereitzustellen.

In einem ersten Schritt soll das zwei Jahre, nachdem der DMA in Kraft getreten ist, für den Austausch von Text-Chats und Anhängen gelten. Weitere zwei Jahre später kommen noch Sprach- und Video-Calls sowie die Gruppenfunktion hinzu. Es bleibt unklar, wie die Interoperabilität technisch gestaltet sein soll. Aus der EU-Kommission war zu hören, dass man sich APIs bei den Gatekeepern vorstellt.

Im Gespräch mit dem Portal „Platformer“ kommentierte WhatsApp-Chef Will Cathcart die DMA-Einigung: „Ich habe

große Bedenken, dass dadurch die Privatsphäre verletzt oder ernsthaft untergraben wird, und dass dadurch ein Großteil der Sicherheitsanstrengungen, auf die wir besonders stolz sind, zunichtegemacht wird.“ Cathcart verweist darauf, dass es für sein Unternehmen wesentlich schwerer würde, neue Privacy-Funktionen oder Antispam-Maßnahmen umzusetzen. Der DMA fungiere folglich eher als Innovationsbremse.

Aber auch Martin Blatter, Mitgründer und CEO des Messenger-Anbieters Threema, hält wenig vom Interoperabilitätsgedanken, obwohl sein Unternehmen laut EU von der Regelung profitieren soll: „Wer an APIs zur Öffnung der Gatekeeper denkt, muss auch die Implementierung von Ende-zu-Ende-Verschlüsselung einbeziehen. Die ganze Logik müsste gegenseitig in die Apps implementiert werden. Hinzu kommt das Identitätsmanagement. Man bräuchte vielleicht eine Clearingstelle fürs Mapping der Identitäten. Eine solche wiederum wäre natürlich der Traum eines jeden Hackers: alle Identitäten aller Messenger-Nutzer an einem Ort!“

Nicht nur aus diesem Grund winkt Blatter ab. Er sieht generell keinen Vorteil in der Regelung. Von der dahinterstehenden These, dass WhatsApp-Nutzer eher zu Threema wechseln, wenn sie von dort aus ihre WhatsApp-Community weiter erreichen können, hält er nichts: „Wenn überzeugte WhatsApp-Nutzer mit Threema-Nutzern kommunizieren könnten, würden diese kaum noch die Threema-App kaufen, um in Kontakt zu bleiben. Das würde die dominierende Marktposition von WhatsApp eher stärken als schwächen.“

### Heftiges Strafmaß

Die Bußgeldandrohungen im DMA gehen noch wesentlich weiter als die in der DSGVO. Bei Verstößen können bis zu 10 Prozent des weltweiten Gesamtumsatzes fällig werden, im Wiederholungsfall sogar bis zu 20 Prozent. Legt man beispielsweise Apples 2021 erzielten weltweiten Umsatz von rund 366 Milliarden US-Dollar zugrunde, wären das rund 73 Milliarden US-Dollar oder 65 Milliarden Euro. Wenn ein Gatekeeper systematisch (das heißt laut DMA mindestens dreimal in acht Jahren) gegen die Vorschriften verstößt, kann die EU-Kommission eine Marktuntersuchung einleiten und „verhaltensbezogene oder strukturelle Abhilfemaßnahmen“ verhängen. Im Klartext: Sie darf dem Konzern Zukäufe ver-

## Anbieterwechsel bei Interoperabilität

Wenn Interoperabilität möglich wäre, könnte sich gut ein Drittel der Messenger-Nutzer vorstellen, den Messenger-Dienst zu wechseln – knapp die Hälfte nicht.



Repräsentative Online-Befragung, Basis: 1300 Befragte, die einen Haupt-Messenger-Dienst nutzen. Erhebungszeitraum: 25. November bis 4. Dezember 2020

Quelle: vzbv

bieten und als Ultima Ratio sogar die Zerschlagung anordnen.

Generell ist allein die EU-Kommission für die Durchsetzung zuständig. In einem ersten Schritt wolle man dafür mindestens 80 Experten abstellen, hieß es. Wie schlagkräftig dieses Team sein wird, dürfte davon abhängen, an welche Generaldirektion (DG) es angegliedert wird. Infrage kommt die DG Comm, die für Telekommunikation zuständig ist. Kenntnisreicher dürfte aber die Wettbewerbsbehörde DG Comp sein, die bereits Verfahren gegen Google, Apple und Amazon führt. Außerdem gestattet der DMA auf Wunsch des Parlaments explizit, dass auch nationale Verbraucherschutzorganisationen Verbandsklagen wegen DMA-Verstößen führen dürfen. Der Verbraucherzentrale-Bundesverband (vzbv) kündigte bereits an: „Wir werden genau beobachten, ob sich die Digitalunternehmen an die neuen Regelungen halten.“

Die vorläufige Trilog-Einigung muss noch vom Rat und vom EU-Parlament gebilligt werden, was als eine reine Formsache gilt. Dieser Prozess dürfte Beobachtern zufolge im Juli abgeschlossen sein. Der DMA könnte also mit Veröffentlichung im Amtsblatt noch im Herbst 2022 in Kraft treten. Als Verordnung gilt er dann in allen Mitgliedsstaaten direkt als Gesetz. Nach einer Übergangsfrist von sechs Monaten dürfte er Mitte 2023 voll wirksam sein.

(hob@ct.de) **ct**



# Doppelt sicher

Schluss mit Passwortwirtschaft und Login-Chaos



<b>Sicher einloggen .....</b>	<b>Seite 16</b>
<b>Verfahren und Geräte erklärt .....</b>	<b>Seite 18</b>
<b>Dienste und Praxis .....</b>	<b>Seite 24</b>
<b>Aussperren vermeiden .....</b>	<b>Seite 30</b>
<b>Häufige Fragen .....</b>	<b>Seite 32</b>



**Bei der Menge an sensiblen Daten, die man Onlinediensten anvertraut, braucht es eine wasserdichte Login-Strategie. c't gibt Ihnen das Rüstzeug an die Hand, um Ihre Accounts mit sicheren Passwörtern und Zwei-Faktor-Authentifizierung abzusichern. Das ist einfacher als Sie vielleicht vermuten – und Sie können ohne Sorge um Ihre Online-Accounts entspannter surfen.**

Von Niklas Dierking

**H**and aufs Herz: Ist jedes Ihrer Passwörter ausreichend lang? Benutzen Sie ein Passwort für mehrere Logins? Klebt ab und zu ein Post-it mit Zugangsdaten am Monitor? Speichern Sie manchmal Login-Informationen in einer Textdatei?

Bereits vor einigen Jahren hatte der durchschnittliche Internetnutzer schätzungsweise etwa 70 Accounts bei Onlinediensten, deren Zugänge alle verwaltet werden wollen. Inzwischen dürften es noch mehr geworden sein – und damit wächst auch das Unbehagen, denn laut einer im Februar durchgeführten Umfrage im Auftrag des E-Mail-Providers Web.de fürchtet sich über die Hälfte der Befragten vor Identitätsdiebstahl im Internet. Nutzer vertrauen Webdiensten sensible Daten an und viele von ihnen sind zum Bestreiten des Alltags unerlässlich geworden. Ein Angreifer, der sich Zugang verschafft, hat die Möglichkeit enormen finanziellen oder sozialen Schaden anrichten.

## Zwei Verteidigungsringe

Lassen Sie sich von einem Passwortmanager unter die Arme greifen, um jedem Onlinezugang ein sicheres Passwort zu verleihen. Eine solche Software schützt gegen Wörterbuch- und Brute-Force-Angriffe, indem sie lange, einzigartige Passwörter generiert und sicher speichert. Diese Passwörter können Angreifer mit herkömmlichen Methoden und verhältnismäßigem Aufwand nicht mehr knacken. Wie Sie Ihre Zugangsdaten mit einem Passwortmanager verwalten und Ihre Passwortdatenbank selbst vor neu-

gierigen Blicken schützen, lesen Sie ab Seite 24.

Auch das beste Passwort schützt nicht in jedem Angriffsszenario, beispielsweise wenn Betrüger es mit einem Keylogger mitlesen oder man in eine Phishing-Falle tappt. Um sich für den Fall zu wappnen, dass Ihnen ein Angreifer das Geheimnis entlockt, müssen Sie Ihre Accounts mit einem zweiten Faktor absichern. Das Prinzip der Zwei-Faktor-Authentifizierung (2FA) dürfte vielen von TAN-Verfahren beim Onlinebanking geläufig sein oder wenn Sie sich von einem neuen Gerät in Ihren Google-Account einloggen. Zugänge werden dabei über einen zweiten Kanal abgesichert. Ein Cyberkrimineller müsste zusätzlich zu Ihrem Passwort auch diesen zweiten Kanal kompromittieren. Das macht es Angreifern deutlich schwerer.

Wer beginnt, sich über Möglichkeiten der Zwei-Faktor-Authentifizierung einzulesen, verliert schnell den Überblick. Gut möglich, dass Ihnen Begriffe wie TOTP, U2F und FIDO2 bereits über den Weg gelaufen sind. Unter dem Schlagwort 2FA tummeln sich eine Vielzahl von Verfahren, die sich sowohl in Funktionsweise, Sicher-

heit und Komfort unterscheiden. Der Artikel ab Seite 18 erklärt und vergleicht die gängigsten Verfahren, damit Sie die geeignete Methode für Ihren Anwendungsfall auswählen. Der Artikel ab Seite 24 hilft Ihnen dann, Ihren Accounts das zusätzliche Schloss zu verpassen. Sie finden heraus, welche 2FA-Optionen die Onlinedienste anbieten und wie Sie diese einrichten.

## Ersatzschlüssel

Mit diesem zusätzlichen Gewinn an Sicherheit müssen Sie jedoch selbst vorsorgen, um sich nicht selbst auszusperrern, zum Beispiel wenn Sie Ihren Hardware-Sicherheitsschlüssel verklüngen. Außerdem sollten Sie einige Punkte zur Vor- und Nachsorge beachten, beispielsweise wie mit Sicherheitsfragen umzugehen ist. Diese Notfallpläne erläutert der Artikel ab Seite 30. Es gibt jedoch noch mehr Unwägbarkeiten: Ist es eigentlich sicherer, sich bei Diensten mit seinem Google-Konto anzumelden, statt überall einen eigenen Account zu registrieren? Antworten auf solche Fragen und weitere Login-Best-Practices lesen Sie in unserer FAQ ab Seite 32.

## Loslegen

Beim gewissenhaften Nachdenken über die eigene Passwortwirtschaft beschleicht viele ein mulmiges Gefühl. Das dürfte auch der Grund dafür sein, dass laut der eingangs erwähnten Umfrage mehr als die Hälfte der Befragten zusätzliche Schutzmaßnahmen für sinnvoll halten. Aber womit anfangen? Auf den folgenden Seiten lösen wir mit Ihnen das Problem. Sie erfahren, auf welche Säulen Sie Ihre sichere Login-Strategie aufbauen müssen, wie Sie dem Passwort-Chaos Herr werden, Ihre Accounts mit einem zweiten Faktor verrammeln und Katastrophen vorbeugen. Der beste Zeitpunkt, damit anzufangen, ist jetzt! (ndi@ct.de) **ct**

**Welches Schloss darfs sein? Verfahren und Geräte, um Ihre Zugänge zu Webdiensten zusätzlich abzusichern, gibt es viele, zum Beispiel Sicherheitsschlüssel, TOTP-Apps und Hardware-Authenticatoren.**





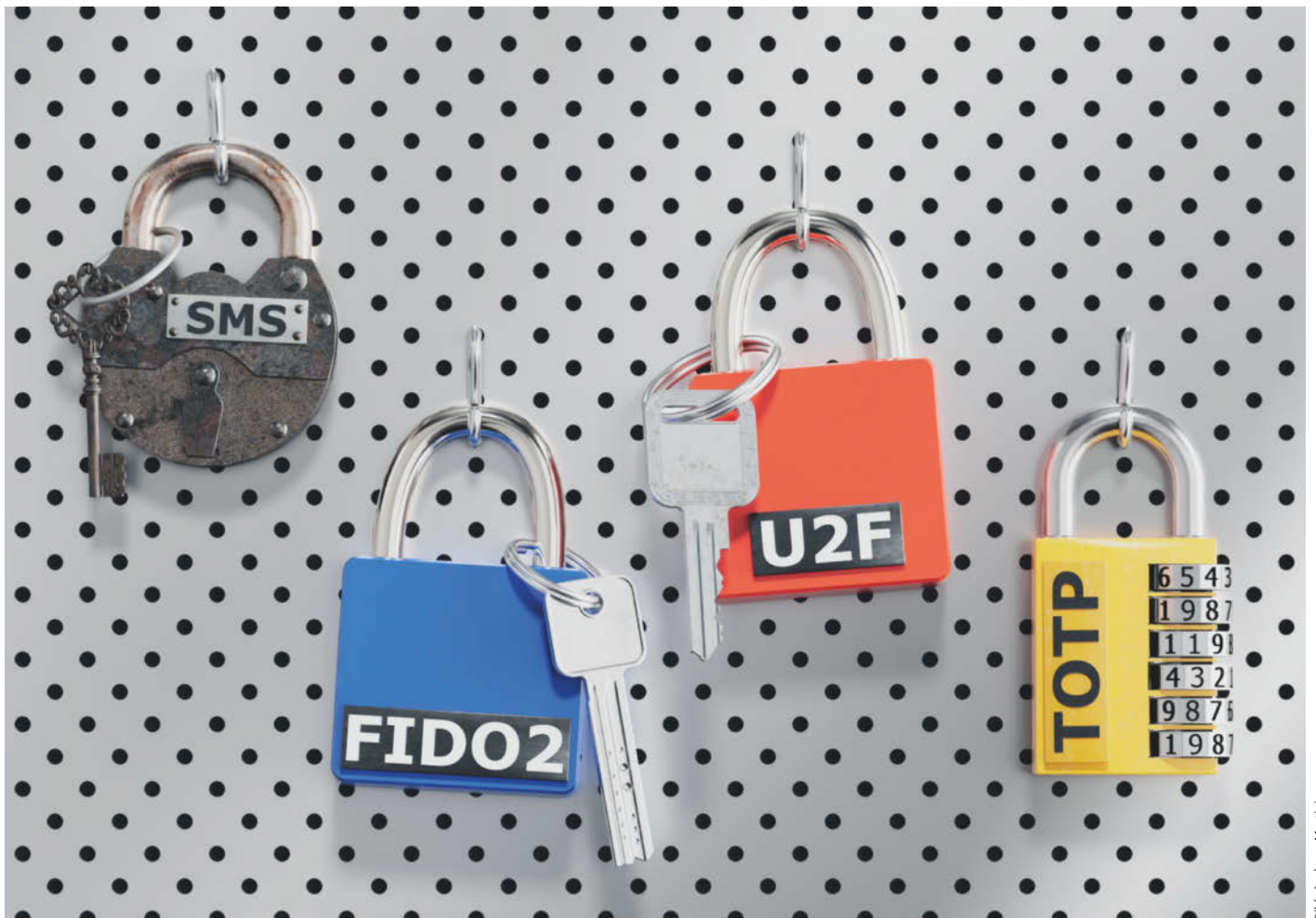


Bild: Andreas Martini

# Schlosskombination

## Verfahren und Geräte für sichere Online-Zugänge

**Sie haben den Entschluss gefasst, mit dem Passwort-Chaos aufzuräumen und Ihre Login-Strategie zu optimieren? Dann stellt sich jetzt die Frage nach dem Wie. Dieser Leitfaden zeigt Ihnen die wichtigsten Hilfsmittel, mit denen Sie Ihre Accounts im Handumdrehen vor Hackern schützen.**

Von Niklas Dierking  
und Ronald Eikenberg

**M**it sicheren Passwörtern allein sind Ihre Online-Accounts noch nicht gut vor Hackern geschützt. Denn das Konzept des Passworts ist angesichts von Angriffstechniken wie Phishing, Keyloggern und Trojanern hoffnungslos veraltet.

Erst, wenn Sie eine Zwei-Faktor-Authentifizierung (2FA) eingerichtet haben, können Sie sich entspannt zurücklehnen. Die folgende Übersicht hilft Ihnen dabei, die passenden 2FA-Verfahren auszuwählen. Welche Methoden die Webdienste anbieten und wie Sie diese einrichten, lesen Sie im Artikel ab Seite 24.

Passwörter und PINs gehören in die Kategorie „geheimes Wissen“ und sind nach wie vor allgegenwärtig. Die meisten anderen Anmeldefaktoren kann man unter dem Schlagwort „Besitz“ zusammenfassen. Darunter fallen beispielsweise

Krypto-Token in Form von USB-Sticks oder auch das Smartphone. Gerade bei Onlinediensten ist es sinnvoll, den Account an den Besitz einer bestimmten Sache zu koppeln. Denn Hacker können zwar Ihr Passwort stehlen, jedoch nicht Ihr Smartphone oder das Hardware-Token an Ihrem Schlüsselbund.

Trotzdem bleibt das Passwort der erste Baustein einer sicheren Login-Strategie. Deshalb lautet die wichtigste Regel im Umgang damit: Verwenden Sie für jeden Dienst ein anderes! Greifen Sie lieber direkt zum Passwortmanager, der sichere Passwörter generiert, sie in einer verschlüsselten Datenbank speichert und optional über mehrere Geräte synchronisiert. Der Passwortmanager verwaltet alle Ihre Passwörter, halten Sie also das System, auf dem Sie die Software installieren, sauber und aktuell.



## Extraschloss

In unserer Infografik finden Sie die gängigsten Verfahren für mehr Sicherheit, die wir auf den folgenden Seiten vorstellen und vergleichen. Das Smartphone kann oft die Rolle des zweiten Kanals übernehmen, beispielsweise wenn Sie über eine App sogenannte „Time-based One-Time-Passwords“ (TOTP) generieren. Dabei handelt es sich um sechsstellige Zahlenfolgen, die Sie zum Beispiel mit dem Google Authenticator generieren.

Auch die iOS- und Android-Apps großer Plattformen wie Google, Facebook, Steam oder PayPal können als zweiter Faktor arbeiten, allerdings nur für den jeweiligen Dienst. Etwas in die Jahre ge-

kommen ist die SMS als zweiter Faktor. Ein geschickter Angreifer kann die Einmalcodes potenziell abfangen, wenn er sich für Sie ausgibt.

Mit modernen 2FA-Verfahren wie U2F oder FIDO2 genießen Sie den besten Schutz bei wenig Komfortverlust. Das Herz dieser Verfahren ist ein kryptografisch geschützter Sicherheitschip, der mit den Accounts gekoppelt wird. Geeignete Chips für das ältere Verfahren U2F stecken auf vielen USB-Sticks, die man als Sicherheitschlüssel oder Authenticator bezeichnet. Für das neuere FIDO2-Verfahren können Sie auf so einen Stick prinzipiell sogar oft verzichten. Wahrscheinlich besitzen Sie schon einen passenden Sicherheitschip: In

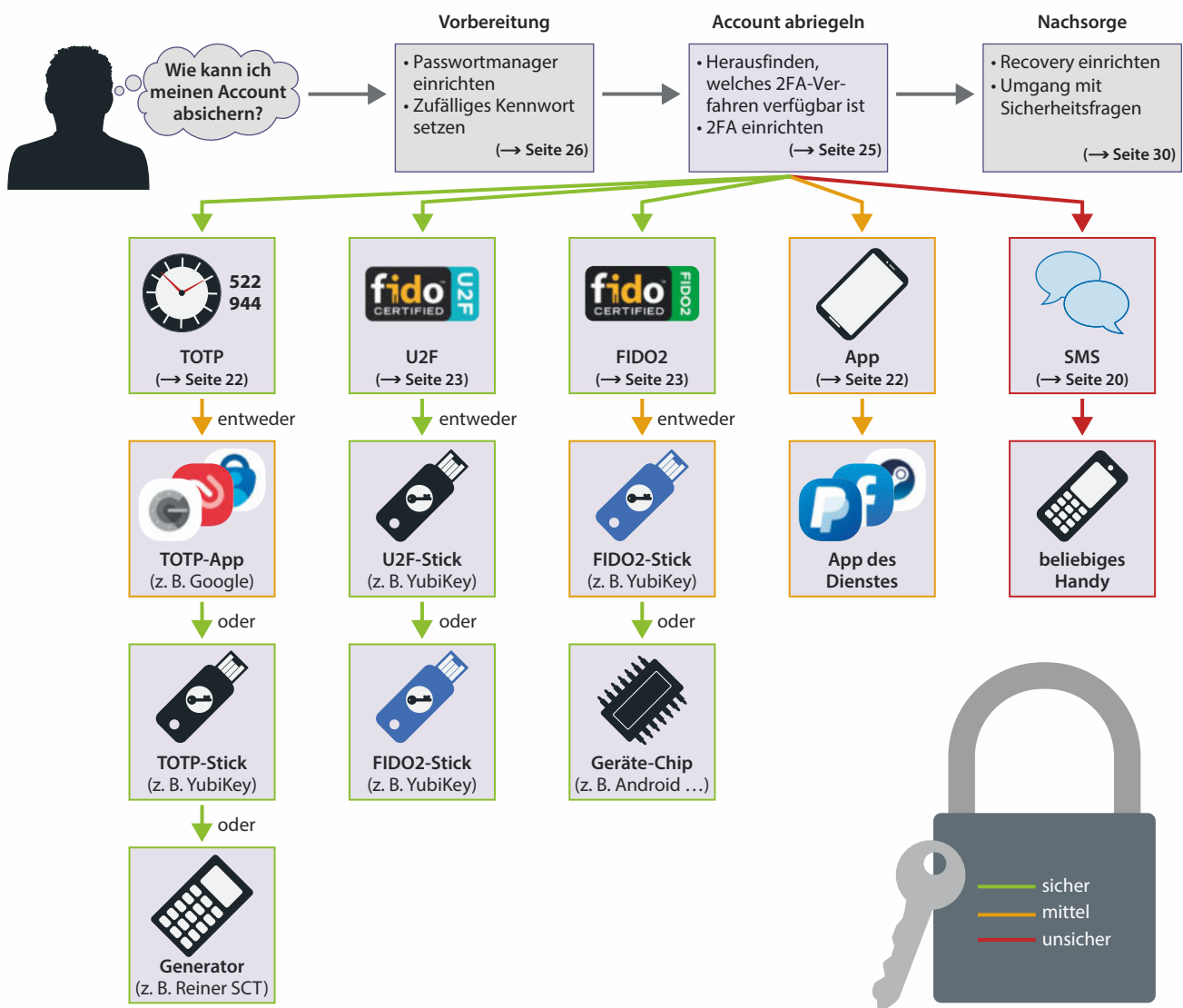
modernen Smartphones steckt ein „Secure Element“, aktuelle PCs enthalten ein „Trusted Platform Module“ (TPM).

Wägen Sie stets ab, welche Anforderungen Sie an Sicherheit und Komfort haben, wenn Sie sich für ein angebotenes 2FA-Verfahren bei einem Dienst entscheiden. Mit der folgenden Grafik und den Kurzbeschreibungen der Verfahren verschaffen Sie sich einen Überblick über die Säulen, auf die Sie Ihre sichere Login-Strategie bauen können. Danach wird es praktisch: Welche der hier vorgestellten Extraschlösser populäre Dienste anbieten und wie Sie damit Ihre Accounts abschließen, lesen Sie im nächsten Artikel ab Seite 24.

(ndi@ct.de)

## Ihr Weg zu sicheren Online-Accounts

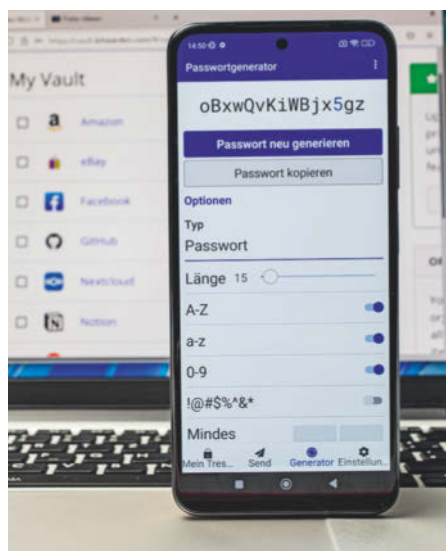
Mit den folgenden Schritten können Sie Ihre Online-Accounts im Handumdrehen effektiv vor Hackern schützen. Starten Sie oben links und gehen Sie die drei Kästen **Vorbereitung**, **Account abriegeln** und **Nachsorge** der Reihe nach durch.





# Passwortmanager

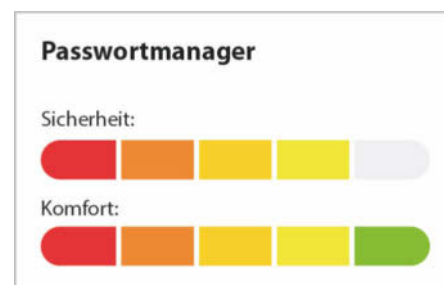
**Wer den Schutz seiner Online-Accounts ernst nimmt, muss für jeden Dienst ein anderes Passwort nutzen. Merken kann man sich die ganzen Passwörter natürlich nicht mehr, doch hier hilft ein Passwortmanager.**



Die wichtigste Regel beim Umgang mit Passwörtern lautet: Nutzen Sie für jeden Account ein anderes! Fällt einem Hacker ein mehrfach genutztes Passwort in die Hände, hangelt er sich damit von Dienst zu Dienst und macht fette Beute. Doch leichter gesagt als getan: Inzwischen jongliert man nicht selten mit Dutzenden Accounts – und regelmäßig werden es mehr. Hier kommt der Passwortmanager ins Spiel: Er nimmt Ihnen die Arbeit komplett ab, indem er sich alle Passwörter für Sie merkt und bei Bedarf auch neue, sichere generiert. Manche Passwortmanager speichern Ihre Zugangsdaten sicher verschlüsselt lokal, andere in der Cloud – im zweiten Fall bleibt der Passwort-Tresor auf allen Geräten automatisch auf dem aktuellen Stand.

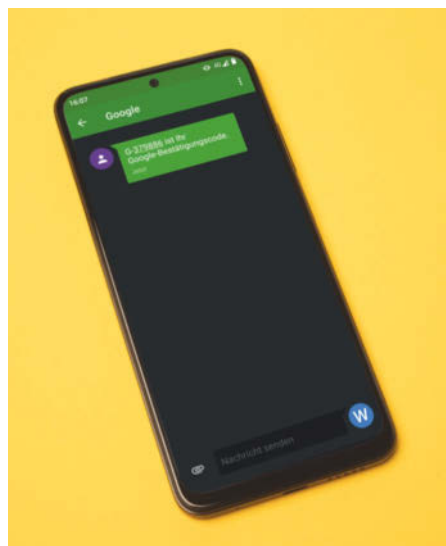
Empfehlenswert unter den Passwortmanagern mit Synchronisierungsfunktion ist die Open-Source-Software Bitwarden, die viele Betriebssysteme und Browser unterstützt. Sie können ihn kostenlos nutzen und den Cloudserver dahinter sogar selbst betreiben, wenn Sie dem Hersteller nicht trauen. Wie Sie mit dem Passwort-

manager loslegen, lesen Sie im Artikel ab Seite 24. Auch die integrierten Passwortmanager der Betriebssysteme und Browser leisten in vielen Fällen gute Dienste: Wer etwa im Apple-Universum heimisch ist, kann einfach den „Schlüsselbund“ nutzen, und Google kann Ihre Zugangsdaten zwischen Android, Chrome OS oder dem Chrome-Browser synchronisieren. Einen guten Job macht auch Mozilla Firefox. Falls für Sie noch nicht das Passende dabei war, können Sie einen Blick in c't 5/2021 werfen. Im Rahmen des Titelthemas vergleichen wir dort 25 Passwortmanager von quelloffen bis kostenpflichtig.



# SMS

**Vor rund 30 Jahren war die SMS eine echte Innovation, heute gilt das Verfahren nicht gerade als sicher. Dennoch kommt es ausgerechnet bei der Zwei-Faktor-Authentifizierung immer noch zum Einsatz.**

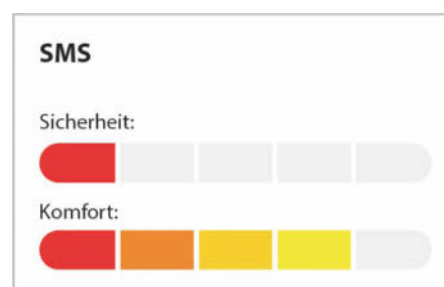


Der große Vorteil von SMS als zweitem Faktor ist, dass es jeder versteht und nutzen kann – es erfordert weder eine komplizierte Einrichtung noch spezielle Hardware oder Apps. Beim Login bekommt der Nutzer eine SMS aufs Handy, die einen Zahlencode enthält. Diesen muss der Nutzer anschließend abtippen, um sich erfolgreich einloggen zu können.

Das SMS-Verfahren ist zwar einfach, aber nicht mehr zeitgemäß, da es unverschlüsselt und nicht an ein Gerät gekoppelt ist. Gefährlich ist vor allem das sogenannte SIM-Swapping: Kriminelle bestellen beim Mobilfunkprovider im Namen des Nutzers eine weitere SIM-Karte zur Rufnummer und können so die SMS-Nachrichten mit den 2FA-Codes abfangen. Aufgrund des niedrigen Schutzniveaus sind TAN-SMS beim Online-Banking im Aussterben begriffen.

Zudem ist ein Wechsel der Rufnummer mit großem Aufwand verbunden, da man bei sämtlichen Online-Accounts rechtzeitig sicherstellen muss, dass die neue Rufnummer hinterlegt ist. Vergisst

man einen Account, sperrt man sich schlimmstenfalls dauerhaft aus, sobald die alte Rufnummer nicht mehr funktioniert. Das SMS-Verfahren ist zwar besser, als gar keinen zweiten Faktor einzurichten, bevorzugen Sie jedoch immer ein moderneres und sichereres 2FA-Verfahren wie TOTP, U2F oder FIDO2, wenn Sie die Wahl haben. Falls ein Webdienst kein anderes 2FA-Verfahren anbietet und Sie daher um SMS nicht herumkommen, sollten Sie den Anbieter darauf aufmerksam machen, dass dies nicht mehr zeitgemäß ist. Steter Tropfen höhlt bekanntlich den Stein.







**12**  
.de-Domains  
inklusive!



# Homepage Big

## 12 .de-Domains inklusive

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

**2,29**  
€/Monat\*



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

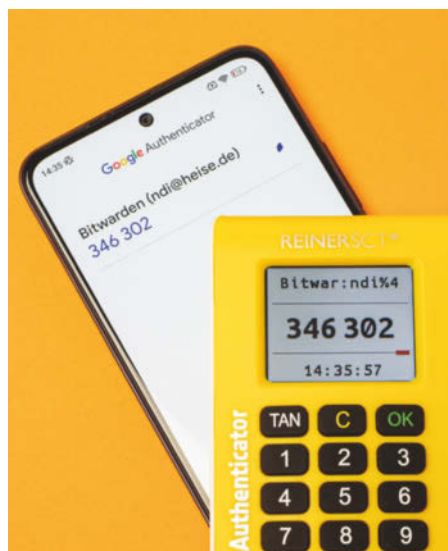
\*Preis/Monat inkl. 19% MwSt. Es fällt keine Einrichtungsgebühr an. Vertragslaufzeit jeweils 6 Monate, jederzeit kündbar mit einem Monat Frist zum Vertragsende.

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



## Time-based One-Time Passwords (TOTP)

**TOTP ist ein simples Verfahren zur Zwei-Faktor-Authentifizierung, das wenige Voraussetzungen verlangt. Die allermeisten Webdienste, die 2FA anbieten, haben TOTP in ihrem Login-Portfolio: ein guter Einstieg in die Welt der zweiten Faktoren.**

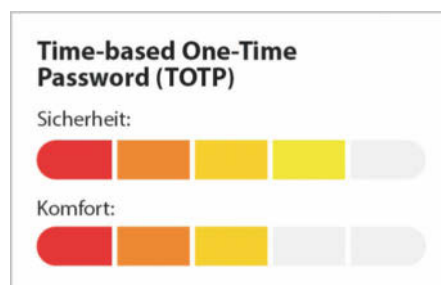


Für TOTP als zweiten Faktor brauchen Sie eine Gegenstelle, meist Authenticator genannt, die ein Geheimnis hütet und für Sie Einmalpasswörter generiert. Der Authenticator operiert idealerweise unabhängig von dem Gerät, mit dem Sie sich anmelden wollen. Authenticatoren gibt es als Software- oder Hardwarelösung. Am gängigsten sind Apps wie der Google- und Microsoft-Authenticator, Authy oder die Open-Source-Apps andOTP und FreeOTP. Auch einige Passwortmanager und der Schlüsselbund in iOS integrieren TOTP. Die sind allesamt kostenlos.

Sie können auch einige Hardware-Sicherheitsschlüssel in Verbindung mit der Authenticator-App des Herstellers nutzen, um TOTP-Codes zu erzeugen. Das ist sicherer, weil der Sicherheitsschlüssel das Geheimnis auf einem geschützten Chip speichert, wo es nicht ausgelesen werden kann. Als dedizierte Hardwarelösung hat sich der Reiner SCT Authenticator bewährt. Der ist nicht aus dem Internet erreichbar, was die Angriffsfläche reduziert. Sperren Sie Ihren Authenticator wenn

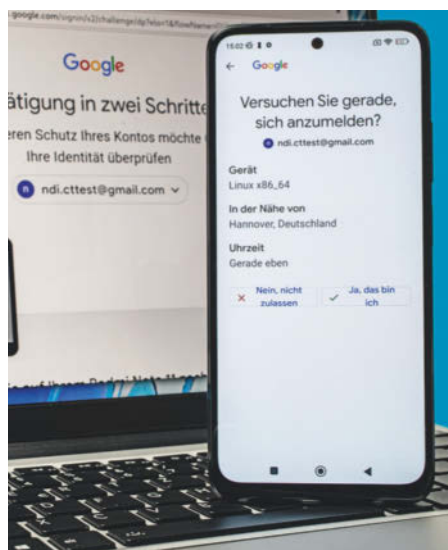
möglich mit einer PIN oder dem Fingerabdruck, um Ihre Einmalpasswörter vor neugierigen Augen zu schützen. Bei einem Smartphone übernimmt diese Rolle sonst die Anmeldesperre des Geräts, die unbedingt aktiviert sein sollte.

Sie flößen dem Authenticator das Geheimnis meist ein, indem Sie einen QR-Code scannen oder eine Zeichenfolge abtippen. Aus dem Geheimnis und der aktuellen Zeit errechnet der Authenticator einen kryptografischen Hash-Wert. Daraus speist sich das Einmalpasswort, das in der Regel 30 Sekunden lang gültig ist.



## Zweistufige Anmeldung via Push-Benachrichtigung

**Statt offene und dokumentierte 2FA-Standards zu nutzen, integrieren viele Webdienste eigene Apps in ihren Anmeldeprozess. Das ist sicherer als ein Passwort allein, hat aber Nachteile gegenüber etablierten Lösungen.**

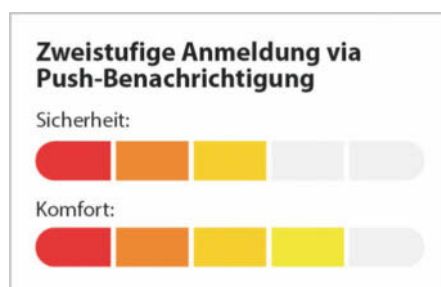


„Wir müssen kurz verifizieren, dass Sie es sind.“ So einen Dialog bekommen Sie als Nutzer oft zu Gesicht, wenn Sie sich von einem bisher unbekannten Gerät bei einem Onlinedienst anmelden. Was folgt, ist die Frage danach, auf welchem Wege man dem Dienst die eigene Identität glaubhaft machen möchte.

Neben Einmalpasswörtern via SMS und TOTP können Sie meistens die App des Dienstes selbst zur Bestätigung nutzen. Das Prinzip dürfte vielen Nutzern beispielsweise von Google, Facebook, PayPal, Microsoft oder Steam bekannt sein. In der Regel müssen Sie auf eine Push-Benachrichtigung der App am Smartphone oder Tablet reagieren, vorausgesetzt das Gerät ist dem Dienst bereits bekannt. Je nach Umsetzung müssen Sie anschließend eine angezeigte Zahlenfolge oder ein Symbol abgleichen. Oft genügt es, die Anmeldung plump über eine Schaltfläche zu bestätigen.

Grundsätzlich ist diese zweistufige Anmeldung ein Gewinn an Sicherheit gegenüber der einstufigen Anmeldung mit

Nutzername und Passwort. Der Nachteil gegenüber Verfahren wie TOTP, U2F oder FIDO2 ist jedoch, dass Sie in der Regel nicht nachvollziehen können, mit welchen Verfahren der Dienst hinter den Kulissen arbeitet und ob diese Ihren Sicherheitsanforderungen genügen. Bleiben Sie bei diesem und allen anderen 2FA-Verfahren skeptisch gegenüber unplausiblen Aufforderungen Logins zu bestätigen. Nutzer gewöhnen sich schnell daran, bei allen möglichen Gelegenheiten auf „Ja“ zu klicken, wodurch auch ein Fremdzugriff potenziell schon mal ungesehen abgenickt wird.





## Universal Second Factor (U2F)

**Anders als der Nachfolger FIDO2, der auch ganz ohne Passwort auskommen kann, dient das U2F-Verfahren als eine Ergänzung dazu. Das Verfahren ist sehr verbreitet, sicher und komfortabel. Passende U2F-Sticks gibt es in vielen Farben und Formen.**



Mit einem U2F-Stick können Sie viele Accounts effektiv vor Hackern schützen. Das U2F-Verfahren ist nicht nur komfortabel und sicher, sondern auch sehr verbreitet, weil der Standard bereits 2014 veröffentlicht wurde. Einige U2F-Geräte (auch Sicherheitsschlüssel oder Hardware-Token genannt) bieten auch Bluetooth oder eine NFC-Schnittstelle, um ohne Adapter mit Smartphones zu kommunizieren. Wenn Sie noch kein U2F-Gerät besitzen, greifen Sie am besten gleich zu einem FIDO2-Sicherheitsschlüssel, da diese abwärtskompatibel zu U2F sind.

Nach der Einrichtung des Verfahrens kümmert sich der Browser um die Kommunikation mit dem Hardware-Token und wickelt die Anmeldung beim Dienst über ein Challenge-Response-Verfahren ab. Das Schlüsselpaar aus öffentlichem und privatem Schlüssel wird für jeden Dienst individuell generiert, wodurch U2F automatisch vor Phishing schützt. Selbst wenn die Phishing-Seite dem Original perfekt nachempfunden wäre, würde der U2F-

Stick beim Phishing-Versuch einen individuellen Schlüssel nutzen, der keinen Zugriff auf die Originalseite erlaubt.

Um sich mit einem U2F-Gerät anzumelden, müssen Sie eine Aktion direkt am Gerät ausführen. Meist genügt ein Druck auf eine Taste am Stick, einige Hardware-Token sichern diesen Schritt mit PIN oder Fingerabdruck ab. Praktisch: Neben der Absicherung Ihrer Online-Accounts können Sie U2F- und FIDO-Sticks auch anderweitig nutzen, etwa um sich Systemverwalterrechte auf der Linux-Kommandozeile einzuräumen.

### Universal Second Factor (U2F)

Sicherheit:

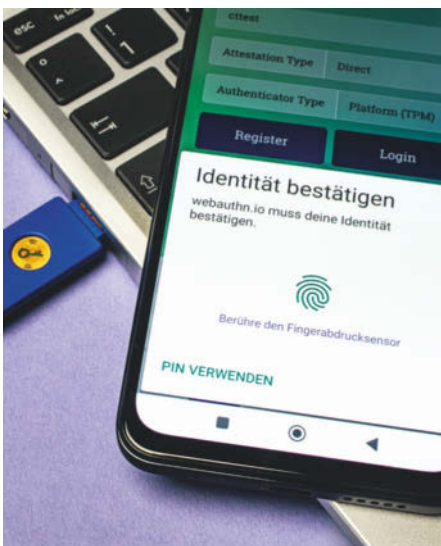


Komfort:



## FIDO2

**Das moderne FIDO2-Verfahren dient nicht nur als zweiter Faktor, Sie können sich damit sogar ohne Passwort einloggen. Es nutzt einen Sicherheits-Chip, der schon jetzt in den meisten Geräten steckt.**



Bei FIDO2 authentifizieren Sie sich mit einem Sicherheitsschlüssel gegenüber den Diensten, die Sie nutzen möchten. Der Schlüssel ist entweder ein spezieller USB-Stick oder ein Krypto-Chip, der mit hoher Wahrscheinlichkeit bereits in Ihrem Rechner, Smartphone und Tablet steckt. Sie müssen ihn nur noch benutzen.

Beim Einloggen greift der genutzte Webdienst auf den Sicherheitsschlüssel zu, um zu verifizieren, dass Sie ihn tatsächlich besitzen. Der Dienst akzeptiert nur bestimmte Schlüssel, die zuvor mit dem Account gekoppelt wurden. Für einen Cyber-Schurken ist das eine unüberwindbare Hürde: Wenn er Ihre Zugangsdaten geklaut hat, kann er sich damit nicht einloggen, weil ihm der FIDO2-Schlüssel fehlt. Die Schlüssel sind kryptografisch abgesichert und nicht kopierbar.

FIDO2 ist sehr flexibel und wird bei den Webdiensten, die es bereits anbieten, zumeist als zweiter Faktor eingesetzt – also als zusätzliche Schutzschicht neben dem Passwort. Der Dienst kann allerdings auch auf Benutzername und Passwort verzichten,

dann reicht der FIDO2-Schlüssel zum Einloggen. Das klappt beispielsweise schon bei Microsoft und Nextcloud.

Die folgenden Betriebssysteme unterstützen FIDO2 ohne Extra-Hardware: Windows 10 und 11, macOS ab Mojave, iOS ab Version 13.3 sowie Android ab Version 7. FIDO2-Sticks gibts unter anderem von SoloKeys, Yubico und Nitrokey ab 20 Euro aufwärts. Mit den abwärtskompatiblen Sticks sind Sie dann auch gleich für den FIDO2-Vorgänger U2F gerüstet. Damit steigt die Wahrscheinlichkeit, dass Sie Ihren Sicherheitsschlüssel als Hardware-Token beim Dienst nutzen können.

### FIDO2

Sicherheit:



Komfort:







Bild: Andreas Martini

# Zweifach gecheckt

## Zwei-Faktor-Authentifizierung und Passwortsicherheit im Einsatz

**Eine Zwei-Faktor-Authentifizierung ist bei Onlinediensten in wenigen Schritten eingerichtet. Leider unterstützt jeder Dienst andere Verfahren und benennt die zweiten Faktoren unterschiedlich oder versteckt sie mitunter: ein Wegweiser durch die Einstellungen.**

Von Keywan Tonekaboni  
und Niklas Dierking

**A**uch das beste Passwort schützt ein Konto nur mäßig, wie die Recherchen zu diesem Artikel uns noch mal vor Augen führten. Eigentlich wollten wir diesen Artikel mit der üblichen Warnung vor geleakten Kennwörtern, vor Keyloggern und Phishern beginnen. Aber die Deutsche Bahn bescherte uns eine noch greifbarere Gefahr: Zum Test riefen wir von einer bewusst nicht mit unserem Account verknüpften Telefonnummer beim Support an und wollten die Login-Daten zu unserem bahn.de-Account zurücksetzen. Nach nur fünf Minuten in der Warteschleife und etwas gespielter langer

Leitung unsererseits hatten wir den Zugang zu dem Konto.

Dafür reichte es in dem kurzen Telefonat, lediglich die Fragen nach dem Benutzernamen und der hinterlegten Postleitzahl zu beantworten. Als wir nach der bisher zum Fahrkartenkauf genutzten E-Mail-Adresse gefragt wurden, stellten wir uns unwissend. Trotzdem nannte uns der hilfsbereite Hotline-Mitarbeiter ein neues Passwort noch am Telefon. In diesem Fall war es der eigene Account, aber das Experiment zeigt, wie leicht ein Angreifer den Passwortschutz hätte aushebeln können.

Damit Ihre Konten nicht so blank liegen, zeigen wir Ihnen, wie Sie die Zwei-Faktor-Authentifizierung (2FA) einrichten und wie Sie damit verbundene Probleme vermeiden oder bewältigen. Auf den folgenden Seiten geben wir zudem Tipps, wie Sie selbst herausfinden, wie es bei den von Ihnen genutzten Angeboten um die 2FA steht.

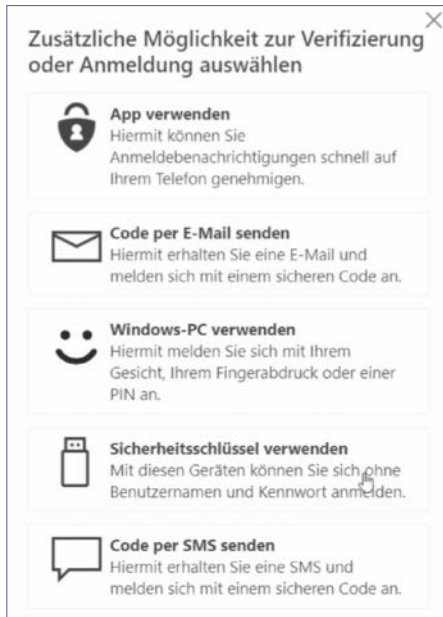
Aber vor der Einrichtung des zweiten Faktors sollte man den ersten Faktor, das Kennwort, nicht aus dem Blick verlieren. Auf Seite 26 erfahren Sie, wie Sie mit dem Passwortmanager Bitwarden bessere Passwörter erzeugen und verwalten – andere Passwortmanager arbeiten ähnlich.

### Babylon trotz Standards

Eine Zwei-Faktor-Authentifizierung richtet man nach dem immer gleichen Schema ein: In den Einstellungen des Onlinekontos wählt man aus, welches Verfahren man verwenden möchte: Typische Formulierungen in den Oberflächen sind etwa Sicherheitsstick, Authenticator-App oder SMS-Code. Bevor dieser zweite Faktor mit dem Konto verknüpft wird, muss man das eingerichtete Verfahren einmal benutzen, also einen Code eingeben oder den Stick einstecken. Zum Schluss erhält man häufig noch einen oder mehrere Einmalcodes zum Ausdrucken als Backup. Das ist die letzte Rettung, falls man den Zugriff auf die Zusatzfaktoren mal verliert.

Doch die zahlreichen Onlinedienste haben die Zwei-Faktor-Authentifizierung sehr unterschiedlich implementiert. Oft bieten sie nur wenige der möglichen Verfahren an. Nach unserer Zählung kommt am häufigsten der Versand eines Einmalcode per SMS zum Einsatz, auf Platz 2 liegt TOTP, also ein mit einer App generierter zeitbasierter Code, der nur 30 Sekunden lang gültig ist. Sogar per E-Mail versandte Einmalcodes kommen vor, sind aber noch





**Große Tech-Firmen wie Microsoft bieten viele 2FA-Optionen an, andere Online-dienste meist nur SMS oder TOTP.**

unsicherer als SMS. Häufig, aber leider nicht immer, kann man mehrere Verfahren parallel einrichten. Bei einigen Diensten kann man zum Beispiel nur eine Handynummer hinterlegen oder maximal einen Sicherheitsstick anlernen. Mehr zur Funktionsweise der zweiten Faktoren und zu möglichen Hardware-Anschaffungen lesen Sie ab Seite 18.

Es gibt aber auch kuriose Einschränkungen: Bei Instagram kann man die Zwei-Faktor-Authentifizierung per TOTP nur in der mobilen App aktivieren. Im Browser ist die Funktion ausgegraut. Wikipedia bietet 2FA nur für bestimmte Nutzergruppen wie Administratoren an. Bei der Bahn muss man sich zwischen SMS und TOTP entscheiden. Beides gleichzeitig geht nicht – unverständlich, da die Bahn keine Backup-Codes ausstellt.

Manchmal schützt der zweite Faktor auch nur bestimmte Funktionen. So kann man bei Instagram die Bestätigung per App als zusätzlichen Faktor einrichten, aber die greift nur, wenn man sich auf einem anderen Gerät mit der Instagram-App anmelden möchte, die Anmeldung im Browser bleibt davon unberührt. Bei der Fritzbox schützt TOTP nur bestimmte Änderungen, wie die Einrichtung von Rufumleitungen, aber nicht die Anmeldung selbst. Die Online-Funktion MyFritz erlaubt wiederum, neben TOTP auch mehrere FIDO2-Geräte zu koppeln und erzeugt einen Backup-Code.

## Zwei-Faktor-Authentifizierung finden

Die größte Hürde ist herauszufinden, wo die Anbieter im Webinterface oder in der App die Einstellungen zur Zwei-Faktor-Authentifizierung versteckt haben. Es kursieren verschiedene Begriffe: Zwei-Faktor-Authentifizierung, 2FA, „Zweistufige Authentifizierung“, „Zweistufige Überprüfung“, „Bestätigung in zwei Schritten“, „Zusätzlicher Schutz“ oder MFA (Multi-Faktor-Authentifizierung). Manchmal heißt es auch nur „Bestätigung über Google Authenticator App“, wenn eigentlich TOTP gemeint ist. Googles App ist eine TOTP-Implementierung, aber bei Weitem nicht die einzige (siehe S. 28).

Suchen Sie nach diesen Schlagwörtern in den Einstellungen. Meist werden Sie fündig in Rubriken wie (Erweiterte) Sicherheit, Datenschutz, Account-Zugriff, Privatsphäre, Benutzereinstellungen oder Kontoeinstellungen. Mal sind es nur zwei Klicks, aber nicht selten ist die Funktion in den Untermenüs vergraben. Bei manchen Diensten muss man, um TOTP oder U2F/FIDO2 verwenden zu können, vorher eine Telefonnummer für SMS hinterlegen oder 2FA über SMS einrichten. Vermutlich dient das als Backup, falls man keinen Zugriff mehr auf die Authenticator-App oder den FIDO-Stick hat. Solche Einschränkungen sind unschön, weil ausgerechnet SMS-Codes aus Sicherheitsperspektive nicht mit dem technisch sehr sicheren FIDO2 mithalten können.

Zum Verwechseln ähnlich benannt sind manchmal die Optionen zur Absicherung des Passwort-Resets („Passwort vergessen“). Bevor Onlinedienste einen Passwort-Zurücksetzen-Link verschicken, fragen manche von ihnen nach einem per SMS versandten Code oder nach einer vorher eingerichteten Frage („Wie lautet der Geburtsname Ihrer Mutter?“). Achten Sie



**Richtet man in Instagram die 2FA per App ein, erscheint für eine neu eingerichtete App eine Warnung, aber für Anmeldeversuche per Webseite nicht.**

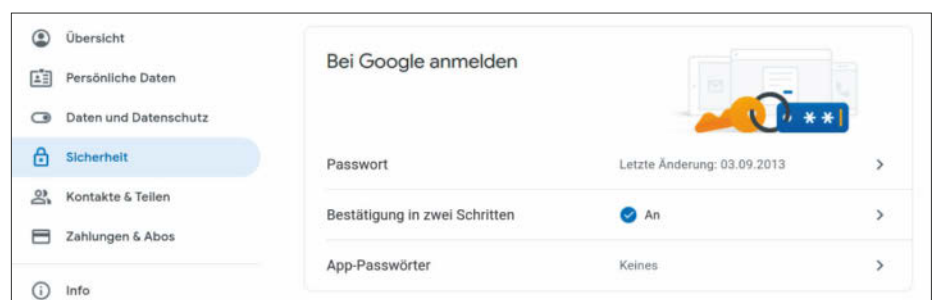
also genau darauf, was der zweite Faktor tatsächlich schützt (siehe Instagram-App).

Bei Microsoft ist der Übergang zwischen den Funktionen, „Schutz des Kennwort-Resets“ und „2FA“ fließend. Dort legen Sie erst fest, womit Sie Ihre Identität nachweisen wollen und aktivieren dann die „Zweistufige Überprüfung“.

## 2FA-Datenbank und FIDO2 ausprobieren

Leider geben viele Dienste außerhalb der Einstellungsdialoge keine präzise Auskunft, welche Verfahren sie verwenden. Eine gute Quelle, die solche Informationen stets aktuell und übersichtlich bereitstellt, ist die als Open-Source-Projekt gepflegte Datenbank „2FA Directory“. Unter der Adresse [2fa.directory](https://2fa.directory) (siehe [ct.de/yq6q](https://ct.de/yq6q)) erfahren Sie, ob Ihr Anbieter Zwei-Faktor-Authentifizierung unterstützt und finden auch Links zu den jeweiligen Hilfe-seiten.

Leider funktioniert auch nicht jede Kombination aus FIDO2-, U2F-Stick oder Geräte-Chip, Betriebssystem, Browser und Onlinedienst. So verweigert Microsoft den



**Zwei-Faktor-Authentifizierung richtet man über die Kontoeinstellungen ein. Dort findet man oft unter einem Menüpunkt wie „Sicherheit“ eine eigene Rubrik. Bei Google heißt sie „Bestätigung in zwei Schritten“.**



## Passwortmanager: 1-Faktor hegen und pflegen

Passwortmanager helfen, die Sicherheit Ihrer Onlinekonten zu steigern. Vergangenes Jahr haben wir 25 Passwortmanager getestet [1]. Gute Erfahrungen haben wir mit Bitwarden und KeePassXC gemacht. Letzterer eignet sich eher für den lokalen Betrieb. Es ist aber grundsätzlich möglich, die verschlüsselte Passwortdatenbankdatei etwa mit Clouddiensten zwischen mehreren Geräten zu synchronisieren. Bei Bitwarden ist diese Funktion eingebaut. Beide Programme sind Open Source und kostenlos nutzbar. Bitwarden verlangt für einige Features, etwa Zwei-Faktor-Authentifizierung über TOTP hinaus, 10 Euro im Jahr. Wer über etwas Know-how verfügt, kann mit Vaultwarden einen eigenen Passwortserver betreiben, der zu den offiziellen Bitwarden-Anwendungen kompatibel bleibt [2]. Bitwarden-Clients gibt es für Windows, Linux, macOS, Android und iOS. Den Passworttresor können Sie auch im Browser aufrufen.

Registrieren Sie zunächst einen Account auf vault.bitwarden.com. Dazu müssen Sie einen Nutzernamen und Ihre Mailadresse angeben und ein Masterpasswort setzen. Das dient fortan als Generalschlüssel Ihrer Passwortsammlung, es sollte also so sicher wie möglich sein. Ein langes Passwort ist wichtiger als viele Sonderzeichen. Denken Sie daran, dass Sie sich das Passwort merken und es höchstwahrscheinlich auch mal außerhalb des Rechners eintippen müssen. Den Zugang zu Ihrem Tresor sollten Sie außerdem mit einem zweiten Faktor versehen. In der kostenlosen Variante steht bei Bitwarden dafür das TOTP-Verfahren zur Verfügung. Sie aktivieren TOTP in den Einstellungen unter dem Menüpunkt „Zwei-

Faktor-Authentifizierung“. Um sich nicht auszusperrern, sollten Sie sich auch die Wiederherstellungscodes anzeigen lassen und sie im Anschluss sicher aufbewahren. Mehr dazu im Artikel auf Seite 30. Wenn Sie die App auf dem Smartphone nutzen, empfiehlt sich die Entsperrung per Fingerabdruck.

Der (Web-)Tresor listet alle Ihre Accounts auf. Hier herrscht zunächst noch gähnende Leere. Es gilt nun, Ihre Accounts samt Zugangsdaten anzulegen. Das können Sie in einer großen Hau-Ruck-Aktion manuell erledigen oder Sie installieren die Bitwarden-Browsererweiterung und erledigen den Umzug Schritt für Schritt. Die Erweiterung fragt Sie beim Login auf Webseiten, für die noch keine Zugangsdaten im Tresor liegen, ob Nutzernamen und Passwort gespeichert werden sollen. Das sollten Sie bestätigen und bei der Gelegenheit direkt prüfen, ob das aktuell genutzte Passwort sicher genug ist. Wenn nicht, schmeißen Sie den Passwortgenerator an, der in allen Bitwarden-Anwendungen zur Verfügung steht. Dabei können Sie zwischen Passwörtern und Passphrasen wählen und diverse Parameter setzen, zum Beispiel die Passwortlänge oder ob es Sonderzeichen, Ziffern und Groß- und Kleinbuchstaben enthalten soll. Darauf, ob das Passwort gut zu merken ist, müssen Sie keine Rücksicht mehr nehmen, darum kümmert sich ab jetzt die Software. Sie müssen lediglich das Masterpasswort im Kopf behalten. Mit dem Werkzeug „Bericht über wiederverwendete Passwörter“ warnt Bitwarden, wenn Sie entgegen der ausdrücklichen Empfehlung für mehrere Dienste das gleiche Passwort nutzen.

**Schluss mit Kopfzerbrechen und Eselsbrücken: Der Passwortgenerator nimmt Ihnen die Denkarbeit beim Erstellen starker Passwörter ab.**

**Der Anmeldevorgang wird durch das automatische Ausfüllen der generierten Passwörter nicht nur sicherer, sondern auch komfortabler.**

Ersetzen Sie jetzt Ihr altes Passwort bei dem Onlinedienst durch das sichere Passwort aus dem Generator und melden sich erneut an. Die Browsererweiterung bietet nun an, das Passwort im Tresor zu aktualisieren. Dem stimmen Sie zu. Falls bei diesem Vorgang mal etwas schief läuft und Sie ein bombensicheres, nicht merkbares Passwort beim Dienst gesetzt haben, ohne dass es in Ihren Tresor gewandert ist, haben Sie sich nicht endgültig ausgesperrt. Sie können das Passwort immer noch über die herkömmliche „Passwort vergessen?“-Funktion des Dienstes zurücksetzen. In solchen Fällen hilft auch ein Blick in die Passworthistorie des Generators. Sie listet die letzten generierten Passwörter, egal ob sie in den Tresor gewandert sind oder nicht. Wenn Sie Ihr Passwort um einen zweiten Faktor wie TOTP oder U2F ergänzen und diesen verlieren, kann es schon kniffliger werden.

Sobald Nutzernamen und Passwort eines Dienstes im Tresor gelandet sind, füllt Bitwarden dessen Login-Formulare im Browser automatisch aus, wenn Sie auf das Icon der Bitwarden-Browsererweiterung klicken oder die Tastenkombination Cmd- oder Windows-Taste+Umschalt+L betätigen. Mit den grundlegenden Funktionen sind Sie nun vertraut und Ihre Accounts durch starke Passwörter ein gutes Stück sicherer.



## U2F und FIDO2

Aus Nutzersicht unterscheidet sich die Einrichtung von U2F und FIDO2 nicht. Wählen Sie in den Zwei-Faktor-Einstellungen als Typ „Sicherheitsschlüssel“, U2F, FIDO2 oder ähnliches aus, soweit verfügbar. Dann fragt der Browser, ob Sie der Webseite den Zugriff auf das Sicherheitsgerät gestatten. Beim älteren U2F-Verfahren sind es ausschließlich externe USB-Sticks.

Bei FIDO2 können Sie je nach Betriebssystem und Browser den Sicherheitsstick auch per NFC oder Bluetooth koppeln oder den in PC, Tablet oder Handy eingebauten Sicherheitschip (Trusted Platform Module, TPM, oder Secure Element) verwenden. Bei Android heißt die Option verklausuliert „Displaysperre“. Unter macOS dienen der Fingerabdrucksensor, unter iOS je nach Gerät Fingerabdrucksensor oder Gesichtserkennung zum Entsperren des Chips. Unter Windows drängelt sich zunächst

Windows Hello vor. Bestätigen Sie den Vorgang so, wie Sie auch die Displaysperre aufheben, also per PIN, Fingerabdruck oder Hello-Kamera.

Wenn Sie stattdessen den Dialog abbrechen, können Sie einen angeschlossenen Sicherheitsstick verwenden. Der Stick blinkt und Sie bestätigen den Koppelvorgang per Druck auf die Taste oder Kontaktfläche des Sticks. Manche Dienste verlangen zusätzlich, dass der Sicherheitsstick per PIN gesichert wird. Falls Sie für Ihren Sicherheitsstick noch keine zugewiesen haben, können Sie eine neue PIN festlegen. Anschließend dürfen Sie bei vielen Anbietern für den neuen Eintrag einen Namen vergeben, damit Sie Ihre jeweiligen FIDO-Geräte später auseinanderhalten können.

Einige wenige Dienste wie Microsoft und eBay bieten an, mit FIDO2 ganz aufs

Passwort zu verzichten, aber die überwiegende Mehrheit beschränkt sich auf die Funktion als zweiter Faktor.

**Unter anderem bei: AWS, Facebook, GitHub, GitLab, Google, Microsoft, Twitter**



**Erkennt Ihr System den eingebauten Sicherheitschip, dürfen Sie auch diesen auswählen, sonst müssen Sie ein externes Gerät wie einen FIDO2-USB-Stick verwenden.**

## ALL ABOUT HISTORY – Schätze aus der Vergangenheit

### Tauchen Sie ein in vergangene Zeiten:

All About History beleuchtet alle zwei Monate die großen Epochen und Ereignisse der Weltgeschichte und gräbt alte Schätze aus. Erfahren Sie alles über die verschiedenen Zeitalter von der Antike bis zur Gegenwart, die unsere Welt geprägt haben.

35%  
RABATT



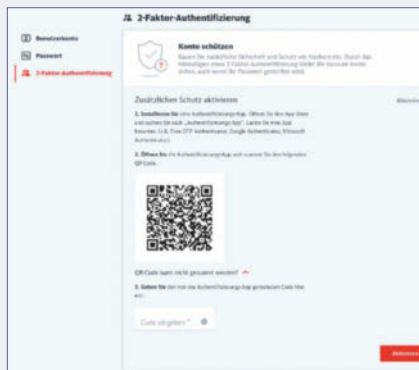
2 Ausgaben testen:

[www.emedia.de/history-mini](http://www.emedia.de/history-mini)



## TOTP (Authenticator App)

In den Zwei-Faktor-Einstellungen heißt TOTP oft „Bestätigung per Authentifizierungs-App“, irgendwas mit „Google Authenticator“ oder „(zeitbasiertes) Einmal-kennwort“. Sie werden zunächst aufgefor-



Um die Einrichtung von TOTP abzuschließen, müssen Sie den QR-Code einscannen und dann den im Authenticator angezeigten Zahlencode eingeben.

dert, die App herunterzuladen und einzurichten. Auch wenn viele Dienste den Google Authenticator empfehlen, können Sie die Codes auch in einer anderen App wie andOTP oder Authy, einem Passwortmanager oder einem Hardwaregerät verwalten. Obacht: Microsoft versucht einem zunächst ein proprietäres nicht kompatibles Verfahren anzudrehen, aber man kann eine beliebige TOTP-App nutzen und auch Microsofts App spricht TOTP.

Wenn Ihnen der QR-Code angezeigt wird, scannen Sie diesen mit Ihrer App oder dem Lesegerät ein. Auf dem Smartphone starten Sie die TOTP-App und wählen „QR-Code scannen“. Lesen Sie den Code ruhig mit mehreren Geräten ein. Die Desktop-App „Yubico Authenticator“ sucht auf Wunsch den sichtbaren Bildschirmbereich nach QR-Codes ab.

Alternativ zum QR-Code können Sie sich auch eine Zeichenkette anzeigen lassen, wenn Sie auf einen Satz wie „Ich kann

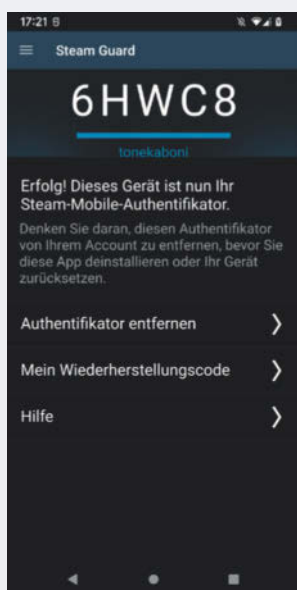
den QR-Code nicht scannen“ klicken. Die Zeichenkette können Sie kopieren und manuell als TOTP-Geheimnis hinterlegen, etwa im Passwortmanager oder einer TOTP-App. Die Leerzeichen spielen keine Rolle. Manche Dienste wie Sipgate erzeugen aber jedes Mal ein neues Geheimnis, wenn Sie die Ansicht wechseln. Überprüfen Sie, ob alle Geräte das gleiche Ergebnis anzeigen.

Nachdem Sie den Code gescannt haben, wird Ihnen in Ihrer TOTP-App ein sechsstelliger Code angezeigt, der alle 30 Sekunden wechselt. Klicken Sie auf der Webseite auf „Weiter“ und bestätigen Sie mit dem Zifferncode. TOTP wird als zweiter Faktor in der Regel erst dann aktiv, wenn Sie mit einem Code die Einrichtung abgeschlossen haben.

Unter anderem bei: **DB, Fritzbox, Hetzner, IONOS, LinkedIn, Reddit, Sipgate, Slack, WISO Steuer, Xing**

## Anbieter-App

Auch eine anbieterspezifische App kann einen komfortablen zweiten Faktor abgeben. Manch ein Dienst wie Google



Steam Guard arbeitet ähnlich wie TOTP, aber man ist auf die Steam-App festgelegt.

oder Dropbox richtet das auch automatisch ein, sobald Sie auf einem anderen Gerät angemeldet sind. Ansonsten finden Sie es als eine weitere Option in den Zwei-Faktor-Einstellungen, etwa unter der Bezeichnung „App verwenden“. Teilweise heißt es auch ganz anders, wie bei Steam, wo 2FA auf den Namen „Steam Guard“ hört.

Die Einrichtung und Arbeitsweise der App ist je nach Dienst unterschiedlich, wird aber meist gut erklärt. Bei Steam müssen Sie einen per SMS zugesandten Code hinzufügen, bei Microsoft einen QR-Code einscannen. Letzteres ähnelt dem TOTP-Verfahren. Microsoft versucht so, alle an TOTP Interessierten zu seinem eigenen Verfahren zu locken.

Bei manchen Apps reicht es einfach, nur auf dem Handy oder Tablet den Login zu bestätigen. Andere Apps zeigen wie bei TOTP einen Code an, den man im Browser angeben muss.

Unter anderem bei: **Dropbox, eBay, Instagram, Microsoft, PayPal, Steam**

## SMS

Relativ einfach ist die Einrichtung von SMS als zweiter Faktor und funktioniert ähnlich wie die mTAN beim Onlinebanking, krankt aber an den gleichen Problemen. Dazu geben Sie unter den Zwei-Faktor-Einstellungen Ihre Rufnummer an. Kurze Zeit später sollten Sie eine SMS mit einem Code erhalten. Bestätigen Sie die Einrichtung mit Eingabe des Codes. Falls keine SMS kommt, versuchen Sie sich erneut eine SMS zuschicken zu lassen oder schauen Sie im Spam-Bereich Ihrer SMS-App.



Indem sie 2FA-Codes nur per SMS schicken, machen es sich viele Dienste einfach.



passwortfreien Login mit FIDO2-Stick unter Linux mit Firefox, aber mit Chromium klappt es anstandslos. Wenn Sie testen wollen, ob Ihr Computer, Smartphone und Sicherheitsstick mit FIDO2 zurechtkommt, empfehlen wir die Demoseite [webauthn.io](https://webauthn.io). Dort sehen Sie in der Regel, welche Verfahren Ihr Browser unterstützt und welche Geräte er erkennt – eingebaut oder extern.

### Änderungen kontrollieren

Ganz gleich, wie Sie vorgehen und für welches Verfahren Sie sich entscheiden: Loggen Sie sich nach der Veränderung der Zwei-Faktor-Einstellungen nicht aus. Öffnen Sie eine neue Browser-Sitzung, am besten auf einem anderen Computer, mit einem anderen Browser oder zumindest als Privat- oder Inkognito-Fenster. Ein neuer Tab reicht nicht. Versuchen Sie, sich dort anzumelden. Wird der zweite Faktor abgefragt? Klappt die Anmeldung per TOTP-Code, Sicherheits-Stick oder Geräte-Anmeldung? Funktioniert die Anmeldung auch auf anderen Geräten und in Anwendungen, die Sie benötigen?

Solange Sie in einer Sitzung angemeldet sind, haben Sie noch einen Fuß in der virtuellen Tür. So können Sie die Einstellungen korrigieren und verhindern, dass Sie sich schlimmstenfalls aussperren. Insbesondere später, wenn Sie einen zweiten Faktor entfernen oder andere 2FA-Optionen anpassen, sollten Sie vorm Abmelden prüfen, ob Sie immer noch Zugang haben.

Notieren Sie sich auch angezeigte Backups-Codes oder erzeugen Sie diese, soweit es angeboten wird. Kontrollieren Sie auch, ob der angezeigte Backup-Code mit dem notierten übereinstimmt. Gemein: Viele Dienste erzeugen jedes Mal einen neuen Backup-Code, wenn Sie sich diesen anzeigen lassen, verraten das aber nicht.

### Einfach loslegen

Hat man einmal angefangen einen zweiten Faktor einzurichten, ist die größte Hürde auch schon genommen. Jedes weitere Konto ist ratzfatz abgesichert. Damit es noch einfacher wird, sollten aber manche Onlinedienste ihre Implementierungen dringend überdenken. Dazu sollten

sie unbedingt mehr als einen zweiten Faktor anbieten, TOTP und FIDO2 unterstützen und proaktiv ihre Nutzer auffordern, mit Zwei-Faktor-Authentifizierung ihre Konten abzusichern.

Als Nutzer sollte man, damit sich die gewonnene erhöhte Sicherheit nicht als Bumerang ausweist, mehrere Zusatzfaktoren einrichten und die Backup-Codes gut aufbewahren. Wie man am besten verhindert, sich selbst durch verlorene oder defekte Geräte auszusperrern, erklärt der folgende Artikel. Dann steht sicherem und entspanntem Anmelden nichts mehr im Weg. (ktn@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Jan Schüßler und Marvin Strathmann. Ich kaufe ein \*\*\*\*, 25 Passwortmanager für PC und Smartphone, c't 5/2021, S. 16
- [2] Niklas Dierking, Geheimniskrämer, Der Raspberry Pi als Passwort-Server, c't 9/2021, S. 18

Links zu 2FA-Datenbank und FIDO2-Testseite: [ct.de/yq6q](https://ct.de/yq6q)

Die Online-Konferenz von Heise

 heise Academy

# Data Science im Unternehmen

Meistern Sie Ihre Data-Science-Projekte – von der Idee zur Produktion

**26. APRIL 2022**

**1 Tag. 1 Projekt. 6 Experten.**

Das lernen Sie auf der Konferenz:

- Business Understanding für Data Science
- Datensuche, Exploration und Statistik
- Sprachmodelle und Sentiment-Analyse
- Erstellung eines Vorhersagemodells
- Data Storytelling: Reporting und Best Practices
- Operationalisierung von Data Science

**Jetzt**

Data-Science-  
Experte  
werden!



**MEHR INFOS**

[konferenzen.heise.de/data-science/](https://konferenzen.heise.de/data-science/)



# Größte anzunehmende Unfälle

## Zwei-Faktor-Strategie ohne Frust bei Verlust

**Der zweite Faktor sollte Angreifer aussperren, Sie aber keinesfalls. Auch dann nicht, wenn Sie das Handgepäck verlieren oder zu Hause eingebrochen wurde. Mit unseren Tipps für eine systematische Bestandsaufnahme vermeiden Sie Login-Katastrophen.**

Von Jan Mahn

Sie haben bereits für alle Dienste einen zweiten Faktor aktiviert, authentifizieren sich bereits mit SMS-Codes, FIDO2-Sticks und TOTP-Apps und fühlen sich rundum sicher? Dann hätten wir noch eine Frage, die Sie beunruhigen könnte: Haben Sie auch an Backups Ihrer zweiten Faktoren gedacht? Bei Dateien hat es sich bereits herumgesprochen: Backups sind unersetzlich, denn allzu schnell haben sich Emotet oder andere Verschlüsselungstrojaner Ihrer Daten bemächtigt. Hat man ein Backup, sollte man sich auch Gedanken machen, wie man an die Daten kommt, wenn die Wohnung unter Wasser steht – ein sogenanntes Offsite-Backup (am besten verschlüsselt) in der Cloud oder bei Freunden muss her. Gleiches gilt für die Sicherungen Ihrer zweiten Faktoren.

Vorab direkt die schlechte Nachricht: Wenn Sie bei einem Dienst einen zweiten Faktor eingerichtet haben und auf diesen aus welchem Grund auch immer nicht mehr zugreifen können, brauchen Sie nicht auf die Hilfe der Dienstanbieter zu

hoffen: Bei Facebook, Twitter, Google & Co. können Sie sich in dem Moment innerlich von Ihrem Account verabschieden, in dem Sie den zweiten Faktor unrettbar verloren haben. Der Support wird sich mit Ihrem Problem sicher nicht im erhofften Maße beschäftigen – irgendwie auch zu Recht, denn sonst könnten ja auch Angreifer mit netten Mails an den Support und hübschen Geschichten an Ihren Account gelangen. Eine Chance haben Sie beim Support oft nur, wenn Sie dort eine bestätigte postalische Adresse hinterlegt haben.

Damit es nie so weit kommt, dass Sie verzweifelt den Support kontaktieren müssen, gilt: Zweite Faktoren sind Rudeltiere, keine Einzelgänger: Die allermeisten Dienste, die einen zweiten Faktor anbieten, kennen die Option, mehrere Verfahren und auch dort jeweils mehrere Geräte zu nutzen – also zum Beispiel mehrere FIDO-Sticks und mehrere TOTP-Apps. Machen Sie davon reichlich Gebrauch. Nur wenige erlauben nur einen einzigen zweiten Faktor.

### Was kann schon schiefgehen?

Zu einer sinnvollen Zwei-Faktor-Strategie gehört deshalb eine Backupstrategie und deren Ausarbeitung darf ruhig einen regnerischen Nachmittag in Anspruch nehmen. Nehmen Sie am besten Zettel und Stift oder eine Tabellenkalkulationssoftware zur Hand und verschaffen sich zunächst einen Überblick, was bei Ihnen alles als zweiter Faktor herhält: Handy mit Apps und SMS, FIDO-Stick, das TPM in Desktop und Notebook, externer TOTP-Generator. Der Artikel ab Seite 18 beschreibt konkret, wo bei den einzelnen Verfahren das schützenswerte Geheimnis abgelegt wird.

Im zweiten Schritt bietet sich eine simple Tabelle an – in die Spalten nebeneinander



Bild: Andreas Martini

kommen die genutzten zweiten Faktoren, in die Zeilen untereinander alle Dienste, bei denen Sie Konten haben. Im Passwortmanager des Vertrauens, den Sie als ersten Schritt zur Absicherung Ihrer Logins eingerichtet haben, bekommen Sie den besten Überblick, bei welchen Diensten noch Accounts existieren. Sind Spalten und Zeilen vorbereitet, setzt man Häkchen überall dort, wo der zweite Faktor eingerichtet ist.

Dabei lohnt es sich, bei jedem Dienst direkt die Einstellungsseiten zu besuchen und möglichst viele zweite Faktoren einzurichten, damit sich die Tabelle mit Häkchen füllt. Auf Seite 31 sehen Sie, wie eine solche Tabelle aussehen kann. Außerdem kann man bei der Gelegenheit noch einmal sicherstellen, dass alle Kennwörter zufällig generiert und möglichst lang sind. Im gleichen Schritt schadet es nicht, bei den Diensten die Wiederherstellungscodes, sofern angeboten, abzurufen. Das sind Zweitschlüssel für den Notfall, dass alle anderen zweiten Faktoren nicht mehr zur Verfügung stehen. Accounts, die Sie nicht mehr brauchen, sollten Sie direkt löschen.

Am Ende der mühsamen Prozedur haben Sie eine bestenfalls gut mit Häkchen gefüllte Tabelle als Arbeitsgrundlage für die nächsten Schritte. Herausfiltern können Sie zunächst alle Dienste, die keinen zweiten Faktor unterstützen. Das sind offene Baustellen für später. Sofern Sie dort ein einmaliges und langes Kennwort einsetzen, haben Sie Ihre Schuldigkeit getan.

Mit den verbliebenen Zeilen in der Tabelle können Sie jetzt verschiedene Szenarien durchspielen, indem Sie einzelne oder mehrere Spalten abdecken oder ausblenden. Was passiert zum Beispiel, wenn im Zug der Rucksack mit Handy, Laptop und FIDO2-Stick abhandenkommt? Sofern dann in einer Zeile, also bei einem



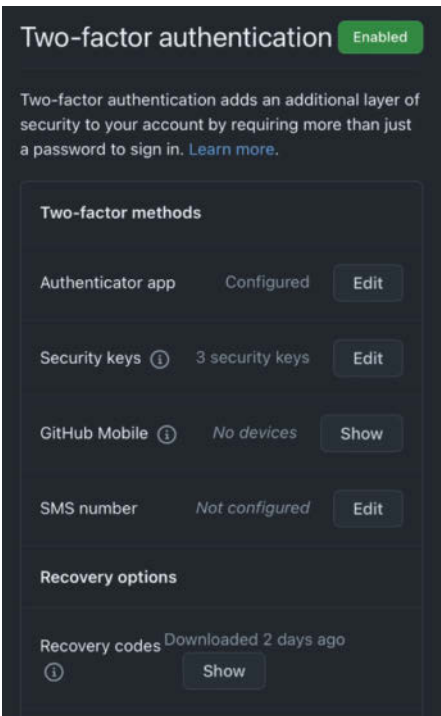
Dienst, kein Häkchen mehr übrig bleibt, besteht Handlungsbedarf.

Was tun?

Sobald Sie problematische Zeilen ausgemacht haben, müssen Sie nachlegen und möglicherweise neue Spalten, also zusätzliche Faktoren, anlegen. Zunächst sollten Sie aber überlegen, ob Sie schon alle Optionen ausgeschöpft haben, die Ihnen zur Verfügung stehen. Macs, Windows-PCs, iOS- und Android-Telefone mit TPM arbeiten zum Beispiel sehr komfortabel als FIDO2-Authenticator, ganz ohne Investition in einen FIDO2-Stick – das sollten Sie nutzen, mehr dazu ab Seite 18. Wer bereit ist, das Geld auszugeben, kann zusätzlich in einen FIDO2-Stick als Backup investieren, der (mit PIN gesichert) bei vertrauenswürdigen Freunden, Verwandten oder im Bankschließfach landet.

Eine kostenlose Alternative ist ein Open-Source-Passwortmanager wie Kee-PassXC, der unter Windows, Linux und macOS läuft. Er legt seine Kennwortdatenbank verschlüsselt in einer Datei ab. Andere Passwortmanager, die so arbeiten, eignen sich ebenfalls als letzte Reserve. Speichern können Sie in den meisten Passworttresoren nicht nur Kennwörter, sondern sämtliche Geheimnisse in Form von „Notizen“ oder „Anmerkungen“. Legen Sie sich also eine Backup-Datenbank im Passwortmanager an und füllen die mit allem, was die Dienste hergeben, etwa mit sämtlichen Wiederherstellungscodes. Hinzu kommen Geheimnisse, die beim Einrichten von TOTP zusätzlich zum QR-Code angezeigt werden. Damit können Sie zusammen mit Account- und Dienstname später im Notfall eine frische TOTP-App einrichten.

Zu guter Letzt speichern Sie die Antworten auf die leidigen Sicherheitsfragen, die einige Dienste bis heute stellen, ebenfalls in der Datei. Weil diesen Fragen ein völlig antiquiertes Konzept zugrunde liegt, beantworten Sie die Frage nach dem Namen Ihrer Großmutter nicht wahrheitsgemäß, sondern generieren mit dem Passwortmanager eine Zufallszeichenkette als Antwort – dann haben auch Angreifer



Viel hilft viel: GitHub zeigt in den Einstellungen eine ausführliche Übersicht über die eingerichteten Faktoren.

keine Chance, die eine solche Information mit wenig Aufwand zum Beispiel aus den sozialen Netzwerken oder durch Nachfragen bei Ihnen oder Verwandten herausfinden könnten.

Wenn Ihre Datenbank für alle Notfälle gefüllt ist und Sie die wichtigen Lücken in der Tabelle schließen konnten, verschließen Sie die Geheimnisdatenbank mit einem wirklich sicheren Kennwort. Die Datenbankdatei lagern Sie dann zum Beispiel auf zwei USB-Sticks, einer bleibt zu Hause und einer liegt außer Haus. Für das Kennwort überlegen Sie sich einen anderen sicheren Ort, oder verwenden direkt den ersten Satz Ihres Lieblingsbuchs. Das lässt sich auch beschaffen, wenn die Wohnung unter Wasser steht.

Muss ich sperren?

Trotz Backupstrategie ist der Verlust der zweiten Faktoren ein Problem: Ein Dieb oder unehrlicher Finder Ihres Rucksacks mit allerhand Faktoren darin könnte ver-

suchen, auch Ihre digitale Identität zu übernehmen. Anders als bei einem verlorenen Portemonnaie und dem Verlust von Bank- sowie Kreditkarten müssen Sie aber nicht direkt die Kartensperrhotline (116 116) anrufen. Für zweite Faktoren gibt es die bisher auch nicht – eine häufige Kritik am FIDO-Standard. Doch ganz so einfach ist es für den Finder ohnehin nicht.

Zunächst ein Blick auf alle Geräte, an denen Sie sich anmelden müssen, also Telefone, Laptops und Tablets: Wenn dort das TPM als Hort für Geheimnisse genutzt wird, ist dieses mit Kennwort, PIN oder Fingerabdruck verriegelt. Bei vielen TOTP-Apps etwa reicht es nicht mal, wenn das Telefon entsperrt ist – zum Nutzen der App muss man sich erneut mit Fingerabdruck oder PIN ausweisen. Wer die PIN zu oft falsch eintippt, der sperrt sich endgültig aus. Der Verlust des Laptops in der Bahn bleibt damit ärgerlich, wird aber nicht zum Sicherheitsdesaster. Es reicht, in Ruhe zu Hause zu einem der Backups zu greifen, sich bei allen Diensten anzumelden und die verlorenen zweiten Faktoren zu löschen. Es wäre zweifelsohne schön, wenn mal jemand einen Standard erfinden könnte, damit das automatisiert gelingt.

Einen genaueren Blick wert sind Codes per SMS. Ist das Mobiltelefon so eingestellt, dass es Textnachrichten im Sperrbildschirm vor der PIN-Abfrage einblendet, könnten Finder damit durchaus Schaden anrichten. Wenn Sie SMS-Codes als zweiten Faktor nutzen, schalten Sie diese Funktion im Telefon aus.

Bei FIDO-Sticks hängt die Schwere des Problems davon ab, wie Sie diese eingerichtet haben. Am bequemsten im Alltag ist es, auf eine PIN-Eingabe zu verzichten. Für einen Finder ist die Hürde dennoch vergleichsweise hoch – er müsste erstmal wissen, für welche Accounts der gefundene Stick eingerichtet ist. Dann bräuchte er immer noch Ihr sicheres Kennwort. Wenn Sie etwas Komfortverlust in Kauf nehmen, sichern Sie ihn per PIN. Gibt ein Finder die fünf Mal falsch ein, kann er den Stick nur noch zurücksetzen.

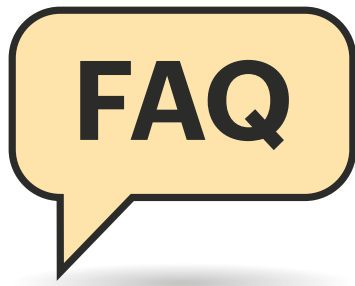
Lohnt sich das?

Eine gute Zwei-Faktor-Strategie ist wie eine Backupstrategie für Daten mühsam. Bewähren kann sie sich aber schneller, als man hofft. Es muss nicht immer der größte anzunehmende Unfall sein – es reicht, dass ein Handy den Geist aufgibt. Dann schnell wieder arbeiten zu können, ist die Mühe allemal wert. (jam@ct.de) ct

Zwei-Faktor-Strategie: Eine Beispieltabelle

Dienst	SMS	USB-C-FIDO-Stick	FIDO2 im Notebook	FIDO2 im Smartphone	TOTP-App	Probleme bei
GitHub		✓	✓	✓	✓	
Amazon	✓				✓	Verlust des Smartphones
Google	✓	✓	✓	✓		





# Kennwörter, FIDO2 und TOTP

In der Theorie sind zweite Faktoren einfach: Zusätzlich zum Kennwort in Kopf oder Passwortmanager muss man beim Anmelden beweisen, dass man etwas besitzt, das ein Geheimnis enthält. In der praktischen Umsetzung tauchen aber diverse Fragen auf – die häufigsten haben wir zusammengetragen.

Von Niklas Dierking und Jan Mahn

## Kennwörter

**?** Es heißt es immer, das Risiko sei groß, dass Webdiensten Kennwortdatenbanken abhandeln und man deswegen unbedingt für jeden Dienst ein eigenes Kennwort benutzen soll. Ist das wirklich so wahrscheinlich oder wird die Gefahr übertrieben dargestellt?

**!** Unbestritten gibt es viele Anbieter, die sehr verantwortungsvoll mit den Kennwörtern ihrer Nutzer umgehen, sie mit einem sogenannten Salt versehen sowie als Hash und nicht im Klartext abspeichern – mit einer solchen Kennwortdatenbank kann ein Angreifer, der es geschafft hat, in einen Server einzubrechen, sehr wenig anfangen. Ein kleiner Anteil der Anbieter dagegen hat die Security-Empfehlungen der letzten 20 Jahre verpennt, schlampt zusätzlich mit Updates und lässt sich unverschlüsselte Kennwortlisten megabyteweise klauen. Wenn man Konten bei diversen Webshops und Foren hat, ist die Wahrscheinlichkeit daher sehr hoch, dass ein schwarzes Schaf dabei ist.

Wer wissen will, ob Benutzername/Kennwort-Datensätze für eigene Accounts bereits im Umlauf sind, kann die Suche auf haveibeenpwned.com bemühen und dort seine Mailadresse eintippen, die ja bei den meisten Diensten als Benutzername herhält. Die Seite wird von einem Freiwilligen ohne kommerzielles Interesse betrieben und verwahrt Datensätze aus bekannten Leaks, deren Daten meist schon in dunklen Kreisen gehandelt werden. Nach Angaben des Betreibers hat er bereits 11 Milliarden kompromittierte Accounts in seiner Datensammlung. Das sollte auch den

letzten Fan von vermeintlich sicheren Universalkennwörtern überzeugen, für jeden Dienst unbedingt ein eigenes zu vergeben. Eine deutschsprachige Alternative ist die vom Hasso-Plattner-Institut betriebene Seite [sec.hpi.de/ilc](https://sec.hpi.de/ilc).

**?** Ist es sicher, wenn ich mich bei Online-diensten mit meinem Google-, Facebook- oder GitHub-Account einlogge?

**!** Das Angebot, sich über den Account eines Anbieters anzumelden, findet man im Internet häufig. Auf immer mehr Websites gibt es Buttons wie „Login mit Facebook oder Google“. Die vermittelnden Anbieter sind in der Lage, Ihre Anmeldungen sehr sicher zu gestalten – sicherer womöglich als ein kleiner Webshop-Betreiber, der darauf angewiesen ist, dass sein IT-Dienstleister regelmäßig die Webshop-Software aktuell hält. Wer gelegentlich in unterschiedlichen kleinen Shops einkauft, ist zum Beispiel mit einem „Check out über Amazon“ oft sicherer unterwegs als mit einem neuen Kundenkonto.

Andererseits werden die großen Dienste damit auch zu einem „Single Point of Failure“ und für Angreifer wird es reizvoller, solche Accounts zu erbeuten. Deshalb sollte man solche Funktionen nur nutzen, wenn man den Account beim großen Anbieter mit allen zur Verfügung stehenden Mitteln vernagelt hat. Ein anderes Problem kann man nicht lösen: Google, Facebook & Co. bieten diesen Dienst nicht aus purer Nächstenliebe an. Im Gegenzug für die Dienstleistung sammeln sie durch Tracking Nutzungsdaten, merken sich also zum Beispiel, in welchen Shops man sich rumtreibt. Solche Informationen kön-

nen dann in personalisierte Werbung einfließen.

## FIDO2 und Kryptografie

**?** Mal lese ich von FIDO2, mal von Webauthn. Wie heißt das denn jetzt?

**!** Hinter beiden Begriffen steckt die FIDO-Alliance, bei der Branchengrößen wie Apple, Amazon, Google, Intel und Microsoft Mitglied sind. Für eine FIDO2-Anmeldung braucht man zwei Komponenten: Auf der einen Seite muss der Browser mitspielen, per JavaScript Bescheid bekommen, dass eine Anmeldung über FIDO2-Hardware stattfindet, und den Auftrag an die Hardware übergeben. Dieser Teil ist im Webstandard mit dem Namen Webauthn (kurz für Web Authentication) geregelt, der vom World Wide Web Consortium (W3C) verwaltet wird. Die zweite Komponente ist die Hardware selbst (als Stick oder über das in Geräten eingebaute TPM oder Secure Element). Der Standard dafür heißt „Client to Authenticator Protocol“ (CTAP) und wird von der FIDO Alliance betreut.

**?** Bei FIDO2 und U2F gibt es ein Geheimnis, das in der Hardware liegt. Wird das beim Anmelden übertragen? Dann wären die Verfahren ja genauso unsicher und anfällig gegen Man-in-the-Middle-Angriffe wie Kennwörter.

**!** Das kryptografische Geheimnis verlässt den FIDO2-Stick oder das TPM niemals. Zum Einsatz kommt ein Challenge-Response-Verfahren, also asymmetrische Kryptografie: Der Server schickt eine Zeichenkette, im Krypto-Chip wird diese



kryptografisch signiert und zurückgeschickt (der Browser vermittelt zwischen Server und Chip). Der Server kann anhand der Signatur überprüfen, dass Sie im Besitz des Geheimnisses sind, ohne dass das Geheimnis selbst verschickt wird. Nach demselben Prinzip funktionieren auch viele andere asymmetrische Verfahren wie die Zertifikatsanmeldung bei SSH-Verbindungen oder eine digitale Unterschrift.

Schafft es ein Angreifer, sich in den Verkehr zwischen Ihrem Browser und dem Server einzuklinken, kann er dort wenig Schaden anrichten. Wenn er nur den Verkehr mitliest, sieht er keine Geheimnisse. Schafft er es, den Verkehr zu manipulieren, kann er schlimmstenfalls dafür sorgen, dass eine Anmeldung scheitert. Er kann dennoch keine Geheimnisse entführen. Was genau bei einer Webauthn-Anmeldung im Hintergrund passiert und wie man die Funktion in Webseiten einbaut, haben wir in einem Artikel für Entwickler ausführlich beschrieben [1].

**?** Ich verstehe immer noch nicht, warum das Geheimnis im Krypto-Chip unter keinen Umständen ausgelesen werden kann. Wenn es da reinkommt, muss man es doch auslesen können.

**!** Die Krypto-Chips im TPM und in FIDO2-Sticks wurden eigens für diesen Zweck entworfen, daher konnte man auch genau bestimmen, welche Funktionen sie haben. Einen Befehl, der das Geheimnis herausruft, gibt es nicht. Außerdem wird das Geheimnis nicht auf dem PC von einer Software generiert und dem Chip übergeben, sondern direkt in diesem ausgewürfelt und gespeichert. Immer wenn man einen FIDO-Stick auf Werkseinstellungen zurücksetzt, erzeugt er ein neues Geheimnis.

**?** Ist es klug, einen FIDO2-Stick im Rechner stecken zu lassen oder sollte ich ihn immer abziehen, um es Angreifern nicht zu leicht zu machen?

**!** Bei Notebooks gibt es zunächst eine ganz direkte Gefahr: Der Stick könnte unterwegs geklaut werden, wenn man den Rechner mal kurz allein lässt. Dann gibt es noch eine theoretische Gefahr aus der Ferne. Angreifer könnten probieren, dem Stick massenhaft Challenges zu schicken, die er signieren soll. Mit ausreichend signierten Zeichenketten könnten sie möglicherweise auf den Schlüssel schließen.

Das ist aber ein hypothetischer Angriff, den bisher noch niemand umgesetzt hat. Praktisch im Weg steht außerdem die Forderung im Standard nach „User Presence“. Der Benutzer muss bei jedem Login einen Hardware-Knopf betätigen. Besonders schützenswerte Dienste können auch „User verification“ (per PIN oder Biometrie) verlangen. Beides können Angreifer nicht für massenhaftes Signieren umgehen.

Wer ganz sicher gehen will, zieht den Stick immer ab und legt ihn weg, besonders wenn man ihn so konfiguriert hat, dass er neben seiner Arbeit als FIDO2-Authenticator auch als Tastatur-Emulator arbeitet und eine lange Passphrase auf Knopfdruck ausgibt. Nach unserer Langzeiterfahrung überleben alle Sticks, die aus einer durchgehenden Platine bestehen (wie die SoloKeys und YubiKeys) auch jahrelang am Schlüsselbund.

**?** Ich möchte FIDO2 ungern bei mehreren Diensten nutzen, weil ich Angst habe, damit meine Anonymität aufzugeben. Weil die Dienste ja beim Registrieren einen öffentlichen Schlüssel meines FIDO2-Sticks speichern, könnten sie sich untereinander austauschen, wo ich noch alles Accounts habe, oder stimmt das nicht?

**!** Genau das haben die FIDO2-Erfinder bedacht und verhindert: Die Sticks und auch die TPMs nutzen ihr Geheimnis, um für jeden Dienst einen eigenen Schlüssel abzuleiten – dafür verarbeiten sie die URL des Dienstes. Jeder Betreiber bekommt also einen eigenen öffentlichen Schlüssel zu sehen, Rückschlüsse auf Accounts bei anderen Anbietern sind nicht möglich.

## 2FA Implementieren

**?** Mein Arbeitgeber wünscht von mir als Entwickler, dass wir eine von uns entwickelte Anwendung mit einem zweiten Faktor absichern. Was sollte ich beachten, wo fange ich an?

**!** Am besten beschränken Sie sich auf TOTP und FIDO2. Damit erreichen Sie viele Anwender und haben sichere Verfahren. Für SMS-Codes braucht man einen SMS-Dienstleister und zahlt bei großen Nutzerzahlen recht viel Geld für ein vergleichsweise unsicheres Verfahren. Bevor Sie loslegen und FIDO2 und TOTP in die eigene Anwendung einbauen, sollten Sie überlegen, ob nicht auch ein vorgeschalteter Authentifizierungsdienst infrage kommt. Wie Sie mit der Open-Source-Software Authelia Webanwendungen ohne Programmieren mit zweitem Faktor sichern, haben wir bereits beschrieben [2].

Wenn Sie die Funktion selbst integrieren wollen, fangen Sie nicht bei null an – bei kryptografischen Funktionen sollte man immer auf erprobte und von einer großen Gemeinschaft geprüfte Bibliotheken setzen. TOTP- und Webauthn-Bibliotheken gibt es in vielen Programmiersprachen.

Machen Sie beim Design des Backends nicht den Fehler, nur einen zweiten Faktor pro Benutzer zu erlauben. In einer relationalen Datenbank sollte es eine eigene Tabelle mit einem Eintrag pro eingerichtetem Gerät geben. Im Frontend sollte es eine übersichtliche Einstellungsseite geben, in der man alte Faktoren auch löschen kann. Nur dann kann der Nutzer eine für ihn geeignete Backupstrategie umsetzen. Am besten gibt man ihm auch die Möglichkeit, jedem Gerät einen Namen zu geben. Um Supportanfragen bei verlorenen Geräten zu reduzieren, erinnern Sie Nutzer, die nur eine Methode zur Zwei-Faktor-Authentifizierung eingerichtet haben, regelmäßig daran, dass das nicht unbedingt geschickt ist.

(jam@ct.de)



## Literatur

- [1] Jan Mahn, Anmelde-Baukasten, Logins für Websites mit WebAuthn, c't 18/2019, S. 26
- [2] Niklas Dierking, Geschlossene Gesellschaft, Webanwendungen schützen mit Authelia, c't 21/2021, S. 140



# Webgesperrt

## Desinformationsembargo der EU gegen russische Staatsmedien

**In Windeseile haben die EU-Gremien Sanktionen gegen russische Staatsmedien verhängt. Die rechtlichen Grundlagen sind für Laien schwer durchschaubar, noch weniger die Konsequenzen, die sich daraus ergeben. Eine Einordnung.**

Von Tobias Keber

Die Europäische Union hat aufgrund der am 24. Februar begonnenen militärischen Invasion Russlands in der Ukraine umfangreiche Finanz- und Wirtschaftssanktionen verhängt. Sie knüpfen zum Teil an restriktive Maßnahmen gegen Russland an, die schon 2014 vor dem Hintergrund der völkerrechtswidrigen Annexion der Krim angenommen worden waren. Sanktionen sind Rechtsakte, die unter die Gemeinsame Außen- und Sicherheitspolitik (GASP) des Vertrags über die Europäische Union (EUV) fallen (Art. 23 bis 46 EUV). Ausgangspunkt ist jeweils ein Beschluss des Rates der Europäischen Union (Art. 28, 29 EUV). Dieser sogenannte Sekundärrechtsakt ist in der Regel eine Verordnung im Sinne des Vertrags über die Arbeitsweise der Europäischen Union, AEUV (Art. 215, 288 AEUV). Die Verordnung gilt deshalb direkt und bedarf für ihre Wirksamkeit keiner weiteren Umsetzung durch nationale Gesetzgeber.

Die Verordnung (EU) 2022/350 des Europäischen Rates vom 1. März 2022 hat jedoch Sanktionen zum Gegenstand, die das bisher übliche Maßnahmenportfolio (Beschränkungen der wirtschaftlichen Zusammenarbeit, diplomatische Maßnahmen oder das Einfrieren von Vermögenswerten einzelner Personen) um einen bemerkenswerten Aspekt erweitern, der in der Medien- und Netzgemeinde derzeit

heftig diskutiert wird: Der Rechtsakt verbietet es „Betreibern“, Inhalte von bestimmten Organisationen „zu senden oder deren Sendung zu ermöglichen, zu erleichtern oder auf andere Weise dazu beizutragen, auch durch die Übertragung oder Verbreitung über Kabel, Satellit, IP-TV, Internetdienstleister, Internet-Video-Sharing-Plattformen oder -Anwendungen, unabhängig davon, ob sie neu oder vorinstalliert sind.“ Adressaten des Desinformationsembargos sind „Betreiber“, die weder in der Verordnung noch andernorts unionsrechtlich definiert werden. Näher illustriert wird der Betreiberbegriff immerhin dadurch, dass ausdrücklich „Internetdienstleister, Internet-Video-Sharing-Plattformen oder -Anwendungen“ erfasst werden. Es handelt sich also um einen breiten personellen Anwendungsbereich, der auch Intermediäre (Host Provider) sowie Internetzugangsanbieter (Access-Provider) erfasst. Im Anhang der Verordnung gelistet werden die englisch-, deutsch-, französisch- und spanischsprachigen Inhalte von RT (ehemals Russia Today) sowie Inhalte des Radiosenders und Nachrichtenportals Sputnik, das ebenso wie RT vom staatlichen russischen Medienunternehmen Rossija Sewodnja (Russland heute) betrieben wird.

### Das Embargo

Die Verordnung vom 1. März sieht ein Sende- und Verbreitungsverbot für Inhalte von RT und Sputnik vor. Das bedeutet zunächst, dass deren Inhalte nicht gesendet werden dürfen und auch europäische Rundfunkveranstalter Inhalte der beiden Medien nicht übernehmen und weiterverbreiten dürfen. Das Verbot geht aber weit über ein lineares, also an der klassischen Verbreitung der Inhalte durch Rundfunk (über Kabel, Satellit oder IP-TV) orientiertes Verständnis hinaus. Damit sind Suchmaschinen wie Google ebenso adressiert wie YouTube, soziale Netzwerke oder Dienste, die die Internet-Konnektivität herstellen. Selbst Hersteller oder Händler

von Mobiltelefonen werden wohl vom Wortlaut erfasst, soweit sie Apps (Anwendungen im Sinne der Verordnung) auf Endgeräten vorinstallieren, mit denen gestreamte Inhalte von RT oder Sputnik empfangen werden können. Das gilt für alle Inhalte, also auch für Texte und Standbilder etwa auf Webseiten. Unter „auf andere Weise zur Verbreitung beitragen“ fallen mithin auch Anleitungen zum Umgehen eingerichteter Sperren.

### Störerhaftung

Für Access-Provider heißt das, dass sie Websperren implementieren müssen. Tatsächlich ist beispielsweise die Webseite von „rt.com“ aus den meisten Netzen heraus derzeit nicht erreichbar. Solche Websperren können IP- oder DNS-basiert umgesetzt werden. Das ist alles andere als neu und in anderem Zusammenhang, namentlich bei offensichtlich urheberrechtswidrigen Streamingportalen, gängige Praxis. Immerhin gibt es bei diesen Sperren durch Internetzugangsanbieter in Deutschland ein geregeltes Verfahren (Clearingstelle Urheberrecht im Internet, CUII), das informationelle Kollateralschäden („Overblocking“) zu vermeiden versucht.

Für Suchmaschinen verpflichtet das Desinformationsembargo zu Anpassungen der Suchergebnisse (Delisting). So liefert die Google-Suchanfrage „Russia Today“ derzeit den Hinweis: „Als Reaktion auf ein rechtliches Ersuchen, das an Google gestellt wurde, haben wir 2 Ergebnis(se) von dieser Seite entfernt. Weitere Informationen über das Ersuchen findest du unter [LumenDatabase.org](https://lumen.law).“

Spannend ist die Frage, ob auch Betreiber eines einzelnen Social-Media-Accounts sanktioniert werden können. Das ist praktisch von entscheidender Bedeutung, denn bereits ein einzelner Retweet oder das Verlinken eines verbotenen Inhalts könnte eine außenwirtschaftsrechtliche Sanktion beziehungsweise ein Bußgeld auslösen. Bei Inhabern von privaten Social-Media-Auftritten wird man den Begriff des „Betreibers“ noch verneinen können. Das setzt zumindest ein wirtschaftliches Tätigwerden voraus. Reichweitenstarke, professionelle Influencer dagegen könnten sehr wohl erfasst werden, wobei auch die eingesetzten Plattformen selbst Verbreitungshandlungen unterlassen und bei Zuwiderhandlung einschreiten müssen.

Der Sache nach geht es bei den dargestellten Konstellationen um Handlungen von Akteuren, die an der eigentlichen



Rechtsverletzung, also der Verbreitung von rechtswidrigem Inhalt in Gestalt von Propaganda, nur mittelbar beteiligt sind. Die Inhalte stammen nicht von ihnen selbst, werden aber durch ihre Infrastruktur weiterverbreitet. Auch diese Konstellation ist dem Internetrecht bestens bekannt: Es gelten grundsätzliche Haftungsprivilegien für Access- und Host-Provider. In bestimmten Ausnahmefällen sind sie aber wieder ausgeschlossen. Das geschieht über das Institut der Störerhaftung, mit der auch nicht unmittelbar Verantwortliche in Anspruch genommen werden können, wenn sie in irgendeiner Weise willentlich und adäquat kausal zur Rechtsverletzung beigetragen haben.

Das unscharf formulierte Desinformationsembargo muss mit Blick auf das Bestimmtheitsgebot und die Grundrechtskonformität der Maßnahme bei damit befassten Juristen ein Störgefühl auslösen. Auch im Unionsrecht gilt, dass eine Regelung klar und deutlich sein muss, damit die Betroffenen ihre Rechte und Pflichten unzweideutig erkennen und sich somit in ihrem Verhalten darauf einstellen können. Weiter ist das Recht auf freie Meinungsäußerung und die grenzüberschreitende Informationsfreiheit Teil des Primärrechts der EU (Art. 11 der Grundrechte-Charta, Art. 6 Abs. 1 EUV) und daher ein Maßstab, an dem auch das Sanktionsrecht zu messen ist.

### Der EuGH zu Wirtschaftssanktionen

Somit stellt sich die Frage, inwieweit das Desinformationsembargo vom 1.3.2022 mit diesen grundrechtlichen Vorgaben vereinbar ist und einer gerichtlichen Überprüfung standhalten würde. Rechtsschutz gegen Wirtschaftssanktionen unter der Ägide der GASP gibt es auf zweierlei Weise: Betroffene können direkt gegen die Verordnung mit einer Nichtigkeitsklage vor dem Europäischen Gericht (EuG) vorgehen (Art. 263 Abs. 4. AEUV), oder eine außenwirtschaftsrechtliche Umsetzungsmaßnahme (Bußgeld, Strafe) soll gerichtlich überprüft werden, wobei das dafür anzurufende deutsche Fachgericht das Verfahren eventuell aussetzen und die Rechtssache dem EuGH vorlegen müsste (Art. 267 AEUV).

Praxis dazu existiert: So hat Russia Today Frankreich gerade Klage vor dem EuG gegen die Sanktionen vom 1.3.2022 erhoben (AZ.: T-125/22). Während dieses Verfahren noch nicht entschieden ist, waren Maßnahmen aus dem Jahr 2014



Bild: BMWK / Dominik Butzmann

**Innerhalb der Bundesregierung ist Wirtschaftsminister Robert Habeck für die Umsetzung der Sanktionen gegen russische Staatsmedien zuständig.**

bereits Gegenstand europäischer Rechtsprechung. Im Urteil Rosnet (AZ.: Rechtsache C-72/15, Entscheidung v. 28.3.2017) äußerte der EuGH hinsichtlich der auch in diesem Verfahren problematischen Bestimmtheit der Maßnahmen zwar Bedenken, unterstrich aber den in diesem Bereich zugunsten der politischen Entscheidungsträger eingeräumten großen Einschätzungsspielräume (Rosneft Rn. 88).

Auf Ebene der Grundrechtsprüfung entschied der EuGH in diesem Fall, dass die unternehmerische Freiheit nach Art. 16 GRC sowie das Eigentumsrecht nach Art. 17 GRC der sanktionierten Akteure zwar betroffen, letztlich aber nicht verletzt war, da sich das Maßnahmenpaket insgesamt als verhältnismäßig erweise (Rosneft Rn. 148 ff.). Nicht geprüft, weil in dieser Konstellation nicht einschlägig, hat der EuGH in diesem Verfahren allerdings die Implikationen der Medienfreiheiten (Art. 11 GR-Charta). Auch insoweit gibt es einen Präzedenzfall: Das Maßnahmenpaket von 2014 adressierte unter anderem Herrn Dmitri Kisseljow, den Leiter der staatlichen russischen Nachrichtenagentur „Rossija Sewodnja“ und ihn betreffende Finanzsanktionen. In seiner Nichtigkeitsklage hat Kisseljow unter anderem eine Verletzung seiner Meinungsfreiheit geltend gemacht. Dem ist das EuG nicht gefolgt und wies darauf hin, dass die Meinungsfreiheit unter den in Art. 52 Abs. 1 der Charta genannten Voraussetzungen eingeschränkt werden kann. Insgesamt erachtete das Gericht den

Eingriff angesichts der besonderen Umstände als verhältnismäßig. Das Gericht erörterte auch die Frage, wie weit sich unmittelbar dem Staat zurechenbare Entitäten überhaupt auf die Medien- und Informationsgrundrechte berufen können. Dem liegt die Überlegung zugrunde, dass Grundrechte sich gegen Staaten richten, diese also grundrechtsverpflichtet und nicht auf der anderen Seite auch grundrechtsberechtigt sein können.

### Grundrechtskonforme Auslegung

Im Ergebnis wird man sich um eine grundrechtsschonende Auslegung des Sanktionstatbestands bemühen müssen. Völkerrechtlich ist Kriegspropaganda nach Artikel 20 des Internationalen Pakts über bürgerliche und politische Rechte verboten. Auf der anderen Seite ist im Lichte von Art. 11 GR-Charta schon problematisch, dass die Maßnahmen kanalspezifisch und nicht inhaltespezifisch ansetzen. Insoweit würden sie in der Theorie auch die Verbreitung von völlig unpolitischen Inhalten verbieten. Praktisch wird dieses Beispiel bei einem „Nachrichtensender“ indes wohl kaum relevant. Einen smarteren, nur auf bestimmte Inhalte abstellenden Ansatz würde man im Bereich der Medienregulierung erwarten, im Bereich der Außen- und Sicherheitspolitik geht der Einschätzungsspielraum der im Rat vertretenen Mitgliedstaaten wohl grundsätzlich vor.

Andererseits gebieten es auch die Sicherheitsinteressen nicht, Inhalte unter allen Umständen und ihre Verbreitung durch alle potenziellen Akteure zu verbieten. Wenn sich etwa ein Blogger mit der auch bei RT verbreiteten Rede Putins vom 24.2.2022 inhaltlich auseinandersetzt und hieraus zitiert, ist dies im Lichte seiner Medienfreiheit zulässig. Auch für Access-Provider, Suchmaschinen, Videoplattformen und soziale Netzwerke wird man für die Störerhaftung Außengrenzen definieren müssen. Traditionell geschieht dies über das Kriterium der Unzumutbarkeit. Eine solche wird man aber nicht schon deshalb annehmen können, weil es für die Betreiber wirtschaftlichen Aufwand bedeutet, die Sanktionen umzusetzen. Das wird man nur bei ruinöser wirtschaftlicher Last oder struktureller Gefährdung des Geschäftsmodells annehmen können, was im Einzelfall zu begründen wäre. (tig@ct.de) **ct**

**Rechtsgrundlagen des Medienembargos:** [ct.de/y3e3](https://www.ct.de/y3e3)



# Hello Ukraine!

## Digitale Hilfsmittel für Geflüchtete und Helfer

**Vom Online-Unterricht für Kinder bis zur Unterstützung bei Behördengängen für deren Eltern – das Web bietet viele Angebote in ukrainischer Sprache. Übersetzungs-Apps helfen, Sprachbarrieren zu überwinden.**

Von Dorothee Wiegand

Der Webauftritt der WDR-Maus, die sich ja schon immer für die Sprachen der Welt interessierte, hat nun eine Seite mit ukrainischen Lach- und Sachgeschichten. Verlage bieten Bücher und Lernmaterial vorübergehend kostenlos an. Inzwischen gibt es online viel Unterstützung für Menschen aus der Ukraine und deutschsprachige Helfer. Unter [ct.de/yh2a](https://ct.de/yh2a) haben wir Links zu Downloads, Webseiten und Videos zusammengestellt. Sie finden dort vom Bildwörterbuch über den Erste-Hilfe-Wortschatz bis zum Rundum-Willkommenspaket sinnvolle Hilfen für die Kommunikation.

Ukrainische Schüler, die das Land verlassen haben, profitieren von vielfältigen Möglichkeiten zum Online-Unterricht. Aufgrund von Corona fand der Schulunterricht in der Ukraine seit 2020 zum Teil über das Fernsehen statt. Für die „Allukrainische Online-Schule“, einem Großprojekt von Präsident Wolodymyr Selenskyj, strahlten ab April 2020 elf ukrainische Fernsehsender von Montag bis Freitag Unterrichtsendungen für Schüler aller Klassenstufen aus.

Die „Optima School“ ist eine weitere ukrainische Fernschule. Die private Einrichtung arbeitet ähnlich wie in Deutschland die Fernuni Hagen und ist staatlich anerkannt. Den Unterricht erteilen ausgebildete Lehrkräfte, die Prüfungen füh-

ren zu anerkannten Abschlüssen. Im Moment sei die Optima School dabei, ihre Server ins Ausland zu verlegen und ihr Angebot für ukrainische Schüler kostenlos zur Verfügung zu stellen, berichtet der Bildungsexperte Dirk Zorn in einem Interview der Wochenzeitung „Die Zeit“.

Die meisten Schulbücher in der Ukraine liegen digital vor. Auf der Website des Instituts für Modernisierung der Bildungsinhalte (IMZO) finden sich PDFs der Lehrwerke aus dem ukrainischen Bildungsvater Ranok für sämtliche Fächer – auch Deutsch – für die Klassen 1 bis 11. Die Site ist ausschließlich auf Ukrainisch verfügbar und daher für deutsche Besucher schwer nutzbar. Der deutsche Geest-Verlag hat auf seiner Website die Links zu den Deutsch-Lehrwerken für die Klassen 1 bis 11 mit deutscher Beschriftung veröffentlicht.



**Das Web ist eine Fundgrube für Lernmaterial aller Art. Diese empfehlenswerte Sprachbroschüre gibt es auf einer privaten Site, die eigentlich Kreuzworträtslern helfen möchte.**

### Smarte Dolmetscher

Bei der individuellen Kommunikation, beispielsweise zwischen privaten Gastgebern und ihren ukrainischen Gästen, helfen Übersetzungs-Apps auf Smartphone oder Tablet. Das Angebot ist inzwischen groß. Unterschiede gibt es beim Funktionsumfang und insbesondere bei der Qualität der Übersetzungen. Mit kurzen, grammatisch einfachen Sätzen als Eingabe erreichen Sie das beste Resultat.

Ein Klassiker ist der **Google Übersetzer**, den es als App für Android und iOS sowie als Webanwendung gibt. Die App versteht sich auf 108 Sprachen. Für 71 davon, darunter auch für Ukrainisch, gibt es die Unterhalten-Funktion. Damit lassen sich mündliche Eingaben in die jeweils andere Sprache übertragen: Das Gesagte wird von der App erkannt, verschriftlicht und in die Zielsprache übersetzt. Es erscheint als geschriebener Satz auf dem Display, während die Sprachausgabe in der Zielsprache ertönt.

Der Funktionsumfang beim **Microsoft Übersetzer** ähnelt dem von Google: Getippte, gesprochene und von Schildern oder Schriftstücken fotografierte Eingaben lassen sich übersetzen. Die Microsoft-App hilft außerdem beim Chatten. **DeepL** aus Köln brachte 2017 eine Übersetzungs-App für iOS heraus, inzwischen gibt es die auch für Android. Die Übersetzungsqualität gilt als besonders gut, allerdings hat die App derzeit Ukrainisch noch nicht im Repertoire, sondern nur Russisch. **SayHi**, eine Amazon-Tochter, bietet schon länger eine App für iOS; inzwischen gibt es SayHi auch für Android. Die Übersetzung funktioniert bei dieser App so wie die Unterhaltungen bei Google.

Alle genannten Apps sind kostenlos ohne Werbeeinblendungen nutzbar, die Links in den App Store und bei Google Play finden Sie unter [ct.de/yh2a](https://ct.de/yh2a). In den Stores gibt es viele weitere Angebote, für die man jedoch häufig ein Abo abschließen muss. Für **iTranslate**, dessen Bedienkonzept besonders überzeugt, zahlt man etwa 40 Euro pro Jahr. Die eine oder andere Sonderfunktion mag ein Abo dieser Art im Einzelfall rechtfertigen. Schauen Sie vor Kaufabschluss aber genau hin: Mitunter beherrschen die Apps nicht für alle grundsätzlich angebotenen Sprachen auch den vollen Funktionsumfang.

