



So schützen Sie Windows-PC, Smartphone, Homeoffice ...

# c't-Security-Checklisten 2021



- Corel PaintShop Pro 2021
- Schnelle SSDs für Server
- Samsung Galaxy Note20
- Leichtes 17-Zoll-Notebook

Für Intel Core i-10000

## Mainboards ab 60 Euro

Add-ons für Chrome, Firefox, Safari

Wasserstoffautos im Praxis-Check

Lauschangriff per Fernrohr

Geld verdienen mit Stockfotografie

Quantencomputer programmieren

Windows-VMs per Skript erstellen



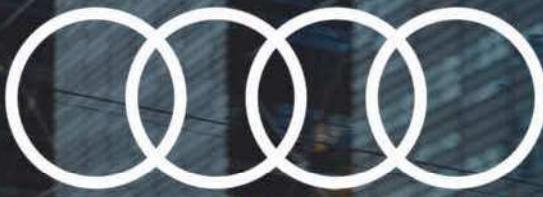
Test und Praxis für Homeoffice und Meetings

# Perfekte Videokonferenzen

Webcams • Audio-Ausstattung • Konferenz-Software

€ 5,20  
AT € 5,70 | LUX, BEL € 6,00  
NL € 6,30 | IT, ES € 6,50  
CHF 7.60 | DKK 57,00





# Elektrisierende Gelegenheit.

Jetzt exklusiv für Businesskunden<sup>1</sup>: rein elektrisch Audi e-tron fahren für nur € 399,- pro Monat zzgl. MwSt.



Jetzt digital erleben.  
Kosten laut Mobilfunkvertrag.

Sichern Sie sich den Umweltbonus inklusive Innovationsprämie<sup>2</sup> und das kostenfreie Servicepaket Audi ServiceKomfort<sup>3</sup>.

**€ 399,-**  
pro Monat zzgl. MwSt.

Leasingbeispiel für Businesskunden<sup>1</sup>: Audi e-tron S line 50 quattro<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Stromverbrauch (kombiniert) in kWh/100 km: 23,6-21,4 (NEFZ); 25,4-21,8 (WLTP); CO<sub>2</sub>-Emissionen (kombiniert) in g/km: 0; Effizienzklasse: A+. Angaben zu den Kraftstoff-/Stromverbräuchen und CO<sub>2</sub>-Emissionen bei Spannbreiten in Abhängigkeit von der gewählten Ausstattung des Fahrzeugs.

Leistung:	71 kWh/230 kW
Vertragsdauer:	36 Monate
Jährliche Fahrleistung:	10.000 km
Monatliche Leasingrate:	€ 399,- zzgl. MwSt.
Sonderzahlung (entspricht Bundesanteil am Umweltbonus <sup>2</sup> ):	€ 5.000,-
Audi ServiceKomfort <sup>3</sup> monatlich:	€ 0,-

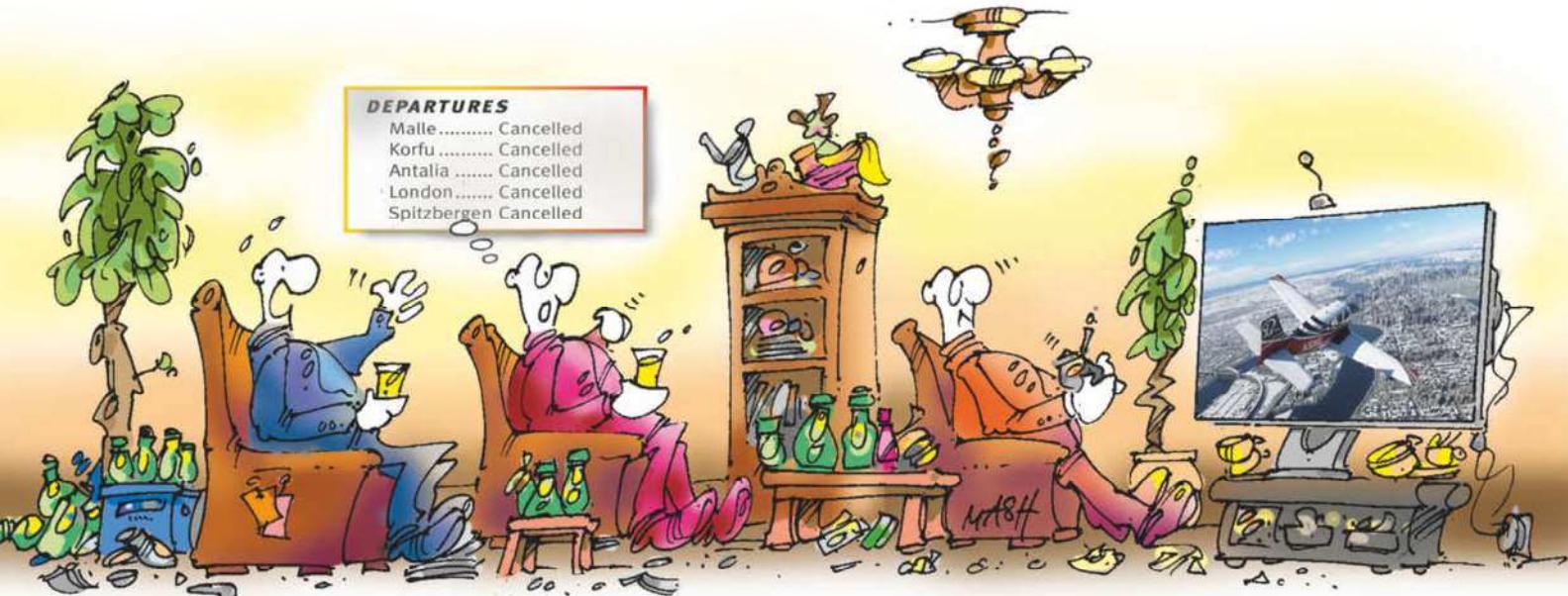
Ein Angebot der Audi Leasing, Zweigniederlassung der Volkswagen Leasing GmbH, Gifhorner Straße 57, 38112 Braunschweig. Zzgl. Überführungskosten und MwSt. Bonität vorausgesetzt. Nur beim teilnehmenden Audi Partner erhältlich.

<sup>1</sup> Das Angebot gilt nur für Kunden, die zum Zeitpunkt der Bestellung bereits sechs Monate als Gewerbetreibender (ohne gültigen Konzern-Großkundenvertrag bzw. in keinem gültigen Großkundenvertrag bestellberechtigt), selbstständiger Freiberufler, selbstständiger Land- und Forstwirt oder Genossenschaft aktiv sind.

<sup>2</sup> Etwige Rabatte bzw. Prämien sowie der Herstelleranteil am Umweltbonus sind im Angebot bereits berücksichtigt. Der Erwerb (Kauf oder Leasing) eines neuen Audi e-tron 50 quattro<sup>4</sup> durch Privatpersonen, Unternehmen, Stiftungen, Körperschaften und Vereine nach dem 18.05.2016 wird mit dem Umweltbonus inklusive Innovationsprämie gefördert, sofern das Fahrzeug nach dem 03.06.2020 und bis zum 31.12.2021 zugelassen und der Erwerb nicht zugleich mit anderen öffentlichen Mitteln gefördert wird. Das Fahrzeug muss im Inland auf den/die Antragsteller/-in zugelassen werden (Erstzulassung) und mindestens sechs Monate zugelassen bleiben. Sofern das Fahrzeug nach dem 04.11.2019 erstmalig zum Straßenverkehr zugelassen wird, beträgt die Höhe des Umweltbonus inklusive Innovationsprämie insgesamt € 7.500,-. Ein Drittel des Umweltbonus wird seitens der AUDI AG direkt auf den Nettokaufpreis gewährt, zwei Drittel des Umweltbonus (Bundesanteil am Umweltbonus inklusive Innovationsprämie) werden nach positivem Zuwendungsbescheid auf Antrag beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) unter [www.bafa.de](http://www.bafa.de) ausbezahlt. Der Antrag auf Gewährung des Bundesanteils am Umweltbonus muss spätestens ein Jahr nach Zulassung über das elektronische Antragsformular unter [www.bafa.de](http://www.bafa.de) eingereicht werden. Auf die Gewährung des Umweltbonus besteht kein Rechtsanspruch und die Förderung endet mit Erschöpfung der bereitgestellten Fördermittel, spätestens jedoch zum 31.12.2025. Nähere Informationen zum Umweltbonus sind auf den Internetseiten des BAFA unter [https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Elektromobilitaet/Neuen\\_Antrag\\_stellen/neuen\\_antrag\\_stellen.html](https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Elektromobilitaet/Neuen_Antrag_stellen/neuen_antrag_stellen.html) abrufbar.

<sup>3</sup> Beinhaltet Inspektion und Verschleiß der Audi Leasing, Zweigniederlassung der Volkswagen Leasing GmbH, Gifhorner Straße 57, 38112 Braunschweig. Mit identischer Laufzeit-Lauffleistungs-Kombination ist die Audi Anschlussgarantie der AUDI AG, Auto-Union-Str. 1, 85045 Ingolstadt, kostenlos zu Audi ServiceKomfort für Neuwagen zubuchbar. Gültig für gewerbliche Einzelkunden inkl. ausgewählter Sonderabnehmer und bis zum 30.09.2020. Laufzeit 12-48 Monate und Fahrleistung bis 32.500 km p. a. Nur für Neuwagen.

Das abgebildete Fahrzeug ist teilweise mit Sonderausstattungen gegen Mehrpreis ausgerüstet.



## Flugreisen: Mehr Simulation wagen

Wenn es noch eines Beweises bedurfte hätte, dass Corona von Bill Gates gesteuert wird, sollten mit der Veröffentlichung des neuen Flugsimulators aus Redmond die letzten Zweifel beseitigt sein: Wie sonst konnte die Softwareschmiede wissen, dass ich gerade jetzt nichts dringender gebraucht habe als simuliertes Fliegen am PC?

Ohne das Haus verlassen zu müssen entflehe ich der Verödung des Homeoffice. Wer wollte sich da noch in ein echtes Flugzeug quetschen? Okay, der markante Schornstein der Alfelder Papierfabrik fehlt und auch das Welfenschloss Marienburg gibt es nur rudimentär. Aber sonst ist das malerische Leinetal wirklich verdammt gut getroffen. Rundflüge über Malle mit dem Simulator sind bestimmt auch ganz zauberhaft und garantiert so virenfrei wie das eigene Wohnzimmer.

Könnte man nicht auch viele andere Freizeitaktivitäten in die virtuelle Welt verlegen? Alles, was lärmst und nervt und dem Klima schadet? Etwas all die Motorräder, die sich an schönen Wochenenden lautstark und stinkend durchs Leinebergland schlängeln. Die Vibratoren des Motors, die Biker so lieben, ließen sich mit moderner Beschallungsstechnik ohne Weiteres auf einen entsprechenden Sitz übertragen.

Der Nervenkitzel käme dabei ebenfalls nicht zu kurz. Schließlich bekommt die KI des Flug-

simulators ganz autonom die eine oder andere Bruchlandung hin. Warum sollte es da beim simulierten Formel-1- oder Motor-GP nicht auch zu atemberaubenden Crashes und spektakulären Stürzen kommen? Ohne Risiko und absolut hygienisch. Wie schön könnte die Welt doch sein, wenn man mehr simulieren würde. Keine Staus mehr im Winter Richtung Alpen und keine mit Bettenburgen zubetonierten Täler mehr.

Für solche Vergnügungen am PC könnte man – Versorgung der Rechenzentren mit erneuerbarer Energie vorausgesetzt – selbst Greta Thunberg begeistern. Die hat doch bestimmt gemeinsam mit Gates auch die Fertigstellung des Berliner Flughafens hinausgezögert, den man in der Simulation wie real vermisst. So kann Microsoft uns die detailgetreue Nachbildung später als Add-on verkaufen. Aber egal, was es kostet, ich werde bei der Eröffnung live dabei sein. Im Simulator, versteht sich.



*Tim Gerber*

Tim Gerber

# Excellence Secured



---

**Wir glauben an Höchstleistung.  
Wir schützen die Daten von Ferrari.  
Wir arbeiten seit 2010 zusammen.**

[kaspersky.com/scuderiaferrari](http://kaspersky.com/scuderiaferrari)



SPONSOR  
SCUDERIA FERRARI



# Inhalt c't 20/2020

## Titelthemen

---

### c't-Security-Checklisten 2021

- 18 **Sicherheit** mit wenigen Handgriffen
- 20 **Homeoffice** ohne Gefahr für die Firma
- 21 **Windows 10** Schutz mit Bordmitteln
- 22 **Smartphones** Android und iOS sichern
- 23 **WLAN-Router** Ungebetene Gäste fernhalten
- 24 **E-Mail** ohne Spam, Tracker und Mitleser
- 26 **Messenger** Accounts schützen
- 28 **Browser** richtig konfigurieren
- 29 **Social Media** Nicht zu viel preisgeben
- 30 **Online-Banking** Geld in Sicherheit
- 31 **Backups** für den Ernstfall
- 32 **Passwörter & Accounts** Sicher vor Hackern
- 33 **Server & Hosting** ohne Datenlecks

### Perfekte Videokonferenzen

- 68 **Homeoffice** Produktiver Arbeitsplatz
- 70 **Videokonferenzprogramme** Tipps und Infos
- 76 **Webcams** fürs Webmeeting
- 82 **Klangqualität** verbessern
- 84 **Recht** Darf Homeoffice angeordnet werden?