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

**Bildungsangebote, Downloads, Übersetzer-Apps: [ct.de/yh2a](https://ct.de/yh2a)**



# IT-Fördermittel fehlen

**Nach und nach wird die digital-politische Agenda der Ampelkoalition fassbar. Die anspruchsvollen Pläne, Open Source stärker zu fördern, scheinen keine große Rolle zu spielen. Und auch ein umstrittenes Großprojekt der Vorgängerregierung wird beschnitten.**

Im aktuellen Haushaltsentwurf fehlen Mittel für das geplante Zentrum für digitale Souveränität (ZenDiS) sowie den Sovereign Tech Fund. Das ZenDiS soll helfen, bei der IT-Technik für die Verwaltung Alternativen zu proprietären Systemen zu schaffen. Der Sovereign Tech Fund soll die Entwicklung offener Basistechnologien unterstützen.

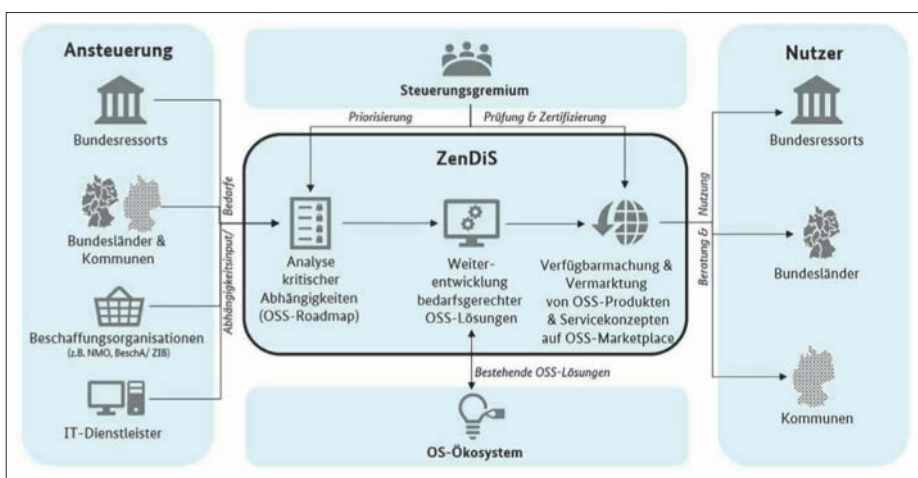
Ein Verbund aus Open-Source- und zivilgesellschaftlichen Verbänden, darunter die Open Source Business Alliance und Wikimedia Deutschland, kritisiert diese Schwerpunktsetzung. „Aktuelle internationale Krisen“ würden zeigen, „welches immense Risiko von der Abhängigkeit von einzelnen Anbietern in internationalen Märkten für unsere Wirtschaft und Gesellschaft ausgeht“. Umso wichtiger sei die Förderung von Open Source.

Gestrichen hat die Regierung auch die Förderung von fünf Projekten im Rahmen des Cloud-Vorhabens Gaia-X. Noch im Fe-

bruar hatte sie elf Projekten, die zu den Gewinnern eines Förderwettbewerbs zählten, insgesamt 117,4 Millionen Euro zugesagt. Zur Zuteilung einer zweiten Tranche für fünf weitere Projekte kommt es jetzt nicht mehr. Die Projektverantwortlichen wurden von einer Referatsleiterin des Bundeswirtschaftsministeriums darüber informiert, zitiert die Wirtschaftswoche Marc Korthaus, Chef der Berliner Cloud-Firma SysEleven, die an einem der Projekte beteiligt war.

Derweil reißt die grundsätzliche Kritik am Riesenvorhaben Gaia-X, das noch

von der alten Regierung angestoßen wurde, nicht ab. Nachdem sich im November Scaleway, ein Gründungsmitglied, von dem Cloudprojekt abgewandt hatte (siehe c't 1/22, S. 14), äußert nun SAP-Chef Christian Klein scharfe Kritik. Gaia-X sei „zu langsam“. Er denke über eine neu initiierte gemeinsame Cloud für Europa nach, die in Brüssel beheimatet ist. Dazu sei er in Gesprächen mit der EU-Kommissionspräsidentin Ursula von der Leyen, sagte er der Wirtschaftswoche in einem Interview. (jo@ct.de)



**Das ZenDiS soll einmal eine zentrale Schaltstelle bei der behördlichen Software-Beschaffung werden.**

Bild: Der Beauftragte der Bundesregierung für Informationstechnik

## Chrome ist 100

Google hat **Version 100** seines Browsers Chrome veröffentlicht. Mit seiner neuen Multi Screen Window API können Entwickler nun auf das Vorhandensein mehrerer Displays reagieren. Nutzer können beispielsweise eine Präsentation auf einem anderen Bildschirm anzeigen als die Notizen der Referenten. Entwickler können mit der neuen Ausgabe des Browsers in den Entwickler-Tools live mit CSS @supports-Regeln experimentieren.

Der Veröffentlichung war eine ausführliche Testphase vorangegangen, weil etliche Webseiten mit der dreistelligen Versionsnummer nicht zurechtkamen (siehe c't 7/22, S. 35). Google hat angekündigt, dass Release 100 die letzte Version von Chrome ist, der sich mit dem klassischen User-Agent-String beim Web-Server meldet. Ab Chrome 101 werde der User Agent schrittweise reduziert. An seine Stel-

le treten sogenannte User-Agent-Client-Hinweise (User-Agent Client Hints), die Entwicklern auf datenschutzfreundliche und ergonomische Weise Zugriff auf Browserinformationen eines Benutzers ermöglichen soll. (jo@ct.de)



**Um das runde Release gebührend zu feiern, hat Google die Website #100CoolWebMoments mit Meilensteinen der Browser-Historie eingerichtet.**

## Kurz & knapp

**Instagram** zeigt Inhalte seit Kurzem auf Wunsch chronologisch an: Tippt man in der App auf den Instagram-Schriftzug, erscheint ein Aufklappenmenü. Die Option „Gefolgt“ präsentiert die neuesten Beiträge der Accounts. „Favoriten“ zeigt die neuesten Beiträge von Lieblings-Accounts.

Der Europäische Gerichtshof hat entschieden, dass **Vergütungsansprüche für Privatkopien** prinzipiell auch für Cloud-Inhalte bestehen (Rechtssache C-433/20). Den Mitgliedstaaten stehe es frei, eine „Abgabe für Privatkopien“ einzuführen. Grundsätzlich müsse die Abgabe die Person zahlen, die eine Privatkopie erstellt.



# EU und USA planen neue Grundlage für Datentransfers

**Zuerst kippte der Europäische Gerichtshof „Safe Harbor“, dann „Privacy Shield“ – nun soll eine dritte Übereinkunft Datentransfers in die USA erleichtern. Der Aktivist Max Schrems droht schon jetzt, erneut zu klagen.**

Die EU-Kommission und die US-Regierung wollen eine neue rechtliche Grundlage für die Übermittlung personenbezogener Daten in die USA schaffen. Für den „transatlantischen Datenschutzrahmen“ versprechen die USA „beispiellose“ Maßnahmen, wie EU-Kommissionspräsidentin Ursula von der Leyen und US-Präsident Joe Biden Ende März bei einem gemeinsamen Auftritt in Brüssel verkündeten.

Die US-Regierung will demnach die Überwachungsaktivitäten von US-G Geheimdiensten auf ein Maß beschränken, „das zum Schutz der nationalen Sicherheit notwendig und verhältnismäßig ist“. Außerdem versprechen die USA ein neues zweistufiges Rechtsbehelfssystem für Europäer sowie „strenge Auflagen“ für Unternehmen, die Daten aus der EU verarbeiten.

Sollte der „transatlantische Datenschutzrahmen“ tatsächlich zustande kommen, wäre es bereits die dritte Übereinkunft dieser Art zwischen EU-Kommission und US-Regierung. Nach einer Klage des Datenschutzaktivisten Max Schrems erklärte der Europäische Gerichtshof (EuGH) im Jahr 2015 den Safe-Harbor-Beschluss für rechtswidrig, 2020 auch den Nachfolger Privacy Shield. Für den Transfer personenbezogener Daten in die USA gibt es zwar noch andere Rechtsgrundlagen (Standardvertragsklauseln und Binding Corporate Rules), doch Verantwortliche müssen selbst bewerten, ob die Daten in den USA angemessen geschützt werden und gegebenenfalls zusätzliche Schutzmaßnahmen ergreifen. In der Wirtschaft hat das Privacy-Shield-Urteil (auch „Schrems II“ genannt) deshalb große Unsicherheiten ausgelöst.

Schrems droht nun damit, auch gegen den „transatlantischen Datenschutzrahmen“ zu klagen, falls dieser aus seiner Sicht gegen europäisches Recht verstößt. Die Klage könne „binnen Monaten“ vor dem EuGH verhandelt werden. Er vermutet, dass die US-Regierung ihre Überwachungsgesetze nicht ändern und die an-



Bild: Evan Vucci/AP/dpa

**US-Präsident Joe Biden verspricht EU-Kommissionspräsidentin Ursula von der Leyen eine „beispiellose“ Reform für den Schutz der Daten von Europäern vor US-Spionage.**

gekündigten Schutzmaßnahmen lediglich durch Verordnungen umsetzen will. Die Anforderungen des EuGH könnten damit nicht ansatzweise erfüllt werden, da dieser die US-Überwachungsgesetze bereits für nicht verhältnismäßig erklärt habe.

Wann der „transatlantische Datenschutzrahmen“ in Kraft treten könnte, ist unklar. Die USA haben nicht verkündet, wann sie die in Aussicht gestellten Maßnahmen umsetzen wollen. (cwo@ct.de)

## Start des Handy-Ausweises erneut verschoben

Die Bundesregierung hat die Einführung des Personalausweises fürs Smartphone erneut verschoben. Die „Smart eID“ soll nun nach Angaben des Bundesinnenministeriums (BMI) „Mitte 2022“ starten. Ursprünglich sollte die Technik Ende 2020 für Nutzer bereitstehen, später nannte die Bundesregierung Juni 2021 als Termin, zuletzt den Dezember 2021. Mit der Smart eID sollen Nutzer die Daten ihres Personalausweises dauerhaft auf dem Smartphone speichern können und sich damit **bequem online ausweisen** können.

Man habe zunächst technische Herausforderungen lösen müssen, sagte ein BMI-Sprecher auf Anfrage von c't zu der erneuten Terminverschiebung. Darüber hinaus seien noch Tests und Abnahmen nötig.

Die Bundesregierung plant zwei Varianten der Smart eID: Die erste Version legt Identitätsdaten und kryptografische Schlüssel in einem speziellen Sicherheitschip (Secure Element) des Smartphones

ab. Das funktioniert auf dem Samsung Galaxy S20 und voraussichtlich auf weiteren Samsung-Modellen – ob weitere Hersteller diese Smart-eID-Version unterstützen, ist noch unklar.

Um die Reichweite zu erhöhen, plant die Bundesregierung eine zweite Variante, die die Ausweisdaten im normalen Smartphone-Speicher ablegt und zur Absiche-

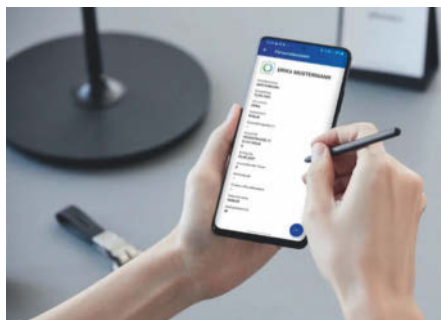


Bild: Samsung

**Mitte 2022 statt Ende 2020: Der Handy-Ausweis „Smart eID“ kommt nicht in die Puschen.**

rung der kryptografischen Schlüssel die Systemfunktionen von iOS und Android nutzt. Diese Version dürfte zu den meisten Smartphones kompatibel sein.

Wenn der Staat nicht bald eine sichere und allgemein anwendbare Lösung präsentiert, drohe er das Vertrauen der Bürger in seine Leistungsfähigkeit zu verlieren, kommentierte Lena Sophie Müller, Geschäftsführerin der Initiative D21, die erneute Verschiebung. Rund die Hälfte der Bürger sei interessiert daran, die eigenen Ausweisdaten auf dem Smartphone zu speichern.

Die Bundesregierung will die Smart eID auch in die App ID Wallet integrieren, deren Start im Herbst 2021 auch aufgrund von Sicherheitsproblemen spektakulär misslang. Die App soll im Laufe des Jahres 2022 in einer neuen Version erscheinen. Nutzer sollen darin alle möglichen Nachweise wie Führerschein, Impfpass, Zeugnisse oder Tickets ablegen können.

(cwo@ct.de)



oppo

# OPPO Find X5 Pro

Co-developed with *H A S S E L B L A D*

Jeder Moment. Einfach perfekt.



Die Produktbilder dienen nur als Referenz.  
Bitte beziehen Sie sich auf das tatsächliche Produkt.



# Friedensangebot für Mitgucker

## Netflix startet neue Initiative gegen Account Sharing

**Im vergangenen Jahr klopfte Netflix erstmals Kunden auf die Finger, die Freunde und Bekannte mitgucken lassen. Nun hat der Dienst eine neue Initiative gestartet, damit aus Mitguckern echte Abonnenten werden.**

Von Nico Jurran

Love is sharing a password.“ – diese Botschaft verbreitete Netflix im März 2017 über seinen offiziellen Twitter-Account. Der Tweet lässt sich dort heute noch finden, doch seit dem Frühjahr vergangenen Jahres ist klar, dass die Liebe des Videostreaming-Dienstes für die Passwortweitergabe erloschen ist: Zu dem Zeitpunkt tauchten Screenshots von Netflix-Mitteilungen auf, die US-Nutzer bei Verdacht auf Account Sharing aufforderten, ihr Konto zu verifizieren – wohl ausgelöst durch zeitnahe Zugriffe über mehrere IP-Adressen. Netflix erklärte daraufhin, es habe sich um einen Test mit einem ausgewählten Abon-

nentenkreis gehandelt (siehe c't 8/2021, S. 33). Danach wurde es um das Thema wieder ruhig.

Doch nun hat Netflix eine neue Initiative gestartet: Der Dienst bietet Kunden in Chile, Peru und Costa Rica an, gegen Aufschläge von umgerechnet je 2 bis 3 Euro pro Monat und Person bis zu zwei weitere Mitglieder zu bestehenden Netflix-Verträgen hinzuzufügen oder die Profile von Mitguckern in eigene Verträge zu überführen. Beworben werden die Unterverträge damit, dass sie preiswerter sind als neue Kontrakte. In beiden Varianten bleiben zudem Historie, Favoriten und persönliche Empfehlungen erhalten.

Wie im vergangenen Jahr beruft sich Netflix auf seine Nutzungsbedingungen, nach denen Inhalte „nicht mit Personen, die nicht im gleichen Haushalt leben, geteilt werden“ dürfen. Erlaubt ist die gemeinsame Nutzung in Wohngemeinschaften, aber etwa nicht mit Kindern, die ausgezogen sind. Das gilt auch für Abos mit zwei oder vier parallelen Streams.

Zwar handelt es sich bei der neuen Initiative wieder um einen Test, doch diesmal sehen die Hinweise nicht nur ausgewählte Abonnenten, sondern ganz offiziell

alle betroffenen Kunden in diesen Ländern.

### Kostenexplosion

Daran, dass Netflix durch die Mitgucker Geld durch die Lappen geht, besteht kein Zweifel. Laut US-Marktforschungsinstitut Magid geben 33 Prozent aller Netflix-Nutzer ihre Zugangsdaten an mindestens eine Person weiter. Manche Freunde und Bekannte schließen sogar direkt gemeinsam Abos ab. Auf der anderen Seite werden Inhalte immer teurer, seit Apple und die meisten Hollywood-Studios eigene Abo-Dienste am Markt haben. Netflix' größter Konkurrent auf dem globalen Streaming-Markt, Disney+, will seine Ausgaben in diesem Bereich 2022 daher auf rund 33 Milliarden US-Dollar erhöhen, was einem Anstieg von 8 Milliarden gegenüber dem Vorjahr entspricht – und fast doppelt so viel ist wie die 17 Milliarden Dollar, die Netflix für dieses Jahr vorgesehen hat.

Netflix' Wachstum hält da nicht mehr mit: Der Dienst konnte im vierten Quartal 2021 zwar 8,3 Millionen Neukunden gewinnen, das waren aber 200.000 weniger als selbst erwartet. Die Marktforscher von Digital TV Research sagen voraus, dass Disney+ bis 2026 auf insgesamt 271 Millionen Abonnenten kommt und ein Jahr später Netflix überholt. Der Noch-Marktführer hatte Ende 2021 rund 222 Millionen Abonnenten, soll bis 2026 diese Zahl aber nur auf 275 Millionen steigern können.

Netflix' neue Initiative zeigt, dass der Dienst den Kampf gegen das Account Sharing nicht aufgegeben hat, sondern nun schaut, ob sich Mitgucker „im Guten“ überzeugen lassen oder ob man sie (vorübergehend) sperren muss. Ob der Plan aufgehen kann, ist umstritten: 45 Prozent der US-Kunden, die ihre Daten teilen, gaben bei einer Umfrage von CivicScience an, ihr Abo zu kündigen, wenn sie dafür extra zahlen müssten.

Als weitere Optionen blieben Netflix sonst wohl nur billigere Abonnements, die wie künftig bei Disney+ durch Werbung mitfinanziert werden würden (siehe c't 8/2022, S. 53), oder weitere Preiserhöhungen. Aber auch an dieser Schraube dürfte sich nicht unendlich drehen lassen. (nij@ct.de) **ct**



Bild: Netflix (Screenshot)

**Netflix veröffentlichte zu der neuen Initiative, die aus Mitguckern Abonnenten machen soll, eine offizielle Pressemitteilung.**



Bild: Twitter (Screenshot)

**Nicht gut gealtert: 2017 propagierte Netflix in einem Tweet noch, dass die Weitergabe des Passworts ein Zeichen der Liebe sei.**



## Digitale Ostereiersuche

**Dieses Jahr schicken wir Sie auf eine digitale Ostereiersuche. Lösen Sie die Mini-Rätsel in unserer Zip-Datei und nehmen Sie an der Verlosung von fünf Yubico Security Keys mit NFC und einem Raspberry Pi 400 teil.**

Für die Osterausgabe der c't haben wir uns ein kleines Rätsel für Sie ausgedacht. Es besteht aus elf ineinander verschachtelten Zip-Dateien, die verschiedene Knobelaufgaben enthalten. Die Lösung des ersten Rätsels verwenden Sie als Passwort, um die zweite Zip-Datei zu entpacken, mit der zweiten Lösung öffnen Sie die dritte Datei und so weiter. Alle Passwörter haben das Format „ct(passwort)“.

Um die Rätsel zu lösen, sollten Sie die Dateien genau inspizieren – mal haben wir die Lösung an unscheinbarer Stelle versteckt, mal müssen Sie etwas dechiffrieren oder reparieren. Für den einen oder anderen Level sind zusätzliche Software, Online-Tools oder selbstgeschriebene Skripte notwendig – das klappt aber immer mit kostenfreien Werkzeugen.

Unter allen Lesern, die uns das richtige Passwort von Level 10 schicken, verlosen wir fünf Yubico Security Keys mit NFC. Wenn Sie auch den besonders schweren Bonuslevel knacken, können Sie außerdem ein Raspi-400-Kit im Wert von 112,90 Euro gewinnen.

Das Rätsel laden Sie herunter unter [ct.de/zipknacker](https://ct.de/zipknacker) – dort finden Sie auch das



Formular, um uns die richtige Lösung zu schicken. Wir freuen uns außerdem über Feedback, wie Sie die Rätsel gelöst haben und welche besonders knackig waren.

### Teilnahmebedingungen

Für die Teilnahme an der Verlosung schicken Sie uns das Passwort des zehnten Levels – und, falls Sie so weit gekommen sind, des Bonuslevels. Nutzen Sie dazu das Online-Formular auf [ct.de/zipknacker](https://ct.de/zipknacker). Einsendeschluss ist der 24. April 2022, danach veröffentlichen wir die Lösung in c't 11/2022. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen, Angestellte der Heise-Gruppe und deren Angehörige dürfen nicht teilnehmen.

Für die Teilnahme an der Verlosung verarbeiten wir Ihren Namen und Ihre E-Mail-Adresse. Wir benötigen diese Daten zur Ermittlung und Benachrichtigung der Gewinner und um festzustellen, ob Sie teilnahmeberechtigt sind. Die Rechtsgrundlage für die Verarbeitung personenbezogener Daten ist die Erfüllung eines Schuldverhältnisses nach Art. 6 Abs. 1 lit. b) DSGVO. Sobald der Zweck für die Speicherung entfällt, löschen wir Ihre personenbezogenen Daten. Weitere Informationen zum Thema Datenschutz, insbesondere über Ihre Rechte als betroffene Person, lesen Sie in unserer Datenschutzerklärung, abrufbar unter [heise.de/privacy](https://heise.de/privacy).

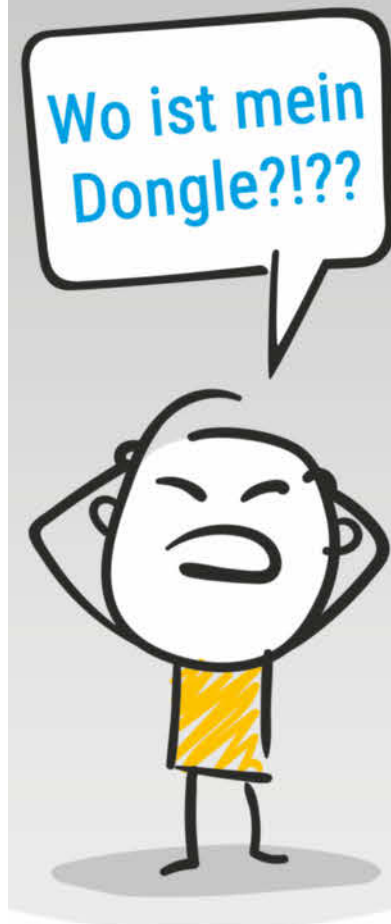
Sollten Sie nicht zu den Gewinnern zählen: Der Raspi und die Keys sind auch in unserem Onlineshop unter [shop.heise.de](https://shop.heise.de) erhältlich. Viel Spaß und Erfolg beim Lösen!

(Alexander Königstein/acb@ct.de)



**Unser Rätsel besteht aus einer Zip-Datei in einer Zip-Datei in einer Zip-Datei ...**

**Auflösung (ab 25.4.2022): [ct.de/yvhg](https://ct.de/yvhg)**



## USB-Server hilft:

USB-Dongle & -Geräte an einem sicheren Ort platzieren & dank USB-Server bequem über das Netzwerk darauf zugreifen.



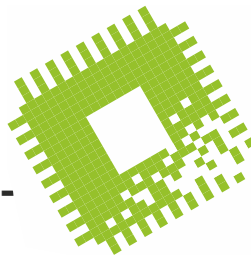
Nicht ärgern, kostenlos testen:  
[www.wut.de/usb](https://www.wut.de/usb)



**W&T**  
[www.wut.de](https://www.wut.de)



# Bit-Rauschen



## Nvidia Hopper, Lieferschwierigkeiten und Maschinenmangel

**Nvidia läutet den GPU-Generationswechsel ein. Viele Komponenten sind schlecht lieferbar, aber die Preise von Grafikkarten sinken. Für die vielen neuen Chipfabriken werden die Maschinen knapp.**

Von Christof Windeck

Zwei Jahre nach dem „Ampere“-Rechenbeschleuniger A100 kündigt Nvidia den deutlich stärkeren H100 alias „Hopper“ an. Der gigantische Rechenbeschleuniger mit 80 Milliarden Transistoren auf mehr als 8 Quadratzentimetern Siliziumfläche trägt den Namen der US-amerikanischen Mathematikerin und Informatikerin Grace Hopper. Nvidia lässt ihn von TSMC mit der Fertigungstechnik 4N produzieren, einer optimierten 5N-Version (siehe S. 44).

Nvidia-Chef Jensen Huang zeigte auf seiner Hausmesse GTC auch wieder den schon 2021 angekündigten Kombiprozessor, nun „Grace Hopper Superchip“ genannt, der eine Variante einer Hopper-GPU mit einer ARM-CPU koppelt. Als Schnittstelle dient dabei eine für Chip-zu-Chip (C2C) optimierte Version von NVLink 4.0 mit 900 GByte/s. Der Kombiprozessor dürfte den schweizerischen Superrechner Alps befeuern, der 2023 loslegen soll. Ebenfalls im nächsten Jahr soll Grace auch als reines CPU-Doppelpack mit insgesamt 144 ARMv9-Kernen sowie LPDDR5X-Speicher zu haben sein, also Grace ohne Hopper.

Der Nvidia H100 kommt schon 2022, allerdings wohl nicht vor Mai. Dann tritt er gegen die AMD Instinct MI250X an, die eigentlich schon seit Ende 2021 den Supercomputer Frontier antreiben sollte, sowie gegen Intels Ponte Vecchio. Es läuft

auf einen Showdown am 30. Mai zu, wenn auf der ISC 2022 in Hamburg die 59. Top500-Liste vorgestellt wird, diesmal hoffentlich wirklich mit den ersten Exaflops-Rechnern.

Bis Ende Mai muss sich auch gedulden, wer einen Apple Mac Studio in der Vollausstattung mit M1-Ultra-Prozessor haben möchte – Liefertermine nach dem 20. Mai nennt derzeit jedenfalls der Apple-Onlineshop.

Am 24. Mai beginnt in Taiwan die Computex, doch angesichts der weltweiten Lieferschwierigkeiten fragt man sich, welche Neuheiten dort zu sehen sein könnten. AMD will den schon auf der Computex 2021 angekündigten Ryzen 7 5800X3D mit 96 MByte L3-Cache erst nach Ostern verkaufen. Andererseits sind die Ryzen-7000-Familie und AM5-Mainboards mit DDR5-RAM für 2022 versprochen – dazu dürften auf der Computex Details folgen. Bei Intel steht die 13. Core-Generation Raptor Lake mit noch stärkeren P-Cores (Raptor Cove) und doppelt so vielen E-Cores (16 statt 8) wie bisher an. Im Herbst könnten neue GPU-Generationen von AMD (Radeon RX 7000) und Nvidia (GeForce RTX 4000 „Ada“ oder „Lovelace“) folgen, vielleicht mit PCI Express 5.0. Hoffentlich sind die dann zur Abwechslung auch lieferbar; immerhin scheinen die Preise von Grafikkarten allmählich zu sinken.

**Nvidias GH100 alias Hopper ist ein Rechenkracher mit 30 FP64-Teraflops und 80 Milliarden Transistoren.**

### Kunden, aber keine Maschinen

Der erwähnte Nvidia-Chef hatte sich auch zu Intels Chipfabriken geäußert und prompt wurde spekuliert, bald fertige Intel GeForce-GPUs. Ganz so schnell geht es wohl nicht, doch es ist durchaus wahrscheinlich, dass auch Nvidia bestimmte Chips bei Intel zukaufte. Allerdings wird die Konkurrenz hart für Intel, weil sowohl der Auftragsfertigungsgigant TSMC als auch Samsung eigene Fabs in den USA bauen. TSMC- und Samsung-Kunde Qualcomm hat sich jedoch bereits pro Intel ausgesprochen. Und wer weiß, vielleicht gibts irgendwann auch AMD-CPUs aus der Intel-Fab.

Zunächst einmal müssen die vielen neuen Chipwerke gebaut und mit Maschinen bestückt werden und hier drohen Probleme. Die niederländische Firma ASML ist bisher einziger Hersteller von EUV-Lithographiesystemen und auf Jahre hinaus ausgebucht. Sicherlich haben TSMC, Samsung und Intel ihre jeweiligen Pläne mit ASML aber längst besprochen. Sie sind schließlich auf absehbare Zeit auch die einzigen Käufer dieser Maschinen und hatten vor zehn Jahren auch in ASML investiert, um die Entwicklung der EUV-Lithografie anzuschieben. Mittlerweile sind wieder die „üblichen Verdächtigen“ wie Capital Group und Blackrock die größten ASML-Einzelaktionäre.

Die großen Anstrengungen, die vor den Chipherstellern liegen, können sie sich immerhin mit fetten Umsatzzuwächsen versüßen. Im vierten Quartal 2021 legten die Auftragsfertiger im Jahresvergleich um 19 bis 82 Prozent zu. Zwar hatten die „Foundries“ 2020 und 2021 auch kräftig in den Ausbau ihrer Kapazitäten investiert. Doch die Zuwächse stammen auch aus Preissteigerungen, mit denen sie sich ihre knappen Kapazitätsreserven vergolden ließen.

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

**Podcast Bit-Rauschen:** [ct.de/yc1s](https://ct.de/yc1s)

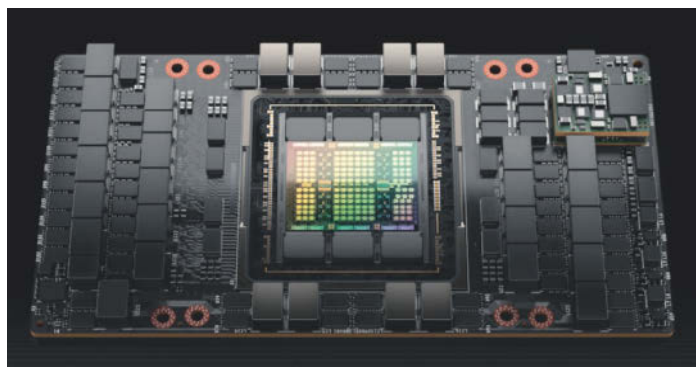


Bild:



# Mini-PCs mit Zwölfkerner und vier Display-Anschlüssen

**Die Brix Extreme von Gigabyte sollen mit Hybrid-Prozessoren und umfangreicher Ausstattung den Intel NUC Konkurrenz machen.**

Der taiwanische Hersteller Gigabyte hat Mini-PCs der Serie Brix Extreme mit Core-i-12000-Prozessoren vorgestellt. Die Grundfläche von 13,4 x 13,9 Zentimeter ist vergleichbar mit der der Intel NUCs. Die kompakten Rechner gibt es in zwei verschiedenen Höhenvarianten, je nachdem, ob ein 2,5-Zoll-Datenträger hineinpasst



Moderne Mini-PCs wie der Gigabyte Brix übertrumpfen mit ihrer Schnittstellenvielfalt so manchen klassischen Desktop-PC.

oder nicht. Im Inneren lötet Gigabyte Mobilprozessoren mit bis zu vier Performance- und acht Effizienz-kernen ein. Die genauen CPU-Modelle hat der Hersteller noch nicht veröffentlicht. Dass Gigabyte einen Turbotakt von 4,7 GHz erwähnt, lässt aber unter anderem auf den Core i7-1260P mit 3,4 GHz Nominaltakt und 28 Watt Prozessor Base Power schließen.

Die integrierte Iris-Xe-GPU steuert vier 4K-Displays gleichzeitig an. Dafür bringen die Brix Extreme mit 2 x HDMI 2.1, MiniDisplayPort 1.4a und USB-C mit DisplayPort verschiedene Anschlüsse mit. Insgesamt gibt es sieben USB-Ports, einen Netzwerk-Port für 2,5-Gbit/s-Ethernet sowie Wi-Fi 6E. In die Mini-PCs passen zwei SODIMMs für DDR4-3200 sowie eine M.2-SSD mit PCIe-4.0-Interface hinein. Ein optional erhältliches Upgrade-Kit rüstet einen zweiten M.2-Steckplatz, einen zweiten LAN-Port sowie eine serielle RS-232-Schnittstelle nach. Die Gigabyte Brix Extreme mit Core i-12000 sollen im zweiten Quartal in den Handel kommen.

(chh@ct.de)

# Raspi-Notebook

Der PC-Hersteller Medion arbeitet an einem **Notebook mit Raspberry Pi 4** für den Einsatz in Schulen und Bildungseinrichtungen. Allerdings kommt darin statt des klassischen Einplatinencomputers das deutlich kompaktere Compute Module CM4 mit Cortex A72 und 4 GByte Arbeitsspeicher zum Einsatz. Die Lenovo-Tochter Medion kooperiert bei dem Projekt mit der britischen Firma jp.ik. Als Besonderheit bringt der Laptop neben den üblichen USB-Ports auch einen GPIO-Anschluss mit, sodass sich über ein Flachbandkabel zum Raspberry Pi kompatible Module mit Sensoren, LEDs oder Experimentierplattformen ansteuern lassen.

(chh@ct.de)



Medion stattet das Raspi-Notebook mit allen gängigen Funktionen wie Touchpad und Webcam aus.

# ATX 3.0: PC-Netzteile dürfen bald kurzzeitig das Doppelte schlucken

Intel hat den ATX-Netzteilstandard aktualisiert. Für leistungsstarke Grafikkarten ist der in der PCI-Express-Spezifikation eingeführte **12VHPWR-Stromanschluss** hinzugekommen, über den wir bereits in c't 6/2022, Seite 39 berichtet haben. Er soll die bisherigen sechs- und achtpoligen Stecker ersetzen und liefert bis zu 600 Watt. Die ATX-3.0-Spezifikation erklärt nun genauer, welche Änderungen der 12+4-polige 12VHPWR-Anschluss bei Netzteilen zur Folge hat.

Über die vier zusätzlichen Kontakte kann das Netzteil zum einen feststellen, ob eine Grafikkarte angeschlossen ist, zum anderen meldet das Netzteil darüber in den vier Stufen 150, 300, 450 und 600 Watt, welche Leistung es über den Stecker bereitstellt. Das volle Leistungsbudget gibt es aber erst, wenn der Grafiktreiber geladen ist, davor nur rund die Hälfte.

Grafikkarten mit 12VHPWR-Anschluss dürfen ihr Budget im laufenden Betrieb für kurze Lastspitzen bis zum Drei-

fachen überschreiten (Power Excursion). Das gilt für 100 Mikrosekunden, spätestens im Mittel über eine Sekunde müssen sie das Power-Limit einhalten. Ähnliches gilt auch für ATX-3.0-Netzteile, die je nach Leistungsklasse bis zum Doppelten ihrer Nennleistung aus der Steckdose ziehen dürfen (siehe Tabelle). Darüber hinaus erlaubt Intel eine größere Toleranz von 11,2 statt bisher 11,4 Volt auf der 12-Volt-Leitung, wenn solche Lastspitzen auftreten.

(chh@ct.de)

## Maximale Leistung in Prozent der Nennleistung

Zeitdauer	bis 450 Watt oder ohne 12VHPWR-Anschluss	über 450 Watt mit 12VHPWR-Anschluss
dauerhaft	100 %	100 %
100 Millisekunden	110 %	120 %
10 Millisekunden	135 %	160 %
1 Millisekunde	145 %	180 %
100 Mikrosekunden	150 %	200 %

## Kurz & knapp

Intel legt bei den LGA1700-Prozessoren noch eine Schippe obendrauf: Der **8+8-Kerner Core i9-12900KS** taktet per Thermal Velocity Boost mit bis zu 5,5 GHz und damit 300 MHz schneller als der Core i9-12900K. Im Vergleich zu diesem erhöht Intel die Processor Base Power von 125 auf 150 Watt. Für den laut Intel schnellsten Desktop-Prozessor verlangt der Hersteller rund 700 Euro.

Für Radeon-Grafikkarten hat AMD den **Grafiktreiber Adrenalin 22.3.2** veröffentlicht, der bei Tiny Tina's Wonder-land in 4K-Auflösung rund 20 Prozent höhere Bildraten liefern soll. Zudem behebt er Abstürze bei Hades und Stranger of Paradise: Final Fantasy Ori-gin.

**Download Adrenalin 22.3.2:**  
[ct.de/yxgt](https://ct.de/yxgt)



# Monster-GPUs und Superchips von Nvidia

**Der KI- und Supercomputer-Chip H100 kommt im Herbst mit 60 TFlops und rasend schnellem HBM3-Speicher. Außerdem gibt es erste Eckdaten des Grace-Superchips mit 144 ARM-Kernen.**

Nvidia kündigt den Rechenbeschleuniger H100 mit der neuen „Hopper“-Architektur an. Der Chip soll aus 80 Milliarden Transistoren (TSMC, 4N) und bis zu 700 Watt als SXM5-Modul 60 TFlops FP64-Rechenleistung erzeugen. Das ist dreimal so viel wie noch der Vorgänger A100, aber nur knapp zwei Drittel von AMDs Instinct MI250X. Bei KI-Berechnungen ist der H100 mit seinen Tensor-Kernen jedoch deutlich schneller und stemmt bei dünn besetzten Matrizen bis zu 4 PFlops dank der neuen FP8-Datenformate fürs KI-Training. Premiere feiern die 80 GByte HBM3-Stapelspeicher. Sie sind mit 3 TByte/s zwar 50 Prozent schneller, aber nicht größer als beim A100. Per 900 GByte/s schnellem NVLink verbinden sich mehrere H100 direkt.

Außer SXM5-Modulen bietet Nvidia auch PCIe-5-Karten mit 350 Watt sowie größere Konfigurationen an. So das vorkonfigurierte Racksystem DGX H100 mit acht H100, vier NVLink-Switches, Zweiso-ckel-x86-Board, 2 TByte Arbeitsspeicher und bis zu 400 GBit/s schnellem Infini-band-Ethernet. 32 solcher DGX-Einschübe gibt es als DGX-Pod verteilt auf zwölf Racks; diese lassen sich zu DGX-SuperPods mit Tausenden GPUs koppeln.

Der für 2023 avisierte Server-Prozessor Grace mit 72 ARM-Kernen nutzt ebenfalls NVLink und soll 1 TByte/s schnellen LPDDR5X-ECC-Speicher haben. Die

C2C-NVLinks erlauben auch die direkte, cache-kohärente Kopplung zweier Graces als „Superchip“ mit dann 144 Kernen, ähnlich Apples M1 Ultra. Alternativ kommt statt des zweiten Grace ein Hopper zum Einsatz, sodass CPU und GPU mit gigantischen 900 GByte/s kommunizieren und auch die GPU direkt auf fast 600 GByte Speicher zugreifen kann. Nvidia erwartet von einem Grace Superchip (also zwei Grace-CPU) eine Leistung von „740 SPECrate 2017\_int\_base est.“ – ein einzelner 64-Kern-Epyc 7763 schafft etwa 440, ein Zweiso-ckelssystem rund 860 Punkte. (csp@ct.de)

**Als „Grace Hopper Superchip“ will Nvidia seine kommenden Rechenzentrums-CPU und -GPUs auf einem Modul verbinden.**

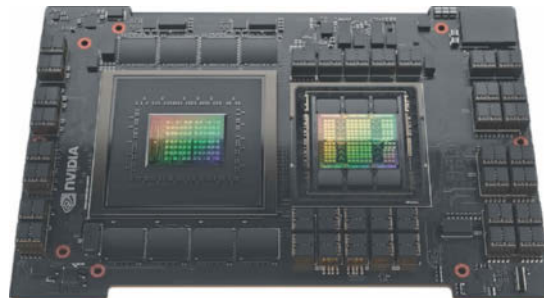
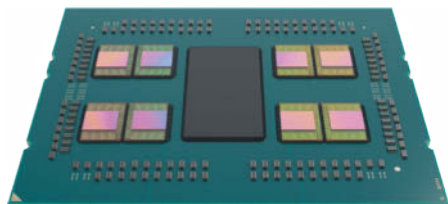


Bild: Nvidia

## Server-CPU: AMD Epyc 7x73X mit 1,5 GByte Cache im 2P-System

Angekündigt auf der Computex 2021, bringt AMD jetzt vier **Epyc-Serverprozessoren mit zusätzlichem L3-Cache**, genannt 3D V-Cache auf den Markt. Die Epyc 7373X, 7473X, 7573X und 7773X mit 16, 24, 32 und 64 Kernen haben mit 768 MByte jeweils dreimal soviel Level-3-Cache wie ihre Gegenstücke aus der Epyc-7003-Reihe und sind mit 4185 bis 8800 US-Dollar in Tausenderstückzahlen auch merklich teurer als diese. Nach einem BIOS-Update laufen sie in den meisten Epyc-7003-Servern. Bei den maximalen Taktfrequenzen muss man zum Teil leichte Abstriche im Vergleich zu anderen 7003ern in Kauf nehmen.

Leistungsvorteile durch den in Zwei-Sockel-Systemen 1,5 GByte großen Cache sind anwendungsspezifisch; AMD verspricht in eigenen Benchmarks deutlich mehr Performance etwa für Electronic Design Automation oder Strömungsberechnungen (Computational Fluid Dynamics). AMDs V-Cache-Technik nutzt vertikale Verbindungen durch ein Die (Through-Silicon Vias), um oberhalb der regulären 32 MByte Level-3-Caches der Compute-Chiplets einen weiteren Siliziumchip mit flächenoptimiertem Cache anzubringen. TSMCs Stapeltechnik ermöglicht extrem hohe Kontaktdichten und kommt ohne Lötverbindungen aus. (csp@ct.de)



**Der zusätzliche L3-Cache soll Servern mit Epyc 7x73X speziell bei technischen Berechnungen Flügel verleihen.**

### Kurz & knapp

AMDs **Rechenbeschleuniger Instinct MI210** ist als Konkurrent zu Nvidias älterer A100 nun als PCIe-4.0-Karte verfügbar. Er nimmt 300 Watt auf und ist mit 22,4 TFlops und 64 GByte HBM2E (1,6 TByte/s) rund halb so schnell wie der MI250.

Kioxia stellt bereits die zweite **Enterprise-SSD mit PCIe 5.0** vor. Die CD8 im 2,5-Zoll-Gehäuse mit U.2-Anschluss soll mit Kapazitäten zwischen 800 GByte und 15,36 TByte erhältlich sein. Aktuell liefert Kioxia Evaluierungsmuster an Pilotkunden aus, ein Termin für den Marktstart ist noch nicht bekannt.

Samsung und Western Digital wollen im Bereich **Zoned Storage** in Zukunft zusammenarbeiten. Dabei geht es um Standardisierungen von Hard- und Software sowie um die Schaffung eines offenen Ökosystems.



AfB gGmbH – gebrauchte IT-Hardware  
✓ NACHHALTIG ✓ REFURBISHED ✓ GÜNSTIG



Refurbished Notebooks

**JETZT AUCH MIT WINDOWS 11**



*Entdecke jetzt unsere Oster-Einzelstücke  
mit Windows 11 und Windows 10*

**www.afbshop.de**



## Multi-Gigabit-Ethernet fürs Büro

**Trendnet bringt bis zu 10 Gigabit pro Sekunde auf den Schreibtisch und Engenius erweitert seine Reihe der Cloud-managed Switches.**

Nachdem vermehrt Netzwerkspeicher (NAS), Router, WLAN-Basen und PC-Mainboards mit Multigigabit-Ethernet-Ports bis 2,5 Gbit/s auf den Markt kommen, geht Trendnet mit dem Desktop-Switch TEG-S708 einen Schritt weiter: Das Gerät hat acht RJ45-Ports für elektrisches Ethernet bis 10 Gbit/s. Laut Datenblatt beherrscht es auch noch das ursprüngliche Ethernet mit 10 Mbit/s, auch wenn das heute kaum noch jemand nutzt.

Die Leistungsaufnahme soll im Maximum 37 Watt erreichen, weshalb der Switch per Lüfter gekühlt wird, der mit bis zu 52 dBA rauscht. Damit ist er besser im 19-Zoll-Gestell im Netzwerkraum als auf dem Schreibtisch aufgehoben. Der Preis des TEG-S708 ist mit 804 Euro (UVP) sportlich, zumal der Switch laut Trendnet nicht konfigurierbar ist, etwa für VLANs. Von anderen Herstellern bekommt man vergleichbare Geräte für die Hälfte.

Engenius bleibt mit seinen beiden ab dem zweiten Quartal erhältlichen Neulingen ECS2528FP (1190 Euro UVP) und ECS2552FP (1900 Euro) auf dem 2,5-Gbit/s-Niveau. Dafür speisen die Ge-

räte elektrische Leistung ein, um WLAN-Basen, Überwachungskameras und Ähnliches übers LAN-Kabel mit Energie zu versorgen (Power-over-Ethernet, PoE+, IEEE 802.3at). Der ECS2528FP enthält 24 Ports mit 16 × Gigabit-Ethernet und 8 × 2,5 Gbit/s (PoE-Summenleistung 410 Watt), der ECS2552FP die doppelte Portzahl bei gleicher Verteilung (740 Watt). Die per Cloud, der Software ezMaster in einer lokalen virtuellen Maschine oder stand-alone konfigurierbaren Switches bringen ferner vier SFP+-Slots für das Einbinden ins Firmennetz mit.

(ea@ct.de)



Trendnets TEG-S708 enthält acht Multigigabit-Ethernet-Ports für maximal 10 Gbit/s, aber auch einen deutlich hörbaren Lüfter.



Die Cloud-konfigurierbaren Switches ECS2528FP und 2552FP von Engenius liefern an einem Teil ihrer Ports bis 2,5 Gbit/s und speisen Energie ins Ethernet-Kabel.

## GPS-Tracker-Start-up insolvent

Das noch junge Start-up **Prothelis** aus Düsseldorf ist insolvent. Die 2014 gegründete Firma entwickelte GNSS-Tracker (umgangssprachlich GPS-Tracker) von der Platine über die Software bis hin zum Gehäuse komplett in Eigenregie. Auch den Mobilfunktarif und ein Webinterface nebst einer Smartphone-App bekamen Kunden aus einer Hand zum monatlichen Festbetrag.

Im Gespräch mit c't sagte Geschäftsführer Yücel Taşpinar, dass die Chipkrise und der daraus entstandene Bauteilemangel für die Insolvenz der Firma verantwortlich seien. Die zum Bau der Tracker benötigten Hauptkomponenten habe die Firma über vier Monate nicht erhalten, sodass die Gerätefertigung brach lag.

Besitzer von Prothelis-Trackern können indes beruhigt sein: Die Firma Reinhold Busch e. K. hat die Marke, den Webdienst sowie die Produktionsrechte gekauft und will die Geräte im Laufe des

Aprils wieder anbieten. Bestandskunden müssen der Übernahme auf der Weboberfläche zustimmen und können den Dienst dann weiter nutzen. (amo@ct.de)



Von Grund auf selbst entwickelte GNSS-Tracker für Mensch, Tier und Sache – wie hier der kompakte „Area“ am c't-Testhund – waren Prothelis' Spezialgebiet.

## Kurz & knapp: Netze

Das **Ethernet-Steuermodul** Exdul-518E für 189 Euro von Messcomp hat elf Optokoppler-Eingänge sowie acht Schaltausgänge (max. 1 Ampere).

Peplink wertet seinen **Mobilrouter MAX Transit Pro mit Wi-Fi 6** auf. Er holt das Internet per Ethernet und externem Modem oder über Dual-LTE-Mobilfunk herein (max. 400 Mbit/s) und verteilt es per Ethernet und 2-Stream-WLAN.

Unter der Marke Rockstable hat der IT-Distributor Brocon IT ein **Sortiment für Netzwerkausstattung** aufgelegt. Serverschränke im 10- und 19-Zoll-Format, optische Transceiver (SFP, SFP+) und Monitorarme sollen dank hohem Lagerbestand gut lieferbar sein.



# 1&1 DSL und Glasfaser

Highspeed-Internet mit 10 Freimonaten\*

## INTERNET & TELEFON

10  
FREIMONATE\*

0,–  
€/Monat\*

100 MBit/s-Tarif für  
10 Monate, danach  
ab 39,99 €/Monat



**GRATIS**  
Sicherheit für bis  
zu 4 Geräte  
**4,99**  
€/Monat



## 1&1 DSL oder Glasfaser – Highspeed für jeden Anspruch!

Wechseln Sie jetzt unterbrechungsfrei zu 1&1 und erleben Sie schnelles WLAN in Ihrem Zuhause. Sie brauchen sich um nichts zu kümmern – 1&1 übernimmt alle Formalitäten und kündigt auf Wunsch Ihren bestehenden Internet-Vertrag. Anschließend schalten wir pünktlich Ihren neuen DSL- oder Glasfaser-Anschluss – ohne Unterbrechung. **Jetzt gratis: Norton Security Online** – der Allround-Schutz vor Hackern und Viren für bis zu 4 Geräte (PCs, Laptops, Tablets und Smartphones).

Inklusive



**30 Tage  
testen**

Geräte, Netz, Tarif –  
Sie können alles  
einen Monat lang  
unverbindlich testen.\*



**WLAN-  
Versprechen**

1&1 bringt Ihr  
Heimnetzwerk zum  
Laufen. Alle Geräte,  
egal wo gekauft.



**Priority-  
Hotline**

1&1 ist rund um die  
Uhr persönlich für  
Sie da. Kein Sprach-  
computer.



**Funktions-  
Garantie**

Im Falle eines Falles:  
unverzügliche  
Entstörung oder  
Gerätetausch.



**Umzugs-  
Service**

Sie nennen uns  
Ihren aktuellen  
Anbieter – wir  
erledigen den Rest.

# 1&1

**1und1.de**  
**02602/9690**



\*1&1 DSL 100 oder 1&1 Glasfaser 100 für 10 Monate je für 0,– €/Monat, danach 39,99 €/Monat (DSL) bzw. 44,99 €/Monat (Glasfaser). Einmalige Gewährung der 10 Freimonate in den Tarifen 1&1 DSL 100 oder 1&1 Glasfaser 100. Internet-Flat: Unbegrenzt surfen mit bis zu 100 MBit/s. Tarife je nach Verfügbarkeit als DSL- oder Glasfaser-Tarif. Für Glasfaser-Tarife: In vielen Regionen möglich. Im Vergleich zu DSL-Tarif gleicher Geschwindigkeitsklasse Danach-Preis jeweils 5,– € Aufpreis/Monat. Sofern keine Glasfaserleitung vorhanden ist, Ausbau und Eigentümergenehmigung erforderlich. Aktion: Baumaßnahmen aktuell kostenfrei. Für alle Tarife gilt: Telefon-Flat: Rund um die Uhr kostenlos ins dt. Festnetz telefonieren. Anrufe in alle dt. Mobilfunknetze 19,9 ct/Min. Mögliche Hardware: z. B. 1&1 HomeServer+ für 6,99 €/Monat. Der Preis fällt zu den zusätzlichen monatlichen Tarifleistungen an, die zusammen mit der Hardware angeboten werden. Router-Versand: einmalig 9,90 €. Bereitstellungspreis: einmalig 49,95 € (DSL) bzw. 69,95 € (Glasfaser). Dauerhaft inklusive: Norton™ Security Online für bis zu 4 Geräte für 0,– €/Monat in Verbindung mit ausgewählten 1&1 DSL- oder Glasfaser-Tarifen. Schutz für PCs, Macs®, Android™-Geräte, iPads® und iPhones®. Einige Funktionen sind nicht für iPad® und iPhone® verfügbar. Mindestlaufzeit: 24 Monate. Kündigungsfrist: 1 Monat zum Ende der Vertragslaufzeit. 30 Tage testen: Sonderkündigung im ersten Monat. Abbildung ähnlich, Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Preise inkl. MwSt. 1&1 Telecom GmbH, 56403 Montabaur.



# Alles organisch

## OLED-TVs bald von allen großen Herstellern

**Samsung will erstmals seit 2013 wieder Fernseher mit organischen Displays anbieten, den eigenen Neo QLEDs aber weiterhin treu bleiben. Wir beleuchten, was die neuen OLEDs auszeichnet, wer sie außer Samsung nutzen will und was sie für den TV-Markt bedeuten.**

Von Ulrike Kuhlmann

Bislang nutzen sämtliche OLED-Fernseher etwa von LG, Sony, Panasonic oder Philips OLED-Panels von LG Display, der Displaysparte von LG Electronics. Nun will auch Samsung in dieser Liga mitspielen. Das Besondere an den neuen OLED-TVs von Samsung ist das neue Panel: Es stammt aus Samsungs eigener Panel-schmiede. Auch Sony will es in seinen TVs einsetzen.

Die beiden OLED-Varianten unterscheiden sich in wesentlichen Punkten: LG

Display nutzt einen weiß leuchtenden organischen Schichtaufbau und setzt davor Farbfilter mit roten, grünen, blauen und transparenten Segmenten. Das transparente Weiß-Segment steigert die Lichtausbeute – an den RGB-Farbfiltern gehen 60 Prozent des Lichts verloren – und verhilft dem TV so zu höheren Leuchtdichten. In der Pixelstruktur erkennt man den weißen Streifen neben den schmalen RGB-Subpixeln; die LG-Technik wird deshalb oft WOLED genannt. Der Nachteil des zusätzlichen Weißsegments: Die Farben bleichen in hellen Bildbereichen etwas aus.

Samsung nutzt eine blau leuchtende organische Schicht und erzeugt die Farben mit gedruckten Nanopartikeln. Die sogenannten Quantenpunkte (Quantum Dots, QDs) an der blauen Leuchtschicht konvertieren das blaue Licht in rotes und grünes und arbeiten so wie ein Filter für die roten und grünen Subpixel; das transparente Segment ist für die blauen Subpixel. Die Quantenpunkte sorgen für satte Farben auch in heller Umgebung. Anders als bei LG sind die RGB-Subpixel im Samsungs QD-OLED allerdings nicht neben-

einander, sondern in einer Art Dreieck angeordnet. Diese Deltastruktur mit ihren vergleichsweise großen Zwischenräumen erleichtert die Ausrichtung der Masken in der Fertigung (das Alignment).

### Delta statt Streifen

Durch die ungewöhnliche Deltastruktur entstehen jedoch zugleich unschöne Farbsäume an kontrastreichen Kanten. Beim Alienware-Monitor AW3423DW von Dell mit QD-OLED-Panel waren die Farbartefakte aus dem Büro-üblichen Betrachtungsabstand von 60 Zentimetern unübersehbar (den Test des Gaming-Monitors von Dell mit QD-OLED-Panel finden Sie auf S. 108). Die Farbsäume sind auch bei den großen Fernsehern von Samsung und Sony zu sehen, wir sind dafür aber näher als im Wohnzimmer üblich ans Display herangetreten. Am 65-Zoll-TV von Sony haben wir bei der Videowiedergabe aus einer der TV-Diagonale angemessenen Distanz von etwa drei Metern keine Artefakte mehr wahrgenommen.

### Nur kleine Diagonalen

Trotz der großzügigeren Pixelstruktur gelingt es Panelhersteller Samsung Displays derzeit nicht, das OLED-Panel mit größeren Diagonalen zu fertigen. Sowohl Samsung als auch Sony können die QD-OLED-TVs deshalb zunächst nur mit 1,40 Meter (55 Zoll) und mit 1,65 Meter Diagonale (65 Zoll) anbieten. Und es wird zumindest vorläufig keine QD-OLEDs mit 8K-Auflösung geben – dafür müsste sich die Pixelstruktur wesentlich verkleinern lassen, was wiederum sehr hohe Anforderungen ans Alignment stellen würde. Schon bei 4K-Auflösung munkt man von Ausbeuten an tauglichen Panels (der Yield) um 30 Prozent, was für eine Massenproduktion extrem niedrig wäre.

Die kleinen Diagonalen und fehlendes 8K dürften Gründe gewesen sein, weshalb Samsung die QD-OLEDs nicht als Topmodell einordnet. Stattdessen platziert der Hersteller die organischen Displays im Portfolio unterhalb seiner aktuellen Neo-QLEDs, also LCD-TVs mit lokal dimmbarem Mini-LED-Backlight und farbverstärkenden Quantenpunkten. Laut Samsung liegen die S95B-OLED-Modelle zwischen den Serien QN90B und QN95B, was für den 65-zölligen 65S95B ein Preis zwischen 3000 und 3500 Euro bedeutet. Man setze weiterhin auf die Neo-QLED-Technik, bekräftigte ein Samsung-Vertreter. Der Markt habe jedoch OLED-TVs



Samsung stellt eigene OLED-TVs vor, sieht seine Neo QLEDs mit LCD-Technik und Quantenpunkten aber weiterhin als beste Fernsehertechnik.



verlangt, weshalb man diese Technik jetzt ebenfalls anbiete.

Allerdings seien OLED-TVs weniger lichtstark als LCD-TVs und damit nicht so alltagstauglich für helle Umgebungen, erklärte der Hersteller. Samsung spezifiziert für die S95B eine Spitzenhelligkeit von 1500 cd/m<sup>2</sup>. Diese „Peak Luminanz“ muss nur kurzzeitig auf einem kleinen Bildausschnitt erreicht werden. Wie hell der Schirm dauerhaft leuchtet, wissen wir noch nicht.

## WOLED und QD-OLED

Samsung nennt seine neue Technik übrigens nicht mehr QD-OLED, sondern nur noch OLED. Das könnte auch daran liegen, dass der TV-Hersteller mangels ausreichender Produktionskapazitäten künftig auch WOLED-Panels von LG Displays nutzen wird. Ohne die genaue Differenzierung zwischen „QD“ und „W“ bleibt es für die Kunden offen, welche OLED-Variante im Samsung-TV steckt. Die Bezugsquelle sei nicht wichtig, erklärte der Hersteller, entscheidend sei am Ende die Bildqualität. Was natürlich stimmt, aber nicht unbedingt vom Vertrauen in die hauseigene Paneltechnik zeugt.

Hier ist Sony eindeutiger: Der japanische TV-Hersteller positioniert seine QD-OLED-TVs als neue Topmodelle und bleibt auch bei der Panelbezeichnung. Daneben will Sony wie gehabt OLED-TVs mit LG-Panel nutzen: Die letztjährigen Topmodelle der A90J-Serie wurden ergänzt um die A90K-Serie mit zwei OLED-TVs in 42- und 48-Zoll-Diagonale (1,07 m und 1,20 m). Zusätzlich bietet Sony billigere OLED-TVs mit 60-Hz-Panelrefresh von LG (siehe TV-Test in c't 25/2021) und neue LCD-TVs mit Mini-LEDs im lokal dimmbaren Backlight an.

## Alles drehbar

Sowohl Sony als auch Samsung haben neue Standfüße für ihre TVs vorgestellt. Das Besondere bei Samsung ist die Möglichkeit, das TV darauf um 90 Grad in die Senkrechte zu drehen. Alle TVs des Jahrgangs 2022 können das Bild mitdrehen und auch den Homescreen des Smart-TVs sowie alle Einstellmenüs passend gedreht anzeigen. Der Hochkantbetrieb war bisher dem rotierbaren Design-TV The Sero vorbehalten, den es nur mit 43 Zoll Diagonale gibt.

Außerdem will Samsung die Drehfunktion für TVs mit Diagonalen bis 65 Zoll per Wandhalterung ermöglichen; lei-

**Sony platziert die kontraststarken Smart-TVs mit QD-OLED-Panel im Spitzen-segment und bietet auch OLED-TVs mit LG-Panel an.**



Bild: Sony

der konnten wir bislang weder die Standfüße noch die Halter in Aktion sehen.

Mit ihnen lässt sich auch The Frame in die Senkrechte stellen. Das einem Bilderrahmen nachempfundene Design-TV bekommt in diesem Jahr erstmals eine mattierte Oberfläche, mit der die gerahmten digitalen Bilder weniger von Decken- oder Standlampen beeinträchtigt werden. Die Mattierung hat uns auf den ersten Blick überzeugt: Ein direkt auf den Schirm gerichteter Spot erzeugte lediglich einen matt schimmernden Fleck, während sich im daneben hängenden „alten“ Frame die Lampe und alle Objekte im Raum deutlich abzeichneten.

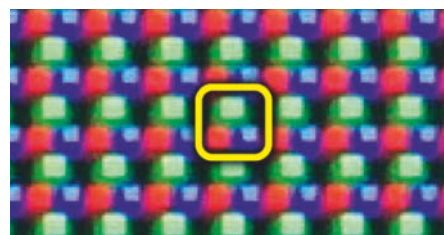
## Neue 8K-TVs

Samsung bringt 2022 neue Geräte mit 8K-Auflösung (7680 × 4320 Pixel) aus seiner Neo QLED-Reihe mit LCD-Technik. Bei diesen wurde die Funktion zum Hochskalieren von Inhalten weiter verbessert. So will Samsung jetzt bei der Interpolation geringerer Auflösungen 14 statt bisher 12 Bit nutzen und mehr virtuelle Bildebenen berücksichtigen.

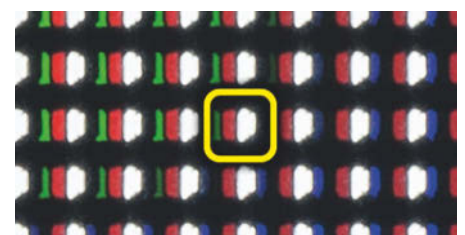
LG ist derzeit der einzige Anbieter von OLED-Fernsehern mit 8K-Auflösung. Die neuen 8K-Modelle aus der Z2-Serie

sind weiterhin recht teuer, zumal sie auch nur mit 77 und 88 Zoll also 1,95 Meter respektive 2,23 Meter Diagonale angeboten werden: Für den größeren OLED-88Z29LA empfiehlt LG stolze 30.000 Euro, das 77-Zoll-Modell OLED77Z29LA soll 15.000 Euro kosten – immerhin 5000 Euro weniger als sein Vorgänger. Damit zielt LG dennoch auf eine recht kleine Nutzergruppe. Die ältere Modellreihe ZX9LA ist mit etwa 8000 Euro für den 77-Zöller deutlich preiswerter. Darin steckt zwar nicht die neueste Evo-Technik für mehr Leuchtdichte, im abgedunkelten Heimkino reicht deren Leuchtdichte aber aus.

Sämtliche neuen OLED-TVs von LG bis auf die günstigere A2-Serie besitzen 2022 ein 120-Hz-Panel und vier HDMI 2.1-Eingänge mit 48 Gbit/s für bessere Farbaufklärung. Die Datenrate der LG-TVs des Jahres 2021 war auf 40 Gbit/s begrenzt. Wie gehabt unterstützen die Geräte neben ALLM, VRR, FreeSync und G-Sync auch Dolby Vision Gaming mit 4K/120 Hz. Samsung verspricht für seine aktuellen TVs ebenfalls vier HDMI-Ports in Version 2.1 mit 4K/120 Hertz. Speziell Gamer werden sich über höhere Refreshraten der TVs freuen. (uk@ct.de) **ct**



**In Samsungs QD-OLED-Panel sind jeweils drei RGB-Subpixel fest einem Bildpunkt zugeordnet. Diese Delta-Struktur ist also keine Pentile-Matrix.**



**LG ordnet die Subpixel in seinen WOLED-Panels in der üblichen Streifenanordnung an und fügt an RGB ein weißes Subpixel.**



# Eingebaute Obsoleszenz

## Arztpraxen müssen 130.000 Konnektoren tauschen

**Weil ihre Sicherheitszertifikate ablaufen, müssen bis Ende 2024 knapp 130.000 Konnektoren in Arztpraxen, Apotheken und Krankenhäusern ausgetauscht werden. Der aufwendige Wechsel sei nötig, obwohl die Geräte ab 2026 sowieso überflüssig und durch Software ersetzt werden sollen.**

Von Detlef Borchers

Derzeit sind in Deutschland rund 160.000 Arztpraxen, Kliniken und Apotheken über besonders gesicherte Hardwarerouter, sogenannte Konnektoren, mit der Telematischen Infrastruktur (TI) verbunden. Über diese tauschen sie unter anderem Patientendaten mit den gesetzlichen Krankenkassen aus. In den Konnektoren steckt eine fest verbaute gSMC-Karte, deren Zertifikat nach fünf Jahren abläuft. Daher müssen in den nächsten drei Jahren rund 128.000 von 160.000 Konnektoren ausgetauscht werden.

Aus Sicherheitsgründen können die Praxen und ihre IT-Dienstleister die gSMC-K-Karten nicht selbst wechseln. Die Geräte müssen über eine gesicherte Lieferkette ausgetauscht werden. Um Ausfallzeiten möglichst kurz zu halten, bekommen die Praxen ein Austauschgerät. Bei sehr alten Geräten muss der Hersteller die Hardware wechseln. Bei neueren Modellen genügt ein Tausch der internen gSMC-K-Karten, bevor die frisch versiegelten Geräte an die nächste Praxis weitergehen.

Die Gesellschafter der für die TI verantwortlichen Gematik hatten sich auf den

Hardwaretausch einstimmig geeinigt. Es sei zwar der teuerste, aber auch der risikoärmste Weg, den Anschluss an das Gesundheitsnetz weiter zu gewährleisten. Ursprünglich hatte die Gematik eine Laufzeitverlängerung der Zertifikate als deutlich günstigere Softwarelösung vorgeschlagen, war jedoch aus Sicherheitsgründen davon abgewichen. Die Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV) begrüßte die Umstellung, solange Ärzte nicht die Kosten tragen: „Die KBV erwartet eine vollumfängliche Finanzierung der mit dem Konnektoraustausch verbundenen Kosten durch die Krankenkassen.“ Ob die Krankenkassen und damit letztlich die gesetzlich Versicherten die Kosten komplett übernehmen, wird derzeit allerdings noch verhandelt.

### Software-Umstellung 2026

Die Lebensdauer des Zertifikates auf den fest eingebauten gSMC-K-Karten ist durch die technische Richtlinie für Schlüssellängen von kryptografischen Verfahren des BSI auf fünf Jahre bestimmt. Die Gematik schreibt dazu in ihren Spezifikationen: „Dies KANN durch die Lieferung

eines neuen Konnektors oder durch Austausch der gSMC-K durch den Hersteller erfolgen. Der Hersteller MUSS sicherstellen, dass Konnektoren ausschließlich zu den mit ihrer Einsatzumgebung gehörenden Vertrauensankern ausgestattet werden.“

Bis Ende dieses Jahres müssen rund 15.000 Konnektoren ersetzt werden, im Jahr 2023 sind es 58.000 und im Jahre 2024 insgesamt 55.000 Geräte. Etwa 30.000 der im Einsatz befindlichen Konnektoren sind jüngeren Datums. Ihre Zertifikate sind mindestens bis zum 1. Januar 2026 gültig. Dann soll nach der bisherigen Planung die TI auf Version 2.0 umgestellt werden. Dabei wird die Konnektorhardware nach und nach durch eine VPN-Software ersetzt und Versicherte erhalten eine elektronische ID.

### Knappe Bauteile

Die Gesamtkosten der Austauschaktion stehen bislang noch nicht fest, da unklar ist, bei welchen Konnektoren ein Kartentausch genügt und bei welchen Hardware ersetzt werden muss. Die 15.000 Geräte, die noch in diesem Jahr fällig sind, betreffen Geräte der Firma KoCo-Connector, einer Tochter der Compugroup Medical (CGM), sowie von Research Industrial Systems Engineering (RISE). Beide Firmen haben bereits betont, dass sie einen Vorrat an Austauschkonnektoren haben und lieferfähig sind.

Erst Ende 2023 kommen Konnektoren vom dritten Anbieter Secunet Security hinzu. Secunet kann Kosten und Lieferzeiten derzeit aber noch nicht abschätzen. Der Hersteller verweist auf die angespannte Lage auf dem Elektronikbauteilemarkt mit Lieferzeiten von über einem Jahr. Für die Konnektorhardware versucht Secunet derzeit, Komponenten zu stark erhöhten Preisen zu beschaffen.

Bislang ist das Geschäft mit den Konnektoren für Secunet durchaus lukrativ: Im jüngst veröffentlichten Geschäftsbericht für das Jahr 2021 verzeichnete der Businesssektor des Unternehmens gegenüber dem Vorjahr eine Umsatzsteigerung von 48,5 auf 59,5 Millionen Euro. Der Gewinn vor Zinsen und Steuern (EBIT) belief sich auf 6,5 Millionen Euro, nachdem zuvor 2,2 Millionen Euro Verluste gemacht wurden. Die Steigerung führt der Bericht auf das „sehr gut verlaufene Software- und Servicegeschäft mit dem secunet konnektor (Gesundheitskonnektor)“ zurück.

(hag@ct.de) 



Bild: Secunet

**Kurz vor ihrer Rente müssen Konnektoren wie das Modell von Secunet noch einmal zurück zum Hersteller, um Hardware und interne Sicherheitszertifikate zu wechseln.**



# Sicher und flexibel aus der Ferne ins Unternehmensnetz einloggen – ganz ohne VPN

**Umständlich und unflexibel: VPN erweist sich in der Arbeitswelt von heute immer mehr als Hemmschuh. Die Alternative: Zero Trust Network Access.**

Die Arbeitswelt wandelt sich gerade rasant: Immer mehr Menschen arbeiten im Home-Office und das wird auch nach dem (hoffentlich baldigen) Ende der Corona-Pandemie so bleiben. Doch das Virus ist nicht die einzige Ursache für diesen Wandel. Menschen arbeiten zunehmend von unterwegs, viele sind für mehrere Kunden gleichzeitig tätig und sind vielleicht auch gar nicht mehr bei einem Unternehmen angestellt, sondern arbeiten als Freelancer. Auch diese Personen brauchen für die Dauer ihrer Anstellung oder eines Projekt Zugriff auf die für sie relevanten Daten.

Hier wird es knifflig. Wie verschafft die IT-Abteilung einem neuen Mitarbeitenden schnellen und sicheren Zugriff? Schnell heißt: innerhalb weniger Stunden, besser sogar Minuten. Und sicher heißt: Der neue Kollege soll nur auf die Ressourcen zugreifen können, die er wirklich braucht, zum Beispiel auf die CRM-Software, und nicht auf sämtlichen sensiblen Informationen des Unternehmens. Via Virtual Private Network (VPN) vielleicht? Nein, das scheidet aus. Schnell ist die Einrichtung eines VPN schon mal nicht, das weiß jeder, der sich tagtäglich damit abkämpfen muss. Ein VPN erfordert einen hohen Verwaltungsaufwand für die IT-Mitarbeitenden. Dass VPN-Clients nicht besonders benutzerfreundlich sind, ist altbekannt. Spürbare Latenz, geringes Tempo und Verbindungsprobleme gehören zum Alltag. Und sicher ist ein VPN auch nicht: Zwar kann sich niemand in die gesicherte Verbindung einklinken, doch wenn ein Hacker an einen PC mit VPN kommt, kann er sich damit in das ganze Unternehmensnetzwerk einloggen und praktisch unbegrenzt Schaden anrichten. Der größte Knackpunkt bei VPN ist aber, dass immer nur eine VPN-Verbindung möglich ist. Doch das ist in der modernen Arbeitswelt mit vielfältigen Beziehungen zwischen Menschen und Unternehmen realitätsfern.

Zum Glück gibt es eine Alternative: Zero Trust Network Access. ZTNA stellt ausschließlich Verbindungen zu den Anwendungen und Daten her, die der Mitarbeitende benötigt, ein Zugriff auf weitere Ressourcen des Unternehmens ist nicht möglich. Der Zugriff auf die Anwendung ist damit vom Zugriff auf das physische Netzwerk entkoppelt. ZTNA gibt es von unterschiedlichen Anbietern, wobei die Architekturen variieren. Wer sich schon etwas mit dem Zero-Trust-Konzept – Traue nichts und niemandem – befasst hat, befürchtet eventuell, dass die ZTNA-Einführung Anpassungen an der Infrastruktur erfordert. Bei den meisten Anbietern ist damit tatsächlich ein gewisser Mehraufwand verbunden.

Dass es auch anders geht, zeigt Cordaware bestzero: Der Mitarbeiter lädt sich eine Appsbox auf sein Endgerät. Diese wird im Unternehmensnetz mit dem so genannten Hive sowie mit einem Authentifizierungsserver verbunden. Im Hive sind die Zugriffs-

berechtigungen der Appsbox jedes Mitarbeiters auf die einzelnen Software-Anwendungen und Datenbestände konfiguriert. So können IT-Admins den Anwendern gezielt und einfach Ressourcen zur Verfügung stellen – mit nur wenigen Mausklicks.



**Multi-Provider Access Management mit der Appsbox von Cordaware bestzero (Quelle: Cordaware)**

Bei VPNs wie auch bei herkömmlichen ZTNAs erfolgt die Verbindung von außen, also vom Endgerät des Nutzers, nach innen ins Unternehmensnetz. Bei Cordaware bestzero ist es genau umgekehrt: Die Verbindung wird von innen nach außen aufgebaut, was eine höhere Sicherheit bedeutet. Ein weiterer Vorteil ist, dass der Hive Verbindungen zu unterschiedlichsten Quellen knüpfen kann. Viele Freelancer arbeiten für mehrere Kunden, auch Mitarbeitende in einem Unternehmen haben oft mehrere Projekte bei unterschiedlichen Kunden laufen. Per VPN ist das nicht sinnvoll zu lösen, da immer nur eine VPN-Verbindung möglich ist. Die Appsbox dagegen verknüpft sich mit den Hives beliebig vieler Kunden, in jedem Unternehmen bekommt der Nutzer genau den Zugriff, den er braucht, und es kommt zu keinen Konflikten. Auch für die Unternehmen ist das praktisch, weil sie Lieferanten, Freelancer, Partner und deren Endgeräte im Handumdrehen einbinden können. Und mindestens ebenso wichtig: Endet die Zusammenarbeit, wird die Verbindung zwischen Hive und Appsbox per Mausklick getrennt. „VPN eignet sich höchstens noch für feste Teams mit wenigen Mitarbeitern“, betont Benedikt Stürmer-Weinberger, Key Account Manager bei Cordaware, „für die moderne Arbeitswelt ist VPN zu schwerfällig.“

Cordaware bestzero dürfte also wohl das Ende von VPN einläuten und die Basis dafür legen, wie Menschen und Unternehmen künftig sicher und flexibel zusammenarbeiten.



# Bürgerdatenschleuder

## Wie Baden in Österreich 33.000 Meldedatensätze ins Netz stellte

**Die Stadtgemeinde Baden in Niederösterreich hat sich die BadenCard für den Besuch des Wertstoffhofs ausgedacht. Weil der politische Druck groß war, baute man hastig eine Website, um diese online zu verlängern und zu bezahlen. Anfang März erreichte uns ein brisanter Hinweis: Auf dem fahrlässig konfigurierten Webserver lagen ungeschützt unter anderem die Adressdatensätze von 33.000 Bürgern.**

Von Jan Mahn

Die Verwaltung von Baden bei Wien wollte eigentlich nur ein kleines Problem lösen: Den Recyclinghof, betrieben vom Bauhof der Stadt, sollten nur Einheimische besuchen und auch die nur maximal 52 mal pro Jahr. Anstatt sich vor Ort bei jedem Besuch den Ausweis zeigen zu lassen und eine Strichliste auf Papier oder in Excel zu führen, entschied sich die Stadt für eine digitale Lösung mit einem schwungvollen Namen: die BadenCard.

Ende 2020 überlegte sich die Verwaltung dann eine Weiterentwicklung: Künftig sollte die Karte 15 Euro bei der Ausstellung und danach 10 Euro pro Jahr kosten. Weil bei der ersten Version aber die Daten der Inhaber nicht erfasst wurden, forderte die Stadt alle Entsorgungswilligen auf, persönlich im Bürgerbüro zum Ausstellen einer neuen Karte vorstellig zu werden. Die Aussicht auf alljährliches Schlangestehen und Nummernziehen im Rathaus passte nicht jedem in Baden und die Lokalpolitiker der liberalen Partei NEOS nutzten die Gelegenheit, lautstark eine Möglichkeit zur Online-Verlängerung und bei der Gelegenheit auch eine Digitalstrategie für Baden zu fordern. Eine On-

line-Verlängerung sei nicht nur während des Lockdowns eine gute Idee für die Zukunft.

Anfang 2022 verkündete die Stadt dann stolz: „Die Stadtgemeinde Baden hat eine Online-Lösung geschaffen, die es erlaubt, sowohl die Verlängerung selbst als auch die Bezahlung bequem zu Hause zu erledigen.“ Die Bezahlung funktionierte, wie man es aus vielen Webshops gewohnt ist, per Sofortüberweisung oder Kreditkarte, dazu hatte man Dienste des österreichischen Zahlungsdienstleisters Hobex eingebunden.

### Neugierige Blicke

Neugierig schaute sich auch einer unserer österreichischen Leser das neue Angebot an. Auf den ersten Blick suspekt war schon der Link zum Portal, den die Stadt auf ihrer Homepage eingebaut hatte. Der endete mit dem Pfad `cgi-bin/web_if/web_if.cgi` – ungewöhnlich für ein Portal, das man eher unter einer leicht zu merkenden Adresse wie etwa `card.baden.at` vermutet hätte. Ließ man diese Pfadangabe weg, antwor-

tete auf dem Server eine CGI-Testseite. Nicht gerade das, was man von einer fertigen und produktiv genutzten Anwendung erwartet. Da eine Anwendung, die sich schon vor den Kulissen so verdächtig benimmt, oft einen genaueren Blick wert ist, schaute sich unser Leser genauer auf dem Server um und prüfte gängige Pfade, die schon andernorts für Datenlecks verantwortlich waren.

### Alle Tore offen

Anfang März 2022 landete dann eine Mail mit einem Hinweis in unserem Investigativ-Briefkasten (zu erreichen über [heise.de/investigativ](mailto:heise.de/investigativ)). Der aufmerksame Leser hatte entdeckt, dass sich der Webserver auf dem Pfad `/data` übermäßig geschwätzig zeigte: Aktiviert war das sogenannte Directory Listing, das fast alle Webserver eingebaut haben. Ist es eingeschaltet, generiert der Server für jeden Ordner, der keine Index-Webseite enthält, eine Übersichtsseite mit allen darin befindlichen Dateien und Ordnern, die man darüber per Klick bequem herunterladen kann. Ge-

The screenshot shows the 'Web-Interface der Stadtgemeinde Baden' with a purple header. Below the header is a banner image of a building with the text 'Zugang zum Abgaben-Service'. The main form area has two input fields: 'Zugangs-ID: Eingabe Zugangs-ID (Karten-Nr.)' and 'Geburtsdatum: Eingabe Geburtsdatum (TT.MM.JJJJ)'. A green 'Anmelden' button is at the bottom.

**Über eine Website konnten Einwohner seit Anfang 2022 ihre BadenCard verlängern. Die Anwendung wurde offenbar unter Zeitdruck gebaut und enthielt einen schweren Konfigurationsfehler.**



dacht ist das eher für die Entwicklungsphase, in fertigen Anwendungen hat diese Seite nichts verloren.

Wir schauten uns die URL an und konnten uns ein Bild vom Ausmaß des Problems machen. Einen Passwortschutz gab es nicht, alle Ordner mit allen Daten waren direkt einsehbar. Neben Dateien mit kryptischen Namen stach sofort die Datei `meldeamt.dbf` (letzte Änderung am 8.3.2022, dem Tag unseres Abbrufs) ins Auge, die 8,4 MByte groß war. `dbf`-Dateien gehören zum antiquierten Datenbanksystem dBASE II, das in den 1980ern auf den Markt kam. Öffnen

kann man die `dbf`-Dateien, die jeweils eine Datenbanktabelle enthalten, heute am schnellsten mit der Tabellenkalkulation Calc aus der LibreOffice-Programmfamilie.

Uns offenbarte sich das, was wir anhand des Dateinamens befürchtet hatten: Auf 33.483 Zeilen erstrecken sich Name, Vorname, Anschrift, Geschlecht, Geburtsdatum sowie die Information, ob es sich um einen Erst- oder Zweitwohnsitz handelt. 28.400 Personen haben laut dieser Datenbanktabelle ihren Erstwohnsitz in Baden – etwas mehr als die 26.037, die die Stadt auf ihrer Homepage unter „Baden in Zahlen“ selbst angibt. Man kann also annehmen, dass wir die vollständige Melde-datenbank der Stadt gefunden hatten.

Noch mehr Datenfelder enthielt die Tabelle `cards.dbf`. Darin offenbar die Datensätze der 14.420 ausgestellten BadenCards. Neben der postalischen Anschrift, die in allen Datensätzen eingetragen und wohl aus der Meldedatenbank übernommen war, hatten einige Nutzer zusätzlich auch eine E-Mail-Adresse und eine Telefonnummer hinterlegt. Außerdem enthielt die Tabelle Informationen zur Plastikkarte wie die ID des eingebauten RFID-Chips sowie die Gültigkeit der BadenCard.

Als wären das nicht genug personenbezogene Daten, hatte der Server noch jede Menge Textdateien mit der Zeichenkette „Hobex“ und JSON-Objekten im Angebot. Dabei handelte es sich offenbar um die Transaktions-Logs, die der Zahlungsdienstleister Hobex erzeugte, wenn ein Bürger seine 10 Euro für die nächsten 365 Tage Entsorgungsergütungen bezahlt hatte. Die Daten enthielten

unter anderem Name und Rechnungsanschrift sowie die IP-Adresse. Bei Kreditkartenzahlung sah man immerhin nur die letzten vier Stellen der Kreditkartennummer – bei Sofortüberweisung aber die vollständige IBAN.

Mit diesen Erkenntnissen beendeten wir die Suche und informierten am 8. März

den Datenschutzbeauftragten der Stadtverwaltung mit dem Hinweis auf Responsible Disclosure. Wir sicherten zu, nicht über den Fall zu berichten, solange das Problem besteht. Schon am nächsten Morgen war das Leck provisorisch abge-

dichtet. Der Webserver antwortete mit „403 Forbidden“, abgestellt war aber vorerst nur das Directory Listing. Wenig später war der gesamte Server nicht mehr erreichbar und auf der Homepage der Stadt hieß es: „Die Online-Verlängerung der Baden Card ist vorübergehend aufgrund von Wartungsarbeiten nicht möglich!“

In unserer E-Mail hatten wir um Antworten innerhalb von 14 Tagen auf Fragen zum Problem gebeten – diesen Termin ließ die Behörde ohne Reaktion verstreichen und auch auf erneute Anfrage bekamen wir keine Antwort. Auskunftsfreudiger zeigte sich die Österreichische Datenschutzbehörde. Sie bestätigte, dass sie am 11. März gemäß Artikel 33 der DSGVO informierte wurde und dass das Verfahren noch laufe. Auch auf die Frage, welche Konsequenzen die folgeschwere Nachlässigkeit für die Stadtverwaltung haben würde, antwortete der Sprecher: „Eine Verhängung von Verwaltungsstrafen gegen Behörden ist in Österreich durch § 30 Abs. 5 DSG ausgeschlossen.“

### Finger weg

Aus technischer Sicht gibt es kaum neue Lehren aus dem Fall, vor allem die alte Erkenntnis: Für das Directory Listing auf Webservern gibt es eigentlich keinen guten Grund; diese Übersichtsseite macht es enorm leicht, sensible Daten in Verzeichnissen zu finden. Aber mit dem Abstellen des Directory Listings ist es nicht getan: Datenbanken und andere sensible Inhalte wie Logs gehören nicht in ein Verzeichnis, das per HTTP von einem Webserver ausgeliefert wird. Und wenn es dafür wirklich mal einen triftigen Grund

geben sollte, nur hinter einer sicheren Authentifizierung – fast immer gibt es aber bessere Alternativen wie einen Abruf der sensiblen Daten per SSH.

Problematisch war auch die grundsätzliche Architektur der BadenCard-Plattform. Deren Server speicherte mehr Daten als für die Aufgabe unbedingt nötig. Wer den Auftrag bekommt, eine solche Anwendung zu entwerfen, sollte sich gut und in Ruhe überlegen, ob er nicht eine Möglichkeit findet, ohne eine stets aktualisierte Kopie des gesamten Melderegisters auszukommen. Die Forderung nach Datensparsamkeit ist keine weltfremde Idee der Datenschutzgesetzgeber, sondern reduziert den Schaden bei einem Leck wie diesem. Sollen die Geburtsdaten zum Beispiel wie in diesem Fall nur dazu benutzt werden, dass sich Baden-Card-Inhaber mit ihrer Kartennummer und dem Geburtsdatum anmelden können, kann man die Geburtsdaten auch wie ein Kennwort behandeln und als Hash abspeichern.

Einen rudimentären Schutz vor vergleichbaren Datenlecks können Monitoring-Werkzeuge liefern, die für gewöhnlich regelmäßig eine URL aufrufen und Alarme auslösen, wenn eine Seite nicht erreichbar ist – etwa wenn der Server ausgefallen ist. Mit der Open-Source-Software Uptime Kuma haben wir ein solches Werkzeug kürzlich vorgestellt [1]. Solche Anwendungen kann man oft auch in einem inversen Modus betreiben: Dann schlagen sie per Mail oder Messenger Alarm, wenn eine nicht für die Öffentlichkeit bestimmte Seite wider Erwarten im Netz hängt. Konfigurationsfehler bleiben dann nicht lange unentdeckt, sofern man alle schützenswerten Pfade pflichtbewusst ins Monitoring aufnimmt.

Solche technischen Helfer können aber nur unterstützen und ersetzen nicht den kritischen Blick von Admin-Kollegen oder von extern eingekauften Penetration-Testern. Diesen Blick schärft man, indem man sich auch als Admin oder Entwickler in die Rolle potenzieller Datendiebe versetzt und beispielsweise mit einer Testumgebung gängige Angriffe ausprobiert [2]. (jam@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Niklas Dierking, Bist du da?, Webdienste mit Uptime Kuma überwachen, c't 26/2021, S. 164
- [2] Wilhelm Drehling, Hacken ohne Konsequenzen, Hacking lernen in virtueller Trainingsumgebung, c't 2/2022, S. 148



# Verräterische Musterrechnungen

## Oberflächlich anonymisierte PDFs von Stromanbietern geben Kundendaten preis

**Energieversorger erläutern ihre Rechnungen gerne anhand anonymisierter Muster-PDFs. In einigen fanden wir Rückstände von Kundendaten. Zum Glück gibt es praktikable Wege für Firmen, solche Datenlecks in Dokumenten zu vermeiden.**

Von Andrea Trinkwalder

Er heißt Max Mustermann, hat die Kundennummer 123456 und die Kontonummer 1234500XXXX. Mit seinen unverfänglichen Daten anonymisiert er Dokumente aller Art. Bisweilen gelingt das eher schlecht als recht. Dann bleiben Original-Kundendaten erhalten und lassen sich teils mit simplen Mitteln rekonstruieren.

So wie bei einigen Stromanbietern. Auf den Servern von Vattenfall, eRegio, Energie<sup>3</sup>, den Stadtwerken Bamberg und den Stadtwerken Hockenheim haben wir Musterrechnungen auf Basis von Original-PDFs gefunden, aus denen sich verborgene persönliche Informationen per Auswählen-Kopieren-Einfügen extrahieren ließen, von Name und Adresse über Kunden-/Verbrauchsstellenummer (Energie<sup>3</sup>) bis hin zur Bankverbindung (Stadt-

werke Hockenheim und Bamberg). Einen vermeintlich unschädlich gemachten QR-Code, der zum Kunden-Login führte (Vattenfall), konnten wir mit einem Bildbearbeitungsprogramm rekonstruieren.

Auf Nachfrage reagierten außer Energie<sup>3</sup> sämtliche Unternehmen professionell und nahmen die gemeldeten Dateien unverzüglich von ihren Servern. Die Stadtwerke Bamberg erklärten außerdem, die Panne beim Bayerischen Landesamt für Datenschutzaufsicht gemeldet zu haben. Auf Antwort von Energie<sup>3</sup> warten wir noch.

### Altbekanntes Problem

Das Problem ist wahrlich nicht neu: Allzu viele Anwender überdecken sensible Stellen in (PDF-)Dokumenten noch immer mit simplen schwarzen Kästen oder mit weißen plus Max-Mustermann-Ersatztext. Solche Funktionen findet man in allen kostenlosen PDF-Betrachtern, sie gehören zu den Kommentarwerkzeugen.

Diese sogenannten Markups schweben aber lediglich als zusätzliche Schicht über den ursprünglichen Inhalten. Um den verborgenen Text freizulegen, muss man kein ausgebuffter Hacker sein: Man öffnet das PDF im Browser, wählt per Strg+A alles aus, kopiert es per Strg+C und fügt es mit Strg+V in einem Texteditor ein. Alternativ lassen sich die Markups auch in

einem kostenlosen PDF-Editor löschen, verschieben oder ausblenden.


Generell ist PDF ein sehr komplexes Format, in dem sich an allen möglichen Stellen (Ebenen, Metadaten etc.) sensible Informationen verstecken können.

### Einfache Lösung

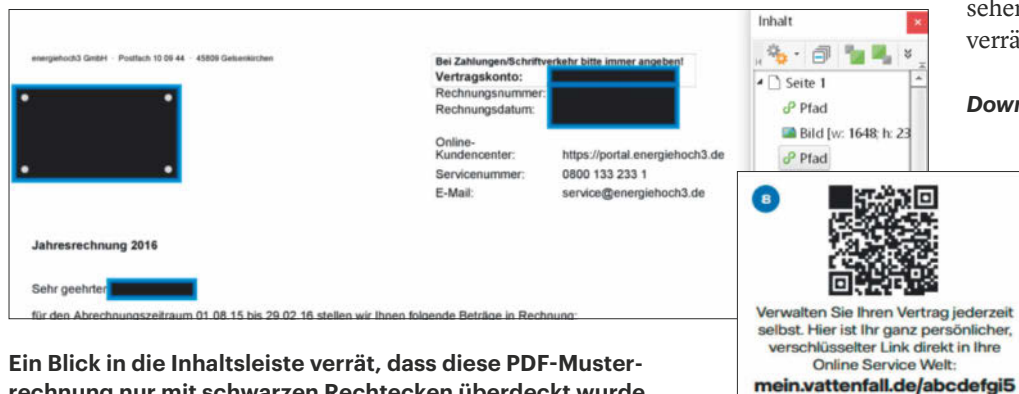
Wenn Sie nicht umhin können, (anonymisierte) Original-Dokumente zu veröffentlichen, benötigen Sie spezielle Redaction-Funktionen, die Inhalte nicht nur schwarz übermalen, sondern dauerhaft aus dem Dokument tilgen und darüber hinaus sämtliche verborgenen Objekte aufspüren und entfernen. Dies beherrschen nur professionelle PDF-Editoren wie Adobe Acrobat oder Foxit Phantom. Insbesondere muss man selbst genügend PDF-Know-how mitbringen, um das Ergebnis anschließend zu überprüfen. Für die manuelle Prüfung eignet sich bereits die kostenlose Version des PDF-XChange Editor, über dessen Seitenleisten sich PDF-Inhalte systematisch inspizieren lassen.

Für Rechnungs-Erläuterungen gibt es hingegen sichere und einfache Alternativen zum bearbeiteten Kundendokument: Man könnte zum Beispiel Vorlagen generieren, die von vornherein keine sensiblen Informationen enthalten.

Falls dies nicht geht und nur ein Original-PDF zur Verfügung steht, führt der sicherste Weg über annotierte Bildschirmfotos: Original im PDF-Betrachter öffnen, Kundendaten mit schwarzen Balken überdecken. Anschließend mit einem Screenshot-Werkzeug die relevanten Ausschnitte abfotografieren, nummerierte Erklärungen anbringen und als PNG oder JPEG speichern. Bessere Screenshot-Programme wie Greenshot, Screenpresso oder Snagit enthalten einen Editor, in dem man Nummerierungen direkt ergänzen kann.

Dieser Workflow stellt sicher, dass die Musterrechnung nur das enthält, was Sie mit eigenen Augen auf dem Bildschirm sehen, also weder verborgene Ebenen noch verräterische Metadaten. (atr@ct.de) 

**Downloads und Quellen:** [ct.de/ysrp](https://ct.de/ysrp)



Ein Blick in die Inhaltsleiste verrät, dass diese PDF-Musterrechnung nur mit schwarzen Rechtecken überdeckt wurde.

Der lediglich an den Positionsmarkern verfremdete QR-Code ließ sich leicht reparieren und führte direkt ins Kundenportal, das aber außer dem Nachnamen keine Daten preisgab.



## Drohnerkennung lauscht mit Schwebfliegenhirn

**Das visuelle System der Schwebfliege filtert selbst kleinste optische Signale aus dem Bildrauschen. Ein dem nachempfunden neuronales Netz erkennt nach demselben Prinzip feinste Drohngeräusche im Umgebungslärm.**

Mit einem eigens entwickelten Signalprozessor zur Rauschunterdrückung bauten Anthony Finn und sein Forscherteam der University of South Australia, der Flinders University sowie des Rüstungsunterneh-

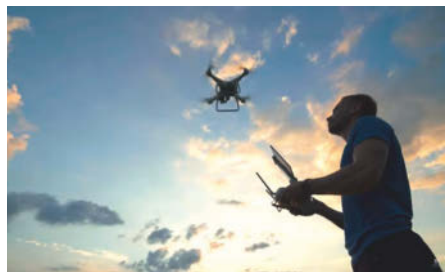


Bild: University of South Australia

**Mit der Rauschunterdrückung des visuellen Systems einer Schwebfliege erkennt ein akustisches Warnsystem weit entfernt startende Kleindrohnen.**

mens Midspar Systems ein Lauschsystem, das die Geräusche anfliegender Drohnen deutlich früher als bisherige Systeme identifiziert. Selbst kleine, leise Quadrocopter konnten sie mit ihrer Konfiguration bereits aus drei bis vier Kilometern Entfernung ausmachen, trotz Umgebungslärm. Die Technik soll künftig helfen, Flughäfen und Militärstützpunkte gegen eindringende Drohnen zu schützen.

Als Vorlage diente den Wissenschaftlern das visuelle System von Schwebfliegen. Diese Insekten können selbst kleinste optische Ziele aus unruhigen visuellen Signalen filtern. Ihre zugrunde liegende neuronale Verschaltung leistet dabei eine hervorragende Rauschunterdrückung und gilt als interessantes Vorbild für eine leistungsfähige Bilderkennung mit optischen Systemen. Finns Team wendet diese Technik nun auf Audiofrequenzspektren an. Damit gelang es ihm, selbst schwache Signale aus dem akustischen Rauschen zu filtern.

(agr@ct.de)

**Schwebfliegen-Trick im Video:**  
[ct.de/ydnp](https://ct.de/ydnp)

## Durchblick für Roboter

Ein optischer Sensor aus dem Fraunhofer Institut für Optik und Feinmechanik (IOF) erfasst transparente Objekte und Oberflächen, die glänzen, spiegeln oder tief-schwarz sind. „Glas360Degree“ kombiniert eine **Infrarot-Laserprojektion mit zwei Wärmebildkameras**. Der Laser erwärmt das Messobjekt lokal auf einer Linie und bewegt diese in Sekundenbruchteilen über die Oberfläche. Damit sind deren Konturen für die Kameras gut sichtbar. Die Forscher haben ihr System bereits an Robotern in der industriellen Fertigung getestet.

(agr@ct.de)

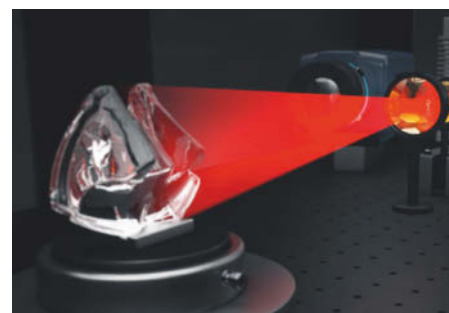


Bild: Fraunhofer IOF

**Ein Laser erwärmt das transparente Objekt und macht es so erkennbar.**

## Linux 5.17 verbessert Powermanagement für AMD-CPU

Ende März hat Linus Torvalds mit einer Woche Verspätung den Linux-Kernel in Version 5.17 veröffentlicht. Schuld an der Verzögerung war vor allem die späte **Integration von Patches gegen neue Spectre-Angriffsvarianten**, die zusätzliche Tests notwendig machte.

Für AMD-Prozessoren bringt der Kernel einen neuen P-State-Treiber (amdpsstate) für die „Collaborative Processor Performance Control“ (CPPC) mit. Dieser erlaubt eine feinere Steuerung der Leistungsaufnahme von AMD-Prozessoren als der bisher genutzte ACPI-CPUfreq-Treiber. Aufbauend auf dem neuen Treiber können die CPU-Scaling-Governors des Linux-Kernels, wie „ondemand“ oder „schedutil“, die Leistungsziele (Targets) und Hinweise (Hints) der CPPC-Hardware auswerten und granularer die Leistungsstufen (P-States) der CPU umschalten. Das senkt den Energieverbrauch und kann auf mobilen Geräten so die Akkulauf-

zeit verlängern. Der Treiber setzt voraus, dass CPPC im UEFI-BIOS aktiviert ist und steht nur für AMD-Ryzen-Prozessoren der Generation Zen 2 und neuer zur Verfügung.

Kernel 5.17 erleichtert die Analyse von anonymen Arbeitsspeicher. Derartige Speichersegmente können über verschiedene Allokatoren erzeugt werden. Das machte es bisher nahezu unmöglich, den Speicher zu inspizieren und so Optimierungsbedarf beim Allokator zu erkennen. Auch den physischen Speicherbedarf eines Prozesses zu ermitteln, wenn dieser „shared Memory“ nutzt, war bislang aufwendig. Der neue Kernel erweitert den Systemaufruf `prctl()` so, dass Userspace-Prozesse einem Speicherbereich einen Namen in Form eines Strings zuweisen können. Der Patch basiert auf einer Idee aus 2013, die damals jedoch Sicherheits- und Performance-Bedenken hervorrief. Der neue Patch umgeht die Probleme unter ande-

rem dadurch, dass er die Namen der anonymen Speicherbereiche im Kernel-Space speichert. Der Ansatz ähnelt jenem im Android-Kernel, der schon seit einiger Zeit über einen ähnlichen Mechanismus verfügt.

Auch an der Dauerbaustelle „extended Berkeley Packet Filter“ (eBPF) haben die Kernel-Entwickler weiter gefeilt. Demnächst sollen vorkompilierte eBPF-Programme möglich sein und diese somit portabel machen. Zudem erlaubt die neue Hilfsfunktion `bpf_loop()`, eine Funktion mit einer festen Anzahl an Runden zu durchlaufen, was einfache Schleifen erlaubt, ohne die Systemstabilität zu gefährden.

Eine detaillierte Auflistung der Neuerungen in Linux 5.17 finden sich auf [heise online](https://heiseonline.com) (siehe [ct.de/ykzb](https://ct.de/ykzb)) und im offiziellen Changelog.

(Oliver Müller/ktn@ct.de)

**Kernel-News und Changelog:** [ct.de/ykzb](https://ct.de/ykzb)



# Endlos wachsende Kunst

<https://webcanvas.com>



**WebCanvas** stellt nach eigenen Angaben die größte digitale Leinwand im Netz dar. Bei dem kostenlosen Kunstprojekt malen

Menschen aus aller Welt gemeinsam und gleichzeitig auf einer schier unendlichen Fläche. Mit den Werkzeugen zeichnen Sie Bilder oder laden eigene Werke als Teil des Ganzen hoch. Die rudimentären Malwerkzeuge funktionieren vektorbasiert. Sie nutzen Zeichenpinsel, Linien- und Formwerkzeug (Viereck oder Kreis), um eigene Werke zu erstellen, ähnlich wie bei Paint. Darüber hinaus können Sie andere malende Benutzer beobachten, sollten Sie denselben Bereich betrachten. Die Kunstwerke reichen von Anime-Figuren über apokalyptische Pixel-Landschaften bis hin zu Putin-Karikaturen.

Wenn Sie die Malwerkzeuge anwenden, verändern Sie stets die Werke anderer, ähnlich einer komplett besprühten Graffiti-Wand. Zur besseren Orientierung nutzen Sie die Option „Location“, um sich konkrete Bereiche anzeigen zu lassen (etwa „last painted“). Die Seite befindet sich noch im Beta-Stadium: Die Malwerkzeuge erscheinen erst, wenn Sie mit dem grünen Lupen-Symbol maximal reinzoomen. Manche Leinwandbereiche laden langsam. Falls Ihnen WebCanvas zu sehr ruckelt, erstellen Sie Ihre Kunstwerke außerhalb des Browsers, etwa mit Paint oder Photoshop. Danach laden Sie Ihr Werk als JPEG-Datei auf WebCanvas hoch und verwirgen sich auf dem kollaborativen Gesamtkunstwerk. (lgu@ct.de)

## Netzwerke amerikanischer Machteliten

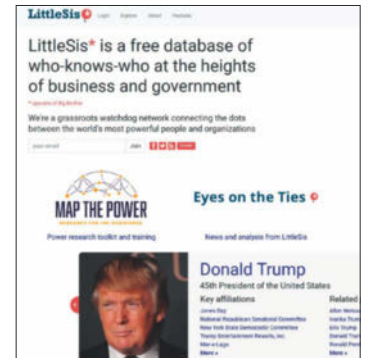
<https://littlesis.org/>

**LittleSis** soll die Machenschaften zwischen amerikanischen Politikern, Unternehmen, Lobbyisten und Finanziers transparent machen. Es geht um Fragen wie: Wem spendet Donald Trump sein Geld und wer finanzierte seinen Wahlkampf? Welche Menschen verbinden das US Department of State mit Unternehmensberatern (McKinsey) und Investment Bankern (J.P. Morgan)?

Antworten hierzu sind im Web schnell gefunden. Allerdings liefert kaum eine Site so übersichtliche und miteinander verlinkte Daten wie LittleSis. Alle Informationen stammen zudem den Betreibern zufolge aus seriösen Quellen wie Regierungsunterlagen und Nachrichtenartikeln. Sind Ihnen die Steckbriefe zu Personen (Rex Tillerson) oder Firmen (Exxon Mobile) nicht genug, finden Sie unter „Explore“ die Option „Maps“. Hier stellen Organigramme Beziehungen zwischen Firmen, Politikern und Lobbyisten anschaulich dar: „Industry-Backed Cli-

mate Experts“ verdeutlicht etwa, wie Ölfirmen wie BP und Exxon „Klimaxperten“ beeinflussen. Die Karte zeigt, dass diese Firmen Bildungsinstitutionen (Stanford University) und Forschungsprogramme (MIT Energy Initiative) durch Millionenspenden fördern.

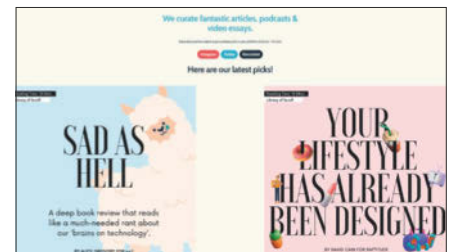
Wollen Sie wissen, wer hinter Trumps Kampagne „Stop the steal“ steckt, so klicken Sie auf „Explore“ und den Reiter „Lists“. Dort suchen Sie nach „stop the steal“. Nun präsentiert LittleSis die Lebensläufe aller 13 Sprecher (etwa Lara Trump), aus denen Beruf (TV-Produzentin), Bildung (North Carolina University) und Wohnort (New York) hervorgehen. LittleSis ist ein kostenloses Open-Source-Projekt der „Public Accountability Initiative“, einer gemeinnützigen Forschungsorganisation, die sich auf die Rechenschaftspflicht von Unternehmen und Regierungen konzentriert. (lgu@ct.de)



## Long-Form-Reads-Sammlung

<https://libraryofscroll.com/>

Denken Sie an den letzten Online-Artikel zurück, der ihr Weltbild in 15 Minuten veränderte. 150 solcher Artikel mit ansprechenden Comic-Covern bietet



Ihnen die **Library of Scroll**, eine kostenlose Sammlung von Long-Form-Reads. Die Artikel behandeln Themen wie Lernstrategien, Geldanlagen, Internetkonzerne oder den Aufbau von Start-ups. Zwei Inderinnen betreiben die Wordpress-Site. Beide sind beruflich im Banking- und Start-up-Bereich tätig. Sie verlinken Artikel von Nachrichtenorganisationen („Mother Jones“), Print-Magazinen („n+1“) und anderen Blogs.

Auf der Website gibt es keine Suchmaske. Für eine bessere Artikelübersicht klicken Sie auf „All reads“, um das komplette Textarchiv zu sehen. Wenn Sie eine Entscheidungshilfe wünschen, so klicken Sie auf „Top 100 picks“. Im Bereich „Internet & Start-ups“ finden Sie etwa Artikel zu „Wachstumsgrenzen von Internetplattformen“. Unter der Rubrik „Love & Life“ beschreibt ein Artikel, wie sich einsame Internetnutzer in Zeiten der Online-Partnersuche fühlen. Der Artikel „The Second Coming of Steve Jobs“ gibt detaillierte Einblicke in das Wirken und Denken des verstorbenen Firmengründers. (lgu@ct.de)

Diese Seite mit klickbaren Links: [ct.de/y256](https://ct.de/y256)





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



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

**Jetzt gleich bestellen:**

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

 +49 541/80 009 120

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

## **ICH KAUF MIR DIE c't NICHT. ICH ABONNIER SIE.**

Ich möchte c't 3 Monate lang mit 35 % Neukunden-Rabatt testen.  
Ich lese 6 Ausgaben als Heft oder digital in der App, als PDF oder direkt im Browser.

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





# Schlecht verpackt

Mangelnde Sorgfalt kann Garantieansprüche entfallen lassen



**Wer ein Gerät im Rahmen der Garantie an den Hersteller sendet, muss es ordentlich verpacken. Im besten Fall hilft der Hersteller mit Rat und Tat.**

Von Tim Gerber

Für ihr Studium kaufte sich Sophia K. im April 2021 über einen bekannten Versandhändler für 700 Euro ein Notebook Asus VivoBook Flip14. An sich war die Studentin sehr zufrieden mit der Leistung und der Ausstattung des Geräts. Mit der Zeit traten aber immer häufiger Probleme auf, welche sich Sophia K. nach elf Monaten Nutzungszeitraum nicht erklären konnte.

Das Notebook ließ sich nicht mehr zuverlässig aus dem Ruhezustand aufwe-

cken, wenn das Netzteil zum Aufladen des Akkus eingesteckt war. Beim Hochfahren bemerkte die Kundin im unteren Bereich des Displays links eine Art grünliches Licht. Das Phänomen beobachtete sie auch bei dunklen Bildhintergründen mit zunehmender Häufigkeit. Auch irritierte der Touchscreen vermehrt mit Ghost Touches. Das bedeutet, dass beispielsweise der Eingabecursor in einer Textdatei plötzlich an eine andere Stelle springt.

Da ihr das alles immer unheimlicher wurde, kontaktierte Sophia K. Anfang März den Kundenservice des Herstellers Asus und bat um eine Überprüfung. Nach entsprechender telefonischer Beratung durch Asus meldete die Kundin ihren Fall über das Serviceportal des Herstellers an und erhielt ein Versandlabel nebst Versandhinweisen. „Verpacken Sie die defekte Ware transportsicher in einer entsprechend gepolsterten Verpackung, um Transportschäden zu vermeiden“, hieß es

darin, und weiter: „Verwenden Sie für den Versand nicht den Originalkarton, da dieser keine ausreichende Transportsicherheit für die Reparatureinsendung bietet und Rückschlüsse auf den Inhalt zulässt.“

Sophia K. wickelte das Notebook zunächst in ein ausgedientes T-Shirt und zog noch eine Plastiktüte darüber. Dann legte sie es in einen Karton, den sie mit zusammengeknülltem Zeitungspapier ausstopfte. Dabei achtete sie darauf, dass das Gerät an keiner Stelle direkten Kontakt mit dem äußeren Karton hatte. So verpackt gab sie das Notebook am 11. März beim Paketdienst ab.

## Gebrochen

Vier Tage später, am 15. März erhielt sie von Asus einen Kostenvoranschlag für die Reparatur in Höhe von knapp 260 Euro. Die Beschädigungen an dem Gerät seien mechanischer Natur und deshalb nicht von der Garantie gedeckt. Über die Ser-



vice-Seite von Asus konnte die Kundin sich Fotos ihres Geräts ansehen. Das Gehäuse zeigte Risse und Brüche an den Scharnieren, die sich Sophia K. nicht erklären konnte.

Sie wandte sich deshalb am 16. März an den Hersteller und machte geltend, dass die auf den Fotos sichtbaren Schäden bei Versand noch nicht vorgelegen hätten. Kurz zuvor hatte die Kundin selbst Fotos von dem Laptop angefertigt, die das belegten. Der Kundenservice antwortete rasch, dass man das Gerät in diesem Zustand erhalten habe. Der Mitarbeiter sagte aber zu, sich das vorhandene Video des Wareneingangs noch anschauen zu wollen.

Wenige Stunden später teilte er mit, dass er nach Sichtung des Videos keine andere Entscheidung treffen könne. Der Kundin könne man das Video „wegen der DSGVO“ nicht zur Verfügung stellen. Sophia K. schilderte ihr Problem mit Asus zunächst via Reddit, später noch mit einer E-Mail an die Redaktion vom 18. März.

Wir fragten am 21. März bei Asus an, warum der Transportschaden nicht reguliert wird. Den Versender hatte Asus ausgewählt und das Transportlabel zur Verfügung gestellt. Dann haftet der Hersteller auch für den Transport, der im Rahmen der Garantie notwendig wird. Auch wollten wir wissen, warum man Videos vom Eingang des Kundengeräts nicht datenschutzkonform zur Verfügung stellen könne.

Am 24. März teilte uns der Hersteller mit, dass der entstandene Schaden ganz offensichtlich auf unzureichende Verpackung des Geräts zurückzuführen sei. Deshalb habe man das gegenüber dem Paketdienstleister nicht reklamiert. Eigenes Verpackungsmaterial stelle man den Kunden bei solchen Reklamationen nicht zur Verfügung, das sei auch nicht marktüblich. Trotz des Verschuldens der Kundin wolle man jedoch nach einer für sie günstigen Lösung suchen.

Mit der Auskunft übermittelte Asus noch einige Fotos davon, in welcher Verpackung das Notebook der Kundin die Werkstatt erreicht hatte. Angesichts dieser Bilder müssen wir Asus recht geben: Die Verpackung war eindeutig ungenügend. Der Karton ist deutlich zu klein, nicht stabil genug und das zerknüllte Zeitungspapier bietet keinen ausreichenden

Schutz vor Stößen und Erschütterungen, wie sie bei modernen Sortieranlagen der Paketdienstleister nun einmal unvermeidlich sind.

So verpackt darf man elektronische Geräte auf keinen Fall auf den Weg schicken. Am besten wäre es gewesen, wenn die Kundin den Originalkarton mit seiner Polsterung noch mal in einen größeren Umkarton getan und diesen ordentlich ausgestopft hätte. Wenn der Abstand zwischen innerem und äußerem Karton mit mindestens 3 Zentimetern in allen Richtungen groß genug ist, tut es dafür zur Not auch zerknülltes Papier. Besser wären freilich professionelle Füllmaterialien wie etwa Luftpolsterfolie oder Styroporchips. Sicher ist das aber nur, wenn das Gerät im Innenkarton bereits ausreichend gepolstert ist, etwa mit den Original-Dämpfungen aus Styropor oder ähnlichem.

### Verpackungsratschläge

Wer dafür Platz hat, ist deshalb gut beraten, neben Kartons verschiedener Größe stets auch etwas von den üblichen Füllmaterialien wie Luftpolster, Schaumstoff oder ähnliches aufzuheben, mit denen professionelle Elektronikversender die Ware schützen. Notfalls muss man gutes Verpackungsmaterial halt extra kaufen. Das ist allemal billiger, als letztlich wegen Eigenverschuldens auf einem Transportschaden sitzen zu bleiben.

Hat man das reklamierte Gerät bei einer Einzelhandelskette erworben, die auch Filialen betreibt, kann man Transportrisiken oftmals vermeiden, indem

**VOR  
SICHT  
KUNDE!**



Bild: Asus

**Die Risse am Gehäuse des Notebooks, die auf den Fotos der Werkstatt zu sehen sind, waren vor dem Versand nicht vorhanden.**

man das Gerät in einer Filiale anliefert. Dort wird üblicherweise der Zustand dokumentiert.

Die Entscheidung von Asus ist in diesem Fall nicht zu beanstanden. Beste Praxis wäre allerdings, wenn die Unternehmen von sich aus geeignete und wiederverwendbare Verpackungen zur Verfügung stellen würden. Das wäre umweltfreundlicher und hilfreich. Auch die Anleitungen dürfen gern etwas deutlicher ausfallen, damit auch in solchen Dingen eher unerfahrene Kunden ausreichend informiert sind.

Studentin Sophia K. hat allerdings noch mal Glück gehabt: Unsere Intervention hat Asus dazu bewogen, ihr Notebook kostenlos zu reparieren. Beim nächsten Mal wird sie sich mit der Verpackung gewiss mehr Mühe geben. (tig@ct.de) **ct**



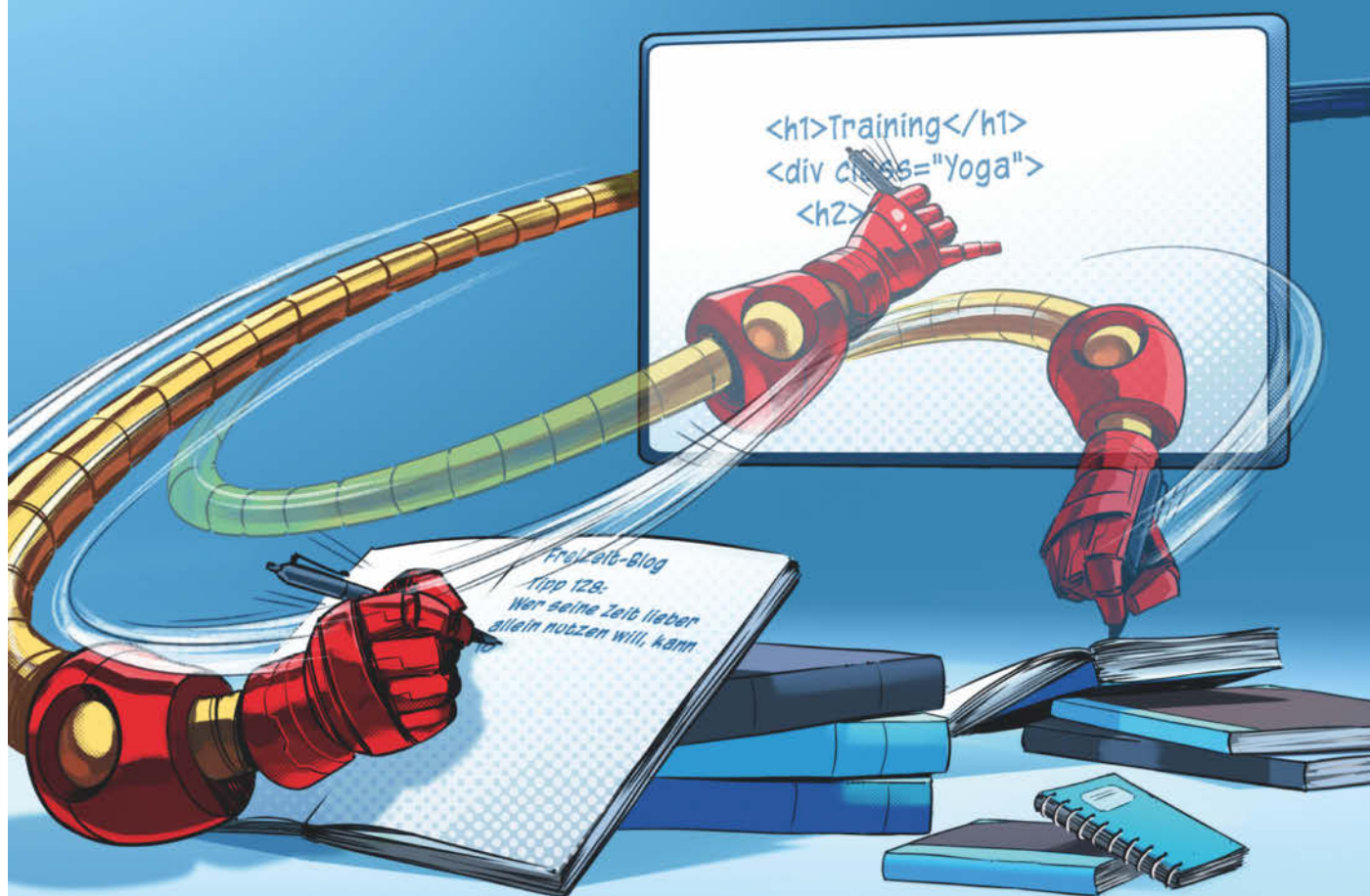
Bilder: Asus

**Mit mehreren Fotos dokumentiert die Werkstatt, dass die Verpackung für den Versand unzureichend war. Vor allem der Abstand zwischen Notebookgehäuse und Karton ist viel zu knapp.**



# Wandlungsfähige Schreib-KI

Apps und Anwendungen mit GPT-3 & Co.  
texten und analysieren Texte



Textgeneratoren im Einsatz .....	Seite 60
So denken Sprachmodelle .....	Seite 64
GPT-3-API anwenden .....	Seite 68
Programmier-Tools mit KI .....	Seite 72



## Seit das Sprachmodell GPT-3 ohne Warteliste allgemein zugänglich ist, entstehen rasch neue Anwendungen. Sprach-KIs helfen beim Texten, klassifizieren Dokumente, schreiben Programmcode oder übersetzen zwischen Sprachen. Die kreativen Systeme boomen.