### Mainboards ab 60 Euro

- 84 **Preiswerte Boards** für Intel Core i-10000

## Aktuell

---

- 16 **Digitale Schulen** BaWü will Microsoft 365 einführen
- 34 **Web-Tipps** Usability, Corona, Verbraucherschutz
- 38 **Interview** Software-Entwicklung bei VW
- 40 **Internet** Android-Firefox, Telematik-Streit
- 41 **Elektronische Signatur** boomt wegen Corona
- 42 **Software-Lizenzen** Hausdurchsuchung bei Lizengo
- 43 **NFC-Bezahlfunktion** Visa-Karten geknackt
- 44 **Windows** Release Preview, Enterprise-Support
- 46 **Hardware** GeForce RTX 3000, robuste SSD
- 48 **Bit-Rauschen** Notebook-Mangel, CPU-Ausblick
- 49 **Prozessoren** Intel Core i Tiger Lake
- 50 **Server & Storage** Ryzen-Serverboard, NAS-Platte
- 52 **Apple** Corona-Tracing, Store-Streit, Ökobilanz
- 53 **Falt-Smartphone** Samsung Galaxy Z Fold2
- 54 **Sensoren** Elektrode detektiert Eis
- 55 **Embedded** Industrie-Raspi, Raspi-Rack
- 56 **Netze** NAS erkennt Gesichter

- 58 **Forschung** Roboterhund, DNA-Speicher
- 60 **IT-Politik** Windows 7 in Behörden, Steuer-ID
- 61 **Corona-Datenleck** Ungeschützte Kontaktlisten
- 62 **Umweltschutz** Neue Module fürs Fairphone
- 63 **Videostreaming** Netflix grüner als gedacht
- 64 **Smartes Licht** Neue Leuchten von Philips
- 66 **Anwendungen** Foto-Show, Bildbearbeitung

## Test & Beratung

---

- 86 **Neue iMacs**
- 88 **LAN-Tester** Netool für Netzwerker
- 90 **Notebook-Prozessor** AMD Ryzen 7 4800U
- 92 **ATX-Mainboard** für Epyc-Serverprozessor
- 94 **Server-CPUs** Intel Xeon E-2226G & E-2288G
- 95 **Notebook mit LED-Deckel** AniMe Matrix Display
- 96 **Edel-Notebook** Dell XPS 15
- 98 **Leichtes 17-Zoll-Notebook**
- 100 **Security-Kameras** D-Link DCS
- 101 **In-Ear-Headset** Sennheiser CX 400BT
- 102 **Elektroauto** Renault Zoe Phase II
- 104 **E-Klapprad** Gocycle GX
- 106 **Smarter Fahrradhelm** Sena R1 Evo

## 18 c't-Security-Checklisten 2021



Die Neuauflage der beliebten c't-Checklisten erklärt anschaulich, wie man Smartphone, Rechner, Netzwerk und vieles mehr im Handumdrehen sicher einrichtet. Dieses Mal steht das sichere Arbeiten im Homeoffice im Fokus.

- 108 Privacy-App** Access Dots
- 108 Fernwartung** AnyDesk 6
- 110 Add-ons für Chromium-Browser, Firefox, Safari**
- 116 Corel PaintShop Pro 2021**
- 124 Schnelle SSDs für Server**
- 128 Samsungs Galaxy Note20**
- 132 HDMI-Bildmischpult** Atem Mini Pro ISO
- 174 Abenteuerspiel** Creak
- 182 Bücher** WordPress 5, Homeoffice-Ratgeber

## Wissen

- 134 Zahlen, Daten, Fakten** Datenpannen
- 136 Lauschangriff per Fernrohr**
- 140 Wasserstoffautos im Praxis-Check**
- 146 Quantencomputer programmieren**
- 154 Starlink-Satelliten** Schnelles Internet überall

## Praxis

- 158 Geld verdienen mit Stockfotografie**
- 162 Windows-VMs per Skript erstellen**
- 170 Linux** Schneller arbeiten mit der Bash-History

## Immer in ct

- 3 Standpunkt** Flugreisen simulieren
- 10 Leserforum**
- 15 Schlagseite**
- 36 Vorsicht, Kunde** Vodafone verweigert Widerruf
- 176 Tipps & Tricks**
- 180 FAQ** Fitnessdaten von Wearables
- 184 Story** PAL
- 192 Inserentenverzeichnis**
- 193 Impressum**
- 194 Vorschau 21/2020**



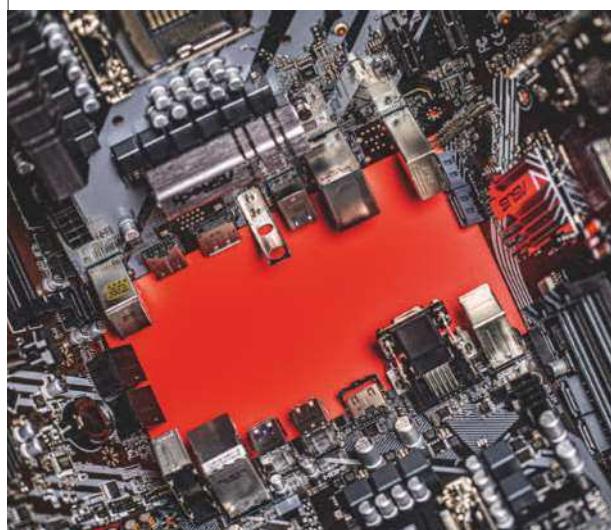
*c't Hardcore kennzeichnet im Heft besonders anspruchsvolle Artikel.*

## 68 Perfekte Videokonferenzen



Teamarbeit funktioniert auch im Homeoffice – per Videokonferenz. Dabei kommt es nicht nur auf die richtige Konferenzsoftware an: Auch Webcam, Headset und Mikrofon sollten gut gewählt und eingerichtet sein.

## 118 Mainboards ab 60 Euro

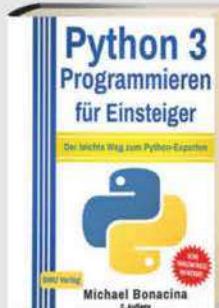


Mainboards für Intels aktuelle Desktop-PC-Prozessoren der zehnten Core-i-Generation bekommt man schon ab 60 Euro. Bei manchen muss man aber deutliche Abstriche bei Funktionsumfang und Spitzenleistung hinnehmen.

# Für Wissenshungrige

## Ausgewählte Fachliteratur

[shop.heise.de/buecher](http://shop.heise.de/buecher)



Michael Bonacina

### Python 3: Programmieren für Einsteiger

Dieses Buch legt besonderen Fokus auf die Objekt-orientierte Programmierung (OOP) und das Erstellen von grafischen Oberflächen. Nach dem Durcharbeiten der Übungsaufgaben des Buches kann der Leser eigene komplexere Python Anwendungen inklusive grafischer Oberfläche programmieren.

ISBN 9783966450072

[shop.heise.de/python3-einsteiger](http://shop.heise.de/python3-einsteiger)

13,90 € >



Christian Solmecke, Sibel Kocatepe

### DSGVO für Website-Betreiber

Ihr Leitfaden für die sichere Umsetzung der EU-Datenschutz-Grundverordnung. Experten erklären Schritt für Schritt, wie Sie Ihren Webauftritt vollständig rechtskonform gestalten – gut verständlich auch für Nichtjuristen.

ISBN 9783836267120

[shop.heise.de/dsgvo-websites](http://shop.heise.de/dsgvo-websites)

39,90 € >



Jörg Frochte

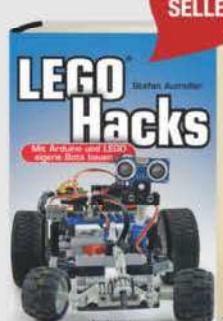
### Maschinelles Lernen (2. Aufl.)

Maschinelles Lernen ist ein interdisziplinäres Fach, das die Bereiche Informatik, Mathematik und das jeweilige Anwendungsgebiet zusammenführt. In diesem Buch werden alle drei Teilgebiete gleichermaßen berücksichtigt.

ISBN 9783446459960

[shop.heise.de/maschinelles-lernen](http://shop.heise.de/maschinelles-lernen)

38,00 € >



BEST-SELLER

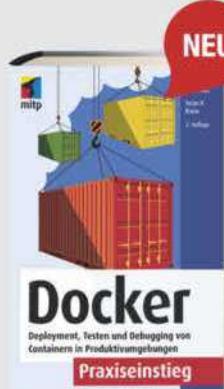
### LEGO® Hacks

Dieses Buch zeigt, wie aus LEGO und dem Arduino faszinierende Modelle werden. Lernen Sie, Sensoren und Aktoren, mit LEGO-Elementen zu verbinden und daraus viele neue spannende Projekte aufzubauen. Auch Grundlagen der Elektronik werden Ihnen vermittelt.

ISBN 9783864906435

[shop.heise.de/buch-legohacks](http://shop.heise.de/buch-legohacks)

29,90 € >



NEU

Karl Matthias, Sean P. Kane

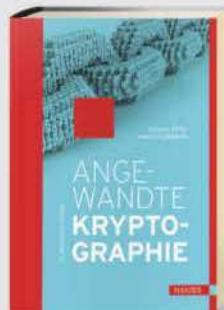
### Docker Praxiseinstieg (2. Aufl.)

Lernen Sie, wie Sie Docker-Images Ihrer Anwendungen erstellen, testen und deployen sowie skalieren können, und wie Sie die Container in der Produktivumgebung pflegen und warten. Die Einrichtung und das Testen von Docker-Anwendungen kommen ebenso zur Sprache wie das Debugging eines laufenden Systems.

ISBN 9783958459380

[shop.heise.de/docker-praxis2](http://shop.heise.de/docker-praxis2)

25,99 € >



Wolfgang Ertel, Ekkehard Löhmann

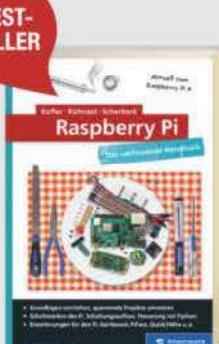
### Angewandte Kryptographie (6. Aufl.)

Ziel des Buches ist es, Grundwissen über Algorithmen und Protokolle zu vermitteln und kryptographische Anwendungen aufzuzeigen. Mit so wenig Mathematik wie nötig, aber vielen Beispielen, Übungsaufgaben und Musterlösungen.

ISBN 9783446463134

[shop.heise.de/kryptographie6](http://shop.heise.de/kryptographie6)

34,99 € >



BEST-SELLER

### Raspberry Pi (6. Aufl.)

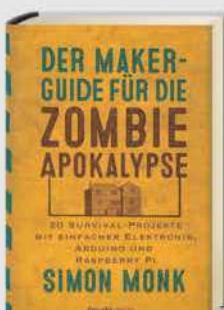
Das umfassende Handbuch mit über 1.000 Seiten komplettem Raspberry-Wissen, um richtig durchstarten zu können. Randvoll mit Grundlagen und Kniffen zu Linux, Hardware, Elektronik und Programmierung.

Aktuell für alle Versionen, inkl. Raspberry Pi 4!

ISBN 9783836269339

[shop.heise.de/raspberry-6](http://shop.heise.de/raspberry-6)

44,90 € >



Simon Monk

### Der Maker-Guide für die Zombie-Apokalypse

Bereiten Sie sich vor: mittels 20 Survival-Projekten mit einfacher Elektronik, Arduino und Raspberry Pi werden Sie Ihren eigenen Strom erzeugen, unverzichtbare Bauteile vor dem Zombie-Zugriff retten und lebensrettende Elektronikschaltungen bauen, um Untote aufzuspüren.

ISBN 9783864903526

[shop.heise.de/zombies](http://shop.heise.de/zombies)

24,90 € >

# und Maker!

## Zubehör und Gadgets

[shop.heise.de/gadgets](http://shop.heise.de/gadgets)

NEU



### ParkLite

ParkLite denkt mit. Die elektronische Parkscheibe stellt automatisch nach ca. 20 Minuten die Parkzeit ein. Damit ist Schluss mit Bußgeldern! Hitze- und kältebeständig, inklusive Reinigungstuch und Klebepads.