Von Arne Grävemeyer

**S**prach-KIs dringen in viele Lebensbereiche vor. Diese Entwicklung haben Generative Pre-trained Transformers ins Rollen gebracht, tiefe neuronale Sprachmodelle, die terabyte-weise mit Webinhalten, Wikipediaeinträgen und Buchtexten trainieren. Als Pionier entwickelt das Forschungsunternehmen OpenAI derartige KI-Giganten. Deren bis heute größter Vertreter GPT-3 hat ein neuronales Netz mit 175 Milliarden Parametern und beweist seit Mai 2020 sein Sprachtalent. OpenAI fand inzwischen einige Nachahmer in den USA, in China und beispielsweise mit der Heidelberger Aleph Alpha auch in Europa. Zurzeit sind die zehn größten KI-Systeme weltweit allesamt moderne Sprachmodelle.

Eine KI derartiger Größe erkennt nicht nur einzelne Wörter in ihrer Bedeutung. Durch die große Anzahl seiner Parameter ist GPT-3 in der Lage, gleich ganze

Textabschnitte zu erfassen. So kommt das Sprachmodell durch ein doppeldeutiges Wort nicht ins Stolpern. Es erkennt Textzusammenhänge sowie Stilformen und schreibt diese glaubwürdig weiter. Damit ist es im Grunde ein besonders aufwendiges Auto-Complete-Tool (zur Funktionsweise siehe S. 64, ein Hintergrundartikel zum technischen Aufbau der Transformer-Modelle folgt in einer der kommenden Ausgaben). Zudem gelingen GPT-3 und seinen Nachfolgern auch Textzusammenfassungen, sie können Fragen beantworten und zwischen verschiedenen Sprachen wechseln oder übersetzen. Welche Möglichkeiten all das eröffnet, beginnen Forscher und Anwendungsentwickler erst mit der Zeit zu erkennen.

### Eine Schnittstelle textet, dolmetscht, codet

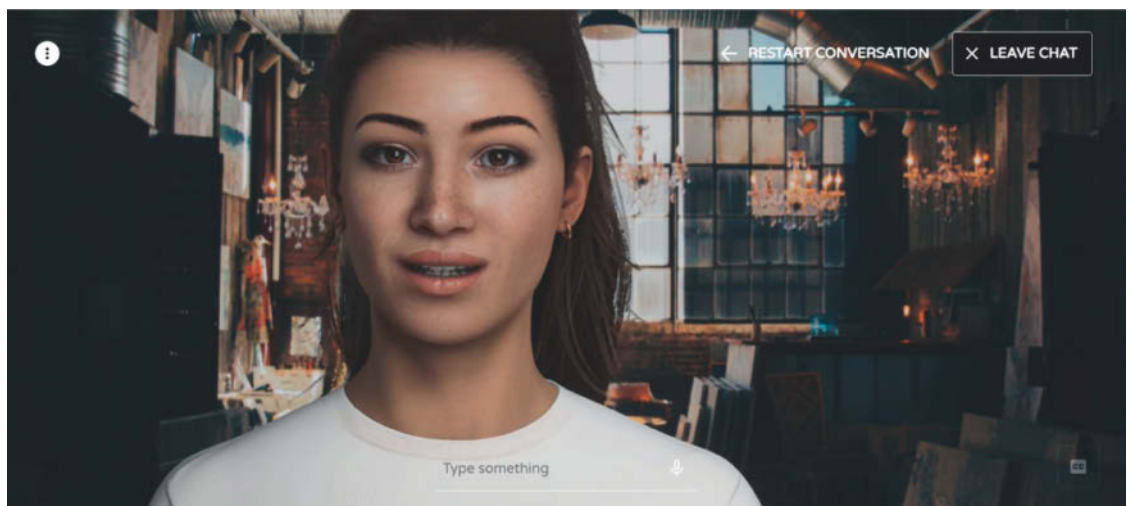
Nicht nur die Konkurrenz neu entwickelter Sprachmodelle wächst, auch die Zahl der GitHub-Projekte, Apps und Anwendungsfunktionen, die mit Sprache umgehen, steigt rapide an. Wie einfach man mit dem

frei zugänglichen GPT-3-API von OpenAI ein Programmierprojekt verwirklicht, zeigen wir am Beispiel eines Editors gegen Schreibblockaden ab Seite 68.

Schon früh nach der Veröffentlichung von GPT-3 hatte OpenAI eine Reihe von Programmierbeispielen veröffentlicht, die über einen einfachen Prompt-Zugriff vielfältige Möglichkeiten dieses Sprachmodells verdeutlichen (siehe [ct.de/y7gq](https://ct.de/y7gq)). Die kleinen Python-Beispiele schreiben Kurzgeschichten, suchen Schlüsselwörter aus einem Textabsatz oder Kontaktinformationen aus einem Brief, erzeugen Antwortmaschinen für beliebige Fragen, bilden diverse Chatbots, fassen komplexe Sachverhalte so zusammen, dass ein Zweitklässler sie verstehen kann, korrigieren fehlerhafte englische Grammatik und übersetzen Sätze von Englisch in Französisch oder Spanisch.

Offenbar umfassten die Trainingsdaten von GPT-3 auch viele Seiten mit Programmzeilen, sodass ein großer Teil der Code-Beispiele wiederum Werkzeuge für Programmierer darstellt. Ein Bugfixer sucht Fehler in Python-Quellcode, ein Chatbot beantwortet Fragen zu JavaScript, Übersetzer dolmetschen zwischen JavaScript- und Python-Ausdrücken oder setzen natürlich formulierte Sätze in SQL-Datenbankabfragen um. Es ist sogar ein Code-Beispiel dabei, das zu einer Anleitung in natürlicher Sprache einen Aufruf des GPT-3-API programmiert. Aus solchen Ansätzen sind inzwischen Editor-Erweiterungen entstanden, etwa GitHub Copilot, die dem Programmierer passend zu seinen bisherigen Codezeilen für den weiteren Programmablauf ganze Codeblöcke vorschlagen. Die Arbeit mit derartigen KI-Programmierhilfen beschreiben wir im Test ab Seite 72.

**Der Chatbot IAmSophie unterhält sich am liebsten auf Englisch. Die Antworten generiert GPT-3 ad hoc.**





## Vom KI-Spielleiter bis zum E-Mail-Helfer

Bereits vor einem Jahr stellte OpenAI zudem 300 Apps vor, die mit GPT-3-Zugriff kreative Dienste anbieten, allerdings in der Regel in englischer Sprache. Darunter etwa AI Dungeon, eine Webanwendung, die auch als Smartphone-App verfügbar ist. AI Dungeon führt einen Helden durch ein Rollenspielabenteuer und reagiert dabei ganz wie ein menschlicher Spielleiter in jeder Runde ad hoc auf die Texteingaben des Spielers. Wir erlebten allerdings zum Teil ungewohnt surreale Spielverläufe.

Von Anfang an demonstrierten gleich mehrere Anwendungen Chatbots mit verschiedenen Temperamenten und Stimmungen (Links zu den Anwendungsbeispielen haben wir unter [ct.de/y7gq](https://ct.de/y7gq) zusammengestellt). Während die Macher der virtuellen KI-Freundin Replika heute erklären, sie hätten „ein eigenes GPT-3“ entwickelt, setzt der mobile KI-Begleiter Emerson weiterhin auf die Original-Schnittstelle. Er bietet sogar an, sich auf Deutsch zu unterhalten, verlangt dafür aber einen Premium-Account für happige 30 Euro im Monat. Kostenfrei steht IAMSophie auf ihrer Homepage für zwanglose Unterhaltungen bereit. Sie traut sich sogar zu, französisch oder spanisch mit ihrem Besucher zu plaudern. Es ist allerdings bekannt, dass der weit überwiegende Anteil der Trainingsdaten für das GPT-3-Sprachmodell aus den USA stammt, europäische Sprachen und Sichtweisen waren nur zu einem sehr kleinen Prozentsatz vertreten. „Ich spreche nur ein wenig Französisch“, sagt Sophie daher im Chat. Auf Deutsch reagiert sie nur mit einem Achselzucken.

Die Chrome-Erweiterung Compose AI schlägt beim Schreiben ständig GPT-3-gespeiste Ergänzungen vor, was Zeit beim Tippen von Standardtexten einsparen soll. Wenn man allerdings ständig auf die Vorschläge achtet, hat man Mühe, seinen roten Faden zu behalten.

## GPT-3 & Co auf Deutsch

In deutschsprachigen Anwendungen entstehen zusätzliche Sprachfunktionen durch GPT-3 & Co. mit Zeitverzögerung gegenüber den USA. Die neuen Möglichkeiten beflügeln aber auch hier die Fantasie der Entwickler. Beispielsweise bastelte der Systemintegrator Frontend Solutions bereits vor über einem Jahr einen SprachCoach, der unbeherrschte Formulierung

gen in E-Mails mit GPT-3-Unterstützung in eine freundlichere Sprache umformuliert. Frontend Solutions baute diesen kleinen Helfer als Button in Herzform in die Vertriebsumgebung von Salesforce ein und stellte den zugrunde liegenden 19-Zeiler dazu auch als Beispielcode auf seiner Website zur Verfügung. So wird dann aus „Passen Sie beim nächsten Meeting gefälligst besser auf!“ in der später abgeschickten E-Mail eher: „Ich habe das Gefühl, dass ich meine Präsentation vor unserem nächsten Meeting besser vorbereiten sollte.“

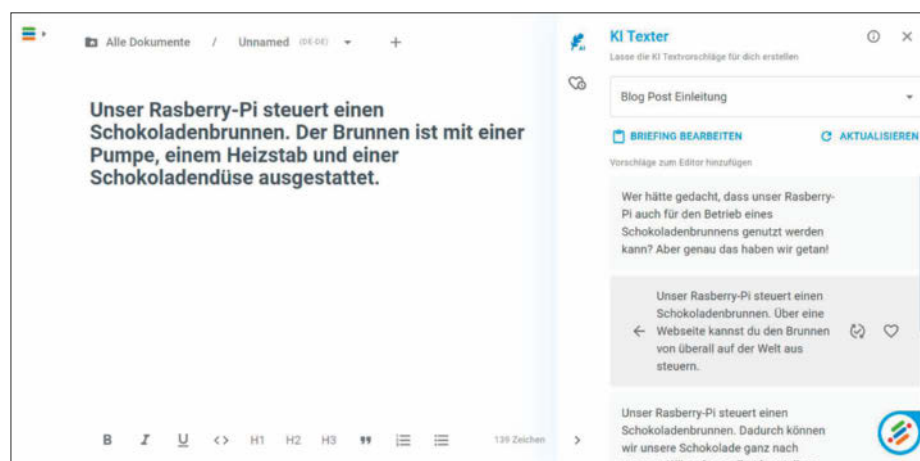
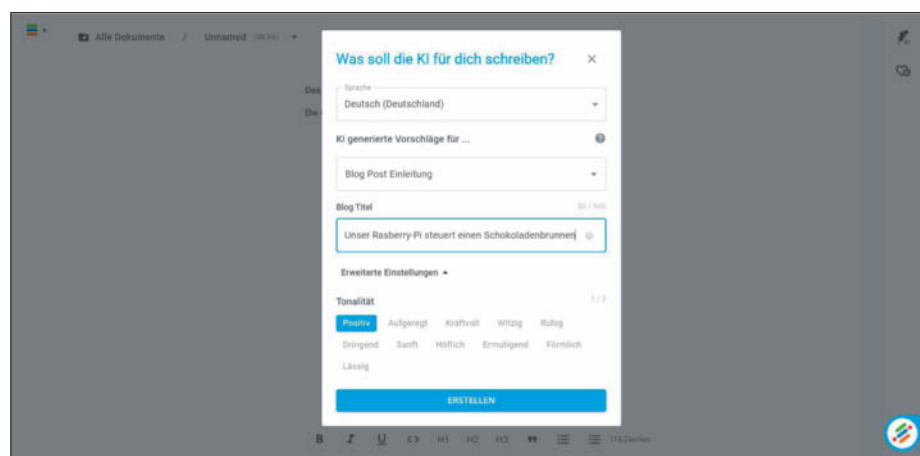
## KI-Texter fürs Marketing

Neuroflash wendet sich mit seinem Tool KI-Texter an Marketing-Abteilungen. Der Anwender wählt eine von 30 Textgattungen aus, darunter etwa Blogpost, Website-Überschrift, Facebook-Ad, Slogans oder Event Teaser. Mit wenigen Vorgaben und der Unterstützung von GPT-3, aber auch von weiteren tiefen Sprachmodellen wie etwa Luminous von Aleph Alpha sowie Ju-

rassic-1 von der israelischen AI21 entstehen dann mehrere Textvorschläge, aus denen sich die Kreativen das für sie Passende auswählen. Mit Luminous und Jurassic-1 wollen die Entwickler vor allem deren Verständnis der europäischen Sprachen und kulturellen Eigenheiten nutzen. GPT-3 allein erschien den Verantwortlichen zu US-lastig, kommt aber in Einzelkategorien wie etwa den Slogans stärker zum Tragen, wie Neuroflash-Gründer und CIO Jonathan Mall im c't-Gespräch verriet.

## Contextsuite klassifiziert Dokumente

Die Contextsuite von Moresophy in München setzt auf das Sprachverständnis von tiefen Sprachmodellen und ergänzt dieses durch eigentrainierte Modelle. Die Suite dient unter anderem der Klassifikation von Dokumenten, um beispielsweise automatisiert zu bestimmen, ob Schriftstücke als vertraulich einzustufen sind oder leichter zugänglich abgelegt werden dürfen. Man habe mit GPT-3 experimentiert, aber



**Der KI-Texter von Neuroflash unterstützt beim Formulieren diverser Marketingtexte vom Slogan bis zum Blogbeitrag. Das soll Brainstormings unterstützen und Schreibblockaden überwinden helfen.**



da dieses Sprachmodell auf Servern in den USA läuft und der Anwender umfangreichen Nutzungsvereinbarungen zustimmen muss, sei ein datenschutzkonformer Einsatz gerade bei der Klassifikation sensibler Dokumente nicht möglich, erläuterte CEO Heiko Beier im Gespräch mit c't. Zusätzlich habe sein Team mit der Open-Source-GPT NeoX experimentiert, die es ermöglicht, ein Sprachmodell auf eigenen Servern zu trainieren und zu betreiben. Welches Sprachmodell heute bei Moresophy zum Einsatz kommt, gilt als Betriebsgeheimnis.

### Sprachmodell als Journalist?

Angesichts der einfach verfügbaren GPT-3-Schnittstelle wagten Marco Lehner und Philipp Gawlik vom AI + Automation Lab des Bayerischen Rundfunks ein Experiment und programmierten eine Anwendung, die automatisiert Infokästen für wiederkehrende Themen rund um den Klimawandel texten sollte. Dabei machten es sich die BR-Journalisten nicht leicht: Um bei der Abfrage nicht nur Textart und -länge vorzugeben, sondern vor allem auch fundierte wissenschaftliche Aussagen, arbeiteten sie im Projekt mit dem Science Media Center Germany (SMC) zusammen. Die Journalisten dieser Institution extrahierten aus wissenschaftlichen Arbeiten Statements und organisierten diese zusammen mit Quellverweisen auf Originalarbeiten und Interviews als Wissensgraph. Die BR-Mitarbeiter erzeugten zu den Statements sogenannte Sentence Embeddings, also Vektorrepräsentationen, über die sich die Texte inhaltlich mit Artikeln aus dem Webangebot BR24 vergleichen lassen.

Nach dieser Vorarbeit konnte ihr Automatisierung zu jedem Klimawandel-Beitrag des BR bis zu fünf Statements aus dem SMC-Fundus finden. Diese Statements flossen nun in den GPT-3-Aufruf ein und das Sprachmodell erzeugte tatsächlich Infoboxen. Der Haken dieser Geschichte zeigte sich allerdings bei der Abnahme durch die BR-Kollegen, die üblicherweise die Textkästen ausarbeiten. Denn beim Check der Inhalte fielen schnell konkrete Zahlen auf, für die es keinerlei Belege gab und die sich nach mühevoller Recherche als falsch und wahrscheinlich frei erfunden herausstellten. Es tauchten vereinzelt auch Verweise auf Weblinks auf, die nirgendwo hinführten. Zur Krönung schlich sich in einem Fall sogar eine klimawandelskeptische Aussage ein, obwohl die vorge-

gebenen wissenschaftlichen Statements dem Kastentext sichere Leitplanken liefern sollten.

Letztlich konnten Gawlik und Lehner ihr Abfragesystem noch tunen und die Zahl der GPT-3-Halluzinationen etwas verringern, aber nie ganz ausschließen. Und da sich der Gegencheck erfundener und nicht belegter wissenschaftlicher Ergebnisse als sehr aufwendig erwies, konnte GPT-3 den Journalisten im BR keine Arbeit sparen. Die heutigen Sprachmodelle arbeiten nicht journalistisch.

### Die europäische Sicht

Den einfachen Satzanfang: „Mein Lieblingssportteam war schon immer“ ergänzt GPT-3 in der Regel mit „New York Giants“. Aleph Alpha hat sein Sprachmodell Luminous mit Webinhalten in fünf europäischen Sprachen trainiert. Die KI aus Deutschland antwortet auf die deutsch gestellte Frage mit „FC Bayern München“. In den anderen Sprachen lautet die Vorzugsantwort zum Beispiel Inter Mailand oder Equipe de France. Luminous kennt den Fußballer Toni Kroos und weiß von Colchoneros, dass sie Fans von Atletico Madrid sind. „Unser Modell bietet europäisches Weltwissen“, betont Jonas Andrulis, Gründer und CEO von Aleph Alpha gegenüber c't. Das Unternehmen beteiligt sich am OpenGPT-X-Projekt, das das noch junge Fachgebiet tiefer Sprachmodelle erforscht und in den kommenden Jahren eine öffentliche Schnittstelle bereitstellen soll (siehe Textkasten unten).

Mit Luminous ist Aleph Alpha bereits vorgeprescht. Sein tiefes neuronales Netz ist mit einem 800 Gigabyte-Datensatz auf

Englisch, Deutsch, Französisch, Italienisch und Spanisch trainiert und umfasst bis zu 70 Milliarden Parameter. Eine große Variante mit 200 Milliarden Parametern soll bis zum Sommer verwirklicht sein. Das Unternehmen hat jüngst für Sprachdienste einen GPU-Cluster in Bayreuth aufgebaut.

Laut Andrulis speichert Luminous keine inhaltlichen Daten von Anfragen und erlaubt so einen DSGVO-konformen Einsatz. Zudem suchen die Entwickler neue Wege, um nicht einfach die Modelle der großen amerikanischen Cloudbetreiber nachzuahmen. Mitte März hat das Team gemeinsam mit Forschern der Universität Heidelberg die Codebasis seines KI-Modells Magma auf GitHub als Open Source veröffentlicht. Dieses Modell kombiniert im Grunde zwei neuronale Netze und akzeptiert in der Eingabe neben Text auch Bilddaten. In Tests hat das kombinierte KI-System bereits Fotos analysiert, Sprachbänder auf Demonstrationen erkannt und gelesen oder handgezeichnete Schatzkarten interpretiert und Fragen dazu beantwortet. Auch bei dieser Entwicklung zeigt sich, dass die Anwendungsmöglichkeiten der sehr großen, selbstlernenden KIs mit Sprachverständnis viel Raum für Pioniere bieten. ([agr@ct.de](mailto:agr@ct.de)) **ct**

### Literatur

- [1] Wolfgang Stieler, Gewissenloser Autor, GPT-3 generiert Texte ganz nach Bedarf – auch Fake News, c't 21/2021, S. 124
- [2] Arne Grävemeyer, KI-Sprachmodell für Europa, Alternativen zum umstrittenen Textgenerator GPT-3 gesucht, c't 16/2021, S. 40

**GPT-3-Beispielanwendungen:** [ct.de/y7gg](https://ct.de/y7gg)

## Ein Sprachmodell aus Deutschland für Europa

Damit Unternehmen in Deutschland und Europa von modernen Sprachmodellen und Sprachassistentenlösungen profitieren können, braucht es nicht nur neueste technologische Standards. Die Modelle müssen auch die Anforderungen des europäischen Marktes erfüllen – etwa eine Vielfalt an Sprachen verarbeiten, ethische Werte berücksichtigen und den Datenschutz gewährleisten. Mit OpenGPT-X ist Anfang 2022 die Entwicklung eines leistungsfähigen KI-Sprachmodells für Europa gestartet. Es soll auch kleinen und

mittelständischen Unternehmen ermöglichen, das Innovationspotenzial der Sprach-KI zu nutzen und gleichzeitig digital unabhängig zu bleiben. Dies ist besonders für sensible Anwendungen unabdingbar, die Daten nach europäischen Sicherheitsstandards verarbeiten. Für die Entwicklung von OpenGPT-X bündeln KI-Forscher und Anwender aus der Wirtschaft, zudem auch Spezialisten des Westdeutschen Rundfunks (WDR) ihre Kompetenzen unter der Konsortialführung der Fraunhofer-Institute IAIS und IIS.





Bild: Albert Hulm

# Sprachverstehender

## GPT-3 & Co. texten überzeugend, aber nicht faktentreu

**Tiefe neuronale Sprachmodelle wie GPT-3 schreiben ansprechende Texte, garnieren sie aber oft mit erfundenen Fakten. Jüngste Modelle überprüfen ihre Inhalte selbst und könnten so schon bald Hausaufgaben oder News generieren. Ein Einblick in die Entwicklung.**

Von Dirk Hecker und Gerhard Paaß

**O**pen AI hat im Mai 2020 das Sprachmodell GPT-3 vorgestellt. Mit 175 Milliarden Parametern war es das größte neuronale Netz zu dem Zeitpunkt, trainiert mit immensen Mengen an Wikipedia-Einträgen, Webveröffentlichungen und Buchtexten. Die Anwendungsmöglichkeiten des Generative Pretrained Transformer (GPT) sind wahrscheinlich noch gar nicht vollständig erfasst: Er generiert überzeugende Texte in unterschiedlichen Schreibstilen und Themengebieten, beantwortet Fragen, erzeugt Programmcode, übersetzt zwischen Sprachen und vieles mehr. Die Technik

dahinter (siehe Kasten: Die innere Mechanik von GPT-3) markiert einen Wendepunkt in der automatischen Verarbeitung von natürlicher Sprache.

Seitdem sind KI-Forscher und Investoren wie elektrisiert von automatischen Textgeneratoren, die von ihrer breiten Trainingsdatengrundlage abstrahieren und aufgabenorientiert sinnvolle Inhalte verfassen. Nach OpenAI, das als Non-Profit-Forschungsunternehmen mit Milliardeninvestitionen unter anderem von Microsoft und Elon Musk startete, haben inzwischen auch andere Entwickler große Sprachmodelle vorgestellt. DeepMind setzt mit Gopher auf eine ähnliche Architektur wie GPT-3, das zugrunde liegende neuronale Netz umfasst sogar 280 Milliarden Parameter. Megatron-Turing NLG von Microsoft hat stolze 530 Milliarden Parameter (konnte aber im Vergleich zu Gopher bisher keine bessere Leistung erzielen). Wu Dao 2.0 aus Peking ist mit 1750 Milliarden Parametern zehnmal so groß wie GPT-3 und ist in der Lage, gleichzeitig Texte und Bilder zu verarbeiten. Über seine Details und Leistungsdaten ist jedoch nur wenig bekannt.



Um aber nicht nur sinnvoll klingende, sondern auch sachlich korrekte Texte zu generieren, braucht man mehr als das reine Sprachmodell. Das Sprachmodell Retro von DeepMind checkt seine eigenen Textvorschläge mit einer Datenbankrecherche gegen falsche Fakten. WebGPT, eine erweiterte GPT-3-Version von OpenAI, kombiniert den Schreibvorgang mit einer Websuche.

### Per Anfangszeilen gesteuert

Eine wichtige Eigenschaft von GPT-3 ist, dass der Anwender das System weitgehend mit dem vorgegebenen Starttext steuert. Anstatt es für eine neue Aufgabe zu trainieren, weist man es durch Beispiele an, einen Auftrag zu erfüllen. Gibt man „Ich liebe dich -> I love you. Ich hasse dich -> vor, so antwortet der Textgenerator mit „I hate you“. So hat man das System implizit gebeten, einen Satz vom Deutschen ins Englische zu übersetzen. Nachdem es also ein einziges Beispiel gezeigt bekommen hat (One-Shot), löst GPT-3 eine Aufgabe, für die es nicht explizit trainiert worden ist. Nach der Eingabe geeig-

neter Starttexte löst GPT-3 eine Vielzahl von Aufgaben, zum Beispiel Texte zusammenfassen, Dialoge führen, Gedichte schreiben, zwischen Programmiersprachen übersetzen und vieles mehr.

Angenommen GPT-3 erhält als Eingabe eine Textpassage als Anfang eines Zeitungsartikels: „Titel: Zu wenige stimmen einer Organspende zu. Untertitel: Lange Wartelisten für lebensrettende Transplantationen in Deutschland. Artikel:“. Dann vermag es im Stil eines Nachrichtenartikels einen Text mit vielen hundert Wörtern zu generieren. Dieser Artikel ist dann von menschlichen Beiträgen fast nicht zu unterscheiden. Allerdings enthalten die produzierten Inhalte neben Tatsachen auch frei assoziierte Aussagen, welche zwar zum Text passen, aber sachlich falsch sind. GPT-3 agiert also nicht faktentreu wie ein Journalist, sondern eher wie ein Romanautor, der eine stimmige Geschichte erzählen will.

Ein großer Nachteil ist, dass Modelle wie GPT-3 keine Begründungen oder Erklärungen für die von ihnen produzierten Texte liefern. Sie entstehen durch die In-

teraktion der 175 Milliarden Parameter, welche sich nicht inhaltlich interpretieren lassen. Dieses Problem stellt sich nicht nur bei großen Sprachmodellen, sondern auch bei anderen tiefen neuronalen Netzen.

### Wahrheit und Dichtung in der Black Box

Ungenauigkeiten und Fehler in den erzeugten Inhalten entstehen, weil Sprachmodelle wie GPT-3 zwar einen riesigen Trainingsdatensatz verarbeiten, aber aufgrund der korrelativen Struktur des Modells nicht alle Inhalte reproduzieren können. Zwar wiederholt GPT-3 in seltenen Fällen eine Textpassage wortgetreu, aber die meisten Inhalte hat das neuronale Netz nur sinngemäß gelernt und formuliert Texte daher mit anderen Worten. Dabei erzeugt es auch unsinnige Verknüpfungen oder fehlerhafte Formulierungen.

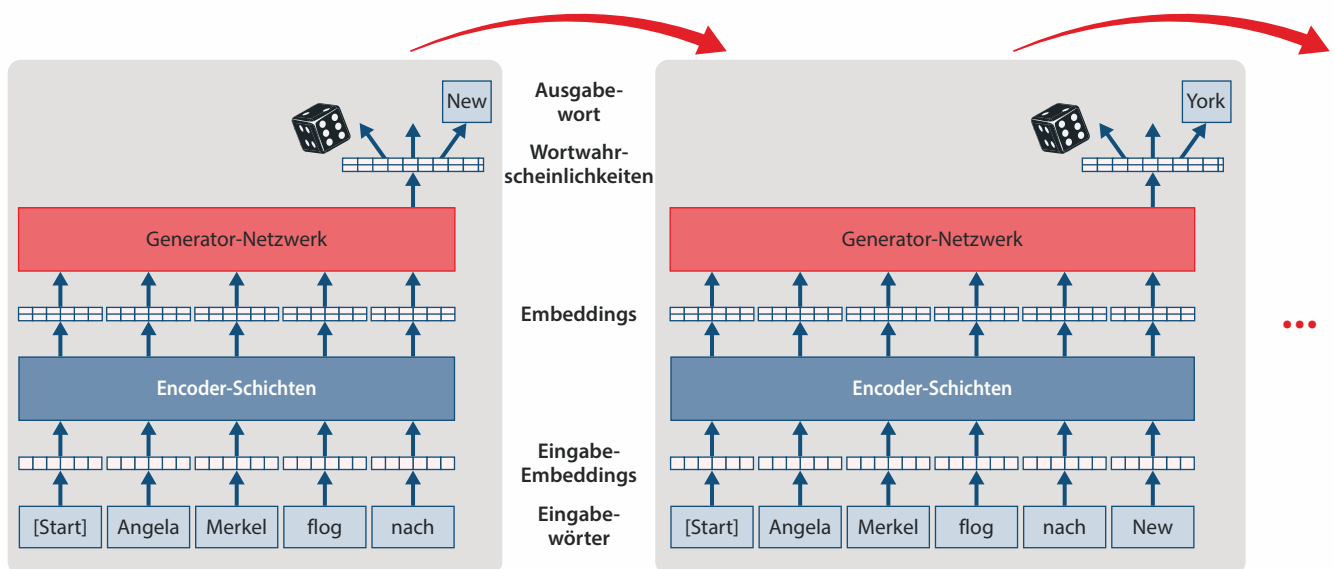
Zudem bildet das neuronale Netz mit der Zeit immer weniger das aktuelle Wissen ab, da der ihm zugrunde liegende Trainingsdatensatz Monat für Monat veraltet. Jedes Neutraining des gesamten GPT-3-Sprachmodells verursacht einen hohen

## Die innere Mechanik von GPT-3

Für jedes Wort in einem Text produziert GPT-3 eine Darstellung in Form einer langen Zahlenreihe, das sogenannte Embedding. Die Embeddings für bedeutungsähnliche Wörter wie etwa Apfelsine und Orange enthalten ähnliche Zahlenreihen. Für Wörter, die unterschiedliche Bedeutungen tragen, wie etwa Kiefer als Baum oder als Knochen im Skelett, erzeugt das Sprachmodell je nach Kontext unterschiedliche Embeddings.

Auf der linken Seite startet GPT-3 mit einem Teilsatz. Input des GPT-Modells sind die Embeddings der Eingabewörter. GPT-3 berechnet neue Embeddings dieser Wörter in der vorliegenden Wortfolge. Da alle Embeddings voneinander abhängen, kann die KI sie nicht in einem Schritt berechnen, sondern verfeinert sie sukzessive in mehreren Encoder-Schichten. Schließlich verwendet GPT-3 das ausgegebene Embedding des letzten Wortes „nach“,

um im Generator-Netzwerk mittels logistischer Regression die Wahrscheinlichkeiten möglicher Worte an der nachfolgenden Position zu berechnen. Diese berücksichtigend wählt GPT-3 das nächste Wort nach dem Zufallsprinzip aus, zum Beispiel „New“. Das ergänzt nun die Eingabe und die Berechnung startet erneut; dieses Mal sollte die Wahrscheinlichkeit für „York“ hoch sein. So entsteht sukzessive ein neuer Text.



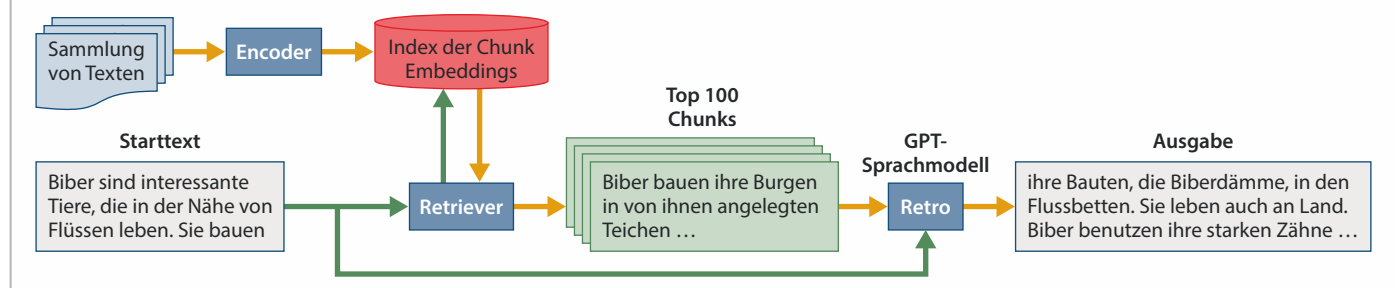


## Retro findet Textideen in einer Datenbank

Bei der Anwendung von Retro wird der Starttext durch Embeddings kodiert und mit den Embeddings im Index der Datenbank verglichen. Ein sogenannter Retriever wählt die ähnlichsten

Ausschnitte (Chunks) aus und füttert mit ihnen und dem bisherigen Text das Retro-Sprachmodell. Das errechnet Wahrscheinlichkeiten für die nächsten Wörter und wählt daraus nach dem

Zufallsprinzip die Textfortsetzung aus. Sobald Retro eine vorgegebene Anzahl von Wörtern generiert hat, startet der Retrievalprozess mit dem erweiterten Text von vorn.



Rechenaufwand und damit Kosten in Höhe von etwa 5 Millionen Dollar. Wenn aber das letzte Training bereits länger zurückliegt, sind neuere Personalien, Ereignisse und Fakten nicht im Modell abgedeckt.

### Faktenrecherche inbegriffen

Eine Alternative zu nicht faktenreuen Textgeneratoren bieten durch Suchmaschinen angereicherte Sprachmodelle. DeepMind hat das Modell Retro vorgestellt, welches zu dem vorgegebenen Starttext und den bisher erzeugten Ausgabeteilen sukzessive Suchen in einer Datenbank durchführt, die 5 Billionen Textpassagen enthält. Dabei arbeitet Retro anders als die meisten Suchmaschinen des Internets. Es führt keine Suche nach Schlüsselwörtern durch, sondern eine Suche über den Vergleich von sogenannten Embeddings. Das sind Zahlenreihen, die die Wortbedeutung repräsentieren und bei bedeutungsähnlichen Wörtern nur geringe Differenzen aufweisen. Dadurch kann das Modell auch passende Texte mit anderen Formulierungen finden und so treff genauere Suchergebnisse erzielen.

Diese Ergebnisse analysiert das Modell zusammen mit dem bislang generierten Text und schätzt damit die Wahrscheinlichkeit für das nächste Wort ab. Retro umfasst nur sieben Milliarden Parameter und ist daher wesentlich kostengünstiger zu trainieren als GPT-3. Dennoch erreicht Retro bei den meisten Benchmarks die Leistung des derzeitigen Spitzenreiters Gopher. Ein Vergleich mit dem großen Unbekannten Wu Dao 2.0 ist nicht möglich.

Retro hat also zwei entscheidende Vorteile: Das Sprachmodell kann auf eine viel größere Menge an Informationen zurückgreifen, wenn es Texte generiert,

ohne die Rechenkosten signifikant zu erhöhen. So ist es möglich, beim Texten gezielt Informationen abzurufen, die helfen, Fehler und Ungenauigkeiten zu vermeiden. Außerdem bleibt die Informationsbasis auf dem neuesten Stand, wenn der Betreiber wie bei einer Web-Suchmaschine laufend neue und aktuelle Informationen hinzufügt. Das Modell muss er dafür nicht neu trainieren. Retro hat diesen Ansatz auf eine Datenbank angewandt, die tausendmal größer ist als bei früheren Modellen. „Wenn man in der Lage ist, Dinge spontan nachzuschlagen, anstatt alles auswendig lernen zu müssen, kann das sehr nützlich sein, genau wie bei Menschen“, sagt Jack Rae, der die Sprachforschung von DeepMind leitet.

### WebGPT imitiert Internetsuche

Einen ähnlichen Ansatz verfolgt WebGPT von OpenAI. Die Autoren imitieren einen Menschen, der eine Websuche zur Beantwortung einer Frage durchführt. Sie sind von dem vortrainierten GPT-3-Modell ausgegangen und haben es so angepasst, dass es der Suchmaschine Bing Aufträge erteilt.

In der Anwendungsphase führt WebGPT also zu jeder Anfrage eine Reihe von Suchsequenzen automatisch durch. Die Anfrage zusammen mit den gefundenen Texten bilden dann intern den Starttext, und das Modell kombiniert sie mit den in seinen Parametern gespeicherten Informationen zu einer Antwort.

Im Test beantwortete das Modell Fragen des ELI5-Datensatzes (Explain Like I'm Five). Im Vergleich der WebGPT-Antworten mit der jeweils am höchsten bewerteten ELI5-Antwort bevorzugten Tester in 69 Prozent der Fälle die Modellantworten. Bei der Evaluierung des Modells mittels

TruthfulQA, eines Datensatzes mit besonders schwierigen Kurzfragen, antwortete das Modell in 75 Prozent der Fälle korrekt. Das ist besser als bei GPT-3 ohne Suchmaschine, dennoch liefert auch WebGPT immer noch viele Unwahrheiten.

Anders als bei Retro kombinierte OpenAI sein existierendes GPT-3-Sprachmodell mit einer bestehenden Suchmaschine zur Beantwortung von Fragen. Der Vorteil ist, dass die Entwickler nicht wie bei Retro ein neues Sprachmodell trainieren mussten. Auch hier ergab sich eine entscheidende Leistungssteigerung bei der Beantwortung der Fragen. Versuche haben gezeigt, dass die Kombination eines Sprachmodells mit Webrecherchen das Problem der Erzeugung falscher Behauptungen stark reduzieren kann.

### Fakten mit Quellen belegt

Wissenschaftliche Arbeiten belegen Behauptungen durch Zitate aus Arbeiten anderer Wissenschaftler. Die Kombination von Sprachmodellen mit Suchmaschinen eröffnet die Möglichkeit, generierte Texte auf die gleiche Weise zu untermauern. So beantwortet WebGPT eine Beispielanfrage nach den Gründen der Suezkanal-Blockade im März 2021 mit einem Antworttext, in dem es auf Links aus der vorangegangenen Webrecherche hinweist (siehe Screenshot auf S. 67).

Dadurch, dass es das Web durchsucht, vermag das Modell, aktuelle Antworten zu geben, auch wenn das zugrunde liegende GPT-3 vor 2021 trainiert wurde. Da WebGPT zur Beantwortung einer Anfrage bis zu 100 Websuchen durchführt, bedeutet es keinen Zusatzaufwand, die Antwort mit Zitaten zu ergänzen. Die sinnvollste Position eines Zitats lässt sich durch den



inhaltlichen Vergleich der erzeugten Aussage und des Zitats feststellen. Die Erklärung durch Zitate ließe sich auch bei Retro einsetzen, da sich ja auch hier die Ähnlichkeit der erzeugten Texte und der abgerufenen Dokumente mithilfe der Embeddings bestimmen lässt.

Wie bei wissenschaftlichen Arbeiten löst der Verweis auf externe Quellen jedoch nicht alle Probleme. Was macht ein Internetdokument zuverlässig? Welche Aussagen in einem Text müssen belegt werden und welche sind selbstverständliches Allgemeinwissen? Diesbezüglich stecken die aktuellen Sprachmodelle noch in den Kinderschuhen, aber es gibt Möglichkeiten, sie zu verbessern. Im Internet gibt es zum Beispiel bereits die Bewertungsplattform Web of Trust, die die Zuverlässigkeit von Webseiten aus Nutzerbewertungen ableitet.

## Fazit

Die neuen Modelle kombinieren die Konzepte der schon lange erfolgreichen Suchmaschinen und der modernen Sprachmo-

The Suez Canal was blocked in March 2021 because a container ship named Ever Given ran aground there<sup>a</sup>. The Ever Given was carrying 20,000 TEU of cargo, and it was buffeted by strong winds, which pushed it into the canal<sup>b</sup>. The accident occurred in the section of the canal that had two channels, so there was no way for other ships to bypass the Ever Given<sup>c</sup>. The Suez Canal Authority engaged a tugboat to pull the Ever Given out of the canal ... It triggered a new surge in container spot freight rates, which had finally started to settle from the all-time highs reached<sup>d</sup>.

<sup>a</sup>2021 Suez Canal obstruction - (en.wikipedia.org) ↗

<sup>b</sup>2021 Suez Canal obstruction - (en.wikipedia.org) ↗

<sup>c</sup>2021 Suez Canal obstruction - (en.wikipedia.org) ↗

<sup>d</sup>Why Does the Suez Canal Keep ... (www.msn.com) ↗

**Zu der Frage nach der Suezkanal-Blockade im März 2021 (auf Englisch) führte das WebGPT-Modell eine Reihe von Anfragen an die Suchmaschine Bing durch. Aus den Suchtreffern erzeugte es eine Antwort mit Hinweisen auf berücksichtigte Webdokumente, die so als Beleg für die Aussagen dienen und weiterführende Erklärungen liefern.**

delle. WebGPT generiert nicht nur Aussagen, sondern bewertet sie auch. Ähnlich wie GPT-3 lässt sich ein solches System durch Instruktionen zur Lösung einer breiten Palette von Aufgaben verwenden, untermauert seine Aussagen aber zusätzlich durch die Angabe seiner Quellen. Neue Informationen kann das Modell pro-

blemlos übernehmen und es synthetisiert qualitativ hochwertige Antworten, die weit über das hinausgehen, wozu bisherige Such- und Fragebeantwortungssysteme in der Lage sind. (agr@ct.de) **ct**

**Wissenschaftliche Quellen zu GPT-3 & Co.: [ct.de/y9gz](https://ct.de/y9gz)**



# Schlaues Gärtnern

In diesem **heise online-Sonderheft** erfahren Sie, wie Ihnen smarte Helfer die Gartenarbeit abnehmen:

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

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



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

**Heft + PDF  
mit 29 % Rabatt**





Bild: Albert Huim

# KI-Co-Autor

## So nutzen Sie GPT-3 in eigenen Programmen

**Die gigantische Schreib-KI GPT-3 bindet man über ein API mit Python-Wrapper erstaunlich leicht in eigene Programme ein. Wir zeigen das am Beispiel eines Editors, der eine Schreibblockade technisch überbrücken kann. Zumindest fast ...**

Von Pina Merkert und GPT-3

**E**ine KI hat keine Befindlichkeiten und deswegen kommen Probleme wie die von Autoren gefürchtete Schreibblockade nicht vor. GPT-3, das aktuell größte Sprachmodell der Welt, an das man per API herankommt, schreibt ungeniert jeden Text weiter, den ein Mensch angefangen hat. Autoren, denen es nicht so automatisch aus der Feder fließt, können sich von der Maschine helfen lassen, damit der Textfluss nie unterbricht. Wir haben eine simple Webanwendung programmiert, die jeder Schreibblockade den Schrecken nimmt.

Konkret sieht das so aus: Sie starten unsere kleine Webapp, die mit dem API

von OpenAI, dem Hersteller von GPT-3 redet, und rufen die URL <http://localhost:5000> im Browser auf. Der zeigt dann unseren simplen Texteditor, in dem Sie sofort losschreiben können. Solange Sie im Editor tippen, funkt Ihnen GPT-3 nicht rein und der Text gehört ganz Ihnen. Sobald Sie aber aufhören zu tippen, beginnt ein Countdown, dargestellt unter dem Eingabefeld. Wenn der nach 60 Sekunden abgelaufen ist, greift Ihnen GPT-3 unter die Arme und schreibt Ihren Text ein Stück weiter.

Wie gut GPT-3 schreibt, hängt von diversen Faktoren ab. Die schon getippten Sätze legen den Stil und das Thema fest



und die KI wird versuchen, „passenden“ Text zu erfinden. Das sind oft Sätze, die zumindest so klingen, als würden sie passen, manchmal aber auch nichts (dann liefert GPT-3 nur ein End-Token – wir haben noch keinen Weg gefunden, die KI zu mindestens einem Absatz zu zwingen). Die automatisch ergänzten Sätze können Sie jederzeit editieren, was den Countdown wieder zurücksetzt.

In vielen Fällen ist es sinnvoll, die Sätze zu editieren, weil GPT-3 leicht mal einen Pfad einschlägt, der nicht in Ihr Konzept passt. Ein zweischneidiges Schwert: Einerseits tippt GPT-3 fleißig für Sie, andererseits hält es Sie vermutlich auch von entspanntem Schreiben ab. Ob Sie Deutsch oder Englisch schreiben, ist GPT-3 übrigens egal. Das Netz wurde offensichtlich in mehreren Sprachen trainiert.

Wir hatten eigentlich vor, die Anwendung aus Jux und technischem Interesse zu schreiben, sind dann aber ins Grübeln gekommen, dass sie womöglich nützlich sein könnte. Dieser Artikel wird Ihnen zeigen, wie Sie selbst so eine KI-Anwendung mit dem GPT-3-API programmieren. Das geht nämlich erfreulich einfach und erfordert keine Vorkenntnisse beim Training neuronaler Netze. Statt eines Anti-Schreibblockade-Editors eignet sich das API auch für diverse andere Anwendungen wie Textzusammenfassung, Zuordnung von Such-Strings zu Datenbank-Queries, Sentiment-Analyse bei Kommentaren und Chats im Support. Unser Beispiel zeigt nur eine der vielen Möglichkeiten.

## API-Anmeldung

Das GPT-3-API ist prinzipiell kostenpflichtig. Je 1000 Tokens, die das neuronale Netz schreibt, kosten 6 Cent. Ein Token ist ein Wort, ein Wortteil oder ein Satzzeichen. Wenn Sie sich bei [openai.com](https://openai.com) anmelden, startet Ihr neuer Account allerdings mit einem Startkapital von 18 Dollar, die Sie vertexten können, bevor Sie neues Guthaben aufladen müssen. Das reicht für das Debugging einer kompletten Anwendung. Beachten Sie außerdem, dass OpenAI verbietet, das API für Social-Media-Bots, Porno, Hatespeech und diverse andere problematische Szenarien einzusetzen. Bevor Sie sich auf eine Idee festlegen, sollten Sie daher zuerst die Nutzungsregeln durchlesen.

Für die Registrierung besuchen Sie [openai.com/api](https://openai.com/api) und klicken auf „Sign Up“. Dort geben Sie Ihre E-Mail-Adresse an und

legen ein Passwort fest. Alternativ können Sie sich über einen bestehenden Google- oder Microsoft-Account anmelden. Falls Sie bei E-Mail bleiben, müssen Sie den Account über eine Bestätigungsmail aktivieren.

Danach haben Sie ein API-Token, das Sie bei allen Anfragen mitschicken müssen. Das Token können Sie in der Umgebungsvariable `OPENAI_API_KEY` speichern oder nach dem Schema `OPENAI_API_KEY=ihre_key` in einer Datei mit dem Namen „.env“ speichern.

## Flask-App

Das GPT-3-API ist besonders leicht über das Python-Modul `openai` nutzbar. Das erspart es, die richtigen API-Endpunkte im Kopf zu haben, und setzt alle Header automatisch richtig. Um drumherum mit sehr wenig Code eine Web-App zu stricken, eignet sich Flask [1]. Im Endeffekt besteht die Serverseite damit nur aus einer einzigen Python-Datei mit nicht einmal 35 Zeilen Code. Für Sie alleine reicht der von Flask gestartete Entwicklungs-Webserver völlig aus und kann gleich auch noch den JavaScript-Code für das Frontend ausliefern. Alle Dateien finden Sie schön aufgeräumt in unserem Repository auf GitHub, das Sie mit einem Befehl auf den Rechner holen:

```
git clone https://github.com/pinae/
  ↳GPT-3-writers-unblock.git
```

In einer Flask-App muss es nur ein `Flask`-Objekt geben und eine oder mehrere Funktionen mit dem Decorator `@Route`. Er nimmt als ersten Parameter den Pfad an, unter dem Flask die Anfrage an diese Funktion weiterreicht und als zweiten Parameter eine Liste der erlaubten HTTP-Verben, beispielsweise `methods=` (`"GET"`,).

Die Editor-App muss nur zwei Pfade bedienen: Unter `/` liefert sie die HTML-Seite mit `return render_template("editor.html")` und unter `/api/askGptForText` liefert sie die Antworten von GPT-3. Das JavaScript der Seite richtet Ajax-Requests im JSON-Format an diese URL.

Dem `openai`-Modul kann man direkt das API-Token mitteilen: `openai.api_key = os.getenv("OPENAI_API_KEY")`. Danach reicht in der Funktion ein einzelner Aufruf, um das neuronale Netz nach Daten zu fragen:

```
response = openai.Completion.create(
    engine="text-davinci-001",
    prompt=context,
    temperature=0.5,
    max_tokens=250,
)
```

Der Parameter `engine="text-davinci-001"` legt fest, dass das API das große Netz mit 175 Milliarden Parametern fragt. Für Sparfüchse bietet OpenAI auch kleinere Netze an, die für manche Aufgaben ausreichen. In

### 1 Start with an instruction

Imagine you want to create a pet name generator. Coming up with names from scratch is hard!

First, you'll need a prompt that makes it clear what you want. Let's start with an instruction. **Submit this prompt** to generate your first completion.

Bunny

Not bad! Now, try making your instruction more specific.

Snowball

As you can see, adding a simple adjective to our prompt changes the resulting completion. Designing your prompt is essentially how you "program" the model.

**Die englischsprachige Dokumentation zeigt an verständlichen Beispielen, wie Sie das API schnell für eigene Beispiele nutzen können. Wie der Prompt formuliert ist, beeinflusst das Ergebnis stark.**



context steht der Text, der den Stil und das Thema festlegt. Das API bezeichnet das als prompt. Der Parameter temperature ist ein Wert zwischen 0 und 1, der Einfluss darauf hat, wie gewöhnlich die Antwort von GPT-3 ausfällt. 0 führt zu eher langweiligen Texten, die eng ums Thema kreisen. Bei 1 macht das neuronale Netz überraschende Sprünge.

Für Insider etwas mehr Erklärung: GPT-3 vergibt intern für jedes mögliche Token eine Wahrscheinlichkeit, wie gut es passt und sampelt anhand dieser Wahrscheinlichkeit. Der temperature-Wert beeinflusst dieses Sampling (siehe [ct.de/y6mp](https://ct.de/y6mp)). Bei 0 nimmt das Netz immer das wahrscheinlichste Token und bei 1 ist es prinzipiell bereit, zufällig auch ganz unwahrscheinliche zu wählen. Die Extreme sind entweder zu langweilig oder zu sprunghaft. Unsere Voreinstellung 0,5 ist ein Kompromiss, bei dem kleinere thematische Richtungswechsel möglich sind.

Der letzte Parameter max\_tokens dient zum Geld sparen. GPT-3 hört meist auf zu schreiben, wenn es selbst ein Textende-To-

ken erzeugt. Damit es aber nicht nach Lust und Laune ellenlange Romane in einem Rutsch abliefern und dabei das gesamte Gut haben verpulvert, kann man die Tokenzahl begrenzen. Man riskiert damit aber, dass GPT-3 mitten im Satz unterbrochen wird.

### JavaScript

Der clientseitige Code besteht aus zwei kleinen JavaScript-Dateien. Die eine kümmert sich vornehmlich darum, das Eingabefeld so zu formatieren, dass der selbst geschriebene oder editierte Text fett gedruckt ist, während der automatisch erzeugte Text in schmalen Buchstaben erscheint. Die andere aktualisiert einen Countdown samt Fortschrittsbalken, um anzuzeigen, wie lange man schon nicht mehr getippt hat. Nach 60 Sekunden der Untätigkeit setzt dieser Code einen Ajax-Request ab, um KI-Text zu bestellen.

### Langer Text

GPT-3 verarbeitet maximal 2048 Tokens. Dazu gehört der Prompt und zusätzlich der

erzeugte Text. Wenn Sie viel Text an GPT-3 schicken, kann das Netz also nur noch mit weniger Text antworten. Einen ganzen Roman können Sie also nicht an das API übertragen, um sich den nächsten Absatz schreiben zu lassen. Der Stil und das Thema sollten aber durch den zuletzt eingegebenen Text hinreichend klar sein. Unser Beispielprogramm kürzt den Text deswegen absatzweise ein, bis er nicht mehr zu lang ist. Bei einem context von maximal 4000 Zeichen kamen wir mit den 2048 Tokens für Prompt plus Rückgabe hin. Das Kürzen übernimmt die folgende Funktion:

```
def cap_context(context):
    paragraph_list = context.split("\n")
    while sum([len(x) for x
                in paragraph_list]) > 4000:
        del paragraph_list[0]
    return "\n".join(paragraph_list)
```

Zur Erklärung: split("\n") erzeugt eine Liste an Absätzen. [len(x) for x in

## Was ist möglich mit GPT-3?

GPT-3 kann nicht nur Texte vervollständigen. An den Antworten des Netzwerks ist erkennbar, dass es auch stark fürs Beantworten von Fragen trainiert wurde. Damit ist es prinzipiell für Chatbots geeignet. Wer GPT-3 als Chatbot einsetzt, beispielsweise im Kundensupport, sollte aber unbedingt beachten, dass die Antworten der KI nicht automatisch wahr sind. GPT-3 kann Menschen in der Support-Abteilung also eventuell Tipparbeit abnehmen, ungeprüfte Antworten könnten die Kunden allerdings in eloquenter Sprache in die Irre führen.

Eine weitere Anwendung sind Klassifikationsprobleme. Dafür schickt man dem Netz einen Prompt mit einer Aufgabenstellung (beispielsweise „Der folgende Tweet ist negativ, neutral oder positiv:“) und GPT-3 antwortet fast immer mit einer der genannten Klassen als Text. Die Antwort ist aber nicht automatisch maschinenlesbar. Diesen Nachteil umgeht ein separater API-Endpoint classification/, dem man auch eine Liste mit Beispielen mitteilen kann. Das Vorgehen ähnelt Transfer-Learning mit kleinen Datensätzen, allerdings muss man beim GPT-3-API nichts selbst trainieren.

### Embedding Vektoren

Sprachmodelle wie GPT-3 kodieren ihr „Verständnis“ eines Textes in einem internen Vektor aus vielen Gleitkommazahlen. Beim großen Sprachmodell mit dem Codenamen davinci-001 sind das 12.288 Dimensionen (kleinere Modelle mit schmalere Vektoren stehen auch zur Wahl und sind billiger). Dieser Vektor bildet die Datengrundlage, mit der GPT-3 Wahrscheinlichkeiten für das nächste Wort berechnet. Es gibt aber auch einen API-Endpoint embeddings/, um den Vektor direkt zu bekommen.

Mit dem Embedding-Vektor lässt sich einiges anfangen. Beispielsweise ist die Vektor-Distanz zwischen inhaltlich gleichen Texten besonders klein. Außerdem kodieren manche der Dimensionen eher den Stil, andere eher den Inhalt. Setzt man ein selbst trainiertes Netz auf den Embedding-Vektor auf, kann das daraus mit sehr wenigen Trainingsdaten verlässlich nach Inhalt- oder Stil-Aspekten klassifizieren.

Beispielsweise lässt sich mit dem Embedding relativ leicht eine Hate-Speech-Erkennung implementieren. Dafür bestimmt man mit einem einzelnen API-Aufruf das Embedding jedes Kommentars der

Webseite und speichert das Ergebnis in der eigenen Datenbank. Mit diesen Vektoren kann man dann einen kleinen Classifier trainieren, der entsprechend eines kleinen, eigenen Datensatzes in Hate-Speech oder akzeptable Kommentare unterteilt.

Der Vorteil gegenüber dem classification/-Endpunkt besteht darin, dass man den eigenen Classifier regelmäßig mit neuen Daten nachtrainieren kann, ohne dass für die Neubewertung alter Kommentare neue API-Aufrufe anfallen würden.

Mit den Embedding-Vektoren kann man auch andere KI-Modelle füttern. So erzeugt das Netz Dall-E von OpenAI aus Textbeschreibungen fotorealistische Bilder. Der Generator dieses GAN (Generative Adversarial Network) nutzt das Embedding der Textbeschreibung als Eingabevektor für seine Kaskade aus Convolutional Layern. Dass das Netz ziemlich treffende Bilder erzeugen kann, belegt, dass tatsächlich viel der Bedeutung der Beschreibung akkurat im Embedding-Vektor kodiert ist. Das Beispiel zeigt, dass diverse andere neuronale Netze von den Embedding-Vektoren des Sprachmodells profitieren können.



paragraph\_list] ist eine List-Comprehension, erzeugt also eine Liste mit den Zeichenzahlen der einzelnen Absätze. `sum()` rechnet die einzelnen Zeichenzahlen zusammen. Wenn dabei mehr als 4000 Zeichen herauskommen, trennt sich das Programm mit `del paragraph_list[0]` vom ersten Absatz und rechnet, ob das so reicht. Wenn nicht, wiederholt es das, bis die Zeichenzahl 4000 nicht mehr überschreitet. Die Liste an Absätzen bastelt zuletzt `"".join(paragraph_list)` wieder zusammen, mit einem Zeilenumbruch als Trennzeichen.

## So einfach?

Eine funktionierende Anwendung, die das GPT-3-API nutzt, ist tatsächlich in wenigen Stunden geschrieben. Der Teufel steckt in dem Fall nämlich nicht im Programmierdetail, sondern im neuronalen Netz. Beim Herumprobieren mit verschiedenen Kontexten stellt man nämlich schnell fest, dass GPT-3 auch mal Annahmen macht, mit denen der erzeugte Text völlig in die falsche Richtung geht. Oder das Netz liefert gar keinen Text. Beide Probleme lassen sich beheben, indem man den Kontext ein wenig anders formuliert. Die Gedanken, die man sich machen muss, um den richtigen Kontext zu formulieren, sind manchmal aber mehr Mühe, als den Text gleich ganz selbst zu schreiben.

Wenn der erzeugte Text gar nicht dem entspricht, was man eigentlich haben wollte, kann es stark helfen, den ersten Sätzen

## GPT-3 schreibt nicht

Wie im echten Redaktionsalltag kommt es öfter vor, dass GPT-3 keinen Text liefert. Was nach Arbeitsverweigerung aussieht, ist intern ein Text, der nur aus einem End-Token besteht, weshalb ein leerer String zurückkommt. So ein Nicht-Text entsteht, wenn GPT-3 der Meinung ist, dass dem Geschriebenen nichts hinzuzufügen ist. Das passiert besonders dann, wenn GPT-3 selbst ein Ende für seinen Text gefunden hat. Deswegen schreibt GPT-3 mit unserem Beispielprogramm normalerweise keine Bücher, egal wie lang Sie warten.

Dass GPT-3 stets so schnell zu einem Ende kommt, legt ein Stück weit offen,

wie OpenAI das Netz trainiert hat: Statt GPT-3 beliebige lange Text vorzuwerfen, hat OpenAI wohl automatisch Beispiele gebaut und verfüttert, die kurzen Antworten auf konkrete Fragen entsprechen. Dadurch funktioniert GPT-3 besser als Support-Chatbot oder für Klassifikationsprobleme. Als literarischer Co-Autor wie in unserem Beispiel ist diese Art des Trainings aber eher hinderlich. Es könnte sein, dass OpenAI zu einem späteren Zeitpunkt anders trainierte Varianten anbietet, bisher ist unsere Web-App aber auf die weniger kreativ schreibende Variante festgelegt.

eine klare Arbeitsanweisung voranzustellen. So etwas wie „Diese lustige Anekdote beweist die Kreativität des Autors:“, oder „Die nächsten Absätze sollten etwas über die Aufrichtigkeit der Menschen sagen:“. Außerdem ist es wichtig, den Kontext so zu formulieren, dass er offen endet, sonst gibt es keinen Text.

## Fazit

Es lohnt sich, mit GPT-3 herumzuspielen. Der erzeugte Text ist oft überraschend und das Netz beeindruckt mit einer großen Bandbreite an Schreibstilen und Themen. Die Sätze können Fakten enthalten, sind aber oft auch frei erfunden. Ein Beispiel, bei dem nichts Verwertbares zurück-

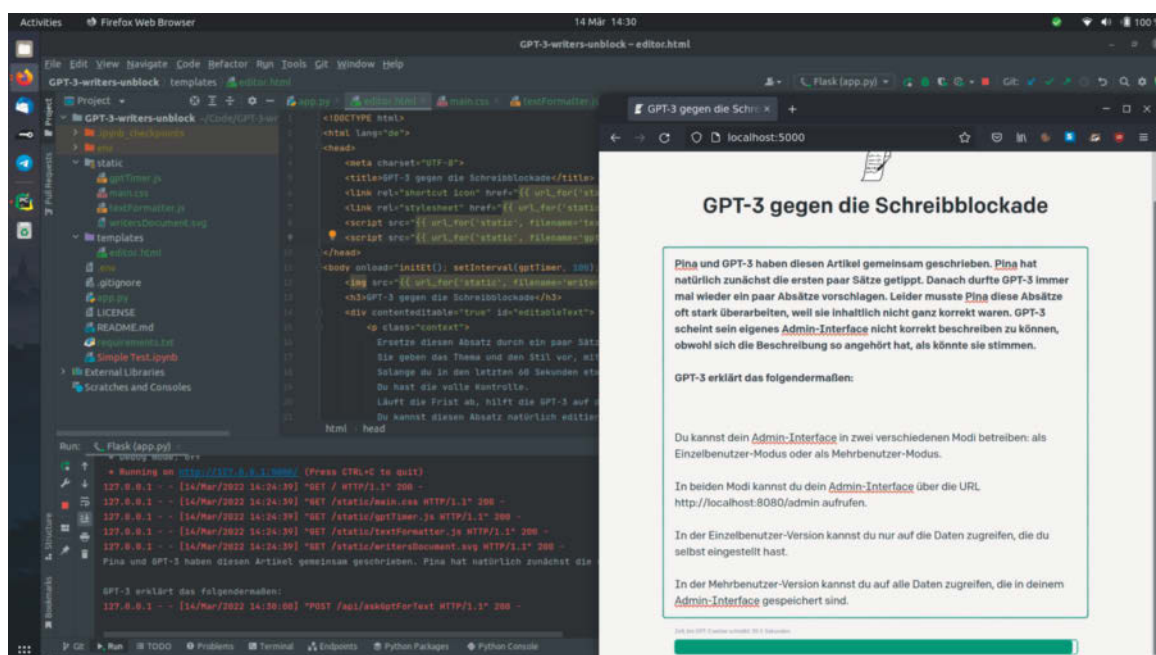
kommt, finden Sie aber auch schnell, weshalb GPT-3 kreatives Schreiben wohl nicht revolutionieren wird. Bei Aufgaben mit klaren Vorgaben wie Sentimentanalyse oder automatischer Zusammenfassung sieht das anders aus. Entwickler können für das große Sprachmodell durchaus noch einige nützliche Anwendungen finden.

(pmk@ct.de) 

## Literatur

- [1] Pina Merkert, PyPandoc-Erweiterungen, Markdown mit YAML und Pandoc in JSON konvertieren, c't 26/2019, S. 128

**Quelltext bei GitHub, Zusatzinfos:**  
[ct.de/y6mp](https://github.com/pmk/y6mp)



Das fertige Programm erreichen Sie über <http://localhost:5000>. Der fett gedruckte Text stammt vom Menschen, den schlanken Text darunter hat GPT-3 geschrieben. Wie dieses Beispiel zeigt, erzeugt GPT-3 gut lesbaren Text, der inhaltlich aber oft nicht korrekt ist.





Bild: Albert Hulm

# Durchschnittliche Intelligenz

## Programmieren mit KI-Unterstützung

**KI-Programmierhelfer sind schneller als eine Internetsuche nach typischen Codebeispielen. Sie erraten, welchen Code man schreiben möchte, und liegen dabei erstaunlich oft richtig. Allerdings machen sie auch die gleichen Fehler wie Menschen. Wir haben zwei Erweiterungen im Alltag getestet.**

Von Alexander Königstein

**W**ie liest man noch mal in Python eine Textdatei zeilenweise ein? Wie lässt man mit JavaScript ein Overlay animiert auf eine Webseite gleiten? Passende Code-Schnipsel gibt es in der offiziellen Dokumentation zur Programmiersprache oder auf Internetseiten wie Stack Overflow. Aber wäre es nicht cool, wenn man sie nicht erst zeitraubend suchen und zusammenkopieren müsste, sondern der Editor sie „einfach so“ in den Code einfügen würde?

Genau das versprechen die Editor-Erweiterungen GitHub Copilot und Tabnine. Diese beiden KI-Helfer verwenden mit tausenden Zeilen öffentlichem Code trainierte Sprachmodelle, um zu erraten, was der Entwickler wohl als Nächstes eintippen möchte. Ohne die gewohnte Entwicklungsumgebung zu verlassen, bekommt er häufig zumindest ein brauchbares Grundgerüst und braucht nur noch Details anzupassen.

Beide Tools verstehen sich auf die Programmiersprachen Python, Go und JavaScript. Copilot klinkt sich als Erweiterung in die Code-Editoren Visual Studio Code, JetBrains oder Neovim ein, Tabnine steht darüber hinaus für 19 weitere Editoren zur

Verfügung. Von GitHub Copilot gibt es derzeit eine „Technical Preview“, für die man sich in eine Warteliste eintragen muss, Tabnine lässt sich in einer Basisversion kostenlos herunterladen – siehe [ct.de/ywys](https://ct.de/ywys).

### GitHub Copilot

GitHub Copilot generiert komplette Codeblöcke. Das Werkzeug basiert auf der Codex-KI von OpenAI (einer Variante von GPT-3), die ursprünglich für die Vervollständigung von natürlicher Sprache gedacht war. Für den Copilot haben die GitHub-Entwickler sie mit Programmcode trainiert. In der Praxis beobachtet der Copilot den Programmierer bei der Code-Eingabe. Tippt er etwa in JavaScript `video.addEventListener("loadeddata"` ein, dann möchte der Copilot das Event mit dem wahrscheinlichsten Codeblock erweitern. In diesem Fall schlägt er vor, dass das HTML-Element `video` automatisch eingeblendet wird, sobald es geladen ist:

```
video.addEventListener("loadeddata",
function () {
    video.style.display = "block";
});
```

Dieser Lösungsvorschlag liegt nahe, da das Videoelement im vorherigen Code per CSS ausblendet und das HTML5-Video somit unsichtbar war. Wenn die Videodatei vollständig geladen wurde, soll sie angezeigt werden. Damit die KI hilft, reicht sogar ein aussagekräftiger Kommentar im Code aus – die KI versucht dann, die gewünschte Funktion zu erzeugen. Bei unseren Versuchen hat das meist auch mit deutschen Kommentaren geklappt.

Die Sprachmodelle von GitHub Copilot stecken in der Cloud. Um Vorschläge zu erhalten, sendet die Erweiterung Ihre Codezeilen daher an GitHub. Zum Verbsessern des Dienstes werden manuelle Änderungen im vorgeschlagenen Code ebenfalls zu GitHub übertragen. Als Entwickler sollte man sich also bewusst sein, dass Code den eigenen Editor verlässt, sodass auch geheime Informationen oder eigens entwickelte Algorithmen bei GitHub beziehungsweise Microsoft landen. Das dürfte einige Entwickler massiv stören, denn diese Telemetrie lässt sich nicht abschalten.

### Tabnine

Tabnine verwendet dagegen lokal gespeicherte Sprachmodelle und funktioniert



# Große Veränderungen beginnen mit kleiner Technik

Fortschritt entsteht nicht immer durch revolutionäre Großprojekte. So kann zum Beispiel in Zukunft die Überwachung von Feinstaubbelastung und Emissionswerten in Städten und Ballungszentren vollständig autonom erfolgen. Und das ist nur der Anfang: Dank hoher Übertragungreichweiten bei sehr niedrigem Energieverbrauch eignet sich LoRa-Sensorik ideal für viele weitere innovative IoT-Projekte. Sie möchten mehr über **LoRa & LoRaWAN** erfahren oder planen bereits ein Projekt? Wir sind gerne für Sie da! Kontaktieren Sie uns einfach unter [thomas-krenn.com/anfragen](https://thomas-krenn.com/anfragen)

# THOMAS KRENN®

E-Book "LoRa & LoRaWAN"  
Jetzt kostenlos downloaden!  
[thomas-krenn.com/lorawan](https://thomas-krenn.com/lorawan)

auch offline. Ihr Code verlässt also nicht Ihren Editor. Dafür versucht Tabnine aber auch nur, den nächsten Befehl zu vervollständigen, und generiert keine kompletten Funktionen mit Inhalt.

Wenn Sie beispielsweise mit Python und `glob` eine Ordnerliste laden und mit einer `for`-Schleife über die Dateinamen iterieren, so schlägt Tabnine für die Funktion `open()` direkt die vorher genutzte Variable als Argument vor.

```
for file in glob.glob(".*.txt"):
    with open(file) as f:
        print(file)
```

Die Vorschläge von Tabnine bestehen häufig aus dem bereits geschriebenen Code im Editor und etwas Kontext. Das lässt sich erweitern, wenn Sie in den Einstellungen auch das „Public Model“ aktivieren. Dabei wird der aktuelle Kontext in die Cloud übertragen, allerdings wird der gesendete Quelltext nicht dazu genutzt, um das „Public Model“ weiter zu trainieren, sondern nur, um den Dienst bereitzustellen.

## Fehler inklusive

KI-Programme helfen nur so gut, wie es ihre Datenbasis erlaubt. Wer den Code wie vorgeschlagen benutzt, ohne ihn zu verstehen, läuft Gefahr, sich Sicherheitslücken einzubauen. Der ausgespuckte Code von GitHub Copilot führt in 40 % der Fälle zu bekannten Sicherheitsproblemen, wie eine Studie herausfand [1].

Unabhängig davon generieren beide Tools auch Programmcode, der überhaupt nicht funktioniert. Zu Tabnine gab es keine Studie, allerdings schlug das Tool in unserem Test auch unsicheren Code bei einer einfachen SQL-Query vor. Beide KIs wollten eine Datenbankabfrage mit einem vor-

herigen Eingabeparameter ergänzen. Dieser Parameter führte am Ende zu einer Abfrage, die anfällig für eine SQL-Injection ist. Dort könnte ein Angreifer eigene Befehle auf der Datenbank ausführen, Daten verändern, abgreifen oder möglicherweise den kompletten Server übernehmen.

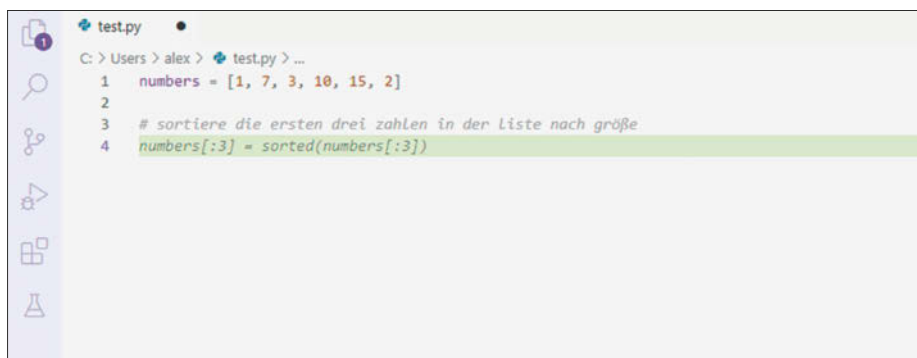
Künstliche Intelligenz kommt bislang nicht über das Niveau eines unerfahrenen Programmierers hinaus und erkennt unsicheren Code nicht. Die KI lernt stumpf den öffentlichen Code, kann ihn aber nicht selbst bewerten. Bestimmte Muster sollte sie besser gar nicht erst lernen. Die Erkenntnis, dass mancher Code Sicherheitslücken enthält und interne Daten dadurch ungeschützt sind, hatten bisher nur Menschen. Prüfen Sie deshalb den vorgeschlagenen Code genau.

Beide Tools können – mit Augenmaß eingesetzt – dennoch Entwicklern die Arbeit erleichtern. GitHub Copilot ist noch in der Testphase, schlägt aber auch längere Abschnitte vor. Tabnine ist schon ein fertiges Produkt und man kann es auch gegen Geld auf Code trainieren, der bereits im eigenen Unternehmen vorhanden ist und sich bewährt hat. Mit beiden Lösungen muss man den Editor seltener verlassen, was die Entwicklung spürbar beschleunigt. (ako@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Hammond Pearce et al., Asleep at the Keyboard? Assessing the Security of GitHub Copilot's Code Contributions: <https://arxiv.org/abs/2108.09293>

**GitHub Copilot und Tabnine zum Download: [ct.de/ywys](https://ct.de/ywys)**



GitHub Copilot erkennt die Anweisungen im Kommentar (grau) und schlägt eine eigene Lösung vor (grün).



# Laufkumpen

## Sport-Smartwatch Huawei Watch GT Runner mit HarmonyOS



**Die Watch GT Runner versucht, die Brücke zwischen Smartwatch und echter Sportuhr vor allem fürs Laufen zu schlagen. Wir haben sie zum Lauftraining mit auf die Strecke genommen und im Alltag getestet.**

Von Steffen Herget

Uhr um den Arm gelegt, inneren Schweinehund in die Ecke gescheucht, und los gehts. Dass die Huawei Watch GT Runner für die sportliche Gangart gemacht ist, merkt man schnell. Statt schickem, aber schwerem Metall kommt robuster und leichter Kunststoff zum Einsatz. Das Silikonarmband ist weich und unempfindlich, die Uhr sauber verarbeitet. Einziger Makel ist die etwas scharfkantige Lünette, mit der man auf empfindlichen Oberflächen schnell einen Kratzer hinterlässt. Bedient wird die Watch GT Runner über den Touchscreen, die dreh- und drückbare Krone und einen weiteren Knopf an der rechten Seite.

Die Watch GT Runner trägt ein OLED-Display spazieren, das scharfe Kontraste und schöne Farben zeigt. Die maximale

Helligkeit haben wir mit 357 cd/m<sup>2</sup> gemessen, das ist für eine Uhr hell genug.

Beim Training haben wir der Watch GT Runner zuerst einmal den Mund verboten – über den Lautsprecher plärrt die Uhr während des Laufs so viele Daten in die Welt, dass die halbe Laufgruppe über den eigenen Trainingszustand Bescheid weiß. Auf dem Display hat man alle wichtigen Parameter jederzeit im Blick, wenn man seitlich durch die verschiedenen Anzeigen wischt. Der GPS-Empfänger arbeitet genau. Wer auf einen speziellen Leistungsstand hinarbeitet, kann sich mit individuellen Trainingsplänen dorthin führen lassen – laufen muss man aber immer noch selbst.

Für die Pulsmessung verwendet die Watch GT Runner einen optischen Sensor mit zwei Lichtquellen und acht kreisförmig angeordneten Fotodioden. Saß die Uhr straff knapp über dem Handgelenk, waren die Messwerte im Test meist bis auf ein, zwei Schläge synchron zu denen, die ein gleichzeitig getragener Garmin-Brustgurt lieferte. Trägt man die Uhr zu locker, verrutscht sie und ruiniert die Messung komplett: Wir haben dann zeitweise zwischen Uhr und Brustgurt bis zu 20 Schläge Unterschied gemessen.

Weniger gut hat uns die Messung des Blutsauerstoffgehaltes gefallen. Die Uhr braucht für die Messung, die mit Messgeräten am Finger in wenigen Sekunden erledigt ist, bis zu eine halbe Minute und ist nicht einmal zuverlässig erfolgreich – mehr als einmal bekamen wir eine Fehlermeldung und mussten noch einmal neu messen.

Auf der Watch GT Runner läuft Huawei's eigenes Betriebssystem HarmonyOS, das wir in c't 6/2022 (ab S. 86) genauer untersucht haben. Populäre Sport-Apps wie Strava oder Runtastic fehlen auf dieser Plattform, und vieles läuft nach wie vor nicht rund. Um aufgezeichnete Aktivitäten in nicht direkt unterstützte Dienste zu überführen, hilft nur ein Umweg: der Export aus der Huawei-Health-App, etwa als GPX-Datei. Bleibt man im Huawei-Kos-

mos, wandern die Daten auf Wunsch automatisch in die Cloud.

Mit Laufen alleine ist die Sportuhr alles andere ausgelastet. Sie kann über hundert unterschiedliche Workouts aufzeichnen und ist so nicht nur für Laufbegeisterte als Trainingspartner interessant. Die Uhr darf auch baden gehen, das Gehäuse ist nach ISO22810:2010 wasserdicht. Tauchen sollten Sie damit aber nicht.

Der Akku hat eine Kapazität von 491 mAh und ist damit signifikant schwächer als bei der Huawei Watch 3 Pro (Test in c't 15/2021, S. 88). Huawei verspricht zwei Wochen Laufzeit bei „typischer“ und eine bei „starker“ Nutzung. Die 14 Tage haben wir nicht geschafft, die Woche immerhin knapp, mit etwa einer Stunde Tracking an jedem zweiten Tag.

### Fazit

Die Watch GT Runner ist ein angenehmer Sportkamerad. Die federleichte Uhr hält viel aus, sammelt viele Daten und beherrscht mehr Sportarten als die gesamte c't-Redaktion zusammen. HarmonyOS als Betriebssystem gibt sich allerdings zugeknöpft, was den Datenaustausch betrifft. Das sollte aber keine Ausrede für den inneren Schweinehund sein. (sht@ct.de) **ct**



**Der Pulsmesser arbeitet sehr genau, wenn die Uhr korrekt sitzt.**

### Huawei Watch GT Runner

Smartwatch	
Hersteller, URL	Huawei, huawei.de
Maße / Gewicht (ohne Band)	46 mm × 46 mm × 11 mm, 39 g
Material Gehäuse / Band	Kunststoff / Silikon
Displaytyp / -auflösung / -größe	OLED / 466 × 466 Pixel / 1,43"
Konnektivität / Wasserdichtigkeit	Bluetooth 5.2, NFC / bis 5 ATM
Sensoren	Beschleunigungssensor, Gyroskop, opt. Pulsmesser, Luftdruck, geomagnetischer Sensor
Akku / Aufladung	451 mAh / induktiv per Qi
Kompatibilität	Android ab 6.0, HarmonyOS ab 2.0, iOS ab 9.0
Bewertung	
Tragekomfort / Funktionen	⊕⊕ / ⊕
Display / Akkulaufzeit	⊕ / ○
Preis	300 €





# MIT **Mac & i** IMMER EINE NASENLÄNGE VORAUSS

+ Geschenk  
nach Wahl



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

## 2× Mac & i mit 35% Rabatt testen!

Mac & i – Das Magazin rund um Apple

- Tipps & Praxiswissen
- Hard- und Softwaretests
- Reports und Hintergründe
- inkl. Club-Mitgliedschaft

Für nur **16,80 € statt 25,80 €**

(Preis in Deutschland)

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



Jetzt bestellen:

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

✉ [leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de) ☎ 0541 80 009 120

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



# Jack of all trades

## Webcam Anker B600 mit Videolicht und Lautsprecher im Test



**Die Webcam, die alles kann: Die Videobar B600 von Anker filmt nicht nur in WQHD-Auflösung, sie dient gleichzeitig als Mikrofon, Lautsprecher und Ausleuchter. Blicke die Frage, ob sie in allen Disziplinen brilliert oder nur ein großer Kompromiss ist.**

Von Robin Brand

Die B600 kann nicht verbergen, dass sie viele Funktionen mitbringt: Mit ihren Ausmaßen von 17,8 × 3,8 × 4,7 Zentimetern ist sie deutlich ausladender als herkömmliche Webcams. Platziert man sie mit ihrem Kampfgewicht von 462 Gramm (inklusive Halterung) auf einem Monitor, kann das wacklige Kandidaten an ihre Grenzen bringen, für den Einsatz an Notebooks taugt die B600 kaum.

Die gummierte, 123 Gramm schwere Klemme ist mit einem Stativgewinde ausgestattet und ihrerseits per Stativgewinde in die Videobar geschraubt. Befreit man die Webcam von der Klemme, kann man

sie auch einfach auf breite Monitore oder ein Regalbrett über dem Bildschirm legen. In einem Multi-Kamera-Setup zum Beispiel für YouTube-Videos lässt sich die Kamera auch seitlich auf einem Tischstativ platzieren.

Ein aufklappbares LED-Licht zieht die Vorderseite der Kamera, bei Nichtbenutzung kann man es herunterklappen und damit die Kamera verdecken. Auf der Rückseite befinden sich eine USB-A- und zwei USB-C-Buchsen, eine davon für die Stromversorgung, die andere zum Datentransfer. Im Test benötigte die Kamera mit eingeschalteter Leuchte bis zu 1,4 Ampere, was eine USB-C-Buchse liefern können sollte. Schließt man sie per USB 3.0 (max. 0,9 A) oder 2.0 (0,5 A) an, benötigt man spätestens beim Einschalten der Leuchte die zusätzliche Stromversorgung.

### Ton übertrifft Laptop-Mikros

An der Videobar selbst lässt sich das Licht über ein Touchfeld dimmen und ausschalten, außerdem findet sich ein Touchfeld seitlich am Gehäuse, mit dem man sich stummschalten kann. Den Ton nimmt die Kamera über vier interne Mikrofone auf. Damit übertrifft sie die Tonqualität handelsüblicher Billig-Webcams und interner Laptop-Mikrofone deutlich. Im direkten Vergleich klingt die Obsbot Tiny 4K (c't 8/2022, S. 95) aber etwas besser. Da die Webcam naturgemäß recht weit vom Sprecher entfernt platziert ist, nimmt sie mehr Raumhall und Störgeräusche auf als Headsets mit Mikrofonarm. Die kleinen Dual-Lautsprecher der B600 klingen bassarm, aber weniger quäkig und ohne die stechenden Höhen einiger Notebook-Lautsprecher. Für die Videokonferenz oder ein kurzes Video sind sie völlig ausreichend.

Sehr gut gefällt die Auflösung von 2560 × 1440 Pixeln – wenn die eigene Bandbreite die volle Auflösung übermittelt. In der zugehörigen für Mac und Windows erhältlichen App kann man die Auflösung auf 320p, 720p und 1080p reduzieren und

einen Bildausschnitt wählen. Die Kamera filmt in einem Bildwinkel von 95 Grad und nimmt damit sehr viel Raum mit auf. In der Software kann man bis zu vierfach heranzoomen und so auch seitlichen Versatz ausgleichen, wenn man die Kamera nicht mittig vor sich platziert hat. Die in der Anker-App vorgenommene Einstellung merkt sich die Kamera in den verschiedenen Videokonferenz-Tools, die wir damit getestet haben, darunter Teams, Skype, Zoom und auch der Desktop-Client von Signal.

Die Helligkeit der aufklappbaren Lampe lässt sich in der Anker-App ebenfalls in neun Stufen regeln, die Farbtemperatur in vier. An die Wirkung einer dedizierten LED-Videoleuchte kommt die kleine LED-Leiste der Webcam nicht heran, als gezielter Aufheller in einer nicht allzu schlecht ausgeleuchteten Umgebung taugt sie aber. Helligkeit, Schärfe, Sättigung und Kontrast lassen sich in begrenztem Umfang anpassen, jede größere Änderung – speziell der Schärfe – wirkt aber schnell überdreht.

### Fazit

Die B600 ist keine Webcam, die im professionellen Videosetup Mikro und Beleuchtung ersetzen kann – dafür ist die Qualität von Mikrofon und LED-Licht zu schwach. Doch im Homeoffice brilliert die B600. Die Videoqualität überzeugt, die Tonqualität ist auch für lange Videokonferenzen völlig ausreichend und dank ordentlicher Lautsprecher kann man sich die Kopfhörer sparen. (rbr@ct.de) **ct**

## Anker B600

Webcam mit Beleuchtung und Lautsprecher	
Hersteller, URL	Anker, <a href="https://de.ankerwork.com">de.ankerwork.com</a>
Systemanf.	Windows ab 7, macOS ab 10.14
Auflösung	WQHD, Full HD, 720p, 320p
Größe / Gewicht	17,8 cm × 3,8 cm × 4,7 cm / 340 g (Kamera), 123 g (Halterung)
Lieferumfang	USB-C-Kabel, Monitorklemme
Preis	230 €



Verwendet man die Kamera nicht, kann man sie abdecken, indem man die LED-Leiste herunterklappt.



# // heise devSec()

Die Konferenz für sichere Software- und Webentwicklung

2022 mit zusätzlichen Online-Tagen

26. April – Thementag (halbtägig)  
**Supply Chain Security**

18. Mai – Webinar (halbtägig)  
**Threat Modeling Basics**

23. Mai – Workshop (ganztägig)  
**Threat Modeling in der Praxis**

Jetzt  
**Tickets**  
sichern!

Herbstkonferenz vor Ort in Karlsruhe vom 4. – 6. Oktober 2022

Jetzt Vorschläge für Vorträge und Workshops einreichen.  
**Call for Proposals bis zum 8. Mai**

**Jetzt anmelden: [www.heise-devsec.de](http://www.heise-devsec.de)**





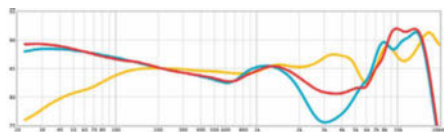
## High-End-Knöpfe

**700 Euro für ein Paar In-Ears? Sennheisers IE 600 zeigen ganz ohne Schnörkel, was klanglich jenseits von Wald- und Wiesen-Stöpseln möglich ist.**

Bluetooth, Active Noise Cancelling, Touchbedienung, Transparenzmodus: Wer unterwegs einfach nur guten Sound sucht, dem helfen solche Gadget-Funktionen wenig. Sennheiser, dessen Consumer-Sparte von Sonova übernommen wurde, verzichtet deshalb bei seinen In-Ears IE 600 auf derartige technische Spielereien und konzentriert sich auf den Klang und die Verarbeitung.

Damit die Stöpsel sicher sitzen, lässt sich ein ins Kabel integrierter Draht hinter die Ohrmuschel ziehen. Die Konstruktion macht einen robusten Eindruck. Kabelbruch muss man nicht fürchten, zumal sich das Kabel über MMCX-Kupplungen wechseln lässt. Neben einem Kabel mit Stereo-Mini-Klinke liegt auch eins mit symmetrischer 4,4-Millimeter-Klinke für High-End-Abspieler bei.

Mit ihrer niedrigen Impedanz von 18 Ohm und dem hohen Schalldruck von 118 dB/Vrms holen die IE 600 selbst aus mobilen Zuspülern hohe Lautstärken raus. Sechs Manschettenpaare aus Silikon und



Im Vergleich zum neutralen Kopfhörer Sennheiser HD 600 (gelb) punkten die IE 600 (rot) mit einem druckvoll straffen Bass. Die IE 900 (blau) unterstreichen sich nur in der geringeren Stimmenpräsenz bei etwa 3 kHz.

Memory-Schaum dichten kleine und große Ohrkanäle ab. Wenn der Bass nicht genügend Druck hat, kann eine andere Größe helfen. In unseren Ohren saßen die Stöpsel bequem.

Für das Gehäuse der In-Ears verwendet Sennheiser eine amorphe Metalllegierung aus dem 3D-Drucker. Es sei äußerst robust und deutlich einfacher zu fertigen als die gefrästen Aluminium-Gehäuse der In-Ears IE 900, die Sennheiser für 1300 Euro verkauft (siehe c't 12/2021, S. 71). Akustisch habe das Metall laut Entwickler keinen Einfluss auf den Klang.

Im Unterschied zu hochpreisigen In-Ears von Shure oder Ultimate Ears setzt Sennheiser auf einen einzelnen 7-Millimeter-Wandler, der das komplette Frequenzspektrum abdeckt. Er bietet genügend Hub für kräftige Bässe wie auch geringe Verzerrungen für detailreiche Höhen. Phasenprobleme, die beim Einsatz mehrerer Wandler entstehen, bleiben außen vor.

Im Hörtest überzeugten die IE 600 durch ihren extrem präzisen kräftigen Bass, der – ohne übertrieben zu wirken – selbst tiefste Töne im Frequenzkeller akkurat wiedergab. Mitten wirkten natürlich mit präsenten Stimmen, die Höhen sehr detailreich, ohne zu zischeln. Dank der sehr guten räumlichen Staffelfung ließen sich Instrumente genau orten.

Unterschiede zu den fast doppelt so teuren IE 900 fallen hör- und messtechnisch marginal aus. Die IE 900 betonen den Bereich um 3 kHz etwas weniger, wodurch Stimmen dort etwas wärmer und runder wirken – das fällt aber nur im direkten Vergleich auf.

Klanglich übertrumpfen die IE 600 selbst weit teurere In-Ears, die mit drei oder vier Wandlern schlechter klingen und unbequemer im Ohr sitzen. Dank der ausgewogenen Frequenzabstimmung eignen sich die IE 600 gleichermaßen für basslastige EBM-Stücke, wie auch für Rock, Pop, Klassik und Jazz, und sind Klangpuristen auf der Suche nach hochwertigen In-Ears wärmstens zu empfehlen.

(hag@ct.de)

## Sennheiser IE 600

In-Ear-Kopfhörer mit Kabelanschluss	
Hersteller, URL	Sonova Consumer Hearing, sennheiser-hearing.com
Anschluss	3,5 mm Stereo-Klinke, 4,4 mm symmetrische Klinke
Preis	699 €



## Groß und flott

**Die USB-SSD T-Force M200 von Teamgroup nimmt bis zu 4 TByte Daten auf und überträgt diese dank schneller 20-Gbit/s-Schnittstelle auch flott – meistens.**

USB 3.2 Gen 2x2 ist die aktuell schnellste verfügbare Technik, um eine USB-SSD an einen PC anzubinden. Die M200 schafft darüber beim Lesen knapp 2 GByte/s und beim Schreiben sogar mehr als 2,1 GByte/s. Auch beim Zugriff auf zufällige Adressen liegt die SSD mit fast 100.000 IOPS auf dem Niveau guter SATA-SSDs.

Beim Schreiben schafft die SSD die Maximalwerte nur beim Befüllen des SLC-Caches; er fasst bei leerer SSD einige hundert GByte. Danach fällt die Schreibgeschwindigkeit zunächst auf etwa 1,4 GByte/s und nach längerem kontinuierlichen Schreiben sogar auf nur noch 100 MByte/s. Der verbaute QLC-NAND ist beim direkten Beschreiben langsamer als eine Festplatte.

Die M200 wird auch im Leerlauf mehr als handwarm, die Leistungsaufnahme schwankt zwischen 1,8 und 3,5 Watt; beim Lesen steigt sie auf 6,7 Watt, beim Schreiben sogar auf 7,7 Watt – an ein im Akkubetrieb laufendes Notebook sollte man die SSD daher nur anstecken, wenn man sie wirklich braucht. Dennoch: Wer eine große externe SSD braucht, kann die M200 in die engere Wahl aufnehmen, denn meistens ist sie sehr schnell.

(ll@ct.de)

## Teamgroup T-Force M200

SSD mit USB 3.2 Gen 2x2	
Hersteller, URL	Teamgroup, teamgroupinc.com
Lieferumfang	2 USB-Kabel (USB-A, USB-C)
Systemanf.	USB-Schnittstelle nach Version 3.2 Gen 2x2
Preis	574 € (4 TByte)





## Aufgedreht

**Der Heizkörperthermostat Fritz!DECT 302 stellt die gewünschte Temperatur automatisch ein – leiser als der Vorgänger.**

Die vernetzten Heizungsthermostate aus AVMs Fritz!DECT-Serie erfreuen sich besonders bei Besitzern der Fritzbox großer Beliebtheit. Die Thermostate koppeln sich drahtlos mit den Routern des Berliner Unternehmens und sind daher ohne ein zusätzliches Gateway vom Smartphone und auf Wunsch aus dem Netz erreichbar. Das neue Modell bringt einige Verbesserungen mit.

Die Einrichtung klappt genauso leicht wie beim Vorgänger: Menü-Taste am Thermostat drücken und anschließend an der Fritzbox für einige Sekunden die Connect-Taste beziehungsweise die DECT-Taste an älteren Modellen halten – fertig. Wer mag, fügt einen neuen Thermostat alternativ im Browser in der Bedienoberfläche der Fritzbox hinzu.

Für die Funkverbindung kommt das Funkprotokoll DECT ULE zum Einsatz. Um Strom zu sparen, bauten die vorherigen Modelle nur alle 15 Minuten eine Verbindung zur Fritzbox auf, weshalb Änderungen der Temperatur übers Smartphone oder den Browser nur mit Verzögerung umgesetzt wurden. Der Fritz!DECT 302 funkt nun alle 5 Minuten. Damit er trotzdem die versprochene Laufzeit von mehreren Heizperioden durchhält, stecken nun drei statt zwei AA-Batterien drin. Vom Einsatz von Akkus rät AVM wegen deren geringerer Spannung weiterhin ab.

Das Gehäuse ist eckig, was die Bedienung erleichtert: Statt von fummelig kleinen Tasten wird das 3 × 3 Zentimeter große E-Paper-Display von vier großen Tasten

eingefasst. Über die oberen zwei wählt man den Frostschutz und die Boost-Funktion aus.

Die unteren Tasten verringern und erhöhen die voreingestellte Temperatur in Schritten zu je 0,5 °C. Praktisch: Hält man sie länger gedrückt, springt der Thermostat direkt zur hinterlegten Absenker- oder Komforttemperatur. Beide Werte legt man im Smart-Home-Bereich der Fritzbox-Oberfläche fest. Über eine grafische Wochenansicht bestimmt man komfortabel, an welchen Tagen und zu welcher Uhrzeit die Nachtabsenkung einsetzt. Auch den Temperatur-Offset des eingebauten Thermometers, die Heizperiode und Urlaubsperioden definiert man dort.

Die Montage gelingt, ohne das Wasser aus der Heizungsanlage ablassen zu müssen: Man braucht nur die Überwurfmutter des bestehenden Thermostats zu lösen und den Fritz!DECT 302 aufs Heizkörperventil zu stecken und festzuschrauben. Auf M30-Standardgewinde passt der Thermostat problemlos. Für Danfoss-RA-Ventile legt AVM einen Adapter in die Packung, weitere Adapter für andere Maße bekommt man als Zubehör.

Das Motorengeräusch beim Öffnen und Schließen des Ventils ist deutlich leiser als beim Vorgänger und stört während des Tests auch nachts im Schlafzimmer nicht.

Beim Stoßlüften erkennt das Gerät den plötzlichen starken Temperaturabfall und dreht die Heizung für eine einstellbare Zeit komplett zu. Die Empfindlichkeit dieser „Fenster-auf-Erkennung“ lässt sich einstellen. Wirklich zuverlässig arbeitet die Funktion aber nur, wenn der Heizkörper unter der Fensterbank steht.

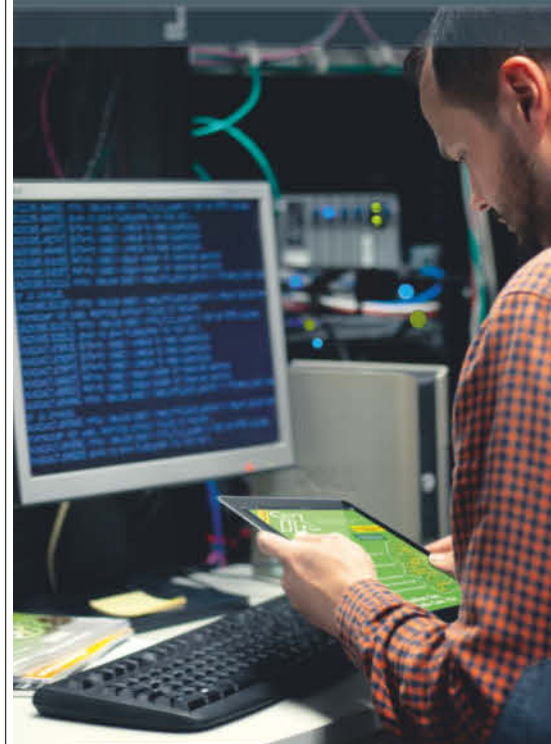
Mit 70 Euro ist der Fritz!DECT 302 etwas teurer als sein Vorgänger, der deshalb weiter interessant bleibt, sofern man auf den leiseren Motor und die praktischeren Knöpfe verzichten mag. Beide Thermostate lassen sich an der Fritzbox leicht einrichten. Beim Heizen stellt sich sofort ein Komfortgewinn ein. Und je nach Heizungsanlage amortisiert sich der Kaufpreis schon in der ersten Heizperiode. (spo@ct.de)

## AVM Fritz!DECT 302

Smarter Heizungsthermostat	
Hersteller, URL	AVM, avm.de
Abmessungen (L × B × H)	5,1 cm × 5,1 cm × 9,3 cm
Systemanf.	Fritzbox mit DECT-Unterstützung
Preis	70 €

Es gibt **10** Arten von Menschen.

**iX-Leser** und die anderen.



**3x** testen

**Jetzt Mini-Abo testen:**

3 digitale Ausgaben +  
Bluetooth-Tastatur  
nur **19,35 €**

[www.iX.de/digital-testen](http://www.iX.de/digital-testen)

**iX** MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE INFORMATIONSTECHNIK

[www.iX.de/digital-testen](http://www.iX.de/digital-testen)

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

49 (0)541 800 09 120





# Heimlichter

## Apple iPhone SE mit A15-Chip und 5G

**Die dritte Generation des iPhone SE ist 5G-fähig, rasend schnell – und sieht immer noch aus wie das acht Jahre alte iPhone 6. Im Test musste es zeigen, ob es dennoch zum Preistipp reicht.**

Von Robin Brand und Sebastian Trepesch

Mehr noch als bei anderen iPhones beweisen sich die Apple-Ingenieure beim iPhone SE als Spezialisten für innere Medizin. Anzusehen ist ihr Wirken auch in der 2022er-Auflage von Apples günstigstem Smartphone nicht. Wobei sich „günstig“ ein wenig in Richtung „teuer“ verschoben hat: Das iPhone SE der dritten Generation kostet je nach Speicherausstattung zwischen 520 und 690 Euro – 40 Euro mehr, als das 2020er SE zum Einstieg kostete.

Apple hat das Skalpell direkt am Herzen angesetzt – beim SoC – und den Apple Bionic A13 durch den aktuellen A15 ersetzt. Dadurch rechnet das unscheinbare SE in derselben Liga wie die iPhones 13. Mit dem A15 geht auch ein 5G-Modem einher, damit hat Apple sein gesamtes Smartphone-Sortiment auf den aktuellen Funkstandard gehievt. Auch die Kamera soll vom aktuellen Chip profitieren, die Akkulaufzeit will Apple ebenfalls verbessert haben, dazu später mehr.

Äußerlich verheimlicht das SE seine High-End-Technik gekonnt: Es ist nicht von seinem Vorgänger zu unterscheiden – selbst dem iPhone 6 (von 2014) gleicht es fast wie ein Ei dem anderen. Die dicken Balken ober- und unterhalb des 4,7 Zoll kleinen Displays wirken unmodern – ebenso wie der prominent platzierte Home-Button. Im Alltag ist der überaus schnell und zuverlässig reagierende Sensor praktisch. Er dient nicht nur zum Entsperren – was durchaus ein Vorteil gegenüber FaceID sein kann –, sondern auch zur Bedie-

nung, zum Beispiel, um zuletzt geöffnete Apps mit doppeltem Drücken aufzurufen. Trotz kleinerem Display ist das SE etwas größer als das iPhone 13 mini. Mit seinen abgerundeten Gehäuseseiten liegt es gut in der Hand. Gegen Wasser und Staub ist das Gehäuse gemäß IP67 geschützt.

### Fast 50 Prozent schneller als der Vorgänger

Ordentlich aufgemöbelt hat Apple das Innenleben des SE. Es teilt sich den A15 mit seinen größeren Geschwistern. Unsere Benchmark-Werte attestieren ihm das Niveau der iPhones 13. Die meisten Android-Smartphones hängt es deutlich ab. Selbst aktuelle Topgeräte mit Qualcomm's Snapdragon 8 Gen 1 bleiben im Rechen-Benchmark Geekbench 5 zurück, legen aber in Sachen GPU-Leistung eine Schippe drauf – die erschwinglichsten Androiden mit diesem Chip kosten derzeit ab etwa 750 Euro (siehe Test auf S. 122 in diesem Heft). Gegenüber seinem Vorgänger rechnet das iPhone SE – nun mit 4 statt 3 GByte Hauptspeicher ausgestattet – um 40 Prozent schneller auf einem Kern und legt 46 Prozent im Multi-Threading zu.

Auch mit seinem 5G-Mobilfunkchip ist das iPhone SE auf der Höhe der Zeit. In Hannover maßen wir im Telekom-Netz Spitzenwerte von 723 MBit/s für Downloads und 132 MBit/s für Uploads, über eine Vodafone-SIM-Karte 229 MBit/s beziehungsweise 136 MBit/s. Bei unseren Messungen lag das Gerät nicht immer, aber oft deutlich unter den Werten des iPhone 13 Pro. Kein Wunder: Das Mehrfach-Antennensystem hat Apple für das SE von 4×4 MIMO auf 2×2 MIMO (Multiple Input, Multiple Output) abgespeckt. Die Dual-Sim-Unterstützung hat Apple wie bei dem SE 2020 belassen. Neben einer Nano-SIM lässt sich die Mobilfunkverbindung über eSIM aufbauen.

Das Display arbeitet (wie übrigens auch beim iPhone 13) mit 60 Hertz. Im Vergleich zu den Pro-Modellen (bis zu 120 Hertz) zeigt es Bewegungen etwas ruckeliger an, zum Beispiel beim Scrollen von Webseiten. Während Androide mitunter bereits in der 300-Euro-Klasse mit kontraststarken OLEDs mit Bildraten bis 120 Hertz wuchern, setzt Apple für das SE weiterhin auf einen IPS-Bildschirm. Das Panel mit P3-Farbraum stellt Farben zwar gut und ausreichend hell dar, ähnlich wie der Vorgänger schafft es knapp über 600 cd/m². Es handelt sich aber eben nicht um ein



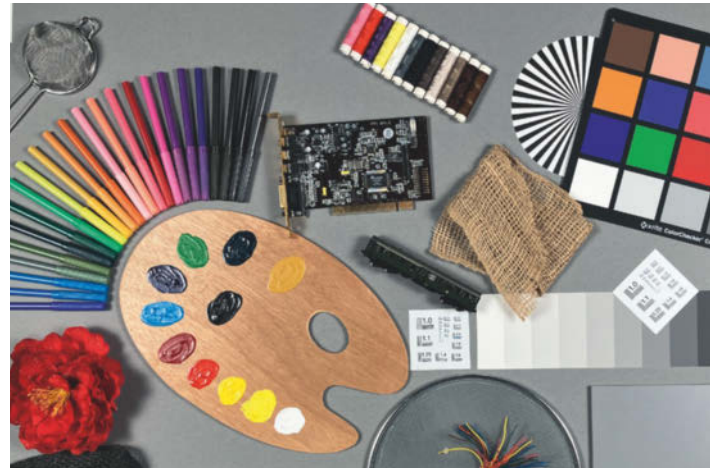
kontrastreiches OLED mit HDR-Unterstützung, das im vierstelligen Candela-Bereich leuchtet. Immerhin bietet das Display die Umgebungslichtanpassung „True Tone“ – wie auch schon das iPhone 8 und das SE 2020.

### Laufzeit verbessert – ein wenig

Die weiteren Unterschiede zum Vorgänger muss man fast mit der Lupe suchen. Für eine längere Laufzeit soll unter anderem der verbesserte Akku mit einer etwas größeren Kapazität (7,82 Wh) sorgen. In unseren Durchläufen konnten wir das nur zum Teil bestätigen, zum Beispiel lief ein Video in Dauerschleife auf dem SE 2022 immerhin elf Stunden (statt 9,3 auf dem iPhone SE 2020). Gleichauf lagen beide Generationen aber beim Rendern eines 3D-Spieles mit rund acht Stunden. Das iPhone 13 übertrifft diese Werte deutlich – genau wie die meisten Androiden dieser Preisklasse. Aufgeladen ist das SE rasch, nach einer halben Stunde ist es zu rund 60 Prozent befüllt. Drahtlos lädt es per Qi. Wie zuletzt üblich legt Apple kein Netzteil bei.

Fotos nimmt das SE mit einer weitwinkligen 12-Megapixel-Knipse auf. Im Vergleich zu den Dual- und Triple-Kame-

**Die Kamera des iPhone SE 2022 schießt detailreiche Fotos, auf zusätzliches Tele oder Ultra-Weitwinkel muss man aber verzichten.**



ras der meisten Konkurrenten nimmt sich das spartanisch aus. In der Praxis geraten vor allem bei Tageslicht geschossene Bilder hübsch, doch die Unterschiede zum Vorgänger sind vernachlässigbar. Das Testchart in unserem Labor fängt das iPhone unter optimalen Bedingungen sehr detailreich ein – im Dunkeln fallen der fehlende Nachtmodus und der kleinere Sensor im Vergleich zu den Topmodellen negativ auf. Dass Tele und Ultra-Weitwinkel fehlen, macht das SE für Fotografie etwas unflexibler als viele Konkurrenten.

Konkurrenz hat das SE sowohl im Apple-Universum als auch im Android-Lager. Vor allem das Vorgängermodell drängt sich auf. Denn wer auf 5G verzichten kann, erhält für weniger Geld ein fast gleich gut ausgestattetes Smartphone – der schnellere Prozessor macht sich im Alltag kaum bemerkbar. Freunde eines kleinen Smartphones bekommen zudem mit dem aktuell nur rund 50 Euro teureren iPhone 12 mini ein höherwertiges, formatfüllendes Display und bessere Kameras in einem noch kleineren Format.

Ganz so kleine Smartphones mit Top-Prozessor finden sich unter Android-Geräten nicht. Handlich und gut ausgestattet sind zum Beispiel das Asus Zenfone 8 (c't 14/2021, S. 90) und das Pixel 5 (c't 24/2020, S. 106). Beide sind aber schon ein wenig länger auf dem Markt, die Updates werden deutlich früher ausbleiben als jene fürs SE. Genaue Angaben zu Updates macht Apple zwar nicht, mit fünf Jahren darf man erfahrungsgemäß aber mindestens rechnen. Fünf Jahre Updates verspricht Samsung für Galaxy S22 und A53 – ersteres ist allerdings deutlich teurer als das SE, letzteres mit schwächerem SoC bestückt.

### Fazit

In seiner aktuellen Auflage verliert das iPhone SE seinen Status als klarer Preistipp unter den iPhones. Einerseits hat Apple die Preise für das SE erhöht, andererseits ist das seit anderthalb Jahren erhältliche, aber besser ausgestattete 12 mini kaum teurer. Wer dennoch zum SE greift – zum Beispiel wegen Touch ID –, erhält ein Smartphone mit solider Kamera und etwas altbackenem, aber ordentlichem Display und rasend schnellem SoC sowie Softwaresupport für viele Jahre.

(rbr@ct.de) **ct**

## iPhone SE (2022)

Apple Smartphone	
Betriebssystem	iOS 15.4
Updates laut Hersteller bis	k. A.
Ausstattung	
Prozessor / GPU	Apple A15 Bionic Apple (2 × 3,24 GHz Avalanche + 4 × 2,01 GHz Blizzard) / A15 4-Core-GPU
RAM / Flash-Speicher (frei) / erweiterbar	4 GByte / 256 GByte (244 GByte) / –
5G / LTE / SIMs / SAR-Wert	✓ / Cat. LTE-A Pro / 1 × nanoSIM + 1 × eSIM / 0,98 W/kg
WLAN (Antennen) / Bluetooth / NFC / Kompass / Standortbestimmung	Wi-Fi 6 (2) / 5.0 / ✓ (für Apple Pay) / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo, QZSS
USB-Anschluss / Kopfhöreranschluss	Lightning / –
Akku / Drahtlosladen	2018 mAh / ✓
Abmessungen / Gewicht / Schutzklasse	13,8 cm × 6,7 cm × 0,7 – 0,8 cm / 144 g / IP67
Display	
Größe / Technik / max. Bildwiederholrate	4,7 Zoll / IPS / 60 Hz
Auflösung (Punktdichte) / Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	1334 × 750 Pixel (323 dpi) / 2,3 ... 603 cd/m² / 90,3 %
Kamera	
Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS	12 MP / f/1,8 / ✓
Frontkamera Auflösung / Blende / OIS	7 MP / f/2,2 / –
Lauf- und Ladezeiten	
Ladezeit 50 % / 100 %	25 min / 93 min
Laufzeiten bei 200 cd/m² Helligkeit	14,3 h Surfen / 7,9 h 3D-Spiel / 11 h Video / 8,8 h Stream
Benchmarks	
Geekbench V4 Single, Multi / V5 Single, Multi	7660, 19833 / 1738, 4752
3DMark Wild Life / Wild Life Extreme	8943 / 2223
GFXBench Manhattan 3.0 On- / Offscreen	60 / 223,9
Preis	519 € (64 GByte), 569 € (128 GByte), 689 € (256 GByte)
✓ vorhanden – nicht vorhanden	





# Fast ein Pro

## Apples iPad Air mit M1-Chip und verbesserter Hardware im Test

**Wem das iPad Pro zu teuer, das Mini zu fummelig und das einfache iPad mit seinem Home-Knopf zu altmodisch ist, der greift zum iPad Air. Dem hat Apple nun einen schnelleren Prozessor, mehr RAM, 5G und frische Farben spendiert.**

Von Johannes Schuster

Äußerlich hat sich das iPad Air 5 kaum gegenüber dem Vorgänger verändert: Man erkennt es an den neuen Farben Polarstern statt Silber, Rosé statt Roségold, Blau statt Sky Blau und Violett statt Grün; gleich geblieben ist lediglich Space Grau. Auch die Maße und das weit an den Gehäuserand reichende, hervorragende

10,9-Zoll-Display mit auflaminiertem Glas, guter Entspiegelung und DCI-P3-Farbraum hat Apple nicht verändert. Gegenüber dem Display des iPad Pro 11" fehlt dem Air die 120-Hertz-Technik, wodurch Scrollen und Spiele nicht so flüssig wirken.

Gewicht und Größe weichen nur leicht vom Vorgänger ab. Das Air bringt weiterhin einen Touch-ID-Sensor in der Einschalttaste mit; anders als das iPad Pro kann man es also nicht per Face ID entsperren.

Verbessert hat Apple die Auflösung der Frontkamera für Selfies und Videokonferenzen von 7 auf 12 Megapixel. Schärfe und Farbtreue sind gut, aber bei Fotos fielen uns Rauschen und Überbelichtung bei heterogenen Lichtverhältnissen auf. Die Kamera beherrscht nun auch Center Stage, wie schon die des iPad Pro: Darüber passen manche Apps wie FaceTime den Bildausschnitt dynamisch an, um einzufangen, wie die Personen vor der Kamera agieren. Das wirkt beinahe wie ein echter Schwenk.

Die rückseitige Kamera lieferte bei gutem Licht farbkraftige 12-MP-Fotos und 4K-Videos mit 60 Hertz. Bei schlechter werdendem Licht begann sie nicht ganz so früh zu rauschen wie beim Vorgänger. Die Fotos und Videos gelangen insgesamt gut, aber verrauschter und weniger knackig als bei aktuellen Smartphones.

### M1, 5G und USB-C

Dem iPad Pro angenähert hat sich das iPad Air bei den inneren Werten: Als System-on-Chip setzt Apple nun auch den M1-Chip ein. Dazu kommt ein 5G-Mobilfunkmodul. In unseren Benchmarks ermittelten wir denn auch Leistungen auf gleichem Niveau. Gegenüber dem iPad Air 4 mit A14 Bionic aus dem Jahr 2020 besitzt das iPad Air 5 nun 8 statt 4 GByte RAM und vier statt zwei Hochleistungskerne. Die Leistungswerte der CPU verbesserten sich um 65 Prozent, wobei der Vorgänger wahrlich nicht als langsam auffiel. Die Grafik-Performance verbesserte sich sogar um 80 bis 90 Prozent.

Weiterhin verwendet Apple einen Akku mit 28,6 Wh Kapazität. Die Laufzeiten sind im Schnitt leicht zurückgegangen, aber reichen immer noch knapp für einen Arbeitstag. Beim Abspielen eines Videos in Dauerschleife hielt das Tablet 9,1 Stunden durch – wohingegen das nicht viel schwerere iPad Pro 11" 11,4 erreichte.

Geladen wird weiterhin per USB-C, auch einen Monitor schließt man dank integriertem DisplayPort wieder darüber an. Die Geschwindigkeit hat Apple von USB 3.1 Gen1 auf Gen 2 erhöht, also von 5 auf 10 GBit/s brutto. In der Praxis konnten wir allerdings lediglich 102 MByte/s lesend und 132 schreibend übertragen. Da gibt es noch reichlich Optimierungsbedarf.

Als Erweiterungen kann man den Pencil 2 und das Magic- und Smart-Keyboard



**Weil das Magic Keyboard auch ans iPad Pro passt, sieht die kleinere Kamera des Air etwas verloren aus.**



hinzukaufen. Das Magic Keyboard hat auf der Rückseite eine Aussparung für den Kamerahügel. Für das Air ist sie unnötig groß, weil sie Platz für die nur beim Pro vorhandenen Zusatzkameras bietet: eine Ultraweitwinkel-Kamera, eine Fotoleuchte und ein LiDAR-Scanner.

## Fazit

Das iPad Air hat sich zu einem hochwertigen und schicken Tablet der Mittelklasse entwickelt, das dem einfachen iPad in allen Belangen überlegen ist: Das Display ist besser entspiegelt, der Prozessor arbeitet schneller und der (optionale) Pencil 2 ist komfortabler als der Pencil 1. Außer den Farben hat Apple das iPad Air 5 in den Punkten SoC mit RAM, Mobilfunk, USB-Geschwindigkeit und Frontkamera verbessert. Diese Upgrades begründen wohl nur für wenige Nutzer die Notwendigkeit, vom Vorgänger zu wechseln. Für Besitzer einer älteren Air-Generation oder eines einfachen iPad lohnt sich der Umstieg eher.

Das iPad Pro 11" kostet bei gleicher Speicherausstattung nur noch 140 Euro

mehr – und bietet dafür Face ID, 120 Hz, LiDAR, Thunderbolt statt USB-C und die besseren Kameras. Das Air spielt nun also auch beinahe in der Profi-Liga mit – und das einfache iPad muss die verwaiste untere Mittelklasse bedienen.

Insgesamt macht das iPad Air 5 einen guten Eindruck, bietet viel Dampf und ein brillantes Display mit schmalem Rand.

Durch seine bunten Gehäusefarben erschließt es sich seine Zielgruppen womöglich bei designorientierten und ambitionierten Anwendern mit dem nötigen Kleingeld.

(jow@ct.de) **ct**

Dieser Artikel erschien auch in Mac & i 2/2022.

## iPad Air 5 (2022)

Tablet mit iPadOS 15	
Hersteller, URL	Apple, apple.de
Prozessor / RAM / Flash	Apple M1 (4 schnelle, 4 Stromspar-Kerne) / 8 GByte Arbeitsspeicher / 64 oder 256 GByte Flashspeicher
WLAN / Bluetooth / GPS	Wi-Fi 6 (802.11ax inkl. aller 5-GHz-Bänder) / 5.0 / ✓ (nur 5G-Modell)
mobile Datenverbindung / SIM	5G, LTE, HSPA / Nano-SIM und eSIM (nur 5G-Modell)
Akku / Kapazität / Netzteil	Lithium-Polymer / 28,6 Wh / USB-C, 20 Watt
Abmessungen (H x B x T) / Gewicht	248 mm x 179 mm x 6,1 mm / 461 g (5G-Modell 462 g)
Anschlüsse	USB-C mit DisplayPort und PD
Rückkamera / Frontkamera	Fotos bis 12 MP, Videos bis 4K bei 60 fps / Fotos bis 12 MP, Videos bis 1080p bei 60 fps
Display / Helligkeit / Farbraum	10,9 Zoll (27,7 cm) IPS LCD mit 2360 x 1640 Pixel bei 264 dpi / 469 cd/m² / DCI-P3
Geekbench 5 / GFX Bench / 3DMark	7032 (Multi), 1721 (Single) / 380 fps (1080p Manhattan offscreen) / 146772 (Ice Storm Unlimited)
Garantie / Akkutausch	1 Jahr / 109 € außerhalb der Garantie
Apple-Zubehör	Pencil 2 (135 €), Magic Keyboard (399 €), Smart Keyboard Folio (199 €)
Preise	679 € (64 GByte), 849 € (256 GByte), 849 € (64 GByte, 5G), 1019 € (256 GByte, 5G)
k. A. keine Angabe	✓ vorhanden — nicht vorhanden

# Hilfreiche Tool-Tipps für Ihren Job!



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

- Abhilfe für zähe **Videokonferenzen** schaffen
- Mit **Threadit** kurze Video-Tutorials erstellen
- **Online-Interaktionsplattformen** beruflich nutzen
- Rechtssicher **digital unterzeichnen**

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



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

**Heft + PDF  
mit 29% Rabatt**



# So werden Sie zum DEV-TEAM- SUPERHELDEN!



Heft + PDF  
mit 29 % Rabatt

ix und heise Developer wenden sich mit diesem Sonderheft an die Alltags-herden, die Software von Schwachstellen befreien. Dieses Heft setzt Ihre Superkräfte frei:

- OWASP Top Ten 2021
- Von den Grundlagen bis zu quantensicherer Kryptographie
- Sicheres Programmieren mit Rust
- DevSecOps: Grundlagen, Tools, Reifegradmodelle

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

[shop.heise.de/ix-sichere-softwareentwicklung21](https://shop.heise.de/ix-sichere-softwareentwicklung21)

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

heise Shop

## Test & Beratung | Smarte Sportbrille



## Leistung im Blick

**Sie suchen eine Sportbrille, die Ihre Fitnesswerte einblendet, aber nicht aussieht wie ein Modell für Nerds? Dann könnte die Engo-1 richtig für Sie sein.**

Herzstück der smarten Sportbrille von Engo Eyewear ist ein monochromes Mini-AMOLED mit einer Auflösung von 304 × 256 Pixeln, dessen Bild auf die Kunststoffgläser gespiegelt wird. Das „ActiveLook“ genannte Display-Modul stammt von Microoled und steckt auch in Modellen von Cosmo und Julbo, die Engo-1 ist mit einem Preis von rund 392 Euro plus Versand (nach Deutschland ab 15 Euro) aber am günstigsten. Fehlsichtige haben Pech: Brillengläser mit Sehstärke gibt es von Engo bislang nicht, eine weitere Brille passt nicht unter das Sportmodell.

Die nur 42 Gramm schwere Engo-1 trägt sich angenehm, das projizierte Bild (HUD, Head-up-Display) erscheint etwa in der Mitte des Sehfeldes, wobei man mit dem rechten Auge recht stark nach links schielen muss. Die Daten für die Anzeige liefert die Android- und iOS-App „ActiveLook“, die sich über Bluetooth LE mit der Brille verbindet. Über diese legt man auch fest, welche Daten im HUD erscheinen – zur Wahl stehen zahlreiche Sportparameter (siehe Tabelle), aber keine Benachrichtigungen anderer Apps. Ein Sensor an der Brille ermöglicht beim Fahren, zwischen den bis zu fünf Seiten mit je bis zu sechs Werten zu wechseln.

Die App ist ansonsten eine typische Sport-Anwendung, die Trainings im Laufen, Radfahren und Multisport inklusive GPS-Kartenfunktion aufzeichnet. Sie koppelt externe BLE-Sensoren wie Herzfrequenz- und Leistungsmesser und gibt ihre Werte an die Brille weiter. Alternativ kann man die Engo-1 ohne Umweg über Handy und App direkt mit ausgewählten Smartwatches und Radcomputern von Garmin verbinden.

Der Akku der Brille wird über einen Micro-USB-Port im Nasensteg geladen. Eine Ladung reicht für gut 12 Stunden. Die Helligkeit der Anzeige reguliert ein Umgebungslightsensor; bei direkter Sonneneinstrahlung sind die Anzeigen in gelber Schrift noch recht gut lesbar.

Alles in allem ist die Engo-1 eine gut tragbare Sportbrille, die als smartes AR-Modell funktioniert. Für Telefonate oder zur Anzeige von eingehenden Nachrichten eignet sie sich aber nicht, auch Navigationshinweise gibt es (noch) nicht. Ob man den Schielblick zur Nutzung des HUDs auf Dauer mag, muss allerdings jeder ebenso für sich entscheiden wie die Frage, ob die Verlagerung der Fitnessanzeigen vom Smartphone auf die Brille rund 400 Euro wert ist. (nij@ct.de)

## Engo-1

Smarte Sportbrille	
Hersteller, URL	Engo Eyewear, engoyewear.com
Konnektivität	Bluetooth 4.2 Low Energy
Systemanf.	Smartphone mit Android oder iOS und Bluetooth Low Energy
Anzeigen ActiveLook-App	Dauer, Distanz, Geschwindigkeit (aktuell, max., mittel), Kadenz (aktuell, max.), Herzfrequenz (aktuell, max., mittel), Leistung (aktuell, max., normalisiert, mittel), Gangart (aktuell, max., mittel), Höhe (aktuell, positive und negative Höhenmeter), mittlere Vertikalgeschwindigkeit
Preis	392 €





## Alexa im Ohr

**Die Echo Buds sind Amazons erste In-Ears, über die man mit der Sprachassistentin des Herstellers sprechen kann. Das ist durchaus spannend, aber die Entwickler hätten mehr Wert auf Tragekomfort und Audioqualität legen sollen.**

Amazon verkauft in den USA bereits seit Ende 2019 True Wireless In-Ears mit Hands-free-Zugriff auf seine Sprachassistentin Alexa. In den deutschen Markt startet das Unternehmen gleich mit der zweiten Generation. Erhältlich sind sie mit kabelgebundenem oder mit Qi-kompatiblen Ladeetui.

Die Sprachbedienung über Alexa ist zweifellos das Highlight der Echo Buds: Man ruft darüber Musik auf, initiiert Telefonate auf dem verbundenen Handy und nutzt die Alexa-Dienste. Auf die ebenfalls mögliche Touchbedienung (an beiden Buds) muss man da kaum noch zurückgreifen. Die Hands-Free-Bedienung setzt die Alexa-App auf verbundenem Handy samt Registrierung bei Amazon voraus – und ist nicht für jedes Smartphone verfügbar (siehe [ct.de/y2s1](https://ct.de/y2s1)).

Die netto 5,7 Gramm leichten Echo Buds kommen mit vier Paar Polstern und zwei Paar Bügeln, um sie an die jeweilige

Ohrform des Nutzers anzupassen. Das funktionierte mit einiger Fummelei, andere In-Ears flutschen aber von Anfang an besser in den Hörkanal – etwa Jabras Elite 4 Active.

Mit einer Akkuladung laufen die Echo Buds bei mittlerer Lautstärke rund 5 Stunden – und bis zu 6,5 Stunden, wenn man auf die aktive Geräuschunterdrückung (Active Noise Cancelling, ANC) und die Nutzung des Alexa-Aktivierungsworts verzichtet. Nutzt man das Ladeetui, kommt man auf insgesamt rund 15 beziehungsweise 19,5 Stunden. Tatsächlich ist die Deaktivierung des ANC kein großer Verlust, da die Geräuschunterdrückung eine kaum hörbare Wirkung entfaltet.

Beim Klang der Echo Buds scheiden sich endgültig die Geister: Während einige Tester die In-Ears dafür lobten, die tiefen Töne im Unterschied zu manchen Konkurrenzmodellen nicht überzubetonen, empfanden viele das Amazon-Modell schlicht als bassarm, ohne echten Kick und in den Höhen teilweise als blechern. Einigkeit herrschte in dem Punkt, dass die Echo Buds ein zu hohes Grundrauschen aufweisen, was in leiser Umgebung etwa bei Podcasts und Hörspielen stört.

Als Fazit bleibt, dass die Echo Buds in den Ohren vieler Tester eher Mittelmaß lieferten und die Geräuschunterdrückung kaum ihren Namen wert ist. Somit bleibt vor allem der Aha-Effekt der integrierten Sprachsteuerung, aber das ist für den Preis zu wenig. (nij@ct.de)

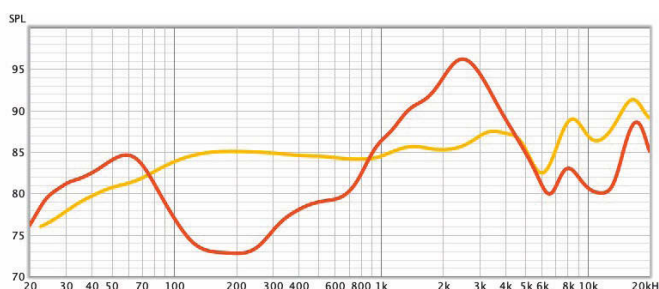
**Smartphones, die nicht mit der Hands-Free-Alexa-Steuerung kompatibel sind:**  
[ct.de/y2s1](https://ct.de/y2s1)

## Amazon Echo Buds

### In-Ears mit integrierter Sprachassistentin

Hersteller, URL	Amazon, <a href="https://amazon.de">amazon.de</a>
Konnektivität	Bluetooth 5.0 (HFP, A2DP, AVRCP)
Systemanf. Hands-Free	Mobilgerät mit Android 6.0+, iOS 12+, Fire OS 5.3.3+
Preis	120 € / 140 € (mit kabelgebundenem / kabellosem Ladeetui)

**Mit einem tiefen Tal bei Bässen und tiefem Mittel sowie einem deutlichen Peak um 2,5 kHz sind die Echo Buds (rote Kurve) weit von einer neutralen Abstimmung entfernt, wie sie ein Sennheiser HD600 aufweist.**



## Von Hackern lernen!

**Heft + PDF  
mit 29 % Rabatt**



**Schützen Sie sich vor Angriffen!**  
Das c't-Sonderheft zeigt Ihnen, wie Sie Netzwerk, PC, Smartphone und Online-Accounts absichern:

- Hacking-Tools als Problemlöser einsetzen
- Daten in Servern und Webanwendungen absichern
- Seriösen und sicheren VPN-Anbieter finden
- Aktuelle Hardware für 2-Faktor-Authentifizierung

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

[shop.heise.de/ct-securitytips21](https://shop.heise.de/ct-securitytips21)

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



# Maßgeschneidert!

Bauen Sie Ihren Wunsch-PC



Heft + PDF  
mit 29% Rabatt

Sie folgen nicht dem Massengeschmack und den Hersteller-Vorgaben bei Komplett-PCs? Dann finden Sie in diesem Heft Tipps für die Komponentenauswahl Ihres individuellen PCs – sowohl als Neuanschaffung oder zum Aufrüsten des alten:

- 2 Bauvorschläge: High-End- & Gaming- oder Mini-PC
- Hardware-Anforderungen für Windows 11
- Aktuelle Prozessoren sowie Tipps zum Energiesparen und Übertakten
- Im Test: 16 aktuelle PCI-Express-3.0- und 4.0-SSDs

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



**shop.heise.de/ct-hardwareguide21**

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



Test & Beratung | Ratgeber-App



## Know-how für Vereine

**Die App „Digitale Nachbarschaft“ vermittelt Vereinen die sichere, DSGVO-konforme Nutzung digitaler Werkzeuge.**

Viele Schützenvereine, Sportclubs oder Musikvereine tun sich schwer mit digitaler Technik. Zu komplex erscheinen soziale Medien, zu aufwendig die eigene Webseite, zu abschreckend die DSGVO. Vereine, die den Schritt wagen und sich digitalisieren möchten, können sich in der App „Digitale Nachbarschaft“ informieren und inspirieren lassen. Anbieter der App ist das Bundesnetzwerk Digitale Nachbarschaft (DiNa), ein Projekt des gemeinnützigen Vereins Deutschland sicher im Netz (DsIN).

Herzstück der DiNa-App sind die fünf Themenbereiche. Dazu gehören Informationen zum Aufbau einer eigenen Vereins-Homepage, zu Bildrechten und dem eigenen Auftritt in sozialen Netzwerken. Neben Tipps zum Datenschutz erfahren Nutzer auch, wie sie ihren Vereinsauftritt sicher gestalten. Weitere Themen sind der Umgang mit Mitgliederdaten und Finanzen. Konkrete Tipps zu Videokonferenzprogrammen für die nächste virtuelle Vereinssitzung runden das Angebot ab.

Zu jedem Thema findet man umfangreiche Textsammlungen. DiNa veranstaltet zudem Webinare, die einzelne Themenschwerpunkte und häufige Probleme

erläutern. Deren Aufzeichnungen lassen sich direkt in der App abspielen. Mit einem kleinen Quiz kann man sein Wissen selbst testen, zur Motivation vergibt DiNa Auszeichnungen wie den „DiNa-Scout“. In persönlichen Checklisten lassen sich die Punkte abhaken, die der eigene Verein bereits erfüllt. Mit einem Klick gelangt man aus jeder Liste zur passenden Textstelle im Handbuch, um Einzelheiten nachzulesen.

Alle Texte, Checklisten und Quizze sind offline nutzbar, eine Internetverbindung ist nur für Links und die Videos nötig. Die App ist einfach gestaltet und führt Anwender über Erklärungstafeln durch die Menüpunkte. Die Tafeln lassen sich nicht immer überspringen, aber jederzeit über einen „Hilfe“-Button wieder aufrufen. In jedem Themenbereich gibt es für jedes einzelne Thema ein Handbuch mit ausführlichen Informationen in Textform.

Die Navigation im Handbuch ist auf einem Smartphone allerdings mühsam, weil die Sprungmarken haken und man nur durch ausdauerndes Scrollen wieder zum Textanfang gelangt. Angenehmer ist es, sich die einzelnen Handbücher in der Tablet-Version der App oder auf der Webseite des DiNa in PDF-Form auf einem größeren Bildschirm durchzulesen.

Letztlich bedient die App „Digitale Nachbarschaft“ zwei Zielgruppen: Anfänger können sich mithilfe der Handbücher umfangreich in die Themen Datenschutz und digitale Sicherheit einarbeiten; wer bereits Vorwissen besitzt, hangelt sich an den Checklisten entlang und liest Details gezielt nach. So hilft die DiNa-App Vereinen, sich digital aufzustellen und dabei typische Fehler und juristische Fallstricke zu vermeiden. (Greta Friedrich/dwi@ct.de)

## Digitale Nachbarschaft

Lern-App zur Digitalisierung von Vereinen	
Hersteller, URL	Deutschland sicher im Netz e.V., sicher-im-netz.de
Systemanf.	Android ab 5.0, iOS ab 8.0
Preis	kostenlos

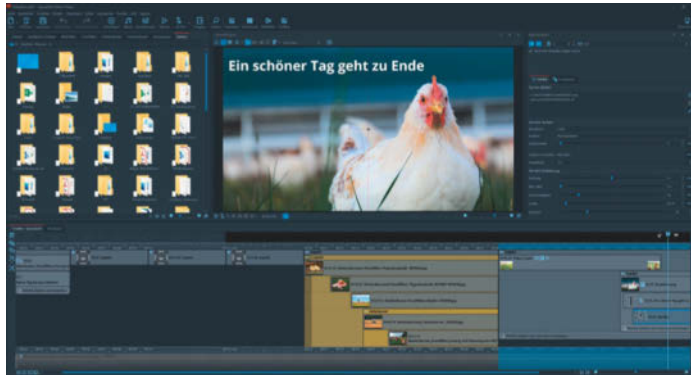




**Make:**

**DAS KANNST DU AUCH!**

**GRATIS!**



## Schnelle Fotoshow

**AquaSoft Video Vision 13 verspricht schnelle Fotoshowkompositionen mit vielen Vorlagen für Collagen, Effekte und Titel. Mit der neuen Version soll selbst ausgefeilter Videoschnitt möglich sein. Wir haben getestet, ob das Versprechen in der Praxis aufgeht.**

Immer mehr Anwender fotografieren nicht nur, sondern filmen auch und brauchen für die Aufbereitung ein geeignetes Schnittprogramm. Der Potsdamer Softwarehersteller AquaSoft hat seine Software DiaShow daher mit der neuen Version auch auf Videoschnitt getrimmt und in Video Vision umgetauft.

Die Software läuft stabil und reagiert flüssig. Die Vorschau spielt auch komplexe Zusammenstellungen aus Filmen und Fotos sauber und ruckelfrei ab. Das gilt auch für die sehr gute Reiseroutenanimation, mit der man Autos, Schiffe oder Flugzeuge wahlweise über eine Karte oder die Welt von oben bewegen kann.

Die Oberfläche haben die Entwickler in schickes Grau getüncht; die Schaltflächen sehen jedoch immer noch etwas hausbacken aus. Die Bedienoberfläche ist mit ihren verschachtelten Dialogen ähnlich aufgeteilt wie ein Videoschnittprogramm. Es gibt jedoch kleine, aber entscheidende Unterschiede: So muss man in der Zeitachse erst Platzhalter einfügen, bevor man Bilder und Videos anordnet. Zudem lässt AquaSoft den ersten Clip im Platzhalter immer im Hintergrund liegen. Gedacht ist das für Collagen; beim Videoschnitt irritiert dies häufig, sodass sich erfahrene Cutter besser gleich angewöhnen, diese standardmäßig aktive Option auszuschalten. Die Zeitangaben der Timeline in Sekunden und Millisekunden statt in

Bildraten zeigen, dass Video Vision eher Fotoshow- als Videoschnittprogramm ist.

Die Stärke von Video Vision liegt in den vielen Effekt-, Collagen- und Titelvorgaben, die sich mit zukaufbaren Paketen erweitern lassen.

Um sich in der Fülle zurechtzufinden, hat AquaSoft in jeden Dialog geschickt eine Suche integriert. Außerdem kann man Favoriten anlegen. Animation über Keyframes behält AquaSoft der Stages-Version für 249 Euro vor.

Video Vision hinterlegt eine Komposition auf Wunsch mit Musikstücken und passt dabei die Musikklänge automatisch an die Filmlänge an. Ausgefeilte Audiofunktionen gibt es wiederum nur in Stages. In Video Vision kann man Originalton und Video nicht getrennt bearbeiten. Um mehrere Musikstücke in der Timeline zu kombinieren, muss man einen recht umständlichen Dialog bemühen. Zudem vermissen wir typische Filter wie einen Equalizer und Rauschunterdrückung.

Video Vision 13 exportiert Videodateien in diversen Formaten in 4K-Auflösung sowie als selbstausführende Diashowdateien inklusive eigenem Player für Windows. Dabei kann man die Bilder so verschlüsseln, dass diese nicht einzeln ausgelesen werden können.

Sowohl Einsteiger als auch Umsteiger von einem Schnittprogramm sollten eine ausgedehnte Einarbeitungszeit einplanen – denn die Bedienoberfläche hat die eine oder andere Eigenart. Den neuen Namen trägt das Diashowprogramm aber zu Recht, denn AquaSoft hat die Videoschnittfähigkeit gut integriert. Auch wenn das Programm Schwächen in der Audiobearbeitung hat, ist der Schnitt von Kombinationen aus Bild- und Videomaterial so gut gelöst wie in keinem anderen Schnittprogramm. Außerdem kann man sich darauf verlassen, dass die Software zuverlässig arbeitet. (Joachim Sauer/akr@ct.de)

## AquaSoft Video Vision 13

### Fotoshow- und Videoschnittprogramm

Hersteller, URL	AquaSoft, aquasoft.de
Systemanf.	Windows 10 (64 Bit)
Preis	99,90 €

2 × Make testen und über 9 € sparen!

### Ihre Vorteile:

- ✓ **GRATIS dazu:** Make: Tasse
- ✓ Zugriff auf Online-Artikel-Archiv\*
- ✓ Jetzt auch im Browser lesen!
- ✓ Zusätzlich digital über iOS oder Android lesen

**Für nur 16,10 € statt 25,80 €**

**Jetzt bestellen:**

**[make-magazin.de/miniabo](http://make-magazin.de/miniabo)**

✉ [leserservice@make-magazin.de](mailto:leserservice@make-magazin.de)

☎ +49 541/80 009 125

🌐 [make-magazin.de/miniabo](http://make-magazin.de/miniabo)





# Ruhiger filmen

## Professionelle Gimballkamera DJI Ronin 4D

**Die DJI Ronin 4D stabilisiert das Bild über vier Achsen für besonders ruhige Videos. Im Test zeigt sich, was das in der Praxis bringt. Vollformatsensor und Raw-Aufzeichnung sprechen professionelle Filmern an.**

Von Joachim Sauer

Für das Kamerasystem Ronin 4D bietet DJI zwei Module mit 8K- (10.000 Euro) und 6K-Vollformatsensoren (6599 Euro) und erhebt damit den Anspruch, Bilder fürs Kino aufzeichnen zu können. Für die Kamera bietet DJI drei Festbrennweitenobjektive mit 24 mm, 35 mm und 50 mm für je etwa 1500 Euro an. Die Besonderheit ist das integrierte Gimbal, auf dem unser 6K-Kameramodul befestigt ist.

Statt die Kamera einfach einzuschalten, muss man vier Achsen entriegeln und vor dem ersten Einsatz ins Gleichgewicht

bringen. Das ist schnell gelernt. Schwieriger wird es, wenn man den optionalen LiDAR-Sensor für den Autofokus oben aufgesetzt hat, denn dann benötigt man eine Gegengewichtsplatte, die hinten auf das Kameramodul geschraubt werden muss. Wir haben eines der drei gewichtsoptimierten DJI-DL-Mount-Objektive mit 35 mm Brennweite und  $f/2,8$  genutzt, was die nötige Kalibrierung vereinfacht. Alternativ lässt sich das Bajonett austauschen, um Sony E-Mount- oder M-Mount-Optiken zu nutzen.

Schon aus Gewichtsgründen kommen nur Festbrennweiten infrage, auch wenn DJI Zoom-Brennweiten anbietet. Denn mit dem integrierten Gimbal ist die Ronin 4D darauf ausgelegt, vornehmlich aus der Hand geführt zu werden. Inklusive Mikrofon und Kopfflicht wiegt sie allerdings um die sechs Kilogramm. DJI hat eine Schulterstütze angekündigt, die aber wiederum die Bewegungsfreiheit einschränkt.

### Ergonomische Bedienelemente

Über die Ergonomie kann man dennoch nicht meckern: Zwei Griffe rechts und links

lassen sich nicht nur per Schnellverschluss befestigen und auf den gewünschten Winkel einstellen, sondern bieten auch die passenden Tasten beispielsweise für die Umschaltung der Gimbal-Modi oder den Autofokus.

Die vierte Gimbal-Achse muss man per Tastendruck gesondert aktivieren. Üblich sind X-, Y- und Rotationsachse. Die vierte gleicht auch vertikale Kameraverwacklungen in der Z-Achse aus und wird benötigt, wenn man aus der Hand filmt. Über die anderen Achsen stabilisiert die Kamera das Bild auch bei Schwenks vom Stativ. Im Unterschied zur sonst in der Profifilma üblichen Tastenfülle findet man an der Ronin 4D nur wenige Tasten und Schalter für die Gimbal-Funktionen. Alle anderen Tasten positioniert DJI um das sehr helle und mit Full-HD auflösende Touch-Display. Das Menü ist so gut strukturiert, dass man die Kurzanleitung im Grunde nicht bemühen muss.

Wenn man nicht gerade trampelt wie ein Elefant, kann die Ronin 4D Schritte so gut glattbügeln, dass wirklich schwebende Bilder entstehen. Praxisgerecht sind die verschiedenen Gimbal-Modi, die sich am linken Griff schnell auch während des Drehs umschalten lassen. Mit dem Joystick lässt sich das Gimbal zudem manuell fein steuern.

### Bildqualität

Mit der sonst in diesem Segment üblichen Formatvielfalt kann die Ronin 4D nicht dienen. So kodiert die Kamera nur bei reduzierter Auflösung im einfach zu verarbeitenden H.264-Codec. Wer mit 6K-Auflösung arbeitet, hat nur die Wahl zwischen ProRes 422HQ und ProRes RAW – beides qualitativ hochwertige, aber mit bis zu 3000 Mbit/s Datenrate enorm speicherfressende Formate. Standardmäßig sichert die Ronin 4D auf CFexpress-Karte (Typ B), was aufgrund der derzeit verfügbaren



**Die Bedienelemente an der Kamera steuern das Gimbal. Unten haben wir eine optionale SSD mit 1 TByte Speicherplatz angeschlossen.**




maximalen 512 GByte Speicherkapazität die Aufzeichnungslänge einschränkt. Alternativ verkauft DJI für 749 Euro eine 1-TByte-SSD.

Der Vollformatsensor bietet laut DJI zwei native ISO-Empfindlichkeiten von ISO 800 und 5000. Das würde bedeuten, dass der Sensor über zwei Schaltkreise ausgelesen und somit bei beiden Empfindlichkeiten ein gleichermaßen rauschfreies Bild liefern kann. Bei unseren Tests stieg mit der Erhöhung der Empfindlichkeit von ISO 3200 auf ISO 5000 das Bildrauschen sichtbar an. Zwar zeigt die Ronin 4D dabei ein noch gutes Bild, aber bei reduzierter Detailtiefe. Ab ISO 8000 wird das Bildrauschen deutlich erkennbar. Aufnahmen mit ISO 10.000 wird man nur zur Not verwenden. Aufgrund der Raw-Aufzeichnung muss man über die Farben nicht diskutieren – die bestimmt man später am Rechner.

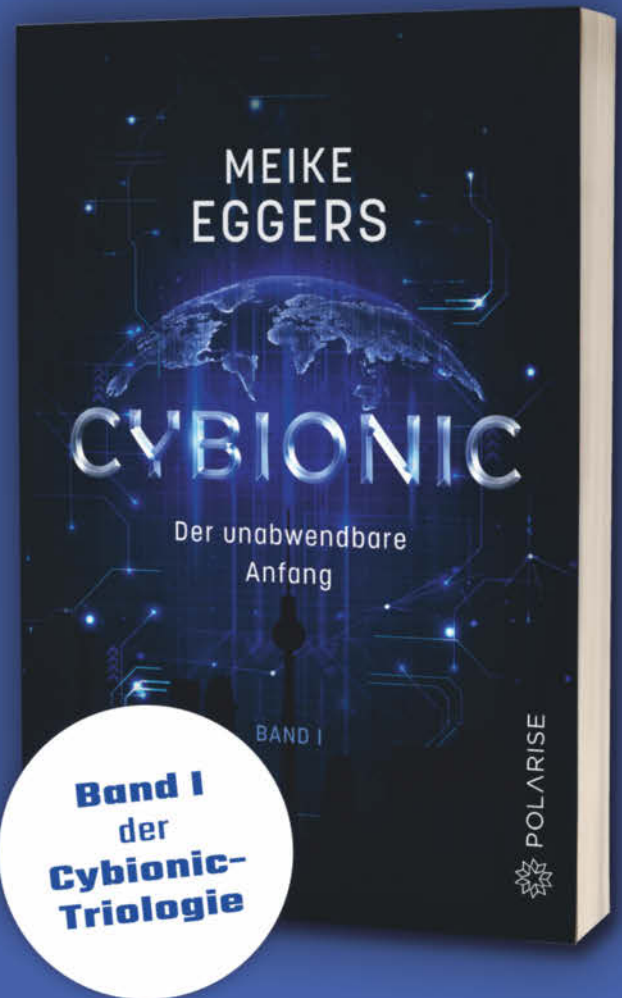
Der LiDAR-Autofokus funktioniert in Verbindung mit der 35-mm-Festbrennweite sehr harmonisch, jedoch nur in einem Drittel des sichtbaren Bereichs in der Bildmitte. Entsprechend schwer ist es, eine Person mit Autofokus zu verfolgen. Soll der Abstand zum Objekt in etwa gleich bleiben, ist es sinnvoll, den Autofokus über den rechten Handgriff nur bei Bedarf zuzuschalten.

## Fazit

Über die ohnehin teure Kamera hinaus sollte man zwei bis drei der gewichtsoptimierten DJI-Optiken einplanen. Denn der Haken an der Ronin 4D ist ihr hohes Gewicht. Selbst gut trainierte Filmer können mit ihr kaum länger als drei Stunden am Stück arbeiten. Nachholbedarf hat DJI beim Weißabgleich, den man nicht manuell setzen kann. Davon abgesehen leistet die Ronin 4D, was DJI verspricht: nämlich über vier stabilisierende Achsen verwacklungsfreie Videos zu filmen. (akr@ct.de) 

## DJI Ronin 4D

Professionelle Gimballkamera	
Hersteller, URL	DJI, dji.com
Sensor / Auflösung	35 mm Vollformat CMOS / 6 MPixel
Aufzeichnungsformate (Bildraten)	6K (30 / 25 / 24p), C4K, UHD, Full-HD (bis zu 120 / 100p)
Codecs (Dateiformate)	ProRes, H.265 (MOV)
Max. Abtastung (intern und extern)	4:2:0, 4:2:2, (8 Bit, 10 Bit)
Tonformate / man. Tonsteuerung	PCM 2ch / ✓
Aufnahmemedien	CFexpress 2.0 Typ B, 1-TByte-SSD <sup>1</sup>
Objektiv	DL 35mm F2,8 ASPH (1499 Euro)
Bajonett	DL-Mount, E-Mount <sup>1</sup> , M-Mount <sup>1</sup>
Bildstabilisator: Body / Optik / Gimbal	– / – / ✓
Display / Diagonale / bewegl. / Touch	✓ / 5,5 Zoll (Full-HD) / ✓ / ✓
Blende / Shutter / ISO manuell	✓ / ✓ / ✓
Weißabgl.: manuell / Presets / Kelvin	– / ✓ / –
Fokushilfen	Ausschnittvergrößerung, Kantenbetonung
Farbe / Kontrast / Schärfe einstellbar	✓ / ✓ / ✓
Zeitraffer / Zeitlupe	✓ / ✓ (C4K max. 120p)
Log / Log-Vorschau / Raw / HDR	D-log / ✓ / intern+extern / HLG
LAN / WLAN / Bluetooth	– / – / ✓
Mikrofon- / Kopfhörer- / XLR-Buchsen	✓ / ✓ / ✓
Digitalausgang	USB-C, SDI <sup>1</sup> , 3G-SDI <sup>1</sup> , HDMI
Abmessungen / Gewicht	309 mm × 290 mm × 277 mm / 5,4 kg
Bewertung	
Bedienung / Ergonomie	⊕⊕ / ○
Autofokus / Bildstabilisierung	○ / ⊕⊕
Bildqualität	⊕
Preis (6K-Variante)	6599 €
<sup>1</sup> optional ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden	



Meike Eggers

## Cybionic – Der unabwendbare Anfang

»Wirklichkeit ist nur eine Möglichkeit« steht auf einem Bierdeckel, den Sala auf dem Schreibtisch seiner verschwundenen Schwester Ksen findet. In diesem Augenblick verändert sich sein scheinbar normales Berliner Studentenleben in eine unheimliche Suche. Seine Schwester, eine hochintelligente Informatikstudentin, hat nur eine verwirrende Spur zurückgelassen: das alte Porträtfoto einer jungen Frau.

Sala rekonstruiert das Leben dieser Frau und erfährt dabei, dass Ksen über künstliche Intelligenzen und selbstlernende Algorithmen geforscht hat, bevor sie verschwand. Wieso hat sie ihre Arbeit vor ihm verheimlicht? Was verbindet sie mit der Frau auf dem Foto?

Je mehr Sala herausfindet, desto schneller häufen sich die unerklärlichen Vorfälle: In einem Blog erscheinen mysteriöse Einträge, ein Handy explodiert in seiner Hand und er kann dem Gefühl nicht mehr entkommen, dass er jederzeit und überall beobachtet wird. Wer oder was will verhindern, dass Sala Ksen findet und die Wahrheit aufdeckt?

2021 · 394 Seiten · 12,95 €  
ISBN 978-3-947619-96-2

 [www.polarise.de](http://www.polarise.de)  @polarise\_verlag

Polarise | Ein Imprint der dpunkt.verlag GmbH



# Grafik in der Cloud

## CorelDraw Graphics Suite 2022

**Immer mehr CorelDraw-Funktionen wandern in die Cloud. So rechtfertigt der Hersteller die Entscheidung, das Grafikpaket nur noch im Abo anzubieten. Ob sich das auch für den Nutzer auszahlt, zeigt der Test.**

Von Monika Gause

Das Grafikpaket CorelDraw hat sich Nischen geschaffen: Es dient zum Erzeugen von Plakaten und Broschüren für den Druck, ist aber auch erste Wahl zur Ansprache von Schneidplottern beispielsweise für Autoaufkleber.

Erstmals gibt es die CorelDraw Graphics Suite nur noch im Abo oder für Unternehmenskunden als Kaufversion mit Servicevertrag. Allen Kunden steht damit unbegrenzter Speicherplatz in der Corel Cloud zur Verfügung.

### Cloud mit Hindernissen

Die Corel Cloud speichert lediglich CorelDraw- und Corel-Designer-Dokumente, keine Dateien der mitgelieferten Bildbearbeitung Photo-Paint oder in Austauschformaten wie JPEG. Zugehörige Bilder lassen sich also nur in der Cloud ablegen, wenn sie in CorelDraw-Dateien eingebettet sind. Verknüpfte Bilder zeigen Cloud-Dokumente lediglich als grobes Vorschau-

bild, was für Abstimmungsprozesse mit Kunden nicht immer reicht.

CorelDraw synchronisiert nicht im Hintergrund; der Status ist nicht ersichtlich. Cloud-Dateien sichert das Programm außerdem auf der Festplatte in einem speziellen Cloud-Ordner. Ist man offline, gibt das Programm beim Speicherversuch eine Fehlermeldung aus, statt die Datei erst zu puffern und bei nächster Gelegenheit zu synchronisieren. Dropbox & Co. bleiben für mobiles Arbeiten also weiterhin nötig.

Symbolbibliotheken lassen sich über die Cloud mit anderen Anwendern zum Bearbeiten teilen; CorelDraw-Dokumente nur zum Kommentieren. Wenn verknüpfte Symbole in der Cloud bearbeitet wurden, reicht es nicht, eine geteilte Symbolbibliothek über die Asset-Palette zu aktualisieren. Das Programm spiegelt zwar den aktuellen Stand; danach muss man jedoch alle Symbolinstanzen in der Grafik aktualisieren.

### Individuelle Lerninhalte

Nach der Installation fragt das Programm den Wissensstand ab, um später personalisierte Lerninhalte in der Lernen-Palette anzuzeigen. Diese Angaben scheinen die Ergebnisse aber nicht zu beeinflussen: Erfahrene Nutzer oder Neulinge erhalten dieselbe Liste von Hilfetemen. Corel hat zwar eine umfangreiche Tutorialsammlung, die Tutorials tauchen aber leider nicht in der Lernen-Palette auf. Videos sind hier eine Ausnahme.

Wenn man über die integrierte Suchfunktion nach Begriffen wie Mode, Anfahrtsplan, Glückwunschkarte oder Verpackung sucht, erhält man höchstens Glückstreffer. Viele gelistete Hilfetemen sind zwar grundsätzlich nützlich, konkret aber wenig hilfreich. Die Suche wirkt außerdem wenig intelligent, sodass man bei der Eingabe von „Seiten verschieben“ sowohl Ergebnisse zum Thema „Seiten“ als auch zum „Verschieben“ erhält.

### Verbesserte Werkzeuge

Dank einer neuen Darstellungsoption in der Seiten-Palette kann man nicht nur Doppelseiten, sondern auch eine einzelne linke oder rechte Seiten an eine andere Position in einer Publikation schieben. Der Exportieren-Dialog kann nun auch Dateien in den Formaten EPS, SVG und TIFF ausgeben. Die SVG-Option spart Zeit beim automatisierten Export großer Mengen von Web-Assets wie Icons.

Die in der vorigen Version eingeführte Perspektivenfunktion wirft Anwender beim Widerruf eines Bearbeitungsschritts nicht mehr aus dem Perspektivenmodus. Leider ist es immer noch nicht möglich, Objekte senkrecht zu ihrer Perspektivebene zu verschieben, was bei der Konstruktion gegenüberliegender gleichartiger Objektseiten hilfreich wäre.

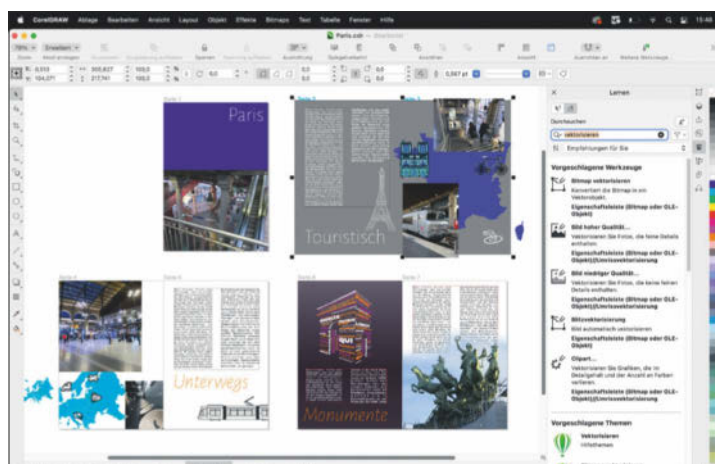
Die Bildbearbeitung Corel Photo-Paint bearbeitet Fotos nichtdestruktiv mit Reglern. Nach wie vor ist dafür der Raw-Entwickler AfterShot im Paket enthalten. Die Einstellungen speichert Photo-Paint auf Wunsch als Voreinstellung. In CorelDraw tauschen dieselben Einstellungen als Effekte auf.

### Fazit

Corel geht mit der Cloud und den Lerninhalten die richtigen Themen an, aber für den Abozwang sollte die Cloud-Funktion mehr als nur Korrekturworkflows ermöglichen. Für Anwender, die viele Webgrafiken ausgeben, könnte allein der neue SVG-Export schon das Update wert sein. Die meisten Kunden können bei der letzten Kaufversion bleiben. (akr@ct.de) **ct**

## CorelDraw Graphics Suite 2022

Grafikpaket	
Hersteller, URL	Corel, corel.com/de
Systemanf.	Windows ab 10, macOS ab 10.15
Preis	359 € pro Jahr oder einmalig 910,35 € (incl. einjährigem Wartungsvertrag)



**Die Lernen-Palette in CorelDraw 2022 soll Hilfetemen passend zum Kenntnisstand des Nutzers anzeigen.**



# CloudLand

## DAS CLOUD NATIVE FESTIVAL

**4 TAGE - 4 THEMEN**

Das Event der Deutschsprachigen  
Cloud Native Community



**29.JUNI BIS  
2.JULI 2022**

—  
im Phantasialand  
in Brühl





# Altmobil vs. Neumobil

## Gebrauchte Notebooks gegen gleich teure Neugeräte

**Da man auch mit mehrere Jahre alter PC-Technik noch problemlos arbeiten kann, kommt so mancher ins Grübeln: Soll ich ein neues Notebook kaufen oder tut es ein Gebrauchttes – auch wegen der Nachhaltigkeit? Wir haben geprüft, wann die Rechnung wie aufgeht.**

Von Florian Müssig

**C**hipmangel, Transportprobleme und enorm gestiegene Nachfrage wegen Homeoffice und Homeschooling haben Notebooks in den letzten zwei Jahren zu begehrten Technikstücken gemacht. Das spüren Kaufinteressenten unmittelbar an

schlechter Verfügbarkeit und hohen Preisen. Wer angesichts engen Budgets oder zwecks Umweltschutz mit einem gebrauchten Notebook liebäugelt, trifft bei Second-Hand-Ware aber auf ähnliche Konditionen: hohe Preise, wenig Auswahl.

Der Hintergrund: Weil viele Mitarbeiter zu Pandemiebeginn ins Homeoffice umziehen mussten, brauchten auch Firmen viel mehr Notebooks. Eigentlich schon aussortierte Mobilrechner wurden deshalb länger genutzt oder als Reserve eingelagert, damit die Admins irgendeinen zeitnahen Ersatz hatten, wenn ein anderes Gerät den Geist aufgegeben hat. Damit war dann die Lieferkette in den Zweitmarkt unterbrochen. Jetzt, rund zwei Jahre nach Pandemiebeginn, ist die Situation auf Erst- wie Zweitmarkt zwar etwas entspannter, aber keinesfalls auf Vor-Pandemie-Niveau.

Wir haben deshalb beschlossen, die aktuelle Situation unter die Lupe zu neh-

men, und Anfang März je ein Notebook – neu und gebraucht – auf drei unterschiedlichen Preisniveaus gekauft. Die groben Zielvorgaben waren 300 Euro, 600 Euro und 900 Euro – mit der Prämisse, auch Abweichungen zu akzeptieren, wenn es sinnvoll erscheint. Die Stufen wurden so gewählt, weil man dort bei Neugeräten deutliche Unterschiede sieht, es aber auch zum Preisgefüge bei Gebrauchtgeräten passte.

### Hochpreisgebrauchte

Mindestens bei den höheren Vergleichsklassen dürften einige Stirne ins Runzeln kommen: 600 oder gar 900 Euro für ein Gebrauchtgerät? Ja, das ist das Niveau für die Geräteklasse, die sich erfahrungsgemäß am besten geschlagen hat (Spoileralarm: sie tut es immer noch). Die Rede ist von drei bis vier Jahre alten Business-Notebooks, die neu locker das Doppelte kosten. Diese sind nämlich noch jung genug, dass



man im Fall des Falls Originalersatzteile auftreiben kann oder das Gebrauchtgerät gar mit solchen flott gemacht wurde [1].

Die von uns gewählten Second-Hand-Geräte Dell Latitude 5590 und HP EliteBook 840 G5 zeigen, dass man für 600 oder 900 Euro keine zusätzlichen Ausstattungsmerkmale erwarten darf, die 300-Euro-Gebrauchte wie das Lenovo ThinkPad T460 nicht bereits schon hätten: Einen Dockinganschluss und eine beleuchtete Tastatur findet man nämlich auch dort; beim Arbeitsspeicher liegt das günstige, aber alte ThinkPad sogar vorn.

Entscheidend sind stattdessen die Prozessoren: Auch wenn der Core-i5-Doppelkern im Lenovo-Notebook noch für Büroarbeiten ausreicht, ist er doch deutlich lahm als der Core i5 bei Dell und HP: Mit der achten Core-i-Generation gab es nämlich den breiten Wechsel hin zu Quad-Cores. Vor allem aber ist die achte Core-i-Generation noch frisch genug, um lange Softwareunterstützung zu bekommen: Das Latitude und das EliteBook erfüllen Microsofts Anforderungen für ein Upgrade auf Windows 11, weshalb kein Verfallsdatum wegen fehlender Sicherheitsupdates in Sicht ist.

## Das Ende von Windows

Beim 300-Euro-ThinkPad ist das nicht der Fall: Dort läuft wegen der älteren Prozessoren aus der sechsten Core-i-Generation offiziell nur Windows 10. Dessen Supportende hat Microsoft auf den 25. Oktober 2025 terminiert; danach sollte man Windows-10-Geräte mangels Sicherheitsupdates nicht online nutzen. In wenigen Jahren ist dann also entweder der nächste Kauf fällig oder man freundet sich mit Linux an und steigt darauf um.

Bei sämtlichen Neugeräten liegt das Windows-Update-Problem hingegen in so ferner Zukunft wie es derzeit seriös abschätzbar ist: Selbst 300-Euro-Billigheimer wie das Acer Spin 1 bekommen das Upgrade auf Windows 11, sofern es nicht schon vorinstalliert ist. Wir haben das Acer-Gerät übrigens gewählt, weil es alltagstaugliches 14-Zoll-Format hat und eine Windows-Vorinstallation. Letzteres ist für so wenig Geld eher bei (teils noch günstigeren) 11,6-Zöllern der Fall, doch diese bringen Netbook-typisch Einschränkungen mit sich: Die kleinen Bildschirme ziehen kleine Gehäuse nach sich und die wiederum pfriemeligkleine Tastaturen.

Für Komfortmerkmale wie Tastenbeleuchtung oder Dockingfähigkeit muss

**Metallgehäuse mögen schick aussehen, verzeihen aber robuste Handhabungen nicht: Dellen an Gebrauchtgeräten sind etwas für die Ewigkeit.**



man bei Neugeräten aber in der Regel tiefer als 600 Euro in die Tasche greifen. Wie das ebenfalls von HP stammende 900-Euro-Notebook Pavilion Aero 13 als frisches Vergleichsgerät zeigt, gibt es für so viel Geld dann gleich einen großen Sprung auf noch viel mehr Annehmlichkeiten: Das Pavilion hat einen Bildschirm im hohen 16:10-Format, während alle anderen Kandidaten mit schmalem 16:9 daherkommen. Mehr Bildhöhe und damit mehr Komfort ist eine wichtige Entwicklung, die vor etwa zwei Jahren zum Trend bei teuren Notebooks wurde – und damit noch lange nicht bei günstigen Gebrauchten zu finden sein wird. Auch in allen anderen wichtigen Aspekten wie hoher Rechenleistung oder niedrigem Gewicht liegt das gleichteure Neugerät vorne.

Bei günstigeren Preispunkten haben Alt und Neu hingegen unterschiedliche Vorteile. So bietet bereits das 300-Euro-Gebrauchte von Lenovo einen Dockinganschluss, während die USB-C-Buchsen der Neulinge von Acer (300 Euro) und

Asus (600 Euro) dafür nicht taugen: Sie geben nur USB-, aber keine DisplayPort-Signale aus und nehmen auch keinen Strom von Netzteilen entgegen.

Dennoch ist auch bei den Altmodellen nicht alles Sonnenschein, denn der Dockinganschluss und die optionalen Docks entsprechen halt dem Stand der Technik von vor x Jahren. Damit ist etwa nicht garantiert, dass sich darüber 4K-Displays mit 60 Hertz ansteuern lassen; Peripherie kann bestenfalls mit 5 Gbit/s (USB 3.0) angeschlossen werden. Und preislich nehmen sich gebrauchte proprietäre Dockingstationen und neue USB-C-Docks nicht viel.

## Verschleißteil Akku

Dass man bei modernen Notebooks die Akkus nicht mehr ohne Werkzeug wechseln kann, dürfte allseits bekannt sein. Allerdings gibt es dieses Problem schon länger und es trifft deshalb bereits auf die drei getesteten Gebrauchten zu. Das alte ThinkPad T460 stellt dabei einen Sonderfall dar – es hat nämlich zwei Akkus, von denen

**Das Dell Latitude 5590 wurde im ersten Leben wohl viel in übertakten Akten-taschen oder Rucksäcken transportiert, wodurch zu viel Druck auf den Deckel kam: Der Bildschirm zeigt mittig einen störenden Kratzer quer über den Bildschirm.**







**Das gebrauchte ThinkPad T460 hat einen wechselbaren Akku, doch der ist genauso alt wie das Notebook selbst: Er wurde im November 2016 gefertigt.**

immerhin einer werkzeuglos wechselbar ist. Der beim Testgerät war allerdings genauso alt wie das Notebook selbst.

Immerhin: Alle drei Gebrauchten erzielten noch alltagstaugliche Akkulaufzeiten von im Optimalfall jenseits der Acht-Stunden-Marke. Nennenswert mehr gibt es nur beim gebrauchten Dell und den beiden 900-Euro-HPs. Allerdings gilt auch hier: Jedes Gebrauchtnotebook hat eine individuelle Vorgeschichte, sodass sich jedes Gerät anders verhalten kann, weil es anders gealtert ist.

Ein krasses Beispiel ist unser gebrauchtes EliteBook: Sein Akku meldet nach dem Auspacken weniger als 120 Ladezyklen, hatte aber dennoch nur noch rund 80 Prozent der Originalkapazität. Das spricht dafür, dass es hauptsächlich eingedockt am Schreibtisch genutzt wurde, also permanent am Netzteil – was den Akku ebenfalls altern lässt.

Nicht alle Anbieter geben das offen zu: Bei den Händlern, über die wir die Gebrauchtgeräte von Dell und HP gekauft haben, fehlte etwa jeglicher Hinweis zu Laufzeiten. Beim Anbieter des Lenovo-Notebooks stand pauschal dabei, dass der Akku auf Funktion getestet sei, aber nicht garantiert werde, dass er noch mehr als 60 Prozent der Originalkapazität hätte – was 1:1 in Laufzeit umzurechnen ist. Wichtig zu wissen: Ein Akku altert nicht linear; nach einigen Jahren kann die Leistung rapide absinken. Deshalb ist keinesfalls ge-

sichert, dass ein betagtes Gerät wie das ThinkPad T460 die drei Jahre bis zum Windows-Supportende noch schafft.

Für das ThinkPad hätten wir im Amazon Marketplace einen wechselbaren Ersatzakku als Restposten kaufen können – für stolze 100 Euro. Allerdings muss man zwei Stolpersteine beachten: Wenn der Akku wie beworben ein Originalakku gewesen wäre, hätte er schon lange Zeit im Lager des Händlers herumgelegen und wäre allein dadurch ebenfalls gealtert – Neuware gibt es nämlich nicht mehr. Und wenn es ein ungekennzeichneter Nachbau gewesen wäre, würde man dafür zu viel Geld bezahlen: Ersatzakkus von unabhängigen Drittanbietern gibt es bereits für unter 50 Euro zuhauf.

Über diese lässt sich wiederum keinerlei pauschale Aussage treffen, wie es um Güte der Zellen oder deren Sicherheitsaspekt steht – mitunter ändert sich das auch mit jeder Charge. Und uns haben schon mehrfach Zuschriften erreicht, dass Nachbau-Akkus trotz zugesicherter Kompatibilität nicht richtig funktionierten. Kurzum: Man kann Glück haben – oder nicht.

### Überraschungspaket

Im 600-Euro-Preisbereich hatte ursprünglich ein Dell Latitude E7450 unsere Aufmerksamkeit erregt, das trotz eines uralten Prozessors – ein Doppelkern der fünften Core-i-Generation – satte 500 Euro kosten sollte.

Die einzige uns im Vorfeld einleuchtende Erklärung für den außergewöhnlich hohen Preis des E7450: Die fünfte Core-i-Generation ist die letzte, die noch vollständig auf Windows 7(!) ausgelegt war. Das macht solch selten gewordene Geräte bei Industriekunden begehrt, die für millionenteure Fertigungsanlagen Steuerrechner brauchen, die für alte Betriebssysteme validiert sind – die können dann ja offline arbeiten oder zumindest in stark abgesicherten Firmennetzen. Das sind aber ganz andere Ansprüche als die von Privatkäufern, die eine alltagstaugliche, günstige Office- und Surfmaschine wollen.

Wie auch immer: Den Test des E7450 müssen wir schuldig bleiben. Der Händler hat uns nicht das bestellte Gerät, sondern kurioserweise dessen Nachfolger E7470 mit ungleich besserer Ausstattung geschickt. Außer einem Core-i-Doppelkern der sechsten Generation, einer Tastaturbeleuchtung und einem IPS-Bildschirm war sogar ein LTE-Modem an Bord. Letzteres ist eine Besonderheit: Gebrauchte Business-Geräte sind die einzige Möglichkeit, ein Notebook mit integriertem Mobilfunkmodem für vergleichsweise wenig Geld zu bekommen – Neugeräte zum selben Preis haben solche nicht.

Nur: Obwohl das E7470 besser ausgestattet war als das bestellte E7450, hätten wir ein E7470 zum Testzeitpunkt inklusive LTE-Modem bereits für weniger als 450 Euro kaufen können. Wir haben deshalb das E7470 aussortiert und stattdessen nach erneuter Suche das ebenfalls 600 Euro teure Latitude 5590 herangeholt – mit achter Core-i-Generation und damit Windows-11-tauglich.

### Bildschirme

Das einzige Notebook mit einem blickwinkelabhängigen TN-Display ist das neue Acer-Gerät in der niedrigsten Preiskategorie. Alle anderen haben IPS-Bildschirme, bei denen man auch beim Blick von der Seite noch ansehnliche Farben zu Gesicht bekommt.

Das EliteBook als teuerstes Gebrauchtnotebook hat seltsamerweise den dunkelsten Bildschirm, doch auch das gebrauchte Dell und das neue Acer bleiben bei unter 200 cd/m<sup>2</sup>, die man an sonnigen Tagen gerne hätte. Anders als vor über zehn Jahren, wo Panels noch Leuchtstoffröhren hatten, die im Laufe der Zeit immer dunkler wurden, dürfte die geringe Helligkeit aber kein Alterungseffekt sein: Damals waren unter 200 cd/m<sup>2</sup> Maximalhel-



ligkeit einfach üblich – und sind es heutzutage bei günstigen Geräten immer noch.

Sehr dünne Gehäuse locken heutzutage ebenfalls niemanden mehr hinter dem Ofen hervor – so etwas hat sogar der 300-Euro-Neuling Acer Spin 1. Mit rund 1,5 Kilogramm ist es etwa so schwer wie die meisten Konkurrenten, wobei das gebrauchte Latitude 5590 als einziger 15,6-Zöller mit über zwei Kilogramm dick nach oben ausreißt und der teure Neuling HP Pavilion Aero 13 mit unter einem Kilogramm gleich zwei Klassen besser dasteht.

Der moderne Low-End-Prozessor Celeron 5100 im günstigen Acer-Neuling liegt übrigens auf dem Leistungsniveau des Core i5-6300U im gleich teuren gebrauchten ThinkPad. Der Celeron wird im Acer-Notebook allerdings passiv und damit durchgängig lautlos gekühlt, während das Lenovo-Notebook bei Rechenlast mit bis zu 0,9 sone rauscht. Das ist erträglich – und auch von den anderen Kandidaten fiel hinsichtlich Lüfterlärm keiner aus der Reihe.

Dort gibt es aber viel mehr Performance: Celeron N5100 und Core i5-6300U werden vom Core i5-8350U in den gebrauchten Notebooks von Dell und HP bereits um den Faktor 2 geschlagen und vom modernen Core i5-1135G7, der im mittelteuren Asus X415 arbeitet, sogar um den Faktor 3. Rechenaufgaben wie der Batch-Export von Fotos sind hier also ungleich schneller fertig. Das gilt erst recht, wenn man sich den Achtkerner Ryzen 7 5800U im HP Pavilion Aero 13 ansieht: Der verdoppelt die Performance noch einmal gegenüber dem Core i5-1135G7 – und das wohlgerne in einem außergewöhnlich leichten Gesamtpaket.

## Eingabegeräte

Weil alle Gebrauchten ehemalige Oberklasse-Notebooks sind, bringen sie gute Tastaturen mit. Das betrifft nicht nur das Tippgefühl, sondern auch das Layout: Alle drei bieten zweizeilige Enter-Tasten und

die Notebooks von Dell und Lenovo zudem große, nach vorne versetzte Cursor-Blöcke. Bei den drei Neulingen sind diese, aber auch die Enter-Tasten jeweils in eine Zeile gequetscht. Auf den unbeleuchteten Tastaturen von Acer und Asus tippt es sich etwas klapprig, aber keinesfalls unbrauchbar: Längere Texte lassen sich auch damit zu Datei bringen. Einen Ziffernblock hat nur das gebrauchte Dell-Notebook – und Asus eine Sonderlösung dafür (siehe Einzelbesprechung).

Während die Neulinge allesamt nur Touchpads mitbringen, über die man den Mauszeiger steuern kann, haben alle Gebrauchten zusätzlich noch Trackpoints in den Tastenfeldern samt zugehörigen physischen Maustasten. So mancher Nutzer schwört auf diese Knubbel – kann man damit doch inmitten vom Tippen flugs den Mauszeiger bewegen, ohne die Hände von der Handballenablage nehmen zu müssen.

## Vorinstallationen

Alle drei Gebrauchtnotebooks hatten Windows-Vorinstallationen der Wiederaufbereiter und nicht die, die die Hersteller ihnen ursprünglich mal mitgegeben hatten. Die Vorinstallationen enthielten zwar Treiber für alle Komponenten, sodass etwa die Sonderfunktionen der F-Tasten klappten, aber nicht alle Hersteller-Tools. Obwohl Windows Update bei allen dreien Treiber- und mitunter sogar BIOS-Updates einspielte, fanden die von uns nachträglich installierten Update-Tools der Hersteller noch weitere Aktualisierungen. Bei allen Notebooks bis auf das zu alte ThinkPad T460 haben wir das Upgrade auf Windows 11 vorgenommen und die Tests darunter vorgenommen.

## Fazit

Gebrauchte Business-Notebooks bis 600 Euro locken mit bessere Tastaturen und mitunter auch zusätzlichen Schmankerln wie LTE-Modems oder Dockinganschlüs-

## Kooperation

Der Test der gebrauchten Notebooks entstand in Kooperation mit dem Norddeutschen Rundfunk. Den Beitrag der Sendung Markt finden Sie in der NDR-Mediathek über [ct.de/y17s](https://ct.de/y17s).

sen, die gleich teure Neugeräte nicht bieten – sofern man das will oder braucht. Die Rechenleistung reicht für Office-Arbeiten aus, liegt aber ein ganzes Stück unter der, die aktuelle Notebooks liefern. Bei sehr günstigen und damit älteren Gebrauchten muss man sich bewusst sein, dass das Supportende von Windows 10 als Damoklesschwert über einem schwebt.

Noch weiter oben wird die Luft aber dünn für die Gebrauchten: Das teuerste Gebrauchte hebt sich mit Thunderbolt als Alleinstellungsmerkmal aus dem Testfeld ab, doch ein schickes Metallgehäuse gibt es auch bei gleich teuren Neulingen. Dort gibt es aber generell keine Ungewissheit, wie zerschabbelt das Gehäuse wohl sein mag oder wie stark der Akku im ersten Leben gelitten hat. Obendrauf verbinden Neulinge dann zeitgemäße Performance mit modernem Komfort wie 16:10-Bildschirm, geringem Gewicht und langen Laufzeiten dank fortschrittlicher Komponenten und garantiert neuem Akku. (mue@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Florian Müssig, Mobile Lebensverlängerung, Wie lange Notebookhersteller Ersatzteile vorhalten und wann sich eine Reparatur lohnt, c't 3/2022, S. 88
- [2] Florian Müssig, Leicht günstig, HPs leichtes Pavilion Aero 13 mit flottem Ryzen und mattem 16:10-Bildschirm, c't 2/2022, S. 66

**Sendung in der NDR-Mediathek:**  
[ct.de/y17s](https://ct.de/y17s)

## Alte gegen neue Notebooks

Modell	CPU (Kerne) / GPU	Gewicht [kg]	Lautstärke (idle / Last) [Sone]	Laufzeit (Last / idle) [h]	CineBench R23 (Multi-Threading)	3DMark (Time Spy)
		◀ besser	◀ besser	besser ▶	besser ▶	besser ▶
Lenovo ThinkPad T460	Core i5-6300U (2) / HD 520	1,71	<0,1/0,9	1,3/8,8	1740	406
Acer Spin 1	Celeron N5100 (4) / UHD	1,5	lautlos	3,9/14,3	1548	282
Dell Latitude 5590	Core i5-8350U (4) / UHD 620	2,13	<0,1/1,2	1,8/14,3	3130	412
Asus X415	Core i5-1135G7 (4) / Iris Xe	1,43	<0,1/0,7	2/10,9	4590	1245
HP EliteBook 840 G5	Core i5-8350U (4) / UHD 620	1,55	<0,1/0,7	3,7/12,5	3258	412
HP Pavilion Aero 13	Ryzen 7 5800U (8) / Vega 8	0,96	<0,1/1,2	1,5/10,9	7951	1260





alt

300  
Euro

neu



## Lenovo ThinkPad T460

Als das ThinkPad T460 anno 2016 auf den Markt kam, war es der Vorzeige-14-Zöller der T-Serie; ordentliche Ausstattungsvarianten landeten jenseits der 2000-Euro-Marke. Davon ist heutzutage nichts mehr übrig: Gut erhaltene Exemplare kosten rund 300 Euro. Wir haben 330 Euro bezahlt, weil wir beim Arbeitsspeicher in die Vollen gegangen sind: 16 GByte Arbeitsspeicher erlauben viele gleichzeitig geöffnete Browsertabs.

Von anderen Auf- und Umrüstaktionen haben wir abgesehen, weil diese überproportional ins Geld gegangen wären. Anders als bei allen anderen Geräten im Testfeld wird das Notebook nämlich in gut drei Jahren obsolet, weil es dann keine Updates mehr für Windows 10 gibt – und für Windows 11 ist die Hardware rund um einen Core-i-Prozessor der sechsten Generation zu alt. Für Office-Arbeiten und Websurfen genügt die Rechenleistung der Doppelkerne weiterhin; moderne Low-End-Prozessoren schaffen dasselbe aber mit weniger Energieumsatz (siehe Acer Spin 1). Bei Videokonferenzen kommt der Senior aber ins Schnaufen und sein Lüfter rauscht unter Rechenlast mit bis zu 0,9 sone. Die ThinkPad-typisch tolle Tastatur (samt Beleuchtung) und das matte, blickwinkelunabhängige Display sind wiederum deutlich besser als das, was man in gleich teuren Neugeräten bekommt.

Unser Exemplar erreichte uns in einem erstaunlichen guten Zustand. Alle Komponenten im Inneren waren Originalteile von Lenovo, aber nicht neu: Der interne Akku stammt wie der wechselbare von Ende 2016. Mit beiden zusammen wie vorgesehen haben wir im Optimalfall knapp neun Stunden Laufzeit gemessen.

Der Dockinganschluss an der Unterseite passt auf die Dockingstationen Basic/Pro/Ultra (40A0, 40A1, 40A2), die bereits zwei Gerätegenerationen früher debütierten und damit den Stand der Technik von 2014 haben. Dickere Modelle kosten auch gebraucht dreistellige Preise – ein happiges Plus für Dockingkomfort mit betagten Schnittstellen wie VGA oder DVI. Apropos Komfort: Der Windows-Hello-taugliche Fingerabdruckleser ist anders als heutzutage üblich keine Sensorfläche, auf der man den Finger schlicht ablegt, sondern ein Sensorstreifen, über den man den Finger ziehen muss.

- ↑ gute Tastatur
- ↑ viel Arbeitsspeicher
- ↓ zu alt für Windows 11
- ↓ keine frischen Originalakkus mehr lieferbar

## Acer Spin 1

Das Acer Spin 1 (SP114-31) ist derzeit eines der günstigsten Notebooks, die samt Windows-Lizenz verkauft werden: Wir haben unter 260 Euro bezahlt. Trotz des niedrigen Preises ist das Gerät ein Hybridnotebook mit 360-Grad-Scharnieren und Touchscreen – das bietet kein anderer Kandidat im Testfeld.

Acer kühlt den Low-End-Prozessor Celeron N5100 passiv, sodass das Notebook durchgängig geräuschlos arbeitet. Für Office-Arbeiten und Websurfen reicht die Rechenleistung aus; dank moderner Grafikeinheit lassen sich Videos in allen gängigen Codecs ohne hohe CPU-Last wiedergeben. Und über 14 Stunden Laufzeit gibt es dennoch.

An anderen Stellen merkt man den Rotstift, den die Entwickler angesetzt haben, hingegen deutlicher. So nutzt Acer etwa ein Gehäuse, das auch für andere Hardware vorgesehen ist: Es gibt Lüftungsschlitze, die von innen mit Kunststoff verdeckt werden; auch der Stiftschacht rechts wurde auf diese Weise verriegelt – und es liegt auch gar kein Stift bei.

Besonders nervig ist, dass der Bildschirm kein IPS-, sondern ein blickwinkelabhängiges TN-Panel ist. Das macht schon bei normalem Arbeiten keinen Spaß, aber erst recht nicht bei einem Hybridgerät, das man im Tabletmodus hochkant hält. Auch das Seitenverhältnis 16:9 taugt für ein Tablet wenig.

Das Notebook hat nur 4 GByte Arbeitsspeicher; mehr als eine Handvoll Browsertabs kann man da nicht gleichzeitig offenhalten, bevor Windows mit zähem Auslagern anfängt. Die mageren 128 GByte eMMC-Flashspeicher sind zwar schneller als jede 2,5-Zoll-Festplatte, aber dennoch viel lahm als die SSDs der anderen Probanden. Alle Komponenten sind aufgelötet, sodass man nicht nachträglich aufrüsten kann. Ausstattungsvarianten mit mehr Speicher (8 GByte, 256er-SSD) kosten mindestens 500 Euro und haben dann den kaum schnelleren Pentium Silver N6000 an Bord.

Vorinstalliert ist Windows 10 Home im S-Modus; wer beliebige Anwendungen starten möchte, kann den S-Modus kostenfrei und unwiderruflich über den Microsoft Store deaktivieren. Das Upgrade auf Windows 11 ist möglich; dieselbe Hardwareausstattung ist für etwas mehr Geld auch bereits mit vorinstallierten Windows 11 erhältlich.

- ↑ durchgängig lautlos
- ↑ 360-Grad-Scharniere und Touchscreen, aber ...
- ↓ ... blickwinkelabhängiges TN-Panel
- ↓ keine Tastenbeleuchtung





alt

600  
Euro

neu



## Dell Latitude 5590

Das Latitude 5590 hat anders als die beiden Gebrauchten von Lenovo und HP keinen proprietären Dockinganschluss. Stattdessen ist bereits modernes USB-C an Bord – und da die Buchse auch DisplayPort-Signale ausgibt sowie Strom von USB-C-Netzteilen entgegennimmt, ist Docking darüber möglich.

Apropos Netzteil: Unserem Exemplar lag ein überdimensioniertes 130-Watt-Exemplar mit Rundstecker bei. Das war zwar kompatibel und hat einwandfrei funktioniert, aber wenn man es mal mitnehmen will, schleppt man rund 700 Gramm zusätzlich mit – bei allen anderen Probanden wiegen die Netzteile nur etwa die Hälfte. Das Gewicht kommt im Rucksack obendrauf auf das eh schon hohe Notebookgewicht von über 2 Kilogramm: Das Latitude 5590 ist ein 15,6-Zöller, während die anderen Probanden allesamt kompaktere und leichtere Geräte sind.

Immerhin haben die ausladenden Abmessungen auch Vorteile: Als einziges Gerät im Testfeld hat das Latitude 5590 eine Tastatur mit Ziffernblock – das nimmt Excel-Zahlenkolonnen den Schrecken. Tastenbeleuchtung und ordentliches Tippgefühl gibt es obendrauf.

Das Gehäuse ist zudem so hoch, dass eine VGA-Buchse dran passt, und im Inneren ist genug Platz für einen starken Akku mit 67 Wh. Dieser treibt das Notebook über 14 Stunden an, was zusammen mit Acer den Spitzenplatz im Testfeld darstellt. Trotz seiner Abmessungen und des hohen Gewichts war den Entwicklern Mobilität wichtig: Dank integriertem LTE-Modem kann man auch abseits von WLAN-Hotspots online gehen.

Unser Exemplar hatte leider eine nervige Gebrauchsspur: Quer über dem Bildschirm lief ein sichtbarer Kratzer. Im ersten Leben wurde es wohl häufig transportiert, wobei der Deckel eingedrückt wurde und das Panel an der Kante zwischen Tastatur und Touchpad gescheuert hat. An solchen Beschädigungen kann man nachträglich nichts mehr aufbereiten: Stattdessen müsste für viel Geld das gesamte Panel getauscht werden.

- 👍 Windows-11-tauglich
- 👍 lange Laufzeit
- 👎 schwer
- 👎 störender Kratzer im Bildschirm

## Asus X415

Bei unserer Suche nach einem Notebook mit der (gerade noch) aktuellen elften Core-i-Generation für möglichst wenig Geld sind wir beim Asus X415 gelandet. Die X-Geräte sind bei Asus traditionell Aktionsware, für die andere Modelle geklont werden. In diesem Fall ist die Basis ein Brot-und-Butter-Notebook, nämlich das grundsätzliche ExpertBook P1 (P1411CEA): Der Proband taugt mit zeitgemäßer CPU-Performance und mattem, blickwinkelunabhängigem Full-HD-Bildschirm als unauffälliges Arbeitsgerät für Homeoffice oder -schooling.

Dabei überrascht das Touchpad mit einer ungewöhnlichen Besonderheit: Ein längerer Druck in die obere rechte Ecke schaltet es in einen Ziffernblockmodus. Während das Zahlenraster bei teureren Asus-Geräten aber nur im Ziffernblockmodus mit LEDs von unten eingeblendet wird, ist es hier stumpf permanent aufgedruckt. Man sieht es deshalb immer, woran man sich gewöhnen muss.

Anderen Schnickschnack, mit dem teurere Neugeräte oder die Gebrauchten aufwarten, darf man nicht erwarten: Die USB-C-Buchse taugt nicht für Docking, die Tastatur ist unbeleuchtet, biometrisches Einloggen per Windows Hello ist nicht vorgesehen. Als einziges Gerät in Testfeld hat es ein WLAN-Modul, das mit nur einem Datenstrom funkt.

Bei Redaktionsschluss gab es das Notebook wie getestet für 530 Euro und nicht nennenswert günstiger mit laherem Core i3 (Dual- statt Quad-Core). Zudem wurden noch Vorgänger mit zehnter Core-i-Generation (P1411CJA) oder betagtem Ryzen 3000 (P1411CDA) zu Preisen ab 600 Euro angeboten – immerhin mit größerer SSD. 4 GByte Arbeitsspeicher sind laut Datenblatt fest aufgelötet und der einzige Slot ab Werk mit der anderen Hälfte des Arbeitsspeichers belegt. Selbst Aufrüsten will man nicht: Wir haben unsere Bastelversuche nach dem Entfernen der Schrauben an der Unterseite abgebrochen, weil die Bodenplatte zusätzlich mit dem Rest verklebt ist und das Innenleben beim Hebeln bedrohlich knirschte.

Bei geringer Rechenlast bleibt das X415 lautlos. Unter anhaltender Rechenlast rauscht der Lüfter zunächst mit bis zu 0,7 sone, wird dann bei sinkender Performance aber immer leiser. Der microSD-Kartenleser ist USB-2.0-lahm.

- 👍 aktuelle Prozessortechnik
- 👍 Touchpad kann als Ziffernblock genutzt werden
- 👎 schwaches WLAN-Modul
- 👎 keine Tastenbeleuchtung





alt

900  
Euro

neu



## HP EliteBook 840 G5

Die EliteBook-800-Serie ist HPs höchste Business-Baureihe, mit der normalsterbliche Büroarbeiter in Berührung kommen. Das gebrauchte EliteBook 840 G5 ist also ein Oberklasse-14-Zöller mit achter Core-i-Generation – und damit uneingeschränkt Windows-11-tauglich.

Die Unterschiede zum 300 Euro günstigeren Dell-Notebook, das identisches Prozessoralter und damit -performance mitbringt, liegen in anderen Ausstattungsmerkmalen wie Fernwartung, Nutzerauthentifizierung per SmartCard und besonders geschütztes BIOS (SureStart). Eher für den heimischen Schreibtisch nützlich: HP sieht sowohl einen seitlichen proprietären Dockinganschluss vor als auch eine Thunderbolt-Buchse (die einzige im Testfeld!), die ebenfalls für Docking taugt. Die Webcam lässt sich bei Nichtbenutzung mit einem mechanischen Schieber abdecken; Sondertasten in der Tastatur dienen zum direkten Annehmen und Beenden von Anrufen. Gutes Tippgefühl und beleuchtete Tasten sind selbstverständlich, Extra-Tasten für Bild-auf/-ab/Pos1/Ende ein willkommener Bonus. Der Lüfter bleibt selbst bei anhaltender Rechenlast vergleichsweise leise (0,7 sone).

Das optisch wie haptisch hochwertig anmutende Metallgehäuse ist nicht nur Segen, sondern auch Fluch: Dellen und Kratzer im Material zeugen wie bei gebrauchten Autos vom Vorleben. Eine quadratische Aussparung in der Handballenablage wurde zudem mit einem Plastikeinsatz verschlossen, denn ein Fingerabdruckleser war bei unserem Exemplar nicht an Bord. Auch war die Netzteilbuchse schon ausgeleiert.

Obwohl der Akku unseres Exemplars (Fertigungsdatum März 2018) noch keine 120 Ladezyklen hinter sich hatte, meldete er sich nur noch mit 80 Prozent der Originalkapazität. Das Notebook hing im ersten Leben wohl die meiste Zeit am Netzteil. Praktisch bedeutet dies im Optimalfall über 12 Stunden Laufzeit – das ist gut, aber mit frischem Akku wären noch 3 Stunden mehr drin. Ein Blick ins Innere zeigte, dass der Stromspender bereits leichte Pausbäckchen bekam und mittelfristig ersetzt werden sollte. Nur: Weder bei HP selbst noch bei Ersatzteilhändlern war ein Originalakku (rund 100 Euro) bei Redaktionsschluss lieferbar. Einige renommierte Händler versprachen immerhin Nachlieferungen ab Ende April.

- ⬆️ Thunderbolt
- ⬆️ Windows-11-tauglich
- ⬇️ sichtbare Gebrauchsspuren im Metallgehäuse
- ⬇️ Akku merklich gealtert

## HP Pavilion Aero 13

Das Pavilion Aero 13 hatten wir bereits im Winter vorgestellt; HP macht bei dem Notebook der gehobenen Mittelklasse nämlich vieles richtig [2]. Es gehört mit weniger als einem Kilogramm Gewicht zu den leichtesten seiner Art; schick ist das Vollmetallgehäuse aus einer Magnesiumlegierung obendrauf. Der Bildschirm ist nicht nur matt, sondern auch blickwinkelunabhängig und dank modernem 16:10-Format sehr arbeitsfreundlich.

Die Ryzen-5000U-Prozessoren stellen ihre Pendants aus der elften Core-i-Generation hinsichtlich CPU-Performance in den Schatten. Nachdem wir in [2] bereits das 800-Euro-Einstiegsmodell mit dem Sechskerner Ryzen 5 5600U beleuchtet haben, wollten wir hier zeigen, was der Achtkerner Ryzen 7 5800U draufhat. Wir haben dafür das 1000-Euro-Topmodell besorgt, in dem auch ein höher auflösendes Panel steckt.

Ja, das ist ein Stück über dem selbstgesetzten 900-Euro-Richtwert, doch es gibt das Gerät auch für just diesen Preis in einer Ryzen-7-Konfiguration. Sie war zum Testzeitpunkt nicht lieferbar – wohl, weil die Kombi eine sehr hohe CPU-Performance mit extremen Laufzeiten von über 17 Stunden erlaubt. Letzteres liegt am effizienten 1920er-Bildschirm: Das 2560er-Panel zieht mehr, weshalb der Akku damit schon nach 11 Stunden leer ist.

Das Pavilion erfreut den Nutzer mit einer beleuchteten Tastatur samt praktischer Zusatzspalte (Bild-auf/-ab/Pos1/Ende) und einem Fingerabdruckleser. Die USB-C-Buchse gibt wahlweise DisplayPort-Signale aus und nimmt Strom von Netzteilen entgegen, sodass Docking am Schreibtisch möglich wird – man kann im BIOS-Setup sogar einstellen, welchen DP-Alt-Modus man gerne hätte (4K60 und USB 2.0 oder 4K30 und USB 3.0). USB-C ist aber keine Pflicht: Das beigelegte Netzteil hat einen Rundstecker, und für ältere Peripherie gibt es sowohl einen normalgroßen HDMI-Ausgang als auch USB-A-Buchsen an den Flanken.

Das Kühlsystem bleibt bei geringer Rechenlast lautlos und dreht zunächst auf etwa 0,4 sone auf, wenn die CPU etwas zu tun bekommt. Je länger die Last anhält, desto lauter wird der Lüfter; maximal haben wir – immer noch erträgliche – 1,0 sone gemessen. Ein Kartenleser fehlt; der analoge Audioausgang liefert aufgrund eines immer zwischengeschalteten B&O-Equalizers keinen linearen Frequenzgang.

- ⬆️ sehr leicht
- ⬆️ matter 16:10-Bildschirm
- ⬆️ hohe Rechenleistung
- ⬇️ Bildschirmauflösung drückt Akkulaufzeit



# Alte gegen neue Notebooks: Daten und Testergebnisse

Modell	Lenovo ThinkPad T460	Acer Spin 1	Dell Latitude 5590	Asus X415	HP EliteBook 840 G5	HP Pavilion Aero 13
getestete Konfiguration	20FMS0VG25	SP114-31-C96T	DYC82X2	P1411CEA-EB272R	2FA66AV	be0177ng
Jahrgang	2016	2021	2018	2021	2018	2021
Lieferumfang	Windows 10 Pro 64 Bit, Netzteil	Windows 10 Home (S) 64 Bit, Netzteil	Windows 10 Pro 64 Bit, Netzteil	Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil	Windows 10 Pro 64 Bit, Netzteil	Windows 11 Home 64 Bit, Netzteil
<b>Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)</b>						
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera (Hello)	– / – / R / L (MiniDP) / ✓ (–)	– / – / L / – / ✓ (–)	R / – / H / – / ✓ (–)	– / – / L / – / ✓ (–)	– / – / R / – / ✓ (–)	– / – / L / – / ✓ (–)
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / 2 × L, 1 × R / – / R	1 × R / 1 × L / 1 × L (Typ C) / –	– / 2 × L (1 × Typ C), 1 × R, 1 × H / – / H	2 × R / 2 × L (1 × Typ C) / – / –	– / 1 × L, 1 × R / 1 × R / R	– / 1 × L, 1 × R / 1 × L (1 × Typ C) / –
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	R (SD) / L / U	L (MicroSD) / L / –	L (SD) / H / –	R (MicroSD) / L / –	– / R / R	– / R / –
USB-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	–	– / ✓ / – / – / –	– / ✓ / – / ✓ / ✓	– / ✓ / – / – / –	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	– / ✓ / ✓ / ✓ / ✓
<b>Ausstattung</b>						
Display	LG LP140WF6-SPB2: 14 Zoll / 35,6 cm, 1920 × 1080, 16:9, 157 dpi, 60 Hz, 18 ... 203 cd/m², matt	AUO B140HTN02.0: 14 Zoll / 35,6 cm, 1920 × 1080, 16:9, 157 dpi, 60 Hz, 18 ... 182 cd/m², spiegelnd	BOE NV15N42: 15,6 Zoll / 39,6 cm, 1920 × 1080, 16:9, 141 dpi, 60 Hz, 12 ... 186 cd/m², matt	BOE NV140FHM-N49: 14 Zoll / 35,6 cm, 1920 × 1080, 16:9, 157 dpi, 60 Hz, 15 ... 253 cd/m², matt	LG D0599: 14 Zoll / 35,6 cm, 1920 × 1080, 16:9, 157 dpi, 60 Hz, 7 ... 154 cd/m², matt	AUO 4195: 13,3 Zoll / 33,7 cm, 2560 × 1600, 16:10, 227 dpi, 60 Hz, 18 ... 315 cd/m², matt
Prozessor	Intel Core i5-6300U (2 Kerne mit SMT), 2,4 GHz (Turbo bis 3 GHz), 2 × 256 KByte L2-, 3 MByte L3-Cache	Intel Celeron N5100 (4 Kerne), 1,1 GHz (Turbo bis 2,8 GHz), 1,5 MByte L2-, 4 MByte L3-Cache	Intel Core i5-8350U (4 Kerne mit SMT), 1,7 GHz (Turbo bis 3,6 GHz), 4 × 256 KByte L2-, 6 MByte L3-Cache	Intel Core i5-1135G7 (4 Kerne mit SMT), 2,4 GHz (Turbo bis 4,2 GHz), 4 × 1280 KByte L2-, 8 MByte L3-Cache	Intel Core i5-8350U (4 Kerne mit SMT), 1,7 GHz (Turbo bis 3,6 GHz), 4 × 256 KByte L2-, 6 MByte L3-Cache	AMD Ryzen 7 5800U (8 Kerne mit SMT), 1,9 GHz (Turbo bis 4,4 GHz), 8 × 512 KByte L2-, 16 MByte L3-Cache
Hauptspeicher	16 GByte DDR3-1600	4 GByte DDR4-2400	8 GByte DDR4-2400	8 GByte DDR4-3200	8 GByte DDR4-2400	16 GByte DDR4-3200
Grafikchip (Speicher)	int.: Intel HD 520 (vom Hauptspeicher)	int.: Intel UHD (vom Hauptspeicher)	int.: Intel UHD 620 (vom Hauptspeicher)	int.: Intel Iris Xe (vom Hauptspeicher)	int.: Intel UHD 620 (vom Hauptspeicher)	int.: AMD Radeon Vega 8 (vom Hauptspeicher)
Sound	HDA: Realtek ALC293	HDA: Realtek ALC295	HDA: Realtek ALC256	HDA: Realtek ALC256	HDA: Conexant 8200	HDA: Realtek ALC287
LAN / WLAN	PCIe: Intel I219-LM (Gbit) / PCIe: Intel Dual Band Wireless-AC 8260 (Wi-Fi 5, 2 Streams)	– / CNVi: Intel Wireless-AC 9560 (Wi-Fi 5, 2 Streams)	PCIe: Intel I219-LM (Gbit) / PCIe: Intel Dual Band Wireless-AC 8265 (Wi-Fi 5, 2 Streams)	– / PCIe: Intel 9461 (Wi-Fi 5, 1 Streams)	PCIe: Intel I219-LM (Gbit) / PCIe: Intel Dual Band Wireless-AC 8265 (Wi-Fi 5, 2 Streams)	– / PCIe: Realtek RTL8852AE (Wi-Fi 6, 2 Streams)
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	– / USB: Intel (Microsoft)	– / USB: Intel (Microsoft)	USB: Qualcomm Snapdragon X7 (LTE) / USB: Intel (Microsoft)	– / USB: Intel (Microsoft)	– / USB: Intel (Microsoft)	– / USB: Realtek (Microsoft)
Touchpad (Gesten) / TPM / Finger-abdruckleser	PS/2: Synaptics (Trackpoint) (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / USB: Synaptics	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / –	I2C: HID (Trackpoint) (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / –	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / –	PS/2: Synaptics (Trackpoint) (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / –	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / USB: Elan
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: SanDisk X400 (256 GByte) / –	SSD: X29 (eMMC) (128 GByte) / –	SSD: SKHynix SC401 (512 GByte) / –	SSD: Intel 670p (512 GByte) / –	SSD: Micron (256 GByte) / –	SSD: WDC SN530 (1024 GByte) / –
<b>Stromversorgung, Maße, Gewicht</b>						
Akku (Ladestopp < 100% einstellbar)	48 Wh Lithium-Ionen (✓)	43 Wh Lithium-Ionen (–)	67 Wh Lithium-Ionen (✓)	38 Wh Lithium-Ionen (✓)	50 <sup>1</sup> Wh Lithium-Ionen (✓)	43 Wh Lithium-Ionen (–)
Netzteil	45 W, 293 g, 9,3 cm × 4,1 cm × 2,9 cm, Kleeblattstecker	45 W, 267 g, 9,2 cm × 3,7 cm × 2,8 cm, Kleeblattstecker	131 W, 609 g, 15,3 cm × 7,3 cm × 2,5 cm, Kleeblattstecker	45 W, 154 g, 5,2 cm × 5,2 cm × 2,6 cm, Steckernetzteil	45 W, 293 g, 9,4 cm × 3,9 cm × 2,6 cm, Kleeblattstecker	65 W, 332 g, 8,9 cm × 5 cm × 2,9 cm, Kleeblattstecker
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,71 kg / 33,9 cm × 23,2 cm / 2,3 cm	1,5 kg / 32,5 cm × 22,9 cm / 2 ... 2,1 cm	2,13 kg / 37,5 cm × 25 cm / 2,6 cm	1,43 kg / 32,5 cm × 1,5 cm / 2 ... 2,4 cm	1,55 kg / 32,6 cm × 23,3 cm / 2 cm	0,96 kg / 29,7 cm × 20,9 cm / 1,7 ... 1,8 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	1,7 cm / 19 mm × 19 mm	1,4 cm / 19 mm × 18 mm	1,7 cm / 19 mm × 18,5 mm	1,3 cm / 19 mm × 18 mm	1,5 cm / 18,5 mm × 18,5 mm	1,2 cm / 18,5 mm × 18,5 mm
<b>Leistungsaufnahme</b>						
Suspend / ausgeschaltet	0,8 W / 0,3 W	0,6 W / 0,2 W	0,7 W / 0,5 W	0,8 W / 0,3 W	0,6 W / 0,4 W	0,6 W / 0,4 W
ohne Last: Display aus / 100 cd/m² / max.	2,4 W / 5,6 W / 7,1 W	2,3 W / 4,6 W / 5,6 W	2,2 W / 5,8 W / 7,4 W	1,7 W / 4,3 W / 6 W	2 W / 4,6 W / 5,8 W	3,1 W / 4,7 W / 6,7 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	27 W / 11,4 W / 26 W	13 W / 10,8 W / 14,1 W	74 W / 12,5 W / 38 W	43 W / 10,8 W / 27 W	49 W / 9,4 W / 32 W	48 W / 13,1 W / 42 W
max. Leistungsaufn. / Netzteil-Powerfactor	43 W / 0,61	47 W / 0,55	99 W / 0,92	44 W / 0,56	50 W / 0,58	65 W / 0,59
<b>Laufzeit, Geräusch, Benchmarks</b>						
Laufzeit Idle (100 cd/m²) / Video (200 cd/m²) / 3D (max)	8,8 h / 3,9 h / 1,3 h	14,3 h / 6,3 h / 3,9 h	14,3 h / 7,2 h / 1,8 h	10,9 h / 4,5 h / 2 h	12,5 h / 5,8 h / 3,7 h	10,9 h / 6,4 h / 1,5 h
Ladestand / Laufzeit nach 1h Laden	54 % / 4,8 h	67 % / 9,6 h	52 % / 7,4 h	67 % / 7,2 h	89 % / 11,1 h	57 % / 6,2 h
Geräusch ohne / mit Rechenlast	< 0,1 sone / 0,9 sone	lautlos	< 0,1 sone / 1,2 sone	< 0,1 sone / 0,7 sone	< 0,1 sone / 0,7 sone	< 0,1 sone / 1,2 sone
Massenspeicher lesen / schreiben	483 / 172 MByte/s	212 / 188 MByte/s	534 / 433 MByte/s	2160 / 1578 MByte/s	453 / 448 MByte/s	2034 / 1956 MByte/s
IOPS (4K) lesen / schreiben	49152 / 33792	8448 / 6144	61440 / 62464	97280 / 98048	32512 / 39680	99072 / 118784
Leserate SD-Karte	60 MByte/s	19 MByte/s	244 MByte/s	20 MByte/s	–	–
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	215 / 141 Mbit/s / –	243 / 186 Mbit/s / ✓	285 / 157 Mbit/s / ✓	147 / 111 Mbit/s / ✓	155 / 82 Mbit/s / ✓	307 / 183 Mbit/s / ✓
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 98,6 dBA	⊕ / 97,5 dBA	⊕⊕ / 99,9 dBA	⊕⊕ / 99,4 dBA	⊕⊕ / 100,8 dBA	○ / 85,5 dBA
Cinebench R23 Rendering (1T / nT)	761 / 1740	527 / 1548	945 / 3130	1344 / 4590	932 / 3258	1405 / 7951
3DMark: Wild Life / Night Raid / Fire Strike / Time Spy	2537 / 4530 / 958 / 406	2041 / 2879 / 760 / 282	2376 / 4888 / 1004 / 412	7457 / 11718 / 2905 / 1245	2369 / 4775 / 980 / 412	6083 / 13478 / 3083 / 1260
<b>Preis und Garantie</b>						
Straßenpreis Testkonfiguration	330 €	260 €	600 €	530 €	870 €	1000 €
Garantie	1 Jahr <sup>2</sup>	2 Jahre	1 Jahr <sup>2</sup>	2 Jahre	1 Jahr <sup>2</sup>	1 Jahr
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht   ✓ vorhanden   – nicht vorhanden   k. A. keine Angabe <sup>1</sup> Ursprungskapazität, siehe Text <sup>2</sup> Garantieleistungen vom Aufbereiter						





# Günstig mobil

## Prepaid-Tarife fürs Telefonieren und Surfen

**Prepaid-Karten sind eine günstige Alternative zu Laufzeitverträgen. Ändert sich der Bedarf, kann man den Tarif jederzeit schnell und unkompliziert wechseln oder mal zwischendurch aussetzen. Für jeden gibt es einen passenden Prepaid-Tarif, vom Gelegenheitsnutzer bis zum Online-Junkie.**

Von Urs Mansmann

**G**ut 2 Milliarden Euro geben die Deutschen jeden Monat für Internet, Telefonie und SMS per Mobilfunk aus. Der Markt ist hart umkämpft und deshalb ist es den Anbietern am liebsten, wenn die Kunden sich vertraglich an sie binden. Wer das Ladengeschäft eines Netzbetreibers oder Service-Providers betritt, bekommt erst einmal einen Laufzeitvertrag angeboten.

Viele Leute setzen „Prepaid“ mit „kein Vertrag“ gleich. Aber auch als Prepaid-Kunde schließen Sie einen Vertrag mit dem Provider. Sie bezahlen Geld und dürfen dafür das Mobilfunknetz nutzen. Allerdings können beide Seiten einen solchen Vertrag mit kurzer Frist kündigen oder ändern. Mit jeder Zahlung einer Monatsgebühr verlängert sich der Vertrag eben nur um diesen im Voraus bezahlten Zeitraum.

Daraus ergibt sich der größte Vorteil der Prepaid-Verträge: die kurze Laufzeit. Der Kunde bezahlt immer nur für vier Wochen im Voraus. Stellt er seine Zahlungen ein und reicht das Guthaben nicht mehr für den gewählten Tarif, fällt er in einen Grundtarif zurück, der nach Nutzung abgerechnet wird. Anders sieht es bei Halbjahres- oder Jahrestarifen aus, die wir uns in einer der kommenden Ausgaben näher ansehen.

Aufpassen muss man allerdings schon bei der Buchung: Immer mehr Anbieter verlangen vom Kunden schon bei der Bestellung die Angabe einer Bankverbindung. Hat man einen Optionstarif mit monatlichen Zahlungen gewählt, werden diese abgebucht, bis man die Tarifooption abwählt. Kunden mit schlechter Kreditwürdigkeit werden von solchen Anbietern mitunter abgelehnt, denn bei Lastschrift-



ten besteht für den Anbieter das Risiko, dass der Kunde erst die Leistung in Anspruch nimmt und dann zurückbucht – in diesem Fall muss der Anbieter seinem Geld hinterherlaufen.

Besser sind echte Prepaid-Verträge. Bei O2 und Vodafone ist die SIM-Karte komplett kostenlos, anderswo muss man 10 Euro bezahlen, bekommt dafür aber ein Guthaben auf der Karte. Der Gesetzgeber schreibt vor, dass man sich ausweisen muss. Dazu braucht man einen Ausweis und muss entweder am Postschalter, bei einem Paketboten oder per Videokonferenz seine Identität nachweisen.

Geflüchtete aus der Ukraine können solche Prepaid-Karten ebenfalls erhalten. Sowohl ukrainische Ausweise und Reisepässe als auch deutsche Aufenthaltstitel und ähnliche Papiere werden von den Providern anerkannt. Telefonate von Deutschland in die Ukraine sind in allen Netzen derzeit kostenlos.

Auf Sie zugelassene SIM-Karten sollten Sie nur weitergeben, wenn Sie deren Verbleib verfolgen können. Geht die Karte durch mehrere Hände und gelangt ins Visier der Polizei, gerät erst einmal der registrierte Eigentümer in Verdacht. Man haftet zwar strafrechtlich nicht für das, was andere tun, aber schon Ermittlungen können sehr unangenehm werden. Gestohlene SIM-Karten sollten Sie deswegen unbedingt sperren lassen, auch wenn Ihnen die Rufnummer egal ist und auf dem Prepaid-Konto kein Guthaben mehr vorhanden ist.

Nicht geeignet sind Prepaid-Tarife für geschäftliche Anwender. Prepaid-Anbieter erstellen grundsätzlich keine Rechnung, sondern quittieren nur die Aufladung aufs Prepaid-Konto. Das wiederum gilt gegenüber dem Finanzamt nicht als Beleg für den Verbrauch des Guthabens, denn man kann sich dieses ja auch am Ende des Vertrags erstatten lassen. Business-Anschlüsse müssen deshalb über einen Laufzeitvertrag laufen, wenn man die Ausgaben geltend machen möchte.

## Das richtige Netz

Bei der Auswahl des Angebots sollte man sein Augenmerk zunächst aufs Netz richten. Bei Vergleichen der Netzqualität gewinnt meist die Telekom, Vodafone liegt knapp dahinter auf Platz zwei. O2 war früher weit abgeschlagen, hat aber offenbar spürbar aufgeschlossen. Wenn Sie das O2-Netz vor Jahren benutzt haben und nicht zufrieden waren, sollten Sie es also durch-

## c't kompakt

- Prepaid-Tarife sind eine flexible und günstige Alternative zu Laufzeitverträgen.
- Sie bieten volle Kostenkontrolle und sind damit auch für Kinder und Jugendliche geeignet.
- Die Angebote sind für jeden erhältlich, auch mit schlechter Kreditauskunft.

aus noch mal probieren – Sie gehen ja keine Vertragsbindung ein. Denn die Preise sind wie die Qualität gestaffelt: Am teuersten sind die Angebote der Telekom, dann folgt Vodafone und am günstigsten ist O2.

Die Nutzung des 5G-Netzes ist in den wenigsten Prepaid-Verträgen inbegriffen. Das macht aber derzeit überhaupt nichts. Das 5G-Netz arbeitet an den meisten Orten immer noch auf Basis der 4G-Netzes. Wo 5G-Empfang besteht, ist auf jeden Fall auch 4G verfügbar, und das mit mindestens 75 Mbit/s in dünn ausgebauten Gebieten, wo nur eine 800-MHz-Zelle werkelt. Die Abdeckung wird durch 5G also erst einmal nicht verbessert, das könnte sich erst mit späteren Ausbaustufen ändern.

5G liefert deutlich mehr Datenrate. Die von den Netzbetreibern versprochenen 225 bis 500 Mbit/s können in 5G-Ausbaubereichen durchaus noch übertroffen werden. Davon werden Sie allerdings wenig merken, solange Sie nicht große Downloads machen und dabei die Zeit stoppen. Schon im 4G-Netz sind Sie in aller Regel so flott unterwegs, dass bei gutem Mobilfunkempfang alle Apps flüssig laufen.

Viele Prepaid-Verträge bei Service-Providern und Billigmarken der Netzbetreiber sind noch weiter gedrosselt und bieten

nur 20 bis 25 Mbit/s im Downstream an. Das klingt nach wenig, hat in der Praxis aber nur eine geringe Bedeutung. Für die gefühlte Geschwindigkeit ist die Latenz viel wichtiger, und die leidet unter der Beschränkung nicht. Man merkt das erst, wenn man große Datenmengen überträgt, das aber ist für den Mobilfunk eine eher untypische Nutzung, da sie das vorhandene Datenvolumen in kürzester Zeit aufzehrt.

Alle hier vorgestellten Prepaid-Verträge ermöglichen den Zugriff aufs 4G-Netz und Telefonie per VoLTE (Voice over LTE). Vorteil der Technik ist eine hervorragende Sprachqualität. Bei VoLTE kommen modernste Codecs zum Einsatz, die Audio mit 16 kHz Bandbreite übertragen. Da kann das Festnetz mit HD-Voice und 7 kHz Audiobandbreite von der Qualität her nicht mehr mithalten. Die Angebote im Telekom- und O2-Netz können sogar VoWiFi, also Telefonie übers WLAN, was besonders praktisch bei schlechtem Mobilfunkempfang innerhalb von Gebäuden ist. Lediglich Vodafone enthält das seinen Prepaid-Kunden bislang vor.

## Datenvolumen satt

Bei den meisten Anbietern hat man die Wahl zwischen mehreren Datentarifen. Alternativ dazu gibt es kombinierte Daten- und Telefonatarife, diese bezeichnen die Anbieter oft als „Smartphone-Tarife“. Telefonate kann man auch mit den reinen Datenoptionen führen, allerdings werden ausgehende Telefonate dann einzeln abgerechnet, Standardpreis ist 9 Cent pro Minute. Die Kombi-Tarife hingegen enthalten entweder Freiminuten oder eine Flatrate für Telefonie. SMS-Nutzer müssen genau hinsehen: Viele Telefonflatrates umfassen auch den Versand von SMS, aber längst nicht mehr alle.

Derzeit gibt es für einige Angebote kostenloses Zusatzvolumen. Bei solchen Angeboten müssen Sie ganz genau hinschauen, wie lange das gilt. Bei Vodafone und Telekom beispielsweise läuft das An-

### Wichtiger Hinweis:

Eine Aktivierung Ihrer SIM-Karte ist nur mit korrekten personenbezogenen Daten gemäß Ihres gültigen Ausweisdokumentes möglich.

Um Verzögerungen bei der Aktivierung Ihrer SIM-Karte zu vermeiden, bitten wir Sie auf die korrekte und vollständige Eingabe Ihrer Daten zu achten. Sollten Sie Fragen zum Registrierungsprozess haben, stehen Ihnen unsere [FAQ](#) zur Verfügung.

**Da die Identifizierung von Prepaid-Kunden eine Auflage des Gesetzgebers ist, nehmen es die Provider damit sehr genau.**



**Dein Wunschmix:**  
Mix dir Minuten/SMS und Daten, so wie du es brauchst - alle 4 Wochen neu einstellbar direkt per App oder online.

**Minuten/SMS**

9 Cent | 100 Einheiten | Flat | 2,00 € / 4 Wochen  
100 Einheiten Minuten/SMS  
[Mehr Details](#)

**Surfen**

0 | 500 MB | 1 GB | 3 GB | 5 GB | 8,00 € / 4 Wochen  
3 GB mit max. 25 Mbit/s  
[Mehr Details](#)

**AKTION**

- ✓ Inkl. 5 € Start- und 5 € Zusatzguthaben (für Neukunden)
- ✓ Rufnummer mitbringen und 10 € sichern! Weitere Informationen zur Rufnummernmitnahme findest du [hier](#).

**10<sup>00</sup> € / 4 Wochen**  
9,99 € einmaliger Bereitstellungspreis

 **In den Warenkorb**

**Die flexible Einstellung von Telefon- und Internetoptionen bei Congstar ist in bestimmten Kombinationen deutlich teurer als die ebenfalls angebotenen Kombitarife.**

gebot nach sechs Monaten automatisch aus, anderswo gilt solches Zusatzvolumen dauerhaft; dort ist die Angabe als Hinweis darauf zu verstehen, dass der Anbieter den Tarif kürzlich verändert hat. Für den Kunden ist das maximal verwirrend.

Datenvolumen sollten Sie lieber reichlich buchen. Die Mehrkosten für die nächste Volumenstufe betragen meist nur wenige Euro pro Monat. Hat man zu sparsam gebucht und muss am Monatsende noch einmal Volumen nachkaufen, wird es hingegen richtig teuer. Das sollte daher die Ausnahme bleiben. Wenn Sie öfter mit dem Volumen nicht hinkommen, sollten Sie in den nächsthöheren Tarif wechseln.

Ist das Volumen aufgebraucht, reduzieren die Provider die Datenrate bis zur Unbenutzbarkeit. Die 16 bis 64 kBit/s, die dann noch übrig bleiben, machen den Aufruf der Aufladeseite des Providers, um neues Guthaben zu buchen, zum Geduldsspiel. Wenn möglich sollte man sich dafür in ein WLAN einbuchen.

## Smartphone-Tarife mit voller Kostenkontrolle

Anbieter	Aldi Talk	Blau	Congstar	Discotel
Tarif	Basistarif	Prepaid	Allnet / Prepaid wie ich will	LTE Prepaid 6 Cent
URL	alditalk.de	blau.de	congarstar.de	discotel.de
Netz	02	02	Telekom	02
<b>Grundkonditionen</b>				
max. Datenrate Download / Upload, beste Zugangstechnik	25 / 10 Mbit/s, LTE	25 / 11,2 Mbit/s, LTE	25 / 10 Mbit/s, LTE	21,6 / 11,2 (50 / 32 <sup>1</sup> ) Mbit/s, LTE
Datenrate gedrosselt Download / Upload	64 / 64 kbit/s	64 / 64 kbit/s	64 / 16 kbit/s	32 / 32 kbit/s
Preis Telefonminute / SMS	11 / 11 ct	9 / 9 ct	9 / 9 ct	6 / 6 ct
Preis Telefonminute / SMS anbieterintern	3 / 3 ct	9 / 9 ct	9 / 9 ct	6 / 6 ct
Grundpreis Abfrage Mailbox	kostenlos	kostenlos	kostenlos	6 ct/Min.
Grundpreis Daten	24 ct/MByte	24 ct/MByte	—	6 ct/MByte
<b>Optionen und Erweiterungen</b>				
fest zubuchbare reine Datenoptionen oder -pakete	1 GByte, 3,99 €/28 Tage, 3 GByte, 6,99 €/28 Tage, 5 GByte, 9,99 €/28 Tage, 10 GByte, 14,99 €/28 Tage	0,3 GByte, 2,49 €/28 Tage, 1 GByte, 3,99 €/28 Tage, 3 GByte, 6,99 €/28 Tage, 5 GByte, 9,99 €/28 Tage	0,5 GByte, 3 €/28 Tage, 1 / 3 / 5 GByte, 5 / 8 / 15 €/28 Tage, 15 GByte/48 Stunden 8 €, 20 GByte/7 Tage 20 €	1 GByte, 3,95 €/28 Tage, 3 GByte, 6,95 €/28 Tage, 5 GByte, 9,95 €/28 Tage, 10 GByte, 14,95 €/28 Tage
fest zubuchbare Kombi-Pakete aus Daten und Telefonie/SMS	3 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 7,99 €/28 Tage, 6 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 12,99 €/28 Tage, 12 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 17,99 €/28 Tage	0,15 GByte, 150 Min./SMS, 4,99 €/28 Tage, 3 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 7,99 €/28 Tage, 6 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 12,99 €/28 Tage, 12 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 17,99 €/28 Tage	0,5 GByte, 100 Min., 5 €/28 Tage, 5 GByte, Telefonie-Allnet-Flat, 10 €/28 Tage, 8 GByte, Telefonie-Allnet-Flat, 15 €/28 Tage	1 GByte, 100 Min. oder SMS, 4,95 €/28 Tage, 3 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 7,95 €/28 Tage, 6 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 12,95 €/28 Tage, 12 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 17,95 €/28 Tage
Tagestarife	1 / 10 GByte, 1,99 € / 3,99 €/24 Stunden	10 GByte, 4,99 €/24 Stunden	0,025 / 10 GByte/ 1/ 5 €/ 24 Stunden	—
Schweiz im Roaming zum EU-Tarif abgerechnet	—	—	✓ (nur Datennutzung)	—
<b>Kosten</b>				
einmalige Gebühren	9,99 €	9,99-14,99 €	9,99 €	9,95-17,95 €
Startguthaben	10 €	10-15 €	7,50-15 €	10-18 €
mögliche Zahlungsmittel bei Online-Bestellung	PayPal, Visa, Mastercard, Amex, Klarna, Rechnung	SEPA-Lastschriftmandat erforderlich	SEPA-Lastschriftmandat erforderlich	SEPA-Lastschriftmandat erforderlich

<sup>1</sup> für Flat-M- L- und XL-Tarife sowie Data XL

<sup>2</sup> nur zu Kombipaketen zubuchbar

<sup>3</sup> max. 20 €/Kalendermonat

✓ vorhanden — nicht vorhanden



Die angebotenen Volumenstaffeln sind bei den einzelnen Angeboten recht unterschiedlich. Fyve beispielsweise bietet maximal 4, Otelto maximal 5 Gigabyte Volumen an. Hat man das Ende der Skala des Anbieters erreicht und benötigt mehr Volumen, hilft nur ein Wechsel zu einem anderen Angebot. Echte Datenflatrates, also ohne jede Begrenzung im Inland, gibt es bei den Netzbetreibern O2, Telekom und Vodafone sowie beim Angebot von Edeka.

Für eine zeitlich begrenzte Exzessivnutzung, etwa einen Streamingabend im Hotelzimmer oder die ausgedehnte Videokonferenz im Ferienhaus, sollte man einen Tarif wählen, bei dem man eine Tagesflatrate buchen kann. Für meist 5 Euro bekommt man dann ein Tagesticket mit 10 Gigabyte Zusatzvolumen, je nach Anbieter gibt es auch mehr bis hin zur echten Flatrate ohne Begrenzung. Diese Tarifoptionen eignen sich übrigens auch als kurzfristige Notlösung, wenn der heimische Breitbandanschluss ausgefallen ist. Braucht man für

ein paar Wochen mehr Datenvolumen, etwa für einen Urlaub auf dem Campingplatz, kann man auch für einen Monat zu einem Tarif mit viel mehr Datenvolumen oder einer Flatrate wechseln.

Aufpassen muss man im Roaming: Echte Flatrates gelten nur im Inland. Im EU-Ausland gilt eine Fair-Use-Klausel, die das Datenvolumen deckelt. Überschreitet man dieses, muss man für jedes weitere Gigabyte extra bezahlen, derzeit sind das 2,98 Euro pro Gigabyte. In eine Kostenfalle läuft man mit einem Prepaid-Tarif nicht: Reicht das Guthaben nicht aus, kappt der Provider kurzerhand die Datenverbindung. In Ländern außerhalb der EU ist das Surfen ohnehin meistens unbezahlbar teuer, wenn es keinen Optionstarif gibt. Die Schweiz wird als einziges an Deutschland grenzendes Land in vielen Tarifen als Nicht-EU-Ausland abgerechnet. Wer im Südschwarzwald, am Hochrhein und am Bodensee unterwegs ist, sollte das Roaming deaktivieren, damit sich das Handy bei schlechtem Empfang

**Einige Anbieter locken mit zusätzlichem Freivolumen, das aber nur einige Monate lang gilt.**

nicht in eins der Schweizer Netze einbucht und damit ungewollte Kosten verursacht.

## Aufladen

Das mit der Karte verbundene Guthabenkonto kann nicht ins Minus laufen. Wird

	Edeka	Free Prepaid	Fonic	Fyve	Jamobil
	Smart Talk	6 ct	Classic / Smart	Basis-Tarif	Prepaid Smart/Easy
	edeka-smart.de	free-prepaid.de	fonic.de	fyve.de	jamobil.de
	Telekom	02	02	Vodafone	Telekom
	300 / 50 Mbit/s, LTE	21,6 / 11,2 (50 / 32 <sup>1</sup> ) Mbit/s, LTE	25 / 10 Mbit/s, LTE	21,6 / 3,6 Mbit/s, LTE	25 / 5 Mbit/s, LTE
	32 / 16 kbit/s	32 / 32 kbit/s	64 / 64 kbit/s	64 / 64 kbit/s	64 / 16 kbit/s
	9 / 9 ct	6 / 6 ct	9 / 9 ct	9 / 9 ct	9 / 9 ct
	kostenlos/kostenlos	6 / 6 ct	9 / 9 ct	9 / 9 ct	9 / 9 ct
	kostenlos	kostenlos	kostenlos	kostenlos	kostenlos
	—	6 ct/MByte	24 ct/MByte	—	24 ct/MByte
	—	1 GByte, 3,95 €/28 Tage, 3 GByte, 6,95 €/28 Tage, 4,5 GByte, 9,95 €/28 Tage, 7 GByte, 14,95 €/28 Tage	3,5 GByte, 9,99 €/28 Tage	0,75 GByte/30 Tage, 5 €	0,5 GByte, 2,99 €/28 Tage, 1 GByte, 3,99 €/28 Tage, 3 GByte, 6,99 €/28 Tage, 5 GByte, 12,99 €/28 Tage
	1 / 3 GByte, 50 / 200 Min./SMS, 4,95 / 9,95 €/28 Tage, 5 GByte, 300 Min./SMS, 14,95 €/28 Tage, 8 GByte, Telefonie- und SMS-Flat, 24,95 €/28 Tage, Flatrate für Daten, Telefonie und SMS, 94,95 €/28 Tage	1 GByte, 100 Min. oder SMS, 4,95 €/28 Tage, 3 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 7,95 €/28 Tage, 5 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 12,95 €/28 Tage, 10 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 19,95 €/28 Tage	3 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 9,99 €/28 Tage, 6 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 16,99 €/28 Tage, 12 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 19,99 €/28 Tage	1 GByte, 200 Min./SMS, 6,95 €/Monat, 2 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 8,95 €/Monat, 4 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 14,95 €/Monat	1 GByte, 100 Min., 4,99 €/28 Tage, 3 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 7,99 €/28 Tage, 6 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 12,99 €/28 Tage oder 29,99 €/6 Monate, 12 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 19,99 €/28 Tage
	Flatrate <sup>2</sup> , 5,95 €/24 Stunden	—	0,5 GByte, 1,99 €/Kalendertag <sup>3</sup>	10 GByte/4,99 € / 24 Stunden,	10 GByte, 5 €/24 Stunden; 15 GByte 8 €/48 Stunden; 20 GByte, 20 €/7 Tage
	✓ (nur Datennutzung)	—	—	—	✓ (nur Datennutzung)
	9,95-94,95 €	kostenlos	9,99 €	9,45-17,45 €	9,95 €
	10-100 €	—	10 €	0-10 €	5-20 €
	Visa, Mastercard, Amex, Google Pay, Apple Pay	SEPA-Lastschriftmandat erforderlich	SEPA-Lastschriftmandat erforderlich	PayPal, Visa, Mastercard, Lastschrift, Überweisung	Vorkasse, Visa, Mastercard, Amex, Google Pay, Apple Pay



**50% Rabatt in den ersten 4 Wochen**

**O2 my Prepaid S**

**3,5 GB**

- Datenvolumen & Allnet Flat
- LTE Max. & EU-Roaming
- App Bonus - mtl. 500 MB gratis sichern

ohne Vertrag  
4 Wochen Laufzeit

**9,99 €**  
**4,99 €**

**Gratis bestellen** →

**Die Rabattschlacht hat inzwischen auch den Prepaid-Markt erreicht. Von einmaligen Nachlässen sollten Sie sich nicht blenden lassen.**

eine Zahlung für eine Tarifoption fällig und das Guthaben reicht nicht aus, endet die Option und es wird der ansonsten kostenlose Grundtarif angewendet. Wenn Sie das nicht bemerken, weil Sie die SMS des Anbieters ignorieren, wird das verbrauchte Datenvolumen vom noch vorhandenen Guthaben abgezogen, meist sind das 24 Cent pro Megabyte. Das Restguthaben geht dafür meist recht schnell drauf und dann wird der Dienst eingestellt. Sobald Sie genug neues Guthaben aufbuchen, wird die Tarifoption sofort wieder aktiviert und es kann weitergehen.

Guthaben können Sie auf verschiedene Weise erwerben. Im Supermarkt oder am Kiosk kann man Aufladebons kaufen. Die klassischen Rubbelkarten hierfür gibt es zwar hier und da noch, üblicherweise bekommt man aber einen Aufladecode auf einem Kassenbeleg. Den kann man über die Handy-Tastatur eingeben und mit der grünen Anruftaste aktivieren. Mobilfunkguthaben gibt es auch an vielen Geld- oder

Fahrkartenautomaten, die Abrechnung erfolgt über die Kreditkarte oder Girocard.

Komfortabler, weil rund um die Uhr und überall verfügbar ist die Aufladung per App oder im Kundencenter im Internet. Die Zahlung erfolgt dann per Lastschrift, Kreditkarte oder PayPal. Hinterlegen Sie Zahlungsdaten beim Anbieter, können Sie Aufladungen auch über die Kontostandsabfrage oder per SMS erledigen. Damit unterlaufen Sie allerdings die Kostenkontrolle; solche Funktionen sollte man beispielsweise nicht für die eigenen Kinder freigeben.