[shop.heise.de/parklite](http://shop.heise.de/parklite)

29,90 € >

NEU



### Aluminium-Case FLIRC

Das hochwertige Gehäuse aus stabilem Aluminium ist ideal, um den Raspberry Pi 4 als Media Center zu verwenden. Das elegante Design integriert sich optimal in jede Wohnumgebung. Auch im Set mit Raspi 4 Model B 2GB erhältlich.

[shop.heise.de/flirc](http://shop.heise.de/flirc)

23,90 € >

### musegear® finder Version 2



Finden Sie Schlüssel, Handtasche oder Geldbeutel bequem wieder statt zielloos zu suchen. Mit dem Finder können Sie z.B. das Smartphone klingeln lassen oder Wertgegenstände einfach tracken und noch mehr.

[shop.heise.de/musegear](http://shop.heise.de/musegear)

24,90 € >



### Raspberry Pi-Kameras

Aufsteckbare Kameras, optimiert für verschiedene Raspberry Pi-Modelle mit 5 Megapixel und verschiedenen Aufsätzen wie z. B. Weitwinkel für scharfe Bilder und Videoaufnahmen.



NEUER  
PREIS!

### Komplettset Argon ONE Case mit Raspberry Pi 4

Das Argon One Case ist eines der ergonomischsten und ästhetischsten Gehäuse aus Aluminiumlegierung für den Raspberry Pi. Es lässt den Pi nicht nur cool aussehen, sondern kühl auch perfekt und ist leicht zu montieren. Praktisch: alle Kabel werden auf der Rückseite gebündelt ausgeführt – kein Kabelsalat!

-117,60 €

ab

18,50 € >

ab

### ArduiTouch-Set



NEUER  
PREIS!

Setzen Sie den ESP8266 oder ESP32 jetzt ganz einfach im Bereich der Hausautomation, Metering, Überwachung, Steuerung und anderen typischen IoT-Applikationen ein!

-69,90 €

[shop.heise.de/arduitouch](http://shop.heise.de/arduitouch)

36,90 € >

NEU



### PoKitMeter – Multimeter, Oszilloskop und Logger

PoKit misst, zeigt und protokolliert eine Vielzahl von Parametern wie Spannung, Strom, Widerstand und Temperatur mittels Verbindung via Bluetooth mit Ihrem Smartphone oder Tablet.

[shop.heise.de/pokit](http://shop.heise.de/pokit)

94,90 € >

### NVIDIA Jetson Nano B01

Die neue Revision B01! Die Leistung moderner KI für Millionen Geräte. Mit dem Jetson Nano von NVIDIA können Sie als Heimbastler oder Entwickler platzsparend und effizient in die Welt der KI eintauchen. Ideale Voraussetzung für die Programmierung neuronaler Netze dank vier A57-Kerne und einem Grafikprozessor mit 128 Kernen.  
**Inklusive Netzteil!!**



[shop.heise.de/jetson](http://shop.heise.de/jetson)

134,90 € >

### „No Signal“ Smartphone-Hülle

Passend für Smartphones aller Größen bis 23cm Länge blockt diese zusammenrollbare Hülle alle Signale von GPS, WLAN, 3G, LTE, 5G und Bluetooth, sowie jegliche Handy-Strahlung. Versilbertes Gewebe im Inneren der Tasche aus recycelter Fallschirmseide bildet nach dem Schließen einen faradayschen Käfig und blockiert so alles Signale.



[shop.heise.de/no-signal-sleeve](http://shop.heise.de/no-signal-sleeve)

29,90 € >



28%  
RABATT

### Make Family + Makey-Paket

Darüber freut sich die ganze Familie: „Make Family“ - das vollgepackte PDF-Magazin mit 21 Anleitungen zum kreativen Basteln mit Kids auf über 200 Seiten. Dazu: der knuffige Makey-Plüschorpfer und der Makey-Lötausatz mit LEDs und Batterie.

-27,70 €

[shop.heise.de/makey-paket](http://shop.heise.de/makey-paket)

19,90 € >



# Leserforum

## Heimnetzgruppe

Dateiaustausch für alle Plattformen, c't 19/2020, S. 18

Wenn man Ihren Artikel so liest, wird wieder mal deutlich, wie einschneidend der Wegfall der Heimnetzgruppe war und ist. Leider investiert Microsoft jedoch weit mehr in die Optik als in wirklich wichtige Innovationen, wie zum Beispiel eine verbesserte Heimnetzgruppe.

Konrad Burner 

## Digitalisierung als Fach

IT-Politik: Eine Milliarde Euro für Lehrer-Laptops und Schul-Admins, c't 19/2020, S. 35

Es gilt noch immer das Prinzip, dass sich die Methode des Lehrenden an den Bedürfnissen des Stoffs und vor allem denen des Lernenden orientieren muss. Das sind aber genau die Kinder, die Neues noch immer mit ihren fünf analogen Sinnen aufnehmen. Wenn es also um die Digitalisierung in der Schule geht, warum geht es dann um sie als Mittel oder Methode? Die Digitalisierung als Inhalt, als Stoff oder Fach steht komischerweise gar nicht zur Debatte. Die Industrialisierung ist ein Fächerinhalt, warum nicht auch die Digitalisierung erst mal als Fach einführen?

Wenn die analogen Kinder dann so viel Inhalt gelernt haben, dass sie sinnvoll mit digitalen Medien arbeiten können, dann ist noch immer Zeit, diese begleitend einzusetzen – und dort, wo es Sinn ergibt, also frühestens an weiterführenden Schulen. Der Malkasten ersetzt den Füller ja auch nur im Kunstunterricht und die Turnkleider werden in Mathe eher nicht benötigt. Mit digitalen Mitteln sollte es sich ähnlich verhalten. Verteufeln? Nein, aber auf ein gesundes Maß stutzen und dort hinstellen, wo das Thema hingehört – das wäre angebracht.

Sebastian Fontaine 

## Apple nicht berücksichtigt

Security: Einfallstor PDF, c't 19/2020, S. 47

Der Artikel behauptet oder erweckt den Eindruck, alle Browser wären gleich betroffen. Das ist, wie man in der verlinkten Grafik von Jens Müller leicht erkennen kann, keineswegs der Fall: Chrome, der

am weitesten verbreitete Browser der mehr als bedenklichen Firma Google, ist betroffen; Safari von Apple und Edge von Microsoft sind es nicht. Regelmäßig lese ich in c't Artikel, die Informationen zu Apple entweder auslassen, verzerrten oder, wie hier, direkt falsch darstellen.

Peter Resele 

## Fragen zu Artikeln

 Mail-Adresse des Redakteurs am Ende des Artikels

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

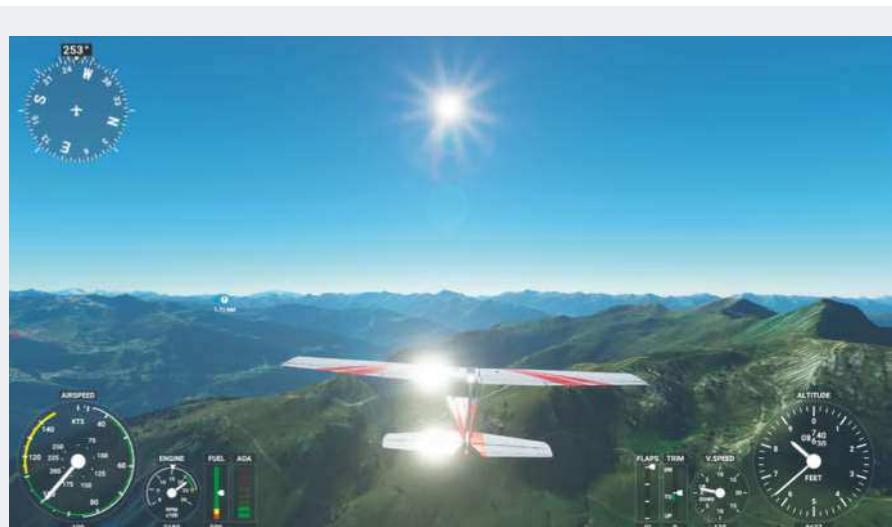
Flüge oder Instrumenten-Prozeduren realiätsnah geübt werden können. Deshalb: ein Platz im Spiele-Olymp meinewegen, (noch) nie aber unter den ernst zu nehmenden Flugsimulator-Programmen.

Hans U. Aebersold 

## Wenn Windows nicht mehr startet

Die riskante Abhängigkeit der Bundesrepublik von amerikanischen IT-Riesen, c't 19/2020, S. 64

Meiner Meinung nach mangelt es den von US-amerikanischen IT-Konzernen abhängigen Wirtschaftssubjekten, also uns allen, an Fantasie, wie ein vom Donald angeganger Cyberkrieg wirklich ablaufen könnte: Nach einem nächtlichen Zwangsupdate verweigern in der Region des Gegners der USA alle Windows-PCs, alle Android-Geräte und das Apple-Universum den Start. Wie das gemacht wird, hat Samsung vor



Flight Simulator 2020: Nur ein schönes Spiel oder auch ein ernst zu nehmender Simulator?

ThinkPad X1

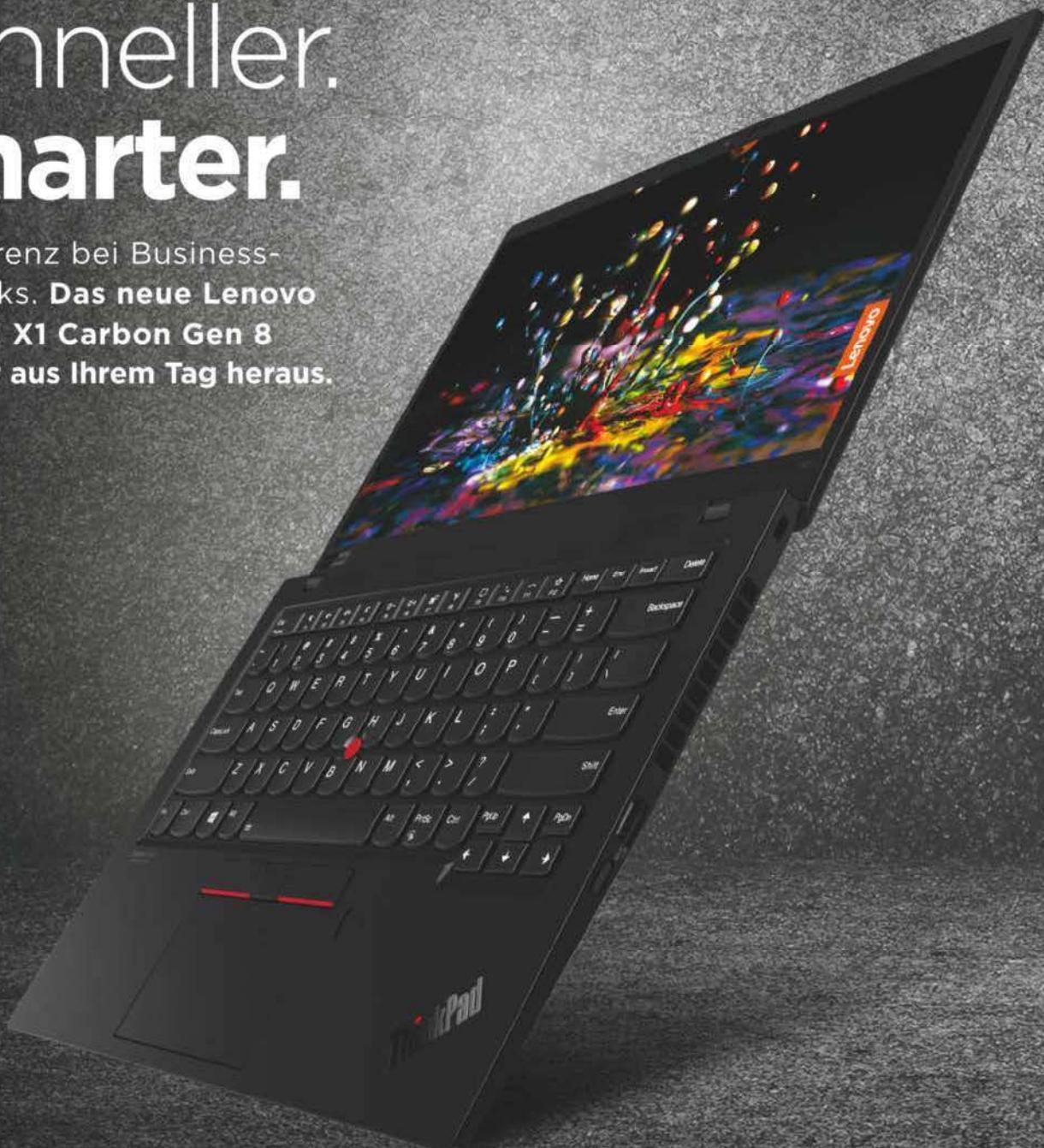


Smarter  
technology  
for all

Lenovo

# Leichter. Schneller. **Smarter.**

Die Referenz bei Business-Ultrabooks. Das neue Lenovo ThinkPad X1 Carbon Gen 8 holt mehr aus Ihrem Tag heraus.



Intel® Core™ i7 vPro® Prozessor

[www.lenovo.com/THINK](http://www.lenovo.com/THINK)

ein bis drei Monaten eindrucksvoll demonstriert, als die Firma über Nacht jede Menge Blu-ray-Player weltweit in eine Endlos-Bootschleife schickte.

Wenn kein Rechner mehr startet, dürfte das Problem mit einer bockigen Cloud in den Hintergrund treten. Als Minimalanforderung schwelbt mir eine Dual-Boot-Umgebung vor mit parallel installiertem, einsatzfähigem Linux. Ob man in Deutschland oder der EU ein Internet aufrechterhalten kann, wenn der Donald es nicht will, kann ich leider nicht abschätzen.

Ulrich Braun 

## Plattformunabhängige Software

*Freie Software für die digitale Souveränität, c't 19/2020, S. 70*

Schon seit meiner Ausbildung zum Informatiker träume ich von plattformunabhängiger Software. Ich bin ein Admin in einer kleinen Einheitsgemeinde und setze sechs Microsoft- und neun Linux-Server ein. Mit Spannung verfolge ich die beiden unterschiedlichen Projekte von Dataport und HSH. Dies sind hier die ersten zaghafoten, aber auch nicht ganz uneigennützigen Versuche (Dataport), freie Software im größeren Maße zu etablieren.

Wenn ich aber an die ganzen Gelder denke, die schon verbrannt wurden, könnte man meinen, dass der Föderalismus hier ein Hemmschuh ist. Bestes Beispiel: LiMux und Schleswig-Holstein, der eine reißt ab, der andere baut auf. Auch wenn sich die Länder mit ihren Gesetzen, Sitzungen etc. unterscheiden, sind doch aber

die Fachbereiche und Dienste die gleichen. Steuern und Gebühren werden erhoben, abgerechnet, eben verwaltet.

Würde eine bundeseinheitliche Zentrale mit den (einheitlichen) Fachanwendungen geschaffen, die dann noch in Landesrechenzentren für die Länder, Städte und Gemeinden gehostet würden, wäre es getan. Das könnte nur plattformunabhängig und webbasierend funktionieren, wäre aber eine Riesenchance für Open Source. Geschafft haben wir es, wenn der Sachbearbeiter, der von Hamburg nach München zieht, sich vor dieselbe Software setzt und einfach weiterarbeiten kann.

S. Hollnack 

## Souveränität durch Open Source

*Rückblick: Woran LiMux gescheitert ist, c't 19/2020, S. 78*

Es ist ein perfides Framing, die tatsächliche Abhängigkeit von Microsoft auf eine Stufe zu stellen mit der angeblichen Abhängigkeit von „eigenen Open-Source-Entwicklern“. Das ist überhaupt keine Abhängigkeit, sondern ganz normale Arbeit von Programmierern, die im Grundsatz jederzeit ersetzbar sind. Im Gegenteil, gerade dadurch wird die gewünschte digitale Souveränität erreicht.

Aber für uns mit unserer mittelalterlichen Kleinstaaterei, schönfärbend Föderalismus genannt, sind das nur schöne Träume. Sechzehn Landesfürsten machen jeweils ihr eigenes Ding; hinzu kommen Strukturen des Bundes und zig Kommunen, die jeweils ihr eigenes Süppchen kochen. Zentrale Strategie, gar ein Konzept? Fehlanzeige. Daran krankt die digitale Souveränität.

Christoph Schmees 

## Wir freuen uns über Post

 redaktion@ct.de

 c't Forum

 c't Magazin

 @ctmagazin

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

Antworten sind kursiv gesetzt.

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

der Website-Gestaltung herausstellt. Den verspielten Font „awesome“ nutze ich nicht! Außerdem werden Website-Zähler-Cookies gesetzt. Der konkrete Nutzen erklärt sich mir nicht.

Nicholas Vollmer 

## Am Target vorbei

*Glossar Onlinewerbung und Datenschutz, c't 18/2020, S. 24*

Bei all der Technik und Energie, die man in dieses Thema [Werbe-Targeting, Anm. d. Red.] reinsteckt, frage ich mich unweigerlich, warum ich dennoch die ersten zwei Wochen nach dem Kauf eines Produkts eben dafür Werbung bekomme. Ist das nicht irgendwie schräg?

Frank Weichert 

## Webradios: USB-Stick statt vTuner

*Webradio-Sendersuche ohne vTuner-Dienst, Hotline, c't 17/2020, S. 120*

Als Besitzer des AV-Receivers Yamaha RX-V473 stand ich auch vor dem Problem mit den vTuner-Lizenzkosten. Ich bin darauf gestoßen, dass man in M3U-Playlisten auch URLs von Webradio-Streams ablegen kann. Solche M3U-Dateien liest mein AV-Receiver auch vom USB-Stick. Ich kann nun zwar keine Webradiostationen direkt am Receiver abspeichern, aber am PC. Dabei kann ich nun sogar die Ordnerstruktur selbst wählen, darin lege ich pro Station eine Textdatei mit der Endung m3u (statt txt) an, in der ausschließlich der Link des Streams steht.

Dirk Wiesing 

*Der Tipp ist einen Versuch wert, funktioniert aber nicht bei allen betroffenen Webradios.*

## Ergänzungen und Berichtigungen

### Test von Multibanking-Apps kommt später

Aus redaktionellen Gründen haben wir den für dieses Heft angekündigten Artikel zu Multibanking-Apps verschoben. Er erscheint voraussichtlich in c't 21/2020.



**WOW!  
12 DE-DOMAINS  
INKLUSIVE!**

Letzte Chance bis 30.09.2020!  
Bestellungen werden noch bis  
30. September 2020 angenommen!

## Kaum zu glauben, aber wahr: **1blu Homepage 12**

**12 .de-Domains inklusive**

**Kostenlose SSL-Zertifikate**

- > SSL-Zertifikate von Let's Encrypt für alle Domains per Mausklick
- > 80 GB Webspace
- > 4 externe Domains
- > 500 E-Mail-Adressen
- > 80 GB E-Mail-Speicher
- > 100 aktuelle 1-Klick-Applikationen
- > 80 SSD MySQL-5-Datenbanken

Viele 1-Klick-Apps inklusive, z.B.



Komfortable Online-Lernplattform  
Datenaustausch & Videokonferenzen

**2,29**  
€/Monat\*

**Preis gilt dauerhaft!**

\* Preis/Monat inkl. 16% 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/12**



## VOICE ENTSCHEIDERTALK

Digitales Europa – Daten,  
Infrastruktur und Wettbewerb

16. September 2020,  
14 – 18 Uhr

Der Austausch zwischen IT-Anwendern, Politik, Wissenschaft und IT-Anbietern ist wichtig wie eh und je. Unter dem Titel VOICE ENTSCHEIDERTALK organisieren VOICE, der Bundesverband der IT-Anwender e.V., und heise Events eine vierstündige digitale Konferenz. Sie setzt ihren Fokus auf die Digitalisierung Europas.

## ONLINE- KONFERENZ

### Auszug aus dem Programm:

- Digitale Initiativen und Vorhaben der EU // *Nicola Beer MdEP, Vizepräsidentin Europäisches Parlament, FDP/Europa Parlament*
- Kommentar: „Ist der eingeschlagene Weg der EU der Richtige?“
- Welchen Wertbeitrag zum Unternehmen liefert ein Geschäftsmodell mit Daten?
- Wettbewerb im europäischen DSM (Digital Single Market)
- Anforderungen an einen fairen Wettbewerb auf Augenhöhe
- Vorstellungen des franz. Verbandes der Anwender-CIOs an eine europäische Datensouveränität
- Projektstand „GAIA X“ // *Thomas Niessen, Kompetenznetzwerk Trusted Cloud e. V.*
- European Public Sphere // *Robert Amlung, Beauftragter für digitale Strategien, ZDF*
- Datensouveränität und Cloud-Nutzung müssen sich nicht widersprechen // *Volker Koster, CTO, MTAG*

Preis: 99,00 € zzgl. MwSt.

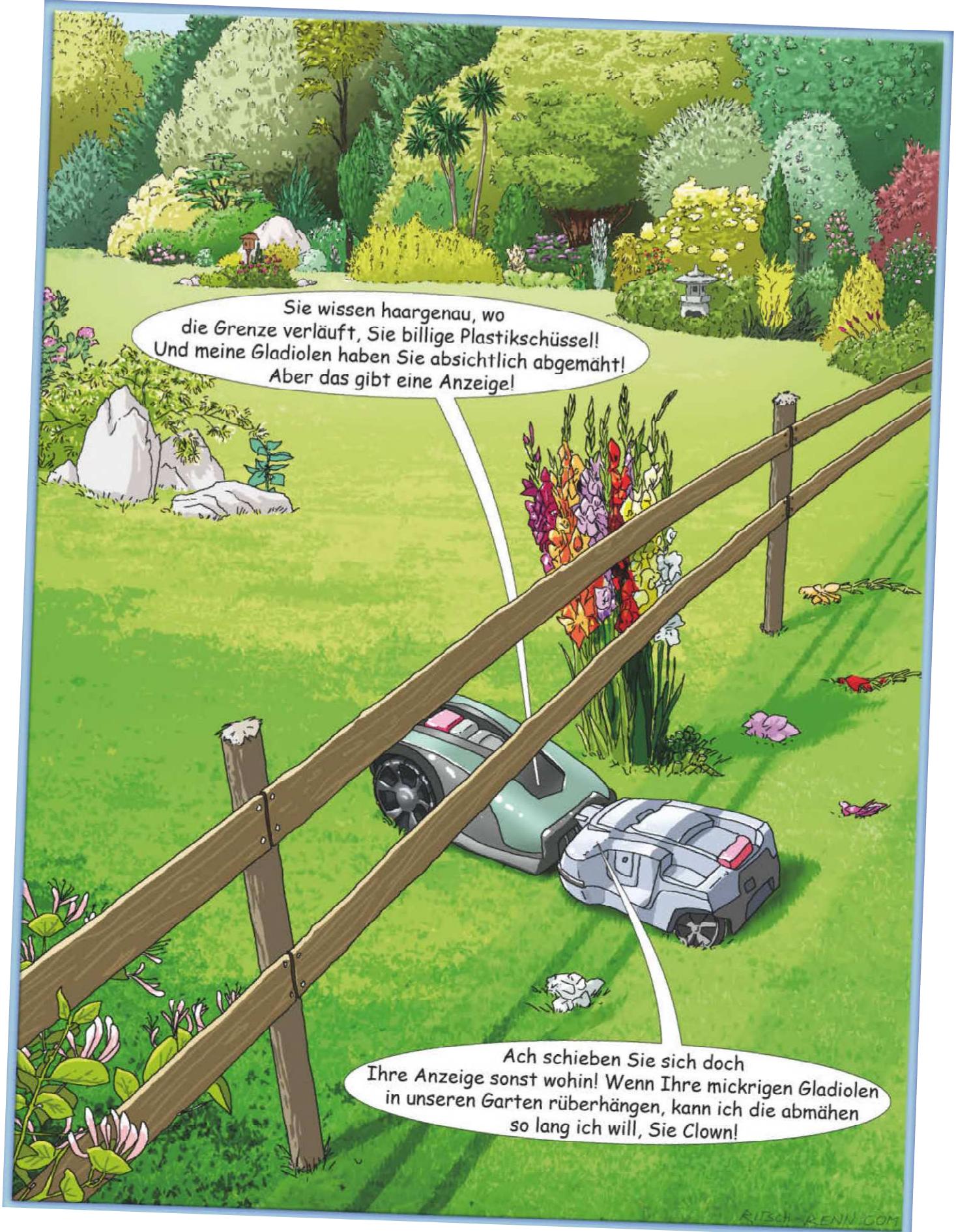
<http://vet.voice-ev.org/>

Partner



organisiert von





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

# Mit aller Macht

## Das baden-württembergische Kultusministerium favorisiert Microsoft 365 für seine Bildungsplattform

**Rund 1,1 Millionen Schüler in Baden-Württemberg und ihre Lehrer sollen eine neue Bildungsplattform bekommen. Derzeit stellt das Land den Schulen Moodle und BigBlueButton zur Verfügung. Künftig soll nach dem Willen der Kultusministerin offenbar zusätzlich auch Microsoft 365 an den Schulen eingesetzt werden.**

**Von Dorothee Wiegand**

Das Land Baden-Württemberg arbeitet derzeit an seiner digitalen Bildungsplattform. Phase 1 („Bereitstellung von Basiskomponenten“) umfasst laut Plan das „Identitätsmanagement für die Basiskomponenten“, ein Lernmanagementsystem als Alternative zu Moodle, dienstliche E-Mail für Lehrkräfte, einen sicheren Instant Messenger sowie einen „persönlichen Arbeitsplatz mit Werkzeugen zur Bürokommunikation und Kollaboration“. Von Herbst 2020 bis Herbst 2021 soll Phase 2 („Zusammenführung und SingleSignOn“) folgen und von Herbst 2021 bis Frühjahr 2023 schließlich Phase 3 („Weiterer Ausbau und Optimierung“).