Vodafone und O2 lassen auch die Aufladung per Überweisung zu (Daten siehe ct.de/y2ru). Das ist besonders praktisch, weil man das Konto dann per Dauerauftrag beschicken kann. Das unterläuft nicht die Kostenkontrolle, sorgt aber dafür, dass immer genug Geld auf dem Prepaid-Konto ist. Da ein Prepaid-Tarif generell nur vier Wochen gilt, Daueraufträge aber nur monatlich einzurichten sind, muss man pro Jahr eine zu-

## Smartphone-Tarife mit voller Kostenkontrolle (Teil 2)

Anbieter	Lebara	Lidl Connect	Nettokom	O2
Tarif	Data / Komplet	Classic	Basic	my Prepaid
URL	lebara.de	www.lidl.de	www.nettokom.de	www.o2-freikarte.de
Netz	Telekom	Vodafone	O2	O2
<b>Grundkonditionen</b>				
max. Datenrate Download / Upload, beste Zugangstechnik	18 / 2,5 Mbit/s, LTE	25 / 10 Mbit/s, LTE	25 / 10 Mbit/s, LTE	225 / 50 Mbit/s, LTE
Datenrate gedrosselt Download / Upload	32 / 16 kbit/s	64 / 64 kbit/s	64 / 64 kbit/s	32 / 32 kbit/s
Preis Telefonminute / SMS	9 <sup>2</sup> / 19 ct	9 / 9 ct	9 / 9 ct	9 / 9 ct
Preis Telefonminute / SMS anbieterintern	9 <sup>2</sup> / 19 ct	9 / 9 ct	9 / 9 ct	9 / 9 ct
Grundpreis Abfrage Mailbox	9 <sup>2</sup> ct	kostenlos	kostenlos	9 ct/Min.
Grundpreis Daten	19 ct/MByte	—	24 ct/MByte	0,03 GByte, 0,99 €/Tag
<b>Optionen und Erweiterungen</b>				
fest zubuchbare reine Datenoptionen oder -pakete	3,5 GByte, 9,99 €/28 Tage, 7 GByte, 14,99 €/28 Tage, 10,5 GByte, 19,99 €/28 Tage, 20 GByte, 29,99 €/28 Tage, 50 GByte, 79,99 €/28 Tage	0,75 GByte, 2,99 €/28 Tage, 3 GByte, 6,99 €/28 Tage, 5 GByte, 9,99 €/28 Tage, 10 GByte, 14,99 €/28 Tage	1 GByte, 3,99 €/28 Tage, 3 GByte, 6,99 €/28 Tage, 5 GByte, 9,99 €/28 Tage	0,15 GByte, 1,99 €/28 Tage, 0,4 GByte, 2,99 €/28 Tage, 1,5 GByte, 5,99 €/28 Tage, 4 GByte, 9,99 €/28 Tage, 13 GByte, 19,99 €/28 Tage
fest zubuchbare Kombi-Pakete aus Daten und Telefonie/SMS	3 GByte, 200 Min., 9,99 €/28 Tage, 5 GByte, Telefonie-Allnet-Flat, 14,99 €/28 Tage, 10 GByte, Telefonie-Allnet-Flat, 19,99 €/28 Tage, 15 GByte, Telefonie-Allnet-Flat, 29,99 €/28 Tage	1 GByte, 100 Min./SMS, 4,99 €/28 Tage, 3 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 7,99 €/28 Tage, 6 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 12,99 €/28 Tage, 12 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 17,99 €/28 Tage	3 GByte, Telefonie- und SMS-Flat, 7,99 €/28 Tage, 6 GByte, Telefonie- und SMS-Flat, 12,99 €/28 Tage, 12 GByte, Telefonie- und SMS-Flat, 17,99 €/28 Tage	3,5 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 9,99 €/28 Tage, 6,5 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 14,99 €/28 Tage, 12,5 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 19,99 €/28 Tage, Flatrate <sup>6</sup> , Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 69,99 €/28 Tage
Tages-Tarife	—	10 GByte, 4,99 €/24 Stunden	1 / 10 GByte, 1,99 / 3,99 €/24 Stunden	25 GByte, 4,99 €/24 Stunden
Schweiz im Roaming zum EU-Tarif abgerechnet	—	—	—	—
<b>Kosten</b>				
einmalige Gebühren	kostenlos	9,99 €	9,99 €	—
Startguthaben	—	10 €	10 €	1 €
mögliche Zahlungsmittel bei Online-Bestellung	PayPal, Visa, Mastercard, Amex, Klarna, Giropay	Vorkasse, PayPal, Visa, Mastercard, Amex, Google Pay, Apple Pay	SEPA-Lastschriftmandat erforderlich	Keine Zahlung nötig

<sup>1</sup> providerinterne Flat<sup>2</sup> zzgl. 19 ct pro Telefonat<sup>3</sup> 5G für 3 Euro/28 Tage optional<sup>4</sup> inklusive Hotspot-Flat<sup>5</sup> zusätzlich 200 / 500Min./SMS ins EU-Ausland<sup>6</sup> inklusive 5G



sätzliche Überweisung tätigen, damit das Konto nicht leerläuft.

Wenn Sie dem Anbieter einen Lastschriftauftrag erteilen, können Sie auch die Komfortaufladung aktivieren. Dann bucht der Anbieter einen festgelegten Betrag ab, sobald das Konto einen bestimmten Stand unterschreitet oder eine Tarifoption sonst nicht gebucht werden könnte. Das ist einerseits natürlich praktisch, hebt aber andererseits die Kostenkontrolle aus. Erleichtert ein Gauner Ihr Prepaid-Konto per WAP-Billing, also durch direkte Abbuchung vom Prepaid-Guthaben unter Beihilfe des Netzbetreibers, fällt das unter Umständen nicht gleich auf, wenn automatisch neues Guthaben nachgefüllt wird. Für unerfahrene Anwender ist diese Option deshalb tabu. Um so etwas grundsätzlich zu verhindern, sollten Sie eine Drittanbietersperre für Einmalzahlungen und Abonnements einrichten. Es gibt zwar auch seriöse Angebote mit diesem Zahlungsweg, diese bieten aber immer sichere

Alternativen an, schon weil einige Provider an diesem System nicht teilnehmen.

Wenn Sie die Karte in eine Schublade legen, laufen Sie Gefahr, dass der Anbieter Ihnen den Vertrag kündigt und die Karte deaktiviert. Das bekommen Sie bei Schubladenkarten nicht mit, wenn diese Ankündigung per SMS erfolgt. Leider ist nicht transparent, wann das geschieht. Testkarten der Redaktion von O2 und Vodafone sind auch nach Jahren ohne jede Nutzung noch aktiv, obwohl sich die Anbieter meistens vorbehalten, inaktive Karten zu sperren. Congstar beispielsweise verlangt per E-Mail alle 15 Monate eine Aufladung und droht damit, anderenfalls den Vertrag zu beenden.

Selbst wenn der Anbieter den Vertrag kündigt, haben Sie noch einen Anspruch darauf, dass er Ihnen das Restguthaben erstattet. Forcieren können Sie das, indem Sie die Rufnummer zu einem anderen Anbieter portieren, denn dann erlischt das Prepaid-Konto, das an die Rufnummer

gebunden ist. Automatisch erfolgt die Erstattung nicht, Sie müssen dafür einen Antrag stellen.

## Fazit

Prepaid-Tarife sind eine günstige und flexible Alternative zu Verträgen mit langer Laufzeit, wenn Sie keine Rechnung für den Anschluss benötigen. Sie bieten volle Kostenkontrolle und sind daher auch für Kinder und Jugendliche sowie unerfahrene Nutzer geeignet. Das Guthaben lässt sich auf vielerlei Weise manuell oder automatisch aufladen.

Die Tarife haben eine große Spannweite, bei vielen ist nicht nur Datenvolumen enthalten, sondern auch eine Allnet-Flat für Telefonie. Mit einem modernen Smartphone, das VoLTE beherrscht, bieten die Mobilfunknetze inzwischen auch Prepaid-Nutzern eine ausgezeichnete Sprachqualität. (uma@ct.de) **ct**

**Aufladung per Überweisung: [ct.de/y2ru](https://ct.de/y2ru)**

	Otelo	Pennymobil	Tchibo Mobil+H33:H59	Telekom	Vodafone
	Prepaid	Easy / Smart	Smart	MagentaMobil Prepaid	CallYa
	<a href="https://www.otelo.de">www.otelo.de</a>	<a href="https://www.pennymobil.de">www.pennymobil.de</a>	<a href="https://www.tchibo.de">www.tchibo.de</a>	<a href="https://www.telekom.de">www.telekom.de</a>	<a href="https://www.callya.de">www.callya.de</a>
	Vodafone	Telekom	O2	Telekom	Vodafone
	21,6 / 3,6 Mbit/s, LTE	25 / 5 Mbit/s, LTE	25 / 10 Mbit/s, LTE	300 / 50 Mbit/s, LTE (5G <sup>3</sup> )	500 / 100 Mbit/s, LTE (5G <sup>1</sup> )
	64 / 64 kbit/s	64 / 16 kbit/s	64 / 64 kbit/s	32 / 16 kbit/s	32 / 32 kbit/s
	9 / 9 ct	9 / 9 ct	9 / 9 ct	9 / 9 ct	9 / 9 ct
	9 / 9 ct	9 / 9 ct	9 / 9 ct	kostenlos	9 / 9 ct
	kostenlos	kostenlos	kostenlos	kostenlos	9 ct/Min.
	—	24 ct/MByte	24 ct/MByte	2,95 €/Monat mit 50 MByte für 1,49 €/24 Stunden	3 ct/MByte
	0,5 GByte, 3,95 €/28 Tage, 1 GByte, 4,95 €/28 Tage, 3 GByte, 9,95 €/28 Tage, 7 GByte, 19,95 €/28 Tage	5,5 GByte (mit 32 / 5,7 Mbit/s), 14,99 €/28 Tage	1 GByte, 4,99 €/28 Tage, 4 GByte, 9,99 €/28 Tage, 7 GByte, 14,99 €/28 Tage, 12 GByte, 19,99 €/28 Tage	2 GByte, 9,95 €/28 Tage, 4 GByte, 19,95 €/28 Tage, 12 GByte, 29,95 €/28 Tage	0,4 GByte, 2,99 €/28 Tage, 0,8 GByte, 5,99 €/28 Tage, 2 GByte, 9,99 €/28 Tage, 5 GByte, 19,99 €/28 Tage, 7,5 GByte, 29,99 €/28 Tage
	0,75 GByte, 100 Min./SMS, 4,95 €/28 Tage, 1 GByte, 200 Min./SMS <sup>1</sup> , 6,95 €/8 Tage, 3 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 7,95 €/28 Tage, 5 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 14,95 €/28 Tage	1 GByte, 100 Min., 4,99 €/28 Tage, 3 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 7,99 €/28 Tage, 6 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 12,99 €/28 Tage oder 29,99 €/6 Monate, 12 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 19,99 €/28 Tage	— (nur als Laufzeitvertrag)	2 GByte, 200 Min., 9,95 €/28 Tage <sup>4</sup> , 3 GByte, 300 Min., 14,95 €/28 Tage <sup>4</sup> , 5 GByte, Telefonie- und SMS-Flatrate, 24,95 €/28 Tage <sup>4</sup> , Daten-, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 99,95 €/28 Tage <sup>4,6</sup>	1 GByte, 50 Min./SMS <sup>1</sup> , 4,99 €/28 Tage, 3 / 5 GByte, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat <sup>5</sup> , 9,99 / 14,99 €/28 Tage, 15 GByte <sup>5</sup> , Telefonie- und SMS-Allnet-Flat, 20 €/28 Tage, Daten-, Telefonie- und SMS-Allnet-Flat <sup>6</sup> , 79,99 €/28 Tage
	—	—	—	Flatrate, 5,95 (9,95 <sup>5</sup> ) €/24 Stunden	10 / 100 GByte, 4,99 / 6,99 €/24 Stunden
	—	✓ (nur Datennutzung)	—	✓ (nur Datennutzung)	— (Option: 1 GByte/14 Tage, 9,99 €)
	4,95 €	9,95 €	9,99 €	9,95-99,95 €	—
	—	5-20 €	10 €	10-100 €	—
	PayPal, Visa, Mastercard, Lastschrift, Vorkasse	Vorkasse, Visa, Mastercard, Amex, Google Pay, Apple Pay	PayPal, Visa, Mastercard, Vorkasse	PayPal, Visa, Mastercard, Amex, Nachnahme	Keine Zahlung nötig
	<sup>1</sup> 5G für 2,99 €/28 Tage	<sup>8</sup> Nach Verbrauch von 999 GByte auf 50 / 32 Mbit/s reduziert	<sup>9</sup> für Data-Tarif	✓ vorhanden	— nicht vorhanden





# WLAN-Exzess

## Netgear Orbi RBK963: Mesh-Kit mit Wi-Fi 6E

**Da kann der Netzwerk-Nerd das Sabbern nicht unterdrücken: Vier WLAN-Module für drei Funkbänder, zwölf Antennen, Multigigabit-Ethernet – in Netgears Mesh-Nodes Orbi 960 steckt alles, was gut und teuer ist. Die Performance hält, was die Hardware verspricht, aber der Preis ist heftig und im Test zeigten sich ein paar Merkwürdigkeiten.**

Von Ernst Ahlers

**N**etgear gehört zu den Vorreitern beim Mesh-WLAN. Sein 2016 eingeführtes Orbi-System soll das schnelle Internet ohne neue Kabel und bei vollem Durchsatz noch in die letzte Ecke des Hauses bringen. Seitdem hat Orbi jede WLAN-Verbesserung mitgenommen.

Nun kommt erstmals Wi-Fi 6E ins Mesh: Zusätzlich zu den angestammten WLAN-Bändern 2,4 und 5 Gigahertz nutzt das Systemkit RBK963 das neue und allort noch freie 6-GHz-Band, um kompatible Clients schnell mit Daten zu versorgen. Im Karton liegen ein Router als Mesh-Zentrale für die Internetanbindung und zwei Mesh-Repeater, „Satelliten“ in Netgears Vokabular. So viel sei vorweggenommen: Dieses Kit erwies sich im c't-Labor als das bisher schnellste Mesh-System, aber mit fast 2000 Euro Straßenpreis auch mit Abstand als das teuerste – auch bei den Stromkosten (siehe Tabelle).

Für das viele Geld bekommt man viel: Der Internetanschluss des Routers (WAN-Port) überträgt gemäß NBase-T Multigigabit-Ethernet bis 10 Gigabit/s. Fürs interne Netz gibt es immerhin einen bis zu 2,5 Gbit/s schnellen LAN-Port sowie drei Gigabit-Ports. An den Repeatern entfällt der 10G-Anschluss.

In allen Nodes stecken gleich vier Wi-Fi-6-fähige WLAN-Schnittstellen, die über jeweils vier MIMO-Streams funken. Drei bedienen die Clients in unterschiedlichen Frequenzbereichen mit maximal 1200, 2400 beziehungsweise 4800 Megabit/s brutto (bei maximal 40, 80 und 160 MHz Kanalbreite), eine ist für die drahtlose Verbindung der Geräte untereinander im hohen Block des 5-GHz-Bandes reserviert (Mesh-Backbone, 2400 Mbit/s, 80 MHz).

Als CPU dürfte ein System-on-Chip Qualcomm IPQ8074A mit vier 2,2 GHz flotten ARM-Cortex-A53-Kernen fungieren. Das mechanisch fünfplagige Hardwaregebilde im Routergehäuse trauten wir uns nicht komplett zu zerlegen, sodass der weit oben gefundene WLAN-Chip QCN9024 – der kleine Bruder des 9074 – fürs 6-GHz-Band als sehr sicheres Indiz erhalten muss.

### WLAN-Performance

Mit dem Intel-WLAN-Modul AX210 unseres selbst aufgerüsteten Testnotebooks verstand sich der Orbi-Router bestens. Der Nettodurchsatz in der Nähe lag je nach Band zwischen 300 und knapp 1500 Mbit/s. Über eine größere Strecke durch Wände sackte die Datenrate erwartungsgemäß ab, war aber immer noch sehr gut. Im 6-GHz-Band könnte die Geschwindigkeit mit dafür tauglichen Antennen im Client noch etwas klettern, denn unser Notebook ist im Originalzustand nur für Dualband-Betrieb ausgelegt.

Die Verbindung zwischen Router und Repeater war über die 20-Meter-Strecke mit 750 bis 830 Mbit/s sehr flott, sodass das Notebook im Mesh-Betrieb am 26-Meter-Punkt je nach Band immer noch 190 bis 350 Mbit/s bekam. Mittelschnelle Internetanschlüsse der 250-Mbit/s-Klasse sollte man mit dem Mesh also meistens ausschöpfen können.

Das Client-Roaming zwischen den Basen unterstützt das Orbi-System mit den üblichen WLAN-Funktionen (IEEE 802.11k, Radio Resource Measurement, 11v, BSS Transition). Eine Dreierkette aus Router, Repeater und Repeater in den c't-Fluren lieferte vom T-VDSL250-An-



schluss über 65 Meter auch noch rund 240 Mbit/s. Beim Wechsel zwischen den Basen zeigten Audiostreams nur selten Aussetzer und die können auch am Client liegen.

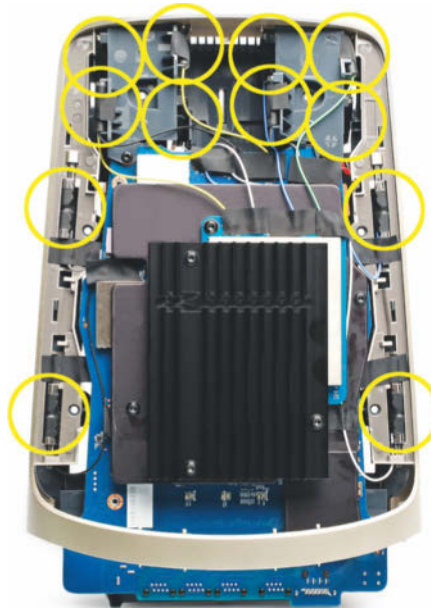
Mit dem Weiterleiten schneller Anschlüsse ins LAN hatte der Router kein Problem: Die gemessenen 900 Mbit/s beim PPPoE-WAN-Protokoll dürften die Grenze unseres Testsetups darstellen. Der Router kann sehr wahrscheinlich einiges mehr, denn mit DHCP kamen wir immerhin auf knapp 2,4 Gbit/s.

In Sachen VPN sieht es hingegen trübe aus: Orbi bietet nur OpenVPN an, weder IPsec noch das moderne WireGuard. Zu einem Host im LAN ließen sich aus dem simulierten Internet heraus damit nur rund 80 Mbit/s übertragen.

## Einrichtung

Das Mesh-System richtet man bequem per Smartphone-App ein, doch diese zeigte sich ignorant: Weder bot die App an, das heute unverzichtbare IPv6-Protokoll zu aktivieren, noch wies sie auf das ab Werk ausgeschaltete Gast-WLAN hin. Das muss leider auch nach Aktivieren von IPv6 im Hauptnetz ohne das moderne Protokoll auskommen, die verbesserte WLAN-Verschlüsselung WPA2+3 (Mixed-Mode) kann man für Gäste nur per Browser aktivieren. Auf 6 GHz fehlte das Gastnetz.

Als Besonderheit bietet Orbi zwei weitere WLAN-SSIDs (virtuelle Funkzellen) an, eine für IoT- und Smart-Home-Geräte, die andere nur auf dem neuen Funkband,



**Die 16 Hochfrequenzports der vier 4-Stream-WLAN-Module hat Netgear auf zwölf Antennen verteilt. Weil diese etwas Abstand zueinander haben müssen, damit MIMO gut funktioniert, brauchen die Orbi-Nodes mit fast 30 Zentimetern Höhe vergleichsweise große Gehäuse.**

wenn man einen Client ausschließlich über 6 GHz anbinden will. Doch anders, als man hoffen könnte, führen diese zusätzlichen Funkzellen gleichfalls ins Hauptnetz und nicht in separate Netzwerkzonen (VLANs), was mindestens fürs IoT nützlich wäre.

Wer Orbi über ein Modem an einem VDSL-Anschluss der Deutschen Telekom betreiben will, kommt mit der App nicht weiter, sondern muss per Browser tief in den Einstellungen wühlen, um das erforderliche VLAN-Tag (VID 7 für PPPoE) zu setzen. Immerhin funktioniert dann neben IPv6 auch das Live-TV per Multicast (MagentaTV) klötzchenfrei in LAN und WLAN. In einer Kaskade nachgeschaltete Router bekommen aber kein IPv6.

Ärgerlich: Ohne AGB-Abnicken geht es heute nirgendwo mehr weiter. Netgear setzt einem dafür geschlagene 119 KByte Text vor – das lesen womöglich sogar Juristen nicht komplett. Ferner versucht Netgear hartnäckig, kostenpflichtige Abodienste für Malwareschutz (Netgear Armor alias Bitdefender) und Kindersicherung an die Frau und den Mann zu bringen.

## Fazit

Das Wi-Fi-6E-fähige Orbi-Kit RBK963 zeigt, was heute WLAN-technisch geht: opulente Hardware, exzellente Performance, dezentes Gerätedesign. Das darf man bei dem exorbitanten Preis auch erwarten – aber ebenso, dass Netgear die oben beschriebenen Macken noch abstellt.

(ea@ct.de) **ct**

**WLAN-FAQ:** [ct.de/yjcg](https://ct.de/yjcg)

## Netgear Orbi RBK963

Mesh-WLAN-System	
Hersteller	Netgear, <a href="https://www.netgear.de">www.netgear.de</a>
WLAN	3 × Wi-Fi 6 (4) + Wi-Fi 6E (4) = IEEE 802.11ax-1200 / 2400 / 2400 / 4800, simultan triband, WPA3, WPS, DFS nur beim Mesh-Backbone
Bedienelemente	Sync, Reset, 2 Statusleuchten
Anschlüsse	Router: 5 × RJ45 (1 × 10 Gbit/s, 1 × 2,5 Gbit/s, 3 × Gigabit-Ethernet), Repeater: 4 × RJ45 (1 × 2,5 Gbit/s, 3 × Gigabit-Ethernet)
getestete Firmware	6.0.3.85
NAT-Perf. PPPoE (DS / US)	793 / 908 Mbit/s
IP-zu-IP (DS / US)	2370 / 2350 Mbit/s
WLAN 2,4 GHz nah / 20 m <sup>1</sup>	299 / 214-238 Mbit/s
5 GHz nah / 20 m <sup>1</sup>	835 / 254-363 Mbit/s
6 GHz nah / 20 m <sup>1</sup>	1448 / 243-322 Mbit/s
Backbone-Durchsatz 20 m	753-828 Mbit/s
Client-Durchsatz 26 m 2,4 / 5 / 6 GHz <sup>1</sup>	190 / 347 / 231 Mbit/s
AP-Modus 26 m 2,4 / 5 / 6 GHz <sup>1</sup>	188 / 375 / 266 Mbit/s
Leistungsaufnahme System <sup>2</sup>	43 W / 89 VA (idle)
jährliche Stromkosten <sup>2</sup>	151 €
Preis	1880 € (3er-Set)

<sup>1</sup> gegen Intel AX210, vorläufig

<sup>2</sup> 3er-Set, idle, bei Dauerbetrieb, 40 Cent/kWh, gerundet

## Wi-Fi 6E unter Linux

Nach unseren ersten vergeblichen Versuchen mit Wi-Fi 6E auf einem dafür ausgelegten Samsung Galaxy Book Pro unter Windows 11 (c't 7/2022, S. 84) probierten wir es auch mit Linux. Eine parallele Kubuntu-21.10-Installation mochte die 6-GHz-Funkzellen noch nicht erkennen. Nach dem Upgrade auf die Beta-Ausgabe der im April erscheinenden Version 22.04 (`sudo do-release-upgrade -d`) erschienen sie auch auf diesem Gerät und ließen sich mit dem Network Manager wie gewohnt verbinden. Die Hardware ist also tatsächlich Wi-Fi-6E-fähig. Da wir die WLAN-Performance aber unter dem weiter verbreiteten Windows messen ([ct.de/yjcg](https://ct.de/yjcg)), müssen wir weiter auf ein System-Update von Samsung hoffen.



**Kubuntu 22.04 baut mit dem WLAN-Modul Intel AX210 Verbindungen über den Network Manager im 6-GHz-Band auf, auch wenn noch nicht alle Tools vollständig angepasst sind.**





# Schnell und säumig

## Gaming-Display Dell Alienware AW3423DW im Test

**Mit satten Farben, extrem hohen Kontrasten und schnellen Schaltzeiten begeistert Dells erster OLED-Spielemonitor. Über prinzipbedingte Darstellungsschwächen können wir aber nicht hinwegsehen.**

Von Benjamin Kraft und Mark Mantel

**D**er gebogene AW3423DW segelt unter Dells Gaming-Marke Alienware. Er trägt das passende Gewand in Schwarz-

Weiß-Mattsilber mit vielen leuchtenden Elementen, die sich einzeln steuern oder abschalten lassen. Die technischen Daten versprechen großen Spielspaß: Der Monitor soll am DisplayPort mit Bildwiederholraten bis 175 Hertz ultrakurze Schaltzeiten erzielen, den weiten Farbraum DCI-P3 abdecken und HDR-Darstellung nach der anspruchsvollen VESA-Stufe DisplayHDR True Black 400 beherrschen.

Mit einer Auflösung von 3440 × 1440 Pixeln auf einem 34-Zoll-Panel im Seitenverhältnis 21:9 kommen die allermeisten Spiele-Engines klar. Außerdem beherrscht die Display-Elektronik G-Sync Ultimate, um sich mittels variabler Refresh-Rate (VRR) dynamisch nach der

Bildrate der Grafikkarte zu richten. Der Lüfter am zugehörigen Modul sowie der Gehäuselüfter geben dauerhaft ein dezentes Rauschen von sich, was aber nur empfindliche Hörer in sehr stiller Umgebung stören dürfte.

Die Besonderheit dieses Monitors ist das Panel: Dell setzt Samsungs brandneue QD-OLED-Technik ein. Sie soll durch die Kombination aus Quantenpunkten (Quantum Dots, QD) und selbstleuchtenden Pixeln (Organic Light-Emitting Diode, OLED) ein besonders farb- und kontraststarkes, schnelles Display ermöglichen. Entsprechend gespannt packten wir den schicken Monitor aus – und staunten schon beim ersten Einschalten: Das Sprachauswahlmenü des Monitors mit weißen Buchstaben auf dunklem Hintergrund sah unangenehm bunt aus.

Auch in Windows fielen uns Farbstreifen an Stellen auf, die eigentlich, im wörtlichen Sinne, eine klare Kante zeigen sollten. Schwebt zum Beispiel ein helles Explorer-Fenster auf dem standardmäßigen blauen Windows-Desktop, zieht sich an der oberen Fensterkante ein grüner, an der unteren ein roter Streifen entlang. Auch die untere Kante der Taskleiste schließt rot ab. Das liegt an der Anordnung der roten, grünen und blauen Subpixel in Samsungs QD-OLED-Panels (siehe Kasten auf S. 109) und lässt sich mit dieser Pixelgeometrie nicht verhindern.

So bringt auch Subpixel Rendering auf Betriebssystemebene wenig, wie es beispielsweise Microsoft mit ClearType praktiziert. ClearType steuert einzelne Subpixel an, um die subjektive Darstellungsqualität bei Text zulasten der Darstellungsschärfe zu verbessern, doch das lindert das Problem des AW3423DW bei Schrift nur, behebt es aber keineswegs. Übrigens: Die derzeit in Foren ventilerte These, das Panel müsse nur „einbrennen“, ist Quatsch, denn das ändert nichts an den Einschränkungen des Pixelmusters – von dem Unsinn, ein OLED-Display absichtlich einbrennen zu lassen, ganz zu schweigen.

### Farbauswertung, Helligkeit

Im Labor schnitt das Display durchweg sehr gut ab: Es zeigt satte, gefällige Farben, die den weiten Farbraum DCI-P3 beinahe exakt abdecken; Rot und Grün geraten ihm aber etwas zu kräftig. Die Blickwinkelstabilität ist ebenfalls sehr gut; auch von der Seite aus betrachtet verändern sich Farben kaum. Der Kontrast ist erwartungsgemäß extrem hoch, die maximale Helligkeit im



normalen Desktop-Modus mit 250 cd/m<sup>2</sup> bei bildschirmfüllendem Weiß recht niedrig. In der Regel reicht das für die Arbeit bei normalem Umgebungslicht, doch es fehlen Reserven, falls Licht direkt aufs Display fällt. Das gilt umso mehr, weil die Oberfläche spiegelt. Dafür fällt die Helligkeit nicht wie bei anderen Display-Techniken zu den Seiten ab, sondern bleibt über die gesamte Fläche sehr gleichmäßig.

Sobald man in den Anzeigeeinstellungen von Windows den HDR-Schalter umlegt und den ab Werk aktivierten HDR-Modus HDR True Black 400 nutzt, schnell die

Spitzenhelligkeit auf 460 cd/m<sup>2</sup> – allerdings nur auf einer Weißfläche von 10 Prozent des Bildschirms. Bei vollflächigem Weiß sind es in der Bildschirmmitte weiterhin 250 cd/m<sup>2</sup>, in den Außenbereichen fällt die Helligkeit hingegen auf rund 230 cd/m<sup>2</sup> ab, in den Ecken sind es gar nur noch rund 205 cd/m<sup>2</sup>. Wir vermuten, dass Samsung die Energiereserven im HDR-Modus für die Bildmitte aufgespart hat, wo der Blick der Spieler meist fokussiert sein dürfte.

Noch ausgeprägter ist dieses Verhalten im zweiten HDR-Modus namens HDR Peak 1000, der, wie der Name verrät, eine punk-

tuelle Spitzenhelligkeit von 1000 cd/m<sup>2</sup> erreichen soll. Das konnten wir in unseren Tests mit standardisierten HDR-Testbildern mit festem, VESA-konformem Weißanteil nicht nachvollziehen. Wir kamen hier auf 460 cd/m<sup>2</sup> bei 10 Prozent Weißanteil. Bildschirmfüllendes Weiß leuchtete in diesem Modus nur noch mit 130 cd/m<sup>2</sup> in der Mitte und rund 100 cd/m<sup>2</sup> in den Ecken.

### Spieleletauglichkeit

Samsungs QD-OLED im AW3423DW ist sauschnell. Fast immer dauerte der einfache Bildwechsel laut unseren Messun-

## Pixelstruktur bei Samsungs QD-OLED-Panels

Auslöser für die Farbsäume beim Alienware AW3423DW ist die dreieckige Anordnung der Subpixel in Samsungs OLED-Panel: Jedes Pixel besteht aus einem grünen Lichtpunkt, unter dem sich seitlich versetzt je ein rotes und ein blaues Subpixel befinden. Leuchten alle drei Farben auf, nimmt das menschliche Auge dieses Pixel-Tripel im Mittel als Weiß wahr. Das funktioniert so lange, bis die weiße Fläche an eine dunkle Fläche stößt.

An horizontalen Kanten fehlen in der obersten Subpixelreihe die roten und blauen Subpixel für einen weißen Abschluss. Die grünen Subpixel sind in dieser Reihe allein, weshalb ein grüner Farbsaum entsteht. Unten gibt es dagegen nur rote und blaue Subpixel, sodass bei horizontalen Kanten in der untersten Subpixelreihe das Grün für den weißen Abschluss fehlt. Solche Kanten erscheinen daher violett.

Bei den meisten LCDs und auch den OLED-Displays des Herstellers JOLED, wie eines in LGs Profi-Display 32EP950 steckt [1], sieht die Pixelanordnung anders aus: Dort bilden drei sehr schmale, nebeneinander liegende RGB-Subpixel den quadratischen Bildpunkt, weshalb das Auge helle horizontal verlaufende Kanten im Mittel als Weiß wahrnimmt. Bei den OLEDs von LG besteht jeder Bildpunkt aus drei aneinandergereihten RGB-Subpixeln und einem weiteren weißen Subpixel daneben; auch hier entstehen keine farbigen Säume in der Horizontalen.

Vertikal erzeugen dagegen fast alle Subpixelanordnungen Farbsäume, da helle Flächen links und rechts immer mit

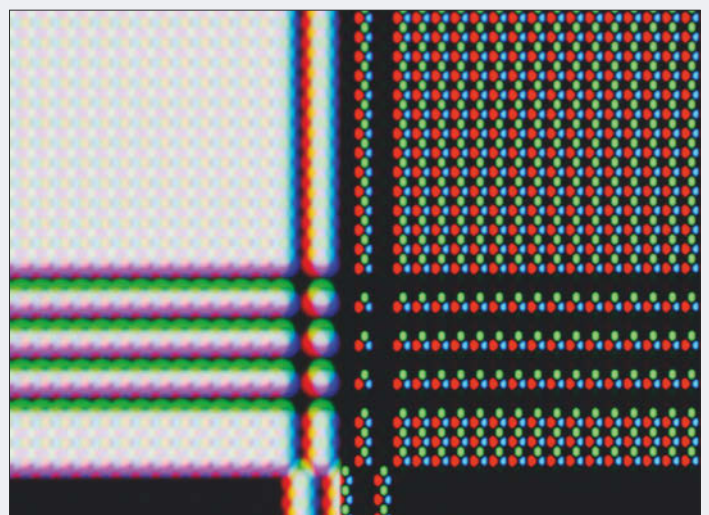
einem farbigen Subpixel abschließen. Da sie in der Streifenanordnung aber sehr schmal sind (ein Drittel beziehungsweise ein Viertel der Bildpunktbreite), mittelt das Auge sie besser und der Farbsaum ist weniger auffällig. Der bemängelte Farbeffekt tritt insbesondere an sehr kontrastreichen Kanten wie Schwarz-Weiß-Übergängen zutage.

Bei modernen Displays mit hoher Pixeldichte (also kleinen Pixeln) fallen den meisten Betrachtern keine Farbsäume an vertikalen Kanten auf: Weil die Subpixel sehr schmal sind, kann das Auge sie aus normalem Abstand zum Monitor nicht voneinander trennen. Außerdem tritt eine gewisse Gewöhnung ein – auch beim QD-OLED-Display des Alienware AW3423DW haben wir uns an die vertikalen Farbsäume relativ schnell gewöhnt.

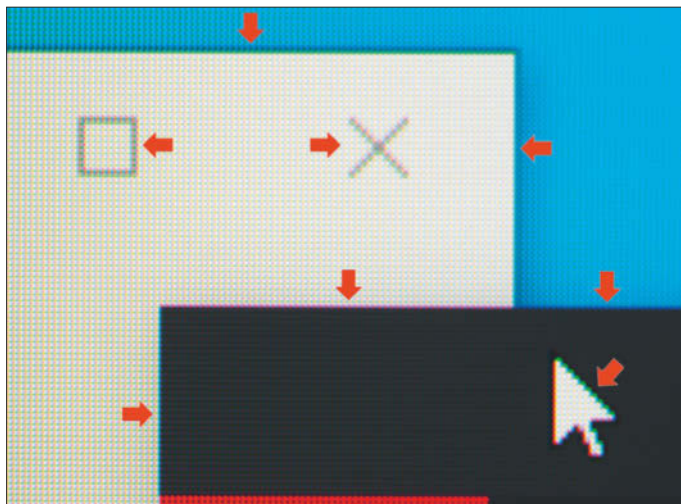
Anders sieht es bei den horizontalen Kanten auf. Hier kommt das Auflösungsvermögen des Auges stärker zum Tragen. Normalsichtige Menschen können aus 60 cm Entfernung etwa 0,17 mm kleine Objekte erkennen. Jedes Pixel im Alienware-Monitor hat eine Kantenlänge von 0,233 mm, normalsichtige Menschen erkennen demnach aus dem monitorüblichen Betrachtungsabstand die Pixelstruktur.

Die starke räumliche Trennung der roten und blauen Subpixel von der grünen Subpixelreihe im QD-OLED-Display wirkt deshalb Probleme auf. Hinzu kommen die recht großen Schwarzzwischenräume zwischen den Subpixeln. Bereits Normalsichtigen und erst recht Adlernaugen sowie geübten Display-Testern fallen die grünen und rot-violetten Farbsäume in der Horizontalen deshalb schnell auf.

**Weil die drei Subpixel im Dreieck angeordnet sind (siehe rechte Bildhälfte), entstehen an kontraststarken Objektkanten Farbsäume.**







**Aufgrund der Pixelanordnung sind Objektkanten auf Alienwares QD-OLED-Monitor AW3423DW ungewollt bunt.**

gen weniger als 1,5 Millisekunden, was theoretisch für eine Bildrate jenseits von 600 Hertz reicht – weit mehr als die 175 Hertz, auf die sich das Display maximal einstellen lässt. Nur der Wechsel von Schwarz nach Dunkelgrau dauerte mit 7,6 Millisekunden untypisch lange, in die umgekehrte Richtung vergingen sogar 10,8 Millisekunden, was immerhin noch über 90 Hertz erlaubt. Einen helfenden Overdrive gibt es beim OLED-Display prinzipbedingt nicht, da es bei ihm keinen Kristall gibt, der schneller ausgerichtet werden muss; hier schalten die Pixel selbst.

In Spielen fiel die Dunkelträgheit nicht auf, das Display machte stets eine sehr dynamische Figur. HDR-Effekte sahen durch den enormen In-Bild-Kontrast besonders beeindruckend aus. Das Display stellt Spielwelten lebendig, schnell, schlieren- und vor allem ruckelfrei dar. Daran hat auch die gute VRR-Implementierung ihren Anteil, egal ob sie durch GeForce-Karten als G-Sync Ultimate oder von AMDs aktuellen Radeon-Treibern als VESA-konformes Adaptive Sync umgesetzt wird.

Die störenden Farbsäume an kontraststarken Kanten traten auch in Spielen zu Tage, je nach Spiel und Genre allerdings unterschiedlich stark. In Horizon Zero Dawn oder Cyberpunk 2077 zeigten sich rote Kanten beispielsweise an Bergen oder Hochhäusern der jeweiligen Kulisse vor hellerem Himmel. Im Rennspiel iRacing störte uns der bunte Saum um die Schrift der zahlreichen Anzeigen – der trat besonders hervor, wenn man der besseren Spiele-Immersion wegen näher an den Bildschirm rückt. Und auch an der Mini-Karte von Shootern oder Aufbauspielen tauchen die Kanten auf. Ob und wie stark die Säume und bunten Schriften auffallen, scheint

sehr individuell zu sein. Die Meinungen in der Redaktion reichten von „Geht gar nicht“ über „Oh, fällt im Spiel gar nicht so auf wie am Windows-Desktop“ bis „Stört mich nicht“.

Trotz seiner hohen Spiele-tauglichkeit ist der AW3423DW für Konsolenspieler nur bedingt eine gute Wahl, denn weil aktuelle Playstations und Xboxen kein 21:9-Format beherrschen, zeigt der Monitor maximal 2560 × 1440 Pixel (WQHD). Es gibt im Bildmenü keine Möglichkeit, das Bild auf die volle Breite zu strecken, weshalb die Seiten des Monitors stets schwarz bleiben.

### Leistungsaufnahme

Dells OLED-Monitor nimmt mehr Leistung auf als aktuelle LC-Displays gleicher Größe. So maßen wir mit dem blauen Standard-Desktophintergrund von Windows 10 bei einer ergonomischen Helligkeit von 120 cd/m<sup>2</sup> 45 Watt. Zum Vergleich: Dells C3422WE, ein 34-Zöller fürs Büro mit eingebauter Webcam und mehr Elektronik an Bord, rief im gleichen Szenario nur rund

21 Watt ab [2]. Weil die Leistungsaufnahme eines OLED-Displays maßgeblich vom Bildinhalt abhängt, lässt sich mit einem dunkleren Hintergrundbild Energie sparen: je höher der Schwarzanteil, desto geringer der Energiebedarf.

Im Standby überraschte der AW3423DW zudem mit einer hohen Leistungsaufnahme von über 11 Watt – klassenüblich ist hier maximal 1 Watt. Schuld waren die beiden Lüfter: Sie liefen nach dem Ausschalten noch zehn Minuten weiter; standen sie endlich still, zeigte das Energiemessgerät nur noch rund 0,4 Watt.

### Fazit

Dells Alienware AW3423DW ist mit seinen satten Farben, exzellenten HDR-Effekten mit enormen Kontrasten und den superkurzen Schaltzeiten für Spieler eigentlich eine Wucht. Es macht unheimlichen Spaß, daran in Spielwelten einzutauchen, egal ob Shooter, Adventure, Städtebau oder Echtzeitstrategie. Etwas Vergleichbares gibt es derzeit noch nicht.

Allerdings stören die roten und grünen Farbkanten auch beim Spielen – und wer sie einmal gesehen hat, kann sie nicht mehr ausblenden. Weil der Effekt beim Surfen, Mailen und der Office-Arbeit noch ausgeprägter ist und teils sogar in Filmen auftritt, fällt es schwer, diesen Monitor zu empfehlen – zumal er mit 1300 Euro eine Stange Geld kostet. Wer ihn als reinen Gaming-Monitor in Betracht zieht, sollte ihn sich unbedingt vor dem Kauf selbst ansehen.

(bkr@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Benjamin Kraft, Tiefschwarzer Künstler, LGs erster 4K-Monitor mit OLED-Display, c't 24/2021, S. 78
- [2] Benjamin Kraft, Breitenwirksam, Test: Übergroße Displays von 34 bis 49 Zoll, c't 6/2022, S. 102

## Dell Alienware AW3423DW

Gaming-Monitor mit 34" und QD-OLED-Panel	
Hersteller, URL	Dell, dell.de
Displaydiagonale / Auflösung (Pixeldichte)	34,18" (86,82 cm) / 3440 × 1440 (109 dpi)
Paneltyp / Seitenverhältnis / max. Bildwiederholfreq. <sup>1</sup>	QD-OLED (curved, 1800R) / 21:9 / 175 Hz <sup>1</sup>
Anschlüsse / Ausstattung	DP 1.4, 2 × HDMI 2.0, Kopfhöreranschluss (3,5-mm-Buchse, vorn), 3,5-mm-Buchse, hinten), USB-B (5 Gbit/s) / USB-Hub (4 × USB-A 5 Gbit/s), Nvidia G-Sync Ultimate, VESA DisplayHDR True Black 400
Lieferumfang	Kabel: HDMI, DP, Mini-DP auf DP, USB, Netz; Montageblech für VESA-Halterung
Maße (B × H × T) / Gewicht	81,5 mm × 41,6 – 52,6 mm × 30,6 mm
Leistungsaufn. Soft-off / Standby / Betrieb <sup>2</sup> / max. Hell.	0,4 (11,2 <sup>3</sup> ) W / 0,4 (11,2 <sup>3</sup> ) W / 45 W / 118 W
Leuchtdichteregulierungsbereich	23 ... 254 (460 <sup>4</sup> ) cd/m <sup>2</sup>
Kontrast	rechnerisch unendlich
Preis / Garantie	1300 € / 3 Jahre

<sup>1</sup> am DisplayPort bei 8 Bit Farbtiefe; mit 10 Bit 144 Hz; an HDMI max. 100 Hz    <sup>2</sup> bei 120 cd/m<sup>2</sup>; Standard-Windows-Hintergrundbild

<sup>3</sup> die ersten zehn Minuten, während der Lüfter nachläuft    <sup>4</sup> in HDR True Black 400 mit 10 % Weißanteil



# work 2morrow

## Wie der Wandel der Arbeitswelt gelingt

Die Online-Konferenz von **DER SPIEGEL**  heise Academy

Wie lassen sich in der neuen Arbeitswelt menschliche und unternehmerische Potenziale erkennen? Wie können wir im Team eine responsive Denkweise entwickeln und transparent kommunizieren?

An insgesamt drei Thementagen erhalten Führungskräfte, Mitarbeiter aus der Organisationsentwicklung sowie Personal- und IT-Abteilungen wertvolles Wissen für ihren Arbeitsalltag:

**5. Mai**  
2022

Besser steuern:  
Führungs-  
kompetenz in der  
neuen Arbeitswelt

**12. Mai**  
2022

Zusammenarbeit 2.0:  
Wie die erfolgreichen  
Teams der Zukunft  
arbeiten

**19. Mai**  
2022

Das passende Werkzeug:  
Tools und Techniken  
für eine produktive  
Zusammenarbeit

Weitere Infos sowie Frühbucher-  
Tickets auf **work2morrow.de**







# Taschenspielerei

## Mobile Steam-Bibliothek: Spielkonsole Valve Steam Deck im Test

**Valves Handheld-Spielekonsole krempelt den Spielmarkt um: Auf dem Steam Deck spielen Sie Ihre PC-Spiele aus Steam auch unterwegs oder nutzen das Gerät als Linux-PC. Wir haben getestet, was die Hard- und Software taugen und wie es um die Spiele-Kompatibilität steht.**

Von Liane M. Dubowy

**M**it dem Steam Deck können Sie Ihre PC-Spiele am heimischen Rechner unterbrechen, wortwörtlich in die Tasche stecken und unterwegs weiterspielen – im Zug, in der Bahn oder auf dem Sofa. Valves tragbarer Gaming-Handheld zeigt die Steam-Bibliothek in einer eigens angepassten Oberfläche. Das handliche Gerät ist zusätzlich ein vollwertiger Linux-PC. Keine Sorge: Linux-Kenntnisse braucht man zum Spielen nicht. An einen externen Monitor oder Fernseher angeschlossen ersetzt der Handheld den PC oder die Spielkonsole.

Das Steam Deck gibt es ausschließlich über Valves Steam-Plattform und zwar in drei Varianten für 419 bis 679 Euro, die sich in Speicher und Ausstattung unterscheiden. Direkt bestellen können Sie das Gerät aufgrund begrenzter Bestände derzeit nicht. Stattdessen sichert eine Anzahlung von 4 Euro einen Platz auf der Warteliste, die Valve seit Ende Februar nach und nach abarbeitet. Wer jetzt reserviert, erhält das Steam Deck voraussichtlich erst nach dem dritten Quartal 2022. Wir haben die 256-GB-Byte-Variante des Steam Decks für 549 Euro getestet.



Wer einen Steam-Account hat, kann direkt nach dem Login auf dem Steam Deck losspielen. Anders als die Nintendo Switch benötigt das Steam Deck keine speziell angepassten Games, stattdessen laufen auf dem Handheld gewöhnliche PC-Spiele. Das Betriebssystem SteamOS 3.0 ist ein von Valve angepasstes Linux-System auf der Basis von Arch Linux. Spiele, für die es keine Linux-Portierung gibt, starten mithilfe der Kompatibilitätsschicht Proton [1], was häufig gut funktioniert.

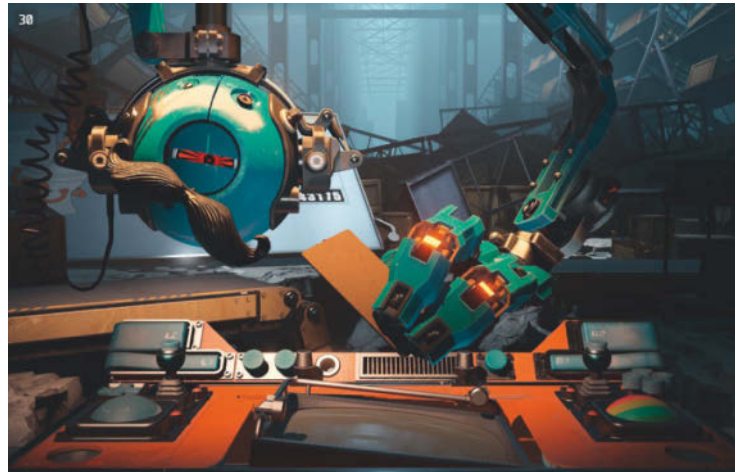
## Liegt gut in der Hand

Das Steam Deck misst knapp 30 Zentimeter in der Breite und wiegt 669 Gramm. Damit ist es rund fünf Zentimeter breiter und 270 Gramm schwerer als die Nintendo Switch. Beim Spielen stört die Größe nicht. Zwar ist das Gerät zu schwer, um es längere Zeit frei zu halten, doch in der Regel wird man es auf den Oberschenkeln aufstützen. Die Breite erweist sich bei dieser Haltung als Vorteil, auf diese Weise bleiben die Hände gerade und unverkrampft, und mit seinen dicken seitlichen Griffen liegt das Steam Deck deutlich ergonomischer in der Hand als eine Switch. Im Test spielten wir stundenlang ohne Probleme. Beim Transport steckt das Steam-Deck-Modell in einer formstabilen Tragetasche, die das Gerät gut schützt.

Die zwei Analogsticks, die Knöpfe, die Schultertasten und das Steuerkreuz des Geräts sind ebenso wie die zwei Trackpads gut erreichbar und machen einen soliden Eindruck. Das integrierte Gyroskop hilft, in Rennspielen den Kurs oder in Shootern die Zielerfassung zu korrigieren. Insbesondere die Analogsticks steuern im Spiel sehr präzise. Mit ein bisschen Übung wählen die Daumen auf den Trackpads leicht Spielelemente aus und scrollen oder klicken im Chrome-Browser. Sie sind ein hervorragender Mausersatz auch für Menschen ohne Erfahrung mit Gamepads. Damit bedienen Sie außerdem Spiele, die das Steam Deck nicht perfekt unterstützen. Alternativ tippen Sie auf das Touchdisplay.

Die Rückseite des Geräts hat vier weitere Tasten, die Sie gut mit den Fingerkuppen erreichen und frei belegen können. Neben den von Controllern bekannten zwei kleinen Knöpfen oberhalb der Sticks öffnet der Steam-Button die Navigation und die Einstellungen. In Kombination mit anderen Tasten macht der Steam-Button Screenshots, öffnet die Bildschirmtastatur

**Das kostenlose Spiel Aperture Desk Job dient als Demo für die Bedienelemente des Steam Decks.**



oder vergrößert den Bildschirminhalt, um kleinere Schriften besser lesen zu können. Die Taste „Schnellzugriff“ blendet Benachrichtigungen, Freundesliste sowie Einstellungen wie Bildschirmhelligkeit und Performance-Overlay ein.

Da das Steam Deck herkömmliche PC-Spiele verwendet, gibt es nicht in jedem Fall eine gerätespezifische Steuerkonfiguration. Beim Start eines Spiels zeigt eine farbige Grafik deshalb die Belegung der Steuerelemente an. Sind Schriften im Spiel eventuell zu klein, erhalten Sie hier Hinweise, wie Sie einen Bildschirmausschnitt vergrößern. Für Sea of Solitude weist der Startbildschirm beispielsweise daraufhin, dass sich der Origin-Launcher nur per Trackpad oder Display bedienen lässt. Im Laufe unseres Tests kamen für immer mehr Spiele angepasste Controller-Layouts heraus. Ein Beispiel ist Dorfromantik: Eine Woche zuvor ließ sich das Puzzle-Spiel kaum steuern, jetzt platziert man die hexagonalen Kärtchen ganz intuitiv. Fehlt ein offizielles Controller-Layout, können Sie in

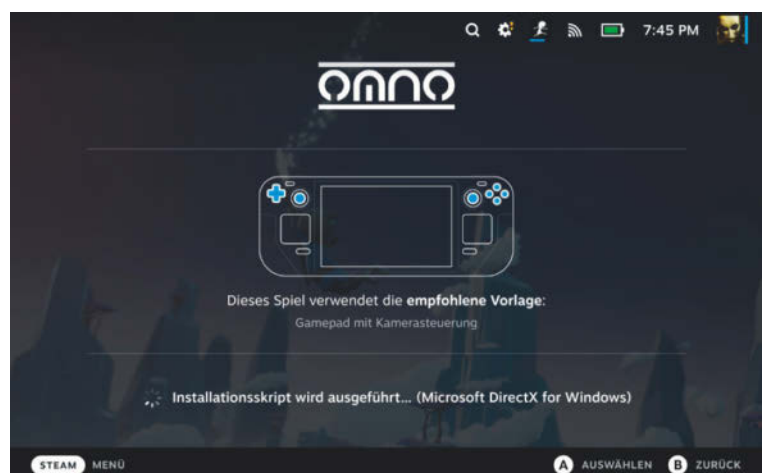
den meisten Fällen ein von der Community bereitgestelltes Layout herunterladen.

Über die Systemtaste oben rechts lassen sich Spiele schnell pausieren und fortsetzen. Gedrückt gehalten öffnet sich das Energiemenü, um das Steam Deck auszuschalten, neu zu starten oder zum Linux-Desktop zu wechseln. Zwei Knöpfe oben links regeln die Lautstärke. Daneben passt ein Kopfhörer per Klinkenbuchse in den Anschluss. Valve hat für die nächste Zeit Ersatzteile und Reparaturanleitungen für das Steam Deck angekündigt.

## Mehr Platz für Spiele

Valve verkauft das Steam Deck in drei Varianten, die sich vor allem im Speicher unterscheiden. Das günstigste Modell kostet 419 Euro und hat 64 GByte eMMC-Speicher. In den beiden teureren Modellen für 549 und 679 Euro sind schnellere NVMe-SSDs mit 256 GByte beziehungsweise 512 GByte verbaut. Nur die teuerste Ausgabe hat ein entspiegeltes, geätztes Display.

**Beim Starten eines Spiels zeigt Steam in einer Grafik, welche Bedienelemente gleich zum Einsatz kommen.**







**Etwa fünf Zentimeter breiter und 270 Gramm schwerer: Das Steam Deck (oben) ist deutlich größer als eine Nintendo Switch und liegt damit gut in der Hand.**

Die kleinste Deck-Variante reicht für jede Menge kleiner Indie-Games, ein Spiel wie Apex Legends hat darauf jedoch zunächst keinen Platz, denn das belegt installiert über 85 GByte. Ein microSD-Karten-Slot schafft Abhilfe: Um den Speicherplatz zu erweitern, stecken Sie eine Karte ins Steam Deck und formatieren sie über das Steam-Menü unter „System“ mit dem Button „SD-Karte formatieren“. Anschließend können Sie Spiele direkt auf der microSD-Karte installieren oder bereits installierte Spiele dorthin verschieben.

Besonders praktisch: Sie können die Karten im laufenden Betrieb wechseln. Je nachdem welche Karte eingelegt ist, präsentiert Steam dann andere installierte Spiele. Mit genug Karten steht auf diese Weise die ganze Steam-Bibliothek unterwegs parat.

### Kraftvoll, aber lautstark

Das Innenleben des Handheld-PCs hält natürlich mit einem aktuellen Gaming-PC nicht mit, erzielt aber trotz kleiner Bauform eine gute Performance: In allen Steam Decks ist ein spezieller, gemeinsam mit AMD entwickelter Kombiprozessor verbaut. Er besteht aus vier CPU-Kernen mit knapp drei Jahre alter Zen-2-Architektur, vergleichbar mit Ryzen-3000-Prozessoren. Für Betriebssystem und Spiele stehen dank Simultaneous Multithreading (SMT) acht logische Kerne bereit. Die GPU besteht aus acht Compute Units mit insgesamt 512 Shader-Einheiten, die die moderne RDNA-2-Architektur der aktuellen Radeon-RX-6000-Grafikkarten verwenden. Selbst aktuelle AAA-Titel wie Elden Ring, Horizon Zero Dawn, God of War, Death Stranding und Sekiro laufen darauf in nativer Auflösung mit 30 fps. Zum Vergleich: Während ein Gaming-PC mit einem AMD Ryzen 7 3700X und einer Nvidia RTX 2060 Super das Survival-Game 7 Days to Die auf hoher Qualitäts-

stufe mit 40 bis 60 fps darstellt, schafft das Steam Deck nur mittlere Einstellungen bei 30 fps. Das allerdings sieht auf dem kleinen Display trotzdem gut aus.

Das 7-Zoll-Touch-Display des Steam Decks hat 1280 × 800 Pixel, beherrscht aber keine variablen Bildwiederholraten und basiert auf LC-Technik. Damit ist es heller als ein OLED-Bildschirm. Im Test konnten wir selbst bei direkter Sonneneinstrahlung mit maximaler Helligkeit noch gut spielen. Das braucht viel Strom: Mit voller Helligkeit und 60 fps war beim 3D-Abenteuerspiel Omno nach einer Stunde und 36 Minuten der Akku leer, das Cyberpunk-Taxispiel Cloudpunk schaffte nur eine Stunde und 30 Minuten. Mit dem pixeligen Farm-Rollenspiel Stardew Valley hielt das Steam Deck dagegen ganze sechs Stunden durch. Da im Test unter den meisten Lichtverhältnissen allerdings etwa 50 Prozent Helligkeit ausreichten, erhöht sich die Laufzeit des Steam Decks in der Praxis signifikant. Um den Akku noch

mehr zu schonen, können Sie die Bildrate zusätzlich auf 30 fps reduzieren: In Omno hält der Akku bei reduzierter Helligkeit und 30 fps mit dreieinhalb Stunden gut doppelt so lang. Das Navigieren in der Steam-Oberfläche knabbert dagegen kaum an der Akkulaufzeit. Valve selbst gibt zwei bis acht Stunden an. Das Aufladen des Steam Decks dauert rund zwei Stunden und 45 Minuten – einen Schnelllademodus hat es nicht.

Die Farben sehen auf dem Display kräftig aus, das Schwarz wirkt angemessen dunkel. In dunklen Räumen schimmert bei schwarzen Bildern die Hintergrundbeleuchtung ungleichmäßig durch, was für solch ein Display nicht ungewöhnlich ist. Unser Steam Deck zeigt dieses „Backlight Bleeding“ leicht oben rechts, in Spielen fiel das allerdings nicht weiter auf.

Die im Vergleich zur Switch deutlich höhere Leistung hat Nebenwirkungen: Beim Spielen läuft fast durchgehend deutlich hörbar der Lüfter, um die Hardware zu kühlen. Nur wenn wir durchs Menü navigierten, blieb das Surren aus. Unter Volllast haben wir in der schallarmen Kammer bis zu 1,7 sone gemessen – so laut wie eine PS4 Pro. Zum Vergleich: Playstation 5 und Xbox Series X kamen in unseren Tests nie über 0,4 sone. Beim Steam Deck reicht dafür schon ein YouTube-Video.

Warm wird das Gerät vor allem am oberen Grill – nach unseren Messungen bis zu 60 Grad. CPU und GPU des Decks



**Das Steam Deck wird in einer formstabilen Tragetasche geliefert, die den Handheld-PC auch im Rucksack gut schützt.**



pendeln sich bei 3D-Spielen laut integrierter Analysetool zwischen 60 und 80 Grad ein. An den Händen merkt man davon nichts, die Griffe erhitzen sich nicht.

## Einfach klicken und spielen

Steam-Deck-Oberfläche und Bedienelemente sind gut aufeinander abgestimmt. Per Tastendruck erreichen Sie bequem Ihre Freundesliste, Achievements, Foren und andere Seiten der Steam-Plattform. Darunter sind auch Browser-Seiten, auf denen Sie per Trackpad und Touchscreen navigieren.

Über die Schnellstarttaste passen Sie die Performance-Einstellungen an: Reduzieren Sie beispielsweise die Bildrate auf 30 oder gar 15 fps und schrauben Sie die Display-Helligkeit herunter, um den Akku zu schonen. Valve hat das Open-Source-Tool MangoHUD vorkonfiguriert in Steam integriert. Als mehr oder weniger ausführliches „Leistungs-Overlay“ informiert es im Spiel über die Bildrate, CPU- und GPU-Auslastung sowie -Temperatur, verbleibende Akkulaufzeit und einiges mehr.

Im Spiel starten Sie über die Schnellstarttaste bequem via Freundesliste einen Text- oder Sprachchat. Letzteres funktioniert auch ohne angeschlossenes Headset. Die zwei integrierten Mikrofone nehmen die Stimme aus einer Armlänge Entfernung problemlos auf und klingen erstaunlich gut. Ist das Mikrofon nicht zu empfindlich eingestellt, gibt es kein Echo.

Das Steam Deck hat eine Schnellspeicherfunktion, die ein Spiel per Knopfdruck pausiert. Dank dynamischer Cloud-Saves können Sie ein Spiel vom Steam Deck an derselben Stelle am PC weiterspielen. Im Test klappte das ausgezeichnet. Voraussetzung ist, dass das Spiel die Cloud-Speicherfunktion von Steam kennt.

## Welche Spiele laufen

Anders als im Steam-Desktop-Client zeigt die Deck-Oberfläche in der Bibliothek eine eigene Kategorie „Für das Steam Deck optimierte Spiele“. Hier aufgelistete Games hat Valve mit einem grünen Haken versehen und für das Steam Deck als geeignet befunden. Dabei prüft das Unternehmen, ob ein Spiel auf dem Steam Deck unter Linux läuft, die Schrift auf dem kleinen Display lesbar und ohne den Touchscreen ausschließlich mit einem Controller bedienbar ist. Wie viele Spiele der eigenen Bibliothek überprüft sind, verrät eine Website (siehe [ct.de/yqys](https://ct.de/yqys)).



Das als „Leistungs-Overlay“ mitgelieferte Tool MangoHUD zeigt im Spiel links oben die Bildrate und Details zur Auslastung des Steam Decks.

Die Zahl unterstützter Titel wächst stetig, bei Redaktionsschluss waren 1002 Titel „Steam Deck Verified“ und weitere 913 „Steam Deck Playable“. Letztere sollten ohne Probleme starten, manche Optionen oder Grafikeinstellungen sind aber womöglich nur per Touchscreen oder Trackpad erreichbar. Das klappt auch in vielen noch nicht von Valve überprüften Spielen.

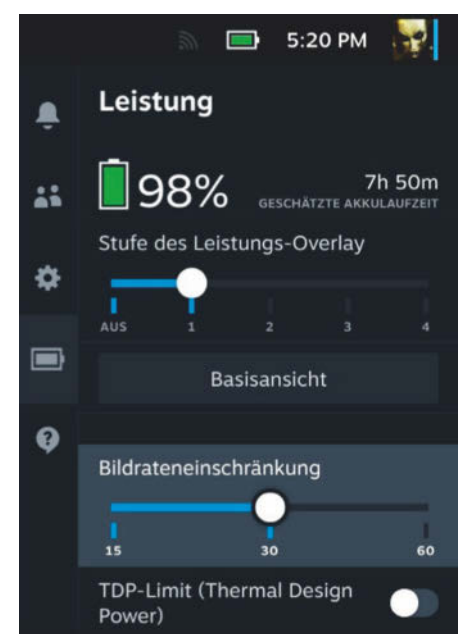
Installation und Start eines Spiels auf dem Steam Deck gehen leicht von der Hand – wie in der Steam-Desktop-App reicht ein Klick auf „Installieren“ und „Spielen“. Erfolgreich getestet haben wir beispielsweise 7 Days to Die, Bioshock, Cloudpunk, Deep Rock Galactic, Dorfromantik, Dysmantle, No Man's Sky, Omno, Stardew Valley und Valheim. Selbst Spiele mit einem externen Launcher wie dem von Origin machen auf dem Steam Deck keine Probleme. In Sea of Solitude beispielsweise helfen Trackpad und Touchscreen bei der Installation und Konfiguration des Origin-Launchers.

Einige Hersteller stellen sich allerdings quer: Bei vielen ansonsten kompatiblen Games verhindert eine Anti-Cheat-Software wie Easy-Anti-Cheat (EAC) oder BattlEye Koop-Spiele unter Linux oder auf dem Steam Deck. Zwar lässt EAC-Hersteller Epic Games grundsätzlich zu, dass seine Anti-Betrugs-Software für Linux aktiviert wird, tut es für sein eigenes Spiel Fortnite aber nicht. Dass es anders geht, zeigt Apex Legends. Seit Kurzem läuft der Ego-Shooter samt Easy-Anti-Cheat auf dem Steam Deck.

Das zu Sony gehörende Studio Bungie hat dagegen verkündet, dass Destiny 2 das Steam Deck nicht unterstützen werde. Der Hersteller droht noch dazu allen mit einem Bann, die versuchen, die Inkompatibilität zu umgehen.

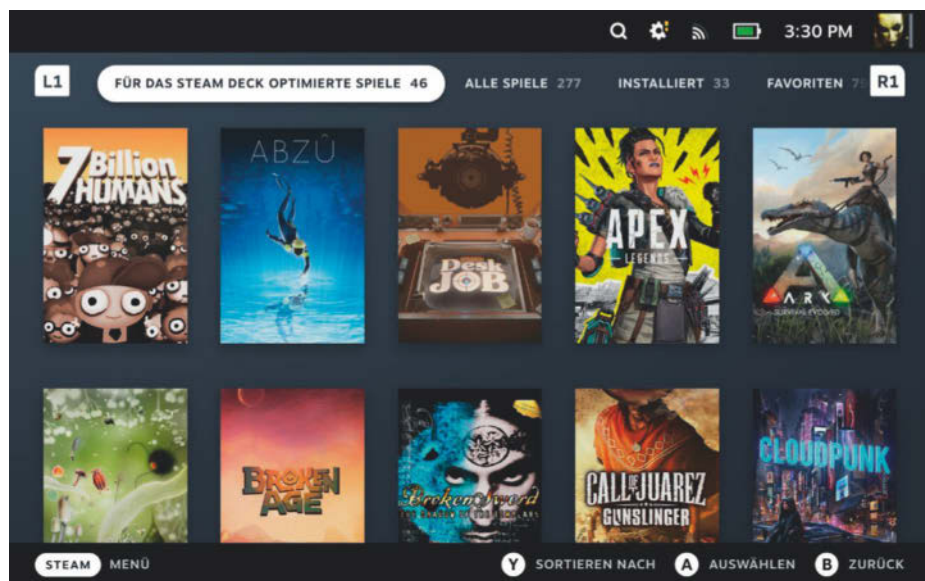
## Angedockt

Per USB-C-Dockingstation sowie Bluetooth passen Tastatur, Maus und ein anderes Gamepad problemlos ans Steam



Via Schnelleinstellungen lässt sich das Leistungs-Overlay konfigurieren und die Bildrate auf 15 oder 30 fps festzurren.





Auf dem Steam Deck sieht man mit einem Blick in der Bibliothek, welche Spiele bereits für das Gerät verifiziert sind.

Deck. Ein Xbox-Controller fand im Test per Bluetooth Anschluss. Die von Valve angekündigte Dockingstation mit Standfuß war bei Redaktionsschluss noch nicht erhältlich. Angekündigt ist sie für „Ende Frühjahr 2022“.

Externe Monitore oder Fernseher bereiten in einigen Fällen noch Probleme, denn längst nicht alle USB-C-Docks funktionieren gleich gut mit dem Steam Deck. Mal wird ein externes Display erst nach einem Kaltstart erkannt, mal lässt sich die ausgespielte Auflösung nicht verändern. In unseren Tests schnitt das USB-Dock DockTeck DD0003 für rund 34 Euro gut ab. Es lässt sich im laufenden Betrieb erfolgreich ab- und wieder anstecken und gibt Full-HD-Auflösung bei 60 Hertz aus. Als Standfuß diente im Test ein einfacher Tablethalter für rund zehn Euro: Da das Steam Deck in der Mitte nur zwei Zentimeter dick ist, passt es gerade noch drauf.

Vor allem beim Anpassen der Bildschirmauflösung hat die Steam-Deck-Oberfläche noch Probleme: Spielebibliothek und der Store sahen auf einem externen Monitor oder Fernseher in Full HD gut aus, doch im Test starteten manche Spiele nur mit einer maximalen Auflösung von 1280 × 800 Pixeln. Auch Ingame stand keine höhere Auflösung zur Wahl. Im besten Fall skaliert AMDs FidelityFX Super Resolution (FSR) das Spiel dann hoch, sodass es je nach Auflösung trotzdem recht gut aussieht. Startet ein Spiel hingegen über den Steam-Client des

Linux-Desktops, gibt es keine Probleme mit der Auflösung.

### Jenseits von Steam

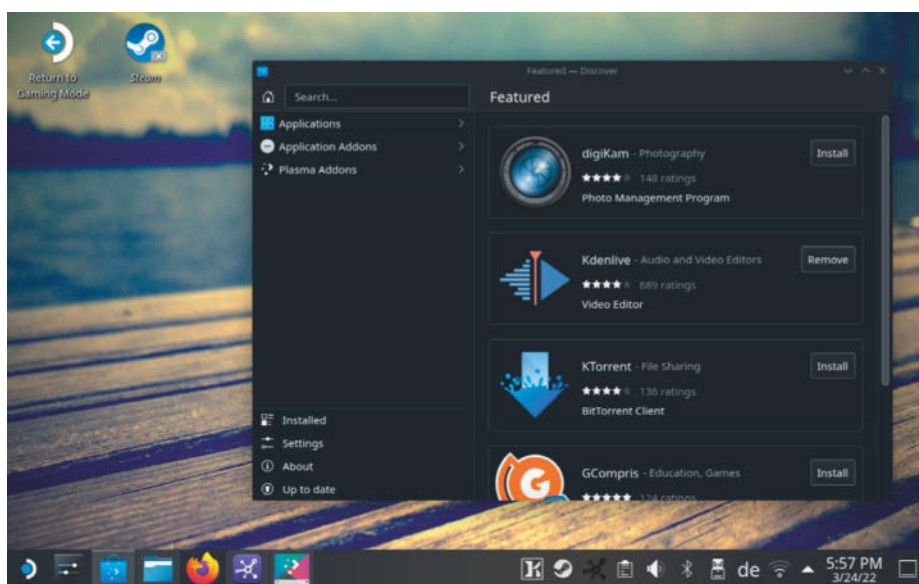
Valve lässt die Installation beliebiger weiterer Software zu. Diese unter SteamOS in Gang zu bringen, bleibt einem allerdings selbst überlassen. Anbieter wie GOG.com, Epic Games Store, Ubisoft Connect (Uplay) & Co. bieten ihre Launcher nicht als Linux-Version an, sie laufen bestenfalls mit Wine oder Proton. Mehrere Open-Source-Anwendungen vereinfachen die

Installation von Steam-fremden Spielen. Allen voran der Allrounder Lutris [2], der nicht nur Kompatibilitäts-Software wie Wine und Proton einbindet, sondern auch allerlei Retro-Emulatoren. Wer Retrospiele spielen will, ist mit Lutris gut bedient.

Spiele aus dem Epic Games Store und von GOG.com erweckt Heroic Games Launcher zum Leben. Wir haben das Tool in [3] ausführlich vorgestellt. Beide Programme finden Sie auf dem Linux-Desktop des Steam Decks in der Software-Verwaltung. Bindet man sie in den Steam-Client ein, stehen sie auch im Steam-UI zur Verfügung. So lassen sich beispielsweise Epic-Games direkt in Steam installieren und starten.

Eine weitere Alternative auf dem Steam Deck sind Cloud-Gaming-Plattformen. Um im Browser zu spielen, müssen Sie noch nicht einmal auf den Desktop wechseln. Steam bietet die Installation von Google Chrome in der Steam-Bibliothek-Rubrik „Steam-Fremd“ an. Danach startet der Browser direkt aus der Steam-Oberfläche zum Surfen und Spielen. Im Test ließen sich klaglos Videos von YouTube oder Netflix abspielen und Games via Google Stadia spielen.

Falls nötig öffnet die Tastenkombination Steam+X die Bildschirmtastatur des Touchscreens. Das ist hilfreich, denn angeschlossene Tastaturen sind auf das US-amerikanische Tastaturlayout festgelegt. Und zwar selbst dann, wenn auf dem Linux-Desktop das deutsche Layout konfi-



Das Steam Deck lässt sich auch als Desktop-PC nutzen. Der KDE-Plasma-Desktop bringt grafische Dialoge zur Konfiguration und zum Installieren von Software mit.



guriert ist. Sonderzeichen wie das @ sind daher nur mühsam erreichbar und schneller per Bildschirmtastatur eingegeben.

## Steam Deck als Linux-PC

Mit Tastatur, Maus und einem externen Monitor wird das Steam Deck zum Desktop-PC. Aus dem Gaming-Modus erreichen Sie über das Steam-Menü mit „Ein/Aus“ und „Zum Desktop wechseln“ den Linux-Desktop. Alternativ erscheint die Funktion, wenn man die Ein-/Aus-Taste länger gedrückt hält.

Der KDE-Plasma-Desktop von SteamOS 3.0 ist ordentlich vorkonfiguriert mit einer Leiste, Anwendungsmenü und gut lesbarer Schrift. Der KDE-Plasma-Desktop liegt in recht aktueller Version 5.23 vor. Damit ist er nicht ganz auf dem Stand von Arch Linux (5.24). Der Kernel 5.13 ist nicht topaktuell, aber doch recht neu. Trotz deutscher Sprachauswahl beim ersten Start des Geräts ist der Plasma-Desktop auf Englisch und das Tastaturlayout ein US-amerikanisches. Deutsche (oder andere) Sprachpakete fehlen dem System derzeit noch. Das Tastaturlayout ändern Sie über die „System Settings“.

Das Linux-System ist, passend für Einsteiger, weitgehend zugenagelt und schreibgeschützt. Linux-Profis entfernen den Schreibschutz bei Bedarf einfach. Der Plasma-Desktop bringt umfangreiche grafische Dialoge zur Systemkonfiguration mit. Die Software-Ausstattung ist rudimentär, doch das ist sinnvoll, da jede installierte Anwendung Platz in Anspruch nimmt, der für Spiele gebraucht wird. Als Texteditor gibts Vim, zum Surfen dient Firefox. Sämtliche über Steam installierten Spiele listet das Menü unter „Games“ auf.

Neue Software gelangt als Flatpak auf das System und die Auswahl dafür ist reichhaltig. Zur Installation liefert SteamOS das grafische Tool Discover mit. Nur ein paar Beispiele: Dateien mit einem Linux-PC tauscht man mit dem Tool Warpinator aus. Mit Kdenlive lassen sich Videos schneiden, mit Gimp Bilder bearbeiten, als Büro-Software steht LibreOffice zur Wahl. Fotos kann Digikam verwalten, für RAW-Bildbearbeitung gibt es Darktable und sogar Blender steht zur Auswahl. Alternative Game-Launcher wie Lutris oder Heroic Game Launcher stehen ebenfalls als Flatpak bereit. KDE-Kundige werden typische KDE-Anwendungen vermissen. Der Editor Kate beispielsweise ist nicht als Flatpak erhältlich und fehlt in Discover.

Noch können wir SteamOS 3.0 nicht endgültig beurteilen, denn das System ist noch nicht fertig. Valve hat keinen Veröffentlichungstermin angekündigt und es bisher nicht zum Download für die Installation auf anderen Datenträgern bereitgestellt. Laut Valve fehlt beispielsweise noch der Dual-Boot-Assistent des Installationsprogramms. Zur Wiederherstellung verunetzter Steam Decks gibt es jedoch ein Image zum Download. Wer will, kann auf eigene Gefahr auch Windows 10 oder ein anderes Linux-System installieren, ist dabei allerdings auf sich allein gestellt. Einige Windows-Treiber hat Valve bereits veröffentlicht, Audio-Treiber fehlen noch.

## Fazit

Das Steam Deck macht als Gaming-Handheld eine richtig gute Figur. Valve liefert beachtliche Leistung für einen guten Preis. Der surrende Lüfter ist zwar ein Manko, störte uns aber in Spielen dank der günstig positionierten Lautsprecher nicht weiter. Der größte Vorteil: Spiele aus der eigenen Steam-Bibliothek muss man für keine weitere Plattform kaufen, um bequem auf dem Sofa oder unterwegs zu spielen. Dank offenem Ansatz können Spielerinnen und Spieler andere Betriebssysteme aufspielen, kleine Schäden mit Ersatzteilen selbst

reparieren und das Gerät als tragbaren PC für andere Zwecke nutzen.

Als Gaming-PC wirkt das Steam Deck noch unausgereift, beim Anschließen externer Monitore hakt es immer mal wieder. Ob die Performance auch für die Anzeige auf höheren Auflösungen reicht, hängt von den gewählten Spielen und den eigenen Ansprüchen an die Grafik ab. Der Linux-Desktop ist auch von Einsteigern ohne große Hürden zu benutzen.

Wenn Valve jetzt noch den Großteil der Software-Tücken beheben kann, dürfen sich auch einige der zu Beginn enttäuschten Early Adopter über ein rundes System freuen. Schon jetzt kommt aber beim Spielen mit dem Steam Deck auf dem Sofa Konsolen-Feeling auf: einfach Knöpfchen drücken und losspielen.

(lmd@ct.de) **ct**

## Literatur

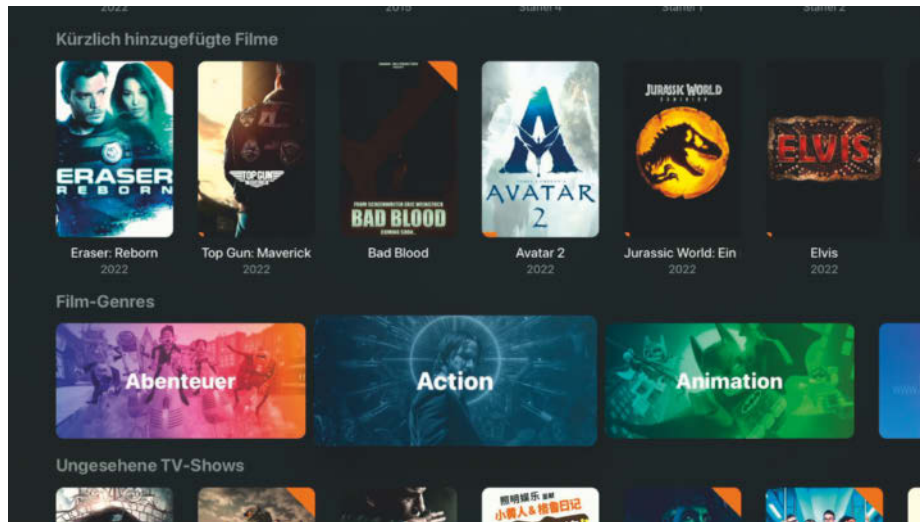
- [1] Liane M. Dubowy, *Läuft einfach, Windows-Spiele unter Linux mit Proton*, c't 8/2021, S. 164
- [2] Liane M. Dubowy, *Alles unter einem Hut, Open-Source-Spieleplattform für Linux*, c't 17/2016, S. 150
- [3] Liane M. Dubowy, *Heldenepos, Windows-Spiele aus dem Epic Games Store unter Linux spielen*, c't 1/2022, S. 166

**Unterstützte Spiele:** [ct.de/yqys](https://ct.de/yqys)

## Valve Steam Deck

Mobile Spielkonsole und Linux-PC	
Hersteller, URL	Valve, <a href="https://steamdeck.com">steamdeck.com</a>
Betriebssystem	SteamOS 3.0 (auf Basis von Arch Linux, Kernel 5.13)
Desktop	KDE Plasma 5.23
Kombiprozessor	AMD Custom APU 0405, CPU: 8 Zen-2-Kerne mit 2,4–3,5 GHz, GPU: 8 RDNA-2-CUs 1,0–1,6 GHz
Arbeitsspeicher	16 GByte LPDDR5-RAM
Display	7-Zoll-IPS-LCD-Touchscreen, Auflösung: 1280 × 800 (16:10), 60 Hz, in der teuersten Version mit entspiegeltem und geätztem Glas
Helligkeit	480 cd/m <sup>2</sup>
Kontrastverhältnis	1021:1
Speichervarianten	64 GByte eMMC / 256 GByte NVMe-SSD / 512 GByte NVMe-SSD (erweiterbar durch microSD)
Akku/Stromversorgung	40-Wattstunden-Akku / 45 W USB-C-Netzteil
Laufzeit	2 bis 8 Stunden <sup>1</sup> (Beispiele siehe Text)
Anschlüsse	USB-C-Einzelbuchse zum Anschluss von Ladegerät oder Dockingstation (USB 3.2)
Audio	2 Stereo-Lautsprecher, 3,5-mm-Stereo-Kopfhörerbuchse, Doppelmikrofon-Array, Multikanal-Audio via DisplayPort über USB-C, Standard-USB-C oder Bluetooth 5.0
Netzwerk	Bluetooth 5.0, Dual-Band-WLAN 2,4 und 5 GHz (2 × 2 MIMO IEEE 802.11 a/b/g/n/ac)
Betriebsgeräusch	ohne Last: 0,4 sone / unter Volllast: bis 1,7 sone
Tasten	2 × berührungsempfindliche Analogsticks, Steuerkreuz, 4 × Schultertasten, 8 × Knöpfe, 2 × 32,5-mm-Trackpads mit haptischem Feedback, 4 × zuweisbare Griff Tasten
Sensoren	Gyroskop (6-Achsen-IMU), Fingersensoren (auf den Sticks)
Zubehör	45-Watt-Netzteil (USB-C PD 3.0), formstabile Tragetasche
Maße	298 mm × 117 mm × 49 mm
Gewicht	669 g
Preis	419 € (64 GByte) / 549 € (256 GByte) / 679 € (512 GByte)
<sup>1</sup> Herstellerangabe	





# Video-Infusion

## Infuse 7 erweitert Apple TV 4K zum UHD-Mediacenter

**Das Apple TV 4K ist eine reine Streaming-Box und spielt von Haus aus keine Videos vom heimischen NAS ab. Mit der Mediacenter-App Infuse 7 gelingt das trotzdem – im Test überzeugte sie mit großer Formatvielfalt und leistete sich nur wenige Patzer.**

Von Nico Jurran

Beim jüngsten Vergleichstest von Streaming-Playern in c't 6/2022, Seite 116 fiel das Apple TV 4K in einem Punkt deutlich hinter dem Rest des Feldes zurück: als Medienplayer für Inhalte von einem NAS. So bringt Apples Box für diesen Anwendungsbereich weder wie Roku-Modelle eine eigene App mit, noch steht die kostenlose Mediacenter-Software Kodi für diesen Zweck bereit.

Kodi, das sich auf dem Shield TV (Pro) und anderen Android-Playern direkt aus dem Google Play Store und auf Fire TVs per Sideload installieren lässt, gibt es für

das Apple TV nicht, da es nach Apples Vorgaben nicht erlaubte Teile enthält – wie die Unterstützung für nutzerseitig installierbare Add-ons und Plug-ins. Den VLC Media Player gibt es in einer kostenlosen tvOS-Alternative zwar im App Store, allerdings nur in einer abgespeckten Version, die weder HDR-Bild noch 3D-Sound unterstützt.

Zu Recht wiesen Leser nach dem Test aber darauf hin, dass es durchaus bessere Player-Software gibt – sofern man dafür Geld ausgibt. Zu nennen wäre da etwa die App „MrMC“ für rund 7 Euro, ein von einem ehemaligen Mitglied des Kodi-Entwicklerteams ins Leben gerufener Fork ohne die kritischen Teile.

Allerdings geht deren Entwicklung nur noch recht schleppend voran: Das letzte größere Update erschien 2020, der letzte Bugfix auch schon vor über einem halben Jahr. Bei unseren Versuchen zickte MrMC zudem immer wieder bei der Anbindung der Netzwerkfestplatten. Es ist fraglich, ob sich die Situation verbessert: Auf Reddit war schon eine Ankündigung für MrMC 2 zu lesen, wobei es den Nachfolger zunächst aber nur für Android geben soll. Fassungen für tvOS und iOS

sollen nur bei „ausreichend Interesse“ seitens der Nutzerschaft erscheinen.

### Mini-Kodi

Über die vergangenen Jahre schickt sich die Firma Firecore allerdings an, mit „Infuse“ eine echte Alternative zu Kodi zu schaffen. Mittlerweile hat die App die Version 7 erreicht, womit leider auch noch einmal der Preis gestiegen ist. Die Nutzung kostet für Neukunden nun wahlweise 1 Euro im Monat beziehungsweise 10 Euro im Jahr oder einmalig 85 Euro. Immerhin kann man dafür auch die Infuse-7-Versionen für Mac, iPhone, iPod touch und iPad nutzen.

Infuse gibt auf dem Apple TV 4K Videos vom NAS in allen nur erdenklichen Formaten und Container wieder, auch aus ISO-Images. Hat man einen passenden Fernseher, kann man auch Inhalte mit erweitertem Kontrastumfang (High Dynamic Range) abspielen. Dabei kennt die App nicht nur das statische Format HDR10, sondern auch die dynamische Variante Dolby Vision mit HDR-Informationen für jedes einzelne Bild.

Wir hatten bereits im oben angesprochenen Vergleichstest darüber berichtet, dass das Apple TV 4K über VLC alleine mit seiner CPU Videos im Next-Generation-Codec AV1 bis zur 4K-Auflösung ruckelfrei dekodiert. Dies klappte nun auch mit Infuse als Player-Software, womit die App recht gut für die Zukunft gerüstet ist.

### Tonformate

Eine Besonderheit des Apple TV 4K ist, dass es die ankommenden Tonspuren nicht einfach per HDMI durchreicht, sondern selbst dekodiert und die so aufbereiteten Audiodaten im Mehrkanal-PCM-Format an den AV-Receiver ausgibt. Das gilt auch, wenn man Infuse als Abspielsoftware für eigene Dateien nutzt – und funktionierte im Test mit Dolby-Digital ebenso wie mit DTS-Spuren einwandfrei. Bei Tonspuren im Format Dolby Digital Plus mit Dolby-Atmos-Erweiterung erhält man Mehrkanal-PCM-Ton samt Höheninformationen – so weit, so gut.

Problematisch wird es jedoch, wenn man Rips von Blu-ray Discs oder UHD-Blu-rays mit Tonspuren in Dolby TrueHD samt Dolby-Atmos-Extension vom NAS abspielt: Hier fehlen plötzlich die Höheninformationen – womit das Apple TV 4K mit Infuse 7 hinter dem Shield TV (Pro) mit Kodi zurückbleibt, das beide Dolby-Codecs samt Atmos-Erweiterung ausgibt.



Analog bei DTS-HD Master Audio und dessen Erweiterung DTS:X: Aus dem Apple TV 4K mit Infuse 7 kommt nur mehrkanaliger PCM-Ton ohne Höheninformationen, während das Shield TV (Pro) mit Kodi bei denselben Dateien 3D-Sound im Format DTS:X liefert.

Dieses Ergebnis verwundert nicht, da Apple das Apple TV 4K als reinen Streaming-Player konzipiert hat, während die Lossless-Formate Dolby TrueHD oder DTS-HD Master Audio nur auf Blu-ray Disc und UHD-Blu-ray vorkommen – sei es mit oder ohne 3D-Sound-Erweiterungen. Infuse kann diese Lücke von sich aus ohne Unterstützung seitens Apple nicht schließen; auch Kodi benötigte hier die Treiber von Nvidia.

Viele Nutzer dürften mit dieser Einschränkung aber gut leben können. Schwerer wiegt die mangelnde Toleranz von Infuse 7, wenn tatsächlich mal ein Problem mit einem Audio- oder Videoformat auftritt. Dann geriet die App im Test oft völlig aus dem Tritt und es half nur noch ein Neustart des Gerätes. Glücklicherweise bereiten aber nur wenige Formate Infuse überhaupt Probleme.

## Untertitel

Wer gerne Filme im Original mit Untertiteln schaut, wird sich darüber freuen, dass Infuse diese sowohl im Video-Container eingebunden als auch aus separaten SRT-Dateien abspielt, die die Texte inklusive Timecodes enthalten. Zudem lässt

sich die vertikale Position der Untertitel (im Rahmen) ändern, etwa für Projektionen im Bildformaten 1,85:1 oder 2,35:1.

Infuse hat auch eine Funktion, um Untertitel mit Zeitversatz einzublenden und so Asynchronitäten zum Geschehen auf dem Bildschirm auszugleichen. Lediglich die bei den Versionen für Macs und iOS-Geräten gegebene Möglichkeit, Untertitel direkt von der Website OpenSubtitles herunterzuladen, gibt es bei der Apple-TV-Fassung bislang nicht.

## Mediacenter

Infuse schlägt sich nicht nur gut bei den Formaten, die bei jedem NAS-Player Pflicht sind, sondern glänzt auch und vor allem bei der Kür: als Mediacenter-Software. So sortierte es gewissenhaft die auf dem NAS vorhandenen Filme und Serien – letztere auch nach Staffeln und Folgen. In einem Abwasch organisiert es dabei gleich die passenden Cover-Abbildungen aus dem Internet und bereitet die Sammlung optisch damit ansprechend auf.

Zu jedem Titel erhält man eine Übersicht über Besetzung und Crew sowie eine kurze Inhaltsangabe – wobei Infuse bei Serien leider nur angibt, worum es allgemein geht, und keine Informationen zum Inhalt der einzelnen Episoden liefert. Positiv fällt wiederum auf, dass man bereits angesehene Folgen markieren kann, sodass auf der Startseite stets die als Nächstes anstehende Episode jeder Serie präsentiert wird. Bei Filmen erleichtern zusätzliche

Sortierungen nach Genres und Bewertungen die Auswahl des nächsten Titels.

Nutzt man Infuse auf mehreren Apple-Geräten, synchronisieren diese die Daten optional sogar untereinander über iCloud. Das ermöglicht es unter anderem, die Wiedergabe eines Videos an einem Gerät zu starten und an einem anderen an der Abbruchstelle fortzusetzen.

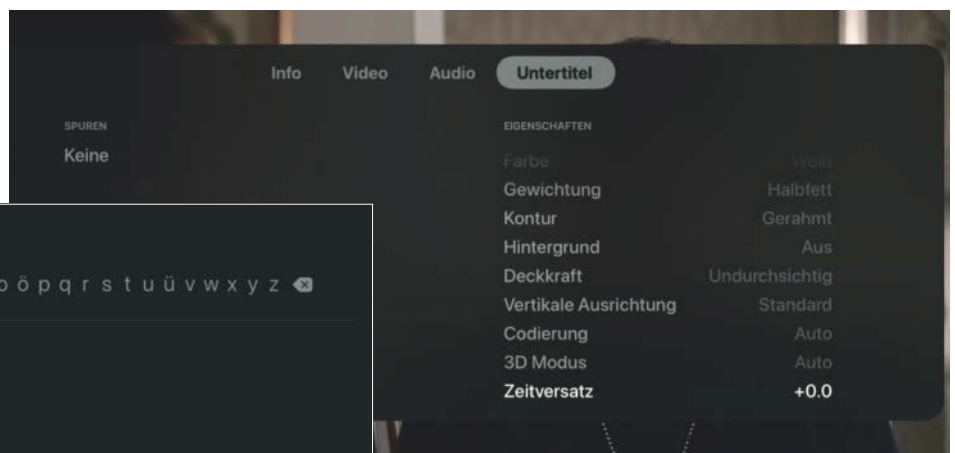
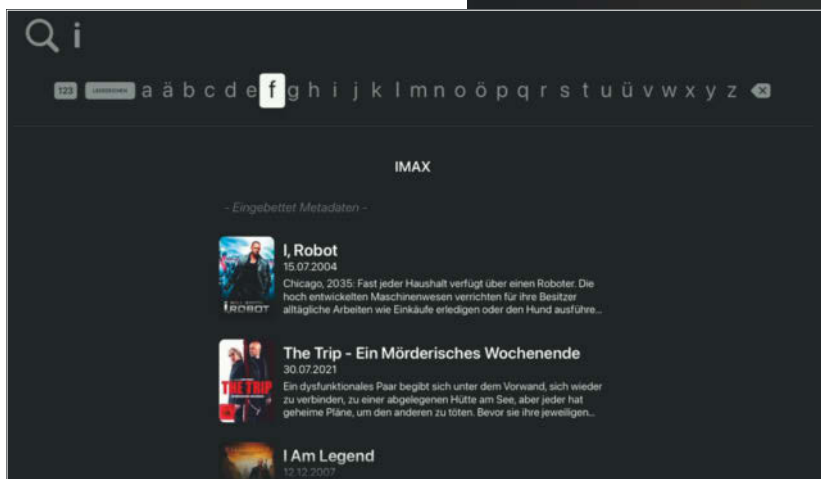
## Fazit

Infuse 7 ist aktuell zweifellos der beste Player für das Apple TV 4K. Daran ändert auch der Umstand nichts, dass sich die Apple-Box mit Infuse dem Duo aus Shield TV (Pro) und Kodi geschlagen geben muss, wenn es um die Wiedergabe von (UHD-) Blu-ray-Rips mit HD-Audio-Ton samt 3D-Informationen geht. Mit einer einwandfrei funktionierenden Dolby-Atmos-Ausgabe bei Dolby Digital Plus, der Dolby-Vision-Unterstützung und der AV1-Dekodierung in 4K setzt sich das Apple TV 4K mit Infuse 7 auf jeden Fall positiv von der Mehrzahl der Streaming-Player auf dem Markt ab, wenn es um die Wiedergabe von Videos von einem NAS geht. (nij@ct.de) **ct**

## Infuse 7

Mediacenter-App	
Hersteller, URL	Firecore, firecore.com
Systemanf.	Apple TV: tvOS 13+, Mac: macOS 11.0+, iPad: iPadOS 14.0, iPhone / iPod touch: iOS 14.0
Preis	0,99 € / 9,99 € / 84,99 € (Monat / Jahr / einmalig)

Bei externen Untertiteln gibt es eine ganz Reihe von Optionen, um deren Aussehen und die Position zu beeinflussen.



Sollte sich Infuse einmal bei der Zuordnung eines Videos zu einem Film oder einer Serie irren, lässt sich dies direkt über die App recht einfach korrigieren.





Mit Bildmaterial von FF Pictures / FF.de

# Ultrascharf und brillant

## 4K/HDR-Videos am Mac schauen

**Aktuelle Macs spielen Filme mit 4K-Auflösung, erweitertem Farb- und erhöhtem Kontrastumfang über Streamingplattformen meist problemlos ab. Wer seine Filmsammlung in MKV-Containern konserviert, profitiert standardmäßig aber nicht von HDR. Vier alternative Player mussten im c't-Labor zeigen, wie gut sie Abhilfe leisten.**

Von Dennis Schirmacher

**W**er einmal einen Kinofilm wie „Black Panther“ von Marvel in 4K-Auflösung mit 3840 × 2160 Bildpunkten und erhöhtem Kontrastumfang (High Dynamic Range, HDR) gesehen hat, will so ein farbtintensives und brillantes Bild nicht mehr missen. Solche Filme schaut man üblicherweise an einem passenden TV-Gerät über Apps wie Netflix oder einen angeschlossenen Streaming-Client. Das geht aber auch direkt am Mac. Die hier vorgestellten Player können das auch mit Filmen im weit verbreiteten MKV-Container.

### HDR-Kompatibilität

Die Desktop-Macs iMac Pro und iMac (ab 2020) mit mindestens macOS Catalina

(10.15) können 4K/HDR-Videos abspielen. Bei den Notebooks klappt das mit dem MacBook Air (ab 2018, externe HDR-Ausgabe nur M1-Modelle) und dem MacBook Pro (ab 2018). Wer einen Mac mini besitzt, braucht mindestens ein Modell aus dem Jahr 2018. Beim Mac Pro klappt die HDR-Wiedergabe ab 2019. Die iMacs und MacBooks geben HDR-Inhalte (Dolby Vision, HDR10, HLG) direkt auf dem internen Bildschirm wieder. Auf einem externen Bildschirm wird bei Dolby-Vision-Inhalten nur der HDR10-Kern ausgegeben.

Wer ein 4K-Videosignal mit HDR auf einem kompatiblen Fernseher oder Monitor ausgeben möchte, benötigt je nach Mac



ein passendes Displayport- oder HDMI-Kabel – beziehungsweise kompatible Adapter – und muss in den Systemeinstellungen unter Bildschirm den Punkt High Dynamic Range aktivieren. In unserem Aufbau haben wir mit einem MacBook Air (2020) HDR-Videos über ein Displayport-Kabel mit einem HDMI-Adapter erfolgreich auf einem Monitor dargestellt.

## HDR: Ja, aber nicht immer

Stimmen die Voraussetzungen, kann man beispielsweise mit einem iPhone (ab Modell 12) aufgenommene HDR-Videos mit dem ab Werk installierten QuickTime Player oder Filme von Streamingdiensten wie Disney+ (Dolby Vision) oder YouTube (HDR10) mit dem Webbrowser Safari abspielen. Liegen die 4K-Filme mit HDR-Informationen im weit verbreiteten MKV-Container vor, laufen diese jedoch nicht mit den Bordmitteln von macOS. Apples QuickTime Player kann zwar beispielsweise HDR-Inhalte aus MP4-Dateien wiedergeben, kommt aber mit MKV-Containern nicht zurecht.

## Den richtigen Player finden

Der freie, optional installierbare VLC Player gibt Filme auf aktueller Hardware zwar ruckelfrei in 4K/HDR wieder, nimmt derzeit aber unter macOS aus Kompatibilitätsgründen ein aggressives Tone Mapping vor. Am Ende bekommt man ein vergleichsweise flaes Bild serviert (siehe Kasten auf S. 122). Die Medienabspieler Movist Pro (4,50 Euro), Optimus Player (4,50 Euro) und MPV (kostenlos) verstehen sich auf eine „echte“ 4K/HDR-Wiedergabe und kommen mit allen gängigen Video-Containern und -Codecs klar. Um Ressourcen des Computers zu schonen, dekodieren alle Player den HEVC-Codec (H.265) in Hardware.

Im Kasten auf Seite 122 bewerten wir die Bildqualität der Player. Wie man dort auf den Vergleichsbildern sieht, unterscheidet sich die Wiedergabetreue. Der Grund dafür ist, dass die Softwarebasis der Player die Farb- und Kontrastinformationen mit ihren unzähligen Parametern jeweils anders interpretiert. Dafür ist unter anderem das Tone Mapping maßgeblich verantwortlich. Dabei handelt es sich um einen Ansatz, der etwa den Dynamikbereich eines kontraststarken HDR-Bildes eindämmt, damit auf einem Bildschirm mit geringerem Dynamikbereich keine Details verloren gehen. Je nach Arbeitsweise kann das Ergebnis kontraproduktiv

zur Intention von Filmschaffenden ausfallen und etwa Abstufungen in hellen Bildbereichen gehen verloren.

## Flexibler Abspieler

Wer kein Geld in die Hand nehmen möchte, greift zum Open-Source-Player MPV, der auf das Multimedia-Framework FFmpeg setzt. MPV gibt es bislang nur in einer Intel-Variante; auf M1-Macs startet er über das Rosetta-Framework. Der Player läuft über die Kommandozeile. Wem diese Bedienung zu kompliziert ist, der findet im Downloadbereich der Website [mpv.io](https://mpv.io) Builds mit einer simplen grafischen Bedienoberfläche, sodass man die Wiedergabe über die Maus steuern kann. Wer möchte, kann den Player aus dem Quellcode von der GitHub-Seite selbst kompilieren (siehe [ct.de/yfdm](https://ct.de/yfdm)). Dort findet man auch viele Skripte von Nutzern, um etwa Inhalte von DLNA-Servern abzurufen.

Wer mit der Bildqualität bei der HDR-Wiedergabe (HDR10, HLG) unzufrieden ist, kann auf Wunsch umfangreich in die Bildparameter für die Gamma-, Farb- und Kontrastdarstellung eingreifen (Dokumentation dazu via [ct.de/yfdm](https://ct.de/yfdm)). Darunter finden sich auch Parameter zur Arbeitsweise des Tone Mapping. Aber Vorsicht: Trotz umfangreicher Dokumentation auf GitHub und der MPV-Website sollte man schon genau wissen, was man da macht. Ansonsten verschlimmbessert man die Darstellung.

## Unverfälschter Player

Der Optimus Player setzt ebenfalls auf die Audio- und Video-Bibliotheken von FFmpeg und unterstützt mehr als 250 Dateiformate und über 400 Codecs. Der Medienabspieler läuft als Intel-App via Rosetta auf M1-Macs. Er stammt von einem

## ct kompakt

- Für die 4K/HDR-Wiedergabe benötigt man einen kompatiblen Mac.
- Darauf laufen HDR-Filme von Streamingportalen bereits ab Werk.
- Für HDR-Filme im MKV-Container benötigt man spezielle Player.

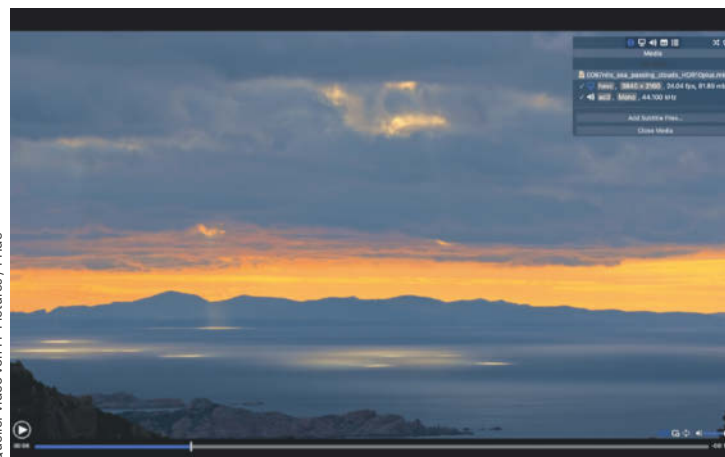
Google-Entwickler, der unzufrieden mit der verfälschten HDR-Darstellung von vielen Media-Playern war. Sein Ziel mit dem Optimus Player lautet daher, Filme so authentisch wie möglich darzustellen.

In den Einstellungen kann man in der Folge keinerlei Einfluss auf die Darstellung nehmen. Das ist aber auch gar nicht notwendig (siehe Vergleichsbilder unten). Bei der HDR-Wiedergabe unterstützt der Player die Formate HDR10 und HLG.

Dank der AirPlay-2-Unterstützung kann man über die entsprechende Schaltfläche den Ton an einen AirPlay-Lautsprecher im Netzwerk weiterleiten. Die Software kümmert sich automatisch darum, dass Video und Ton synchron laufen.

## Allround-Player

Der Kandidat Movist Pro ist der einzige Abspieler in diesem Vergleich, der als Universal App daherkommt. Das heißt, er ist für Apples M1-Chip optimiert, läuft aber auch auf Intel-Maschinen. Wer sich für den Player interessiert, sollte die Version auf der Website [movistprime.com](https://movistprime.com) und nicht im Mac App Store kaufen. Die Ausgabe von der Website verfügt nämlich über mehr Funktionen und man kann damit etwa über



Quelle: Video von FF Pictures / FFmpeg

**Übersichtlich:** Alle Player kommen mit einer minimalistischen Bedienoberfläche daher. Auf Wunsch zeigt der Movist Pro Player Audio- und Video-Codec-Informationen an.



Netzwerkfreigaben wie SMB Filme von einem Netzwerkspeicher (NAS) abspielen. Außerdem gibt man darüber Videos aus dem Internet wieder. Das funktioniert über eine Erweiterung für den Webbrowser Safari. Als Grund für die abgespeckte Version im App Store nennen die Entwickler Restriktionen seitens Apple.

In den Einstellungen kann man zwar beispielsweise Untertitel im Bereich von schwarzen Filmbalken platzieren, die HDR-Wiedergabe lässt sich aber nicht

konfigurieren. Auf Wunsch kann man den Player über die Apple-Fernbedienung steuern. Der schon seit 2019 versprochene AirPlay-Support lässt jedoch immer noch auf sich warten.

### Fazit

Alle vorgestellten Player kommen in der Regel problemlos mit 4K/HDR-Filmen im MKV-Container und HEVC-kodiert klar. In unserem Versuch mit mehreren Dateien kam keiner der Abspieler ins Straucheln.

Bastler greifen zu MPV und toben sich in den Einstellungen aus. Das nötige Handwerkszeug dafür findet man in der umfangreichen Doku für den Open-Source-Player ([ct.de/yfdm](https://ct.de/yfdm)) Wer hingegen einfach nur Play drücken und Filme genießen möchte, kauft Movist Pro oder den Optimus Player. Aufgrund der akkuraten Wiedergabetreue ist der Optimus Player unser Favorit.

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

**Konfiguration MPV Player:** [ct.de/yfdm](https://ct.de/yfdm)

## Bildqualität der Player im Vergleich

Für eine akkurate HDR-Wiedergabe spielt vor allem das Tone Mapping eine große Rolle. Dabei handelt es sich um ein Verfahren, das den Farbraum und Kontrastumfang von HDR-Videos an die Fähigkeiten eines Bildschirms anpasst. Das ist nötig, da nicht alle Fernseher die maximale Helligkeit solcher Videos (1000 Candela pro Quadratmeter cd/m²) und den gesamten P3-Farbraum innerhalb von BT.2020 darstellen können. Beispielsweise bei OLED-Fernsehern ist die Leuchtkraft oft auf weniger als 800 cd/m² limitiert. Strahlt in einer Filmszene etwa eine Sonne mit 900 cd/m², greift der Tone-Mapping-Ansatz und verringert den Kontrastumfang des Videosignals, damit bei der Wiedergabe möglichst keine Details verloren gehen. Je nach Arbeitsweise kann die Darstellung in Extremfällen flauer oder überstrahlter als vom Regisseur beabsichtigt ausfallen. Dementsprechend sorgt das Tone Mapping auf Software-Basis der Player für unterschiedliche Bildeindrücke.

Um das gegenzuprüfen, haben wir Filme auf einem kalibrierten LG-OLED-TV (Farbraum, Farbtemperatur und Gamma) als Referenzbildschirm von Ultra HD Blu-ray Disc mit einer Playstation 5 abgespielt. Zur Filmwiedergabe auf dem Mac kam ein MacBook Air (2020) mit M1-Prozessor zum Einsatz. Der interne Bildschirm ist ab Werk schon sehr gut kalibriert, sodass im direkten Vergleich erkennbare Abweichungen vom Player stammen müssen. Die Vergleichsbilder wurden mit identischer Belichtung geknipst.

Aufgrund von fehlender Kompatibilität spielt der VLC Player ❶ unter macOS zwar HDR ab, nimmt aber derzeit noch ein aggressives Tone Mapping vor, sodass die Darstellung im Vergleich sehr matt wirkt. Der MPV Player ❷ betont beim gezeigten HDR-Material helle Bereiche etwas zu stark und weist einen leichten Rotstich auf. Die Abspieler Movist Pro ❸ und Optimus ❹ machen ihre Sache schon ziemlich gut. Bei Kinofilmmaterial, das wir aus lizenzrechtlichen Gründen nicht abbilden können, neigt Movist Pro aber zum Ausbrennen von Details in hellen Highlights. Im direkten Vergleich zum LG-Fernseher hat uns insgesamt der Optimus Player am besten gefallen: Hier wirken die Farbdarstellung und strahlende Details am authentischsten.





heise +

ct

ix

Mac&i

Make:

MIT  
Technology  
Review  
Das Magazin für Innovation von Heise

ct **Fotografie**

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

## Das digitale Abo für IT und Technik.

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

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

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

**heise.de/plus-testen**

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

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





# Kraftclub

## Die ersten Smartphones mit dem Qualcomm Snapdragon 8 Gen 1

**Motorola, Oppo, Realme und Xiaomi versprechen Rechenleistung satt mit ihren neuen High-End-Handys. Wer ordentlich einheizt, muss aber auch einen kühlen Kopf bewahren, und das schaffen nicht alle, wie wir festgestellt haben.**

Von Robin Brand und Steffen Herget

**M**it mehr Power in den Frühling: Die ersten Smartphones mit dem neuen Qualcomm Snapdragon 8 Gen 1, dem momentan leistungsstärksten Mobilprozessor für Android-Geräte, haben den Weg in die Läden und ins c't-Labor gefunden. Alle vier kommen von chinesischen Herstellern: Das 12 Pro stammt von Xiaomi, das

Motorola Edge 30 Pro lebt unter dem Dach von Lenovo. Das Realme GT 2 Pro und das Oppo Find X5 Pro sind zumindest indirekt miteinander verbandelt, Oppo hält Anteile an Realme und beide Marken gehören zum Geflecht des Elektronikriesen BBK.

Wo in den vergangenen Jahren der Materialmix aus Glasrückseite und Metallrahmen dominierte, gibt es derzeit bei der hinteren Abdeckung mehr Auswahl. Oppo stattet das Find X5 Pro mit einer Keramikrückseite aus, die besonders kratzfest sein soll, aber auch Fingerabdrücke geradezu magisch anzieht. Das Realme GT 2 Pro trägt fein texturierten Kunststoff auf dem Rücken spazieren, der laut Hersteller haptisch an Papier erinnern soll. Motorola und Xiaomi bleiben bei Glas mit einer matten Oberfläche, die sich vor allem beim 12 Pro seidig-weich anfühlt. Eine IP-Schutzart können nur das Edge 30 Pro und das Find X5 Pro vorweisen, wobei Oppo mit IP68 höher greift als Motorola mit IP52.

### Displays in Einheitsgröße

Seltene Einigkeit herrscht bei der Größe des Bildschirms: 6,7 Zoll in der Diagonale, nicht mehr und nicht weniger. Was früher schon fast als Tablet galt, passt dank kaum noch vorhandenen Displayrändern zumindest in größere Hosentaschen. Die Displayränder sind bei drei der vier Smartphones an den Längsseiten minimal gekrümmt, um die Fläche besonders weit ausreizen zu können. Die ganz leichten Verzerrungen an diesen Rändern haben uns nicht gestört, im Gegenteil: Die Android-Gestensteuerung mit Wischbewegungen vom Bildschirmrand fühlt sich mit leichter Krümmung ein wenig natürlicher an. Nur Motorola baut ein komplett flaches Display ein. Strahlende Farben und scharfe Kontraste schmeicheln durch die Bank dem Auge. Hell genug sind alle vier, wobei Xiaomi unter dem Messgerät mit fast vierstelligem Ergebnis rund 300 cd/m<sup>2</sup> mehr erreicht als das Trio von Motorola, Oppo



und Realme. Das sieht man bei starker Sonneneinstrahlung.

Die Displays von Realme, Oppo und Xiaomi sind bis zu 120 Hertz schnell, Motorola wirft erst bei 144 Hertz den Anker. Sichtbare Vorteile bringen diese 24 Hertz nicht mehr, wohl aber die Verdopplung der alten 60-Hertz-Grenze: Alles flutscht besser, wirkt flüssiger und fürs Auge angenehmer. Das GT 2 Pro von Realme hat gar ein LTPO-2.0-Panel, das die Frequenz zwischen 1 und 120 Hz fein einstellen kann – der Rest regelt zwar auch auf Wunsch automatisch, aber nur in größeren Schritten und mit deutlicheren Abstufungen. Während Motorola es bei gestrecktem Full-HD belässt, packt der Rest mehr Pixel auf die Fläche und erreicht WQHD-Auflösung. In den Einstellungen lässt sich die gewünschte Auflösung wählen. Mehr Pixel bedeuten zwar mehr Stromverbrauch, in unseren Tests machte das aber stets nur wenige Minuten bei der Laufzeit aus – hochschalten ohne Reue ist also angeraten.

### Fieberhafte Leistung

In den Benchmarks hängt der Snapdragon 8 Gen 1 seinen Vorgänger Snapdragon 888 ein gutes Stück ab. Apples A15 kann in den Labortests locker mithalten und übertrifft den Qualcomm-Chip hier und da, und auch den Exynos 2200 von Samsung hängt der Snapdragon 8 Gen 1 nicht meilenweit ab. Nebensächlich ist die Punkteklauerei aber in der täglichen Benutzung, und da sind die vier Smartphones allesamt rasant unterwegs. Wir haben keine Ruckler, Aussetzer oder Ladepausen bemerkt, im Gegenteil stellt sich schnell das Gefühl ein, dass hier noch jede Menge Leistungsreserven vorhanden sind.

Mit der Power des SoC geht jedoch eine Herausforderung einher: die Abwärme. Alle vier Hersteller betonen, besonderes Augenmerk auf ein potentes Kühlsystem gelegt zu haben. Nach zwanzig Durchgängen in den grafiklastigen Benchmarks von 3DMark werden die Smartphones durch die Bank jedoch allen Bemühungen zum Trotz unangenehm warm, die Ergebnisse sinken auf gut 60 Prozent des Bestwerts im kühlen Zustand. Besonders stark drosselt das Xiaomi 12 Pro, am Ende der 3DMark-Dauertests erreicht es bestenfalls 50 Prozent der Ausgangsleistung. In der täglichen Benutzung werden die vier Androiden selten mehr als handwarm, aber mit anspruchsvollen Spielen über mehrere Stunden oder längeren Vi-



### Motorola Edge 30 Pro

Das Motorola Edge 30 Pro fällt mit seiner angenehm schlanken Bedienoberfläche auf. Diese unterscheidet sich kaum vom Stock-Android – aber deutlich von den stark angepassten und mit Bloatware vollgestopften Oppo-, Realme- und Xiaomi-Konkurrenten, was unter anderem zum größten freien Speicher im Testfeld führt. Beim Software-Support hinkt Motorola allerdings hinterher: Nur zwei Funktionsupgrades und drei Jahre lang Sicherheitsaktualisierungen will der Hersteller liefern. Zum Konkurrenten von Samsungs StiftpPhones wird das Edge 30 Pro dank Digitizer – der passende Stift ist allerdings noch nicht erhältlich. Lenovos Standard-Pen mit USI-Protokoll funktionierte im Test nicht am Edge 30 Pro.

- 👉 beste Frontkamera
- 👉 schlankes Android
- 👎 nur drei Jahre Updates

Preis: 800 Euro



### Realme GT2 Pro

Die Besonderheiten des GT 2 Pro hat Realme gut versteckt. Dass man damit Fotos wie unter einem Mikroskop oder im spektakulären 150-Grad-Bildwinkel schießen kann, findet man in der Kamera-App unter „Mehr“. Etwas prominenter hätte Realme Mikroskop-Kamera und Fisheye platzieren dürfen, sie sind schließlich eine unterhaltsame Spielerei. Durchaus ernst zu nehmen ist das Smartphone selbst: Der OLED-Bildschirm strahlt hell und regelt die Bildrate dank LTPO2-Technik dynamisch zwischen 1 und 120 Hertz. Die Laufzeiten überzeugen, geladen ist es in Windeseile und das Update-Versprechen von vier Jahren ist ordentlich. Fehlende Wasserdichtigkeit und Drahtlosladen sowie viel Bloatware trüben den guten Eindruck.

- 👉 tolles Display
- 👉 Mikroskop und Fisheye
- 👎 viel Bloatware

Preis: 850 Euro

deocalls stresst man sie schon ordentlich, sodass sie sich unkomfortabel aufheizen.

Oppo, Realme und Xiaomi haben in den Akkueinstellungen einen Schalter für einen Modus mit besonders erhöhter Leistung versteckt. Wird der aktiviert, soll mehr Power zur Verfügung stehen, die aber zulasten der Akkulaufzeit geht. Wir haben in den Benchmarks dabei nur geringe, teils gar keine Steigerung festgestellt, Oppo und Xiaomi scheinen schlicht den starken Cortex-X2-Kern ein wenig höher zu takten. Motorola spart sich solche Sperenzchen, die Ergebnisse des Edge 30 Pro sind auch ohne „Power-Modus“ auf einem Niveau mit den drei Konkurrenten.

Die Dickschiffe tragen Akkus mit Kapazitäten zwischen 4500 und 5000 mAh

im Bauch. Am längsten hielten in unseren Laufzeittests die Smartphones von Realme und Motorola durch, knapp dahinter das Oppo Find X5 Pro, das Xiaomi 12 Pro hat meist die rote Laterne. Einen Tag überstehen sie alle auch bei stärkerer Beanspruchung, einen zweiten schaffen sie nur mit sparsamer Nutzung.

### Xiaomi lädt am schnellsten

Alle vier Hersteller legen ihren Smartphones nach wie vor Ladegeräte mit in den Karton – und zwar ganz schön kräftige. Mindestens 65 Watt Ladeleistung schaffen die Geräte alle, die Spitze bildet Xiaomi mit seinem 120-Watt-Netzteil. Das schlägt sich auch in den Ladezeiten nieder, das 12 Pro ist in rund 20 Minuten von 0 auf 100





## Oppo Find X5 Pro

Kein Glas, sondern kratzfestе Keramik ziert den Rücken des Oppo Find X5 Pro mit dem fließend integrierten Kameramodul. Hauptkamera und Ultraweitwinkel verwenden identische 50-Megapixel-Sensoren, was einem konsistenten Look der Fotos zugutekommt. Die Mikroskopkamera des Vorgängers hat Oppo gestrichen und an die Schwestermarke Realme weitergegeben. Als einziges Smartphone im Vergleich unterstützt das Find X5 Pro eine eSIM als Alternative zur physischen nanoSIM. Wie Realme nervt auch Oppo mit vielen vorinstallierten Apps, pflegt dafür die Software mit drei Android-Upgrades und vier Jahren Sicherheitspatches.

- ↑ kratzfestе Keramikrückseite
- ↑ eSIM-Unterstützung
- ↓ hoher Preis



## Xiaomi 12 Pro

Xiaomi steckt gleich drei 50-Megapixel-Kameras ins neue Topmodell 12 Pro und legt den Kamerafokus verstärkt auf Videos. Bei Fotos überzeugt das Xiaomi-Smartphone aber ebenso, nur der Nachtmodus reicht nicht an das Pendant von Oppo und Realme heran. Die samtige Glasrückseite schmeichelt der Hand und hält hässliche Fingerabdrücke verlässlich ab. Mit 120 Watt ist das beiliegende Netzteil das stärkste im Vergleich und lädt den Akku in rund 20 Minuten komplett auf. Xiaomis Kühlsystem kommt mit dem Snapdragon 8 Gen 1 aber an seine Grenzen, im Dauerlauf wird das 12 Pro arg warm und drosselt die Leistung besonders stark.

- ↑ drei hochauflösende Kameras
- ↑ besonders schnelle Akkuladung
- ↓ überhitzt bei starker Last

Prozent. Bis auf das Realme GT 2 Pro unterstützen die Smartphones auch drahtlose Ladung über Qi mit bis zu 15 Watt, Oppo und Xiaomi bieten als Zubehör eigene Induktionsladegeräte mit maximal 50 Watt Ladeleistung an.

Die Hauptkameras sowie die Ultraweitwinkel der vier Smartphones führen alle 50-Megapixel-Sensoren ins Feld. Xiaomi setzt mit einem 50-Megapixel-Tele noch einen drauf. Die Mikroskopkamera des Vorgängers Find X3 Pro, die spannende Aufnahmen möglich macht, hat Oppo im Rahmen der technischen Kooperation beider Unternehmen an Realme weitergegeben, sie steckt jetzt im GT 2 Pro. Das wirkt ein bisschen, als müsste der kleine Bruder die abgelegten Klamotten des großen auftragen. Auf ein Tele muss die Kundschaft bei Realme und Motorola ver-

zichten. Das Edge 30 Pro schießt Selfies mit satten 60 Megapixeln, der Rest belässt es bei 32 Megapixeln.

Bei guten Lichtbedingungen sitzen Farbwiedergabe, Fokus, Schärfe und Dynamik durch die Bank. Schaltet man im Dämmerlicht in den Nachtmodus, bilden Xiaomi und Motorola zwar die Bedingungen naturgetreuer ab, aber mehr Licht ins Dunkel bringen Oppo und Realme. Jedes der vier Smartphones setzt unterschiedliche Schwerpunkte bei der Kamera. Das GT 2 Pro hat neben der Mikroskopkamera ein besonders weitwinkliges Objektiv mit 150 Grad Blickwinkel, das Bilder im Fish-eye-Look knipst. Das Oppo Find X5 Pro macht die besten Ultraweitwinkelfotos, sie sind schärfer und detailreicher als bei der Konkurrenz. Xiaomi stattet das 12 Pro mit gleich sechs unterschiedlichen Modi für

Langzeitbelichtungen aus und konzentriert sich darüber hinaus auf zahlreiche Videofunktionen wie 8K-Auflösung, Nachtmodus oder Spiegeleffekt. Das Edge 30 Pro schießt die schärfsten Selfies und verzichtet dabei komplett auf unnatürliche Beauty-Filter.

## Pures Android vs. Bloatware-Flut

3 zu 1 für buntes Android heißt es mit Blick auf die Bedienoberflächen: Realme, Oppo und Xiaomi toben sich aus beim Versuch, dem Betriebssystem eine eigene Note zu verpassen. Besonders individuell wirkt das nicht: Die Startbildschirme von Oppo und Xiaomi mit doppelreihig angeordneten Apps über der Startleiste ähneln einander, während die Einstellungs-menüs von Oppo und Realme kaum zu unterscheiden sind – bei ersterem nervt der penetrante Hinweis, sich ein Konto beim Hersteller einzurichten.

Motorola belässt das Android nahe am nackten Google-Vorbild und verzichtet auch weitgehend auf die Werbeeinnahmen durch vorinstallierte Apps. Die anderen drei Hersteller gehen in die Vollen und haben allerlei Bloatware installiert – dazu gehören Spiele, Shops und Apps wie TikTok, PUBG, AliExpress, Amazon, Joom, Booking und andere. Ärgerlicherweise lässt sich ein Teil davon nicht deinstallieren. Je mehr Apps vorinstalliert sind, desto mehr Daten sendet das System [1], Speicherplatz frisst es zudem: Beim Oppo sind satte 14 GByte mehr vorbelegt als beim Motorola-Smartphone.

Realme, Oppo und Xiaomi haben die Möglichkeit eingebaut, für diverse Apps, darunter Facebook und WhatsApp, zwei Konten zu hinterlegen und diese unabhängig voneinander zu verwenden. In der Moto-App lassen sich unterschiedliche Gesten Aktionen zuordnen; dreht man das Smartphone auf den Bildschirm, bleibt es bei einem eingehenden Anruf auf Wunsch stumm.

Oppo, Realme und Xiaomi übertreffen bei der Updategarantie Motorola. Motorola will Funktionsupdates zwei Jahre und Sicherheitspatches drei Jahre lang liefern, die anderen drei haben das jeweils ein Jahr länger vor.

## Fazit

Die vier kräftigen Hitzköpfe bekommen zwar Schweißperlen auf der Stirn, wenn der Power-Prozessor so richtig loslegt. Das muss der Snapdragon 8 Gen 1 aber nur selten, mit dem normalen Handyalltag ist



der Prozessor eher unterfordert und hat mehr als genug Leistungsreserven in der Hinterhand, um das Smartphone-Quartett auch in ein paar Jahren noch flott anzutreiben. Für flüssige Performance mit besonders hoher Auflösung, 8K-Videos, aufwendige Apps und Spiele oder Bildbearbeitung unterwegs kann es ohnehin nie genug Power sein.

Als Gesamtpaket haben das Realme GT 2 Pro und das Motorola Edge 30 Pro das verlockendere Preis/Leistungs-Verhältnis, sie kosten deutlich weniger als die beiden Modelle von Xiaomi und Oppo. Das 12 Pro von Xiaomi bietet sich mit seinen Kamerafunktionen unter anderem für Hobbyfilmer an, das Find X5 Pro ist durch die robuste Keramikrückseite op-

tisch besonders auffällig. Spannende Alternativen zu den Spitzenmodellen von Apple und Samsung sind sie alle vier.

(sht@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Jörg Wirtgen, Nicht ganz dicht, Wie Sie Ihr Android-Smartphone vor unkontrollierten Datenabflüssen absichern, c't 8/2022, S. 64

## Laufzeiten & Benchmarks

Modell	Geekbench 5 Single-Core [Punkte]	Geekbench 5 Multi-Core [Punkte]	3DMark Wild Life [Punkte]	YouTube-Stream (normale Helligkeit) <sup>1</sup> [h]	Video 4K/120fps (normale Helligkeit) <sup>1</sup> [h]	Video 720p (normale Helligkeit) <sup>1</sup> [h]	3D-Spiel (normale Helligkeit) <sup>1</sup> [h]	Laden 50 % / 100 % [min]
	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	◄ besser
Apple iPhone 13 Pro Max	1744	4717	9737	20,1	12,4	26	11,8	37/101
Google Pixel 6 Pro	1029	2711	6024	15,1	5,3	14,9	6,9	45/136
Motorola Edge 30 Pro	1193	3447	9804	15,5	9,8	17,8	11,6	19/55
Oppo Find X5 Pro	1250	3323	9778	15,4	11,2	16,4	13,4	13/41
Realme GT 2 Pro	1258	3633	9643	16,2	12,1	19,2	15,8	12/32
Samsung Galaxy S22 Ultra	1177	3795	7887	15,6	9,2	16,2	11,2	45/98
Xiaomi 12 Pro	1251	3593	9690	14,8	9,2	12,6	12	9/22

<sup>1</sup> Laufzeittest bei 200 cd/m<sup>2</sup>

## High-End-Smartphones mit Snapdragon 8 Gen 1

Modell	Motorola Edge 30 Pro	Oppo Find X5 Pro	Realme GT2 Pro	Xiaomi 12 Pro
Betriebssystem/ Security Level	Android 12 / Januar 2022	Android 12 / Februar 2022	Android 12 / Februar 2022	Android 12 / Januar 2022
Funktions-Updates / Sicherheitspatches laut Hersteller bis min.	Februar 2024 / Februar 2025	Android 15 / März 2026	Android 15 / März 2026	Android 15 / März 2026
<b>Ausstattung</b>				
Prozessor (Kerne × Takt) / Grafik	Qualcomm Snapdragon 8 Gen 1 (1 × 3 GHz, 3 × 2,5 GHz, 4 × 1,8 GHz) / Qualcomm Adreno 730	Qualcomm Snapdragon 8 Gen 1 (1 × 3 GHz, 3 × 2,5 GHz, 4 × 1,8 GHz) / Qualcomm Adreno 730	Qualcomm Snapdragon 8 Gen 1 (1 × 3 GHz, 3 × 2,5 GHz, 4 × 1,8 GHz) / Qualcomm Adreno 730	Qualcomm Snapdragon 8 Gen 1 (1 × 3 GHz, 3 × 2,5 GHz, 4 × 1,8 GHz) / Qualcomm Adreno 730
Arbeitsspeicher / Flash-Speicher (frei) / Wechselspeicher (Format) / Dual-SIM	12 GByte / 256 GByte (238 GByte) / – / ✓	12 GByte / 256 GByte (224 GByte) / – / ✓	12 GByte / 256 GByte (228 GByte) / – / ✓	12 GByte / 256 GByte (229 GByte) / – / ✓
WLAN (Antennen) / 5 GHz / SAR-Wert	Wi-Fi 6E (2) / ✓ / 0,96 W/kg	Wi-Fi 6 (2) / ✓ / 0,989 W/kg	Wi-Fi 6 (2) / ✓ / 0,994 W/kg	Wi-Fi 6E (2) / ✓ / 0,599 W/kg
Bluetooth / NFC / Kompass	5.2 / ✓ / ✓	5.2 / ✓ / ✓	5.2 / ✓ / ✓	5.2 / ✓ / ✓
GPS / Glonass / Beidou / Galileo	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓
5G: DSS / Band 1 / 28 / 77 / 78 / 260 / 261	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / – / –	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / – / –	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / – / –	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / – / –
LTE Band 1 / 3 / 7 / 8 / 20 / 28 / 32	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓
Fingerabdrucksensor / Kopfhöreranschluss	✓ (Einschalter) / –	✓ (Display) / –	✓ (Display) / –	✓ (Display) / –
USB-Anschluss / OTG / DP	USB-C 3.1 / ✓ / ✓	USB-C 3.1 / ✓ / –	USB-C 2.0 / ✓ / –	USB-C 2.0 / ✓ / –
Akku / drahtlos ladbar	5000 mAh / ✓ (15 W, Qi)	5000 mAh / ✓ (50 W, proprietär)	5000 mAh / –	4600 mAh / ✓ (50 W, proprietär)
Abmessungen (H × B × T) / Gewicht / Schutzart	16,3 cm × 7,6 cm × 0,9–1 cm / 196 g / IP52	16,4 cm × 7,4 cm × 1–1,1 cm / 218 g / IP68	16,3 cm × 7,5 cm × 0,9–1 cm / 192 g / –	16,4 cm × 7,4 cm × 1–1,1 cm / 205 g / –
<b>Kameras</b>				
Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS	50,3 MP (8192 × 6144) / f/1,8 / ✓	50,3 MP (8192 × 6144) / f/1,7 / ✓	50,3 MP (8192 × 6144) / f/1,8 / ✓	50,3 MP (8192 × 6144) / f/1,9 / ✓
Telekamera Auflösung / Blende / OIS / Vergrößerung	–	12 MP (4000 × 3000) / f/2,4 / – / 2-fach	–	50,1 MP (8160 × 6144) / f/1,9 / – / 2-fach
Weitwinkelkamera Auflösung / Blende / OIS	50,1 MP (8160 × 6144) / f/2,2 / –	50,3 MP (8192 × 6144) / f/2,2 / –	50,1 MP (8160 × 6144) / f/2,2 / –	50,1 MP (8160 × 6144) / f/2,2 / –
Frontkamera Auflösung / Blende / OIS	60,3 MP (9152 × 6592) / f/2,2 / –	32,3 MP (6560 × 4928) / f/2,4 / –	32,3 MP (6560 × 4928) / f/2,4 / –	32 MP (6528 × 4896) / f/2,45 / –
<b>Display</b>				
Diagonale / Technik / Auflösung / max. Bildrate	6,7 Zoll / OLED / 2400 × 1080 Pixel / 144 Hz	6,7 Zoll / OLED / 3216 × 1440 Pixel / 120 Hz	6,7 Zoll / OLED / 3216 × 1440 Pixel / 120 Hz	6,7 Zoll / OLED / 3200 × 1440 Pixel / 120 Hz
Helligkeitsregelber. / Punktdichte / Ausleucht.	1,78 ... 652 cd/m <sup>2</sup> / 395 dpi / 96%	1,75 ... 728 cd/m <sup>2</sup> / 525 dpi / 98%	1,84 ... 730 cd/m <sup>2</sup> / 525 dpi / 96%	1,88 ... 980 cd/m <sup>2</sup> / 522 dpi / 96%
<b>Bewertungen</b>				
Performance / Akku	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ○
Display / Kamera	⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕
Software <sup>1</sup> / Ausstattung	○ / ⊕⊕	○ / ⊕⊕	○ / ⊕	○ / ⊕
Preis	799 €	1299 €	849 €	1049 € (8/256 GByte), 1149 € (12/256 GByte)

<sup>1</sup> bewertet werden Updates, Features, Bloatware, etc. ✓ vorhanden – nicht vorhanden ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht





Bild: Albert Hulm

# Virtuelle Bibliothek

## Fünf Apps zur Bücherverwaltung im Test

**Mit der passenden App haben Buchliebhaber ihre Bibliothek immer dabei, zumindest als übersichtliches Verzeichnis, das mehr kann als eine Excel-Liste. Wir haben fünf Apps ins Rennen geschickt, die Barcodes scannen und zum Teil sogar per OCR Textstellen übernehmen.**

Von Anke Brandt

**W**o ist denn schon wieder das Kochbuch mit den Grillrezepten hin? Hatte ich das verliehen oder ist es beim Umräumen nur im anderen Regal gelandet? Bei solchen Fragen ist eine App, die die heimische Bibliothek verwaltet, genau richtig. Vorbei dann auch die Zeiten, in denen man im Buchladen steht und nicht mehr weiß, ob man das Buch schon besitzt. Schnell das Smartphone zücken, nachsehen und Geld sparen – oder sich über eine neue Entdeckung freuen. Wir haben fünf Kandidaten unter die Lupe genommen, in denen man Bücher nach Kategorien in virtuellen Regalen zusammenfassen kann. Wir haben geprüft, wie kom-

fortabel sich Titel hinzufügen lassen und wie gut die ISBN-Scanfunktion ist. Außerdem haben wir uns angesehen, wie übersichtlich die Apps Bücher katalogisieren und verwalten.

Man muss keine riesige Bibliothek sein Eigen nennen, um von den Vorteilen solcher Apps zu profitieren. Oft ist die Wohnung zu klein für lange Bücherwände und viele Bücher warten im Keller auf den Umzug. Wer Kinder hat, kennt das Problem gut: Die Babybücher liegen, abgelöst von Wimmelbüchern & Co., bereits in Kartons. Währenddessen warten die erbten Erstlesebücher noch im Abstellraum auf ihren zukünftigen Einsatz.

Die in diesem Test vorgestellten Apps legen ihren Fokus auf die Verwaltung von gedruckten Büchern. E-Books oder Hörbücher lassen sich nur selten über die integrierte Suche finden, sodass man sie bei Bedarf manuell eintragen müsste. BookBuddy fand immerhin noch vereinzelt E-Books, musste bei Hörbüchern jedoch passen. Scanolino dagegen fand zuverlässig sowohl E-Books als auch Hörbücher. In beiden Bereichen passen



mussten Bookshelf, Book Track und Handy Library.

## Inventur

Wie kommen nun aber die Bücher in die Apps? Am einfachsten klappt das, indem man die Barcodes scannt. BookBuddy, Bookshelf und Handy Library bieten dazu eine Stapelscanfunktion an, mit der man große Mengen schnell zur jeweiligen App hinzufügt. BookBuddy löst das besonders elegant, indem man einfach hintereinander weg alle Barcodes einscannt, am Ende auf „fertig“ tippt und dann eine Übersicht aller eingescannten Bücher erhält. Auch wenn das Gepiepse mitunter ein wenig nervt, lohnt es sich, in den Einstellungen die Scan-Töne zu aktivieren. Dann kann man sich ganz aufs Scannen konzentrieren und hört, wenn die App einen Barcode erfasst. Ähnlich schnell klappt das mit Bookshelf. Hier blendet die App jedoch noch kurz den Treffer ein, was zu einer leichten Verzögerung führt.

Weniger gut gelungen ist die Scanfunktion von Handy Library, die in der App zwar „Batch Scan“ heißt, aber kein solcher ist. Bei jedem Treffer landet man zunächst in der Buchübersicht, in der man das Buch hinzufügen muss. Anschließend muss man es im Editor speichern. Erst danach gehts zurück zum Scan. Will man auf diese Weise die kompletten Bestände einpflegen, ist man schnell genervt, weil es lange dauert.

Ältere Bücher haben häufig eine ISBN, aber keinen Barcode. Dann muss man die ISBN manuell eintragen. Allen Apps war es egal, in welcher Form man die Ziffern eingibt und ob man Trennstriche verwendet oder nicht. BookBuddy bietet sogar die Möglichkeit, die Zahlenkombination abzufotografieren und in Ziffern umzuwandeln. Ein Abgleich mit den jeweils hinterlegten Suchkatalogen bringt passende Treffer. Klappt das einmal gar nicht oder ist das Buch so alt, dass es keine ISBN gibt, sucht man nach Titel und Autor.

Alle Apps im Test registrieren es, wenn ein Buch mit identischer ISBN bereits vorhanden ist. Bis auf Book Track blenden sie einen Hinweis ein, den man zunächst wegtippen muss, bevor es weitergehen kann. Das ist hilfreich, weil man in der Buchhandlung eben nicht erst die komplette Liste durchschauen muss, sondern einfach nur schnell die ISBN scannt und direkt weiß, ob das Buch in den Einkaufskorb wandern darf oder doch besser im Regal bleibt, weil es bereits daheim

steht. Und spätestens wenn zwei Menschen mit ähnlichen Lesevorlieben ihre Bücherwände zusammenlegen, aber Dubletten vermeiden wollen, lässt sich schnell prüfen, welche Werke mitziehen und welche ein anderes Heim finden dürfen.

## Katalogisieren und verwalten

Sollen lediglich alle Bücher in einer Liste stehen, um jederzeit prüfen zu können, ob man das Buch bereits hat oder nicht, braucht man keine weitere Arbeit zu investieren. Allerdings bieten die Apps clevere Möglichkeiten, die eigene Heimbibliothek zu verwalten.

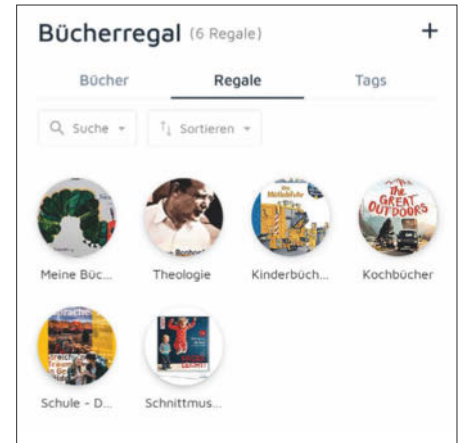
In allen Apps kann man virtuelle Bücherregale anlegen, ähnlich einer Ordnerstruktur auf dem Computer: Krimis, Kochbücher, Rezensionsexemplare, berufliche Literatur und so weiter. In diese sortiert man im nächsten Schritt die einzelnen Titel ein. So herrscht schon bedeutend mehr Ordnung, als wenn alle Bücher in einer einzigen langen Liste stehen.

Feiner graduieren lässt sich diese Einteilung, wenn man Schlagworte, in den Apps als Tags bezeichnet, vergibt. Die Kochbücher etwa unterteilt in: Torten, Weihnachten, Grillen, Cocktails, Alltagsküche. Meist ordnet man jedem Buch mehrere dieser Begriffe zu. Das Weihnachtstortenbuch bekäme dann etwa die Schlagworte „Torten“ und „Weihnachten“. So findet man über die Filterfunktion schnell alle Kochbücher zum gewünschten Thema. Handy Library und Scanolino bleiben hier allerdings außen vor.

Nachdem man die gesuchten Bücher herausgefiltert hat, muss man immer noch wissen, wo sie stehen. Hier hilft die Standortfunktion weiter. Außer in Bookshelf kann man jeweils eintragen, ob das Buch etwa in der Küche, im Esszimmer oder im Flur steht.

In allen Apps außer Scanolino kann man angeben, ob Bücher zu einer Serie gehören. Damit finden Terry Pratchetts „Scheibenwelt“-Romane ebenso ihre Zuordnung wie die „Nomen Trilogie“. Book Track kann zwar Serien verwalten, aber nicht die zugehörigen Bände.

Man kann zudem angeben, welches Buch man derzeit liest. In der Übersicht erkennbar ist das jedoch nur bei BookBuddy, Bookshelf und Handy Library. In diesen drei Apps kann man auch die aktuelle Seitenzahl hinzufügen. BookBuddy bietet in Sachen Lesestatus die umfangreichsten Funktionen. Man kann beispielsweise eine

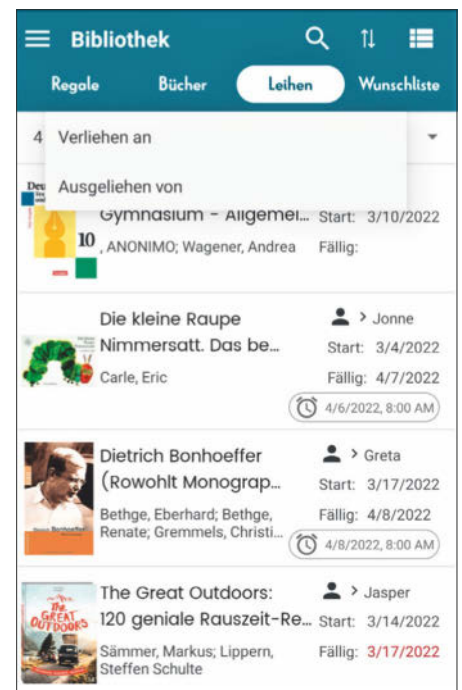


**Bookshelf bietet eine übersichtliche Regalfunktion. Das oberste Buch in der jeweiligen Liste nutzt die App automatisch als Regalbildchen.**

„Als Nächstes lesen“-Liste anlegen und auch angeben, dass man ein Buch nicht beendet hat. Wenn man dann noch eine Notiz hinterlässt, warum man das Buch angelesen in den Tiefen des Regals vergraben hat, weiß man auch Jahre später noch, dass der Thriller eigentlich ein Coming-of-Age-Roman war, den man deshalb hat liegen lassen.

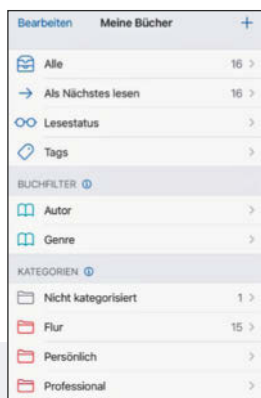
## Bei mir, bei dir

Mit einer guten Bücherverwaltung behält man den Überblick darüber, welche Titel



**Handy Library ist die einzige App im Test, die an fällige Rückgaben verliehener Bücher erinnert.**





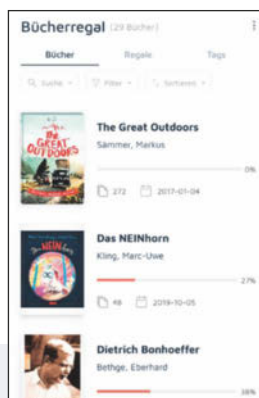
## BookBuddy

Auf den ersten Blick wirkt die App BookBuddy überladen. Man braucht ein wenig, bis man sich zurechtfindet. Was zunächst wie eine Schwäche anmutet, entpuppt sich schnell als großes Plus. Man kann die Darstellung der Daten bestens an die eigenen Bedürfnisse anpassen. Hat man beispielsweise nur ein einziges großes Bücherregal, benötigt man das Feld „Physischer Ort“ nicht und kann es ausblenden.

Der Stapelscan funktioniert tadellos. Nach Abschluss aller Scans zeigt BookBuddy die Treffer an. Bei Bedarf bearbeitet man die Ergebnisse. Im Test fand die App für ein Buch kein Cover. Im Bearbeitungsmodus kann man dann entweder ein Foto aus einer Online-suche auswählen oder knipst alternativ das eigene Buch. Passen alle Einträge, sichert man sie mit einem Tipp. Hat man versehentlich Werke doppelt gescannt, blendet die App zwar einen Warnhinweis ein, verrät jedoch nicht, um welches Buch es sich handelt.

Bücherregale lassen sich zwar anlegen, heißen in der App jedoch „Kategorien“. Sie tauchen am Ende der mitunter langen Liste am linken Bildschirmrand noch unter den Abschnitten „Allgemeine Filter“ und „Buchfilter“ auf. Andere Apps lösen das gekonnter, indem sie die Bücherregale in eigene Reiter auslagern, die man mittels Tipp aufruft. Auf kleinen Smartphone-Bildschirmen sollte man gegebenenfalls die angezeigten Filter drastisch reduzieren. Wer ohnehin keine Bücher verleiht, benötigt beispielsweise den zugehörigen Filter nicht.

- ↑ schneller Stapelscan
  - ↑ Mehrfachauswahl zum Bearbeiten
  - ↓ Regale nicht separat aufrufbar
- Preis: 4,99 Euro



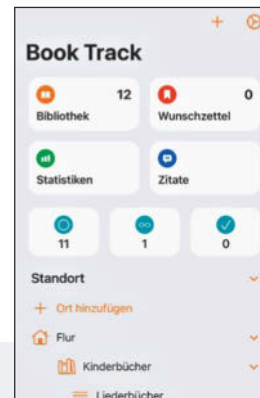
## Bookshelf

Die Oberfläche der kostenfreien App ist klar strukturiert. Am oberen Rand wechselt man zwischen den Reitern „Bücher“, „Regale“ und „Tags“ hin und her. Die untere Bedienleiste bleibt stets gleich mit ihren fünf Symbolen: Bücherstapel (Bücherverwaltung), Kompass (Entdecken und Suche), Plus (Hinzufügen), Herz (Wunschzettel), Schiebereglerbalken (Einstellungen).

Bookshelf lässt das Telefon kurz vibrieren, sobald die App den Barcode erfasst. Vor einem Stapelscan wählt man das Bücherregal aus, in dem die erfassten Schmöcker landen sollen. Am oberen Bildschirmrand zeigt die App nach dem Scan etwas verzögert den gefundenen Titel an. Spätestens wenn man viele Bücher auf einmal hinzufügen will, achtet man nach kurzer Zeit nur noch auf das haptische Feedback, das sich im Test auch nicht abschalten ließ. Die App blendet einen Warnhinweis ein, falls man ein Werk versehentlich doppelt scannt – oder es schlicht zwei Exemplare im Regal gibt. Diese Meldung muss man zunächst wegklicken, bevor man weiterscannen kann.

Einen physischen Standort kann man nicht angeben. Man muss also entweder mit Schlagworten (Tags) tricksen oder mehrere Regale anlegen, etwa Kochbücher-Flur und Kochbücher-Küche.

- ↑ Stapelscan
  - ↑ schnelle Barcode-Erfassung
  - ↓ keine Mehrfachauswahl
- Preis: kostenlos (freiwillige Spende)



## Book Track

Die App sortiert Bücher grundsätzlich in eine von zwei Listen ein: Bibliothek oder Wunschliste. Bei Bedarf legt man eigene Regale an. Dabei gehört ein Regal immer zu einem übergeordneten Bücherregal und das wiederum zu einem physischen Standort. Man könnte also eingeben, dass die Bücher von Klimperklein (Regal) bei den Schnittmustern (Bücherregal) im Flur (physischer Standort) stehen. Das ist anders, als man es von üblichen Bibliotheken kennt, und erfordert ein wenig Umdenken.

Eine Stapelscanfunktion gibt es nicht. Dennoch lassen sich auch viele Bücher relativ schnell einpflegen: Barcode einscannen, Bibliothek oder Wunschliste antippen, Buchfenster schließen, Barcode einscannen und so weiter. Aus der Bibliothek kann man einzelne oder mehrere Bücher per Drag & Drop in die gewünschten Regale ziehen, sodass fix Ordnung herrscht.

Book Track ist die einzige App im Test, die keinen Warnhinweis einblendet, wenn man ein bereits vorhandenes Buch erneut einscann.

Eine Besonderheit von Book Track ist die Zitatverwaltung, in die man selbst Passagen eintippen kann. Alternativ fotografiert man sie ab und wandelt sie mittels OCR in bearbeitbaren Text um. Im Test mussten wir die erkannten Stellen nur wenig nachbearbeiten, sofern es sich bei der Vorlage um Druckschrift mit gutem Kontrast handelte. Selbst ein „schnickeldischnuckeliges Einhorn“ von Marc-Uwe Kling brachte die OCR nicht in Verlegenheit.

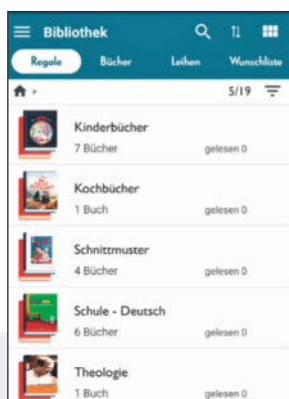
- ↑ Zitate einfügen, auch per OCR-Scan
  - ↓ Standortfunktion nicht ausgereift
  - ↓ kein Warnhinweis bei Dubletten
- Preis: 5,99 Euro





**dpunkt.verlag**



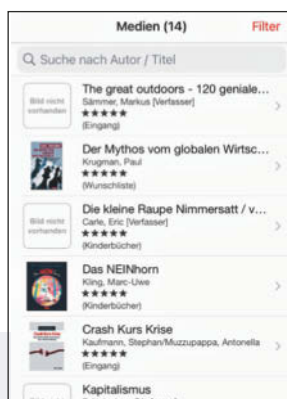


## Handy Library

In der App, die in der kostenfreien Version bis zu 100 Bücher verwaltet, findet man sich schnell zurecht. Am oberen Rand wechselt man zwischen den vier Reitern „Regale“, „Bücher“, „Leihen“ und „Wunschliste“. Je nach Reiter ändert sich die untere Bedienleiste. Etwas verwirrend ist, dass man neue Bücher nicht über den Bücher-Abschnitt hinzufügen kann, sondern ausschließlich im Regale-Bereich oder der Wunschliste. Sollen neue Werke vorerst ohne Zuordnung bleiben, muss man zuvor ein Dummy-Regal anlegen, etwa „unsortiert“. Dank Mehrfachauswahl verschiebt oder löscht man ganze Bücherstapel komfortabel.

Wenn man viele ISBNs nacheinander erfassen will, kann man die Stapelscanfunktion nutzen, die aber weniger schnell von der Hand geht als bei anderen Apps. Auf Wunsch zeigen haptisches und akustisches Feedback an, dass ein Buch gefunden wurde. Anschließend zeigt die App die Details und man kann auf Hinzufügen klicken. Im nächsten Schritt ändert man bei Bedarf die Angaben oder fügt weitere hinzu. Erst danach lässt sich das Buch speichern und die App wechselt zurück zum Scanner.

- 📈 ge- und entliehene Bücher verwalten
  - 📈 100 Bücher kostenfrei
  - 📉 Stapelscan umständlich
- Preis: 6,19 Euro



## Scanolino

In der App findet man sich auf Anhieb zurecht. Schnickschnack oder viele Einstellungsmöglichkeiten gibt es nicht. Am unteren Rand findet der Nutzer drei Menüpunkte: Erfassen, Alle Bücher und Toolbox. Scanolino fand im Test am wenigsten Buchcover, sodass man hier nacharbeiten muss, um eine bebilderte Vorschau zu erhalten.

Um die eigenen Bücher zu durchsuchen, bietet die App eine Suchfunktion, die jedoch nur nach Autor oder Titel sucht. Möchte man die Ergebnisse weiter eingrenzen, nutzt man die Filterfunktion. Diese bietet im Vergleich zu den anderen Apps im Test am wenigsten Möglichkeiten: Listen, Genre, Favoriten, verliehene, ungelesene. Den physischen Standort des Buches kann man eintragen.

Scanolino ist die einzige App im Test, die zwar Listen als eine Form der Bücherregale anbietet, auf die man seine Bücher verteilen kann, diese Listen aber nicht über einen Link aufrufbar macht. Das heißt, man kann die Raupe Nimmersatt auf die Kinderbücher-Liste setzen, muss dann aber in der Suche die Filterfunktion „Listen/Kinderbücher“ aktivieren. Auf diesem Wege gelangt man auch zur Wunschliste. Das funktioniert, lässt sich aber schöner lösen, etwa durch einen Reiter „Regale“.

In der kostenlosen Version kann man bis zu 30 Bücher sichern. Das genügt, um zu testen, ob man die geringen Möglichkeiten eher als Fluch oder als Segen empfindet.

- 📈 verwaltet E-Books und Hörbücher
  - 📈 sehr geringe Einstellungsmöglichkeiten
  - 📉 kein Stapelscan möglich
- Preis: 10,99 Euro

derzeit an wen verliehen sind. Das ist nicht nur dann nützlich, wenn man privat Bücher an Freunde verleiht, sondern hilft zum Beispiel Kursleitern, die regelmäßig ihre Fachliteratur an Kursteilnehmer ausleihen. In allen Apps lässt sich hinterlegen, an wen man seine Bücher derzeit verliehen hat. In BookBuddy und Book Track kann man keine Fälligkeitsdaten hinzufügen. Book Track verwaltet zudem keine selbst ausgeliehenen Bücher. BookBuddy greift auf Wunsch auf die auf dem Gerät hinterlegten Kontakte zu. Alternativ tippt man den Namen ein. In der linken Menüleiste zeigt die App an, wie viele Bücher verliehen sind. In Book Track muss man zunächst die Einstellungen aufrufen, um sich anzeigen zu lassen, wem man aktuell Bücher geborgt hat. Ein Hinweis in der Bücherübersicht findet sich nicht. Scanolino zeigt nicht mal mehr ein Verleihdatum an.

Besser lösen das Bookshelf und Handy Library. Beide Apps eignen sich als kleine Bibliotheksverwaltung, wenn man häufig Bücher aus- oder verleiht. Während man in Bookshelf den Leihstatus über die Filterfunktion aufruft, zeigt Handy Library eine eigene Registerkarte an (Leihen). Bei Bedarf fügt man in Handy Library auch Fälligkeitsdaten samt Erinnerung hinzu. Ist die Frist abgelaufen, meckert die App jedoch nicht, färbt das Ablaufdatum aber immerhin rot ein. Man sollte also dennoch regelmäßig den Leihstatus überprüfen.

## Unerwartet

So gut wie alle im Test verwendeten Bücher ließen sich problemlos zu den Apps hinzufügen. Weder im Ausland gekaufte noch sehr alte Bücher brachten die Kandidaten ins Schwitzen. Sonderzeichen in Titel oder Name stellten die Apps mitunter nicht korrekt dar. Diese Fehler ließen sich jedoch schnell manuell korrigieren. Die Fehlerquote war so gering, dass sie selbst bei umfangreicher Heimbibliothek kaum ins Gewicht fällt.

Ein Blick auf die Details offenbarte, dass die Apps häufig kein Cover zur ISBN kannten. Besonders auffällig zeigte sich Scanolino, das besonders häufig keine Bilder darstellte. Anders als bei der Konkurrenz kann man bei Scanolino nur Fotos der Bücher aufnehmen, nicht aber aus der Mediathek auswählen.

## Sichern und wiederherstellen

Sicherungen bieten alle Apps an. BookBuddy speichert auf Wunsch in iCloud,



Dropbox oder lokal auf dem Gerät, Bookshelf sichert die Daten automatisch in der eigenen Cloud, sobald man sich mit seinem Bookshelf-Account einloggt. So bleiben die Daten immerhin jederzeit auf dem iPad und dem Android-Smartphone aktuell, ohne dass man manuell eingreifen müsste. Book Track speichert ebenfalls automatisch in iCloud. Handy Library sichert die Bibliothek auf Wunsch in Google Drive, jedoch nicht manuell. Die größte Freiheit bietet Scanolino. Via iOS-Freigabe parkt die App ein Backup in jedem beliebigen Cloudspeicher oder lokal auf dem Gerät.

Falls man die App wechseln möchte, hilft die App-spezifische Sicherungsdatei nicht weiter. Hier muss man die Daten exportieren und sie später in die neue App importieren. Das beherrschen alle Apps in beide Richtungen mit unterschiedlichen Formaten. Während alle CSV-Dateien ausspucken, klappt das Einlesen bei Handy Library nur im XLS-Format. Scanolino bleibt komplett außen vor und kann nur eigene Bibliothekssicherungen wiederherstellen. Weil die CSV-Datei nur Text

und keine Bilder speichert, laden die Apps zugehörige Cover automatisch nach.


Bookshelf bietet als einzige App im Test die Möglichkeit, sein Goodreads-Konto zu verbinden und darüber die dort gespeicherten Bücher zu importieren. Obwohl Goodreads bereits 2020 angekündigt hat, die Schnittstelle nicht mehr weiterzuentwickeln, klappte das im Test noch immer problemlos.

## Fazit

Vier der fünf getesteten Apps arbeiten solide und taugen zur Verwaltung der heimischen Bibliothek. Die Unterschiede zeigen sich in den Details. Scanolino, als fünfte App, kann mit Abstand am wenigsten und findet häufig keine Buchcover. Für Vielleser eignet sie sich nicht, da ihr die Stapelscanfunktion fehlt und man viel Zeit aufwenden muss, um die Bücher einzulesen. Noch dazu ist sie mit 11 Euro die teuerste App im Test. Möchte man außer seinen gedruckten Werken auch E-Books und Hörbücher in einer App verwalten, sollte man dennoch einen Blick auf die App werfen.

Die übersichtlichsten Regale haben Handy Library und Bookshelf, das es sowohl für Android als auch für iOS gibt. Diese Apps eignen sich auch, wenn man häufig Bücher aus- und verleiht. In Handy Library lassen sich sogar Fälligkeitsdaten mitsamt Erinnerungsoption einstellen.

Um sich in alle Feinheiten von BookBuddy einzufuchsen, braucht man ein wenig Zeit. Dann lässt es sich jedoch wunderbar an die eigenen Wünsche anpassen. Wer viel Wert auf den Lesestatus legt, findet in dieser App die meisten Optionen. Nur hier kann man angeben, dass man ein Buch nicht beendet hat.

So viel Übersicht Sie mit den vorgestellten Apps über Ihre Bücher auch bekommen mögen – am Ende gilt wie bei allen Ordnungshelfern: Am Ball bleiben ist oberstes Ziel. Jedes Mal, wenn ein Buch einen neuen Platz in der Wohnung bekommt, muss das in der App vermerkt werden. Aber vielleicht geht es Ihnen wie uns und Sie entdecken heißgeliebte Schätze wieder oder kaufen das schon lang ersehnte Buch von der Wunschliste. In diesem Fall wünschen wir Ihnen viel Spaß beim Schmökern. (abr@ct.de) 

## Apps zur Bibliotheksverwaltung

App	BookBuddy	Bookshelf	Book Track	Handy Library	Scanolino
Anbieter	Kimico Ltd., kimicoapps.com/bookbuddy	Damir Juretic, bookshelfapp.info	Simone Montalto, simonemontalto.com/projects/book-track	Handy Library, handylibrary.com	K-IT Service GmbH, scanolino.de
verfügbar für Android / iOS ab	– / 14.1	5.0 / 11.0	– / 14.0	4.4 / –	– / 12.1
<b>Funktionen</b>					
Barcode-Scan / Batch-Scan	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / –	✓ / ✓	✓ / –
ISBN eingeben / online suchen / manuell eintragen	✓ (manuell und per Foto) / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Haupt-Suchkatalog	Google Books	keine Angabe	Google Books, Goodreads	Google Books, Goodreads, Amazon, Open Library	keine Angabe
Findet E-Books / Hörbücher	✓ / –	– / –	– / –	– / –	✓ / ✓
Warnhinweis bei doppelten Büchern	✓	✓	–	✓	✓
Bücher kostenfreie Version	50	unbegrenzt	20	100	30
Export / Import	CSV, HTML, PDF, TSV / CSV	CSV, HTML, TSV / CSV, TSV, Goodreads	CSV, PDF / CSV	CSV, XLS / XLS	CSV / –
Sicherung	iCloud, Dropbox, lokal	Bookshelf-Konto	iCloud	Google Drive	beliebiger Cloudspeicher/lokal
<b>Verwaltungsoptionen</b>					
Listenansicht / Rasteransicht	✓ / –	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / –
Standort / Tags	✓ / ✓	– / ✓	✓ / ✓	✓ / –	✓ / –
Serie / Band	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / –	✓ / ✓	– / –
Favoriten markieren	✓	–	–	✓	✓
Verleihen / Ausgeliehen / Leih- / Fälligkeitsdatum	✓ / ✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / – / – / –	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / – / – / –
Ungelesen / Lesen / Gelesen / nicht beendet	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓ / –	– / ✓ / – / –
Lesestatus erkennbar / aktuelle Seitenzahl	✓ / ✓	✓ / ✓	– / –	✓ / ✓	– / –
<b>Bewertung</b>					
Bedienkomfort	⊕	⊕⊕	⊕	⊕⊕	○
Ordnungsfunktionen	⊕⊕	⊕	○	⊕	⊖
Bücherverwaltung	⊕⊕	⊕⊕	○	⊕⊕	○
Preis (Pro-Version)	4,99 €	kostenlos (freiwillige Spende)	5,99 €	6,19 €	10,99 €
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht   ✓ verfügbar   – nicht verfügbar					



# Zahlen, Daten, Fakten

## Digitalpakt Schule: Abruf der Fördermittel

Es ist Halbzeit beim auf 5 Jahre angelegten „Digitalpakt Schule“. Nach langen Vorbereitungen trat er 2019 – also vor Corona – in Kraft. Nach Ausbruch der Pandemie kamen drei zusätzliche Hilfspakete dazu. Aktuelle Digitalpakt-Zahlen des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) zeigen: Diese Soforthilfen für Mobilgeräte sind angekommen – die für Schüler fast vollständig (99,2%) und die für Lehrer zumindest zum Teil (59,5%). Für Schul-

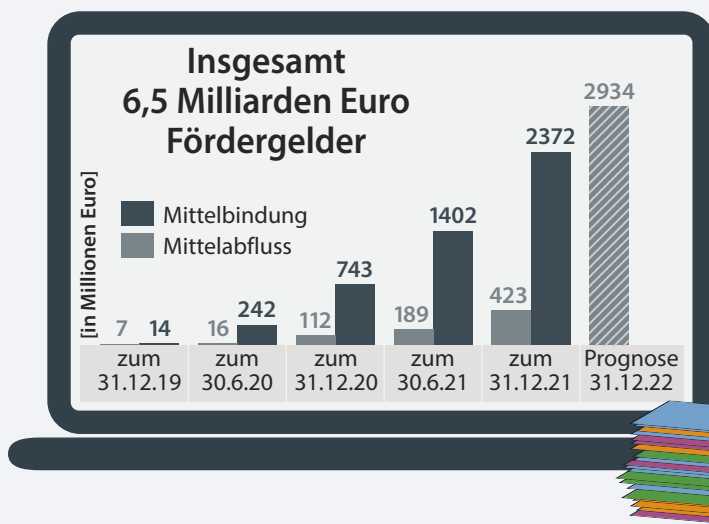
Admins flossen dagegen nur 2,2 Prozent der Mittel, also erst rund 11 Millionen Euro.

Doch was ist mit den 5 Milliarden des Ur-Digitalpakts, für die weit höhere Verwaltungshürden zu überwinden sind? Gemäß der Vereinbarung dazu sollten bis Ende 2021 mindestens 50 Prozent „gebunden“, also verplant sein. Derzeit sind laut BMBF allerdings erst 47 Prozent gebunden. Hinzu kommt: „Gebunden“ bedeutet noch nicht ausgegeben.

Wie sehr die mangelhafte Ausstattung der Schulen deren Digitalisierung ausbremst, zeigt die internationale ICILS-Studie, in der Deutschland beim Einsatz digitaler Medien im Unterricht regelmäßig einen der hinteren Plätze belegt. Und: Ebenso wichtig wie die Ausstattung der Schulen mit WLAN, Hard- und Software ist die Lehrerfortbildung. Derzeit haben viele Lehrkräfte Technikstress, wie eine Studie der Uni Göttingen belegt. (dwi@ct.de) **ct**

### ► Mittelabfluss gesamt

Die Summe der Mittelabflüsse aus allen vier Förderprogrammen steigt langsam, aber stetig an.<sup>1</sup>



### Digitalpakt Schule

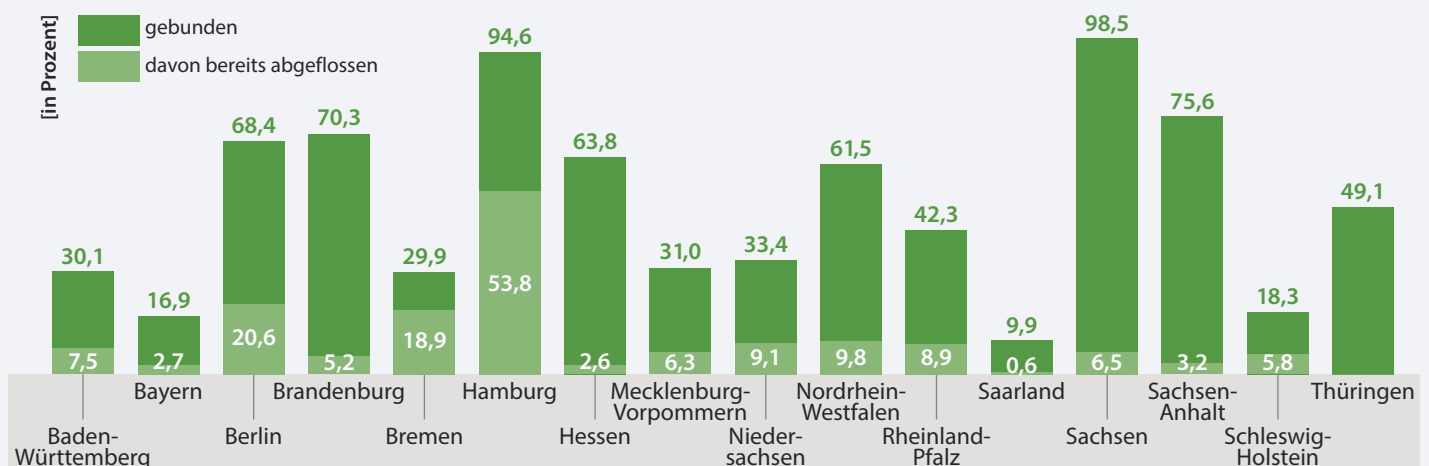
**5 Milliarden Euro**

für Investitionen in die digitale Bildungsinfrastruktur  
17.5.2019 in Kraft getreten



### ► Mittelabfluss Basis-Digitalpakt

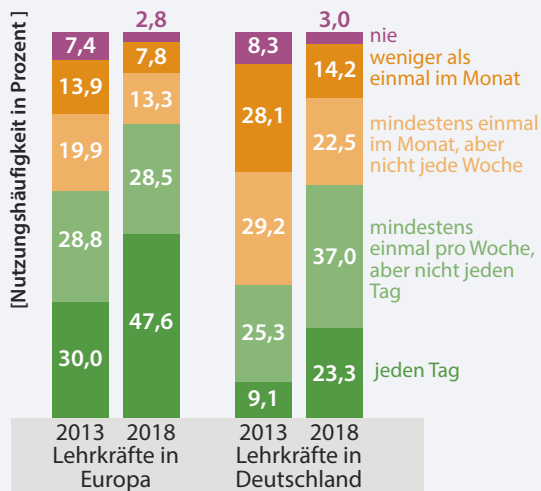
Insgesamt sind aktuell 2.372.031.708 Euro der Mittel des Basis-Digitalpakts, also etwa 47 Prozent der Fördersumme, „gebunden“ – also bereits abgeflossen oder zumindest verplant.<sup>1</sup>





## ► Hintergrund: Internationaler Vergleich

Deutsche Lehrer nutzen im Unterricht seltener digitale Medien als die meisten ihrer europäischen Kollegen.<sup>2</sup>

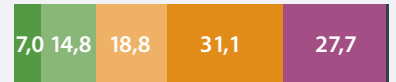


## ► Hintergrund: Lehrer haben Technik-Stress

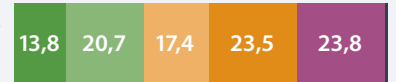
Eine Digitalisierungsstudie der Uni Göttingen aus dem Jahr 2021 zeigt: Es fehlt gleichermaßen an einsatzbereiter Technik und versierten Lehrern.<sup>3</sup>

Stimme überhaupt nicht zu 1 2 3 4 5 Stimme voll zu  
keine Antwort

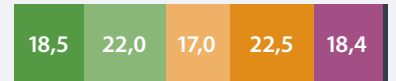
Ich Sorge mich, dass die digitalen Medien, wenn ich sie brauche, nicht richtig funktionieren könnten.



Mir ist es unangenehm, wenn ich die digitalen Medien vor versammelter Klasse nicht zum Laufen bekomme.



Es stresst mich, wenn mir andere dabei zusehen, während ich Probleme mit den digitalen Medien lösen muss.



Ich muss mich immer für den Fall absichern, dass die digitalen Medien ausfallen könnten.



**Corona-Hilfe I  
„Sofortausstattung“**  
500 Millionen Euro

für Schüler-Leihgeräte sowie zur Unterstützung der Schulen bei Online-Lehrinhalten  
4.7.2020 in Kraft getreten



**Corona-Hilfe II  
„Administration“**  
500 Millionen Euro

für die Förderung und Ausbildung von IT-Administratoren in Schulen  
4.11.2020 in Kraft getreten

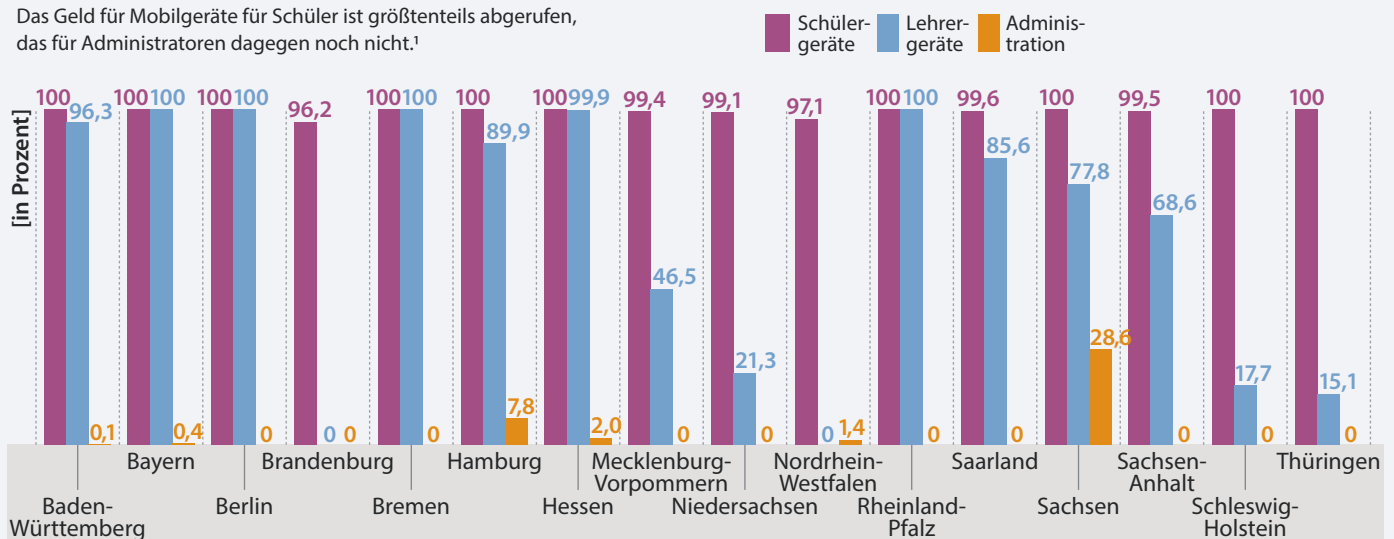


**Corona-Hilfe III  
„Leihgeräte für Lehrkräfte“**  
500 Millionen Euro

für Notebooks für Lehrkräfte  
28.1.2021 in Kraft getreten

## ► Mittelabfluss Corona-Hilfen

Das Geld für Mobilgeräte für Schüler ist größtenteils abgerufen, das für Administratoren dagegen noch nicht.<sup>1</sup>



Quellen: <sup>1</sup> Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) <sup>2</sup> International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA) <sup>3</sup> Kooperationsstelle Uni Göttingen, Digitalisierungsstudie 2021



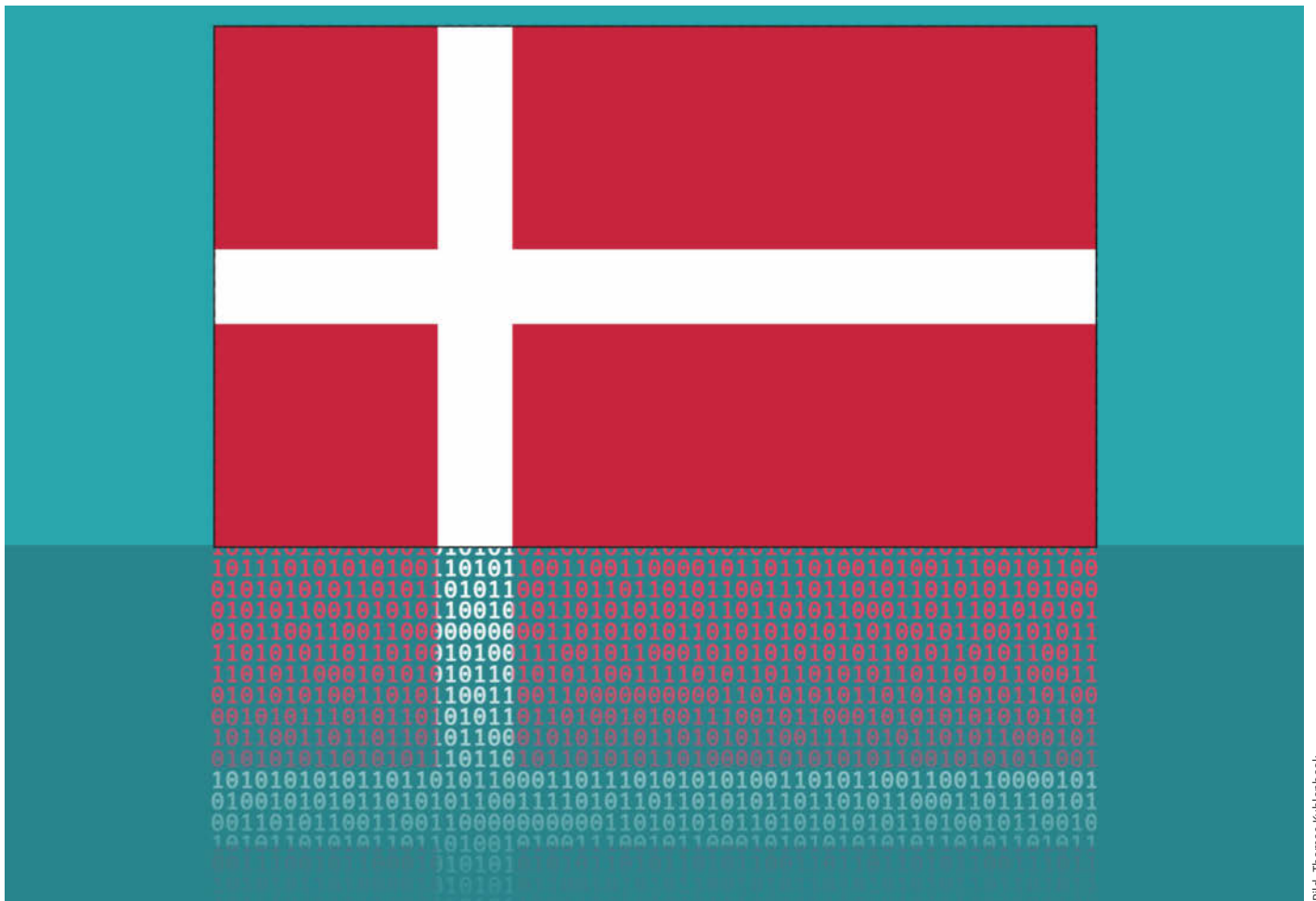


Bild: Thomas Kühlenbeck

# Zwangsdigitalisiert

## Wie Dänemark zum Vorreiter bei der Digitalisierung wurde

**Die dänische Regierung hat ihr Land mit der Brechstange digitalisiert: Bürger sind dazu verpflichtet, übers Internet mit Behörden zu kommunizieren. Ein Modell auch für Deutschland? Die Bundesregierung macht sich immerhin bereits Gedanken über das Thema.**

Von Christian Wölbart

**A**m 12. November vergangenen Jahres gab es für die Digitalstrategen der dänischen Regierung mal wieder einen Anlass zum Feiern: An diesem Tag verkün-

dete die EU-Kommission die jüngste Ausgabe ihres „Digital Economy and Society Index“ (DESI). Laut der aufwendigen Studie ist Dänemark in der EU der Spitzenreiter bei der Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft – vor Finnland, Schweden und den Niederlanden.

Der DESI ist nicht die einzige Vergleichsstudie, in der Dänemark glänzt. Zum Beispiel steht das 5,8-Millionen-Einwohner-Land auch im weltweiten E-Government-Ranking der Vereinten Nationen auf Platz eins, vor Südkorea und Estland. In Untersuchungen zu Themen wie E-Health und digitaler Bildung schneiden die Dänen ebenfalls regelmäßig gut ab.

Für die Erfolge gibt es viele Erklärungen. So hat das Land eine exzellente digitale Infrastruktur: Laut DESI können 93 Prozent der Haushalte einen Internetan-

schluss mit Gigabit-Geschwindigkeit nutzen (via Glasfaser oder TV-Kabel mit DOCSIS 3.1), während dieser Wert in Deutschland bei 33 Prozent liegt. Vergleichsweise hoch ist in Dänemark auch der Anteil der PC- und Smartphone-Nutzer an der Gesamtbevölkerung.

### Eine Nummer für alles

Eine weitere Grundlage schuf die dänische Regierung bereits 1968, als sie eine zentrale Personenkennziffer einführte. Die sogenannte CPR-Nummer („Central Personregister“) wird von praktisch allen Behörden und auch im Gesundheitssystem verwendet. So sind Verwechslungen ausgeschlossen, Ämter können Anträge automatisiert verarbeiten und Bürgerdaten untereinander austauschen.





Bild: Agnete Schlichtkrull

**„Wir Dänen sind seit Langem an zentrale staatliche Datenbanken gewöhnt“, sagt Mette Lindstrøm Lage, stellvertretende Direktorin der staatlichen Digitalisierungsagentur.**

2010 beförderte die Regierung die CPR-Nummer ins Internet: Sie führte eine digitale Identität namens NemID ein, mit der Bürger sich auf Behördenwebseiten einloggen sowie Dokumente digital unterschreiben können. Entwickelt und betrieben wird die NemID-Infrastruktur von einer privaten Firma, dem Finanzdienstleister Nets. Von Anfang an verwendeten auch die dänischen Banken NemID, sodass der Dienst sich schnell in der Breite der Bevölkerung durchsetzte.

Hinzu kommen kulturelle und politische Faktoren. In Dänemark kooperieren Kommunen, Regionen und die Zentralregierung stärker als die Akteure im deutschen föderalen System, wo die Kommunen regelmäßig darüber klagen, dass sie in Sachen Digitalisierung nicht eingebunden und zu wenig unterstützt werden. „In Dänemark gibt es eine lange Tradition der strategischen Zusammenarbeit im öffentlichen Sektor“, sagt Mette Lindstrøm Lage, stellvertretende Direktorin der staatlichen dänischen Digitalisierungsagentur, im Gespräch mit c't.

### Par ordre du mufti

Gleichzeitig sehen die meisten Dänen das Thema Datenschutz entspannter als etwa die Deutschen. „Wir sind seit Langem an zentrale staatliche Datenbanken gewöhnt, auch an elektronische Patientenakten mit Informationen über Krankheiten“, sagt Lindstrøm Lage. Als weiteren Faktor nennt sie die Gesetzgebung zur Digitalisierung: Zwischen 2012 und 2015 machte die Regierung in vier „Wellen“ die Nutzung zahlreicher Onlineformulare für Bürger obligatorisch.

Aus Sicht von Jesper Lund, dem Vorsitzenden des IT-Politischen Forums (IT-Pol), ist dieser Digitalzwang sogar der wichtigste Faktor für den Erfolg der Regierung in den einschlägigen Vergleichsstudien. „Zwang ist das beste Mittel, um die Beteiligung auf 100 Prozent zu bringen.“ Der dänische Verein IT-Pol setzt sich für die Wahrung von Bürgerrechten im digitalen Raum ein.

Die dänische Regierung begründete die Digitalpflicht anfangs vor allem finanziell. Die Finanzkrise von 2007/2008 habe den Staatshaushalt strapaziert, der öffentliche Sektor müsse mit weniger Angestellten auskommen, heißt es in einem im August 2011 veröffentlichten Strategiepapier. Durch Digitalisierung könne man ab 2020 jährlich 3 Milliarden Kronen (400 Millionen Euro) einsparen. „Die Zukunft des Wohlfahrtsstaats steht auf dem Spiel.“

In den folgenden Jahren verlagerte der Staat seine Kommunikation mit den Bürgern schrittweise ins Netz. Von Dezember 2012 an konnten Bürger die ersten zehn Verwaltungsangelegenheiten nur noch per Onlineformular regeln. Dazu gehörten der Wechsel der Anschrift, der Antrag auf eine Krankenversicherungskarte sowie die Anmeldung zu Kindergarten und Schule.

2013 folgten knapp 30 weitere Verfahren, 2014 wiederum knapp 30. Im selben Jahr verpflichtete die Regierung außerdem alle Einwohner (ab einem Alter von 15 Jahren), Nachrichten von Behörden in einem Onlinepostfach zu empfangen. Laut der damals von der Digitalisierungsagentur verschickten Pressemitteilung ging Dänemark diesen Schritt als erstes Land der Welt. 2015 stellten die Behörden weitere 25 Verwaltungsvorgänge auf verpflichtende Onlineformulare um. Fast alle Verfahren sind inzwischen an das zentrale Portal borger.dk angebunden.

### Analog nur auf Antrag

Für Einwohner, die keinen Computer und kein Smartphone besitzen, stellen die Kommunen in Servicecentern PCs bereit. Dort sollen Behördenmitarbeiter denjenigen helfen, die zum Beispiel mangels Sprachkenntnissen oder aufgrund körperlicher Einschränkungen die Onlineformulare nicht ausfüllen können.

Bürger können auch eine Ausnahme von der Pflicht zur Nutzung des staatlichen Onlinepostfachs beantragen und erhalten dann weiterhin Briefe per Post. Das Gesetz sieht dies jedoch nur in bestimmten Fällen

vor, etwa wenn man keinen Internetzugang zu Hause hat oder den Dienst aufgrund einer Behinderung nicht nutzen kann. Datenschutzbedenken oder eine grundsätzliche Vorliebe für Papier zählen nicht.

Das dänische Vorgehen ist bis heute ziemlich einmalig. Verpflichtungen zur Nutzung staatlicher Onlinedienste gibt es zwar auch in anderen Ländern, doch dabei geht es meistens nur um wenige Verfahren, vor allem für Unternehmen und spezielle Berufsgruppen wie Ärzte oder Notare, seltener für Normalbürger.

### Umstrittene Bilanz

Die dänische Regierung sieht die Pflichtdigitalisierung heute naturgemäß als er-

## Digitales Dänemark

Der DESI („Digital Economy and Society Index“) der EU-Kommission vergleicht jährlich den Grad der Digitalisierung in den EU-Staaten. In die Bewertung fließen Kriterien aus vier Bereichen ein: E-Government, digitale Infrastruktur, Digitalkompetenzen der Bevölkerung und Einsatz digitaler Technologien durch Unternehmen. Dänemark ist in der aktuellen DESI-Auflage der Spitzenreiter, wie schon in den Jahren 2016 und 2017.

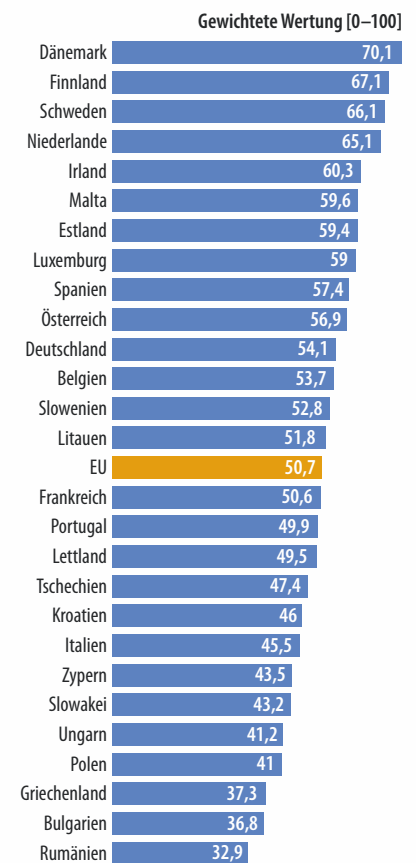






Bild: Andreea Belu

**„Wenn Systeme verpflichtend sind, gibt es keinen echten Anreiz, sie zu verbessern“, warnt der dänische Bürgerrechtler Jesper Lund.**

folgreichen Weg an. „Es ist eine gute Idee, aber es muss natürlich Alternativen geben. Wir schließen niemanden aus“, sagt die Beamtin Lindstrøm Lage. Wer die digitalen Methoden nicht nutzen könne, werde von den Behörden gut unterstützt. Laut den offiziellen Zahlen nutzen aktuell 7,5 Prozent der Einwohner das digitale Postfach nicht. 80 Prozent der Nutzer seien mit dem Angebot zufrieden oder sehr zufrieden, heißt es bei der Digitalisierungsagentur.

Doch wurde auch das 2011 ausgerufene Ziel der Kosteneinsparung erreicht? Dazu nennt die Agentur auf Anfrage keine Zahlen. „Manche Bereiche wie Cybersicherheit verursachen Kosten, in anderen Feldern gibt es Einsparungen“, sagt Lindstrøm Lage. Außerdem wisse man nicht, wie die Kosten des öffentlichen Sektors sich entwickelt hätten, wenn man nicht digitalisiert hätte.

Jesper Lund sieht die Digitalpflicht als Irrweg. „Manche der öffentlichen IT-Systeme sind nicht nutzerfreundlich, und wenn ihre Nutzung verpflichtend ist, gibt

es keinen echten Anreiz, sie zu verbessern“, argumentiert er. Darüber hinaus hätten die Bürger wenig Einfluss auf ihre Interaktion mit den Behörden, was ein Gefühl der Machtlosigkeit erzeuge. „Man sollte den Menschen nicht die Möglichkeit nehmen, mit den Angestellten zu sprechen, wenn sie mit Ämtern zu tun haben.“

### Konten geplündert

Kritisch sieht Lund auch die NemID, weil das System die privaten Schlüssel der Bürger auf einem zentralen Server von Nets speichert – anders als etwa der deutsche E-Perso, der den Schlüssel in die Hand des einzelnen Bürgers legt. „Man muss diesem zentralen Server vertrauen“, betont der Bürgerrechtler. Außerdem verweist er auf Sicherheitsmängel der NemID.

In Dänemark gab es bereits mehrere Fälle, in denen Kriminelle NemID-Zugangsdaten ausgespäht und damit Bankkonten ihrer Opfer geplündert haben. In einem Fall konnten die Angreifer vermutlich mit einem Keylogger in einer öffentlichen Bibliothek das Passwort mitschneiden. Die zusätzlich nötige TAN-Liste stahlen sie offenbar aus einem Briefkasten. In anderen Fällen fielen die Opfer auf gefälschte Webseiten herein, was bei der NemID relativ leicht passieren kann, da Nutzer den Dienst nicht mit einer bestimmten URL assoziieren.

Mit dem E-Perso wäre eine solche Phishingattacke nicht passiert: Hier können nur Onlinedienste auf Daten zugreifen, die ein Zertifikat des Bundesverwaltungsamts vorweisen und dort einen Registrierungsprozess durchlaufen haben.

Dänemark steigt aktuell allerdings von der NemID auf die MitID um, die besser abgesichert ist. Statt gedruckter TAN-Listen dienen Smartphone-Apps oder physische TAN-Generatoren als Sicherheitsanker. Außerdem werden Nutzer legitime Onlinedienste künftig auch an der URL erkennen können.

### Vorbild oder abschreckendes Beispiel?

Was kann Deutschland also von Dänemark lernen, was nicht? Bereits entschieden hat die Bundesregierung, dass sie nach dänischem Vorbild eine zentrale Identifikationsnummer einführen will, damit Behörden leichter Daten austauschen können, wenn Bürger das erlauben. Ende 2025 soll dieses System startklar sein. Ein „Datenschutzcockpit“ soll Nutzern dann zeigen, welche Behörden

welche Daten haben. Datenschützer halten die Pläne dennoch für verfassungswidrig und könnten sie noch vor Gericht stoppen.

Auch Jesper Lund warnt Deutschland vor der Einführung einer Einheitsnummer: In der Praxis würden Bürger dadurch den Überblick

darüber verlieren, welche Behörden welche Daten für welche Zwecke verarbeiten, meint er.

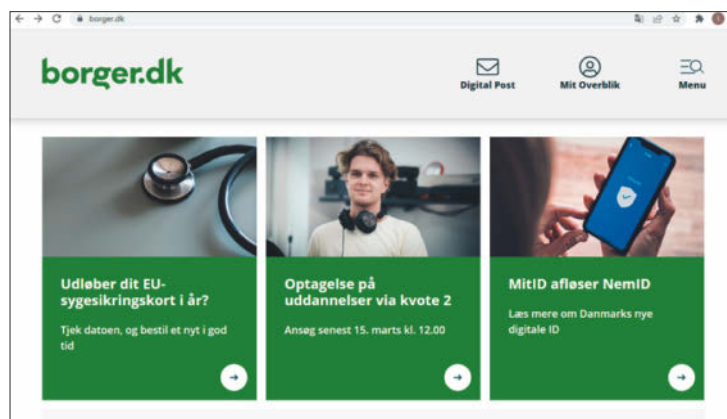
Noch in weiter Ferne liegt in der Bundesrepublik eine Pflicht zur Nutzung behördlicher Onlineformulare oder digitaler Postfächer. Ein Grund: Für viele Verwaltungsleistungen gibt es hierzulande noch gar keine digitalen Antragsverfahren, sondern nur Papierformulare. Vor allem kleine Kommunen hinken hinterher (siehe c't 6/2022, S. 60).

Nachgedacht wird über eine Digitalpflicht aber durchaus. „Ich bin überzeugt davon, dass wir auch eine politische Diskussion über das Thema ‚digital first‘ und vielleicht sogar ‚digital only‘ bekommen“, sagte Markus Richter, Chief Information Officer der Bundesregierung, im Dezember auf einer Konferenz. Die Diskussion stelle sich heute noch nicht, sei aber legitim. „Und da gibt es auch tolle Beispiele aus anderen Ländern.“ (cwo@ct.de)

**DESI-Ergebnisse im Detail:** [ct.de/y6nj](https://ct.de/y6nj)

## „Zwang ist das beste Mittel, um die Beteiligung auf 100 Prozent zu bringen.“

Jesper Lund, IT-Pol



**Auf borger.dk finden die Dänen fast alle staatlichen Onlinedienste – egal, ob diese von den Kommunen, den Regionen oder der Zentralregierung bereitgestellt werden.**



**JETZT  
KOSTENLOS  
TESTEN**

# DIE NEUE LERNPLATTFORM FÜR IT-PROFESSIONALS

Wir machen IT-Weiterbildung digital



## **IT-Kurse aus der Praxis**

Lerne in Online-Kursen und -Trainings, wie Techniken funktionieren und wie du Aufgaben löst.



## **Triff erfahrene IT-Experten**

Profitiere von der Erfahrung unserer IT-Experten und hole dir hilfreiches Praxiswissen aus erster Hand.



## **Lerne, wie es für dich passt**

Nutze das Kursangebot überall und auf jedem Gerät und lerne immer dann, wenn du es brauchst.



## **Übungen zum Ausprobieren**

Probiere das gelernte Wissen selbst aus – mit Beispielaufgaben, Coding-Segmenten und Praxisübungen.



## **Überprüfe dein neues Wissen**

Teste das Gelernte mit interaktiven Quizzes und löse die Programmieraufgaben deiner Trainer spielerisch.



## **Individuelle Lernumgebung**

Lerne in deinem eigenen Tempo, inklusive Notizen, Transkript und Fragen-Modul.

Hier geht's zu deiner Weiterbildung: **heise-academy.de**





# Datenarbeit

## Gewerkschaftsbund legt Gesetzentwurf zum Arbeitnehmerdatenschutz vor

**Datenschutz am Arbeitsplatz wird durch die zunehmende Digitalisierung der Abläufe für die Beschäftigten immer wichtiger. Der DGB als deren Interessenvertreter hat deshalb einen eigenen Gesetzentwurf vorgelegt, der vorausschauend bereits einige Zukunftsfragen des Datenschutzes in den Blick nimmt.**

Von Tim Gerber

Experten sind sich schon lange einig, dass ein einziger Paragraf im aktuellen Bundesdatenschutzgesetz (BDSG) nicht ausreicht, um den Millionen von Beschäftigten hinreichenden Schutz vor einem Missbrauch ihrer persönlichen Daten am Arbeitsplatz und im Verhältnis mit dem Arbeitgeber zu gewähren. So hat bereits die ständige Konferenz der Datenschutzbeauftragten des Bundes und der Länder ein eigenes Arbeitnehmerdatenschutzgesetz empfohlen.

Das Begehren hat seinen Weg bei den Koalitionsverhandlungen bis hinein in den Vertrag der Ampel gefunden; „Wir schaffen Regelungen zum Beschäftigtendatenschutz, um Rechtssklarheit für Arbeitgeber sowie Beschäftigte zu erreichen und die Persönlichkeitsrechte effektiv zu schützen“, heißt es im Kapitel „Digitale Innovationen und digitale Infrastruktur“ des Regierungspapiers vom 7. Dezember 2021 (siehe ct.de/y1jy).

Innenministerin Nancy Faeser und Arbeitsminister Hubertus Heil (beide SPD) haben sich bereits verständigt, die Federführung bei der Erarbeitung eines Gesetzentwurfes innerhalb der Bundesregierung gemeinsam zu übernehmen, teilte die Bundesregierung auf c't-Anfrage mit. Bis die Ministerialverwaltungen einen Referen-

tenentwurf ausgearbeitet und regierungsintern abgestimmt haben, können allerdings noch viele Monate ins Land gehen.

Der Deutsche Gewerkschaftsbund (DGB) ist dem mit einem eigenen Entwurf (siehe ct.de/y1jy) für den Beschäftigtendatenschutz zuvorgekommen. Der Entwurf wurde bereits im Februar auf einem DGB-Kongress von Anja Piel vorgestellt. Piel ist Mitglied im Vorstand des Gewerkschaftsbundes und frühere Vorsitzende der Fraktion von Bündnis 90/Die Grünen im niedersächsischen Landtag.

### Inhalt

In seinem allgemeinen Teil widmet sich der Entwurf zunächst einigen Begriffsdefinitionen und Festlegungen zum Anwendungsbereich des Gesetzes. Im zweiten Kapitel legt er Grundsätze für den Umgang mit Beschäftigtendaten fest. Inhaltlich ist da nicht viel Neues enthalten. Das kann man auch kaum erwarten, da die Grundsätze im Wesentlichen von übergeordnetem Europa- und Verfassungsrecht vorgezeichnet und von der Rechtsprechung weitgehend durchdekliniert sind.

Wirkliche Änderungen der bestehenden Rechtslage ergeben sich durch den Text nicht. Eine nicht zu unterschätzende Leistung für die Praxis in den Betrieben ist es allerdings, dass der Entwurf alle bereits bestehenden rechtlichen Vorgaben

systematisch zusammenfasst, sehr übersichtlich darstellt und in einer verständlicheren Sprache formuliert, als es bestehende Rechtstexte zu der Materie tun.

Dafür dröseln die Verfasser des Entwurfs alle im BDSG in einem einzigen Bandwurmsatz (§ 26 Abs. 1 Satz BDSG) zusammengefassten Rechtsgrundlagen für die Verarbeitung von Beschäftigtendaten in mehrere Paragraphen auf und widmen ihnen ganze Abschnitte, in denen sie die jeweiligen Voraussetzungen für die Rechtmäßigkeit einer Datenverarbeitung etwa auf Grundlage der Einwilligung des Betroffenen, detailliert ausführen.

Dadurch wird der Text zwar um einiges länger, aber deutlich besser lesbar, zumal für juristische Laien, zu denen vor allem die Betroffenen selbst ja meist gehören. Der weitgehenden Verzicht auf Verweise zu internen und externen Textstellen macht den Entwurf zwar gelegentlich etwas redundant, ist der besseren Lesbarkeit aber ebenfalls dienlich.

Gut gegliedert ist der Entwurf auch dadurch, dass er verschiedene Phasen des Beschäftigungsverhältnisses von der Bewerbung über die Beschäftigung selbst bis hin zu deren Ende in den Blick nimmt und dafür jeweils eigene Vorgaben macht. So etwa zu Fragen, die im Bewerbungsgespräch unzulässig sein sollen und zu denen folglich Daten nicht verarbeitet werden dürfen. Das betrifft etwa die Familienplanung des Bewerbers oder Fragen nach einer etwaigen Behinderung. Auch Fotos in Bewerbungsunterlagen sollen nach Vorstellungen der Gewerkschafter unzulässig sein.

Wirkliches Neuland betritt der Entwurf allerdings mit seinen Regularien zur Kontrolle des Verhaltens und der Leistung von Beschäftigten am Arbeitsplatz. Die Verfasser haben in einzelnen Bestimmungen konkrete Vorgaben für bestimmte



Bild DGB/Joanna Kosowska

**DGB-Vorstandsfrau Anja Piel will den Beschäftigtendatenschutz in einem eigenen Gesetz festschreiben.**



Techniken entwickelt, die gerade erst Einzug in die moderne Arbeitswelt gehalten haben oder deren Verbreitung noch ganz am Anfang steht. So befasst sich etwa § 25 des Entwurfs in drei Absätzen mit Cloud-Umgebungen, Software as a Service und künstlicher Intelligenz. Weitere Paragraphen betreffen biometrische Verfahren, die Ortung etwa bei Kurierdiensten sowie Audio- und Videoüberwachung.

Daten aus allen diesen Anwendungsfällen zu verarbeiten, soll dem Entwurf zu Folge nur in eng begrenzten Ausnahmefällen zulässig sein. Voraussetzung für eine Videoüberwachung wäre dem Entwurf zufolge, dass es hierfür wichtige betriebliche Gründe und keine technischen oder organisatorischen Alternativen gibt und kein Grund zu der Annahme besteht, dass schutzwürdige Interesse, Grundrechte und Grundfreiheiten der betroffenen Beschäftigten an dem Ausschluss der Überwachung überwiegen. Dagegen soll die Überwachung unter diesen Voraussetzungen ausdrücklich erlaubt sein, wenn es für die Sicherheit von Beschäftigten unabdingbar ist oder deren Gesundheit schützt. Für Clouddienste sollen nur die Anmeldedaten des jeweiligen Arbeitnehmers verarbeitet werden und dies nur zu dem Zweck der Prüfung der Zugangsberechtigung. Dies müssen die Arbeitgeber ausdrücklich auch dann sicherstellen, wenn der genutzte Clouddienst oder der Service auf unternehmensfremden Servern läuft. Mithilfe von Logfiles zu kontrollieren, welcher Mitarbeiter sich wann bei einer Anwendung ein- oder ausgeloggt hat oder welche Arbeitsschritte er dort unternommen hat, wäre dann eindeutig unzulässig.

Für IT-Anwendungen, die in Arbeitsgeräten eingebaut sind, schreibt der Entwurf die Anonymisierung vor. Wo diese technisch unmöglich ist, sollen Löschverfahren verankert werden, durch die die in Geräten oder Arbeitsmitteln erzeugten Daten bei einer weiteren Verarbeitung kurzfristig überschrieben werden.

Müssen Geräte und Arbeitsmittel mit integrierten IT-Anwendungen aus betrieblichen Gründen von Beschäftigten permanent getragen oder mitgeführt werden, soll es den Betroffenen möglich sein, die stattfindende Datenverarbeitung aus persönlichen Gründen jederzeit auf einfache Art und Weise zu unterbrechen. Diese Unterbrechung der Datenerfassung und Verarbeitung soll nur durch ein aktives Handeln der Beschäftigten wieder aufgehoben werden dürfen. Zudem ist ausdrücklich ange-

ordnet, dass die Unterbrechung der Datenverarbeitung für Beschäftigte nicht zu arbeitsrechtlichen Nachteilen führen darf. Auch sollen die Beschäftigten vom Arbeitgeber über Art und Umfang der sie betreffenden Verarbeitung ihrer Daten vorab informiert werden müssen. Auch Ortungsdienste dürfen nach den vorgesehenen Bestimmungen in aller Regel nicht für die Überwachung von Beschäftigten genutzt werden. Für Dritte sollen sie überhaupt nur einsehbar sein, wo dies für die Beschäftigung typisch ist. Damit trägt der Entwurf den Bedürfnissen etwa von Kurierdiensten Rechnung. Den Beschäftigten muss es dann aber möglich sein, die Ortung zu unterbrechen, ohne dass sie arbeitsrechtliche Nachteile befürchten müssen.

### Geteiltes Echo

Im Arbeitsministerium bereitet man derzeit das Gesetzesvorhaben vor, dazu werden sogenannte Eckpunkte aufgestellt. Dabei würden „grundsätzlich Beiträge aller relevanten Stakeholder berücksichtigt“, teilte eine Ministeriumssprecherin auf c't-Anfrage mit. Also wohl auch der DGB-Entwurf. Ein anderer „Stakeholder“, der Bund deutscher Arbeitgeber (BDA), hält den Vorstoß für ein Beschäftigtendatenschutzgesetz für eher schädlich. „Die Erwägungen des DGB zu eigenständigen und neuen Regelungen zum Beschäftigtendatenschutz führen weder zu mehr Schutz für Beschäftigte noch zu mehr Klarheit in der Rechtsanwendung im Beschäftigtenverhältnis. Erwogen werden noch engere und noch komplexere Vorgaben, die nur zu mehr Bürokratie führen“, heißt es in einer Antwort des Verbands.

Dass die beiden SPD-Minister letztlich ein Gesetz durchbringen, gilt in Berlin als ausgemacht. Auf Unterstützung ihres Koalitionspartners FDP können sie dabei allerdings weniger zählen als auf die der Opposition. So wollte sich die Fraktion der Freien Demokraten im Deutschen Bundestag auf eine Anfrage von c't zum Thema Beschäftigtendatenschutz nicht äußern. Der zuständige Sprecher der Unionsfraktion, Maximilian Mörseburg (CDU), begrüßte es hingegen gegenüber c't, wenn der Gesetzgeber der besonderen Beziehung von Arbeitgeber und Arbeitnehmer auch im Datenschutz Rechnung trage. Das Gesetz müsse zudem einer modernen Arbeitswelt gerecht werden.

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

**Gesetzentwurf im Volltext:** [ct.de/y1jy](https://ct.de/y1jy)

Es gibt **10** Arten  
von Menschen.

**iX-Leser**  
und die anderen.



**Jetzt Mini-Abo testen:**

3 Hefte + Bluetooth-Tastatur  
nur **19,35 €**

**[www.ix.de/testen](https://www.ix.de/testen)**



[www.ix.de/testen](https://www.ix.de/testen)



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



49 (0)541 800 09 120



# Deine Identität – meine Identität

## ID-Provider: Nachfolger der Third Party Cookies?

**Onlinemarketing-Unternehmen müssen Surfer wiedererkennen, um ihnen maßgeschneiderte Anzeigen präsentieren zu können. Nachdem Apple und Google das erschweren, erhalten spezialisierte ID-Provider eine größere Bedeutung. Mit ihnen wird das Werbegeschäft für Verbraucher aber noch intransparenter als bisher.**

Von Torsten Klein

**E**in Großteil der Onlinewerbung orientiert sich am Interessenprofil, das der Werbetreibende dem Nutzer zuordnet: „Männlich, über 30, Kinder, am Kauf von Autos und Pauschalreisen interessiert“ zum Beispiel. Diese Werbepprofile – und die einschlägige Werbung – folgen den Nutzern nicht nur von Website zu Website, sondern auch von Gerät zu Gerät.

Damit das funktionieren kann und damit Werbekonzerne aus den Besuchen verschiedener Websites überhaupt das Profil eines Surfers zusammenstellen können, müssen sie ihn eindeutig wiedererkennen. In den Desktop-Browsern übernehmen bislang Third Party Cookies diese Aufgabe [1]. Die beiden großen Mobilbetriebssysteme Android und iOS enthalten zudem spezielle, eindeutige Werbekennungen.

Doch Apple setzt auf mehr Privatsphäre für seine Nutzer. Das Unternehmen hat seinem Browser Safari auf dem Desktop einen Tracking-Blocker verpasst und schloss andere Firmen von der Nutzung der iOS-Kennung aus, sofern die

Nutzer das wünschen. Das hatte zur Folge, dass der Werbepreis für Anzeigen auf Apple-Geräten einbrach. Mark Zuckerberg sagte bei Verkündung der Quartalszahlen der Facebook-Mutter Meta, dass Apples neue Datenregeln seinen Konzern dieses Jahr 10 Milliarden Dollar kosten würden.

Google hat für seinen Browser Chrome die Unterstützung von Third Party Cookies abgekündigt. Stattdessen soll er zukünftig die Interessenprofile selber verwalten. Die Targeting-Möglichkeiten für Werbeunternehmen würden damit empfindlich beschnitten. Die Marketingbranche ist not amused.

Auch die Werbe-ID von Android ist keine sichere Währung mehr. Nutzer sollen sie zukünftig deaktivieren können. Die österreichische Datenschutzinitiative noyb hält die ID sogar für DSGVO-widrig. Sie hat bei der französischen Datenschutzbehörde eine Beschwerde eingereicht mit dem Ziel, die ID in der EU komplett verbieten zu lassen.

### Neue IDs gesucht

Werbeunternehmen können also zukünftig nicht mehr auf die gewohnten Methoden zurückgreifen, um Surfer wiederzuerkennen. Spezielle Anbieter springen in die Bresche, die alternative Nutzer-IDs als Dienstleistung anbieten. Bekommt ein Nutzer von einer Website eine solche Kennung zugewiesen, kann die nächste Website die gleiche Kennung abrufen und so ein übergreifendes Profil erstellen.

Die Namen der meisten dieser Unternehmen dürften nur jener Splittergruppe der Verbraucher bekannt sein, die sich die Datenschutzbedingungen auf Websites tatsächlich durchlesen. Nach einer aktuellen Studie des Digitalverbandes BVDW gehören die Unternehmen ID5 (Universal

ID), Unified ID 2.0, Roq.ad, LiveRamp, netID, Ftrack (Flashtalking) sowie Zeotap (ID+) zu den Anbietern „relevanter und ausgereifter Identitätslösungen“. Bei einer Stichprobe unter den am meisten aufgerufenen deutschsprachigen Webseiten fanden sich pro Angebot mindestens zwei dieser ID-Anbieter, bei vielen sogar deutlich mehr.

Bei netID zum Beispiel haben sich große Anbieter von Webdiensten zusammengeschlossen, um ein einheitliches Login auf ihren Seiten zu ermöglichen. Benutzer können dieselben netID-Zugangsinformationen bei allen Partnern verwenden. Dazu zählen United Internet (GMX, web.de und 1und1), ProSieben-Sat.1, der Axel Springer Verlag und die Telekom.

Der IT-Journalist Matthias Eberl hat sich die Funktionsweise von netID und anderer Anbieter genauer angeschaut (ct.de/ywsp). Bei der Untersuchung des Browser-Traffics fand er zumindest keine direkte Übertragung der netID-Kennung an Werbedienstleister. Doch da ein solcher Abgleich auch auf Server-Seite geschehen kann, müsse man den Anbietern „blind vertrauen“, warnt Eberl.

Die Werbe-IDs bestehen meist auf einer kryptischen Kennung, die auf der Seite der Werbeadserver aber mit persönlichen Daten verknüpft ist. Bei netID zum Beispiel meldet sich der Nutzer per E-Mail-Adresse an. Andere ID-Provider nutzen die bei den teilnehmenden Diensten hinterlegte Handynummer. E-Mail-Adresse oder Handynummer sind ein besseres Merkmal, um eine einzelne Person anzusprechen, als die bisher üblichen Cookies, die nur den Browser identifizieren.

Eine ID-Dienstleistung ist natürlich umso wertvoller, je mehr Surfer man mit ihr adressieren kann. Daher wollen sich nicht alle ID-Provider darauf verlassen, dass Nutzer sich auf Websites registrieren. Anbieter wie ID5 nutzen zusätzlich „nicht-deterministische Daten“ wie IP-Adresse und Browserkennung, um nicht eingeloggteten Nutzern dennoch eine Identität zuzuweisen.

Unternehmen wie LiveRamp versuchen, ihre IDs an Apples Tracking-Sperren und anderen Schutzmaßnahmen vorbeizuschleusen. „In erster Linie respektiert LiveRamp natürlich die Entscheidung, in den Browsern Cookies von Drittanbietern abzuschalten, und wir sind in der Branche darin führend, Cookie-lose und geräteunabhängige Adressierbarkeit



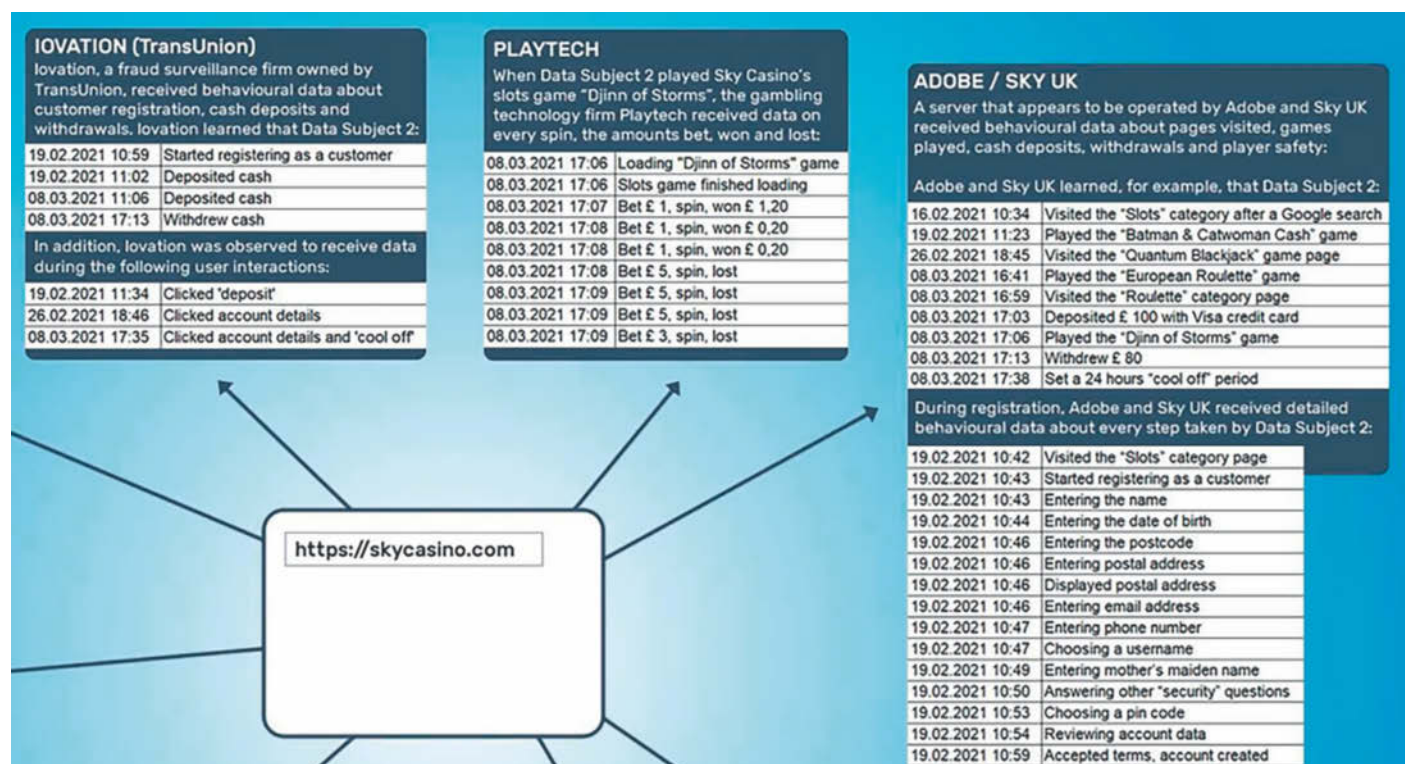


Bild (Ausschnitt): Clean Up Gambling / Cracked Labs

Bei einer Untersuchung übermittelte eine Glücksspiel-Site detaillierte Informationen über die Aktivitäten eines Spielers an Dritte.

zu ermöglichen, basierend auf dem Vertrauen und der Zustimmung der Verbraucher“, erklärt das Unternehmen auf Anfrage von c’t.

Mit anderen Worten: LiveRamp ist eigenen Angaben zufolge in der Lage, trotz der Schutzmaßnahmen der gängigen Browser einzelne Nutzer bei ihren Streifzügen im Web wiederzuerkennen. Inwieweit LiveRamp diese Behauptung in der Praxis tatsächlich erfüllen kann, lässt sich allerdings nicht genau quantifizieren.

## Datenaustausch im Verborgenen

Die Crux: Als Verbraucher kann man nur nachvollziehen, was im Browser geschieht. Das ist schon kompliziert genug, denn dafür muss man mit Entwicklerwerkzeugen den Datenverkehr analysieren. Welche Datenbestände von Brokern und Netzwerken außerhalb der eigenen Geräte synchronisiert und abgeglichen werden, bleibt verborgen.

Für einen aktuellen Bericht über die Werbepaxis von Online-Glücksspielanbietern hat die Organisation „Clean Up Gambling“ einmal im Detail aufdröseln lassen, wie Drittparteien beim Besuch von Websites eine Vielzahl an IDs untereinander austauschen. Dazu hat sie nicht nur den Browser-Traffic analysieren lassen,

sondern auch DSGVO-Auskunftsanträge gestellt.

Der Bericht zeigt, wie viele Informationen über das individuelle Glücksspielverhalten einzelner Nutzer gesammelt und an Dutzende Dritte weitergegeben wurden. Aus den verschiedenen Quellen konnte man so die komplette Spielhistorie samt Ein- und Auszahlungen rekonstruieren.

## Zukunft infrage gestellt

ID-Anbieter machen derzeit gute Geschäfte. Dennoch erscheint ihre Zukunft fraglich. Zum Beispiel möchte Apple einige Tricks unterbinden, mit denen ID-Anbieter ihre Third Party Cookies in First Party Cookies verwandeln. Google will sich hier noch nicht festlegen, hat aber signalisiert, dass Werbetreibende grundsätzlich auf solche Techniken verzichten sollten.

Datenschutzbehörden haben in jüngster Vergangenheit keinen Zweifel daran gelassen, dass auch pseudonym erhobene Daten trotz gegenteiliger Behauptungen aus der Industrie sehr wohl Personenbezug im Sinne der DSGVO haben können und ihre Verarbeitung daher höchsten Ansprüchen genügen muss. Und sogar das Digital Advertising Accountability Program (DAAP) – ein Selbstaufsichtsorgan

der amerikanischen Werbewirtschaft – stellt klar, dass Werbedienstleister keine Geräteeigenschaften heranziehen dürfen, um Nutzern pseudonymisierte ID-Kennungen zuzuweisen.

Aber solange es keinen verlässlichen Schutz gegen den Handel mit IDs gibt, sollten Sie Ihre Schutzschilde so hoch ziehen wie möglich, wenn Sie sich dem entziehen wollen: Stellen Sie den Tracking-Blocker Ihres Browsers scharf und installieren zusätzlichen Schutz mit Browser-Add-ons wie uBlock Origin.

E-Mail-Adressen und Handynummern kommt eine besondere Bedeutung zu, weil sie den ID-Anbietern beim Wiedererkennen helfen. Geben Sie die Smartphone-Nummer am besten nicht heraus. Und benutzen Sie, falls möglich, individuelle E-Mail-Adressen für den Login bei unterschiedlichen Diensten. Sogenannte Catch-All-Adressen für diesen Zweck erhalten Sie bei vielen Mail-Providern. (jo@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Torsten Kleinz, Themenplanung, Googles Modell für Online-Werbung, c’t 5/2022, S. 38

**Erwähnte Untersuchungen:** [ct.de/ywsw](https://www.cleanupgambling.org/en/ywsw)



# Orwells Briefftasche

## Die umstrittenen Pläne für eine europäische digitale Identität

**Mit der EUid verspricht die EU-Kommission allen Europäern eine datenschutzfreundliche digitale Identität. Datenschützer befürchten jedoch, dass das Gegenteil dabei herauskommt: Staaten und Konzerne würden Nutzer mit einer dauerhaften Kennung tracken.**

Von Christian Wölbart

Die Meinungen über die von der EU-Kommission geplante europäische digitale Identität (EUid) könnten kaum weiter auseinandergehen. Glaubt man Kommissionschefin Ursula von der Leyen, stärkt die EUid den Schutz persönlicher Daten und weist Kraken wie Google und Facebook in die Schranken. Es handle sich „um eine Technik, bei der Nutzer selbst kontrollieren, welche Daten wofür genutzt werden“, verspricht die Politikerin auf der Webseite der Kommission.

Der Aktivist Thomas Lohninger hingegen spricht von „Orwells Wallet“, das „direkt in den Überwachungskapitalismus“ führe. Die EUid serviere Tech-Konzernen die Identitätsdaten von Bürgern „auf dem Silbertablett“, warnt der Geschäftsführer der Bürgerrechtsorganisation Epicenter.Works in einer im Februar veröffentlichten Stellungnahme. Gleichzeitig bereite sie den Weg für staatliche Klarnamenpflichten und gefährde damit das Recht auf Anonymität im Netz.

Um Lohningers drastische Warnung einzuordnen, muss man wissen, was die EU-Kommission genau plant. Die Brüsseler Behörde veröffentlichte im Juni 2021 den Entwurf einer Verordnung über eine „europäische digitale Identität“. Dieses Gesetz würde in allen Mitgliedsstaaten unmittelbar gelten, wenn EU-Parlament

und Rat zustimmen. Ende Februar konkretisierte die Kommission in einem weiteren Dokument technische Details.

### Amazon, Google & Co. sollen EUid akzeptieren

Den Plänen zufolge handelt es sich bei der EUid um eine Wallet-App, mit der Nutzer staatlich verifizierte Identitätsdaten sowie weitere Dokumente verwalten und an andere übermitteln können. Die Kommission will alle EU-Länder verpflichten, ihren Bürgern eine solche App kostenlos zur Verfügung zu stellen. Gleichzeitig will sie Behörden und bestimmte Unternehmen – zum Beispiel aus dem Transport-, Finanz- und Energiesektor – zwingen, EUid-Nachweise zu akzeptieren. Große Onlineplattformen wie Google, Facebook und Amazon sollen ebenfalls dazu verpflichtet werden, damit die EUid schnell den Durchbruch schafft.

Nach der Vorstellung der Kommission übertragen Nutzer zuerst ihre grundlegenden Identitätsdaten – Name, Geburtsdatum, Adresse – von ihren nationalen Ausweisdokumenten in die Wallet-App. Deutsche zum Beispiel würden dafür ihren Personalausweis über NFC auslesen, Österreicher würden die Daten aus ihrer Handysignatur übernehmen. Im Anschluss soll man alle möglichen weiteren digitalen Dokumente in diese App-Briefftasche stecken können, vom Führerschein und Impfpass über Schulzeugnisse und Bezahlkarten bis zum ärztlich verordneten Rezept. Die EUid wäre also kein neuer Ausweis, sondern würde Informationen aus bestehenden Ausweisen und Dokumenten kombinieren.

Die Wallets sollen dadurch breiter einsetzbar sein als bisherige digitale Ausweise wie der E-Perso: Konto eröffnen, Kredit beantragen, SIM-Karte bestellen, Mietwagen buchen, Steuererklärung abgeben – all das soll einfacher und schneller gehen als bisher, verspricht die Kommission. Gleichzeitig sollen die Apps den Login bei Onlinediensten erlauben und dadurch Nutzernamen und Passwörter überflüssig machen. Auch offline soll man Nachweise empfangen und übermitteln können, zum Beispiel über QR-Codes.

Dabei geht es nicht nur um Komfort für Nutzer und um Effizienz für Unternehmen, sondern auch um Machtpolitik: Die Kommission will verhindern, dass Europäer ihre



Als Beispiel für den Einsatz der EUid nennt die Kommission das Beantragen eines Kredits.



Ausweise und Dokumente den funktional ähnlichen Wallets von US-Konzernen wie Apple und Google anvertrauen. Beispielsweise können Einwohner des US-Bundesstaats Arizona ihre Führerscheine bereits in Apples Wallet speichern und bei Kontrollen an Flughäfen vorzeigen.

### Anti-Big-Brother-Klausel

Viele EU-Länder arbeiten bereits heute an Wallet-Apps. Ein Beispiel ist die Anwendung „ID Wallet“, die die Bundesregierung im Herbst in die App Stores brachte, aber nach wenigen Tagen aufgrund von Serverproblemen und Sicherheitsmängeln zurückzog (siehe c't 4/2022, S. 28). Sie soll im Laufe des Jahres 2022 in einer verbesserten Version erscheinen. Solche Apps könnten an die EUId-Vorgaben angepasst werden, sobald diese endgültig feststehen.

Um Datenkraken auszubremsen, sollen EUId-Wallets vor jeder Transaktion anzeigen, wer welche Informationen verlangt. Erst nach Freigabe durch den Nutzer fließen Daten, so verspricht es die Kommission. Außerdem müssen die Wallets ihren Nutzern erlauben, einzelne Attribute statt kompletter Datensätze zu übermitteln – zum Beispiel beim Zigarettenkauf nur das Alter statt Name und Geburtsdatum. Laut Verordnungsentwurf müssen sich zudem alle Unternehmen, die auf EUId-Apps zugreifen wollen, vorab in einem der Mitgliedsländer registrieren.

Darüber hinaus gibt es eine Anti-Big-Brother Klausel: „Herausgeber des Wallets für die europäische digitale Identität dürfen keine Daten über die Nutzung des Wallets sammeln, die nicht für die Bereitstellung der Wallet-Dienste nötig sind“, heißt es in Artikel 6a des Entwurfs. So will die Kommission verhindern, dass Mitgliedsstaaten Wallet-Transaktionen mit-schneiden und daraus Persönlichkeitsprofile erstellen.

### „Einzigartige und dauerhafte Kennung“

Etwas weiter unten in der Verordnung steht allerdings ein Passus, der bei Datenschützern die Alarmglocken schrillen lässt: Laut Artikel 11a müssen Mitgliedsstaaten in die EUId eine „einzigartige und dauerhafte Kennung“ einbauen. Diese soll

immer dann übertragen werden, wenn die Identifizierung des Nutzers gesetzlich vorgeschrieben ist, also zum Beispiel bei Behördendiensten oder dem Kauf einer SIM-Karte. So will die Kommission Dubletten und Verwechslungen verhindern.

Der Bundesbeauftragte für den Datenschutz (BfDI), Ulrich Kelber, hat dagegen „verfassungs- und datenschutzrechtliche Bedenken“, wie eine Sprecherin Kelbers gegenüber c't sagte. Werde die Kennung in allen möglichen Bereichen verwendet, von Onlineplattformen über Versicherungen bis zu Behörden, könnten umfassende Persönlichkeitsprofile entstehen. Die EU dürfe die Nummer deshalb nur für das Ausweiswesen vorsehen. Die

Verwendung in anderen Bereichen müsse sie explizit verbieten – oder zumindest müssten aus der Kennung für jeden Abfrager unterschiedliche, nicht zurückrechenbare Hash-Werte abgeleitet werden. „Dies erfüllt den Zweck einer eindeutigen Identifizierung, ohne dass

über Dienste hinweg eine Profilbildung möglich ist“, sagte die Sprecherin.

### Globales Super-Cookie

Auch andere Experten warnen vor der Kennung: „Eine einheitliche Wallet-Kennung ist wie ein globales Super-Cookie“, schreibt die Sicherheitsfirma Avast in ihrem Blog. „Das ist eine schlechte Idee. Das darf nicht passieren.“

Der österreichische Datenschutzaktivist Thomas Lohninger meint, dass Plattformen wie Facebook es kaum erwarten könnten, einen behördlichen, lebenslangen Identifikator zu ihren Datensätzen hinzuzufügen. „Und sie werden Wege finden, um Nutzer zu überlisten, genau das zu tun.“

Er sieht aber noch viele weitere Risiken in der EUId-Verordnung. Zum Beispiel weist er darauf hin, dass jedes EU-Land selbst bestimmen könne, wo eine Identifizierung samt Kennung gesetzlich vorgeschrieben ist. „Zum Beispiel könnte ein ungarisches Gesetz eine Ausweispflicht auf Demonstrationen vorschreiben.“ Gleichzeitig könne die einfache und günstige Online-Authentifizierung Regierungen dazu verleiten, Klarnamenpflichten für Social Media einzuführen.

Aus Sicht von Lohninger hilft auch das EUId-Prinzip, demzufolge Nutzer ihre Daten



Bild: oh

**Anbieter wie Facebook könnten es kaum erwarten, eine staatliche, dauerhafte Kennung zu ihren Datensätzen hinzuzufügen, warnt der Datenschutzaktivist Thomas Lohninger.**

bewusst freigeben müssen, in der Praxis wenig. In vielen Fällen würden Nutzer einem Machtgefälle unterliegen und deshalb notgedrungen mehr Daten freigeben als eigentlich nötig. Oder aus Bequemlichkeit: „Wenn man schnell Zigaretten kaufen will, da wird man einfach ‚ja‘ drücken.“

Auch die Gefahr, dass die Herausgeber der Wallets – also die Mitgliedsstaaten oder von ihnen beauftragte Firmen – ihre Nutzer tracken, sieht Lohninger nicht als gebannt an. Die EU-Kommission will das zwar untersagen, gleichzeitig aber die Speicherung der Wallet-Daten auf zentralen Servern erlauben, statt nur auf den Smartphones der jeweiligen Nutzer. Eine Big-Brother-artige Überwachung wäre dann zumindest technisch gesehen ein Kinderspiel. Und durch Sicherheitslücken könnten Millionen von Datensätzen auf einmal abfließen. „Nutzer sind auf Gedeih und Verderb den Herausgebern ausgeliefert“, warnt Lohninger.

Voraussichtlich im November wird das EU-Parlament seine Haltung zur EUId formulieren. Lohninger hofft, dass die Abgeordneten die Verordnung entschärfen. Allerdings verteidigt die Kommission ihre Pläne hartnäckig, denn das Interesse der Industrie an den staatlich verifizierten Daten sei enorm, meint der Aktivist. „Es wird ein Kampf werden.“

(cwo@ct.de) **ct**

**Stellungnahme von Epicenter.Works:**  
[ct.de/y7ak](https://ct.de/y7ak)





Bild: Albert Hulm

# Springtime for Kotlin

## Webentwicklung mit Kotlin und Spring: Datenmodelle

Mit dem Web-Framework Spring Boot programmieren Sie in Kotlin moderne Webanwendungen für die Java-VM. Wir präsentieren das Profi-Framework in zwei Teilen am Beispiel einer To-do-Liste. Teil eins definiert die Datenmodelle.

Von Christian Helmbold

**Z**ack, fertig, abgehakt! Was kommt als Nächstes? Wer effizient arbeitet, beantwortet diese Frage mit einer To-do-Liste. Und wer die auf allen Geräten und an allen Orten aktuell haben möchte, greift zur digitalen Version. Auch wenn es dafür fertige Lösungen gibt: Nichts befriedigt die eigenen Bedürfnisse so zielgenau wie eine selbst programmierte To-do-Liste.

Eine ideale Plattform für eine solche Webanwendung ist die Java Virtual Machine (JVM). Ihrem Ruf zum Trotz ist die Ent-

wicklung auf der Java-Plattform heute nämlich nicht mehr schwerfällig und mit meterlangen XML-Dateien gespickt, son-

dern gelingt locker-flockig mit wenig Code. Möglich machen das zwei Dinge: die kompakte Syntax der Programmiersprache

Kotlin (Kotlin-Code ist nach dem Kompilieren nicht von einem Java-Programm zu unterscheiden und läuft in der gleichen virtuellen Maschine) und das ausgefeilte Framework „Spring Boot“. Für Anwendungen auf Servern erfreut sich Spring





## ct kompakt

- Die Java-VM läuft auf jedem Server und ein Browser läuft auf jedem Client. Webbasierte Datenbank-anwendungen nutzen das perfekt aus.
- Spring Boot ist ein modernes Framework für die Entwicklung solcher Webanwendungen.
- Wir zeigen am Beispiel einer mit Kotlin programmierten To-do-Liste, wie professionelle Webentwicklung mit Spring funktioniert.

Boot vom Start-up bis zum Weltkonzern großer Beliebtheit. Wer schon mal Netflix geschaut hat, hat auch schon mal eine Spring-Boot-Anwendung genutzt!

Dieser Artikel zeigt, wie Sie mit Spring Boot und Kotlin eine zu 100 Prozent XML-freie To-do-Liste fürs Web entwickeln. Die Anwendung nimmt Aufgaben per HTTP im JSON-Format entgegen und gibt sie auch so zurück – eine Single Page Application (SPA) zur bequemen Bedienung können Sie fertig unter [ct.de/ywta](https://ct.de/ywta) herunterladen. Wie Sie so eine SPA mit dem Framework Angular entwickeln, lesen Sie in einer der nächsten c't-Ausgaben.

## Spring in Bequem

Spring ist ursprünglich im Jahr 2003 als Gegenentwurf zur umständlichen Entwicklung mit der Java 2 Enterprise Edition (J2EE) angetreten. Einem Wust aus zu implementierenden Schnittstellen und ausladender Konfiguration stellte Spring-Erfinder Rod Johnson zwei einfache Grundprinzipien entgegen: Dependency Injection (DI) und aspektorientierte Programmierung (AOP). Was diese beiden Begriffe bedeuten, erfahren Sie im Laufe des Artikels und seines Nachfolgers. Für die Programmierwelt waren diese Konzepte eine kleine Revolution.

Der große Erfolg bestätigt Rod Johnsons Ideen und hat Spring lebhaft wachsen lassen. Vor ein paar Jahren kam schließlich der Wunsch auf, die Nutzung von Spring durch „Convention over Configuration“ komfortabler zu machen – genau diese „Komfortschicht“ über dem eigentlichen Spring-Framework ist Spring Boot. Es bietet eine sinnvolle Standardkonfiguration für viele Anwendungsfälle und bindet

zahlreiche Erweiterungen, zum Beispiel für Datenbanken oder Messaging, ohne Umwege ein. Trotzdem verbaut Spring Boot nie den Weg, denn sämtliche Konfigurationen können Sie überschreiben und Schnittstellen bei Bedarf selbst implementieren.

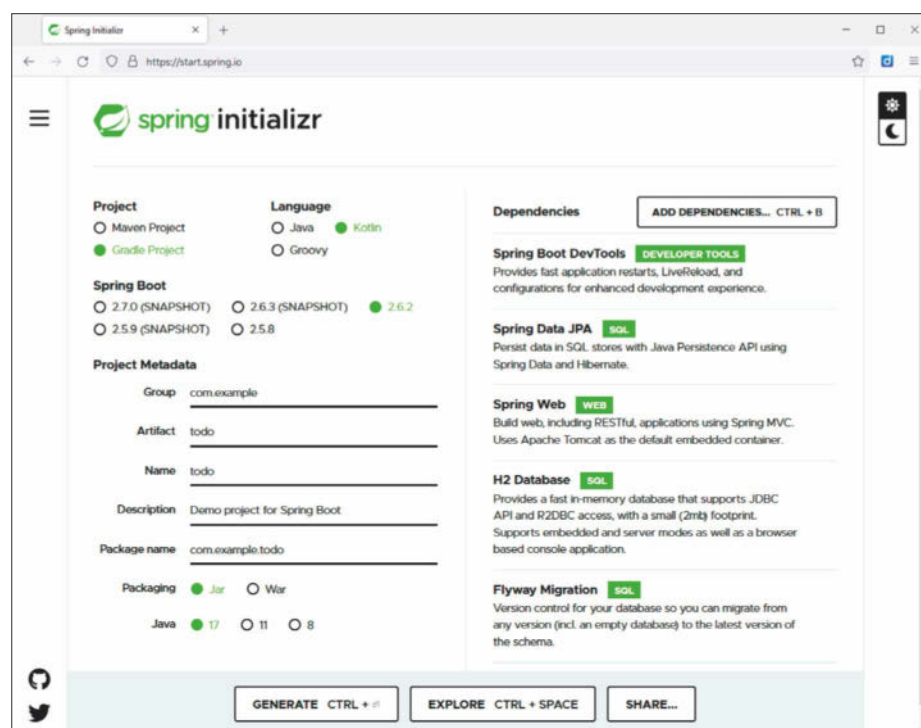
## Auf die Plätze, fertig ...

Damit Sie loslegen können, benötigen Sie das Java Development Kit (JDK). Mindestvoraussetzung ist Java 8, aber wir empfehlen, die aktuelle Long-Term-Support-Version Java 17 von [adoptium.net](https://adoptium.net) herunterzuladen (die OpenJDK-Distribution heißt dort „Temurin“). Wählen Sie bei der Installation die Option zum Setzen von `JAVA_HOME` aus. Auf macOS müssen Sie die Umgebungsvariable per Hand setzen, weil die Installation keinen Haken anbietet. Nachdem Sie die Installationschritte hinter sich gebracht haben, navigieren Sie im Browser zu <https://start.spring.io> und erzeugen direkt im Browser das Grundgerüst für die To-do-Liste. Wählen Sie als Projekttyp „Gradle Project“, als „Language“ die Programmiersprache Kotlin und als Java-Version 17 aus. Bei den übrigen Feldern bleiben Sie bei den Voreinstellungen.

Im nächsten Schritt wählen Sie die „Dependencies“ aus. Mit den Abhängig-

keiten legen Sie das Fundament für die Anwendung. Klicken Sie auf „Add Dependencies“ und fügen Sie „Spring Boot DevTools“, „Spring Data JPA“, „Spring Web“, „H2 Database“ und „Flyway Migration“ hinzu. Data JPA bindet das Jakarta-Persistence-API ein, mit dem die Anwendung Objekte und deren Beziehungen in der Datenbank speichert. Die Datenbank ist hier der Einfachheit halber H2, die im Speicher liegt. An dieser Stelle könnten Sie aber genauso Treiberbibliotheken für MariaDB oder PostgreSQL einbinden. Flyway Migration sollte bei Anwendungen mit Datenbank-Backend immer mit an Bord sein und hilft dabei, die Datenstrukturen auch später noch mal zu ändern. Eine Datenbankmigration überführt dann bestehende Daten vom alten Format ins neue, modifiziert Tabellen und legt neue an. Spring Web enthält die Funktionen, um HTTP-Requests zu verarbeiten, womit sich der nächste Artikel dieser Reihe beschäftigt.