Auch wenn das Projekt noch am Anfang steht – die Weichen für das Gesamtsystem werden jetzt gestellt. Und die Richtung, die sich dabei abzeichnet, gefällt vielen Beteiligten nicht. Es mehren sich nämlich die Anzeichen, dass Kultusministerin Susanne Eisenmann (CDU) und ihr Planungsstab Komponenten von Microsoft 365 in die Schulsoftware integrieren möchten. Auch wenn die Nutzerdaten in deutschen Rechenzentren lägen, wäre ein Zugriff von Microsoft darauf möglich, monieren Kritiker.

In einer Stellungnahme des Ministeriums heißt es dazu: „Es ist richtig, dass wir im Zuge der Entwicklung der digitalen Bildungsplattform verschiedene Anbieter und Produkte auf dem Markt prüfen und in Erwägung ziehen. Dazu zählt auch eine

mögliche, datenschutzkonforme Nutzung von Microsoft-Office-365-Werkzeugen für einzelne Bausteine“ (siehe ct.de/yzj5). Ganz so ergebnisoffen scheint das Ministerium die Auswahl einer geeigneten Software jedoch nicht anzugehen. So enthält die Ausschreibung ursprünglich den Satz: „Die Grundverwaltung von Identitäten und Gruppen erfolgt über ein (Microsoft) Azure Active Directory pro Schule.“

Softwarehäuser mit einer eigenen Schulsoftware und eigenem Identitätsmanagement wären damit schon im Vorfeld raus gewesen – mittelständische deutsche IT-Anbieter wie IServ zum Beispiel oder das an einer preisgekrönten baden-württembergischen Schule entwickelte Schulsystem DiLer. Nachdem die Open Source Business Alliance die Bildungsministerin im Dezember 2019 öffentlich aufgefordert hatte, diese Ausschreibung zurückzunehmen, wurde der Satz ersetzt durch die Formulierung: „Die Grundverwaltung von Identitäten und Gruppen erfolgt über einen Identitätsverwaltungsdienst. Das kann bspw. ein Azure Active Directory oder ein vergleichbarer Dienst sein.“

### Blamable Vorgeschiede

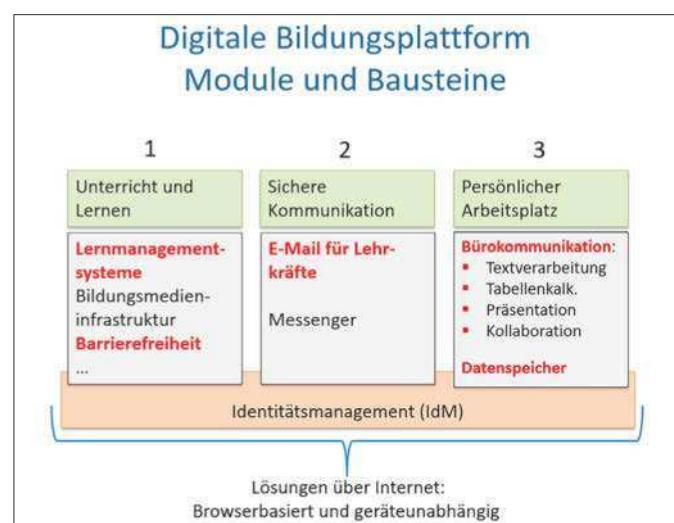
Ein Grund für das Bestreben, Microsoft-Programme für die neue Plattform zu

verwenden ist sicherlich die Vorgeschiede: 2018 war das Land mit einer Eigenentwicklung namens „ella“ krachend gescheitert. Insgesamt kostete das ella-Desaster laut Gutachten des Landesrechnungshofs 8,7 Millionen Euro. Vor diesem Hintergrund steht Eisenmann, die in ihrem Land für den Posten der Ministerpräsidentin kandidieren will, unter besonderem Erfolgsdruck.

Insbesondere dann, wenn eine geplante Datenverarbeitung voraussichtlich ein hohes Risiko für die Rechte und Freiheiten natürlicher Personen zur Folge hat, sieht Artikel 35 der DSGVO das Instrument der Datenschutz-Folgenabschätzung (DSFA) vor. Mit der Folgenabschätzung für den Fall, dass die neue Bildungsplattform Microsoft-Komponenten enthält, hatte das Ministerium die Unternehmensberatung Pricewaterhouse Coopers (PwC) beauftragt.

Öffentlich zugänglich ist das Dokument nicht. Das Ministerium verweist dazu auf Anfrage darauf, dass die Entwicklung der Plattform ein laufender Prozess sei: „Die DSFA wird vom Kultusministerium deshalb insbesondere im Austausch mit dem Landesbeauftragten für Datenschutz und Informationsfreiheit weiterentwickelt. Der Prozess der

**Die geplante Bildungsplattform soll drei Bereiche umfassen. Als Messenger für die Lehrkräfte ist bereits Three-ma Work Education im Einsatz.**



DSFA ist derzeit noch nicht abgeschlossen.“

Der Landesbeauftragte für Datenschutz und Informationsfreiheit (LfDI) Baden-Württemberg, Dr. Stefan Brink, bestätigt im Gespräch mit c't, dass seine Behörde schon frühzeitig beratend in den Prozess eingebunden war. Das sei ungewöhnlich, so Brink: „Im Prinzip sind wir als Datenschützer viel später dran, wir sind oft mit den Scherben konfrontiert.“ Dass es bei der Schulplattform um eine sehr große Zahl von Nutzern gehe, darunter viele minderjährige Schüler, sei der Grund für die frühe Beteiligung des LfDI. „Wir gehen da neutral ran und schauen, was jetzt aktuell machbar ist“, so Brink. Er halte das Verfahren nicht für aussichtslos. Zwar müssten sowohl PwC als auch das Kultusministerium noch auf Änderungswünsche eingehen; dort nehme er jedoch eine hohe Bereitschaft wahr, zu kooperieren. Das gelte nach seiner Erfahrung auch für Microsoft.

## Transparenz gefordert

„Wir sind nicht gegen Microsoft, sondern für Transparenz“, sagt Inga Klas vom „Medienkompetenz Team Karlsruhe“. Ihr Sohn besucht inzwischen eine weiterführende Schule. Der Unterricht während der Schulschließung verlief oft holperig. Ehrenamtlich unterstützt Klas nach wie vor die ehemalige Grundschule ihres Kindes, wo sie beispielsweise auch 2018 die Einführung der DSGVO begleitete. „Die Schulen werden alleingelassen“, so ihr Resümee nach etlichen Jahren Elternarbeit.

„Es geht um die rechtskonforme Umsetzung der DSGVO“, so Klas. Viele Schulen benötigten nach ihrer Beobachtung externe Beratung für diesen Prozess. Idealerweise sollten Lehrkräfte und Schulbedienstete zeitliche Freiräume für die Umsetzung erhalten und die Schülerinnen und Schüler in diesen Prozess einbezogen werden.

Aus Sicht von Klas gäbe es ausreichend funktionierende Open-Source-Alternativen zu Microsoft-365-Komponenten in der neuen Bildungsplattform. Zum anderen sieht sie neben Datenschutzbedenken auch die Gefahr einer Abhängigkeit der Schulen von dem amerikanischen Hersteller. Über fragdenstaat.de hat sie eine Anfrage auf Einsicht in die DSFA gestellt; der Antrag wurde abgelehnt. Dass Eltern in der wichtigen Entscheidung über die Schulsoftware nicht mitreden dürfen, ärgert die UX-Designerin: „Baden-Württemberg legt besonderen Wert auf Bürgerbeteiligung, aber in dieser Frage gibt es



Bild: Medienkompetenz Team Karlsruhe

Mit der Website „Meine Daten, meine Rechte“ will das Medienkompetenz Team Karlsruhe Schüler, Eltern und Lehrer über den Datenschutz an Schulen aufklären.

keine Transparenz. Ich möchte mitreden dürfen – nicht nur bei irgendwelchen Bauvorhaben, sondern auch, wenn es um unsere Kinder geht.“

Stefan Leibfarth vom Chaos Computer Club Stuttgart wünscht sich ebenfalls mehr Einblick in die Entscheidungsprozesse des Ministeriums. Dass sich ein System mit Microsoft-365-Komponenten nach Verhandlungen mit dem Anbieter DSGVO-konform in den Schulen nutzen lässt, kann er sich nur schwer vorstellen. „Ich hätte mir einfach gewünscht, dass eine Lösung gewählt worden wäre, bei der man gar nicht erst verhandeln muss. Mit einer freien Software, die man unter Kontrolle hat und die man noch weiterentwickeln kann, wäre das nicht nötig.“ Eine politische Vorgabe für die Verwendung freier Software hätte das ganze Bildungsprojekt in andere Bahnen gelenkt, so Leibfarth.

Aktuell befürchtet er eine „fatale Fehlentscheidung“. So steht es in einem offenen Brief von Leibfarth an die Bildungsministerin. Der CCC Stuttgart befürchte „den Kontrollverlust über die Daten der SchülerInnen und LehrerInnen in Baden-Württemberg“, heißt es darin und weiter: „Statt eigenständig und selbstbestimmt zu agieren, begäben wir uns als Land noch weiter in Abhängigkeit eines US-Großkonzerns.“

## Rechtssicherheit für Lehrkräfte

Auch David Warneck von der Gewerkschaft Erziehung und Wissenschaft (GEW) sieht klare Vorteile von Open-Source-Software für den Schuleinsatz. Das Wichtigste ist aus seiner Sicht jedoch die Rechtssicherheit: „Als GEW vertreten wir die Interessen der Lehrkräfte. Uns ist wichtig, dass alle Lehrkräfte eine rechtssichere und datenschutzkonforme Lösung für ihre Kommunikation bekommen.“ Die GEW würde zwar eine Open-Source-Lösung begrüßen, sieht aber auch offene Fragen: „Ich bin der Ansicht, dass die derzeit vom Land angebotene Software, also Moodle und BigBlueButton, auch in Zukunft eine saubere, DSGVO-konforme Lösung wäre. Auf der anderen Seite muss man auch fragen: Wer kann die Infrastruktur ausbauen, wer leistet den Support?“

Zu Beginn der Corona-bedingten Schulschließungen sei es bei Moodle aufgrund der hohen Auslastung zu Ausfällen gekommen, zum Teil waren Moodle-Server und der Support vorübergehend nicht erreichbar. Von der Verwendung von Microsoft-Programmen für die neue Bildungsplattform erhoffe sich die Bildungsministerin vermutlich Ausfallsicherheit, so Warneck.

Ein zweiter Grund für die deutliche Orientierung Richtung Microsoft 365 könnte in der Corona-bedingten Praxis der vergangenen Monate liegen. Ein Teil der Lehrkräfte im Land, so Warneck, sei nach der Schulschließung im März notgedrungen ins kalte Wasser gesprungen. „Es gab diesen Moment, als das Ministerium sagte: „Nehmt Teams“, damit der Unterricht auf Distanz überhaupt stattfinden konnte. Damit befanden sich die Schulen in einer rechtlichen Grauzone. Aber jetzt haben diese Lehrkräfte sich darauf eingestellt und erste Erfahrungen mit Teams gesammelt.“