Klicken Sie abschließend auf „Generate“, um eine Zip-Datei mit dem Projekt herunterzuladen. Die beschriebene Konfiguration können Sie auch direkt herunterladen (Direktlink über [ct.de/ywta](https://ct.de/ywta)). Entpacken Sie diese Datei anschließend in ein Verzeichnis Ihrer Wahl. Im Ordner liegt dann ein lauffähiges Projekt mit vie-



**Einfacher als Onlineshopping: Spring initializr erzeugt ein Grundgerüst aus ausgewählten Modulen.**



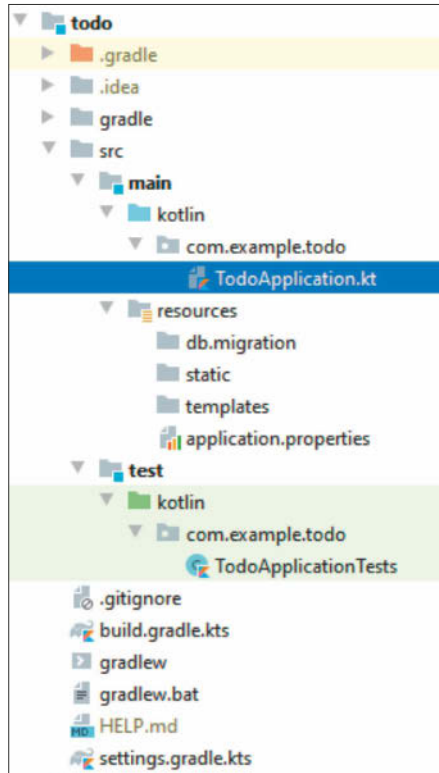
len leeren Dateien und Ordnern, das Sie ganz nach Bedarf mit eigenem Code füllen. So schnell haben Sie ein fertiges Grundgerüst für Ihre Anwendung inklusive mehrerer vorkonfigurierter Frameworks erzeugt. Die Abhängigkeiten sind im Projekt bereits definiert, aber noch nicht in der neuesten Version heruntergeladen. Spring initializr erspart Ihnen zum Start das Befüllen der von Spring genutzten Konfigurationsdateien; wenn Sie später etwas ändern wollen, editieren Sie diese direkt.

### ... los!

Um zu testen, dass das neue Projekt leer loslaufen kann, öffnen Sie ein Terminal und navigieren Sie mit `cd` in das Projektverzeichnis aus der Zip-Datei. Mit dem Befehl `./gradlew bootRun` wird die Anwendung durch das Build-Tool Gradle kompiliert und gestartet. Gradle kümmert sich um Bibliotheken und ihre Abhängigkeiten, stößt den Compiler an und führt das Programm auch gleich aus. Bei frischen Installationen verschluckt sich Gradle manchmal an den vielen Paketen, die das Programm aus dem Netz nachlädt. Probieren Sie es dann einfach erneut. Wenn alles geklappt hat, sehen Sie im Browser unter `http://localhost:8080/` nun schon die erste Seite der neuen Anwendung. Dass das ein interner Serverfehler ist, muss Sie nicht stören.

`gradlew` steht übrigens für „Gradle Wrapper“ – das Skript lädt Gradle automatisch in der projektspezifischen Version herunter; es ist anschließend ohne weitere Installation nutzbar. Gradle führt automatisch alle fürs Entwickeln nötigen Schritte aus: Es installiert in der Konfiguration definierte Abhängigkeiten, wirft den Compiler an und führt zuletzt das übersetzte Programm gleich aus. Mit all diesen Automaten fühlt sich das Programmieren mit Kotlin oder Java so bequem wie mit einer interpretierten Skriptsprache an.

Sollten Sie beim Ausführen des Gradle-Tasks einen `UnsupportedClassVersionError` bekommen, existiert wahrscheinlich noch eine alte Java-Version auf Ihrem Rechner, die sich im `PATH` vorgedrängt hat. Im einfachsten Fall können Sie sie schlicht entfernen. Konfiguriert wird Gradle durch die Datei `build.gradle.kts` im Wurzelverzeichnis des Projekts. Dort finden Sie auch die auf `start.spring.io` ausgewählten Module wieder. Die Dateierweiterung `.kts` steht für eine Kotlin-Skript-Konfigurationsdatei.



**Die Ordnerstruktur des Projekts, wie sie IntelliJ IDEA in seiner Seitenleiste anzeigt.**

Um komfortabel entwickeln zu können, öffnen Sie das Projekt jetzt noch in der Entwicklungsumgebung Ihrer Wahl. Empfehlenswert ist vor allem IntelliJ IDEA (die „Community“-Variante ist kostenlos), da es die beste Kotlin-Unterstützung bietet – in der Ultimate Edition kommen auch noch erstklassige Funktionen für Spring, JPA und diverse andere Frameworks hinzu. Weitere Optionen sind Visual Studio Code und Eclipse; an die Kotlin-Unterstützung von IntelliJ kommen die aber nicht heran.

In dem Projektverzeichnis ist vor allem das Unterverzeichnis `src` von Bedeutung. Unter `src/main/kotlin` liegt der Programmcode, unter `src/main/resources` hat der Spring initializr die – bislang noch leere – Datei `application.properties` für zentrale Konfigurationswerte angelegt sowie die Verzeichnisse `db` für SQL-Dateien und `static` für statische Dateien wie Bilder. In `src/test` liegen die Tests. Die Paketstruktur unter `/src/test/kotlin` ist analog zu `/src/main/kotlin`. Die letzte wichtige Datei ist `build.gradle.kts` im Projektverzeichnis: Sie dient zur Definition von Abhängigkeiten und des Build-Prozesses. Wenn im Folgenden von Dateien und Ordnern die Rede ist, die bislang noch

nicht existieren, legen Sie sie einfach in der beschriebenen Struktur an.

### Daten-Bank-Spiegel

Das Datenmodell hinter der Anwendung ist schnell erklärt: Es kann mehrere Objekte der Klasse `TaskList` geben, die jeweils mehrere Tasks besitzen können. Garniert sind die zugehörigen Klassen mit ein paar Annotationen des Jakarta Persistence API (JPA). Sie beschreiben, wie die Objekte auf eine relationale Datenbank abgebildet werden sollen. JPA selbst ist ein Standard, der nur die Schnittstellen beschreibt – implementiert werden diese Schnittstellen durch das Framework Hibernate. Hibernate ist ein Object-Relationale-Mapper (ORM), eine Software, die Daten von der Datenbank in Objekte der Programmiersprache umwandelt und umgekehrt und die Befehle an die Datenbank automatisch erzeugt, also beispielsweise SQL schreibt.

Legen Sie für beide Klassen je eine Datei im Verzeichnis `src/main/kotlin/com/example/todo/domain` an. Die Klasse `TaskList` (Datei `TaskList.kt`) ist umfangreicher und eignet sich daher besser als Beispiel (Task finden Sie im Repository über `ct.de/ywta`):

```
package com.example.todo.domain

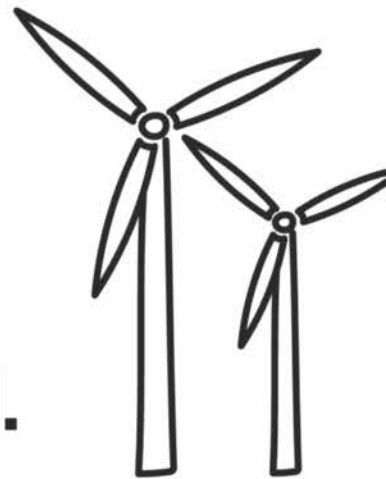
import javax.persistence.*

@Entity
class TaskList(var title: String) {
    @Id
    @GeneratedValue(
        strategy = GenerationType.IDENTITY
    )
    val id: Long = 0

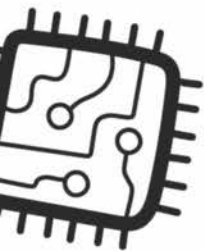
    @OneToMany(
        cascade = [CascadeType.REMOVE]
    )
    @JoinTable(
        name = "tasklist_task",
        joinColumns = [
            JoinColumn(name = "list_id")
        ],
        inverseJoinColumns = [
            JoinColumn(name = "task_id")
        ]
    )
    val tasks = mutableListOf<Task>()
}
```

Die `TaskList` ist eine JPA-Entität. Entitäten sind Objekte, die sich durch eine dauerhafte Identität auszeichnen, auch wenn





**Die Welt verstehen,  
wie sie morgen sein wird.**



**35 %  
Rabatt**



**2 Ausgaben MIT Technology Review  
als Heft oder digital inklusive Prämie nach Wahl:**

**[mit-tr.de/testen](https://mit-tr.de/testen)**



sich ihre Eigenschaften ändern. Wenn etwa der Titel einer Liste geändert wird, bleibt es konzeptionell dieselbe Liste, die auch weiterhin unter der bisherigen Adresse erreichbar sein soll. Derartige Klassen werden mit der JPA-Annotation `@Entity` markiert. Als eindeutige ID dient das Feld `id` vom Typ `Long`. Die Annotation `@Id` kennzeichnet es als Primärschlüssel und `@GeneratedValue` sorgt dafür, dass die ID für jedes neue Objekt hochgezählt wird.

Dass eine Liste mehrere Tasks enthalten kann, drückt die Annotation `@OneToMany` aus. `CascadeType.REMOVE` lässt beim Löschen einer Liste auch alle enthaltenen Tasks verschwinden. Für die Verbindung zwischen Task und Liste in der Datenbank nutzt JPA hier eine zusätzliche Tabelle namens `tasklist_task`, die Primärschlüssel zu den beiden verknüpften Tabellen enthält. Damit würde auch eine m:n-Relation (Many-To-Many) funktionieren, die Annotation begrenzt das aber auf 1:n.

Der `title` kommt nur im Konstruktor vor und benötigt keine Annotation und keine weitere Definition.

Der Einfachheit halber haben wir die Anwendung ohne ein Benutzerkonzept entwickelt. Dieses könnten Sie mithilfe

von Spring Security mit überschaubarem Aufwand ergänzen. Dann wäre auch eine Anmeldung mit Google oder Facebook möglich.

Wenn im Mehrbenutzerbetrieb ein Task parallel durch mehrere Nutzer geändert werden könnte, sollten Sie noch eine Konflikterkennung mit „Optimistic Concurrency Control“ (auch „Optimistic Locking“ genannt) ergänzen. In JPA gibt es dafür die Annotation `@Version`. Da die Beispielanwendung ohnehin nicht auf mehrere Nutzer ausgelegt ist, ignoriert sie dieses Detail.

## Gedächtnis

Um die Objekte dauerhaft zu speichern, fehlen jetzt noch die Datenbanktabellen. Als Datenbank nutzt dieses Beispiel die eingebettete Datenbank H2. Sie ist in Java geschrieben und kann ohne weitere Konfiguration als Bibliothek eingebunden werden. Das haben Sie bereits am Anfang erledigt, als Sie das entsprechende Paket ausgewählt haben. Spring Boot bietet eine Reihe sogenannter „Starter“, die eine Technik besonders komfortabel in das Framework einbinden. In diesem Fall wird auch gleich die Datenbankverbindung

konfiguriert. Der Einfachheit halber nutzt das Beispiel H2 als In-Memory-Datenbank; eine dauerhafte Speicherung in Dateien ist mit H2 ebenfalls möglich. Für größere Anwendungen empfiehlt sich eher ein ausgewachsenes Datenbankmanagementsystem wie PostgreSQL, das Sie ähnlich einfach anbinden können (die Installation eines Containers mit PostgreSQL wollten wir Ihnen für das Beispiel ersparen). Ein deutschsprachiger Blogbeitrag für die Umstellung einer sehr ähnlichen Anwendung finden Sie über [ct.de/ywta](https://ct.de/ywta).

In der anfänglichen Paketauswahl war auch der Starter „Flyway Migration“ enthalten. Der dient dazu, die Datenbankänderungen reproduzierbar zu beschreiben. Die Änderungen (Migrationen) legen Sie als SQL-Dateien in dem Verzeichnis `src/main/resources/db/migration` mit dem Namensschema `<Präfix><Version>__<Beschreibung>.sql` (zwei Unterstriche!) ab. Das Präfix gibt die Art der Migration an, am gängigsten sind versionierte Migrationen, die mit `V` beginnen. Danach folgt eine ganze Zahl, die im einfachsten Fall eine ganze Zahl ist, die für jede Änderungsdatei um 1 erhöht wird. Die Beschreibung ist rein informativ. Legen Sie die Datei `V1_todo_list.sql` in besagtem Verzeichnis mit folgendem Inhalt an:

```
create table task_list(
    id identity primary key,
    title varchar not null
);

create table task(
    id identity primary key,
    title varchar not null,
    due_date timestamp with time zone,
    is_done boolean
);

create table tasklist_task(
    list_id bigint references
        task_list(id),
    task_id bigint references task(id)
);
```

Prinzipiell wäre es übrigens auch möglich, das Datenbankschema durch Hibernate anlegen zu lassen. Für den Anfang funktioniert das auch sehr gut, aber spätestens, wenn man die Datenbank eines produktiven Systems verändern will, stößt man damit an Grenzen. Um das Schema automatisch erzeugen zu lassen, müssten Sie außerdem zusätzliche Annotationen verwenden.

## Kleine Annotationenkunde

Annotationen erweitern Klassen und Funktionen um Aspekte, ohne dass ihr innerer Code direkt darauf eingehen müsste. Eine mit `@Component` annotierte Klasse wird beispielsweise von Spring gefunden und mit Schnittstellen zum Framework versorgt, ohne dass in der Klasse Code dafür stehen müsste. Da Spring und JPA aber eine ganze Menge solcher Code-Bausteine besitzen, geben wir hier einen kleinen Überblick über die wichtigsten und wozu sie jeweils dienen.

### Spring

Annotation	Erklärung
<code>@Autowired</code>	Spring injiziert Abhängigkeiten
<code>@Bean</code>	markiert eine Methode, die Instanzen für den Spring Container erzeugt
<code>@Component</code> , <code>@Service</code>	Klasse wird automatisch von Spring verwaltet
<code>@SpringBootApplication</code>	schaltet automatische Konfiguration und Component Scan ein und markiert die Klasse als Konfiguration, sodass weitere Beans mit <code>@Bean</code> registriert werden können
<code>@SpringBootTest</code>	initialisiert den Application Context und ermöglicht Dependency Injection in Tests
<code>@Transactional</code>	führt die Methode in einer Transaktion aus

### JPA

Annotation	Erklärung
<code>@Entity</code>	Objekte werden in der Datenbank gespeichert
<code>@GeneratedValue</code>	zählt ID automatisch hoch
<code>@Id</code>	markiert ein Feld als Primärschlüssel
<code>@JoinTable</code>	beschreibt eine Verbindungstabelle
<code>@OneToMany</code>	Collection als 1:n-Beziehung



## Automagie

Aus dem Programm heraus erfolgt der Zugriff auf die Datenbank über sogenannte „Repositories“. Das ist ein Entwurfsmuster aus dem Domain-Driven-Design, welches den Zugriff auf die Datenbank hinter einer fachlichen Schnittstelle verbirgt. In der Praxis ist das ein Objekt, das Sie benutzen, um Daten zu schreiben und Queries abzusetzen. Spring Data JPA erzeugt die Implementierung für Repository-Schnittstellen automatisch.

Die von Spring Data bereitgestellte Schnittstelle `CrudRepository` bietet bereits die wichtigsten Methoden wie `save`, `findById`, `findAll`, `count`, `delete` und noch ein paar weitere an. Das Repository für `TaskList` ist daher mit zwei Zeilen in der Datei `src/main/kotlin/com/example/todo/domain/TaskListRepository.kt` erstellt:

```
interface TaskListRepository :
    CrudRepository<TaskList, Long>
```

Der erste Typparameter, `TaskList`, steht für den Typ der Entität, während der zweite Parameter, `Long`, den Typ des Primärschlüssels angibt.

Nach dem gleichen Schema legen Sie auch das zweite Repository für die Tasks an:

```
interface TaskRepository :
    CrudRepository<Task, Long>
```

Zusätzlich kann Spring Data JPA auch individuelle Abfragemethoden automatisch erzeugen, wenn sie einem bestimmten Namensschema folgen (siehe Doku, zu finden über [ct.de/ywta](http://ct.de/ywta)). Es ist auch möglich, individuelle Abfragen in der JPA-Abfragesprache JPQL oder direkt in SQL zu schreiben. Als nützlich erweist sich dabei in der Praxis die Funktion von Spring Data JPA, die Abfrageergebnisse auf mehrere Seiten aufzuteilen (Pagination).

## Teststrecke

Nun ist die Anwendung in der Lage, `Task`- und `TaskList`-Instanzen in der Datenbank zu speichern. Ob das wirklich klappt, überprüft ein JUnit-Test. Zwar kann man Spring vertrauen, dass die Implementierung für das automatisch erzeugte Repository schon korrekt sein wird, allerdings kann man sich mit den Hibernate-Annotationen oder dem Aufbau der Tabellen auch leicht mal vertun, sodass ein kleiner Integrationstest mehr Sicherheit bietet.

Um die von Spring automatisch erzeugte Repository-Implementierung und die JPA-Mappings in der `Task`-Klasse zu prüfen, legen Sie die Klasse `TaskRepositoryTest` im Verzeichnis `src/test/kotlin/com/example/todo/adapters/jpa/` an. Der Test liegt im Unterverzeichnis `adapters/jpa`, obwohl die Repository-Schnittstelle in `domain` liegt. Das liegt daran, dass ja nicht die Schnittstelle, sondern die automatisch erzeugte Implementierung getestet wird. Würde man das Repository selbst implementieren (was jederzeit eine Option wäre), würde man es in der bestehenden Gliederung nämlich in besagtes Verzeichnis packen.

Setzen Sie über die Testklasse die beiden Annotationen `@SpringBootTest` und `@Transactional`. Erstere sorgt dafür, dass die Spring-Anwendung initialisiert wird und im Test `@Autowired` genutzt werden kann. `@Transactional` rollt nach dem Ende eines Tests die Transaktion zurück und hinterlässt so eine saubere Datenbank für den nächsten Test.

Auch in unserem Test wird Dependency Injection mit `@Autowired` genutzt, um das Repository selbst und den `EntityManager` von JPA zu bekommen. Fügen Sie dazu diese beiden Felder in die Klasse ein:

```
@Autowired
lateinit var repository: TaskRepository

@Autowired
lateinit var entityManager: EntityManager
```

Die eigentliche Testmethode ist dann ein ganz gewöhnlicher JUnit-Test:

```
@Test
fun shouldPersistTask() {
    val date = LocalDateTime.of(
        2020, 3, 23, 12, 0, 0
    ).atOffset(
        ZoneOffset.systemDefault()
            .rules
            .getOffset(LocalDateTime.now())
    )
    val task = Task(
        title = "Streichen",
        dueDate = date,
        isDone = true
    )
    repository.save(task)
    entityManager.flush()
```

```
entityManager.clear()

val taskFromDb =
    repository.findById(task.id)
        .orElseThrow()
assertEquals(
    "Streichen", taskFromDb.title
)
assertEquals(
    date, taskFromDb.dueDate
)
assertTrue(taskFromDb.isDone)
}
```

Falls Sie sich über die etwas umständliche Erzeugung des Datums wundern: Der Offset gegenüber der koordinierten Weltzeit (UTC) muss berücksichtigt werden, da Hibernate diesen Wert auch bei der Konvertierung der Daten aus der Datenbank verwendet (siehe [ct.de/ywta](http://ct.de/ywta)).

Der Aufruf von `entityManager.flush()` sorgt dafür, dass die Änderungen in die Datenbank geschrieben werden. `entityManager.clear()` entfernt alle Objekte aus dem `EntityManager`, damit beim anschließenden Test auch wirklich die Daten aus der Datenbank geladen werden und nicht nur das vom `EntityManager` zwischengespeicherte Objekt.

Weil automatisches Testen kein Schwerpunkt des Artikels ist, nutzt der Test hier die von JUnit mitgelieferten Assertions. Es gibt auch Test-Bibliotheken, die die Stärken von Kotlin besser nutzen, wie zum Beispiel [strikt.io](http://strikt.io). Wer noch weitergehen will, kann gleich ein komplettes Kotlin-Test-Framework wie [Kotest](http://Kotest) verwenden.

## Verschnaufpause

Mit dem fertigen und getesteten Datenmodell ist ein wichtiger Zwischenschritt für die Spring-Boot-Anwendung fertiggestellt. Im nächsten Teil ergänzen wir diese Anwendung um den Code, der HTTP-Anfragen beantwortet. Wenn es Sie in den Fingern juckt und Sie sofort mehr programmieren wollen, empfehlen wir Ihnen als Übung, für 100 Prozent Testabdeckung zu sorgen und die Daten der To-do-Liste in eine PostgreSQL-Datenbank zu schreiben. Oder Sie werfen schon mal einen Blick in den Code des gesamten Projekts, denn den finden Sie schon komplett im Repository auf GitHub. (pmk@ct.de) **ct**

**Code bei GitHub, Dokumentation:**  
[ct.de/ywta](http://ct.de/ywta)



# Für Wissenshungrige...

## Ausgewählte Fachliteratur



Uwe Post

**Besser Coden (2. Auflage 8/21)**

Punkten Sie mit besserem Code: performant, verständlich, wartbar. Mit einer ordentlichen Prise Humor und viel Projekterfahrung zeigt der Autor, worauf es bei erfolgreichen Software-Projekten wirklich ankommt.

29,90 €

NEU



Christian Szidzek

**Datenschutzgrundverordnung für dummies**

Diese leicht verständliche Einführung mit vielen Praxisbeispielen erläutert die Anforderungen, die die DSGVO mit sich bringt, und unterstützt Sie bei der Entwicklung und Umsetzung eines sinnvollen Datenschutzmanagements.

27,00 €

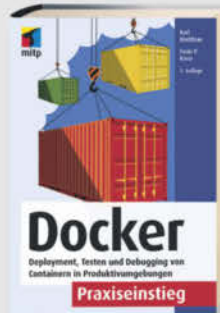


Barbara Wimmer

**Hilfe, ich habe meine Privatsphäre aufgegeben!**

Wie uns Spielzeug, Apps, Sprachassistenten und Smart Homes überwachen und unsere Sicherheit gefährden. Dieses Buch zeigt Ihnen, was Apps und vernetzte Geräte alles über Sie wissen, was mit Ihren Daten geschieht und wie Sie sich und Ihre Privatsphäre im Alltag schützen können.

16,99 €



Karl Matthias, Sean P. Kane

**Docker Praxiseinstieg (2. Aufl.)**

Lernen Sie, wie Sie Docker-Images Ihrer Anwendungen erstellen, testen und deployen sowie skalieren können, und wie Sie die Container in der Produktivumgebung pflegen und warten. Die Einrichtung und das Testen von Docker-Anwendungen kommen ebenso zur Sprache wie das Debugging eines laufenden Systems.

25,99 €



Wolfgang Rau

**Fotorecht (4. Auflage)**

Das Standardwerk in 4. Auflage. Inklusive EU-Drohnenverordnung 2021! Darf ich das fotografieren? Darf ich das Foto veröffentlichen? Wolfgang Rau sagt Ihnen, was geht und was nicht.

39,90 €



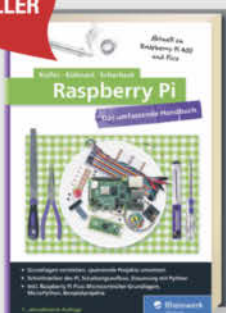
Brian W. Kernighan

**Die UNIX-Story**

Ein Betriebssystem, das die IT-Welt am Laufen hält! Brian W. Kernighan war in der Entwicklung von UNIX beteiligt. In diesem kurzen Band erzählt er eine umfassende Geschichte des äußerst einflussreichen und weit verbreiteten Betriebssystems und erzählt aus einer persönlichen Perspektive von den Anfängen.

24,90 €

BEST-SELLER



Michael Kofler, Charly Kühnast, Christoph Scherbeck

**Raspberry Pi (7. Auflage)**

Das Standardwerk in 7. Auflage, aktuell zum Raspberry Pi Pico. Die RasPi-Experten Michael Kofler, Charly Kühnast und Christoph Scherbeck bieten Ihnen auf über 1.000 Seiten das komplette Wissen, damit Sie mit dem Raspberry Pi richtig durchstarten.

44,90 €



Simon Monk

**Der Maker-Guide für die Zombie-Apokalypse**

Bereiten Sie sich vor: mittels 20 Survival-Projekten mit einfacher Elektronik, Arduino und Raspberry Pi werden Sie Ihren eigenen Strom erzeugen, unverzichtbare Bauteile vor dem Zombie-Zugriff retten und lebensrettende Elektronikschaltungen bauen, um Untote aufzuspüren.

24,90 €



[shop.heise.de/highlights2022](https://shop.heise.de/highlights2022)

PORTOFREI AB 20 € BESTELLWERT





## Zubehör und Gadgets



### ParkLite

ParkLite denkt mit. Die elektronische Parkscheibe stellt automatisch nach ca. 20 Sekunden die Parkzeit ein. Damit ist

Schluss mit Bußgeldern! Hitze- und kältebeständig, inklusive Reinigungstuch und Klebepads.

29,90 €



### Aluminium-Case FLIRC

Das hochwertige Gehäuse aus stabilen

Aluminium ist ideal, um den Raspberry Pi 4 als Media Center zu verwenden. Das elegante Design integriert sich optimal in jede Wohnumgebung. **Auch im Set mit Raspi 4 Model B 2GB erhältlich.**

23,90 €



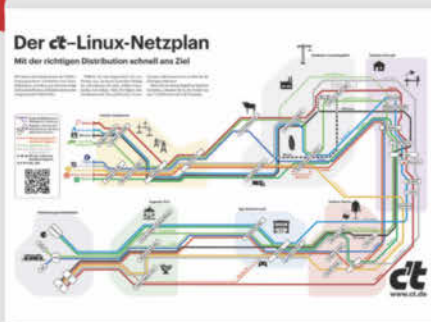
### musegear® finder Version 2

Finden Sie Schlüssel, Handtasche oder Geldbeutel bequem wieder statt ziellos zu

suchen. Mit dem Finder können Sie z.B. das Smartphone klingeln lassen oder Wertgegenstände einfach tracken und noch mehr.

24,90 €

NEU



### c't-Linux-Netzplan

Entdecken Sie Linux auf eine ganz neue Art – als Netzfahrplan im A2-Format. Die verschiedenen Linux-Distributionen fahren wie U-Bahn-Linien durch die Landschaft und halten an Stationen, die für unterschiedliche Eigenschaften und Features stehen. Verfolgen Sie die Fahrt Ihrer Lieblings-Distribution durch das Hardware-Gewerbegebiet über das Fashion-Viertel bis zum Upgrade-Park.

9,90 €



### PokitMeter – Multimeter, Oszilloskop und Logger

PoKit misst, zeigt und protokolliert eine Vielzahl von Parametern wie Spannung, Strom, Widerstand und Temperatur mittels Verbindung via Bluetooth mit Ihrem Smartphone oder Tablet.

94,90 €



### Joy-IT OR750i: Freifunk- & OpenWrt-Dual-Band-Router

Der Einstieg in die Freifunk- und OpenWrt-Welt kann oft schwierig sein. Deshalb hat Joy-IT in Zusammenarbeit mit Freifunk Hannover und c't den OR750i entwickelt.

Dank Webinterface kann man beliebige Firmwares einfach hochladen – ohne komplizierte Kommandos oder inkompatible Hardware-Revisionen; ideal für OpenWrt-Einsteiger und solche, die Freifunk einfach nur nutzen wollen.

39,90 €

BEST-SELLER



### Tasse „Kein Backup? Kein Mitleid!“

Wer kennt es nicht? Die lieben Kollegen haben wieder mal die Datensicherung vergessen und betteln bei Ihnen in der IT-Abteilung um Hilfe. Sie denken sich dabei nur: „Kein Backup? Kein Mitleid!“ Platzieren Sie die schicke Keramik tasse, außen matt-

schwarz und innen rot, einfach demonstrativ auf Ihrem Schreibtisch. Der praktische Holzdeckel kann gleichzeitig als Untersetzer verwendet werden und verhindert somit nervige Kaffeeflecken auf dem Schreibtisch.

17,90 €



### REINER SCT Authenticator

Der REINER SCT Authenticator speichert die elektronischen Schlüssel für die Logins sicher in seiner Hardware und generiert die TOTP-Einmalpasswörter hochgenau alle 30 Sekunden. Er arbeitet **ohne Internetverbindung** und kann deshalb online nicht angegriffen werden. Zusätzlich kann seine Funktion noch mit einem **PIN-Schutz** abgesichert werden.

39,90 €



### „No Signal“ Smartphone-Hülle

Passend für Smartphones aller Größen bis 23cm Länge blockt diese zusammenrollbare Hülle alle Signale von GPS, WLAN, 3G, LTE, 5G und Bluetooth, sowie jegliche Handy-Strahlung.

Versilbertes Gewebe im Inneren der Tasche aus recycelter Fallschirmseide bildet nach dem Schließen einen faradayschen Käfig und blockiert so alle Signale.

39,90 €





# Multimonitor-Allrounder

## Bauvorschlag für einen leisen Allround-PC mit Intel Core i-12000

**Unser kompakter Alder-Lake-PC mit schnellem Hexa-Core-Prozessor ist sparsam und bleibt selbst unter Volllast flüsterleise. Obendrein steuert er vier 4K-Displays an und kommt dabei ohne teure Grafikkarte aus.**

Von Christian Hirsch

**G**ern hätten wir Ihnen diesen Bauvorschlag schon im vergangenen November zusammen mit unseren alljährlichen „Optimalen PCs“ präsentiert, aber damals gab es keine bezahlbaren Mainboards. Im Vergleich zum AMD Ryzen hat Intel mit der zwölften Generation der Core-i-Prozessoren eine Menge Rückstand aufgeholt. Die Rechenkerne der Core i-12000 „Alder Lake“ sind deutlich leistungsfähiger, arbeiten dank 10-Nanometer-Fertigung wesentlich effizienter als zuvor und die zugehörige LGA1700-Plattform bringt alle modernen Schnittstellen mit.

Von den Alder-Lake-Prozessoren gab es zunächst nur teure High-End-Varianten zu kaufen. Die preiswerteren, weniger stromhungrigeren Prozessoren ließ Intel erst zum Jahresanfang vom Stapel. Beim Alder-Lake-PC haben wir uns aus der umfangreichen CPU-Palette für den günstigsten Sechskerner entschieden, dem 16 GByte Arbeitsspeicher und eine 512-GByte-SSD zur Seite stehen. Damit taugt er außer für Office-Aufgaben wie Textverarbeitung und Webbrowsen auch für Bild- und Videobearbeitung. Selbst unter Volldampf ist er dank eines großen CPU-Kühlers mit



unter 0,1 sone Lautheit akustisch kaum wahrnehmbar.

Sie können den Rechner flexibel an Ihre eigenen Bedürfnisse anpassen. Er nimmt auch günstigere Prozessoren bis hinunter zum 50-Euro-Dual-Core Celeron G6900 oder eine schnellere CPU mit mehr Kernen auf. Das Gehäuse bietet Platz für weitere Laufwerke und eine Grafikkarte, sodass sich der Alder-Lake-PC auch zur Gaming-Maschine erweitern lässt.

## Flinker Sechskerner

Weil die Core-i-12000-Prozessoren eine komplett neue Plattform verwenden, mussten wir bei diesem Bauvorschlag viele Dinge von Grund auf neu entwickeln. Dabei gab es auch die ein oder andere Klippe zu umschiffen. Beim Prozessor fiel uns die Entscheidung hingegen leicht. Der Core i5-12400 bietet mit sechs Kernen, 2,5 GHz Nominaltakt (Turbo: 4,4 GHz) und Hyper-Threading genug Leistung für Anwendungen, die von mehreren Threads profitieren, wie zum Beispiel Raw-Foto-Konverter, Videoprogramme oder Entwicklungsumgebungen für Software. Mit rund 12.000 Punkten im Rendering-Benchmark Cinebench R23 rechnet er neun Prozent schneller als der Ryzen 5 5600G des Ryzen-Allrounders aus c't 24/2021 [1].

Zugleich liefert der 200-Euro-Prozessor eine sehr hohe Singlethreading-Leistung von über 1700 Cinebench-Punkten und ist in dieser Disziplin schneller als jede Ryzen-CPU. Das kommt nicht nur Office-Anwendungen, sondern auch 3D-Spielen zugute. Unter Dauervolllast kommt der Alder-Lake-PC mit etwas über 100 Watt aus und liegt dabei auf Augenhöhe mit dem Ryzen-Allrounder.

Weil Grafikkarten immer noch kaum lieferbar oder sehr teuer sind, haben wir uns für die normale Variante des Prozessors mit integrierter UHD-730-Grafik mit Xe-Architektur entschieden. Wer nicht spielen will, spart dadurch mindestens 100 Euro für eine Grafikkarte und ungefähr 10 Watt Leerlaufleistungsaufnahme ein. Die Xe-GPU beschleunigt die Videowiedergabe auch von modernen Formaten wie H.265/HEVC, VP9 und AV1. Alternativ gibt es für 20 Euro weniger die F-Variante Core i5-12400F mit deaktivierter Grafik und ansonsten identischen Eigenschaften, wenn Sie eh noch eine Grafikkarte einbauen wollen.

Auch im Auswahlprozess des Mainboards spielten die hohen Grafikkartenpreise eine wichtige Rolle. Das MSI Pro

B660M-A DDR4 führt als eines von wenigen LGA1700-Mainboards alle vier Display-Ausgänge der Alder-Lake-Prozessoren nach außen. Über 2 × HDMI 2.0 und 2 × DisplayPort 1.4 steuert es vier 4K-Displays gleichzeitig mit je 60 Hertz Wiederholrate an. Das können meist erst Grafikkarten für 200 Euro aufwärts.

## Opulente Board-Ausstattung

Zur weiteren Ausstattung gehören vier DIMM-Slots, in die 128 GByte Arbeitsspeicher hineinpassen. Wir haben an dieser Stelle bewusst ein Board mit DDR4- statt DDR5-RAM ausgewählt, weil ein Modul mit der neuen Speichertechnik immer noch das Doppelte kostet, die Performanceunterschiede abseits vom Dateikomprimieren jedoch überschaubar ausfallen [2].

Wir haben uns für zwei DIMMs mit je 8 GByte Kapazität von Kingston entschieden, Sie können aber auch jeden anderen DDR4-3200-RAM mit 1,2 Volt Spannung und einer CAS Latency von 22 nehmen. Overclocking-Module mit höherer Taktfrequenz beziehungsweise kürzeren Latenzen benötigen eine höhere Spannung

## c't kompakt

- Der Alder-Lake-PC rauscht auch unter Volllast mit unter 0,1 sone kaum wahrnehmbar.
- Er lässt sich auch mit anderen CPUs vom Dual-Core bis zum 16-Kerner bauen.
- Erfolgreich getestet haben wir ihn sowohl mit Windows 11 als auch mit Ubuntu 21.10.

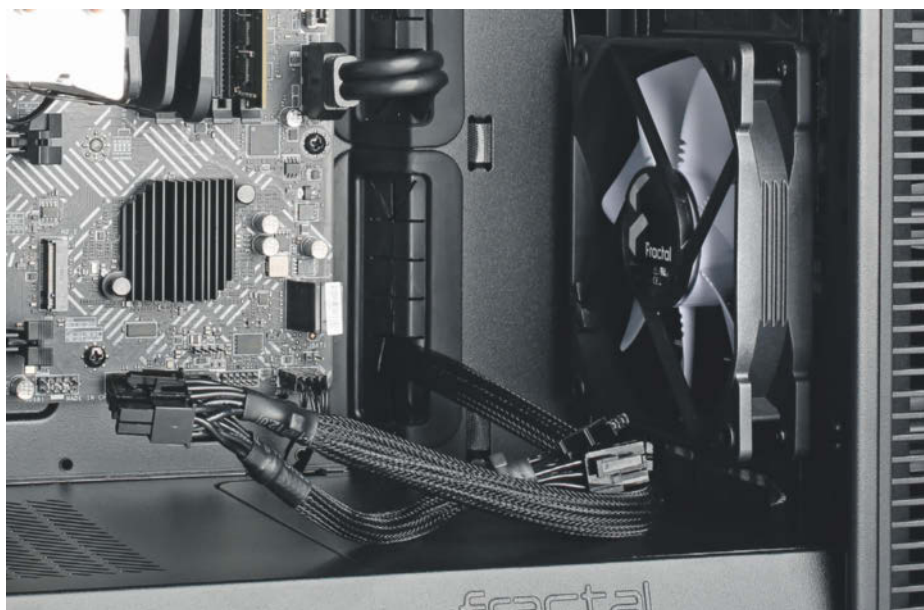
und verwenden XMP-Speicherprofile. Diese haben wir nicht getestet, weil die CPU damit außerhalb der Spezifikation betrieben wird und der Performancegewinn den Aufpreis meist nicht rechtfertigt. Zudem verändern einige Boards beim Aktivieren von XMP im BIOS-Setup weitere Parameter, die nichts mit dem Speicher zu tun haben.

Die Core i-12000-Prozessoren können die 16 PCI-Express-Lanes für den PEG-Slot im PCIe-5.0-Modus betreiben.



Mit je zwei DisplayPort- und HDMI-Ausgängen eignet sich der Alder-Lake-PC für Multimonitorarbeitsplätze.





Für optionale Grafikkarten bringt das Netzteil zwei Stromstecker mit.

Beim MSI Pro B660M-A DDR4 arbeitet der Grafikkartensteckplatz aber maximal mit PCIe-4.0-Geschwindigkeit. PCIe 5.0 hat strengere Vorgaben, die Boards mit sechs statt vier Layern erfordern und deshalb teureren Mainboards vorbehalten ist. In der Praxis spielt das keine Rolle, da es derzeit noch gar keine PCIe-5.0-Grafikkarten gibt und die Schnittstellengeschwindigkeit dort im Unterschied zu SSDs weniger wichtig ist.

Für SSDs im M.2-Kärtchenformat mit bis zu 80 Millimetern Länge trägt das Board zwei Slots. Beide arbeiten mit einer passenden SSD im PCIe-4.0-Modus. Der obere M.2-Slot hängt direkt an der CPU und sollte deshalb mit der Betriebssystem-SSD bestückt werden. In der Praxis spürt man bei Desktop-Anwendungen keinen Unterschied zwischen PCIe 3.0 und 4.0, weshalb wir eine Samsung SSD 980 mit PCIe-3.0-Interface ausgewählt haben. Sie schafft 3,2 GByte/s beim Lesen und schreibt Daten mit rund 2,0 GByte/s. Wer

mehr Platz benötigt, kann statt der 512-GByte- auch die 1-TByte-Variante einbauen. Die SSD kommt ohne Kühlkörper aus, auch den Kühler vom Board benötigt sie nicht.

Die vier PCI-Express-Lanes für den unteren Steckplatz liefert der B660-Chipsatz. Dieser kann die Leitungen auch auf SATA 6G umschalten, sodass darin auch solche M.2-SSDs funktionieren. Weiterhin stellt das MSI Pro B660M-A DDR4 2,5-Gbit/s-Ethernet sowie sechs USB-A-Buchsen in der I/O-Blende bereit. Jeweils zwei davon arbeiten mit 10 Gbit/s, 5 Gbit/s und USB 2.0 (480 Mbit/s). Intern bietet es Anschluss für vier SATA-Laufwerke. Wenn Sie den Rechner drahtlos ans Netzwerk hängen wollen, können Sie alternativ das wenige Euro teurere MSI Pro B660M-A WIFI DDR4 kaufen. Es ist von Ausstattung und Layout identisch, trägt zusätzlich aber einen Wi-Fi-6-Adapter von Intel. USB 3.2 Gen 2x2 mit 20 Gbit/s beherrscht das MSI-Board leider nicht.

## Experimentierfeld Kühler

Intel hat die beige-packten Kühler der Alder-Lake-Prozessoren im Vergleich zu den Vorgängern verbessert. Unser ursprünglicher Plan war deshalb, den Core i5-12400 mit dem „Boxed“-Kühler zu betreiben. Das würde Kosten sparen, zudem lässt er sich vergleichsweise einfach anbringen. Es gelang uns aber nicht, eine praxistaugliche Lüfterkurve auszutüfteln, die unseren hohen Ansprüchen genügt. Entweder war der Rechner leise, dann heizte sich die CPU bei aufeinanderfolgenden Vollastzyklen aber so stark auf, dass sie drosselte oder aber der Lüfter wurde viel zu laut.

Also musste eine Alternative her. Bei der neuen Prozessorfassung LGA1700 der Alder-Lake-CPU liegen die Befestigungslöcher drei Millimeter weiter auseinander als bisher (78 statt 75 Millimeter). Zudem sind die neuen Prozessoren etwas flacher. Deshalb lassen sich ältere Kühler für Core-i-CPU nicht ohne Weiteres verwenden, sondern müssen vom Hersteller dafür freigegeben sein und eine passende Halterung mitbringen. Das schränkt die Kühlerauswahl ein.

Wir haben uns mit dem Arctic Freezer i35 CO und dem Alpenföhn Ben Nevis Advanced vorsorglich gleich zwei Kandidaten ins Haus geholt. Das war auch nötig. Zwar können beide Kühler den Core i5-12400 gleichermaßen gut und flüsterleise unter allen Bedingungen im Zaum halten, die beim Freezer i35 CO mitgelieferte Wärmeleitpaste MX-5 war allerdings von einem Serienfehler betroffen. Die Paste entmischt sich in der Tube, sodass zuerst eine wässrige Flüssigkeit aus der Spritze läuft. Die verbleibende Masse ist extrem zäh und lässt sich nur schwer auf dem Heatspreader der CPU verteilen. Darüber hatten wir bereits Anfang des Jahres in c't 4/2022 berichtet [3]. Der Hersteller schickt auf Anfrage ein neues Tübchen zu.

Weil der Alpenföhn Ben Nevis Advanced mit ordentlicher Paste kommt und etwas preiswerter ist, haben wir uns für diesen entschieden. Im Unterschied zum Freezer i35 CO, der ausschließlich auf LGA1700-Boards passt, handelt es sich beim Ben Nevis Advanced um einen Multiplattformkühler. Die Halterung für LGA1700 war bei unserem Exemplar aber noch nicht enthalten. Sie können Sie nach Vorlage der Rechnung des Kühlers und einer Core-i-12000-CPU kostenlos von Alpenföhn anfordern (über ct.de/ynbe)

## Teile Alder-Lake-PC

Komponente	Produkt	Preis
Prozessor	Intel Core i5-12400 boxed (BX8071512400)	195 €
CPU-Kühler	Alpenföhn Ben Nevis Advanced (84000000146)	30 €
Kühlerhalterung	Alpenföhn LGA 1700 Mounting Kit, Ben Nevis (84000000208)	3 €
Mainboard	MSI Pro B660M-A DDR4 (7D43-001R)	150 €
Speicher	2 × Kingston ValueRAM DIMM 8GB, DDR4-3200, CL22-22-22 (KVR32N22S8/8)	80 €
SSD	Samsung SSD 980 500 GByte (MZ-V8V500BW)	58 €
Gehäuse	Fractal Design Define Mini C (FD-CA-DEF-MINI-C-BK)	85 €
Netzteil	Be quiet System Power 9 400W (BN245)	40 €
Summe (+ Versandkostenpauschale)		641 € (+ 20 €)





# agile Führung • agile Teams • agile Unternehmen

**ONLINE-KONFERENZ**  
3./4. Mai 2022

**20 %  
Rabatt**  
für unsere Leser –  
Ihr Code:  
**2022IA4HEISE**

Kaum ein Unternehmen kommt heute noch ohne agile Arbeitsweisen aus. Häufig müssen Teams jedoch feststellen, dass sie damit nicht automatisch schneller und effizienter werden.

Dort setzt die inside-agile-Konferenz an und zeigt, welche Lösungen sich in der Praxis bewährt haben:

- ☑ Welcher Führungsstil passt zu mir und wie kann ich mich als Leader weiterentwickeln?
- ☑ Wie verbessere ich die Arbeit selbstorganisierter Teams und deren Zusammenarbeit?
- ☑ Welche Methoden und Ideen helfen mir, das gesamte Unternehmen agiler zu gestalten?

Die Konferenz richtet sich an Führungskräfte aller Ebenen, Produktverantwortliche sowie Personen in agilen Rollen wie Scrum Master, Product Owner oder Agile Coaches.

Goldsponsor

Von der Vision  
zum Erfolg.



Veranstalter



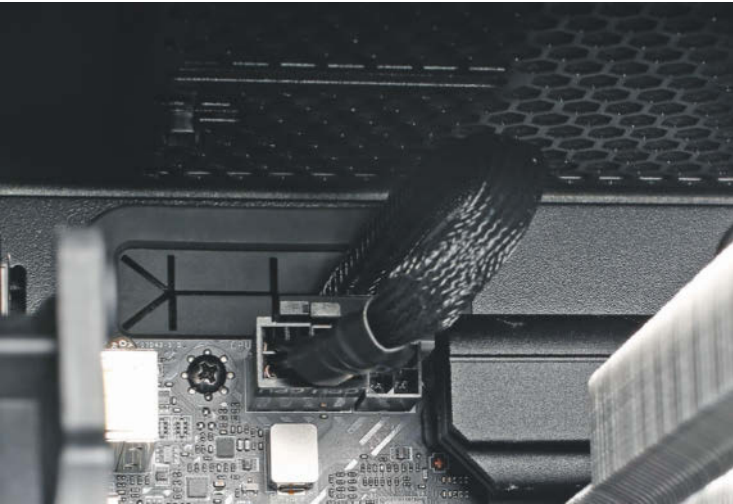
 heise **Developer**

 **dpunkt.verlag**

+++ Workshops am 2. und 5. Mai: »Kombi-Rabatt: Konferenz + Workshop« +++

**konf.inside-agile.de**





Der ATX12V-Stecker wird beim Zusammenbau gerne vergessen. Ohne bootet der Rechner nicht.

oder für wenige Euro im Einzelhandel mitbestellen.

Weil der Bauvorschlag auch ohne Grafikkarte auskommt, haben wir nach einem kompakten Micro-ATX-Gehäuse Ausschau gehalten. Die Wahl fiel auf das Fractal Design Define Mini C. Es besteht aus zwei Abteilen. Im unteren sind das Netzteil sowie zwei Einschübe für 3,5-Zoll-Laufwerken untergebracht. Im oberen Abschnitt befindet sich das Mainboard. Auf der Rückseite des Board-Trägers können Sie zwei 2,5-Zoll-SSDs montieren.

Für die Energieversorgung haben wir ein Be-quiet-Netzteil mit 400 Watt gewählt. Für die von uns vorgeschlagene Konfiguration würde auch ein schwächeres Modell reichen. Allerdings spart man dabei nur wenig Geld und 400 Watt bieten genug Reserven für leistungsfähigere Prozessoren und eine Grafikkarte. Für letztere bringt das Netzteil zwei 6/8-polige PEG-Stromstecker mit.

Bauplan

Der Zusammenbau des Alder-Lake-PC ist kein Hexenwerk, sofern Sie unsere Hinweise beachten. Sonst bereiten schon kleine vergessene Details wie der ATX12V-Stecker Frust, wenn der Rechner beim ersten Einschalten nicht booten mag. Damit alles glattläuft, sollten Sie beim Bestellen der Komponenten auf die exakten

Produktbezeichnungen achten, wie sie in der Tabelle auf Seite 156 oder in der Teileliste für den Heise-Preisvergleich auf der Projektseite (Link über ct.de/ynbe) angegeben sind. Schon ein Buchstabe in der Produktbezeichnung des Prozessors entscheidet darüber, ob eine Grafikkarte notwendig ist oder nicht. Falls Sie unsicher sind, fragen Sie im Leserforum nach, das auf der Projektseite verlinkt ist.

Wir empfehlen sich einen Nachmittag dafür freizuhalten. Schließlich folgen der Montage noch die Installation von Betriebssystem, Treibern und Software. Als Werkzeug benötigen Sie einen kleinen sowie einen großen und langen Kreuzschlitzschraubendreher. Auch wenn viele Schritte selbsterklärend sind, sollten Sie dennoch zusätzlich zu unserer Bauanleitung in die zu den Komponenten mitgelieferten Anleitungen schauen, die viele Einbauschritte bebildert erklären.

Im ersten Schritt geht es darum, das Mainboard vorzubereiten. Bestücken Sie es noch außerhalb des Gehäuses mit dem Arbeitsspeicher, der M.2-SSD und dem Prozessor. Die beiden Speicherriegel kommen in die Steckplätze DIMMA2 und DIMMB2. Für den Einbau der M.2-SSD müssen Sie zunächst die beiden Schrauben des Kühlkörpers auf dem Board lösen. Bringen Sie nun die beim Board mitgelieferte M.2-Schnellverriegelung an der M.2-

2280-Position an und stecken Sie die SSD in den Slot. Dabei haben Sie die Wahl, ob sie die SSD nackt betreiben wollen oder den Kühlkörper wieder montieren. In diesem Fall dürfen Sie nicht vergessen, die Schutzfolie für das Wärmeleitmaterial zu entfernen.

Achten Sie beim Einsetzen der CPU darauf, keines der 1700 empfindlichen Federchen der Fassung zu verbiegen. Lösen Sie dazu den Bügel, sodass die Fassung aufklappt. Lassen Sie die Schutzkappe an Ort und Stelle. Setzen Sie dann die CPU ein. Für die korrekte Ausrichtung muss das Dreieck in einer der Ecken des CPU-Heatspreaders mit dem Dreieck auf dem Halterahmen übereinstimmen. Beim anschließenden Verriegeln der Fassung springt die Schutzkappe von selbst ab.

Beim CPU-Kühler Ben Nevis Advanced bringen Sie zunächst den Montagerahmen an die Heatpipes an. Anschließend folgt die Konterplatte auf der Rückseite des Mainboards. Vor dem endgültigen Aufsetzen des Kühlers geben Sie etwas Wärmeleitpaste auf den Prozessor. Weil die LGA1700-Prozessoren rechteckig sind, empfehlen wir längs der Mitte einen dünnen Streifen aufzubringen. Der Kühler sollte beim Anschrauben so stehen, dass der Lüfter über den Speichermodulen sitzt und Richtung I/O-Anschlüsse bläst. Das zugehörige vierpolige Kabel kommt auf den CPU\_FAN1-Pfostenstecker.

Board-Einbau

Bevor die Hochzeit aus Board und Gehäuse ansteht, müssen Sie Letzteres noch vorbereiten. Nach dem Abnehmen der Seitenteile lösen Sie die beiden Schrauben der Netzteilblende. Anschließend verbinden sie Netzteil und Blende über vier Schrauben. Achten Sie beim Einsetzen darauf, dass der Netzteil Lüfter zum Gehäuseboden zeigt. Dort befindet sich eine Öffnung mit Staubfilter.

Verlegen Sie bereits jetzt die Kabel für den 24-poligen ATX- und den 8-poligen ATX12V-Stecker hinter dem Board-Träger und führen sie durch die Aussparungen. Der ATX12V-Anschluss sitzt an der oberen

Leistungsvergleich Bauvorschläge unter Windows 11: Benchmarks und Messwerte

	Cinebench R23 Singlethread	Cinebench R23 Multithread	Sysmark 25	3DMark Firestrike	Lautheit Leerlauf / CPU / Volllast [sone]	Leistungsaufnahme Leerlauf / Volllast (Peak) [Watt]
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	◀ besser	◀ besser
Alder-Lake-PC	1725	12041	1757	2163	<0,1/<0,1/<0,1	18/111 (156)
Ryzen-Allrounder	1446	10996	1397	3262	<0,1/0,1/0,2	18/111



linken Gehäuseecke. Später, wenn das Board bereits festgeschraubt ist, kommen Sie sonst nur noch schwer an diese Stellen heran. Drücken Sie zudem die I/O-Blende des Boards in die entsprechende Öffnung des Midi-Towers. Wenn Sie das vergessen, müssen Sie das Board später wieder ausbauen. Zum Schluss bringen Sie noch die sieben Abstandhalter für das Board im Gehäuse unter Zuhilfenahme des mitgelieferten Kreuzschlitzadapters an.

Jetzt folgt der Einbau des Boards. Rangieren Sie dafür die Hauptplatine zunächst grob in Position, schrauben Sie sie aber noch nicht fest, sondern nutzen den Spielraum, um die verbleibenden Stecker für die USB, Audio, LEDs und Taster anzuschließen. Der hintere Gehäuselüfter kommt an den SYS\_FAN1-Anschluss links neben der M.2-SSD. Nur so passt die Zuordnung der Lüfterkurven und der Alder-Lake-PC bleibt flüsterleise. Den vorderen Ventilator vom Gehäuse müssen Sie nicht anschließen, weil die Kühlleistung des hinteren vollkommen ausreicht. Anschließend schrauben Sie das Board fest, kontrollieren noch einmal alle Anschlüsse und schließen dann das Gehäuse.

Wenn Sie den Rechner auf eigenen Wunsch mit einer Grafikkarte ausstatten, müssen sie eventuell das Kühlsystem daran anpassen. Bei einem Test mit der Founders Edition einer Nvidia GeForce RTX 3060 Ti mussten wir die Kurve für den CPU-Lüfter bei hohen Temperaturen geringfügig steiler ansteigen lassen. Statt 28 Prozent PWM-Tastverhältnis bei 80 °C Prozessortemperatur und 40 Prozent bei 90 °C betreiben wir den CPU-Ventilator bei eingebauter Gaming-Grafikkarte mit 35 Prozent (80 °C) und 50 Prozent (90 °C). Die Regelung des Gehäuselüfter mussten wir nicht anpassen. Bei 340 Watt Gesamtleistungsaufnahme erreicht die Lautstärke 1,5 sone, wofür die beiden Grafikkartenlüfter verantwortlich sind.

Bei noch stärkeren 3D-Beschleunigern kann es nötig sein, auch den vorderen Lüfter anzuschließen. Zudem besteht die Möglichkeit, die Abdeckung auf dem Gehäusedach abzunehmen, sodass die Abwärme auch darüber entweichen kann. Für diese Konfiguration liefert Fractal Design eine magnetisch haltende Filtermatte mit.

## Feinschliff

Wir empfehlen die aktuelle BIOS-Version einzuspielen, die wir auf unserer Projektseite verlinkt haben. Bei Redaktionsschluss

war das Version 7D43v11. Die Vorgängerversion stellt beispielsweise noch die falschen Power-Limits ein. Am einfachsten klappt das Update, wenn Sie die Zip-Datei über unsere Projektseite herunterladen und deren Inhalt auf einen USB-Stick entpacken. Starten Sie dann den Rechner, gehen Sie mit Drücken auf die Entf-Taste ins BIOS-Setup und rufen dort die M-Flash-Option auf.


Nach dem Update, aber vor der Betriebssystem-Installation sollten Sie die von uns empfohlenen BIOS-Einstellungen für die Lüfterkurven und Energiesparfunktionen vornehmen. Ansonsten hat MSI das BIOS bereits für Windows 11 optimiert, TPM und UEFI sind aktiv. Nach der Windows-Installation sollten Sie zunächst das Windows-Update durchlaufen zu lassen. Zusätzlich sollten Sie die auf unserer Projektseite genannten Treiber für Audio und Grafik aufspielen.

Den Rechner haben wir mit Windows 11 getestet, ohne dass uns Probleme aufgefallen sind. Bei den Benchmarks mit diesem Betriebssystem auf Seite 158 haben wir zum Vergleich die Werte des Ryzen-Allrounders aus c't 24/2021 ergänzt.

Der Alder-Lake-PC läuft auch mit der Linux-Distribution Ubuntu 21.10. Sämtliche Hardware-Funktionen wie das Transferieren von Daten auf eine schnelle USB-SSD, der Standby-Zustand oder

2,5-Gbit/s-Ethernet funktionierten problemlos. Lediglich für die UHD-730-GPU müssen Sie noch den Kernel-Boot-Parameter `1915.force_probe=4692` ergänzen, damit der Rechner aus dem Standby-Zustand wieder erwacht. In neueren Kernel-Versionen ist dies nicht mehr notwendig. Im Leerlauf lag die Leistungsaufnahme unter Ubuntu 21.10 mit 20 Watt um 2 Watt geringfügig höher als unter Windows.

Wenn Sie unserem Bauvorschlag bis zu dieser Stelle gefolgt sind, sollten jetzt ein flotter Office-PC vor Ihnen stehen, den Sie auf Ihre Bedürfnisse anpassen können. Sei es, dass Sie ein anderes Betriebssystem aufspielen, ihm mehr RAM oder eine größere SSD spendieren oder ihn mit einer Grafikkarte zum Gaming-PC erweitern. Wir wünschen viel Spaß beim Basteln.

(chh@ct.de) 

## Literatur

- [1] Christian Hirsch, Allrounder mit Potenzial für mehr, Bauvorschlag für einen leisen Allround-PC mit Ryzen-5000-Prozessor, c't 24/2021, S. 22
- [2] Christian Hirsch, Das Imperium schlägt zurück, Intel Core i9-12900K und Core i5-12600K für Desktop-Rechner, c't 25/2021, S. 84
- [3] Christian Hirsch, Fehlerhafte Wärmeleitpaste, c't 4/2022, S. 43

**Projektseite mit BIOS-Einstellungen:**  
[ct.de/ynbe](https://ct.de/ynbe)

## PC-Bauvorschläge Basisvarianten: Technische Daten und Tests

Typ	Alder-Lake-PC	Ryzen-Allrounder c't 24/2021
<b>Hardware-Ausstattung</b>		
Abmessungen (B × H × T)	21,0 cm × 41,2 cm × 41,3 cm	22,2 cm × 46,8 cm × 50,5 cm
Erweiterungs-Slots (nutzbar)	1 × PCIe 3.0 x1 (1), 2 × PEG (1 × PCIe 4.0 x16, 1 × PCIe 3.0 x4) (2), 1 × M.2-2280/60/42 (PCIe 4.0 x4) (0), 1 × M.2-2280/60/42 (PCIe 4.0 x4 & SATA 6G) (1)	3 × PCIe 3.0 x1 (3), 2 × PEG (1 × PCIe 3.0 x16, 1 × PCIe 3.0 x4) (2), 2 × M.2-22110/80/60/42 (PCIe 3.0 x4 & SATA 6G) (1)
Einbauschächte (frei)	2 × 2,5" (2), 2 × 3,5" (2)	2 × 2,5" (2), 3 × 3,5" (3) oder 6 × 2,5" (6), 2 × 5,25" (2)
Anschlüsse hinten	2 × HDMI 2.1, 2 × DisplayPort 1.4a, 3 × analog Audio, 2 × USB-A 10 Gbit/s, 2 × USB-A 5 Gbit/s, 2 × USB 2.0, 1 × LAN, 1 × PS/2	1 × HDMI 2.0b, 1 × DisplayPort 1.4, 5 × analog Audio, 1 × SPDIF Out optisch, 4 × USB-A 5 Gbit/s, 1 × USB-A 10 Gbit/s, 1 × USB-C 20 Gbit/s, 2 × USB 2.0, 1 × LAN, 2 × WLAN-Antenne
Anschlüsse vorn	2 × USB-A 5 Gbit/s, 2 × analog Audio	2 × USB-A 5 Gbit/s, 2 × analog Audio
<b>Elektrische Leistungsaufnahme, Datentransfer-Messungen</b>		
Soft-off (mit ErP) / Energie Sparen / Leerlauf	2,1 W (0,6 W) / 2,8 W / 18 W	0,4 W (0,4 W) / 2,3 W / 14 W
Vollast: CPU / CPU und Grafik	109 W / 111 W	91 W / 111 W
SSD: Lesen (Schreiben)	3,2 (2,0) GByte/s	3,6 (2,8) GByte/s
USB 3.2 Gen 1 (5 Gbit/s) / USB 3.2 Gen 2 (10 Gbit/s): Lesen (Schreiben)	463 (465) / 1064 (1026) MByte/s	418 (379) / 982 (1022) MByte/s
LAN: Empfangen (Senden)	298 (297) MByte/s	295 (297) MByte/s
Bootedauer	15 s	13 s
Preis	661 €	823 €





Bild: Albert Huim

# Gemischtdatenladen

## Mit Python und Pandas die eigenen Einkaufsdaten analysieren

**Genau wie das persönliche Surfverhalten sind die Einkaufsgewohnheiten eines Menschen sehr aufschlussreich – wenn man es schafft, die unhandlichen Daten zu analysieren. Wer so einen Datensatz im Selbstversuch auswertet, bekommt Einblicke ins eigene Einkaufsverhalten, Erfahrung in der Analyse von Daten und obendrein ein unterhaltsames Programmierprojekt.**

Von Lars Hupel

**M**it Beginn der Pandemie haben viele ihr Einkaufsverhalten umgestellt: Statt wie früher mit Einkaufszettel und Anonymität gewappnet den Supermarkt zu betreten, nutzt man heutzutage den bequemen Lieferdienst. Der erlaubt alle Produkte in heimischer Ruhe auszusuchen und bei Folgebestellungen ganz einfach frühere Produkte erneut in den Warenkorb zu legen. Die dabei anfallenden Daten – samt Zahlungsmethoden – bewahrt der Supermarkt fein säuberlich auf.

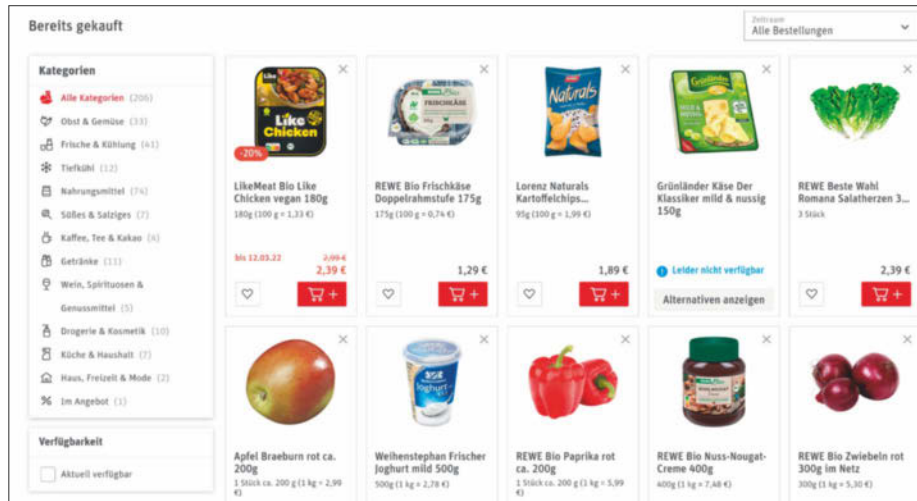
Dabei kommt schnell einiges zusammen, denn anders als in großen Online-

shops wie Amazon oder Zalando kauft man bei Lebensmittelhändlern Produkte oft wiederholt und mit hoher Frequenz. Nicht selten wird zwei- bis dreimal pro Monat oder öfter ein Warenkorb geliefert, der zu beachtlichen Teilen aus den immer gleichen Produkten besteht.

Manche Onlinehändler bieten löblicherweise einen Datenexport an. Zu dieser Gruppe gehört die Supermarktkette Rewe, deren Exportdaten wir als Beispiel für diesen Artikel nutzen. Rewe-Kunden bekommen in den Einstellungen des Onlineshops mit wenigen Klicks ausgeliefert, was der Händler

Frisch aus  
**c't Nerdistan**





**Direkt nach dem Login wird eine Liste der bereits bestellten Produkte präsentiert. Praktisch für den nächsten Einkauf und es zeigt, was der Händler alles über seine Kunden weiß.**

über sie weiß – aber was fängt man mit den paar Hundert Kilobyte Einkaufsdaten im JSON-Format an? Außerdem weist Rewe darauf hin, dass die Bestelldaten nicht in einem interoperablen Format zur Verfügung stehen, weil es dafür kein solches Format gebe. Also kann man nicht zu standardisierten Tools greifen, sondern muss bei der Datenanalyse selbst Hand anlegen.

Im Folgenden erklären wir, wie man so einen Datenexport analysiert und die Datenqualität verbessert. Die konkreten Daten sind spezifisch für die Einkäufe eines einzelnen Kunden, ihre Zeitpunkte und den Händler, aber die allgemeine Vorgehensweise kann man breit anwenden – sofern man an die Daten kommt.

## Enthedern

Als meistverwendete Programmiersprache für alle möglichen Datenanalysen hat sich Python etabliert. Gepaart mit Jupyter Notebooks, dem Schweizer Taschenmesser für flinke Entwicklung von Prototypen [1, 2], kommt man damit schnell zu ansehnlichen Ergebnissen. Doch vor dem Anlegen eines frischen Jupyter-Notebooks ist es sinnvoll, sich die Struktur der Export-Datei anzusehen. Zum komfortablen Lesen von größeren JSON-Dateien bietet sich der Browser Firefox oder das Kommandozeilentool `jless` an. Der Export der Daten von Rewe sieht stark gekürzt folgendermaßen aus:

```
{
  "addressData": ...,
  "baskets": ...,
```

```
  "customerData": ...,
  "paymentData": ...,
  "orders": {
    "orders": [
      ...
    ]
  }
}
```

Wie gesagt, der Aufbau der Daten ist nicht standardisiert. In der Zukunft, bei anderen Händlern oder gänzlich anderen JSON-Exporten ist das Bild ein anderes – aber die Inspektion per Browser oder `jless` dient ja genau dazu, sich einen Überblick zu verschaffen. Wenn Sie einfach nur die Datenanalyse nachvollziehen wollen, können Sie einen anonymisierten und gekürzten Datensatz unter [ct.de/y53h](https://ct.de/y53h) herunterladen.

Neben den reinen Bestelldaten listet die Datei noch zahlreiche andere personenbezogene Informationen auf. Die eher sinnlose Verschachtelung eines `orders`-Arrays in einem `orders`-Objekt ist übrigens kein Druckfehler, sondern tatsächlich so in der Datei enthalten. Derartige kommt in der

## ct kompakt

- Manche Online-Shops und andere Unternehmen bieten Kunden eine Exportfunktion für die eigenen Daten.
- Das Resultat ist allerdings in der Regel ein unpraktischer Datenwust.
- Mit etwas Geschick und Helferlein aus dem Python-Umfeld gelingt die Analyse dennoch.

Praxis gerne dann vor, wenn keine genauen Schnittstellendefinitionen vorliegen.

Jeder Eintrag in dem Array mit den Bestellinformationen enthält mehrere Unterobjekte, unter anderem für Zahlungs- und Adressinformationen – diese sogar als GPS-Koordinaten. Überlegen Sie sich also gut, ob Sie für die weitere Verarbeitung Ihrer personenbezogenen Daten eine Cloud-Software oder lieber lokale Programme nutzen. Das interessanteste Unterobjekt heißt `subOrders`:

```
{
  "invoiceAddress": ...,
  "payments": ...,
  "paybackInfo": ...,
  "subOrders": [{
    "deliveryType": "DELIVERY",
    "subOrderValue": 9300,
    "timeSlot": {
      "firstSlotDate": "202108040800",
      "lastSlotDate": "202108041300",
      "price": 0
    },
    "lineItems": [ ... ],
    "orderId": "B-ABC-DEF-123",
    "creationDate": "202108031245"
  }]
}
```

## Datenübertragung

Gerne stellen wir dir über den unten stehenden Button sämtliche Daten zur Verfügung, die wir von dir im Rahmen der Vertragsbeziehung gespeichert haben und die noch bei uns gespeichert sind.

Du kannst die Datei mit einem beliebigen JSON-Viewer einsehen, den du kostenlos aus dem Internet herunterladen kannst.

Solltest du weitere Fragen dazu haben, zu welchem Zweck wir deine Daten verarbeiten, kannst du jederzeit ein entsprechendes Auskunftsgesuchen stellen.

Wir weisen darauf hin, dass wir dir kein interoperables Datenformat zur Verfügung stellen können, da es gegenwärtig kein entsprechendes interoperables Datenformat für Webshops gibt.

[Meine Daten anfordern](#)

**Komfortabler Datenexport: Erst klicken, dann Mail abwarten.**



Neben der Auslieferung durch eigene Fahrer ("deliveryType": "DELIVERY") bietet der Lebensmittelhändler auch den Paketversand von haltbaren Produkten sowie Abholung im Laden an. Diese verschiedenen Bestelltypen kann man in einer Bestellung kombinieren. Unser Beispielkunde hat dergleichen nicht genutzt, weshalb es zu jeder Order nur eine Sub-Order gibt.

Der Schlüssel `subOrderValue` enthält den gesamten Bestellwert, hier glatte 93 Euro. Die Zahl unter `creationDate` gibt den Zeitpunkt der Bestellung an, allerdings nicht als Unix-Zeitstempel, sondern als String im Format Jahr, Monat, Tag, Stunde, Minute (ohne Trennzeichen). Das Objekt unter `timeSlot` gibt das Lieferzeitfenster an sowie eventuelle Extrakosten.

Bei der Auswertung chronologischer Daten ist es in der Regel sinnvoll, sie nach ihrem Zeitpunkt zu sortieren, zu gruppieren und so weiter. Für eine konsistente Analyse muss man sich bei diesem Datensatz also entscheiden, welchen der beiden Zeitpunkte man nutzen will; wir wählen das Bestelldatum und merken uns daher den Key `creationDate`.

Jetzt geht es endlich ans Eingemachte, die eigentlichen Bestellpositionen im `lineItems`-Array. Die Einträge stellen eine Art digitalen Kassenzettel mit Produkttitel, Einzelpreis, Anzahl und Gesamtpreis dar:

```
{
  "price": 40,
  "quantity": 3,
  "title": "Bio Banane",
  "totalPrice": 120
}
```

Auch hier sind die Beträge in Eurocent beziffert. Wer weiter durch die Daten scrollt, entdeckt, dass bei Mehrweggebinden auch das Pfand als „Produkt“ im Array auftaucht. Das sollte man – genau wie den mit null Euro bepreisten Eintrag „Getränk-Sperrgutaufschlag“ – vor der Weiterverarbeitung herausfiltern.

## Schlangen und Bären

Nach dieser ersten Inspektion gibt es diverse Optionen für die weitere Analyse. Von der händischen Auswertung zur weitgehend automatischen Analyse über (Python-)Skripte ist vieles denkbar. Eine besonders vielseitige und schnell umsetzbare Auswertung baut man sich mit „Pandas“, einer mächtigen Python-Bibliothek zur Datenanalyse [3]. Die Installation von

Jupyter Notebooks, Pandas und einem Hilfsmodul für grafische Ausgaben gelingt sehr einfach über Pythons Paketmanager `pip`. Der zweite Befehl startet direkt eine Jupyter-Notebook-Instanz, die sich im Standardbrowser öffnet:

```
pip install jupyter pandas matplotlib
jupyter notebook
```

Den kompletten Code des im Folgenden beschriebenen Notebooks finden Sie ebenfalls unter [ct.de/y53h](https://ct.de/y53h). Navigieren Sie die Notebook-Ansicht zur Datei und klicken Sie darauf, um sie zu öffnen. Alternativ können Sie über den Button „New“ ein neues Notebook anlegen, um den Code selbst abzufassen.

Um die Daten mit Pandas zu analysieren, muss man sie aus dem hierarchischen JSON-Format in ein `DataFrame`-Objekt von Pandas konvertieren. So ein `DataFrame` ist im Grunde eine Liste von Datensätzen. Jeder Datensatz muss dabei die gleichen Schlüssel enthalten, damit Pandas aus der Liste eine Tabelle mit einheitlichen Spalten konstruieren kann. Dafür öffnet das Skript zunächst die Datenexport-Datei mittels des `json`-Moduls aus Pythons Standardbibliothek:

```
import json
path = "export.json"
with open(path,
          encoding = "utf-8") as file:
    data = json.loads(file.read())
```

Anschließend klopft der Code die Hierarchie der JSON-Daten flach, indem er über jede Bestellposition in jeder Sub-Order in jeder Order wandert und die Bestelldaten samt der zugehörigen Order- und Sub-

Order-Information speichert. Dadurch entsteht zwar Redundanz, aber häufig sind solche tabellarischen Daten einfacher als Hierarchien zu handhaben. Pythons „dictionary unpacking“-Syntax mit dem Doppelstern, kombiniert mit drei Generator-Ausdrücken, die über alle drei Hierarchieebenen iterieren, erledigen die Aufgabe in vier Zeilen:

```
table = ({**ord, **subOrd, **item}
         for ord in data['orders']['orders']
         for subOrd in ord['subOrders']
         for item in subOrd['lineItems'])
```

Im nächsten Schritt kommt Pandas ins Spiel, denn das flache Python-Dictionary wird in einen `DataFrame` importiert. Außerdem ergänzen wir die Spalte `date`, die das Bestelldatum – konvertiert in ein Python-`datetime`-Objekt – enthält. Pandas' `DataFrame` implementiert den `[]`-Operator, was das Hinzufügen von Spalten sehr einfach macht:

```
import pandas
df = pandas.DataFrame(table)

df['date'] = pandas.to_datetime(
    df['creationDate']
)
```

Die alte Spalte `creationDate` braucht man jetzt nicht mehr, genau wie viele andere der insgesamt 26 Spalten. Der nächste Codeschnipsel filtert daher die sieben interessantesten Spalten heraus, was ebenfalls mit dem `[]`-Operator leicht gelingt:

```
df = df[['date', 'orderId',
        'orderValue', 'title', 'price',
        'quantity', 'totalPrice']]
```

In [13]: df

Out[13]:

	date	orderid	orderValue	title	price	quantity	totalPrice
2021-12-29 11:05:00		9300	Grünländer Käse Der Klassiker mild & nussig 150g	199	2	398	
2021-12-29 11:05:00		9300	Kerrygold Original Irischer Cheddar herzhaft g...	199	1	199	
2021-12-29 11:05:00		9300	REWE Bio Frischkäse Doppelrahmstufe 175g	129	3	387	
2021-12-29 11:05:00		9300	Tante Fanny Frischer Butter Blätterteig 280g	199	3	597	
2021-12-29 11:05:00		9300	Neumarkter Lammbräu Öko Urstoff Bio 10x0,5l	1179	1	1179	
...	...	...	...	...	...	...	
2021-07-09 19:47:00		5126	REWE Bio Champignons braun 250g	229	1	229	
2021-07-09 19:47:00		5126	REWE Bio Paprika rot	180	2	360	
2021-07-09 19:47:00		5126	REWE Bio Zwiebeln rot 300g Netz	179	1	179	
2021-07-09 19:47:00		5126	Lorenz Naturals Meersalz und Pfeffer 95g	189	1	189	
2021-07-09 19:47:00		5126	Ben & Jerry's Eis Chocolate Fudge Brownie 465ml	599	1	599	

1049 rows x 6 columns

Dank der Integration zwischen Pandas und Jupyter zeigt das Notebook `DataFrame`-Objekte tabellarisch an.



**05.05.**

## Einführung in GitLab

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

**19.05.**

## CI/CD mit GitLab

Die Entwicklungsplattform GitLab bietet umfangreiche Continuous-Integration-Funktionen. Der Workshop bietet eine praktische Einführung in die GitLab-CI-Tools und zeigt, wie man damit Softwareprojekte baut, testet und veröffentlicht.

**14.06. + 08.11.**

## Internetausfälle kompensieren

Fällt die Internetanbindung im Unternehmen aus, „steht“ oftmals der ganze Betrieb. Dieser Workshop vermittelt einen Überblick über aktuelle Techniken zu redundanten Internet-Anbindungen von Firmenstandorten.

**21.– 22.06.**

## Post-Quantum Cryptography

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

**23.06. + 06.09.  
+ 15.11.**

## WordPress für Einsteiger

Der praxisorientierte Workshop richtet sich an Neu- und Quereinsteiger in WordPress und bietet eine grundlegende und fundierte Einarbeitung in die aktuelle Version des populären CMS.

**18.10.**

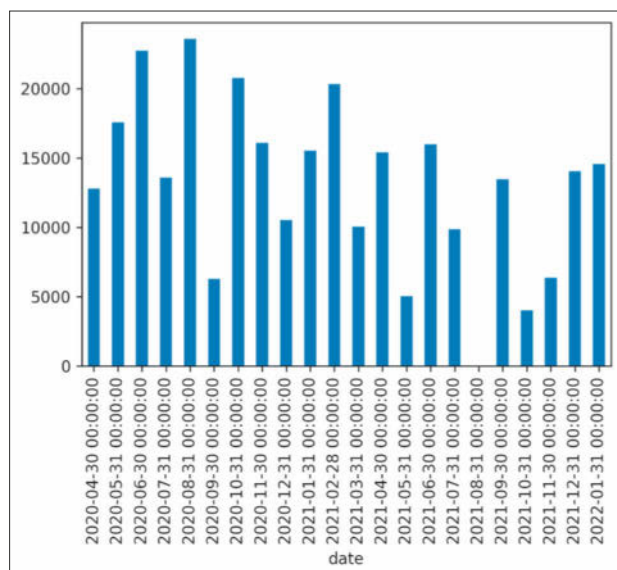
## Dienste mit SELinux absichern

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

Sichern Sie sich Ihren Frühbucher-Rabatt:

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





**Balkendiagramm der monatlichen Lieferbeträge (angegeben in Cent). Die Lücke im August 2021 deutet auf Urlaub hin.**

Außerdem ist jetzt ein guter Zeitpunkt, um irrelevante Zeilen wie die erwähnten Pfandbeträge zu filtern. Hier hilft Pandas' „boolean indexing“, die Tilde (~) dient als NOT-Operator:

```
dummies = ["Enthaltene Pfandbeträge",
            "Getränke-Sperrgutaufschlag",
            "TimeSlot"]
df = df[~df['title'].isin(dummies)]
```

Zahlreiche weitere solcher Selektionsmethoden findet man in Pandas' Dokumentation (siehe [ct.de/y53h](https://ct.de/y53h)). Zum Schluss legt `set_index()` das Datum als Index fest, um chronologische Auswertungen zu vereinfachen:

```
df = df.set_index(['date'])
```

## Erste Analysen

Diesen Code auszuführen dauert weniger als eine Sekunde. Im geöffneten Notebook drücken Sie dafür einfach wiederholt auf den Play-Button, um Schritt für Schritt die Codeschnipsel auszuführen. Den Pfad zur Datei mit dem JSON-Export müssen Sie eventuell anpassen. Wenn man sich den produzierten DataFrame ausgeben lässt, indem man in einer Zelle des Notebooks nur die Variable `df` notiert, dann zeigt Jupyter automatisch eine hübsche Tabelle an. In unserem Fall besteht der Datensatz aus insgesamt 1049 Bestellpositionen.

Jetzt sind erste statistische Auswertungen möglich. Beispielsweise ist interessant, wie viel Geld man ungefähr monatlich für Lebensmittel ausgibt. In Pandas formuliert sieht das so aus:

```
df.resample('M').sum()['totalPrice'].plot(kind='bar')
```

Die Codezeile gruppiert den DataFrame nach Kalendermonaten (`resample('M')`) und berechnet die monatlichen Summen aller numerischen Spalten (`sum()`). Vom Ergebnis wird die Spalte mit den Preisen ausgewählt (`['totalPrice']`). Außerdem kommt gleich noch die Bibliothek Matplotlib zum Zug (`plot(kind='bar')`) und gibt das Resultat als Balkendiagramm aus. Um den `import` von Matplotlib kümmert sich Pandas automatisch. Ohne den Aufruf von `plot()` werden die Daten als tabellarischer Text ausgegeben.

Im Diagramm sieht man deutlich, dass unser Beispielperson im August 2020 das meiste Geld ausgegeben hat, aber im August 2021 gar keins. Das deutet auf einen sommerlichen Urlaubsaufenthalt hin. Beim Einkaufsverhalten handelt es sich also um wirklich sensible Daten, die allerhand Schlüsse zulassen und die man sorgsam behandeln muss.

## Fluktuationen

Mit ähnlichen Abfragen kann man jetzt viele weitere Analysen anstellen. Bei-

spielsweise, welches Produkt man am häufigsten gekauft hat oder für welches das meiste Geld ausgegeben wurde. Die Pandas-Dokumentation bietet einige Tutorials, wie man solche Fragen beantwortet (siehe [ct.de/y53h](https://ct.de/y53h)).

Uns hat zunächst interessiert, bei welchem Produkt der Preis am meisten geschwankt hat. Diese Fluktuation kann man grob abschätzen, indem man den Mindest- und Höchstpreis eines Produktes über den ganzen Lieferzeitraum ins Verhältnis setzt, zum Beispiel über die Formel  $(\text{Max} - \text{Min}) \div (\text{Max} + \text{Min})$ . Der passende Pandas-Code sieht wie folgt aus:

```
df = df.groupby('title')

min = df.min()['price']
max = df.max()['price']

fluc = (max - min) / (max + min)
fluc.sort_values(ascending=False).to_frame('Fluctuation')
```

Zunächst gruppiert man die Tabelle per `groupby()` nach identischen Produkttiteln. (Das weiter oben genutzte `resample()` dient speziell zur zeitlichen Gruppierung.) Der Einfachheit halber verwenden wir die Variable `df` wieder. Wer auch im folgenden Code weiter Zugriff auf die ungruppierten Daten haben will, muss stattdessen eine neue Variable nutzen. Bei der Gruppierung wird der Produkttitel automatisch auch als Index für das Ergebnis genutzt. Die nächsten beiden Zeilen selektieren Minimum beziehungsweise Maximum vom Preis jedes Produktes. Dabei entstehen Objekte, die Pandas als „Series“ bezeichnet. Konzeptuell handelt es sich um eindimensionale Arrays, allerdings inklusive Metadaten wie etwa einem Index (wofür in diesem Fall weiter der Produkttitel genutzt wird). Auf diesen Arrays kann man arithmetische Operationen und Sortierungen durchführen, was wir für die Fluktuationsberechnung nutzen; das Ergebnis ist wieder eine Series.

**Zu den fünf Produkten mit der größten Preisfluktuation gehört interessanterweise auch Reis.**

fluctuation	
title	
REWE Bio Paprika rot	0.485149
REWE Beste Wahl Romana Salatherzen 3 Stück	0.370370
Paprika Rot 500g	0.270330
Weihenstephan Frischer Joghurt mild 500g	0.235556
Oryza Himalaya Basmati 500g	0.210526



Zum Schluss wird die Series sortiert und zurück in einen DataFrame konvertiert, damit Jupyter eine schöne Tabelle anzeigt. Das Ergebnis zeigt, dass bei den Einkäufen des Beispielkunden insbesondere Gemüse eine hohe Preisspanne aufweist, angeführt von der Bio-Paprika mit knapp 50 Prozent Fluktuation.

## Einheiten

Wie man in den gezeigten Tabellen sieht, tragen einige Produkte eine Maßeinheit im Namen, was Vergleiche zwischen Produkten schwierig macht. Abhilfe schafft eine schnell geschriebene Klasse (Unit) mit einer statischen `parse()`-Methode (siehe [ct.de/y53h](https://ct.de/y53h)). Die sucht nach Gewichts- und Volumenangaben in Produktnamen und bildet sie auf Werte ab, mit denen man Berechnungen und Vergleiche anstellen kann:

```
from units import Unit, UnitType
```

```
p = Unit.parse("Pils 24x0,33l")
w1 = Unit.parse("Hefeweizen 5L Fass")
w2 = Unit.parse("Weißbier 6x0,5l")
p > w1 + w2 # Ergibt False
```

Der Parser nutzt einen recht simplen regulären Ausdruck, andere Eingangsdaten können durchaus Anpassungen erfordern. Der Code soll nicht „production ready“ sein, sondern möglichst schnell und einfach Analysen ermöglichen.

In Pandas kann man die gruppierten Daten nun um eine neue Spalte mit verarbeiteten Maßeinheiten ergänzen:

```
df = df.sum()[['quantity']]
df['unit'] = df.index.map(Unit.parse)
df = df[df['unit'].notna()]
df['total'] = df['unit'] * df['quantity']
```

Die erste Zeile summiert zunächst alle numerischen Spalten der nach Titel gruppierten Produkte. Andere Spalten, für deren Werte Summen keinen Sinn ergeben, verwirft Pandas. Uns interessiert ohnehin nur die Spalte mit der Anzahl; der Aufruf `[['quantity']]` filtert danach. Der Produkttitel ist der Index dieses DataFrames und bleibt deshalb ebenfalls erhalten. Die zweite Zeile nutzt genau diesen Index, um Werte für die neue Spalte `unit` zu berechnen. Eingetragen wird jeweils, was die `parse()`-Methode im Produkttitel findet. Produkte, bei denen `parse()` nichts findet – und daher `None` zu-

**Der Beispielkunde hat nach Gewicht ordentlich Frischkäse und Joghurt konsumiert. Diese Produkte führen in der Liste mit gut 19 beziehungsweise 18,5 Kilogramm.**

	quantity	unit	total
title			
REWE Bio Frischkäse Doppelrahmstufe 175g	110	175g	19250g
Weihenstephan Frischer Joghurt mild 500g	37	500g	18500g
Grünländer Käse Der Klassiker mild & nussig 150g	83	150g	12450g
REWE Bio Nuss-Nougat-Creme 400g	23	400g	9200g
Oro di Parma Passierte Tomaten Bio 400g	19	400g	7600g
...	...	...	...
Ruf Trockenbackhefe 3x7g	1	21g	21g
Ostmann Rosmarin geschnitten 20g	1	20g	20g
Minze 15g Schale	1	15g	15g
Kräuter Rosmarin 15g	1	15g	15g
REWE Beste Wahl Dillspitzen geschnitten 10g	1	10g	10g

211 rows × 3 columns

rückgibt –, filtert die dritte Zeile mittels der Funktion `notna()` heraus. (Mit „NA“ bezeichnet Pandas fehlende Werte, `notna()` filtert also nicht-fehlende, soll heißen, vorhandene Werte.) Die vierte Zeile nutzt den auf der `Unit`-Klasse implementierten Multiplikationsoperator, um die gesamte Bestellmenge zu berechnen.

Nach all diesen Vorarbeiten kann man sich zum Beispiel die – nach Masse – meistegekauften Produkte anzeigen lassen. Dabei hilft wieder das „boolean indexing“, um mit einer anonymen Hilfsfunktion (`lambda ...`) all die Produkte auszuwählen, die eine Gewichtsangabe tragen. Anschließend wird die Liste nach der Gesamtbestellmenge sortiert:

```
df_weight = df[df['unit'].map(
    lambda unit: unit.unit_type == UnitType.WEIGHT
)]
df_weight.sort_values('total',
    ascending = False)
```

Angeführt wird die Liste unseres Beispielkunden von Milchprodukten; abgeschlagen auf den letzten Plätzen liegen Kräuter. Für Produkte mit Volumenangaben kann man analog nach `UnitType.VOLUME` filtern. Kurios ist übrigens, dass stückige Tomaten eine Volumenangabe haben, passierte Tomaten aber eine Gewichtsangabe.

Bei Kollegen und Freunden, die Einblick in ihre Datensätze gaben, konnten wir mit solchen Methoden Interessantes herausfinden. Beispielsweise hat ein Bekannter über mehrere Jahre hinweg mehr als drei Hektoliter verschiedener Mategetränke umgesetzt – beim Filtern muss

man beachten, dass der Produktname „Mate“, aber nicht „Tomate“ enthalten soll. Bei einer maisbegeisterten Freundin liegt Dosenmais mit insgesamt knapp 100 Litern auf Platz eins der Liste – aber erst, nachdem die „Müllbeutel mit Zugband 60l“ aussortiert wurden.

## Mehr Qualität, bitte!

Die bis hierher gewonnenen Erkenntnisse haben im Freundeskreis für Interesse, Erheiterung und auch betretenes Schweigen gesorgt. Wer selber mit Python und Pandas herumspielt, dem bieten die Daten ein breites Feld für verschiedenste Experimente. Der nächste große Schritt ist, die Daten mit eindeutigen Artikelnummern, EAN-Codes oder Produktkategorien anzureichern. Dann könnte man ähnliche Produkte besser vergleichen und die Analyse mit externen Informationen verknüpfen. Weil sich diese Daten aber nicht im Export finden, muss man zusätzliche Datenquellen aufsuchen. Wie man solche Quellen sucht und findet und wie weit wir im konkreten Fall bei Rewe kamen, beschreiben wir in einem Folgeartikel.

(syt@ct.de) 

## Literatur

- [1] Wilhelm Drehling und Pina Merkert, Python für alle, Gute Gründe für Python, c't 05/2022, S. 16
- [2] Pina Merkert, Wilhelm Drehling und Jan Mahn, Codefabriken, Die Python-Entwicklungsumgebung für Sie, c't 05/2022, S. 26
- [3] Pina Merkert, Plotexpress, Datenvisualisierung mit Python, c't 18/2019, S. 80

**Downloads und Dokumentation:**  
[ct.de/y53h](https://ct.de/y53h)



# Angriff nach Lehrbuch

## ContiLeaks: Zip-Dateien per Known-Plaintext-Attacke knacken

**Die Cybergang Conti ist berühmt für ihre Erpressungssoftware. Im Netz kursieren seit Kurzem der Quellcode des Schädlings sowie allerhand Interna der Gang. Die Zip-Datei mit den Daten war allerdings verschlüsselt. Wir zeigen, wie wir die Datei geknackt haben.**

Von Wilhelm Drehling

Die Cyberbande Conti gehört zu den Big Playern der kriminellen Unterwelt, die Ransomware-as-a-Service als ihr Geschäftsmodell betreiben. Im Angriffskrieg auf die Ukraine bezog die Bande Stellung und sprach sich für die russische Seite aus. Mutmaßlich als Reaktion darauf veröffentlichte ein anonymer Leaker mit dem Pseudonym ContiLeaks auf der Filehosting-Plattform anonfiles Dutzende JSON-Dateien mit internen Chatverläufen, Bilder und Quellcode. Die Daten enthalten mehr als 160.000 Nachrichten (siehe Kasten: „Alle haben einen Chef“), Hinweise auf Bitcoin-Wallets, welche im Laufe der Zeit Bitcoins im Wert von 2,5

Milliarden Euro erhalten haben, und Quellcode der gefürchteten Conti-Verschlüsselungssoftware – ein seltener Einblick in eine dunkle Welt.

Die Erpressungssoftware versteckt sich in einer passwortgeschützten Zip-Datei mit dem Namen `conti_locker_v2.zip` – das Passwort verrät ContiLeaks jedoch nicht. Am 1. März veröffentlichte er ein weiteres Dateiarchiv namens `conti_locker.7z`, diesmal aber ohne Passwortschutz und ohne den C++-Quellcode der Krypto-Ransomware.

Das rief neugierige Hacker auf den Plan, die nach einer Möglichkeit suchten, an den Quellcode aus dem verschlüsselten Zip-Archiv heranzukommen. Der Ansatz: eine Known-Plaintext-Attacke [1]. Sie funktioniert nur, wenn wie im vorliegenden Fall ein Teil des Inhalts der verschlüsselten Datei bekannt ist. Es scheint, als hätte der Leaker diese Bedingungen absichtlich geschaffen, damit die Software nicht unerfahrenen Script-Kiddies in die Hände fällt und man nur mit dem nötigen Vorwissen die Zip-Datei entschlüsseln kann.

### Theorie

Um den zur Entschlüsselung nötigen Schlüssel mittels einer Known-Plaintext-Attacke zu finden, bedient man sich Tools

wie dem auf GitHub frei verfügbaren `bkcrack` (siehe `ct.de/yrx7`). Es vergleicht eine Zip-Datei, die den bekannten Bestandteil enthält, mit der komprimierten Datei aus dem passwortgeschützten Archiv (in diesem Fall `conti_locker_v2.zip`).

Weil die Zip-Datei mit dem altersschwachen ZipCrypto-Verfahren mit drei Teilschlüsseln à 32 Bit verschlüsselt ist, aber nicht mit einem aktuellen und als sicher geltenden Verfahren wie AES, hat man mit einer Known-Plaintext-Attacke hohe Erfolgchancen. In der Regel dauert sie nur ein paar Minuten; ein Angriff gegen AES wäre hingegen aussichtslos, solange das dem Schlüssel zugrunde liegende Passwort hinlänglich lang und komplex ist.

Die drei Teilschlüssel stellen den Hash des eigentlichen Passworts dar. Das Originalpasswort lässt sich mit dem Verfahren nicht wiederherstellen. Das ist zur Entschlüsselung aber auch gar nicht nötig.

### Action!

Getreu dem Motto „Vorsicht ist besser als Nachsicht“ fassten wir die beiden Dateien `conti_locker.7z` und `conti_locker_v2.zip` mit Handschuhen an und luden sie in einer virtuellen Maschine mit Kali Linux herunter.

Nachdem das unverschlüsselte 7z-Archiv `conti_locker.7z` entpackt war, begann die Suche nach einer geeigneten Datei mit Klartext, der sich für den Angriff eignet. Die wichtigste Voraussetzung ist, dass sich die Datei auch in dem verschlüsselten Zip-Archiv befindet, das wir knacken wollten. Es bot sich die Textdatei `R3ADM3.txt` an, die interessanterweise nur die Zeichenkette `__DECRYPT_NOTE__` enthält. Ein Wink mit dem Zaunpfahl?

Kurzerhand kopierten wir die `R3ADM3.txt` aus `conti_locker.7z` und komprimierten sie mit dem Befehl

```
7z a klartext.zip R3ADM3.txt
```

zu einem unverschlüsselten Zip-Archiv. Wichtig ist, dass das Archiv mit den gleichen Parametern wie die zu knackende



**Der Leaker ContiLeaks stellte allerhand interne Daten der Cybergang Conti ins Netz, darunter der Quellcode der Erpressungssoftware.**



Die Daten lagen als verschlüsselte Zip-Datei vor. Wir konnten diese in nur acht Minuten mit einigen Tricks und dem Tool **bkcrack** zu Tage fördern.

```
(kali@kali)-[~/Schreibtisch/bkcrack-1.3.4-Linux]
$ ./bkcrack -C conti_locker_v2.zip -c "conti_locker/R3ADM3.txt" -P klartext.zip -p R3ADM3.txt
bkcrack 1.3.4 - 2022-01-01
[13:50:53] Z reduction using 8 bytes of known plaintext
100.0 % (8 / 8)
[13:50:53] Attack on 748436 Z values at index 7
Keys: 2a45cf92 4521624b decd8163
19.0 % (142235 / 748436)
[13:59:09] Keys
2a45cf92 4521624b decd8163
```

Datei komprimiert wird. Da ContiLeaks offenbar die Standardparameter genutzt hat, fällt der 7z-Befehl dafür kurz aus.

Jetzt kommt **bkcrack** ins Spiel. Für die folgenden Schritte müssen sich beide Dateiarhive im gleichen Ordner wie **bkcrack** befinden. Der folgende Aufruf startet den Known-Plaintext-Angriff:

```
./bkcrack -C conti_locker_v2.zip ␣
␣-c "conti_locker/R3ADM3.txt" ␣
␣-P klartext.zip ␣
␣-p R3ADM3.txt
```

Als Parameter benötigt das Tool den Pfad zur R3ADM3.txt innerhalb von **conti\_locker\_v2.zip** und deren Kopie innerhalb von **klartext.zip**.

Nach einigen Minuten spuckte **bkcrack** bei uns den gefundenen Key aus: 2a45cf92 4521624b decd8163. Damit konnte **bkcrack** nun die Zip-Datei entschlüsseln, die Dateien einsammeln und in eine neue Zip-Datei mit selbst gewähltem Passwort zusammenschichten. Der Befehl

```
./bkcrack -C conti_locker_v2.zip ␣
␣-k 2a45cf92 4521624b decd8163 ␣
␣-U ContiLeaks.zip 123
```

erledigt das im Handumdrehen – die Zahlenkombination 123 am Ende des Befehls ist das neue Passwort.

## Sicherheit

Verschlüsselte Zip-Dateien sind ein offenes Buch – insbesondere, wenn sie auch nur eine Datei enthalten, deren Inhalt öffentlich bekannt ist. Das kann zum Beispiel eine Textdatei oder ein Foto sein, das neben dem verschlüsselten Zip auf der Platte liegt oder gar öffentlich im Internet abrufbar ist – zum Beispiel die Kopie einer Textdatei mit Lizenzvereinbarung à la GPLv3. Eine solche Datei kann ein Angreifer leicht für eine Known-Plaintext-Attacke nutzen.

Das Hauptsicherheitsproblem ist das Verschlüsselungsverfahren **ZipCrypto**, das standardmäßig ausgewählt wird,

wenn man ein passwortgeschütztes Zip-Archiv erstellt, und deshalb leider immer noch sehr verbreitet ist. Wenn Sie stattdessen das AES-256-Verfahren einstellen, sind Sie auf der sicheren Seite. Bei der Kommandozeilenversion hängen Sie einfach den Parameter **-mem=AES256** hinzu. Der gesamte Befehl zum Anlegen eines Archivs lautet damit zum Beispiel:

```
7z a -p -mem=AES256 test.zip text.txt
```

Sie können zwar ein Passwort direkt hinter **-p** hinschreiben, aber wenn Sie das Feld leer lassen, fragt 7zip Sie in der Konsole zweimal nach dem Passwort. So gehen Sie auf Nummer sicher, das Passwort korrekt eingetippt zu haben, und verhindern außerdem, dass das Passwort in der Shell-History landet. Anschließend können Sie sich mit dem Befehl **7z l -slt test.zip** zur Kontrolle die Eigenschaften der Zip-Datei ausgeben lassen.

macOS-Nutzer sollten Abschied nehmen von dem Standardbefehl **zip**, da dieser keine AES-Verschlüsselung beherrscht. Sie können aber den Paketmanager **Homebrew** für die Konsole herunterladen (siehe [ct.de/yrx7](https://ct.de/yrx7)) und 7zip mit dem Befehl **brew install p7zip** installieren.

Grundsätzlich ist es empfehlenswert, sich von dem steinalten Zip-Format zu ver-

abschieden und stattdessen ein moderneres Kompressionsformat wie 7z von 7zip zu nutzen: Es nutzt immer AES-256 statt des anfälligen **ZipCrypto** und erlaubt zudem die Verschlüsselung der Dateinamen.

## Einschätzung

Es erscheint reichlich unwahrscheinlich, dass ContiLeaks keine Ahnung von Kryptografie hat und es ein Versehen ist, dass das nachgeschobene Dateiarhive ganz zufällig eine Textdatei enthält, die sich hervorragend zum Knacken der verschlüsselten Datei eignet. Vermutlich sollte es sich um eine einfache Barriere handeln, die verhindert, dass Script-Kiddies den Ransomware-Quellcode in die Finger bekommen. Egal: Wir hatten wie viele andere Spaß daran, die Zip-Datei zu hacken. Und Sie verfügen nun über das Wissen, wie Sie sich selbst aus der Patsche helfen können, falls Ihnen mal das Passwort einer verschlüsselten Zip-Datei abhanden gekommen ist.

(wid@ct.de) 

## Literatur

- [1] Eli Biham, Paul C. Kocher, Known Plaintext Attack on the PKZIP Stream Cipher, Springer 1994: <https://heise.de/s/PkDj>

**HomeBrew und bkcrack:** [ct.de/yrx7](https://ct.de/yrx7)

## Alle haben einen Chef

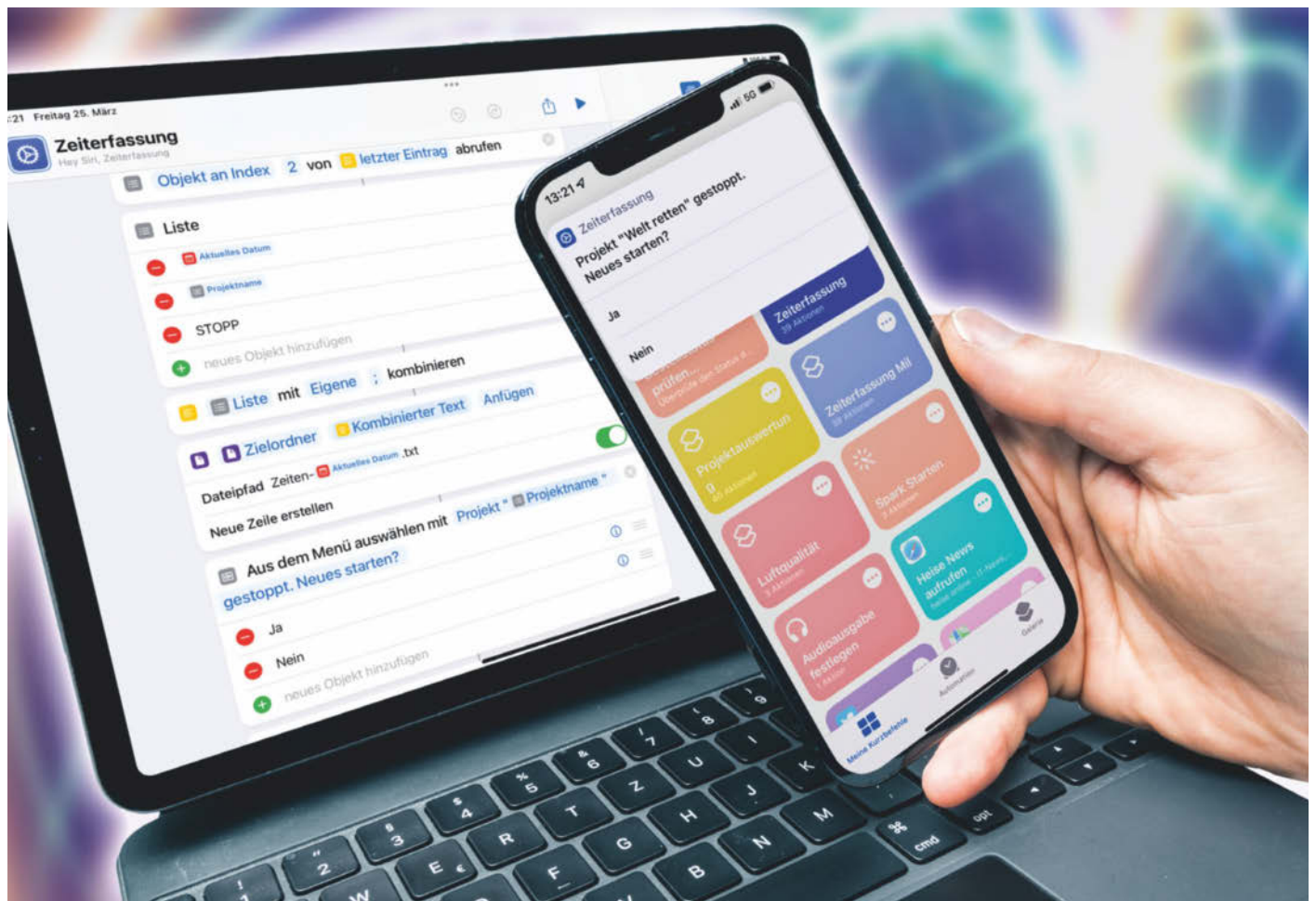
Der Code und die geleakten Chats liefern einen Einblick in die Welt der Conti-Gang, die tatsächlich gut strukturiert erscheint und vom Aufbau her einer großen Firma ähnelt. Die folgende Nachricht eines Conti-Chefs an das Gangmitglied „specter“ könnte auch aus jedem beliebigen Unternehmen stammen:

„Hör mal, ich versteh dich nicht. Du hast Donnerstag zugesagt, am Abend zu liefern. Dann hast du den Abgabetermin eigenmächtig auf Freitag verschoben.

Jetzt ist es schon Montag Abend und du hast vor zwei Stunden geschrieben, dass du es jetzt hochlädst. Wo ist das Ergebnis?“

Doch damit nicht genug, der arme specter bekommt so richtig einen Einlauf: „Wie sollen wir noch mit dir arbeiten? Ich mag es nicht, dass ich mit einem Stock hinter dir stehen und dich ständig anschreiben muss: Wo? Wann? Wer? Ich zähle auf Unabhängigkeit und Verantwortung.“ Das klingt nach einer tollen Arbeitsatmosphäre!





# Kurz und schmerzlos befehlen

## Die eigene Zeiterfassung mit Apples Skriptbaukasten „Kurzbefehle“ bauen

**Das modulare Automatisierungswerkzeug „Kurzbefehle“ ist auf iPhones, iPads und seit macOS 12 auch auf Macs zu Hause. Seit der Einführung ist es noch mächtiger geworden, was wir als Praxisprojekt am Beispiel einer Zeiterfassung zeigen.**

Von Immo Junghärtchen  
und Michael Link

So flott Smartphones mittlerweile auch sind und so viele Sensoren sie auch haben – ihre kleinen Touchscreens sind eher Mäusekinos, und mit einer Bildschirmstatur längere Texte einzugeben ist mühsam. Zwischen Apps zu wechseln oder gar Daten von einer App in die nächste zu schubsen ist umständlich und daher kaum vergnügungssteuerpflichtig. Bei Apple-Geräten kann man sich viele der fummeligen Tipp- und Wischarbeiten ersparen, und zwar mit Kurzbefehlen.

Die Kurzbefehle-App in Apples Betriebssystemen ist ein Werkzeugkasten aus über hundert Skriptbausteinen,

genannt Aktionen. Aus ihnen entstehen Skripte, die man per Antippen oder durch Zuruf ihres Namens auslöst – der Sprachassistent Siri lässt grüßen. Bestimmte Auslöser lassen sogenannte Automationen ablaufen, etwa um zu einer festen Uhrzeit an den Start der Zeiterfassung zu erinnern oder beim Verlassen des Büros zum Beenden aufzufordern. Der Clou: Die Kurzbefehle-Sammlung wird mittels Apples iCloud synchron gehalten, sodass sie auf allen Apple-Geräten verfügbar sind – seit macOS 12 (Monterey) auch auf Macs. Unter macOS 12.2 zicken sie noch hier und da.



## ct kompakt

- Apples Kurzbefehle ersparen durch Automatisierung Tipparbeit.
- Die Kurzbefehle stehen mittels iCloud geräteübergreifend zur Verfügung.
- Die übliche Variablendeklaration wird durch „magische Variablen“ unnötig.

Dieser Artikel beschreibt eine sinnvolle Anwendung dafür, nämlich wie Sie Arbeitszeiten ohne viel Aufwand erfassen und das sogar projektspezifisch. Sie erfahren in dem Zuge, wie Sie Befehle finden und einsetzen. Die fertige Lösung gibt es über [ct.de/y7ns](https://ct.de/y7ns) zum Download.

### Warum nicht gleich etwas Nützliches tun?

Eine Zeiterfassung ist ein Universaltool. Doch wenn es nicht intuitiv zu bedienen oder umständlich ist, füttert man es nicht mit Daten.

Gut wäre es, wenn bei einer Zeiterfassung eine lesbare Liste in einem universellen Textformat entstünde. In der Kurzbefehle-Welt von Apple ist es dafür fast unumgänglich, dass eine solche Datei auf einem iCloud-Laufwerk landet, denn nur Dateien darauf lassen sich bearbeiten, also beispielsweise mit neuen Login- und Logout-Daten füllen.

### Grundgerüst zimmern

Zum Start legen Sie mit der Kurzbefehle-App zunächst einen Kurzbefehl an. Dazu tippen Sie auf das Pluszeichen. Der Kern, also das Grundgerüst, soll den Projektnamen erfassen, das Datum und die Uhrzeit sowie einen Marker, der signalisiert, ob ein Ereignis begonnen hat oder beendet ist. Diese drei Einträge sollen eine Zeile ergeben, voneinander getrennt durch Semikola, damit man die Liste beispielsweise mit Tabellenkalkulationen bearbeiten kann. Ein paar Komfortspielereien bauen Sie nach und nach ans Grundgerüst an.

Als Startpunkt für die Zeiterfassung bietet sich die Aktion „Liste“ an. Darin kann man einzelne Elemente übersichtlich als Datenstruktur aufbauen. Suchen Sie also nach „Liste“ in der Aktionssammlung und tippen diese Aktion an. Daraufhin erscheint im Kurzbefehlverlauf ein

Eingabefeld für die nummerierten Listeneinträge. Tippen Sie auf die erste Zeile, dann erscheint die Bildschirmtastatur. Löschen Sie den Platzhalter „Eins“ und werfen Sie einen Blick auf die Variablenleiste oberhalb der Bildschirmtastatur. Daraus wählen Sie „aktuelles Datum“. Der befüllt den ersten Listeneintrag mit dem Datum und der Uhrzeit.

Tippen Sie ihn in der Liste erneut an, um das Datum zu formatieren. Für beides, also das Datum sowie die Zeit, genügt die Auswahl „kurz“. Tippen Sie dann auf das zweite Listenfeld und füllen Sie es mit einem besseren Platzhalter, etwa „Testprojekt“ – daran feilen wir später.

Fügen Sie mit dem Pluszeichen einen dritten Listeneintrag hinzu, den Sie „START“ nennen. Damit wird der Tabelleneintrag als Beginn eines abzurechnenden Zeitblocks gekennzeichnet.

Alle drei Einträge sollen in der Textdatei nicht untereinander stehen, sondern in einer Zeile. Das erledigt die Aktion „Text kombinieren“, die Sie über die Aktionssuche hinzufügen. Die Aktion nimmt Listen entgegen und fügt deren Einträge zu einem Text zusammen. Als Trennzeichen ist „neue Zeile“ voreingestellt. Tippen Sie darauf und wählen Sie „Eigene“, dann auf den dunkel gefärbten Eintrag „Text“, um das Semikolon einzugeben.

Zeit für eine erste Prüfung! Die Aktion „Übersicht“ hilft dabei. Zieht man sie unter eine Aktion, unterbricht sie den Kurzbefehl und zeigt, was ihr als Inhalt

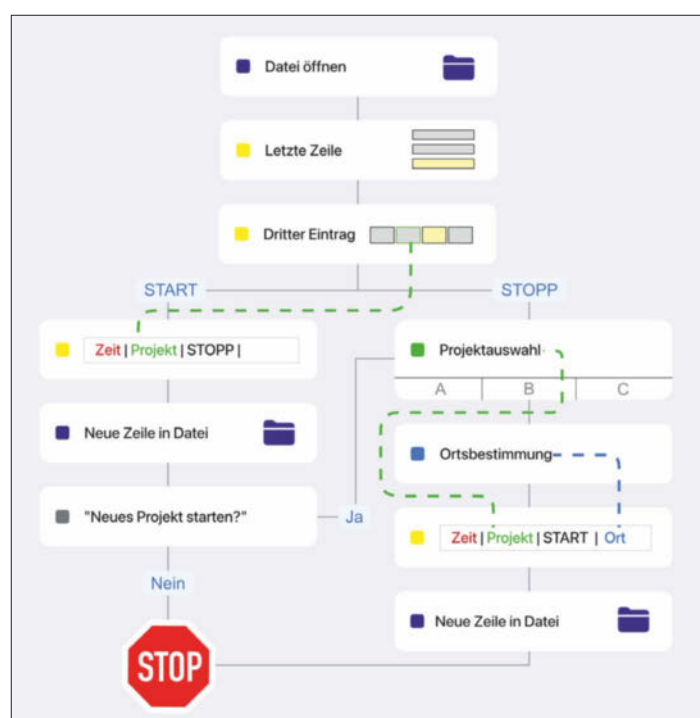
übergeben wurde. Der soeben gebastelte Kurzbefehl startet durch Antippen des „Play“-Symbols. Wenn man die Aktion „Übersicht“ direkt unter die Liste platziert, zeigt sie die einzelnen Einträge nacheinander – durch seitliches Wischen wechseln Sie zwischen den Einträgen. Hängt sie stattdessen unter „Text kombinieren“, erscheinen die Einträge wie beabsichtigt in einem einzigen Textelement. Hin und her ziehen sollten Sie die „Übersicht“-Aktion aber nicht – die Aktion passt sich nicht zuverlässig an ihre neue Position an und stellt eventuell ein früheres Aktionsresultat dar. Am besten platziert man großzügig Übersichtsaktionen hinter jeden relevanten Schritt. Wenn alles nach Wunsch funktioniert, löscht man die obsoleten Prüfstationen über ihre jeweiligen Schließkreuze.

### In die Wolke schreiben

Kurzbefehle sind von Natur aus vergesslich: Sie merken sich nichts von vorherigen Durchläufen. Das wäre schlecht, weil man die Liste ja führt, damit man sich die Arbeitszeiten merkt. Die Aktion „An Textdatei anfügen“ ist geschaffen fürs Verewigen des Eintrags. Tippen Sie darauf.

Der erste Platzhalter im Aktionsdeskriptor steht für den Zielordner der Textdatei. Das vorgegebene „Shortcuts“ steht für den gleichnamigen Ordner auf der iCloud. Dorthin soll die Datei mit unserer Liste aber nicht. Tippen Sie also darauf und wählen Sie „Ersetzen“. Über

**Eine Programmskizze zeigt: Arbeitszeiterfassung wird schnell zu einer komplexen Angelegenheit, wenn man auch noch verschiedene Projekte und Arbeitsorte erfassen möchte.**







Die Datums- und Zeitvariable lässt sich nach Gusto formatieren.

das Ordner-hinzufügen-Icon in der oberen Zeile erzeugen Sie einen Ordner. Nennen Sie ihn „Zeiterfassung“ und platzieren ihn auf der oberen iCloud-Drive-Ebene.

Fehlt noch der Name der Textdatei. Den fordert das Feld „Dateipfad“ eine

Zeile tiefer an. Praktischerweise verpassen Sie der Datei automatisiert einen Namen, der das Jahr und den Monat enthält. Dazu verwenden Sie die Standardvariable „aktuelles Datum“ und beschneiden das Format ein wenig. Tippen Sie dazu bei „Datumsformat“ auf „eigene“. In der Eingabezeile erscheint ein ellenlanger Ausdruck, der nach den Unicode-Regeln gebildet ist: „yyyy-MM“ steht für eine vierstellige Jahreszahl, gefolgt vom zweistelligen Monatszähler, wie „2022-03“ für März 2022. Die Großschreibung „MM“ ist wichtig, denn „mm“ gäbe die aktuelle Minutenzahl aus.

Mit einem Fingertipp auf „Return“ schließen Sie die Detailansicht. Damit der Name der Datei Ihnen auch nach Jahren etwas sagt, können Sie noch „Arbeitszeiten“ oder „Projekte“ vor oder hinter die Datumsvariable setzen. Findet diese Aktion keine Datei mit entsprechendem Namen im Zielordner, legt sie kurzerhand

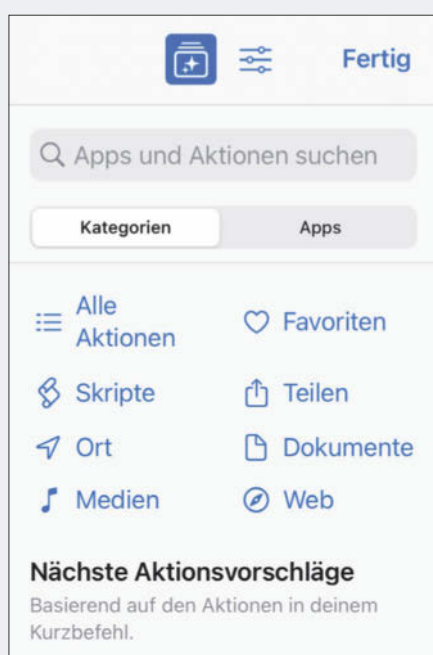
eine neue an. So entsteht für jeden Monat eine individuelle Datei. Hängen Sie zumindest auf dem iPad unbedingt eine Endung wie „.txt“ an den Namen an, sonst erzeugt iPadOS bei jedem Aufruf eine neue Datei wie 2022-03-Projekte-1, 2202-03-Projekte-2.