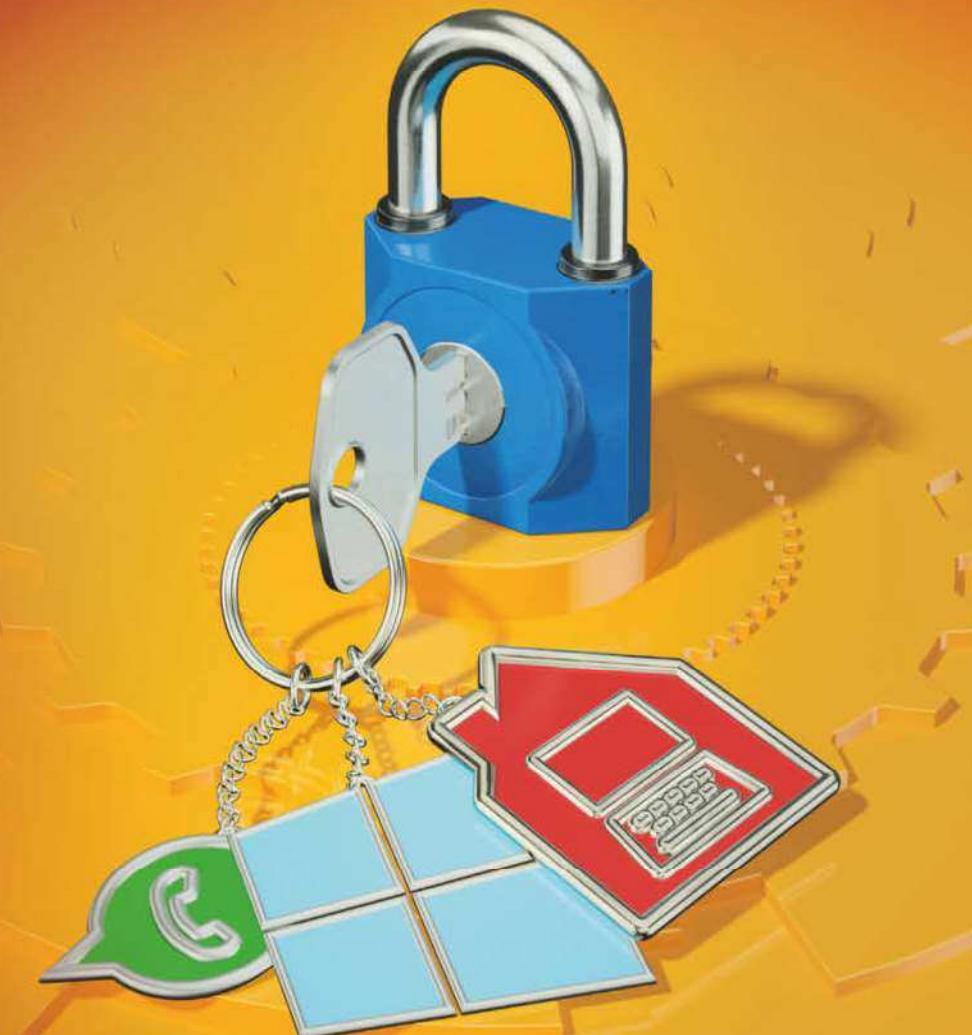
Warneck hält es aktuell für wahrscheinlich, dass in Baden-Württemberg eine Bildungsplattform mit Microsoft 365 kommt. „Ich gehe davon aus, dass die Microsoft-Programme dabei nur eingeschränkt genutzt werden können“, so Warneck. Rechnet er für diesen Fall mit viel Widerspruch der Eltern? „Nein, aber da zählt der Einzelfall. Wenn die Einverständniserklärung der Eltern für einen einzelnen Schüler der Klasse nicht vorliegt, dann muss eine andere Lösung her.“

(dwi@ct.de) ct

**Stellungnahmen, Dokumentationen:**  
[ct.de/yjz5](http://ct.de/yjz5)

# Einfach sicher

Die c't-Security-Checklisten 2021



<b>Einleitung .....</b>	<b>Seite 18</b>
<b>Homeoffice .....</b>	<b>Seite 20</b>
<b>Windows .....</b>	<b>Seite 21</b>
<b>Smartphone .....</b>	<b>Seite 22</b>
<b>WLAN-Router .....</b>	<b>Seite 23</b>
<b>E-Mail .....</b>	<b>Seite 24</b>
<b>WhatsApp &amp; Co. ....</b>	<b>Seite 26</b>
<b>Browser .....</b>	<b>Seite 28</b>
<b>Social Media .....</b>	<b>Seite 29</b>
<b>Online-Banking .....</b>	<b>Seite 30</b>
<b>Backups .....</b>	<b>Seite 31</b>
<b>Passwörter &amp; Accounts .....</b>	<b>Seite 32</b>
<b>Server &amp; Hosting .....</b>	<b>Seite 33</b>

# Das Absichern von Smartphone, Rechner, WLAN-Router und Online-Accounts kann viel Zeit in Anspruch nehmen. Dabei sind oft nur wenige Handgriffe nötig, um vor den meisten Cyber-Attacken geschützt zu sein. Mit unseren Security-Checklisten sind Sie schnell auf der sicheren Seite.

Von Ronald Eikenberg

**W**ährend Sie diese Zeilen lesen, finden weltweit Millionen Hackerangriffe statt. Möglicherweise versucht ein Bot in diesem Moment, mit erbeuteten Zugangsdaten in Ihren Mail-Account einzusteigen oder Ihren Facebook-Account zu übernehmen. Eventuell steht auch Ihr Router unter Beschuss oder ein Banking-Trojaner lauert darauf, dass Sie eine Überweisung tätigen. Wer die Gefahr auf die leichte Schulter nimmt, ist leichte Beute.

Denn die Cyber-Gangs haben es nicht nur auf hochrangige Ziele wie Regierungsorganisationen abgesehen, sondern auf jeden von uns. Und auch das Argument „Bei mir gibt es eh nichts zu holen“ zählt schon lange nicht mehr: Selbst eine veraltete Smart-Home-Zentrale ist den Angreifern noch gut genug, um sie als Bot zu missbrauchen und damit weitere Systeme auf der ganzen Welt zu infizieren. Den Ärger haben erst mal Sie, denn die Folgeangriffe gehen von Ihrer IP-Adresse aus.

## Sicherheitscheck

Die gute Nachricht ist, dass Sie etwas dagegen tun können. Und das mit geringem Aufwand. IT-Sicherheit ist zwar ein komplexes Feld, die wichtigsten Abwehrmaßnahmen gegen Hacker sind jedoch so simpel, dass sie wirklich jeder umsetzen kann – und sollte. Wir haben die grundlegenden Handgriffe zum Absichern von Rechner, Smartphone, WLAN-Router, Social-Media-Accounts und vielem mehr in unseren Security-Checklisten für Sie zusammengestellt.

Es dauert in aller Regel nicht länger als fünf Minuten, um eine Checkliste durchzugehen und im Fall der Fälle nachzubessern. Sie erfahren zudem, wie Sie

dem nächsten Datenverlust durch Trojaner-sichere Backups vorbeugen und was ein sicheres Passwort ausmacht. Wenn Sie sich die Tipps in diesem Heft zu Herzen nehmen, dann sind Sie gegen die häufigsten Cyber-Attacken gefeit.

## Sicher im Homeoffice

Wir haben die diesjährige Ausgabe der Security-Checklisten erneut auf die aktuelle Bedrohungslage zugeschnitten und umfassend aktualisiert. Eine wichtige Neuerung ist die Homeoffice-Checkliste (Seite 20), die Ihnen zeigt, wie Sie sicher von zu Hause arbeiten. Gerade dabei darf die Sicherheit nicht zu kurz kommen: Denn wenn bei Ihnen zu Hause ein Trojaner ausbricht, kann er die gesamte Firma lahmen. Neu ist auch die Checkliste „Server & Hosting“ (Seite 33), die Ihnen die allерwichtigsten Schritte zur Absicherung von Servern und Webhosting-Paketen zeigt.

Einige Empfehlungen ziehen sich wie ein roter Faden durch die Security-Checklisten – und das aus gutem Grund. Dazu zählt etwa der Rat, auf den Einsatz aktueller Software zu achten. Das ist unerlässlich, denn Betriebssystem-Updates und neue Programmversionen bringen nicht nur neue Funktionen mit und beseitigen nervige Bugs, oftmals schließen die Aktualisierungen auch ernst zunehmende Sicherheitslücken. Wer Cyber-Angreifer fernhalten möchte – und wer will das nicht –, sollte Updates also zeitnah nach ihrer Veröffentlichung einspielen, ganz gleich, ob es um Windows, das Smartphone, den WLAN-Router oder die WordPress-Installation geht.

Auch Passwörter werden in den Checklisten immer wieder thematisiert. Im Netz kursieren Milliarden gehackte Passwörter und Auswertungen dieser Daten zeigen, dass nach wie vor viele Nutzer leichtfertig viel zu einfache Kennwörter wählen oder gar bei mehreren Diensten dasselbe nut-

zen. Das ist so, als würden Sie überall daselbe Schloss einsetzen: Wird Ihr Briefkastenschlüssel geklaut, kann der Dieb damit nicht nur Ihre Wohnung ausräumen, sondern auch gleich mit Ihrem Auto davonfahren. Ein gutes Passwort ist nicht nur lang, sondern auch einzigartig. Es passt nur bei einem Dienst. Mehr zum Thema Passwörter erfahren Sie auf Seite 32.

Da jeder ein Anrecht auf IT-Sicherheit hat, möchten wir mit den Security-Checklisten möglichst viele Menschen erreichen. Sie können uns dabei helfen: Reichen Sie die Checklisten auch an Bekannte, Freunde, Verwandte, Kollegen und Mitarbeiter weiter, damit jeder einen soliden Grundschatz in kurzer Zeit umsetzen kann. Wenn Sie sich nicht von Ihrer c't trennen möchten, dann geben Sie einfach das kleine Büchlein weiter, das wir dieser Ausgabe beigelegt haben. Das Booklet im handlichen A6-Format enthält die wichtigsten Tipps in Kurzform.

Die Security-Checklisten enthalten bewusst nur die wichtigsten Handgriffe, die jeder umsetzen sollte, um sich vor den häufigsten Cyber-Attacken zu schützen. Wer tiefer in ein bestimmtes Thema einsteigen möchte, bekommt in c't weiterhin die Gelegenheit dazu – in vorherigen und folgenden Ausgaben.

Wenn Sie Nachschub brauchen, können Sie das Booklet unter [ct.de/check2021](http://ct.de/check2021) nachbestellen und als PDF herunterladen. In der Vergangenheit hat das bereits gut geklappt: Die vorherigen Auflagen der Sicherheits-Checklisten wurden in Banken, Ämtern, Unternehmen und Bildungseinrichtungen im Rahmen von Awareness-Maßnahmen an Mitarbeiter verteilt.

## Los gehts!

Wenn Sie die Checklisten durchgegangen sind und feststellen, dass Sie schon alles umgesetzt haben: Ausgezeichnet, jetzt ist der richtige Zeitpunkt, das Heft weiterzugeben – etwa an jemanden im Familien- oder Freundeskreis, der sich bislang eher weniger mit dem Thema IT-Sicherheit beschäftigt. Vielleicht können Sie damit sogar ein paar Notfallanfragen abfangen, zum Beispiel weil der nächste Krypto-Trojaner erfolgreich abgewehrt wird oder im Fall der Fälle zumindest rechtzeitig ein Trojaner-sicheres Backup angelegt wurde. Jetzt aber genug der Vorrede, es geht frisch ans Werk! (rei@ct.de) **c't**

**Booklet nach bestellen,**  
**PDF-Download:** [ct.de/yhyp](http://ct.de/yhyp)

# Heimarbeit – aber sicher!

## Security-Checkliste Homeoffice

**Im Homeoffice prallen Privat- und Firmenleben aufeinander. Damit die Melange aus Videokonferenz, Homeschooling und virtuellem Feierabendbier nicht zum Security-Albtraum wird, müssen Firmen vorsorgen und Mitarbeiter auf der Hut sein.**

Von Andrea Trinkwalder



Bild: Andreas Martini

### Solider Arbeitsplatz

Sichern Sie Ihren Homeoffice-Rechner nach dem Stand der Technik. Dazu zählen regelmäßige Betriebssystem-Updates und ein Virenschanner (siehe S. 21). Denn ein Virenbefall zu Hause kann auch die gesamte Firma lahmlegen. Greifen Sie aus dem Homeoffice ausschließlich über eine verschlüsselte VPN-Verbindung auf das Firmennetz zu und geben Sie den Zugang keinesfalls weiter. Denken Sie auch daran, Ihr Büro beziehungsweise den Arbeitsplatz abzusichern: Kleine Kinder drücken gerne Tasten, die Großen entdecken womöglich gerade das Hacken als Hobby.

Schützen Sie im Homeoffice deshalb die Daten Ihres Arbeitgebers besonders gut: Geben Sie nichts unbedacht weiter, löschen Sie nicht benötigte Dateien und verschlüsseln Sie USB-Speicher und Festplatten/SSDs (insbesondere bei Notebooks). Schützen Sie den Rechner mit Sperrbildschirm und Passwort. Defekte Speichermedien entsorgen Sie nicht selbst, sondern über die Firma. Nur dann ist gewährleistet, dass sensible Informationen nachhaltig gelöscht werden und sich nicht rekonstruieren lassen.

### Daten trennen

Wenn Sie Ihren privaten Rechner für die Arbeit im Homeoffice hernehmen müssen, dann richten Sie hierfür ein eigenes Nutzerkonto ein. So bleibt Privates privat. Umgekehrt gilt: Firmendaten haben im Privatkonto nichts verloren. Greifen Sie

auch auf Ihre Cloud-Dienste wie Dropbox & Co. nicht vom Arbeitskonto aus zu.

Um auf dem Smartphone berufliche von privaten Kontakten zu separieren, arbeiten Sie ebenfalls mit zusätzlichen Nutzerkonten, sofern möglich. Samsung-Handys bieten auch innerhalb eines Accounts eine abgeschottete Umgebung (Sicherer Ordner), in der Sie Ihre beruflichen Kontakte und Apps getrennt vom Privaten einrichten können. Als Alternative für Mails, Kontakte und Kalender bieten sich mobile Exchange-Clients wie etwa Nine von 9Folders an oder der Zugriff per Webmail.