In dieser Form läuft der Kurzbefehl ohne weitere Interaktion im Hintergrund. Sie wissen also nicht, ob das Speichern geklappt hat. Um das zu ändern, hängen Sie ans Ende des Kurzbefehls eine Aktion „Mitteilung anzeigen“ an, deren Textfeld Sie mit „Zeitpunkt erfasst!“ füllen. Diese Nachricht erscheint nach dem Ablauf des Kurzbefehls am oberen Bildschirmrand.

Wenn Sie den Kurzbefehl nun mit dem Wiedergabe-Button das erste Mal offiziell durchlaufen lassen, können Sie in der Dateien-App beobachten, wie eine neue Textdatei angelegt und mit dem ersten Eintrag versehen wird und sehen die soeben konfigurierte Mitteilung.

## Aktionen wählen und verknüpfen

Die Bausteine für Kurzbefehle hat Apple im iPad in einer eigenen Spalte rechts vom Programm-Text angeordnet – im iPhone lässt sie sich stattdessen von unten hoch wischen. Die Bausteine kann man nach Kategorien und nach Apps sortiert durchstöbern. An dieser Stelle er-



Aktionen lassen sich durchstöbern und übers Suchfeld aufspüren.

scheinen zudem Vorschläge für Aktionen, die berücksichtigen, wie Sie sonst ihr Gerät nutzen und welche Kurzbefehle Sie kürzlich verwendet haben. Die Suche über das Eingabefeld am oberen Rand ist aber der schnellste Weg, die benötigte Aktion zu finden – wenn man weiß, wie sie heißt.

Das Antippen einer Aktion in der Liste fügt sie dem Kurzbefehl am Ende hinzu; alternativ zieht man sie an die gewünschte Position im Kurzbefehlverlauf. Das geht auch nachträglich, indem man sie an der Kopfzeile anfasst und weiter nach oben oder unten zieht.

Aktionen nehmen Inhalte eines bestimmten Typs (Texte, Ortsinfos, Bilder) entgegen und können ihrerseits einen Inhaltstyp ausgeben: Klassische wie einen Wahrheitswert, einen Text oder eine Zahl, aber auch ein Datum, ein Bild oder eine Ortsangabe sind möglich. Lässt man eine Aktion einer anderen folgen, übernimmt sie deren Ausgabe als Eingabe – vorausgesetzt, ihr Inhaltstyp passt zur nächsten Aktion. Wenn das so ist, dann erscheinen ihre Inhalte sogleich in der Beschreibung dieser Aktion.

Manchmal will man diese Art Bequemlichkeit aber nicht, weil man stattdessen die Ausgabe einer ganz anderen



Mit „magischen Variablen“ kann man jedes Aktionsergebnis als Eingabe für eine neue Aktion verwenden.

Aktion verarbeiten will. Das geht, indem man auf den Platzhalter der Aktionsbeschreibung tippt und dann den Eintrag „Variable auswählen“ wählt. Daraufhin erscheint eine Liste mit Buttons von Ergebnissen anderer Aktionen, aus denen man sich eine aussucht. Diese „magische Variable“ titulierte Fähigkeit erspart einem das mühsame Deklarieren, wie es in vielen Programmiersprachen üblich ist. Es wird sogar noch bequemer: Bei nochmaligem Antippen der Variable erscheint eine Detailansicht. In ihr können Sie der Variablen einen Namen geben, den Sie sich leichter merken können.



28. APRIL 2022

# Mastering Microservices

Die Online-Konferenz zu Softwarearchitektur, Methoden  
und Zukunft der Microservices-Entwicklung

## DIE THEMEN DER KONFERENZ

- Microservices, Monolithen, Modulithen  
– was spricht für welchen Ansatz?
- Verschiedene Ansätze in nachrichten-  
basierten Systemen
- API Gateway, Service Mesh, Event  
Mesh oder doch Orchestrierung à la  
Kubernetes?
- Micro Frontends in Aktion
- Möglichkeiten zum Umgang mit  
transaktionalen Use-Cases in  
verteilten Systemen
- Debugging verteilter Systeme
- Testing von Microservices und  
deren Zusammenspiel

## ZIELGRUPPEN

- Softwarearchitekten, Softwareentwickler, IT-Projektleiter

Freuen Sie sich auf sieben Praxisvorträge  
renommierter Experten!

Konferenzpreis: **199,-**



**Mehr erfahren:**  
[konferenzen.heise.de/  
mastering-microservices](https://konferenzen.heise.de/mastering-microservices)





Kurzbefehle können ihren Verlauf vom aktuellen Ort abhängig machen.

## Kurzbefehl für Projekte ausbauen

Zeitmanagement bedeutet meist, mehr als eine Aufgabe zu erfassen. Welche Aufgaben beziehungsweise Projekte es gibt, muss im Kurzbefehl ganz am Anfang bestimmt werden, also noch bevor die Liste geschrieben wird. Ziel ist, den zuvor gesetzten Platzhalter durch einen Projektnamen für die Art der Arbeit zu ersetzen.

Darum ziehen Sie eine zweite Listenaktion aus der Aktionssammlung an den Beginn des Kurzbefehls. Füllen Sie die Liste mit relevanten Posten: Außer Projektnamen kann man noch die üblichen Zeitfresserposten einfügen, etwa Buchhaltung, Dokumentation oder Zertifizierung. Die Zeile am Schluss bekommt einen Universaleintrag namens „Sonstiges“. Eine der dargebotenen Möglichkeiten sollen Sie später auswählen, weshalb Sie die Aktion „Aus Liste auswählen“ ans Ende der Liste ziehen.

Schöner wäre es noch, wenn statt des generischen „Sonstiges“ ein Name für die konkrete Tätigkeit stünde. Den fragt ein kleiner Umweg ab, nämlich eine „Wenn“-Aktion. Ziehen Sie sie direkt unter die Liste, tippen Sie auf „Eingabe“ und wählen Sie „Magische Variable“ und dann direkt über dem markierten Begriff den Eintrag „Ausgewähltes Objekt“. Tippen Sie bei „Bedingung“ auf „ist“ und setzen Sie diese auf „Sonstiges“. Danach spezifizieren Sie, was beim Erfüllen dieser Bedingung passieren soll, hier die Abfrage, woran Sie arbeiten. Ziehen Sie dafür die Aktion „Nach Eingabe fragen“ unter die Zeile, also zwischen „Wenn“ und „Sonst“. Bei „Auswählen“ ergänzen Sie die Frage, etwa: „Welches denn?“. Den Bereich zwischen „Sonst“ und „Ende von Wenn“ lassen Sie leer. Der übergebene Inhalt wird also entweder ein Listeneintrag sein oder das, was Sie für „Sonstiges“ abgefragt haben.

Nun verdrahten Sie die Projektauswahl wie angekündigt mit der Zeiterfassung,

damit die Posten auch in der Textdatei landen. Dafür verändern Sie die jetzt untere Liste des Kurzbefehls ein wenig. Deren zweiter Eintrag ist noch mit dem Platzhalter „Testprojekt“ gefüllt. Den Text löschen Sie und tippen dann auf „Variable auswählen“ oberhalb der Tastatur. Nun sollte ein blauer Balken den Variablenauswahl-Modus anzeigen. Wählen Sie das Resultat der Wenn-Aktion, das darunter als antippbarer Button mit dem Namen „Wenn-Ergebnis“ erscheint. Was aus der Wenn-Aktion unten herausfällt, ist das Resultat der letzten Aktionen in einem der eingerückten Blöcke. Bleibt der „Sonst“-Bereich leer, reicht die Wenn-Aktion ihre Eingabe durch – in diesem Fall also praktischerweise den aus der Liste gewählten Eintrag.

Wann immer Sie mehrere Variablen definieren wollen oder die magische Variable „Wenn-Ergebnis“ einfach nicht erscheinen mag – das passiert manchmal aus nicht nachvollziehbaren Gründen –, nutzen Sie die Aktion „Variable konfigurieren“. Die damit erzeugten Variablen finden sich dann in der Variablenleiste über der Tastatur und Sie können zusätzlich mit der Aktion „Variable abrufen“ wieder hervorgezaubert werden.

## Homeoffice, unterwegs oder im Büro?

Von wo aus man arbeitet, kann ebenfalls interessant sein, etwa für die Steuererklärung. Dem Kurzbefehl kann man dafür Fähigkeiten zur Ortsbestimmung verpassen. Die Aktion „Entfernung abrufen“ findet beispielsweise die Entfernung von Ihrem Standort zu Ihrem Zuhause.

Ein Hinweis auf den Arbeitsort soll in der Liste am Ende jeder Zeile auftauchen und muss daher wie gehabt vor den Programmteil, der die Liste schreibt. Für den Zweck reicht es, ganz grob zwischen Zeiten im Büro und unterwegs zu unterscheiden. Das schreit förmlich nach einer Wenn-Aktion, die Sie einfach unter die Projektauswahl und vor die Listenausgabe packen. Ziehen Sie die Aktion „Entfernung abrufen“ an besagte Stelle und erteilen Sie die Rechte für den benötigten Standortzugriff. Im ersten Standort-Platzhalter wählen Sie „Aktueller Ort“, im zweiten geben Sie die Adresse der Firma ein. In den Aktionsdetails kommt die Streckenberechnung (direkt) sowie die Einheit (Kilometer). Mit dem Resultat, einer Zahl, füttern Sie nun eine Wenn-Aktion.

Die Wenn-Aktion bewertet eine Entfernung von mehr als 1 Kilometer zum Büro

als „unterwegs“ und ordnet ihr diesen Text zu, der dann per am Schluss angefügter Variable „Wenn-Ergebnis“ am Ende der Liste landet. Eine Entfernung bis zu 1 Kilometer führt zur Auswahl von „Büro“.

## Mach mal Pause

Der Listeneintrag „START“ deutet bereits darauf hin, dass es auch einen Abschluss geben müsste. Irgendwann ist schließlich auch mal Feierabend oder Sie wollen etwas anderes tun. Allerdings: Wenn man den Kurzbefehl in diesem Bauzustand ausführt, wird die geloggte Zeit jedes Mal dem Start eines Projektes zugeordnet. Da Sie nicht als Klon vervielfältigt viele Aufgaben parallel ausführen können, müssen Sie der

## Aufrufen und automatisieren

In der Kurzbefehle-App selbst startet man den Kurzbefehl durch Antippen oder per Zuruf („Hey Siri, Zeiterfassung!“). Per Hamburger-Menü können Sie obendrein „Zum Home-Bildschirm“ antippen, um ihn wie eine App zu starten. Alternativ richten Sie ein Widget ein, um mehrere Kurzbefehle auf dem Startbildschirm zu platzieren. Am Mac aktivieren Sie „in Menüleiste anpinnen“, damit der Kurzbefehl als Eintrag im Kurzbefehle-Menü erscheint. Automationen sind aktuell iPhone und iPad vorbehalten. Sie binden die Ausführung eines Kurzbefehls an bestimmte Auslöser. Wer etwa strikte Bürozeiten einhält, koppelt eine feste Uhrzeit an einen Kurzbefehl. Auch die Annäherung an bestimmte Orte, das Erkennen eines NFC-Tags oder der Beginn einer Trainingseinheit auf der Apple Watch darf einen Kurzbefehl starten.

Standardmäßig triggern die Auslöser eine Mitteilung auf dem Display, die den Kurzbefehl agieren lässt. Bei einigen kann man diesen Zwischenschritt jedoch ausschalten, sodass die Automation interaktionsfrei ablaufen kann – ein langgehegter Wunsch vieler Nutzer.

Tipp: Automationen sind gerätespezifisch, werden also nicht über die iCloud synchronisiert. Darum legt man sich lieber einen vollständigen Kurzbefehl an und fügt einer Automation im Gerät lediglich die Aktion „Kurzbefehl ausführen“ hinzu.



Zeiterfassung mitteilen, wann ein Abschnitt endet.

Um zu erkennen, ob aktuell eine Arbeitseinheit läuft, soll der Kurzbefehl den letzten Eintrag der bestehenden Tabelle einlesen. Denn – das wurde schon erwähnt – jeder Kurzbefehl wird so abgearbeitet, als sei er noch nie zuvor gestartet worden. In der eingelesenen Liste müsste der Befehl prüfen, ob man sich schon eingeloggt hat. Der Ablauf ist also Datei laden und in der letzten Zeile das Wort „START“ suchen. Fehlt es, soll der Kurzbefehl den Eintrag „START“ setzen und nach dem Projekt fragen. Andernfalls soll er den Eintrag „STOPP“ setzen und dienstefrig fragen, ob man an etwas anderem arbeitet. Da auch diese Information erst später in einen Listeneintrag gespeichert werden soll, muss auch diese Abfrage vor die Erzeugung der Liste gesetzt werden, praktischerweise an den Beginn des Kurzbefehls.

Diese ganzen Überlegungen münden folgendermaßen in den Code: Am Beginn steht die Aktion „Datei aus Ordner laden“. Sie importiert das bisherige Aktivitätenprotokoll für den laufenden Monat in den Kurzbefehl. Im Kopf wählen Sie den Ordner „Zeiterfassung“, im Platzhalter für den Dateinamen wählen Sie „Aktuelles Datum“, wieder mit dem individuellen Format „yyyy-MM“. Nun muss der Befehl zur letzten Zeile der Textdatei springen und diese Zeile nach dem gesuchten Wort sezieren. Dazu kommt der Gegenspieler der „Text kombinieren“-Aktion infrage, nämlich die Aktion „Text aufteilen“. Sie wandelt den Text also wieder in eine Liste um. Standardmäßig wird jede Zeile zu einem eigenen Eintrag – in diesem Fall passt das genau. Sie wollen den aktuellen Eintrag ganz unten. Den sucht die nachgelagerte Aktion „Objekt aus Liste abrufen“. Das Resultat: die gesamte letzte Zeile des Zeitenprotokolls.

Dieses Spiel wiederholen Sie nun mit leichten Variationen: Eine zweite Text-Aufteilen-Aktion teilt den Text – also die aus der vorangegangenen Aktion übergebene letzte Zeile – an einem Semikolon und macht daraus wiederum eine Liste, aus der der dritte Eintrag ausgewählt wird (Objekt an Index 3).

An dieser Stelle steht entweder „START“ oder „STOPP“. Falls das Objekt 3 „START“ ist, greift sich die Aktion zusätzlich den Projektnamen (Objekt an Index 2) und füllt damit eine neue Listenaktion, kombiniert mit dem aktuellen Datum sowie dem Indikator „STOPP“ an Position 3. Um diese Liste zu sichern,

bauen Sie den Ablauf von der Startzeile nach: Erst Text kombinieren, dann an Textdatei anhängen.

Im Anschluss sollen Sie beim Erfassen von Zeiten entscheiden dürfen, ob Sie das Projekt wechseln oder eine Pause einlegen. Dafür kommt die Aktion „Aus Menü auswählen“ wie gerufen. Sie folgt auf die Aktion, in der die STOPP-Zeile geschrieben wird, also direkt im ersten eingerückten Teil der Wenn-Aktion.

Die Menü-Aktion offeriert zwei oder mehr Antwortmöglichkeiten, die darunter einen separaten Block für alternative Aktionen erhalten. Die Frage soll „Projekt xy gestoppt. Neues starten?“ lauten, mit den Optionen „Ja“ sowie „Nein“.

Die Codeblöcke innerhalb der Aktionen bleiben kurz: Bei „Ja“ fügen Sie die Aktion „Nichts“ ein. Bei „Nein“ schieben Sie eine Mitteilungsaktion ein, die „Ende von“, gefolgt vom Projektnamen anzeigt und hängen dahinter noch die Aktion „Ausführen des Kurzbefehls stoppen“. Hinter „Menü Ende“ gehören noch „Sonst“ sowie „Ende von Wenn“, bevor es mit der Projektauswahl weitergeht.

Nun noch eine wichtige Fehlerabfangeroutine: Beim ersten Durchlauf des Kurzbefehls und beim Monatswechsel legt der Kurzbefehl eine neue Datei an, allerdings tut er das erst zum Schluss. Folglich läuft die erste Aktion des Kurzbefehls in einen Fehler, weil sie ja eine noch gar nicht vorhandene Datei laden soll. Lösung? Einfach! Als Erstes deaktivieren Sie die mot-

zige Fehlermeldung dafür. Dafür klappen Sie über das in einem blauen Kreis stehende Pfeilsymbol die Aktionsdetails aus und deaktivieren Sie die Option „Fehler, falls Datei nicht gefunden wird“.

Nur wenn die Datei-aus-Ordner-laden-Aktion einen Inhalt liefert („hat einen beliebigen Wert“), sollen die Schritte zum Einlesen der zuletzt geschriebenen Zeile ablaufen. Dafür müssen Sie nun einige Aktionen in den Wenn-Bereich verschieben – nämlich jene, die den Inhalt der letzten Zeile des Dokuments auslesen. Zum Glück sind diese mit einem Rutsch in den Konditionalblock verfrachtet.

## Ausblick

Für eine erste Rundreise durch die Kurzbefehle soll das genügen. Zum Vergleich finden Sie den vollendeten Kurzbefehl als Download über [ct.de/y7ns](https://ct.de/y7ns). Zum Weiter-spinnen gibt es dort noch eine Projektauswertung obendrauf. Deren Beschreibung würde hier den Platz sprengen.

Der Reiz der Kurzbefehle ist ihre einfache Zugänglichkeit: Ob Sie nun gerade im Langstreckenflieger oder in der Schlange vorm Bäcker oder in einer langweiligen Teamsitzung sind: Mit einem iPhone oder iPad können Sie ohne Entwicklungssystem mal eben an Ihren Kurzbefehlen tüfteln. Was das an Zeit kostet, können Sie natürlich auch erfassen. (mil@ct.de) **ct**

**Download des Kurzbefehls, Projektverwaltung und weitere Infos: [ct.de/y7ns](https://ct.de/y7ns)**

**Eine Menü-Aktion fragt, ob man weiter an einem Projekt arbeitet oder an etwas anderem.**

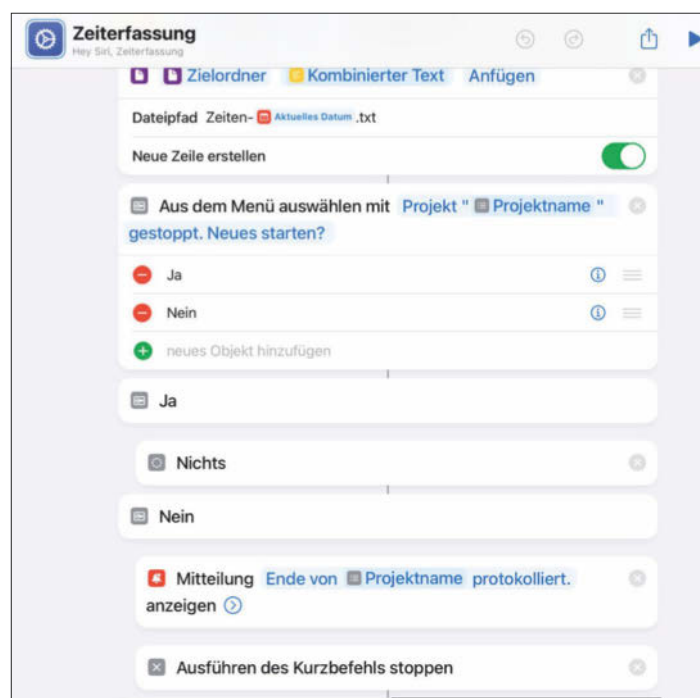






Bild: Thorsten Hübner

# Juristisches Neuland

## Der Fall EncroChat: Rechtliche Probleme bei digitalen Ermittlungen

**In Folge des staatlichen EncroChat-Hacks 2020 hagelt es Gefängnisstrafen. Doch ist umstritten, ob die erbeuteten Daten ein taugliches Beweismittel im Strafprozess sein können. Es geht letztlich um die Frage, welche rechtlichen Maßstäbe in Zukunft an digitale Beweismittel anzulegen sind.**

Von Dennis Kenji Kipker

Von Razzien bei mutmaßlichen Drogenhändlern hört man seit Monaten außergewöhnlich häufig. Immer wieder wurden in jüngerer Vergangenheit Durchsuchungen mit Delikten begründet, die just zwischen März und Juni 2020 begangen worden sein sollen. Das ist kein Zufall: Genau in dieser Zeit hatte die französische Polizei mithilfe niederländischer Kollegen heimlich Messenger-Chats mitgeschnitten, die über den Dienst EncroChat liefen.

EncroChat war bis zu seinem plötzlichen Ende 2020 ein Anbieter von verschlüsselter Kommunikationstechnik. Das

Unternehmen stellte seinen Kunden technisch veränderte Smartphones zur Verfügung, die so modifiziert wurden, dass alle Bestandteile, die nicht unbedingt zur Kommunikation notwendig sind, deaktiviert waren. Klassische Sicherheitsrisiken wie GPS-Sensoren, Mikrofone und Kameras konnten bei EncroChat-Geräten nichts mehr über die Nutzer verraten. Außerdem hatte EncroChat eine Signal-Variante installiert, mit der die Kunden Ende-zu-Ende-verschlüsselt kommunizieren konnten. Für den Fall der Fälle war es möglich, auf Knopfdruck sämtliche Inhalte vom Gerät zu löschen.

2017 hatten französische Ermittlungsbehörden vom EncroChat-Angebot erfahren, das wohl überwiegend zwielichtige Kunden anzog. Sie ließen sich einen Hack der Server genehmigen. Wie es dazu kam, ist weitgehend unbekannt – der französische Staat beruft sich auf ein „Militärgeheimnis“ und hält Unterlagen unter Verschluss. So viel ist bekannt: Der EncroChat-Hack lief über eine Schadsoftware, die als Update getarnt den Weg auf die Endgeräte fand. Die Behörden konnten damit zwischen März und Juni 2020 die eigentlich vertrauliche Kommunikation Zehntausender Nutzer mitlesen [1].



## Rohdaten unter Verschluss

Die erbeuteten Rohdatensätze hat bislang offensichtlich außer der französischen Polizei niemand eingesehen. Es soll sich um mehr als 100 Millionen Nachrichten von mindestens 39.000 EncroChat-Kunden handeln. Die Behörden haben die Chat-Fragmente in Excel-Tabellen übertragen, aufbereitet, systematisiert, neu zusammengestellt und gefiltert, um Gespräche zu rekonstruieren.

Über die EU-Polizeibehörde Europol gelangten die zusammengestellten Daten zu zuständigen Behörden in Staaten, in denen man die jeweiligen Nutzer vermutete. In Deutschland wurden sie dem Bundeskriminalamt (BKA) zugeleitet. Die Generalstaatsanwaltschaft in Frankfurt a.M. legte daraufhin in Zusammenarbeit mit dem BKA zunächst eine sämtliche Daten umfassende Ermittlungsakte gegen Unbekannt an. Anschließend trennte sie hiervon einzelne Ausschnitte der Kommunikation ab und übergab die Datensätze mit Bitte um Eröffnung eines Ermittlungsverfahrens an die regional zuständigen Staatsanwaltschaften. Mitte 2021 waren bereits mehr als 2000 solcher Verfahren in Deutschland eingeleitet.

Schon zu Beginn der eingeleiteten Strafverfahren war strittig, ob die deutschen Behörden die Daten überhaupt hätten verwenden dürfen: Die inhaltliche Überwachung von Computern und der geschützten Kommunikation ist hierzulande strafprozessual an äußerst strenge Voraussetzungen gebunden – und eine Massenüberwachung der Kommunikation Zehntausender über Monate ohne konkrete Verdachtsgrade ist unzulässig. Werden die Daten dort erhoben, wo es erlaubt ist, und dann hierzulande als Beweismittel eingesetzt, sprechen Juristen vom „Befugnis-Shopping“.

Bislang setzten sich Gerichte und Staatsanwaltschaften über diese rechtlichen Einwände hinweg und hielten die EncroChat-Daten für verwertbar. In einem Anfang März veröffentlichten Beschluss vom 8. Februar bestätigte nun auch der 6. Strafsenat des Bundesgerichtshofs (BGH) diese Ansicht (Az. 6 StR 639/21). Unabhängig von diesem juristischen Streit stellt sich aber die Frage, ob die abgeschöpften Daten überhaupt als Beweis in einem Strafverfahren taugen, wenn sie nicht nur auf intransparentem Weg erlangt wurden, sondern auch völlig unklar ist, wer die Excel-Dateien zu welchem Zeitpunkt auf welche Weise und in welchem Umfang

inhaltlich bearbeitet hat. Weder Authentizität noch Integrität der digitalen Ermittlungsdaten sind sichergestellt.

## Richterliche Aufklärungspflicht

Die Strafprozessordnung (StPO) verlangt, dass Gerichte einen Sachverhalt von Amts wegen aufklären, weshalb Polizei und Staatsanwaltschaften Beweise erheben. Bei den Encrochat-Verfahren haben Staatsanwälte Chat-Nachrichten in Form von Text und Bild in den Strafprozess eingeführt. Digitale Daten können jedoch absichtlichen Manipulationen oder unabsichtlichen Veränderungen ausgesetzt sein, ohne dass dies immer zweifelsfrei nachweisbar wäre. Das ist vor allem dann der Fall, wenn über die erfolgten Veränderungen kein Protokoll geführt wird. Denn anders als bei gewöhnlichen Ermittlungen, bei denen beispielsweise eine Online-Durchsuchung zugrunde liegt oder Speichermedien beschlagnahmt werden, haben die Gerichte beim EncroChat-Fall keine Möglichkeit, Einsicht in den Rohdatensatz und in das technische Verfahren zu nehmen, welches der Erstellung der Excel-Tabellen zugrunde lag.

Es besteht zumindest das Risiko, dass der Datenbestand nicht nur von zwischen geschalteten Ermittlungsbehörden im In- und Ausland verändert wurde, sondern auch durch unbefugte Eingriffe Dritter von außen. Die bislang für Strafverfahren entwickelten technisch-organisatorischen Maßnahmen zur Vorbeugung nachträglicher Datenveränderungen und die IT-Forensik lassen sich nur sehr begrenzt auf die EncroChat-Fälle anwenden.

Das bedeutet, dass die Daten, die Staatsanwaltschaften als Beweismittel in den EncroChat-Verfahren heranziehen, nur einen äußerst eingeschränkten Bei-

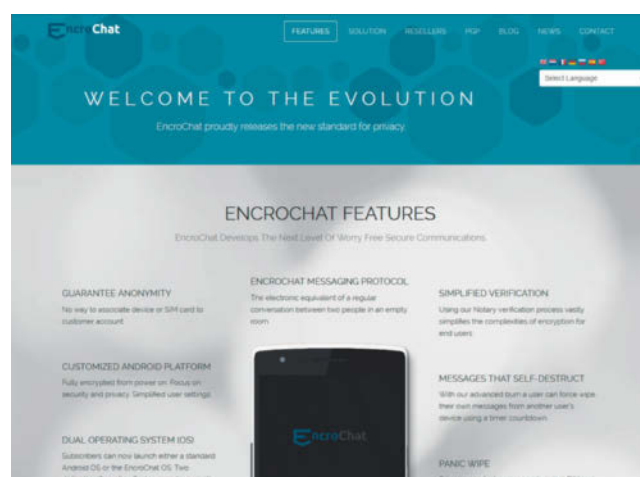
## ct kompakt

- In der Folge des staatlichen EncroChat-Hacks 2020 laufen in Deutschland Hunderte Strafverfahren, insbesondere wegen Drogenhandels und organisierter Kriminalität.
- Es ist umstritten, ob die von französischen Behörden erlangten Kommunikationsdaten in Deutschland als Beweismittel herangezogen werden dürfen.
- Deutsche Gerichte stehen eigentlich in der Pflicht, die Rohdaten auf Integrität hin zu prüfen. Doch das verwehrt ihnen der französische Staat mit Berufung aufs Militärgeheimnis.

weiswert haben. Im Ergebnis ändert sich jedoch nichts an der Aufklärungs- und Darlegungslast der Gerichte – ganz im Gegenteil: In aller Regel haben sie auch die der technischen Weiterverarbeitung zugrundeliegenden Rohdaten sachverständig untersuchen zu lassen.

Der Grundsatz der richterlichen Aufklärungspflicht kann nur in Ausnahmefällen eingeschränkt werden – beispielsweise bei Standard- oder Massenverfahren. Das sind etwa Bußgeldverfahren bei Geschwindigkeitsverstößen. Die sogenannte „reduzierte Sachverhaltsaufklärungs- und Darlegungspflicht“ lässt sich vor allem mit Verfahrensökonomie rechtfertigen. Dies billigte auch das Bundesverfassungsgericht (Az. 2 BvR 1616/18).

Im EncroChat-Fall liegt aber weder ein standardisiertes Verfahren noch ein Mas-



**Das EncroChat-Angebot 2018: Laut Europol ließen sich überwiegend Kriminelle den Service eines vermeintlich abhörsicheren Smartphones rund 1500 Euro pro Halbjahr kosten.**





Bild: Polizei Braunschweig

**EncroChat-Folgermittlungen:**  
Im Februar 2022 nahm die Polizei Braunschweig drei Tatverdächtige fest und beschlagnahmte 143 Kilogramm Marihuana sowie 50 Kilogramm Haschisch, versteckt in Tomatenkisten auf einem polnischen Lkw.

senverfahren vor. Vielmehr stehen im Unterschied zu Bußgeldverfahren mehrjährige Strafandrohungen im Raum, sodass sich die Erwägungen bloßer Verfahrensökonomie nicht ohne Weiteres übertragen lassen. Wenn argumentiert wird, dass in standardisierten Massenverfahren der Grundsatz richterlicher Aufklärung herabgesetzt werden kann, kann dies gerade nicht für ein Strafverfahren mit erheblichen persönlichen Konsequenzen für Betroffene gelten.

Überdies ist der Umgang mit den aus dem EncroChat-Hack gewonnenen Daten juristisches Neuland. Zur Beweisführung in diesen schwerwiegenden Strafverfahren zogen die Behörden ausgerechnet Anwenderprogramme wie Excel heran, die mit Blick auf die IT-Forensik nicht die erforderlichen technischen Maßstäbe aufweisen. Gerade mit Blick auf diese Tatsache und darauf, dass die Datensätze in den Excel-Tabellen zwischenzeitlich mehrfach geändert wurden, kann man per se weder Richtigkeit noch Vollständigkeit oder Authentizität unterstellen. Der Grundsatz der richterlichen Aufklärungspflicht ist deshalb für die EncroChat-Fälle nicht herabgesetzt.

### Widersprüchliche Daten

Wenn man allen vorangehenden Erwägungen zum Trotz zum Ergebnis gelangen sollte, dass die Gerichte nicht in der Prüfpflicht stehen, könnte man sich auf den „Grundsatz gegenseitiger Anerkennung“ berufen. Dieser besagt, dass jeder EU-Mitgliedstaat das Recht eines anderen Mitgliedstaates als gleichwertig anerkennt und getroffene Maßnahmen daher nicht nochmals anhand der eigenen Rechtmäßigkeitsmaßstäbe überprüft. Doch dann stellen sich weitere Probleme.

So hat das Bundesverfassungsgericht mit Blick auf Beweismittelketten 2020 festgestellt, dass eine Herabsetzung der Prüfmaßstäbe nicht zulässig ist, wenn tat-

sächliche Anhaltspunkte für eine fehlerhafte Verarbeitung bestehen. Und genau das ist hier der Fall: In einem Datensatz mit 16.000 Zeilen wurden zum Beispiel nur 3000 doppelte Nachrichten festgestellt, obwohl die französischen Behördenangaben, Livechats und archivierte Nachrichten abgefangen zu haben – sodass alle Daten eigentlich doppelt, je einmal vom dem Endgerät des Senders und dem des Empfängers abgeschöpft worden sein müssten. Außerdem gibt es teilweise Unstimmigkeiten bei den Zeitstempeln der Nachrichten, denn in manchen Fällen liegt die dokumentierte Zeit des Empfangs der Nachricht vor deren Versand.

Bislang unbeantwortet blieb die Frage, ob die Verteidigung in einem Strafverfahren ebenso wie die Gerichte Anspruch darauf hat, in die EncroChat-Rohdatensätze Einsicht zu nehmen. Ausgehend von der Rechtsprechung des Bundesverfassungsgerichts hat die Verteidigung Anspruch auf sämtliche Informationen, die während der Ermittlung entstanden sind – gleichgültig, ob sie aus der Ermittlungsakte selbst stammen oder anderswoher kommen. Nur so kann die Informationsparität zwischen ermittelndem Staat und betroffenem Bürger hergestellt werden.

Es wäre von den Ermittlungsbehörden zu verlangen gewesen, die Rohdaten bei den ausländischen Behörden nicht nur zu beschaffen und sich selbst von der Rechtmäßigkeit der Erhebung, Authentizität und Integrität zu überzeugen, sondern die Datensätze darüber hinaus auch der Verteidigung zur Wahrung eines rechtsstaatlichen Verfahrens zur Verfügung zu stellen. Da das jedoch offensichtlich nicht möglich ist, müssen diese Mängel bei der Beweiswürdigung und Beweisverwertung Berücksichtigung finden.


Dabei gilt zunächst, dass die Daten mangels Nachweisbarkeit der Beweismit-

telkette und des ursprünglichen technischen Verfahrens ihrer Erhebung nur einen äußerst geringen Beweiswert besitzen, der eine Verurteilung allein auf Basis der EncroChat-Daten fraglich erscheinen lässt. Weitergehend muss man sogar über ein Beweisverwertungsverbot nachdenken, das an die fehlenden Rohdatensätze angeknüpft wird, die der Staat bei Verwendung der Daten zu verantworten hat. Nur auf diese Weise ließe sich effektiv und nachhaltig das angesprochene Befugnis-Shopping unterbinden, bei dem sich der Staat Ermittlungsinstrumenten bedient, die ihm nach eigener Rechtslage nicht zur Verfügung gestanden hätten.

### Neue Maßstäbe erforderlich

Der Staat ist Grundrechtsverpflichteter und kann sich dieser Verantwortung nicht dadurch entziehen, dass er digitale Ermittlungsverfahren als „Black Box“ führt und es Betroffenen nicht ermöglicht, gegen sie vorgelegte digitale Beweismittel zu entkräften. Der Fall EncroChat ist nur ein eindrucksvolles Beispiel dafür, was noch kommen kann – weil digitale Beweismittel in strafrechtlichen Ermittlungen eine immer größere Rolle spielen.

Daher sollte der Staat im Sinne eines vorbeugenden Grundrechtsschutzes gesetzlich verpflichtet werden, die Erhebung und Speicherung von Rohdaten insbesondere im Sinne von Datenintegrität und Datenauthentizität sicherzustellen. Er sollte die Datenverarbeitung nachvollziehbar gestalten und den am gerichtlichen Verfahren beteiligten Kreisen zugänglich machen. Außerdem müssen Ermittlungsbehörden schon bei der Infiltration eines IT-Systems die Inanspruchnahme von späteren Verteidigerrechten ermöglichen. Das umfasst die transparente Protokollierung der gesamten Beweismittelkette zum Zweck einer späteren Einsichtnahme.

An diesen Pflichten ändert auch eine zunehmend globalisierte Strafverfolgung nichts, denn es darf nicht dem durch eine Ermittlung Betroffenen zum Nachteil gereichen, dass sich der Staat internationaler Befugnisse bedient und belastende Daten aus im Zweifelsfall intransparenten ausländischen Informationsquellen erlangt, die mit nicht vergleichbaren Befugnisgrundlagen arbeiten. (hob@ct.de) 

### Literatur

- [1] Detlef Borchers, Staatlich abgehörter Messenger, Der kriminalistische Fallout von EncroChat, c't 17/2021, S. 130



# Digitalisierung leicht gemacht!

Wenn Ihre Bücherregale gerade überquellen, bieten wir Ihnen die ideale Lösung. Das gesammelte Know-how Ihrer Fachmagazine kompakt auf Archiv-Discs und -Sticks gespeichert jederzeit zum Abruf bereit.

## c't Jahrgang 2021

Alle **27 Ausgaben** des c't Magazins 2021 in digitaler Fassung.

Archiv-DVD	24,90 €
Archiv-Stick (32 GB)	34,90 €

## c't Gesamtarchiv 1983–2021

Das komplette Archiv des c't Magazins von **1983 bis 2021**. Holen Sie sich 39 Jahre IT-Geschichte mit allen redaktionellen Inhalten bis 2021 nach Hause.

2× Blu-ray	99,90 €
Archiv-Stick (64 GB)	139,90 €

## iX Jahrgang 2021

**13 digitale Ausgaben** des iX-Magazins 2021 mit allen redaktionellen Beiträgen.

Archiv-DVD	24,90 €
Archiv-Stick (32 GB)	34,90 €

## iX Gesamtarchiv 1988–2021

**34 Jahrgänge** des Magazins für professionelle Informationstechnik, der Pflichtlektüre des professionellen IT-Anwenders.

2× Archiv-DVD	79,90 €
Archiv-Stick (64 GB)	109,90 €

## MIT Technology Review Jahrgang 2021

**8 digitale Ausgaben** des Magazins MIT Technology Review 2021 mit allen redaktionellen Inhalten.

Archiv-DVD	24,90 €
------------	---------

## MIT Technology Review Gesamtarchiv 2003–2021

**19 Jahrgänge** der Technology Review zusammengefasst auf zwei DVDs.

2× Archiv-DVD	59,90 €
---------------	---------

## Make Gesamtarchiv 2011-2021

Das komplette Archiv mit **59 Ausgaben** von c't Hardware Hacks über c't Hacks bis zum deutschen Make-Magazin.

Archiv-Stick (32 GB)	99,90 €
----------------------	---------

**SONDERPREISE**  
für Abonnenten



PORTOFREI



[shop.heise.de/archive21](https://shop.heise.de/archive21)





# Sie fragen – wir antworten!

## Fritzbox 7590 AX mit und ohne ISDN

**?** Ich habe mir eine Fritzbox 7590 AX gegönnt. Doch anders als in Ihrem Test dargestellt, hat mein Exemplar keinen ISDN-SO-Port. Was ist da los?

**!** AVM liefert die Fritzbox 7590 AX nach eigener Angabe seit diesem Frühjahr in zwei Varianten zum gleichen Preis aus. Das Modell mit der Artikelnummer 20002929 entspricht dem seinerzeit getesteten Exemplar (c't 6/2021, S. 77). Unter der Artikelnummer 20002998 läuft die Variante ohne ISDN-SO-Port. AVM begründet die Sparausführung mit dem nachlassenden Interesse an der veralteten ISDN-Technik sowie mit Lieferschwierigkeiten bei bestimmten Bauteilen. Bei der Leistungsaufnahme unterscheiden sich die Geräte laut Hersteller nur „im geringen Milliwattbereich“. Sie sollen beide die gleiche Produktpflege in Sachen Betriebssystem FritzOS erhalten.

Wer bei seinem Händler eine Fritzbox 7590 AX bestellt hat, ohne explizit die Variante mit ISDN-Schnittstelle zu verlangen, muss um einen Tausch auf Kulanz bitten, falls der ISDN-Port doch gebraucht wird. War der ISDN-Port Teil der Angebotsbeschreibung bei der Bestellung und kann man das etwa per Screenshot nachweisen, ist der Händler in der Pflicht, diese Version auch zu liefern. (ea@ct.de)

## Teams startet nicht nach Arch-Linux-Update

**?** Seit dem letzten Update meines Arch Linux startet Microsoft Teams nicht mehr. Es kommt keine Fehlermeldung. Kann ich Teams irgendwie anders starten?

**!** Die über das Arch-User-Repository AUR installierte Electron-App nutzt eine alte Electron-Version, deren Sandbox nicht mit glibc in Version 2.35 kompatibel ist. Das Problem sollte mit dem nächsten Update der Teams-App im AUR behoben werden. Bis dahin können Sie die Sandbox mit einem Kommandozeilenparameter ausschalten: `teams --no-sandbox`.

Wenn Sie die Sandbox nicht deaktivieren wollen, können Sie Teams auch als Webapp im Browser nutzen. Die Webapp funktioniert, weil Electron dann gar nicht zum Einsatz kommt. (pmk@ct.de)

## macOS: DNS-Fehler aus der Ferne reparieren

**?** Ich kann aus der Ferne auf einen meiner unbeaufsichtigt laufenden Macs zugreifen, aber von dort ausgehende Internet-Verbindungen kommen nicht zustande. Nun habe ich bei weiteren Prüfungen zwar herausgefunden, dass der Fehler vermutlich an einer defekten DNS-Einstellung liegt, aber ich kann ihn nicht über

Fragen richten Sie bitte an

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

c't Magazin

@ctmagazin

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter [www.ct.de/hotline](http://www.ct.de/hotline).

Apple RemoteDesktop reparieren, weil das zugehörige Fenster in den Systemeinstellungen immer wieder mit einem Fehler geschlossen wird. Ein Rechnerneustart brachte auch keine Abhilfe. Gibt es einen anderen Reparaturweg, außer dort hinzufahren und den Rechner neu aufzusetzen?

**!** Das sollte sogar mit wenig Aufwand funktionieren, wenn Sie den entfernten Mac per Kommandozeile konfigurieren. Öffnen Sie am besten eine SSH-Sitzung zum entfernten Mac. Falls Sie noch keine eingerichtet haben, öffnen Sie in der Remote-Desktop-Sitzung ein Terminal. Melden Sie sich dort als Administrator an (z. B. mit dem Befehl `sudo su`) und fragen Sie zunächst mit dem Befehl `networksetup -listallnetworkservices` ab, welche Netzwerkschnittstellen auf dem entfernten Mac aktiv sind. Eine Beispielangabe sieht so aus:

```
Ethernet
Thunderbolt Bridge
Thunderbolt Bridge 2
Wi-Fi ZTE WCDMA Technologies MSM
VPN (L2TP)
VigorL2TP-Localhost
```

Tragen Sie dann den DNS-Resolver neu ein. Das Befehlsmuster sieht wie folgt aus: `networksetup -setdnsservers <Interface> <IP-Adresse>`

Anstatt der Variable `Interface` setzen Sie den Namen der Schnittstelle ein, für die Sie den DNS-Resolver neu eintragen



AVMs Fritzbox 7590 AX ist zurzeit in zwei Versionen im Handel: Die unter der Artikelnummer 20002929 hat den ISDN-SO-Port, jene unter 20002998 nicht.



wollen. Schnittstellen, deren Name aus zwei Zeichenketten besteht, setzt man in Anführungen, also beispielsweise „Ethernet 1“, falls der entfernte Mac zwei oder mehr Ethernet-Karten enthält.

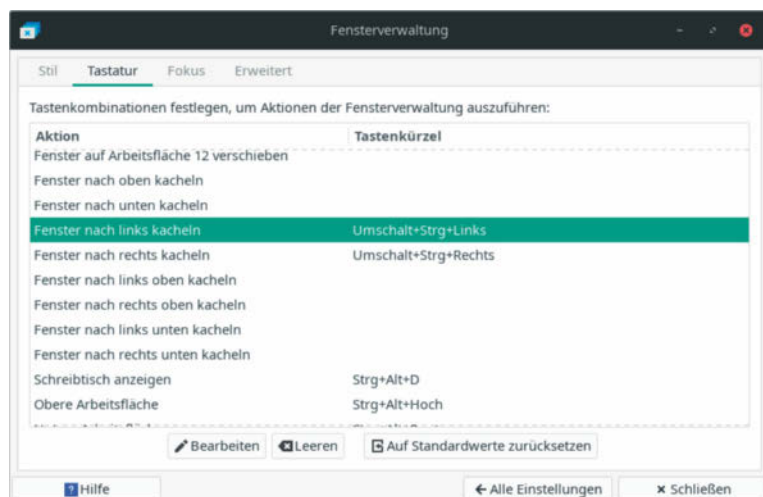
Fügen Sie anschließend die IP-Adresse des DNS-Resolvers ein, der im entfernten Netzwerk eingerichtet ist. In den meisten Heimnetzen kann man dafür die IP-Adresse des Routers eintragen. Falls Sie unsicher sind, setzen Sie ersatzweise einen externen Resolver ein, beispielsweise 9.9.9.9 von der Non-Profit-Institution Quad9.

Sobald Sie die Enter-Taste betätigen, wird die neue Konfiguration eingetragen und ist dann aktiv, sodass beispielsweise der Internet-Browser Webseiten öffnen kann. (dz@ct.de)

## Xfce: Fenster per Tastenkürzel platzieren

Ich möchte auf dem Xfce-Desktop unter Linux ein Fenster schnell per Tastenkürzel auf der linken beziehungsweise rechten Bildschirmhälfte platzieren. Wie konfiguriere ich solche Tastenkombinationen?

Öffnen Sie in den Systemeinstellungen (oder über das Anwendungsmenü) den Dialog „Fensterverwaltung“ und wechseln Sie in den Reiter „Tastatur“. Hier können Sie etwa die Aktion „Fenster nach links kacheln“ markieren, unten auf „Bearbeiten“ klicken und beispielsweise die Tastenkombination Strg+Umschalt+Links drücken. Passend dazu könnte Strg+Umschalt+Rechts das Fenster auf die rechte Bildschirmhälfte schieben. Der Dialog



Die Aktion „Fenster nach links kacheln“ verschiebt ein Fenster auf die linke Bildschirmhälfte und zieht es auf die passende Größe.

bietet weitere Möglichkeiten, so lassen sich Fenster auch nach oben links oder unten rechts verschieben. (lmd@ct.de)

## pip plötzlich verschwunden

In einem meiner Virtualenvs fehlt plötzlich das Python-Package-Helferlein pip. Wie bekomme ich es wieder?

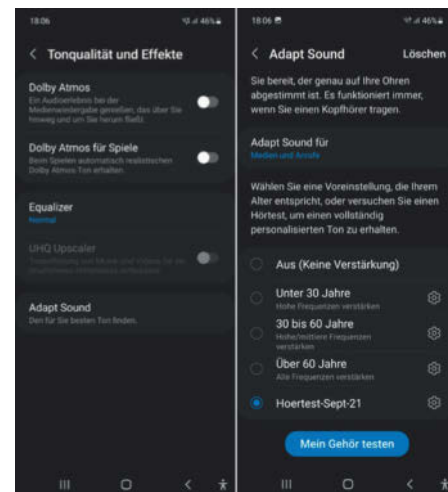
Auch wir haben schon erlebt, dass nach einem Update in Arch Linux in virtuellen Umgebungen kein pip mehr zu finden war. Die Fehlermeldung lautet dann ModuleNotFoundError: No module named pip. Das lässt sich auch mit python -m pip nicht umgehen.

Es gibt aber einen einfachen Weg, pip wieder zu installieren: Aktivieren Sie zunächst das Virtualenv. Der Befehl python -m ensurepip --default-pip installiert danach pip, ohne selbst pip dafür zu brauchen. Danach kann pip sich selbst aktualisieren: pip install -U pip. (pmk@ct.de)

## Klangprofile nach Gehörtest auf Smartphone

Ich habe Ihren Bericht über die kostenlose Audio-Kalibrierungs-App SoundID (c't 6/2022, S. 82) gelesen. Die erfordert allerdings eine Anmeldung bei einem Online-Dienst, was ich, wenn möglich vermeide. Gibt es Alternativen für mich?

Ein Smartphone-Klangprofil, das nach einer Vermessung Ihres Gehörs den Frequenzgang individuell anpasst, kann ganz allgemein den Sound verbessern. Wenn Sie ein aktuelles Samsung-Smart-



Aktuelle Samsung-Smartphones haben die eingebaute Funktion „Adapt Sound“ (links), die ein individuelles Hörprofil Ihrer Ohren erstellt und zur Klangverbesserung nutzt.

phone besitzen, brauchen Sie dazu keine separate App, weil die Funktion „Adapt Sound“ bereits an Bord ist. Sie finden sie unter „Einstellungen/Töne und Vibration/Tonqualität und Effekte/Adapt Sound“. Mit der Funktion „Mein Gehör testen“, die Sie mit guten Kopfhörern oder In-Ears in einem sehr leisen Raum durchführen sollten, erstellen Sie ein Profil Ihrer Ohren. Dieses Profil lässt sich anschließend zur systemweiten Klanganpassung nutzen. Alternativ stehen drei Profile für verschiedene Altersklassen zur Auswahl.

(ciw@ct.de)

## (Micro-)SD-Karte mit UHS-I zu lahm

Mein Notebook hat einen eingebauten SD-Kartenleser. Doch von der angeblich bis zu 160 MByte/s schnellen Samsung-Karte Pro Plus 512 GB liest das System höchstens mit 95 MByte/s. Was läuft schief?

Mit 95 MByte/s hat Ihr Notebook immerhin schon einen der besseren SD-Kartenleser; oft kommen die internen Leser nicht über 45 MByte/s hinaus.

In Ihrem Fall bremsst aber wohl ein anderer Flaschenhals: Die SD-Karte Samsung Pro Plus hat nur die für UHS-I nötigen Kontakte. Dafür wiederum sehen die Spezifikationen der SD Card Association 104 MByte/s als maximale Transferrate vor, an die die Karte also dicht herankommt. Höhere Transferraten sind laut



Spezifikation nur mit UHS-II-Karten möglich, die zusätzliche Kontakte haben, sowohl an der Karte als auch am Kartenleser sowie an eventuellen Adaptern.

Um mehr als 104 MByte/s per UHS-I zu übertragen, hat SanDisk vor einigen Jahren ein proprietäres Double-Data-Rate-Übertragungsverfahren namens DDR208 (oder auch DDR200) eingeführt. Der Haken daran: Das können nur manche USB-3.0-Kartenleser (alias USB 3.2 Gen 1). Daher liegen manchen dieser „zu schnellen“ UHS-I-Karten auch USB-Kartenleser bei. Der eingebaute Leser Ihres Notebooks beherrscht den DDR208-Modus offenbar nicht.

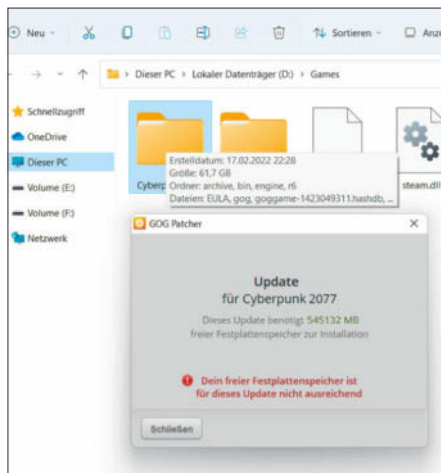
Für volle SD-Geschwindigkeit müssen Sie also entweder einen speziellen Kartenleser verwenden oder eine (teurere) UHS-II-Karte, sofern Ihr Notebook damit umgehen kann. Leider bekommt man oft nur durch Ausprobieren heraus, ob eingebaute Kartenleser UHS-II beherrschen und intern auch schnell genug dafür angebunden sind. (ciw@ct.de)

## Spiele-Patch größer als SSD

Ich möchte meine Installation des Spiels Cyberpunk 2077 auf die aktuelle Version 1.5 heben und habe mir von gog.com dazu die erforderlichen Dateien (insgesamt 50,8 GByte) heruntergeladen. Beim Starten des Patches erscheint eine Fehlermeldung, dass ich nicht genug freien Speicher habe – der Patch braucht angeblich 545.132 MByte. Das muss doch ein Fehler sein, 545 GByte sind mehr als meine gesamte SSD fasst. Wie kann ich den Patch dennoch installieren?

Das ist kein Fehler, sondern eine Eigenart des Patch-Vorgangs. Sie brauchen also ärgerlicherweise so viel freien Speicherplatz, damit der Patcher weitermacht. Am einfachsten umgehen Sie das, indem Sie statt des Patches den kompletten Spiele-Installer von 108 GByte Größe herunterladen und darüber das Spiel aktualisieren. Kommt das nicht infrage, können Sie die 545 GByte auch auslagern: entweder auf eine SSD oder Festplatte im System, auf der noch genug Platz frei ist, oder auf eine externe USB-Platte.

Das Prozedere ist allerdings umständlich. Wenn Sie das Spiel nicht auf dem Systemlaufwerk C: installiert haben, können Sie das Installationsverzeichnis einfach verschieben und dem neuen Speicherort für die Dauer des Patchvorganges den Laufwerksbuchstaben des originalen Installationsverzeichnisses verpassen. Die Datenträgerverwaltung erreichen Sie, indem Sie „Festplattenpartitionen erstellen und formatieren“ in die Windows-Suche eingeben und anklicken. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die Partition, in der Sie das Spiel ursprünglich installiert haben und wählen im Kontextmenü „Laufwerksbuchstaben und -pfade ändern“ aus. Weisen Sie der Partition einen freien Laufwerksbuchstaben zu und nutzen Sie den soeben freigewordenen Buchstaben für den neuen Speicherort. Starten Sie den Patcher und stellen Sie nach Abschluss des Vorgangs die ursprünglichen Laufwerksbuchstaben wieder her. Zu guter Letzt verschieben Sie das nun gepatchte Spielverzeichnis wieder zurück an seinen alten Ort.



**Kein Anzeigefehler: Der Cyberpunk-Patcher will tatsächlich 545 GByte freien Speicherplatz sehen, nutzt ihn aber nicht.**

Wenn Sie sich an die Kommandozeile oder PowerShell im Administratormodus herantrauen, können Sie dem Patcher auch direkt ein anderes Verzeichnis unterschieben ohne Umweg über die Datenträgerverwaltung. Das gelingt mit dem Befehl `patch_cyberpunk_2077_1.31_(50000)_to_Build_3836782Change_4719897_dllfix_(53680).exe /dir="e:\games\Cyberpunk 2077"`. (csp@ct.de)

## Festplattengeräusche abschalten?

Im Zuge eines Rechnerkaufs habe ich mir zusätzlich eine Toshiba MG07ACA14TE besorgt, also eine Server-Festplatte mit SATA-Anschluss und 14 TByte Kapazität. Die Platte funktioniert einwandfrei, verursacht aber im Leerlauf nervtötend laute Geräusche. Selbst wenn ich die Platte in einem externen USB-Gehäuse betreibe, lärmt sie nach dem Abschalten des Rechners noch stundenlang vor sich hin. Kann ich sie komplett abstöpseln oder riskiere ich dann Datenverlust – und gibt es andere Abhilfe gegen den Krach?

Hochkapazitive Festplatten mit bis zu zehn Scheiben und entsprechend vielen Köpfen auf dem Aktuator-Arm sind prinzipiell lauter als Laufwerke mit nur wenigen Terabyte und deutlich leichterem Aktuator-Arm, in denen sich vielleicht nur eine Scheibe dreht. Bei Desktop-Festplatten legen die Entwickler mehr Wert auf geringe Lautstärke als auf hohe Performance – bei Server-Laufwerken ist es umgekehrt.

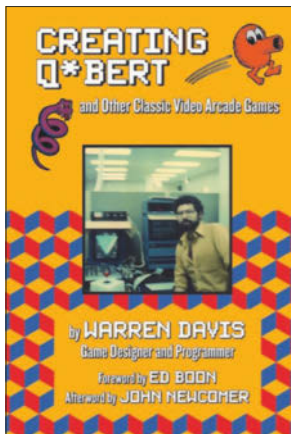
Die Lautstärke optimieren die Hersteller auf unterschiedliche Arten: Eine Festplatte, deren Plattenstapel mit 5400 Touren rotiert, ist fast immer leiser als eine mit 7200 Umdrehungen pro Minute. Bremsen man die Bewegungen der Schreib-Lese-Köpfe etwas, wird die Platte leiser, vor allem beim Zugriff auf zufällige Adressen aber auch langsamer. Server-Festplatten sollen gerade in dieser Disziplin möglichst schnell sein – hohe IOPS-Werte gehen deswegen mit hoher Lautstärke einher.

Das hörbare Klappern entsteht durch schnelle Spurwechsel, und zwar vor allem, wenn die angefahrenen Spuren weit auseinanderliegen. Eine leere Festplatte sollte beim sequenziellen Schreiben großer Dateien recht leise sein, weil der Schreibkopf sich jeweils nur wenige hundert Nanometer bewegen muss.

Auch ohne Zugriffe kann die Festplatte Geräusche von sich geben: Ab und an muss sie interne Hintergrundaktivitäten abarbeiten. Und dann sind da noch das Betriebs-beziehungsweise das Dateisystem, die Hintergrundaktivität initiieren. Eine einmal angestoßene Formatierung läuft bei 14 TByte im Hintergrund möglicherweise noch Stunden oder gar Tage weiter. Ständige Hintergrundaktivität kann auch auf Komprimierung zurückgehen.

Es sollte kein Problem sein, eine noch klappernde USB-Festplatte abzuschalten, sofern nicht gerade ein Zugriff auf die Nutzdaten stattfindet. Melden Sie Ihre USB-Platte daher vor dem Abschalten immer über die Funktion des Betriebssystems ab. (ll@ct.de)





Warren Davis  
**Creating Q\*bert**  
 and Other Classic Video Arcade Games

Santa Monica Press,  
 Solana Beach (CA, USA) 2021  
 ISBN 978-1595801050  
 280 Seiten, 23 €  
 (Epub-/Kindle-E-Book: 10-12 €)

## Hinter den Kulissen

**Es gab Zeiten, in denen die Arbeit einzelner Entwickler oder kleiner Teams die Mehrzahl der erfolgreichen Videospiele hervorbrachte. Veteranen wie Warren Davis können noch aus eigener Erfahrung davon erzählen.**

Nachdem er Informatik und Elektrotechnik studiert hatte, kam Warren Davis 1982 als Programmierer zu Gottlieb & Co. in Chicago. Das Unternehmen war für seine Flipperautomaten bekannt und wollte auch ins Videospielgeschäft einsteigen.

Als Mitglied der kleinen Entwicklungsabteilung schrieb Davis innerhalb weniger Monate das Pseudo-3D-Hüpfspiel Q\*bert, das von M.C. Eschers Perspektivkunst inspiriert war. Es brachte nicht nur in den Automatenhallen gute Umsätze, sondern wurde bald auch zum beliebten Klassiker auf Konsolen- und Computersystemen. In seinem Buch berichtet Davis über die vielen Wendungen, die das Projekt bei Gottlieb erlebte, und beleuchtet dabei auch die typischen Verhältnisse in dieser Pionierphase der Spieleentwicklung.

Trotz des Q\*bert-Überraschungserfolgs verlief Davis' weitere Karriere alles andere als raketenartig. Unter anderem arbeitete er an Joust 2, Mortal Kombat und Terminator 2. Zwar steuerte er zu diesen Titeln einiges an Code bei, aber sein Hauptaugenmerk galt der Digitalisierung von Videos und Fotos. Diese Technik steckte damals noch in den Kinderschuhen. Davis gehörte zu den ersten, die sich intensiv damit auseinandersetzten, um Spiele grafisch aufzupeppen. Dazu schrieb er ziemlich anspruchsvolle Software. Entwicklungsstudios verwendeten diese noch jahrelang, um etwa die Animationen in Prügelspielen zu verwirklichen.

Was der Autor aus dieser Zeit berichtet, gehört zu den Highlights seines Berufslebens – so hat er damals beispielsweise mit der Band Aerosmith zusammengearbeitet. Eindrucksvoll schildert er auch, wie die Videosequenzen für „Us vs. Them“ in einem Learjet aufgenommen wurden. Von diesem Spielautomaten, der eine Laserdisc verwendete, wurden allerdings nur wenige Exemplare produziert: Wie sich herausstellte, eignete sich die anfällige Wiedergabetechnik nur schlecht für den rauen Spielhallenbetrieb.

Mit derlei Anekdoten ist das Buch gespickt. Der Autor spricht kaum über technische Details – dennoch kommen Leser, die sich für die Geschichte der Videospielentwicklung in den USA interessieren, voll auf ihre Kosten. In leicht verständlichem Englisch, mit viel Witz und sehenswerten Abbildungen entführt Davis sein Lesepublikum in längst vergangene Tage, die Generationen von Entwicklern und Spielefreunden geprägt haben.

(Maik Schmidt/psz@ct.de)

## Eine Wissenschaft für sich

**Zeitdruck, Berge an Sekundärliteratur, Sonderwünsche des Professors: Beim Schreiben einer Bachelor-, Master- oder Doktorarbeit liegen die Nerven meist blank. Da muss das Textprogramm einfach spüren. Falls die Wahl auf Microsoft Word gefallen ist, hilft dieser Ratgeber zuverlässig bei Problemen.**

Viel zu viele Softwareratgeber deklinieren die Funktionen eines Programms der Reihe nach durch. Heraus kommen Sätze wie „Mit der Drucken-Funktion können Sie Ihre Datei ausdrucken.“ In diese Falle tappt der Autor nicht. Der Aufbau des Ratgebers orientiert sich an den typischen Phasen beim Schreiben einer Bachelor-, Master- oder Doktorarbeit beziehungsweise ähnlich komplexer Texte.

Tipps dazu, wie Word beim Gliedern, Schreiben, Überarbeiten und Formatieren hilft, füllen die ersten 300 Buchseiten. Es folgen ebenso umfangreiche Hinweise zu Tabellen, Grafiken und Formeln. Im anschließenden Teil zu Feldern, Funktionen und Makros dürften auch gestandene Word-Profis noch etwas Neues lernen. Wer weiß schon, dass Word auch zählen, rechnen und auf Plagiate prüfen kann? Der letzte Teil liefert Ratschläge dazu, wie man umfangreiche Dateien am besten verwaltet und das fertige Werk erfolgreich publiziert.

Am meisten Nutzen ziehen Verfasser wissenschaftlicher Arbeiten aus diesem Ratgeber, wenn sie ihn von Anfang an griffbereit neben dem Rechner liegen haben. Wer die Tipps zum Einrichten der Textdatei in Ruhe studiert, bevor er mit dem Schreiben loslegt, spart später Zeit und Nerven. Ansonsten bietet sich das Buch als Nachschlagewerk an. Das ausführliche Stichwortverzeichnis hilft, Lösungen für individuelle Probleme zu finden.

Für den Last-Minute-Einsatz geeignete Abschnitte des Buchs sind im Inhaltsverzeichnis mit einer Sanduhr gekennzeichnet. Sie sollen Drauflosschreibern helfen, die sich erst kurz vor Abgabe der Arbeit über Deckblatt und Satzspiegel, Kopf- und Fußzeilen, Kapitelnummerierung und Literaturverzeichnis Gedanken machen. Dieses Szenario ist wenig realistisch: Um von dem fundierten Werk wirklich zu profitieren, muss man sich schon ernsthaft damit befassen. Dann erweist es sich als zuverlässiger Helfer, denn der Autor weiß, welche Formalitäten bei einem wissenschaftlichen Text zu beachten sind und welche Fallstricke beim Schreiben lauern. Ebenso kennt er sich mit den Stärken und Schwächen von Word bis ins Detail aus.

(dwi@ct.de)



G. O. Tuhls

**Wissenschaftliche  
 Arbeiten schreiben  
 mit Microsoft Word**

mitp, Frechen 2022  
 ISBN 978-3747504253  
 528 Seiten, 25 €  
 (PDF-/Epub-/Kindle-E-Book:  
 gleicher Preis)







# UNFOLLOWER

VON CHRISTIAN ENDRES

**F**ollower stehen heute mehr denn je für Einfluss, Macht und Geld. Darum folge ich jenen, die nicht mehr folgen wollen. Den ganzen Tag fahre ich von Haus zu Haus, von Wohnung zu Wohnung, von Unfollower zu Unfollower.

Die Adressen und Namen der Zielpersonen schickt man mir auf mein Smartphone. Eine Agentur wickelt alles mit den Kundinnen und Kunden beziehungsweise deren PR- oder Wahlkampfteams ab – und zahlt mir für jeden in den Kreis der Follower zurückgekehrten Unfollower eine Provision. Die Accounts, um deren Follower/Unfollower es geht, stammen aus der High Society des Netzes und decken die ganze Welt der Wichtigen in Politik, Wirtschaft, Sport, Technik, Musik, Film und Influencing ab.

Ich weiß von anderen, die voll auf die technischen Möglichkeiten setzen und darauf, digital Druck auszuüben. Die sich in Mails, Chats und Porno-Verläufe hacken und die Abtrünnigen durch Erpressung wieder zu reumütigen Followern machen, ohne dafür ein einziges Mal ihr Homeoffice zu verlassen – ja, ohne auch nur vom Schreibtisch oder Sofa aufzustehen.

Aber ich bin da irgendwie altmodisch. Ich bevorzuge es, die Leute persönlich aufzusuchen und sie von Angesicht zu Angesicht davon zu überzeugen, ihre Entscheidung des Entfolgens und Nichtmehrfolgens zu revidieren. Die physische Konfrontation ist in dieser nichtphysischen Welt, in der sich alle hinter einem Nickname und einem Touchscreen in Sicherheit wähen, noch immer ausgesprochen effektiv.

Es hilft, dass die Leute in das Gesicht einer taffen schwarzen Frau sehen, aus deren Augen zwei Touren im jüngsten der elenden Wüstenkriege sprechen. Ich habe die richtige Ausstrahlung und Härte für diesen Job.

\* \* \*

Das Navi meines Autos sagt mir, dass ich mein Ziel erreicht habe. Das Haus liegt in der gepflegten Vorstadt: breite Gehwege, grüne Rasenflächen, Mähroboter und Kinderspielzeug im Gras. Ich fahre an den Bordstein, stelle den Elektromotor ab, streife meine Braids nach hinten, ziehe Lederhandschuhe an, nehme das Pseudopäckchen vom Beifahrersitz, steige aus dem Wagen und gehe die saubere Einfahrt hoch, um an der Tür zu klingeln.

**In der Social-Media-Welt gibt mancher sich noch dem Traum von Unverbindlichkeit und Anonymität hin. Dabei hat alles, was man tut oder nicht mehr tut, Konsequenzen. Selbst das schlechte Cancellen eines Followerstatus ruft hoch qualifizierte Fachleute auf den Plan.**

„Ja?“, ertönt über die Gegensprechanlage die Stimme eines Mannes, skeptisch und nicht allzu freundlich.

Ich winke mit dem braunen Karton in die Kamera oben im Türrahmen. „Paketdienst. Zustellung für Sie.“

„Hab’ nichts bestellt.“

Ich tue so, als würde ich den Adressaufkleber kontrollieren. „Hier stehen Ihr Name und Ihre Adresse drauf. Ich kann’s aber auch wieder mitnehmen, kein Problem.“

Er zögert. Das tun sie immer. „Moment“, sagt er dann. Kurz darauf öffnet ein Kerl um die 30 die Tür, sportlich, aber ungefährlich. Erwartungsvoll sieht er mich an – und runzelt die Stirn, weil ich das mit einem alten Toaster gefüllte Fake-Paket so in seiner Tür abstelle, dass er sie nicht mehr ohne Weiteres schließen könnte. Etwas in seinem Blick verrutscht, als ich mich wieder aufrichte und meine Handschuhe auf eine bestimmte Art glatt ziehe, die nie ihre Wirkung verfehlt.

**„JA?“, ERKLINGT ÜBER DIE GEGENSPRECHANLAGE DIE STIMME EINES MANNES, SKEPTISCH UND NICHT ALLZU FREUNDLICH.**

„PussyFreak472“, sage ich und er zuckt zurück, als er seinen Usernamen aus meinem Mund hört. „Sie folgen Adele Steinbeck nicht mehr. Dabei könnte sie vor den Wahlen Ihre Unterstützung gebrauchen. Es wäre mir ein Vergnügen, wenn wir dieses Missverständnis gemeinsam klären könnten und Sie ihr wieder folgen.“

„Blöde Schlampe“, knurrt er, wobei nicht klar ist, ob er mich oder Adele Steinbeck meint. „Ich hab’ davon gehört“, sagt er zudem und das richtet sich jetzt definitiv an mich. „Dass Leute bedrängt werden, wenn sie jemandem nicht mehr folgen. Dass man sie zwingt, wieder ein Follower zu werden.“

„Prima. Dann wissen Sie ja Bescheid.“

„Ich lass’ mich nicht einschüchtern“, sagt PussyFreak472 so fest, wie er kann.



„Holen Sie einfach Ihr Smartphone oder Ihr Tablet“, sage ich ruhig und lasse ihn noch einmal dabei zusehen, wie ich meine Handschuhe am Handgelenk stramm ziehe. „Ist ruckzuck erledigt. Nichts muss kaputtgehen. Niemand verletzt werden.“

Einen Augenblick hält er meinem Blick stand.

Am Ende knickt PussyFreak472 ein, wie die meisten. Er macht einen Schritt zurück und ich setze meinen Stiefel neben das Päckchen, damit die Tür definitiv geöffnet bleibt. Er dreht sich geschlagen um und geht sein Smartphone holen.

„Und egal wen Sie alarmieren, es wird nichts helfen“, rufe ich ihm hinterher für den Fall, dass er irgendwelche dummen Ideen haben sollte. „Wenn Sie in einer halben Minute nicht wieder hier sind, komme ich Sie holen – und bin weg, ehe Ihre Verstärkung da ist.“

Die wenigsten hauen durch die Hintertür oder durchs Klofenster ab. Wegen so einer Sache das eigene Heim aufzugeben, ist es ihnen nicht wert. Auch PussyFreak472 kehrt zur Haustür zurück. Hier tippt er mürrisch den Account ein, dem er nicht mehr folgen wollte, und wird vom Unfollower wieder zum Follower. Zum Schluss hält er mir als Beweis mit trotzigem Blick das Display hin.

## ZUM SCHLUSS HÄLT ER MIR ALS BEWEIS MIT TROTZIGEM BLICK DAS DISPLAY HIN.

„Sehr schön“, sage ich. „Wollen wir auch gleich noch zusammen den Nickname ändern? Nein? Na gut. Schönen Tag noch.“ Ich hebe die Paketattrappe auf, ignoriere seinen gleichermaßen hasserfüllten wie beschämten Blick und wende mich zum Gehen ab. „Oh, eines noch: Ich hab’ kein Problem damit, heute Abend, morgen früh oder in drei Monaten wieder hier auf der Matte zu stehen. Also nicht mehr entfolgen, klar?“

„Was, wenn ich dann einfach nicht aufmache?“

Ich schenke ihm ein humorloses Lächeln. „Denken Sie wirklich, eine Tür würde mich aufhalten?“

\* \* \*

Zur nächsten Adresse – wieder ein Einfamilienhaus – brauche ich keine halbe Stunde. Kaum habe ich das Grundstück betreten, rennt mir ein stattlicher Hund entgegen. Ich gehe in die Hocke und er begrüßt mich aufgeregt, wofür er am Hals gekraut wird.

„Die meisten haben Angst vor ihm“, ruft seine Besitzerin, die hinter dem Heck eines großen roten SUV mit zwei Einkaufstüten hervorkommt. Ihre Haut ist dunkler als meine und hat mehr Falten. „Deshalb haben meine Frau und ich ihn uns auch angeschafft. Abschreckender und besser als jede Alarmanlage.“

„Ich mag Hunde – und Hunde mögen mich.“ Ich erhebe mich geschmeidig. „Soll ich Ihnen beim Tragen helfen?“

„Oh. Danke. Gern.“ Ich nehme ihr eine der prallen Supermarkttüten ab und trage sie ihr zur Haustür. „Sie kommen wegen der kaputten Waschmaschine, ja?“

„Nicht ganz“, sage ich, und von da an geht es mit dem Gespräch zwischen mir und MyFairLadyBlue ziemlich schnell abwärts.

Wenigstens der Hund mag mich noch, als ich gehe.

\* \* \*

Nein, ich selbst nutze keine sozialen Netzwerke. Aber macht ruhig weiter – was ihr tut, sichert mir schließlich den Job.

\* \* \*

Die junge Mutter mit den Schlabberklamotten und dem unordentlichen Dutt, die mir eine der identischen Wohnungstüren im sechsten Stock des Mietshauses öffnet, sieht extrem gestresst und müde aus. „Können Sie ihn mal kurz nehmen?“, fragt sie mich, bevor ich „ButterflyBitchNowMom“ sagen kann, und drückt mir da auch schon ihr Baby in die Arme, dessen Kopf ich sofort stütze. „Sorry, heute ist einer dieser Chaostage. Er hat die ganze Nacht geweint. Und gerade hat er mich vollgekotzt“, fügt sie hinzu und wischt ihr Shirt mit einem nassen Küchentuch ab.

Ich halte den kleinen Burschen, atme seinen Babyduft ein und schmunzle, weil das süße Ding nach meinen Braids grabscht. Ich kitzle ihn mit einem Strang, und er gurgelt heiter.

„Sie können gut mit Babys“, sagt ButterflyBitchNowMom, als ich ihr das Kind vorsichtig zurückgebe. Sie streift sich eine fettige Haarsträhne hinters Ohr, die sich gelöst hat. „Weshalb sind Sie noch gleich hier?“

Als ich es ihr sage, verfinstert sich ihr Gesichtsausdruck. Überdies wirkt es, als würde sie mich jetzt erstmals richtig betrachten und völlig neu einschätzen. „Dieses Arschloch“, sagt sie zu meiner Überraschung voller Inbrunst. „Was er da neulich über seine Ex gesagt hat, fand ich nicht okay, nicht mal für einen Rapper. Sie etwa?“

Ich zucke sparsam mit den Schultern. „Nicht mein Job, mir darüber Gedanken zu machen.“

„Und wie läuft das jetzt?“, will sie verblüffend offensiv wissen, als wäre das kein Baby, das sie hält, sondern eine Waffe. „Wenn ich dem Arsch nicht wieder folge, verprügeln Sie mich?“

Womit sie meint: Eine Mutter? Vor ihrem Kleinkind?

Ich antworte ihr mit versteinertem Gesichtsausdruck. „Wie wär’s, wenn Sie ihm einfach wieder folgen und ihn in Gedanken ignorieren? Dann müssen wir beide nicht rausfinden, was ich tun würde. Und was ich auch tun müsste, wenn Sie gleich wieder entfolgen, sobald ich weg bin.“

Sie seufzt, kramt aber ihr rosarotes, glitzerndes Smartphone aus der Tasche ihrer Jogginghose.

„Danke“, sage ich, nachdem alles erledigt ist. „Und alles Gute für Sie und den Klei ...“

ButterflyBitchNowMom schließt die Tür.

\* \* \*

Ob ich diese Arbeit gern mache?



Ich kann sie gut, das ist doch schon mal was. Allerdings ist es mir manchmal lieber, wenn die Unfollower sich sträuben, aggressiv und ausfallend werden.

Nicht, weil mir das mehr Spaß machen würde. Ich kann nur besser damit umgehen als mit denen, die mir leidtun.

\* \* \*

Dass ich nach meinem Besuch bei der jungen Mutter in der noch kleineren, noch deprimierenderen Wohnung eines alten Mannes lande, der mich als Erstes bittet, ihm eine Pillenflasche zu öffnen, macht den Tag nicht besser.

Da DarthWagner bereits sehr verwirrt ist, denkt er, einen Fehler gemacht zu haben, und entschuldigt sich zigmal deswegen. In seinen müden, blassen Augen schimmern Tränen der Wut und der Verbitterung darüber, wieder etwas vermässelt zu haben.

Ich korrigiere ihn nicht und sage nur, dass wir das jetzt ja gemeinsam wieder hinkriegen können, und er zeigt großen Eifer dabei, erneut zu einem braven Follower des Stadtrats zu werden, der die kostenlosen Busfahrten für Rentner streichen will.

\* \* \*

Ich bin erleichtert, dass nach dem alten Mann ein schwerer Brocken kommt.

MasterOfTheUniverse69 ist ein Ex-Polizeibeamter und fällt nicht auf meinen Scheiß mit dem Päckchen rein. Stattdessen reißt er wütend die Tür auf und bellt, dass ich mich verpissen soll, sonst rufe er ein paar Kollegen. Damit will er mir die Tür vor der Nase zuknallen. Ich trete wuchtig dagegen und sie springt nach innen auf. Der ehemalige Polizist torkelt rückwärts in seinen Flur.

„Was zum –?“, brüllt er. „Du blöde ...!“

Ich presche in seine Wohnung, er schlägt nach mir, ich weiche aus und verpasse ihm einen Faustschlag ins Gesicht. Blut spritzt. Er wehrt sich fluchend – ich schicke ihn zu Boden. Mit rotem Gesicht liegt er keuchend auf dem Teppich, der mal wieder gesaugt gehört. Ich schnappe mir sein Smartphone, das er fallen gelassen hat. Es funktioniert noch. Den Sprung auf dem Display hatte es eventuell schon vorher – und wenn nicht, ist mir das scheißegal.

„Hier“, knurre ich. „Folgen.“

Sein Gesicht, seine Finger und das Display sind mit Blut und Rotz verschmiert, seine Hände ein einziges Zittern. Dennoch wischt, scrollt und tippt er sich gehorsam zum erfolgreichen Abschluss dieser Situation.

Ich gehe und hoffe, dass MasterOfTheUniverse69 schlau genug ist, nicht in ein paar Tagen oder Wochen eine Handvoll Kumpels mit Schlagstöcken einzuladen und wieder zum Unfollower zu konvertieren, um mich für ein Rückmatch herzulocken.

Sollte seine Adresse noch einmal auf meinem Smartphone auftauchen, würde er nämlich feststellen müssen, dass ich einen Kofferraum voller Spielzeug habe, das mir einer meiner alten Kameraden besorgt hat.

\* \* \*

Es dämmt bereits, als ich den letzten Unfollower für heute erreiche – einen Autor, der einer Buch-Influencerin nicht länger folgen wollte. Der Typ grinst die ganze Zeit verkrampt, während er mir weiszumachen versucht, dass er wohl eines Abends beim Doomscrollen unabsichtlich auf Entfolgen geklickt hat, was mich eigentlich einen Dreck interessiert.

Wegen des ganzen Gelabers muss ich den Rückweg zu meinem Auto, das in einer Seitenstraße parkt, im Dunkeln zurücklegen. Dass ich meine Angreifer viel zu spät bemerke, liegt jedoch vor allem an meinen Gedanken über die junge Mutter, den alten Mann und den blutenden Ex-Bullen. In letzter Zeit hängen mir manche Unfollower/Follower länger nach.

## SOBALD SIE BEMERKEN, DASS ICH WACH BIN, VERSTUMMEN SIE UND STELLEN SICH IM HALBKREIS UM MICH AUF.

Die mit bunten Skimasken verummten Männer sind zu fünf. Der größte Vorteil, den sie neben dem Überraschungsmoment haben, ist der Viehtreiber, den sie bei sich tragen – eine lange Metallstange, mit der man Elektroschocks austeilt. Zwei der Angreifer kann ich abwehren: Einen veranlasse ich zu einem unfreiwilligen Kopfsprung durch die Seitenscheibe eines Vans, einen anderen schleudere ich in eine Gruppe Mülltonnen, als würde ich bowlen. Doch dann packen zwei meine Arme und der Letzte lässt mich den Viehtreiber spüren. Ich krampfe, meine Zähne klappern und ich sabbere. Benommen gehe ich zu Boden und kriege bloß am Rande mit, wie sie mich just in den Van verfrachten, durch dessen Fenster ich gerade einen der Ihren befördert habe.

Ich bäume mich ein letztes Mal auf, weshalb der Viehtreiber wieder zum Einsatz kommt. Der Geruch von Pisse steigt mir in die Nase – und alles um mich herum wird schwarz.

\* \* \*

Als ich wieder zu mir komme, hat man mich auf einen Stuhl gesetzt und mir die Hände hinter der Rückenlehne mit einem Nylonseil zusammengebunden. Ich blinzle gegen das Licht der grellen Deckenlampe an. Die Nachwirkungen der Elektroschocks haben mir eine Killermigräne beschert. Der Raum mit den Holzwänden und dem Fenster, hinter dem nichts als Finsternis zu erkennen ist, könnte alles sein, von einem Gartenhäuschen bis zu einer Blockhütte oder einem Kneipenhinterzimmer. Jetzt umringen mich 20 maskierte Männer und Frauen – Kleidung, Statur, Dialekt und Auftreten völlig unterschiedlich. Sie unterhalten sich leise über Schulaufführungen, Beförderungen, Sportereignisse und ein Lasagne-Rezept. Sobald sie bemerken, dass ich wach bin, verstummen sie und stellen sich im Halbkreis um mich auf.

„Weißt du, warum du hier bist?“, fragt eine hellblau maske Frau in weißer Bluse und Jeans. Sie klingt älter, als ich es zunächst erwartet hatte.



## Über den Autor

**Christian Endres** ist für Freunde der c't-Stories kein Unbekannter: Seit seinem Debüt im Frühjahr 2017 hat er nun bereits zum neunten Mal eine Geschichte beige-steuert. Wie viele andere seiner Schöpfungen verbindet auch „Unfollower“ skur-rile Überzeichnung mit beklemmend-tief-ersten Seitenblicken. Der 1986 geborene Würzburger arbeitet als freier Redakteur unter anderem für den Tages-spiegel, den Tip Berlin und Panini Comics. Auf Twitter freut er sich als @MisterEndres über neue Follower respektive künftige Ex-Unfollower.



Bild: Christian Endres

„Nein. Aber ich schätz' mal, dass ich's gleich erfahren werde.“

„Wir sind die *Wahren Entfolgenden*“, erwidert sie und betont es feierlich, wie den Namen eines Teams oder etwas in der Art.

„Nie gehört“, sage ich.

„Das macht nichts. Wir tun das nicht, um bekannt zu werden. Das wäre der falsche Weg. Unser Ziel ist es, die Menschheit vom Dämon des Zwangs zu befreien.“

„Ach?“

„Kein Mensch sollte einem anderen folgen müssen, weil er denkt, dass man es von ihm erwartet – oder weil man ihn sogar mit Erpressung und Gewalt dazu zwingt.“

So, wie sie ihren Text herunterbetet, ist das hier keine Versammlung rachsüchtiger Ex-Unfollower aus meinem Berufsleben, wie ich es anfangs vermutet habe. Was sie da verzapft, klingt schwer nach religiösen Eiferern, einer Sekte oder einem Kult.

Shit!

„Hey, das ist einfach nur ein Job, okay?“

Sie geht nicht darauf ein, zieht vielmehr ihre Nummer durch. „Bist du bereit, eine *Wahre Entfolgende* zu werden?“, fragt sie laut und die anderen Maskierten reißen jubelnd die Arme hoch.

„Entfolge! Entfolge! Entfolge!“, skandieren sie.

Oh Mann.

Ihre Anführerin beruhigt sie mit einer Geste. „Wirst du damit aufhören, dem Dämon zu dienen? Folge dem Pfad der Entfolgenden!“

„Ihr erkennt aber schon die Ironie, oder?“

Sie gibt mir eine klatschende Ohrfeige. „Hure! Wenn du nicht bereit für den rechten Weg bist, werden wir dafür sorgen, dass dein Weg heute Nacht ganz endet! Damit du niemanden mehr zwingst, anderen zu folgen!“

„Danke für die Ansprache“, sage ich, denn damit hat sie mir genug Zeit gegeben, meine Handgelenkfesseln zu lösen.

Im Krieg lernt man so einige Tricks.

Ich streife das Seil ab, springe vom Stuhl auf, ignoriere den Kopfschmerz und schubse die Anführerin in den Kreis der anderen *Wahren Entfolgenden*. Das stiftet so viel Verwirrung, dass ich mich mit ein paar Tritten, Hieben und einem Kopfstoß zu der Kommode durchkämpfen kann, auf der

jemand den Viehtreiber abgelegt hat. Ich nutze ihn, um die Maskierten auf Abstand zu halten. Doch mir ist klar, dass sie aufgrund ihrer Überzahl letztlich die Oberhand erlangen werden, selbst wenn ein paar von ihnen das mit Elektroschocks und vollen Hosen bezahlen. Ich muss handeln, so lange niemand als Erstes dran sein will und die maskierte Meute noch zögert.

Wütend schwinge ich den Viehtreiber vor mir her, und wie erhofft weichen die *Wahren Entfolgenden* reflexhaft nach hinten. Zur Tür komme ich noch immer nicht, lediglich der Weg zum Fenster ist frei. Ich weiß, dass es riskant ist – immerhin habe ich keine Ahnung, im wievielten Stock wir uns befinden und wo ich landen werde. Doch mangels besserer Optionen renne ich durch den Raum, werfe den Viehtreiber weg und hechte mit vors Gesicht gepressten Armen durch die Scheibe.

In einem Scherbenregen stürze ich in die Nacht.

Es fühlt sich an, als würde ich ewig fallen.

Meine Eingeweide ziehen sich zusammen.

Dann schlage ich platschend auf.

✱ ✱ ✱

Ich muss alles geben, um nicht im kalten Fluss zu ertrinken.

Nach einer Weile gelingt es mir, mich ans Ufer zu retten, wo ich erst mal liegen bleibe und nach Luft ringe. Ich erkenne nicht viel im Mondschein, aber es riecht nach Natur, sogar nach Wald und Wildnis. Der Fluss rauscht vorbei, Autos sind weit und breit nicht zu hören. Nirgendwo strahlen die Lichter der Zivilisation.

Ich weiß nicht, wo ich bin, mir ist kalt, alles tut mir weh, mein Smartphone ist abgesoffen, mein Auto steht sonstwo und ich liege wie Futter für die Wölfe da. Trotz alledem fühlt es sich herrlich an, nach diesem abgefuckten Ritt am Leben zu sein, entkommen zu sein, frei zu sein.

*Frei zu sein ...*

Ich denke über die ganze Gewalt und die extreme Eskalation dieses Tages nach, die mich hierhergeführt haben. Die Mutter, den alten Mann, die nette Frau mit dem Hund, den Ex-Polizisten, die Maskierten. Diesen Teufelskreis.

Will ich wirklich zurück? Um diese Bande maskierter Spinner zu finden und aufzumischen? Damit ich danach im hässlichen Krieg um Follower Tag für Tag so weitermache wie zuletzt?

Mir wird klar, dass ich die Schnauze wohl schon länger voll habe. Ich werde mir irgendwas anderes suchen. Hauptsache, es geht nicht mehr um Unfollower und Follower.

Denn diesem Weg will ich tatsächlich nicht länger folgen.

(psz@ct.de) **ct**

## Die c't-Stories als Hörversion

Unter [heise.de/-4491527](https://heise.de/-4491527) können Sie einige c't-Stories als Audiofassung kostenlos herunterladen oder streamen. Die c't-Stories zum Zuhören gibt es auch als RSS-Feed und auf den bekannten Plattformen wie Spotify, Player FM und Apple podcasts ([ct.de/yz13](https://ct.de/yz13)).





## Fernstudium IT-Security



Aus- und Weiterbildung zur Fachkraft für IT-Sicherheit. Vorbereitung auf das **SSCP- und CISSP-Zertifikat**. Ein Beruf mit Zukunft. Kostengünstiges und praxisgerechtes Studium ohne Vorkenntnisse. Beginn jederzeit.

**NEU: Roboter-Techniker, Netzwerk-Techniker, Qualitätsbeauftragter / -manager TÜV, Linux-Administrator LPI, PC-Techniker**

Teststudium ohne Risiko.  
GRATIS-Infomappe gleich anfordern!

**FERNSCHULE WEBER** - seit 1959  
Neerstedter Str. 8 - 26197 Großenkneten - Abt. C14  
Telefon 0 44 87 / 263 - Telefax 0 44 87 / 264

**www.fernschule-weber.de**



## I ❤️ NERDISTAN



# TECHNIKUNTERRICHT MACHT ENDLICH SPAß!



## Make:Education

Mit **Make Education** erhalten Sie jeden Monat kostenlose Bauberichte und Schritt-für-Schritt-Anleitungen für einen praxisorientierten Unterricht:



Für alle weiterführenden Schulen



Fächerübergreifend



Digital zum Downloaden




Monatlicher Newsletter

Jetzt kostenlos downloaden:

**make-magazin.de/education**



ORACLE Feuerwehr [www.oraservices.de](http://www.oraservices.de) 

softaktiv.datensysteme Datenbankapplikationen, Website Boosting, Online-Pressemitteilungen, Unterstützung bei Ihren V-Projekten. Einfach anrufen, Faxen oder eine E-Mail schicken. Telefon: 0511/3884511, Mobil: 0170/3210024, Telefax: 0511/3884512, E-Mail: [service@softaktiv.de](mailto:service@softaktiv.de), Internet: [www.softaktiv.de](http://www.softaktiv.de) 

nginx-Webhosting: [timmehosting.de](http://timmehosting.de) 


[www.patchkabel.de](http://www.patchkabel.de) - LWL und Netzwerk Kabel 

xxs-kurze Daten- & Netzkabel: [kurze-kabel.de](http://kurze-kabel.de) 

EDELSTAHL LED SCHILDER: [www.3D-buchstabe.com](http://www.3D-buchstabe.com)  
HAUSNUMMERN nobel 230V~: [www.3D-hausnummer.de](http://www.3D-hausnummer.de) 

Lust auf Java? [WWW.TQG.DE/KARRIERE](http://WWW.TQG.DE/KARRIERE) 

WLL-Breitband Netz Rhein-Main – [techni.de](http://techni.de) 

Erfahrene Diplom-Fachübersetzerin übersetzt EDV-Texte aller Art (Software und Hardware) insbesondere Texte aus den Bereichen Telekommunikation und Netzwerke. Englisch-Deutsch. Tel. + Fax: 05130/37085 

DATENRETTUNG v. HDD, RAID, SSD – Erfolg >99%  
[www.datarecovery.eu](http://www.datarecovery.eu) – 24h-Tel.: 0800-073 88 36 

**Anzeigenschluss  
für die nächsten  
erreichbaren Ausgaben:**  
11/2022: 19.04.2022  
12/2022: 03.05.2022  
13/2022: 16.05.2022



## c't – Kleinanzeigen

**Private Kleinanzeige:**  
erste Druckzeile € 10,- ; jede weitere Zeile € 8,-

**Gewerbliche Kleinanzeige:**  
erste Druckzeile € 20,- ; jede weitere Zeile € 16,-

**Chiffre-Anzeige:** € 5,- Gebühr

**Hinweis:** Die Rechnungsstellung erfolgt nach Veröffentlichung der Anzeige!

Name/Vorname

Firma

Str./Nr.

PLZ/Ort

Bitte veröffentlichen Sie den Text in der nächsterreichbaren Ausgabe von c't.

☐ Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen.  
Sparkasse Hannover,  
IBAN DE98 2505 0180 0000 0199 68, BIC SPKH DE 2H

Bei Angeboten: Ich versichere, dass ich alle Rechte an den angebotenen Sachen besitze.

Datum Unterschrift (unter 18, der Erziehungsberechtigte)

**Faxnummer: 05 11 / 53 52-200**

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe (Vorlaufzeit mind. 3 Wochen) folgende Anzeige im Fließsatz ☐ privat ☐ gewerblich\* (werden in c't mit  gekennzeichnet) ☐ Chiffre

€ 10,- (20,-)	
€ 18,- (36,-)	
€ 26,- (52,-)	
€ 34,- (68,-)	
€ 42,- (84,-)	
€ 50,- (100,-)	
€ 58,- (116,-)	
€ 66,- (132,-)	

Pro Zeile bitte jeweils 45 Buchstaben einschließlich Satzzeichen und Wortzwischenräumen. Wörter, die **fettgedruckt** (nur in der ersten Zeile möglich) erscheinen sollen, unterstreichen Sie bitte. Den genauen Preis können Sie so selbst ablesen. \* Der Preis für gewerbliche Kleinanzeigen ist in Klammern angegeben. Soll die Anzeige unter einer Chiffre-Nummer erscheinen, so erhöht sich der Endpreis um € 5,- Chiffre-Gebühr.

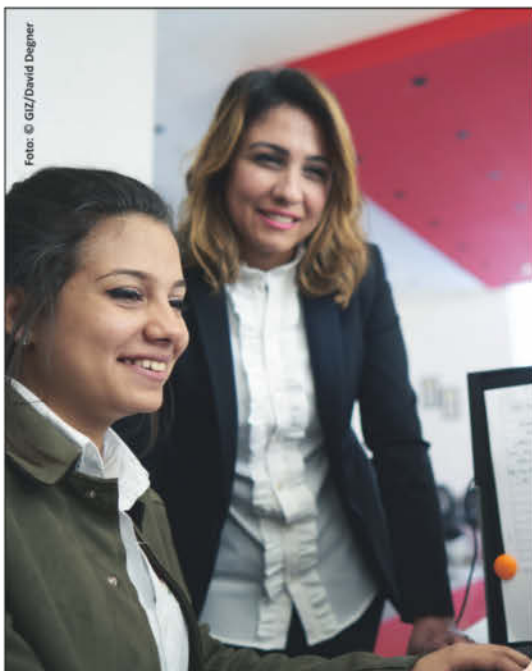
Ausfüllen und einsenden an:  Heise Medien GmbH & Co. KG  
c't-Magazin, Anzeigenabteilung  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover

➔ Weiterlesen, wo andere aufhören.





Foto: © GIZ/David Degner



Bundesministerium für  
wirtschaftliche Zusammenarbeit  
und Entwicklung

Dieses Programm wird gemeinsam von der Europäischen Union und dem  
Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung finanziert.

## Sie suchen kompetente Auszubildende und Fachkräfte für den IT-Bereich?

Das Projekt „**Unterstützung regulärer Arbeitsmigration und -mobilität zwischen Nordafrika und Europa**“ (THAMM) vermittelt Ihnen kompetente Auszubildende aus Tunesien für eine Ausbildung als **Fachinformatiker\*in** sowie ausgebildete **IT-Softwareentwickler\*innen** mit Berufspraxis aus Ägypten. Dabei werden Sie und Ihre neuen Mitarbeiter\*innen im gesamten Prozess der Rekrutierung, Einreise und Integration begleitet.

Erfahren Sie mehr bei einer **virtuellen Informationsveranstaltung** für Arbeitgeber\*innen am 29. April 2022 von 12h – 13h.  
(Anmeldung über [marie.bunsen@giz.de](mailto:marie.bunsen@giz.de))

Die Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH führt das THAMM Projekt in Kooperation mit der Bundesagentur für Arbeit durch und gestaltet so gemeinsam mit Akteuren in Nordafrika und in Deutschland Wege sicherer und fairer Arbeitsmigration.

Weitere Informationen zum THAMM Projekt:  
<https://www.arbeitsagentur.de/vor-ort/zav/thamm>

Durchgeführt von:

**giz** Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

In Kooperation mit:

**Bundesagentur  
für Arbeit**



# HIER KÖNNTE IHR

**Seminar-Angebot viele Hunderttausend wissenshungrige Leser erreichen.  
Dazu müsste an dieser Stelle nur Ihr**

# SEMINAR STEHEN

**Und das zu außergewöhnlich günstigen Konditionen.  
Mehr Infos gibt es unter +49 (0) 511 53 52-165 oder -221.**

➔ **Weiterlesen, wo andere aufhören.**





# Das Magazin von Fotografen für Fotografen



**Drohnenfotografin und  
c't Fotografie-Autorin**

Andrea Künstle, fotografiert u. a.  
in Deutschland, Sumatra,  
Kambodscha und vielen anderen  
Ländern.

*„Fotografie ist für mich nicht  
schauen, sondern fühlen!“*

Andrea Künstle



© Andrea Künstle

**35%  
Rabatt**



## 2x c't Fotografie testen

- 2 Ausgaben kompaktes Profiwissen für 14,30 €
- 35 % Rabatt gegenüber Einzelheftkauf
- Inkl. Geschenk nach Wahl
- Wöchentlicher Newsletter exklusiv für Abonnenten

Jetzt bestellen:

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



## Gestalten Sie Ihre Zukunft!

Als zentrale Landesbehörde erfüllt die ADD vielseitige und abwechslungsreiche Aufgaben. Dabei legen wir hohen Wert auf die Arbeitsbedingungen und die Vereinbarkeit von Beruf und Familie!

Zur Verstärkung unseres Teams suchen wir am Standort **Neustadt an der Weinstraße** eine:n

### Java Webentwickler:in (m/w/d)

**Jetzt noch bis zum 20.04.2022 bewerben!**

Weitere Infos finden Sie auf unserer Homepage [www.add.rlp.de](http://www.add.rlp.de) unter **Service/Stellenanzeigen**



Rheinland-Pfalz

AUFSICHTS- UND  
DIENSTLEISTUNGSDIREKTION



Heise Gruppe

## JOB GESUCHT?

Ein gutes Team braucht viele verschiedene kluge und kreative Köpfe – und gleichzeitig den Freiraum, diese Potenziale zu entfalten und einzusetzen.

Gestalten Sie mit uns die Zukunft der Medienwelt!

Jetzt informieren und bewerben unter [www.heise-gruppe.de/karriere](http://www.heise-gruppe.de/karriere).



Heise Medien

**c't Redakteur (m/w/d) / Volontär (m/w/d) IT Security**



Wir sind c't – das größte Magazin Europas für IT und Technik. Wir setzen uns mit Leidenschaft für diese Themen ein. Werde Teil unserer Community und arbeite in unserer 70 köpfigen Redaktion als Redakteur (m/w/d) oder Volontär (m/w/d) mit.

### Deine Aufgaben

- Für Print und Online schreibst Du Artikel rund um das Thema Security und arbeitest dafür mit internen und externen Experten zusammen. Du gestaltest die Themen!
- Analysiere und erkläre Sicherheitslücken und Datenlecks. Das hilft den Lesern, nicht Opfern von Angreifern zu werden.
- Das c't Magazin weiter denken: Zusammen mit einem tollen Team entwickelst Du Themen und Formate, von Podcasts über Social bis zu Webinaren.

### Deine Talente

- Du weißt, dass RSA keine Programmiersprache ist, hältst Twisted Pair nicht für eine neue Trendsportart und blüht in Details von Seitenkanalattacken geradezu auf.
- Wenn Du gern komplizierte Sachverhalte einfach erklärst und Spaß am Schreiben hast, bist Du bei uns richtig. Vor allem aber zählt Dein Wunsch und Deine Ausdauer, diese Talente zu perfektionieren.
- Englische Fachtexte verstehst Du ohne Wörterbuch und kannst Dich im Austausch mit internationalen Experten in dieser Sprache verständlich ausdrücken.

**Ihr Ansprechpartner**  
Peter Siering,  
Ressortleiter c't  
Tel.: 0511 5352-329

Bitte bewirb Dich online: [karriere.heise-gruppe.de](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 Ihre Bewerbung!**





# Inserenten\*

1&1 Telecom GmbH, Montabaur .....	47
1blu AG, Berlin .....	21
AfB gemeinnützige GmbH, Ettlingen .....	45
AVM Computersysteme Vertriebs GmbH, Berlin .....	2
Cordaware GmbH, Pfaffenhofen .....	9, 51
EXTRA Computer GmbH, Giengen-Sachsenhausen .....	11
Fernschule Weber, Großenkneten .....	187
GIZ Ges. für internationale Zusammenarbeit, Hamburg .....	189
Hetzner Online GmbH, Gunzenhausen .....	196
OTECH Germany GmbH, Düsseldorf .....	39
Platinion GmbH, Köln .....	195
Polarise - Imprint der dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg .....	89
Thomas Krenn.com, Freyung .....	73
Wiesemann & Theis GmbH, Wuppertal .....	41
WORTMANN AG, Hüllhorst .....	4,5

## Stellenanzeigen

Aufsichts- und Dienstleistungsdirektion, Trier .....	191
Heise Medien GmbH & Co. KG, Hannover .....	191

## Veranstaltungen

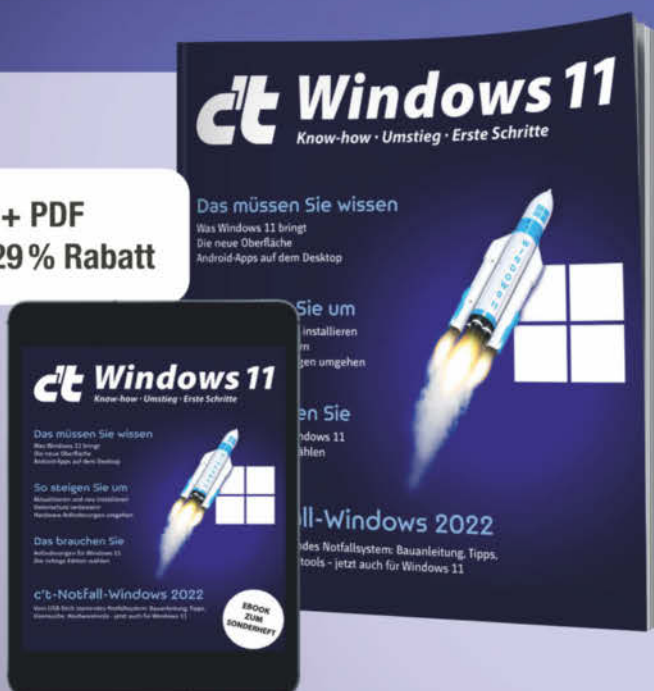
heise Security Tour	heise Security	12
Data Science im Unternehmen	heise Academy	29
devSec	heise Security, heise Developer, dpunkt.verlag	77
CloudLand	DOAG, Heise Medien	91
work2morrow	heise Academy, DER SPIEGEL	111
building IoT	iX, heise Developer, dpunkt.verlag	131
Inside Agile	heise Developer, dpunkt.verlag	157
c't workshops	c't, heise Events	163
Mastering Microservices	heise Academy	171

Ein Teil dieser Ausgabe enthält Beilagen von OUTFITTERY GmbH, Berlin.

\* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich.  
Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.

# Lift-off oder Bruchlandung?

Heft + PDF  
mit 29 % Rabatt



Im vergangenen Oktober hat Microsoft Windows 11 veröffentlicht. Die IT-Welt stellt sich die Frage: Was kann es mehr? Will ich es haben? Warum setzt MS die Hardware-Anforderungen so hoch? Diese Fragen und noch mehr beantwortet Ihnen das Sonderheft c't Windows 11:

- Erste Handgriffe und Einrichten von Windows 11
- c't-Notfall-Windows hilft bei Virensuche, Datenrettung und Hardware-Diagnose
- Hardware-Anforderungen umsetzen und Setup ohne Hardware-Prüfung
- Grafische Oberfläche für Android-Apps und Linux-Anwendungen

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



[shop.heise.de/ct-windows11](https://shop.heise.de/ct-windows11)



# 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:** „Optimal einloggen“:  
Niklas Dierking (*ndi@ct.de*), „Textmaschine GPT-3“: Arne Grävemeyer (*agr@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 (*ach@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*), Anke Brandt (*abr@ct.de*), Arne Grävemeyer (*agr@ct.de*),  
Markus Montz (*mon@ct.de*), Peter Schmitz (*psz@ct.de*), Sylvester Tremmel (*sytt@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 Schirmacher (*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 (*avx@ct.de*)

### Ressort Hardware

**Leitende Redakteure:** Christof Windeck (*ciw@ct.de*), Ulrike Kuhlmann (*uk@ct.de*),  
Dušan Živadinović (*dz@ct.de*)  
**Redaktion:** Ernst Ahlers (*ea@ct.de*), 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 Müssig (*muc@ct.de*), Rudolf Opitz (*rop@ct.de*), Carsten Spille (*csp@ct.de*)

### Ressort Mobiles, Entertainment & Gadgets

**Leitende Redakteure:** Jörg Wirtgen (*jow@ct.de*), Jan-Keno Janssen (*jkj@ct.de*)  
**Redaktion:** Robin Brand (*rbr@ct.de*), Sven Hansen (*sha@ct.de*), Steffen Herget (*shh@ct.de*),  
Nico Jurrán (*nij@ct.de*), André Kramer (*akr@ct.de*), Michael Link (*mil@ct.de*),  
Urs Mansmann (*uma@ct.de*), Stefan Portek (*spo@ct.de*), Christian Wölbelt (*cwo@ct.de*)

**c't online:** Ulrike Kuhlmann (*Ltg*, *uk@ct.de*)

**Koordination News-Teil:** Hartmut Gieselmann (*hag@ct.de*), Christian Wölbelt (*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 (*dfr@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 89/4271 86-0,  
Fax: 0 89/4271 86-10

**Ständige Mitarbeiter:** Leo Becker (*lbe@ct.de*), Detlef Borchers, Herbert Braun (*heb@ct.de*),  
Tobias Engler, Monika Ermert, Stefan Krempf, Ben Schwan (*bsc@ct.de*), Christiane  
Schulzki-Haddouti

**DTP-Produktion:** Mike Bunjes, Birgit Graff, Angela Hilberg, Martin Kreft, Jessica Nachtigall,  
Astrid Seifert, Dieter Wahnert, Ulrike Weis

**Junior Art Director:** Martina Bruns

**Fotografie:** Andreas Wodrich, Melissa Ramson

**Videoproduktion:** Johannes Börnsen

**Digitale Produktion:** Melanie Becker, Kevin Harte, Martin Kreft, Pascal Wissner

### Illustrationen

Jan Binstakies, Hannover, Rudolf A. Blaha, Frankfurt am Main, Thorsten Hübner, Berlin,  
Albert Hulm, Berlin, Sven Hauth, Schulp, Thomas Kühlenbeck, Münster, Timo Lenzen, Berlin,  
Andreas Martini, Wettin, Henning Rathjen, Oberursel

**Editorial:** Hans-Jürgen „Mash“ Marhenke, Hannover, **Schlagseite:** Ritsch & Renn, Wien,

**c't-Logo:** Gerold Kalter, Rheine

**c't-Krypto-Kampagne:** Infos zur Krypto-Kampagne unter <https://ct.de/pgp>. Die Authentizität  
unserer Zertifizierungsschlüssel lässt sich mit den nachstehenden Fingerprints überprüfen:

Key-ID: 5C1C1DC5BEEDD33A  
ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@heise.de>  
D337 F0C6 7EB9 09EA D1FC 0065 5C1C 1DC5 BEED D33A  
Key-ID: 2BAE3CF6DAFFB000  
ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>  
A3B5 24C2 01A0 D0F2 355E 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF B000  
Key-ID: DBD245FCB3B2A12C  
ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>  
19ED 6E14 58EB A451 C5E8 0871 DBD2 45FC B3B2 A12C

**heise Investigativ:** Über diesen sicheren Briefkasten können Sie uns anonym informieren.  
Anonymer Briefkasten: <https://heise.de/investigativ>  
via Tor: [ayznmmonmewb2tjvgf7ym4t2726muprjvwckzx2vhf2hbarbbzydm7oad.onion](https://ayznmmonmewb2tjvgf7ym4t2726muprjvwckzx2vhf2hbarbbzydm7oad.onion)

## Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-0  
Telefax: 05 11/53 52-129  
Internet: www.heise.de

**Herausgeber:** Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

**Geschäftsführer:** Ansgar Heise, Beate Gerold

**Mitglieder der Geschäftsleitung:** Jörg Mühle, Falko Ossmann

**Anzeigenleitung:** Michael Hanke (-167)  
(verantwortlich für den Anzeigenteil),  
[www.heise.de/mediadaten/ct](http://www.heise.de/mediadaten/ct)

**Anzeigenpreise:** Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 39 vom 1. Januar 2022.

**Anzeigen-Auslandsvertretung (Asien):** Media Gate Group Co., Ltd.,  
7F., No. 182, Section 4, Chengde Road, Shilin District, 11167 Taipei City, Taiwan,  
[www.mediagate.com.tw](http://www.mediagate.com.tw)  
Tel.: +886-2-2882-5577, Fax: +886-2-2882-6000,  
E-Mail: [mei@mediagate.com.tw](mailto:mei@mediagate.com.tw)

**Leiter Vertrieb und Marketing:** André Lux (-299)

**Werbeleitung:** Julia Conrades (-156)

**Service Sonderdrucke:** Julia Conrades (-156)

**Druck:** Firmengruppe APPL, appl druck, Senefelderstr. 3-11, 86650 Wemding

**Kundenkonto in der Schweiz:** PostFinance, Bern, Kto.-Nr. 60-486910-4,  
BIC: POFICHBEXXX, IBAN: CH73 0900 0000 6048 6910 4

**Vertrieb Einzelverkauf:**

DMV Der Medienvertrieb GmbH & Co. KG  
Meßberg 1  
20086 Hamburg  
Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 1815  
E-Mail: [info@dermedienvertrieb.de](mailto:info@dermedienvertrieb.de)

### c't erscheint 14-tätiglich

Einzelpreis 5,90 €; Österreich 6,50 €; Schweiz 9,90 CHF; Belgien, Luxemburg 6,90 €;  
Niederlande 7,20 €; Italien, Spanien 7,40 €, Dänemark 64,00 DKK

**Abonnement-Preise:** Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten: Inland 139,05 €,  
Österreich 149,85 €, Europa 159,30 €, restl. Ausland 184,95 € (Schweiz 228.15 CHF);  
ermäßigtes Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende (nur gegen Vorlage einer  
entsprechenden Bescheinigung): Inland 79,65 €, Österreich 87,75 €, Europa 93,15 €,  
restl. Ausland 108,00 € (Schweiz 133.65 CHF). c't-Plus-Abonnements (inkl. Zugriff auf  
das c't-Artikel-Archiv sowie die App für Android und iOS) kosten pro Jahr 24,30 €  
(Schweiz 29.70 CHF) Aufpreis. Ermäßigtes Abonnement für Mitglieder von AUGE,  
bdvb e.V., BvDW e.V., /ch/open, GI, GUUG, ISACA Germany Chapter e.V., JUG Switzerland,  
VBIO, VDE und VDI (gegen Mitgliedsausweis): Inland 104,29 €, Österreich 112,39 €,  
Europa 119,48 €, restl. Ausland 138,71 € (Schweiz 171.11 CHF). Luftpost auf Anfrage.

### Leserservice:

Bestellungen, Adressänderungen, Lieferprobleme usw.

Heise Medien GmbH & Co. KG

Leserservice

Postfach 24 69

49014 Osnabrück

E-Mail: [leserservice@ct.de](mailto:leserservice@ct.de)

Telefon: 05 41/8 00 09-120

Fax: 05 41/8 00 09-122


**c't abonnieren:** Online-Bestellung via Internet ([www.ct.de/abo](http://www.ct.de/abo))  
oder E-Mail ([leserservice@ct.de](mailto:leserservice@ct.de)).

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch  
die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Kein Teil dieser Publikation darf  
ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert  
oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet  
werden. Die Nutzung der Programme, Schaltpläne und gedruckten Schaltungen ist nur zum  
Zweck der Fortbildung und zum persönlichen Gebrauch des Lesers gestattet.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Haftung übernommen werden. Mit  
Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das  
Exklusivrecht zur Veröffentlichung. Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des  
Verlages über. Sämtliche Veröffentlichungen in c't erfolgen ohne Berücksichtigung eines  
eventuellen Patentschutzes.

Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.  
Hergestellt und produziert mit Xpublisher: [www.xpublisher.com](http://www.xpublisher.com)  
Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt auf chlorfreiem Papier.

© Copyright 2022 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA 



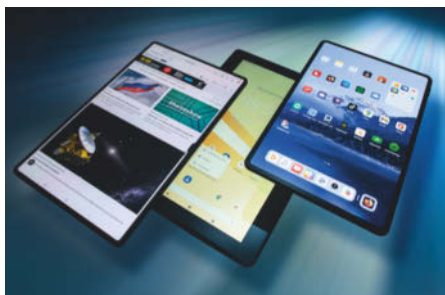
# Vorschau **ct** 10/2022

Ab 23. April im Handel und auf [ct.de](https://ct.de)



## Schnelle SSDs mit PCIe 3.0 und 4.0

Egal ob Neubau oder Renovierung eines PCs, als Startlaufwerk muss eine schnelle SSD rein. Wir haben mehr als ein Dutzend PCIe-SSDs getestet, manche mit PCIe 3.0, andere mit der Version 4.0. Dabei gab es einige Überraschungen.



## Tablets mit extragroßem Display

Tablets mit großen Bildschirmen stellen Apps übersichtlich und gut lesbar dar. Doch wie steht es mit der übrigen Ausstattung? Wir fühlen XXL-Tablets mit Android, HarmonyOS, iOS und Windows zu Preisen zwischen 300 und weit über 1000 Euro auf den Zahn.

## Alternative E-Auto

E-Auto-Besitzer zucken bei den aktuellen Spritpreisen mit den Schultern. Doch der Umstieg vom Verbrenner fällt deutlich leichter, wenn man weiß, worauf man beim Kauf achten muss. Wir erklären die Technik, räumen mit Vorurteilen auf und kalkulieren die Fahrtkosten für ausgewählte Modelle.

## Gesunde Mediendiät

Fear of Missing out, Doomscrolling, Fake News, Hate Speech: Das algorithmisch vorgefertigte Nachrichten-Fast-Food im Netz ist nicht gesund. Mit unseren Rezepten stellen Sie sich ein individuelles und ausgewogenes News-Menü zusammen.

## Livestreaming auf Twitch

Millionen Menschen schauen anderen auf der Livestreaming-Plattform Twitch beim Computerspielen, bei der Arbeit oder beim Hobby zu. Mit wenig Aufwand kann jeder loslegen, um sich dort eine Community aufzubauen und Geld zu verdienen. Wir zeigen, wie das geht.

Noch mehr  
Heise-Know-how



MIT Technology Review  
3/2022 jetzt im Handel und  
auf [heise-shop.de](https://heise-shop.de)



c't Fotografie, Kreative Foto-  
ideen 2022 jetzt im Handel  
und auf [heise-shop.de](https://heise-shop.de)



Make: 2/22 jetzt im Handel  
und auf [heise-shop.de](https://heise-shop.de)





BCG  
PLATINION

# TAKE CTRL OF YOUR CAREER

**Setze neue Maßstäbe für die digitale Zukunft.**

Bei BCG Platinion liegt die Zukunftsfähigkeit globaler Unternehmen in deinen Händen. Als führende IT-Beratung und Teil der Boston Consulting Group arbeiten wir mit unseren Kunden auf höchster Ebene an den geschäftskritischen Herausforderungen der Digitalisierung. Profitiere von den Chancen unseres weltweiten Netzwerks und präge mit uns die Welt von morgen.

Alle Infos auf [bcgplatinion.com](http://bcgplatinion.com)



# HETZNER

# LET YOUR BUSINESS GROW



## Seasons Special

Sparen Sie bis zu 117,81 €

Mit frischem Wind in den Frühling. Starten Sie jetzt ein neues Projekt!

Erweitern Sie Ihre Infrastruktur mit unseren Dedizierten Root Servern und sparen Sie sich die Setupgebühr bei allen AX-Servern mit AMD Ryzen™ CPUs!

**AMD**  
**RYZEN**

## z.B. Dedicated Root Server AX41-NVMe

- ✓ AMD Ryzen™ 5 3600  
Simultaneous Multithreading
- ✓ 64 GB DDR4 RAM
- ✓ 2 x 512 GB NVMe SSD
- ✓ 100 GB Backup Space
- ✓ Unbegrenzter Traffic
- ✓ Keine Mindestvertragslaufzeit
- ✓ Standort Finnland und Deutschland
- ✗ ~~Setupgebühr 46,41 €~~

Setupgebühr **0** € monatlich ab **40**,46 €

Alle Preise inkl. 19% USt. Preisänderungen und Irrtümer vorbehalten.  
Alle Rechte bei den jeweiligen Herstellern.

[hetzner.com/special](https://hetzner.com/special)