### Verlust vermeiden

Speichern Sie wichtige Dokumente und Daten nicht auf Ihrem Rechner, sondern auf dem Firmenserver. Dort werden automatisch Backups angelegt und Sie haben gleich alles parat, wenn Sie vom Home- ins Firmenoffice wechseln. Falls Daten doch mal lokal gespeichert werden müssen, richten Sie zumindest eine automatische Synchronisation per Backup-Software ein. Verzichten Sie möglichst darauf, Dokumente auf USB-Sticks und externen Platten hin- und herzutragen. So eliminieren Sie eine Gefahrenquelle von vornherein – etwa dass ein Medium aus Versehen privat verwendet oder beim örtlichen Wertstoffhof entsorgt wird.

### Videochat & Co

Die größte Schwachstelle in der Firmen-IT ist immer noch der Mensch. Im Homeoffice stehen Ihnen Ihre Gesprächspartner

selten gegenüber und Kollegen, die man mal eben um Rat fragen könnte, sitzen nicht nebenan – günstige Voraussetzungen für Cyber-Kriminelle.

Videochat-Teilnehmer ohne Kamera können Kollegen sein, aber auch Angreifer: Fordern Sie die Kollegen zunächst auf, die Kamera zu aktivieren und starten Sie das Meeting neu, wenn die Geisterbilder nicht verschwinden. Die Mail vom Chef kann echt oder ein Phishing-Versuch sein: Fragen Sie im Zweifel telefonisch nach. Besonderes Misstrauen ist bei Mails mit „hilfreichen“ Links zu aktuellen Krisenthemen angebracht – etwa Kurzarbeit, Covid-19-Apps et cetera.

Übrigens: Die beliebten Screenshots von Videokonferenzen können wertvolle Informationen für Angreifer enthalten, um sich entweder direkt ins nächste Meeting einzuklinken oder Phishing-Attacken vorzubereiten. Wenn Sie unbedingt Fotos vom letzten Meeting veröffentlichen müssen, machen Sie vorher sensible Daten wie URLs, Meeting-IDs sowie die Gesichter der Teilnehmer unkenntlich.

### Sicherer Draht

Nicht alles läuft auf Anhieb perfekt. Mal fehlt ein hilfreiches Tool, um produktiv zu sein, mal klemmt das VPN, mal streikt der Rechner. Die schnelle Lösung auf eigene Faust ist nicht immer die sicherste. Bleiben Sie deshalb auch aus der Ferne in Kontakt mit den Admins Ihrer Firma – und erstellen Sie beizeiten eine Liste mit wichtigen Ansprechpartnern für den Notfall.

(atr@ct.de)

# Fensterschutz

## Security-Checkliste Windows 10

**Auf Windows haben es Hacker besonders häufig abgesehen – schlicht, weil es so verbreitet ist. Die gute Nachricht ist, dass man sich bereits mit Bordmitteln vor den meisten Angriffen schützen kann.**

Von Ronald Eikenberg



### Updates installieren

Microsoft liefert regelmäßig Updates, die offene Sicherheitslücken in Windows stopfen. Den aktuellen Stand der Dinge erfahren Sie, indem Sie die Einstellungen über das Startmenü aufrufen und auf „Update und Sicherheit“ klicken. Die letzte Überprüfung sollte nicht länger als ein paar Tage her sein. Klicken Sie auf „Nach Updates suchen“, wenn die Versorgung klemmt. Sorgen Sie dafür, dass Windows auch andere Microsoft-Programme wie Office auf dem aktuellen Stand hält, indem Sie unter „Erweiterte Optionen“ den Schiebeschalter „Erhalten Sie Updates für andere Microsoft-Produkte, wenn Sie Windows aktualisieren“ aktivieren.

Alte Windows-Versionen versorgt Microsoft nicht mehr mit Sicherheits-Patches, wodurch das Angriffsrisiko steigt. Nutzen Sie daher mindestens Windows 8.1, das noch bis Januar 2023 vom Hersteller gepflegt wird. Bei Windows 10 sollte man die großen Funktions-Upgrades (etwa Version 1909 oder 2004) innerhalb von 18 Monaten installieren, weil Microsoft für ältere Versionen keine Sicherheits-Patches mehr liefert. Halten Sie auch installierte Anwendungen wie Browser, Office-Suite, PDF-Viewer und Videoplayer auf dem aktuellen Stand.

### Virenschutz überprüfen

Ein Virenschutzprogramm kann Sie zwar nicht vor allen Gefahren schützen, doch vor vielen. Unter Windows 8.1 und 10 ist der Windows Defender vorinstalliert, der

inzwischen mit der Konkurrenz locker mithalten kann. Stellen Sie sicher, dass er aktiv ist und mit aktuellen Virensignaturen versorgt wird. Öffnen Sie hierzu „Windows-Sicherheit“ über das Suchfeld des Startmenüs und klicken Sie anschließend auf „Viren- & Bedrohungsschutz“.

### Zugriffsschutz aktivieren

Ihr Rechner muss nicht nur vor Angriffen aus dem Internet geschützt werden, sondern auch vor physischen Zugriffen – also vor Personen, die sich dem Rechner nähern. Im besten Fall verschlüsseln Sie die Festplatte oder SSD mit BitLocker oder unter Windows 10 Home mit VeraCrypt [1]. So sind Ihre Daten – oder die Ihres Arbeitgebers – auch dann noch geschützt, wenn jemand an der Windows-Anmeldung vorbei direkt auf den Datenträger zugreift.

Wenn andere Personen physischen Zugang zu Ihrem Rechner haben, sollten Sie zudem Ihren Windows-Benutzeraccount mit einem mindestens 10 Zeichen langen Passwort schützen. Sperren Sie Ihren Rechner, wenn Sie sich von ihm entfernen. Das klappt ganz fix mit der Tastenkombination Windows+L, die schnell in Fleisch und Blut übergeht. Stellen Sie zudem ein, dass sich Windows bei Inaktivität automatisch abriegelt, für den Fall, dass Sie das Sperren einmal vergessen. Öffnen Sie hierzu „Bildschirmschoner ändern“ über das Suchfeld des Startmenüs und setzen Sie das Häkchen „Anmeldeseite für Reaktivierung“. Das Feld „Wartezeit“ legt fest, nach wie vielen Minuten das System automatisch gesperrt wird. Mit

Windows Hello können Sie das Entsperren beschleunigen.

### Datenschutz verbessern

Sorgen Sie dafür, dass nicht mehr Daten an Microsoft fließen als nötig: Suchen Sie im Startmenü nach „Einstellungen für Diagnose und Feedback“ und stellen Sie sicher, dass unter „Diagnosedaten“ die Option „Erforderliche Diagnosedaten“ aktiv ist. Windows 10 drängt Ihnen bei der Einrichtung und danach die Nutzung eines Microsoft-Kontos auf, das eng mit der Microsoft-Cloud vernetzt ist. Nutzen Sie besser ein lokales Nutzerkonto. Das klappt, wenn Sie bei der Einrichtung die Netzwerkverbindung kappen [2].

### Daten-GAU vorbeugen

Ihre Daten sind auf der Systemplatte oder -SSD nicht gut aufgehoben, da diese jederzeit ausfallen kann. Zudem besteht die Gefahr, dass die Daten von einem Krypto-Trojaner verschlüsselt werden. Sorgen Sie vor und legen Sie Backups aller wichtigen Daten an. Backups müssen nicht aufwendig sein, im einfachsten Fall reicht es, die Daten auf einen USB-Datenträger zu kopieren (siehe S. 31). (rei@ct.de) ct

### Literatur

- [1] Jan Schüßler, Taschentresor, USB-Medien sicher verschlüsseln, c't 14/2018 S. 116
- [2] Axel Vahldiek, Günter Born, Nein, danke!, So umgehen Sie die Nötigung zum Microsoft-Konto bei Windows 10, c't 7/2020, S. 154

# Mobil und sicher

## Security-Checkliste Smartphone

**Android-Smartphones und iPhones beherbergen allerlei wichtige Daten, die nur Sie etwas angehen. Mit ein paar Handgriffen schützen Sie Ihre mobilen Begleiter vor Malware und neugierigen Mitmenschen. Die meisten Tipps gelten auch für Tablets und weitere Geräte.**

Von Ronald Eikenberg



### Firmware-Updates

Ganz gleich, ob Sie Android oder iOS nutzen – achten Sie darauf, dass ein möglichst aktuelles Betriebssystem auf dem Gerät installiert ist. Betriebssystem-Updates schließen meist Sicherheitslücken, und wer nicht auf dem Laufenden ist, macht es Hackern leichter als nötig. Apple versorgt seine iPhones vordbildlich mit Updates: iOS 14 erscheint sogar noch für das fünf Jahre alte iPhone 6s. Bei Android ist die Lage durchwachsen, insbesondere bei preiswerten Smartphones versiegt der Update-Fluss oft nach kurzer Zeit.

Ob es ein Update gibt, können Sie über die Einstellungen überprüfen. Suchen Sie dort einfach nach „Update“ oder „Softwareaktualisierung“. Dort können Sie auch die Installation anstoßen. Android-Nutzer erfahren unter „Über das Telefon“ zudem den sogenannten Android-Sicherheitspatch-Level, der besagt, von welchem Datum die installierten Sicherheits-Patches sind. Falls Sie ein Smartphone einsetzen, um das sich der Hersteller nicht mehr kümmert, sollten Sie mittelfristig über eine Neuanschaffung nachdenken. Informieren Sie sich vor dem Kauf, welche Hersteller ihre Geräte nachhaltig pflegen [1].

### Zugriffsschutz aktivieren

Stellen Sie sicher, dass der Sperrbildschirm eingerichtet ist und ein Passcode zum Entsperren des Smartphones festgelegt ist. Andernfalls kann jeder, dem das Gerät in die Hände fällt, auf Ihre persönlichen

Daten zugreifen – ganz gleich, ob Taschendieb oder neugieriger Kollege. Der Passcode sollte nicht zu leicht zu erraten sein: 1234, 0815 oder Ihr Geburtsdatum sind also tabu.

Nutzen Sie einen möglichst langen Passcode, die meisten Smartphones lassen sich ohnehin komfortabel per Gesichtsscanner oder Fingerabdruck entsperren. Der Passcode dient dann nur noch als Backup und muss selten eingegeben werden. Sie finden die entsprechende Einstellungen auf dem iPhone unter „Face ID & Code“ (oder „Touch ID & Code“, falls Sie ein iPhone ohne Face ID nutzen). Bei Android lauten die Stichwörter „Sicherheit“ und „Displaysperre“ sowie „Biometrie & Passwort“. Der genaue Weg unterscheidet sich von Hersteller zu Hersteller.

### Externe Quellen meiden

Installieren Sie Apps am besten nur aus den offiziellen Stores von Apple, Google und den Geräteherstellern. Die Apps werden zumindest bei Apple und Google einem Sicherheitscheck unterzogen, bevor sie zum Download freigegeben werden. Teilweise können die Store-Betreiber auch eine bereits installierte App wieder von Ihrem Smartphone löschen, wenn sie nachträglich als schädlich eingestuft wird. Android-Nutzer, die eine App als APK-Installationspaket installieren möchten, sollten dieses nur direkt vom Entwickler der App beziehen. Stellen Sie unter Android sicher, dass der Cloud-Virenschutz Play Protect aktiv ist. Sie finden ihn im Menü des Play Store.

### App-Berechtigungen

Überprüfen Sie vor Installation und Nutzung einer App genau, welche Rechte sie einfordert und ob es einen nachvollziehbaren Grund für den Zugriff auf wichtige Ressourcen wie Kamera, Mikrofon und Standort gibt. Erteilen Sie den Zugriff nur Apps, denen Sie vertrauen und wenn Sie die betroffene Funktion der App auch nutzen wollen. Im Zweifel verzichten Sie lieber. iOS-Nutzer können unter „Einstellungen/Datenschutz“ bereits erteilte Rechte verwalten, Android-Nutzer schauen in den Einstellungen etwa unter „Datenschutz/Berechtigungsverwaltung“. Gehen Sie die Liste aufmerksam durch und entziehen Sie alle Berechtigungen, für die es keinen nachvollziehbaren Grund gibt.

### Jailbreak meiden

Durch „Rooten“ (Android) und „Jailbreaking“ (iOS) kann man sich höhere Rechte auf dem Smartphone verschaffen und tiefgreifende Modifikationen am System vornehmen, die normalerweise nicht zulässig sind. Dadurch hebelt man jedoch auch essenzielle Schutzfunktionen aus, weshalb die meisten Nutzer besser damit bedient sind, das Gerät im ursprünglichen Zustand zu belassen. Hinzu kommt, dass zahlreiche Apps auf modifizierten Smartphones den Start aufgrund von Sicherheitsbedenken verweigern. (rei@ct.de) **ct**

### Literatur

[1] Julius Beineke, Alexander Spier, Das große Warten, Android-Smartphones im Update-Check, c't 16/2018, S. 120

# Heimnetz absichern

## Security-Checkliste WLAN-Router

**Wenn der Einrichtungsassistent Ihres neuen WLAN-Routers sein Werk getan hat, bleibt noch eine Handvoll zu tun, um den Router und das Heimnetz optimal abzusichern. Besonders die WLAN-Verschlüsselung braucht Ihre Aufmerksamkeit, auch wenn Ihr Router schon das neue WPA3 beherrscht.**

Von Dušan Živadinović



Bild: Andreas Martin



### Webinterface abdichten

Fast jeder moderne Router bringt einen Assistanten mit, der einige der wichtigsten Einstellungen abfragt und in einem Rutsch konfiguriert. Je nach Hersteller lassen die Assistanten aber unterschiedliche Lücken. Stellen Sie zunächst sicher, dass das ab Werk eingestellte Konfigurationspasswort geändert wurde. Üblicherweise bringen es die Hersteller mitsamt den WLAN-Einstellungen am Gehäuseboden an, wo es Unbefugte leicht abfotografieren können.

Und wer die Zugangsdaten zu Ihrem Router kennt, kann nach Belieben schalten und walten – WLAN-Passwort und VPN-Zugang missbrauchen, Internet-Zugangsbeschränkungen manipulieren und dergleichen mehr.

Aktivieren Sie nach Möglichkeit das automatische Firmware-Update. So nutzt der Router auch dann die aktuelle Firmware, wenn Sie mal für länger verreist sind.



### WLAN-Vorkehrungen

Aktivieren Sie wenn möglich den Schutz für Steuerpakete (PMF). Ändern Sie dann den Funknetznamen sowie den Schlüssel Ihres WLANs (WLAN-Passwort). Das empfiehlt sich auch dann, wenn der Hersteller seine Geräte mit individuellen Einstellungen ausliefert, denn diese sind meistens auf dem Router angebracht, sodass sie jeder auslesen und missbrauchen kann, der physischen Zugang zum Router hat – beispielsweise weinselige Partybesucher.

Bei WLAN-Routern, die nur das veraltete WPA2 verwenden, lässt sich die

Verschlüsselung per Brute-Force-Attacke knacken. Dafür zeichnen Angreifer den WLAN-Verkehr eine Weile lang auf und nehmen die Daten dann zu einem PC mit viel Rechenleistung mit. Ob das Knacken dann schnell gelingt oder nach Tagen wegen Aussichtslosigkeit abgebrochen wird, hängt von der Länge Ihres WLAN-Passworts ab. Nutzen Sie 20 bis 30 Zeichen, wenn Sie in Ihrem WLAN WPA2 wegen älterer Geräte verwenden müssen. Falls alle Ihre Geräte schon WPA3 beherrschen, schalten Sie WPA2 ab, falls Ihr Router das ermöglicht.



### Gastnetz einsetzen

Trennen Sie Ihre vertrauenswürdigen Geräte von denen, die Besucher mitbringen, und auch von Smart-Home- und IoT-Geräten, indem Sie diesen Gruppen das Gast-WLAN zuweisen. Setzen Sie auch für das Gastnetz ein langes WPA2-Passwort, und ändern Sie es ab und zu, weil manche Besucher dazu neigen, WLAN-Passwörter weiterzugeben.

Schränken Sie das Gast-WLAN auf bestimmte Dienste ein, beispielsweise Surfen und Mailen, um Ärger wegen unerwünschtem Filesharing vorzubeugen.



### Nicht ohne TLS

Falls Sie einen aus dem Internet erreichbaren Server betreiben, stellen Sie sicher, dass er nur über TLS-verschlüsselte Protokolle kommuniziert. Weil bei manchen Routern auch deren Webinter-

face aus dem Internet erreichbar ist, sollte der zugehörige Verkehr ebenfalls verschlüsselt werden (HTTPS). Falls ausschließlich Sie auf den Server von außen zugreifen, dann nutzen Sie besser eine verschlüsselte VPN-Verbindung ins Heimnetz. Als VPN-Server eignen sich viele Router. Weitere Hinweise zum sicheren Betrieb von Servern finden Sie auf Seite 33.



### WPS nur bedarfsweise

Die WPS-Funktion erleichtert das Koppen neuer WLAN-Clients enorm, weil man dafür nur die zugehörigen Tasten am Router und Client drücken muss. Schalten Sie diese Funktion aber immer nur bei Bedarf ein. Andernfalls können sich Dritte ohne Ihr Wissen Zugang zu Ihrem Netz verschaffen, wenn sie physischen Zugriff zum Router erhalten.

Manche Hersteller nutzen die UPnP-Funktion, um mittels ihrer Geräte eine Port-Weiterleitung von innen automatisch einzurichten. Das spart zwar Zeit, aber wenn die UPnP-Funktion dauerhaft aktiviert ist, kann auch eingeschleppte Malware UPnP nutzen, um Löcher in die Firewall Ihres Routers zu bohren. Deaktivieren Sie diese Funktion nach Möglichkeit oder beschränken Sie sie auf einzelne Hosts, falls Ihr Router das ermöglicht.

Wenn alle Schritte erledigt sind, exportieren Sie die Router-Konfiguration, damit Sie bei einem Router-Ausfall ohne Neueinrichtung mit einem Ersatzgerät fortfahren können. (dz@ct.de) **ct**

# Briefgeheimnis

## Security-Checkliste E-Mail

**E-Mails stammen aus der Anfangszeit des Internets und sind daher sicherheitstechnisch ein Albtraum. Seien Sie sich dieser Gefahren bewusst und ergreifen Sie zumindest die Maßnahmen, die möglich sind.**

Von Sylvester Tremmel



Bild: Andreas Martini

### Gesundes Misstrauen

E-Mails sind nicht sicher, das sollte mittlerweile allgemein bekannt sein. Vielen Leuten ist aber nicht bewusst, mit welcher Qualität E-Mails gefälscht werden. Das mag daran liegen, dass es auch die plumpen SPAM-Mails von angeblichen afrikanischen Prinzen immer noch gibt. Wer ausschließlich Fälschungen auf diesem Niveau erwartet, wird leicht Opfer einer Mail, die angeblich von einem langjährigen Kunden kommt, den Mitarbeiter passend anredet, fehlerfrei formuliert ist und Bezug auf eine E-Mail von letzter Woche nimmt.

Solche gut gemachten Fälschungen sind aber nicht nur möglich, sie lassen sich auch weitgehend automatisch erstellen. Man muss dafür keineswegs einem gezielten Angriff ausgesetzt sein. „Uns kleine Fische wird es schon nicht treffen“, ist deshalb eine ganz schlechte Annahme.

Also, misstrauen sie *jeder* E-Mail und werden Sie besonders hellhörig, wenn Links, Anhänge oder Geld im Spiel sind – auch wenn die Mail scheinbar vom Chef kommt und ganz dringend und wichtig ist.

### Mailclient absichern

Ihren Mailclient können Sie so einstellen, dass er zumindest ein paar gröbere Risiken von E-Mails umgeht: Das Nachladen von externen Inhalten sollten Sie grundsätzlich verbieten. Einige Mails mögen dann unschön aussehen, aber externe Inhalte werden einerseits gerne für (Werbe-)Tracking genutzt und sind andererseits immer wieder an Sicherheitslücken beteiligt.

Ähnliches gilt für HTML-Mails. Schalten Sie die HTML-Ansicht aus oder richten Sie Ihren Client zumindest so ein, dass er reine Textinhalte bevorzugt. Nur wenn diese Inhalte absolut unleserlich – oder gar nicht vorhanden – sind, sollten Sie auf die HTML-Darstellung ausweichen. Viele Mailclients erlauben, das direkt aus der Mailansicht zu tun, sodass der Komfortverlust gering ist.

Ebenfalls in den Einstellungen Ihres Mailclients sollten Sie sicherstellen, dass Mails nur per STARTTLS beziehungsweise TLS/SSL abgerufen und versandt werden. Zum Glück ist das mittlerweile üblich und praktisch alle Mailprovider unterstützen es.

### Verschlüsselung

E-Mails sind Postkarten, auf dem Weg kann jeder mitlesen. Das ist grundsätzlich richtig, aber immerhin sind seit den 80er Jahren ein paar Verbesserungen dazugekommen: Viele Provider unterstützen Zwei-Faktor-Authentifizierung (2FA), was Sie unbedingt wahrnehmen sollten. 2FA macht es erheblich schwieriger, Ihren Account zu kompromittieren.

Außerdem ist es mittlerweile üblich – aber leider nicht vorgeschrieben –, dass E-Mails zumindest transportverschlüsselt versendet werden. Dann kann zwar immer noch der „Postbote“ mitlesen (also die beteiligten Mailprovider), aber immerhin nicht jeder, der an den Datenstrom kommt. Manche Provider bieten an, Mails nur dann zu versenden, wenn so eine Transportverschlüsselung zum Zielserver aufgebaut werden kann – nutzen Sie solche Optionen.

Ende-zu-Ende-Verschlüsselung ist bei E-Mails ebenfalls möglich, via S/MIME oder OpenPGP. Viele Mailclients unterstützen beide Verfahren, allerdings muss dabei auch der Korrespondent mitspielen. Als Notlösung bieten manche Provider an, Mails bei Eingang automatisch per OpenPGP oder S/MIME zu verschlüsseln. Dann sind sie immerhin vor fremden Augen sicher, sobald sie Ihren Account erreicht haben.

### Überlegt nutzen

Auch beim Versand von E-Mails sollten Sie mitdenken. Das dient nicht nur Ihrer eigenen Sicherheit, sondern auch der Ihrer Empfänger. Reine Textmails zu verschicken verhindert zwar schicke Formatierungen, aber es ist deutlich sicherer. Ihre Korrespondenten werden es Ihnen danken, wenn sie eine bösartige – und angeblich von Ihnen stammende – Mail leicht erkennen, weil die Nachricht nur HTML-Inhalt hat, obwohl Sie nie HTML-Mails verschicken.

Ähnliches gilt für ausführbare Dateien oder Office-Dokumente mit Makros. Solche verdächtigen Inhalte wollen Sie nicht per Mail empfangen, also versenden Sie auch nichts Derartiges. Auch auf die Liste von Empfängern sollten Sie lieber zweimal schauen: „Allen antworten“ ist bequem, aber oft zu viel des Guten und streut Informationen weiter als nötig. Prüfen Sie vor dem Versand auch, ob wirklich die gesamte Originalmail zitiert sein muss – gerade wenn Sie den Empfängerkreis erweitern. Und manch heikle Information ist ohnehin besser in einem Telefonat aufgehoben.

(syt@ct.de) **ct**

**SIEMENS**

Ingenuity for life

# 2 Millionen Gründe, um zu feiern



We feiern  
2 Millionen  
ausgelieferte  
Geräte.

Für 2 Millionen ausgelieferte  
SIMATIC Industrie PCs sagen wir  
unseren Kunden DANKE! Das sind  
2 Millionen Gründe mehr für uns,  
unser Bestes für Sie zu geben.

[siemens.de/2Mio](http://siemens.de/2Mio)

# WhatsSecure?

## Security-Checkliste WhatsApp & Co.

**WhatsApp, Signal oder Telegram, der Facebook-Messenger oder doch ein IRC-Client? Dutzende Messenger buhlen um Nutzer und praktisch alle behaupten, sicher zu sein. Doch Verschlüsselung ist nicht gleich Verschlüsselung, und ganz ohne Zutun und Kontrolle geht es auch nicht.**

Von Sylvester Tremmel



Bild: Andreas Martin



### Verschlüsselung nutzen

Stand der Technik ist, Nachrichten zu verschlüsseln – und zwar mit einer Ende-zu-Ende-Verschlüsselung (end-to-end encryption, E2EE). Das bedeutet, dass auch der Server, der die Nachrichten vermittelt, ihren Inhalt nicht lesen kann. Bei Messengern ist E2EE zwar erfreulich weit verbreitet, aber Unterschiede gibt es trotzdem: Als sehr sicher gilt das Double-Ratchet-Verfahren, das beispielsweise bei WhatsApp und Signal zum Einsatz kommt.

Diese beiden Messenger verschlüsseln auch grundsätzlich und immer Ende-zu-Ende, was lobenswert ist. Apps wie Telegram oder der Facebook-Messenger beherrschen zwar E2EE, nutzen sie aber normalerweise nicht. Bei diesen Apps sollten Sie darauf achten „geheime Unterhaltungen“ oder „geheime Chats“ zu starten, damit Ihre Nachrichten verschlüsselt werden.

Ein Spezialfall ist das Jabber/XMPP-Umfeld. Hier kommen viele verschiedene Clients und Server zum Einsatz, was allgemeine Aussagen schwierig macht. E2EE-Verschlüsselung in Form des Double-Ratchet-Verfahrens gibt es für XMPP-Clients über das Protokoll OMEMO, das knapp zwei Dutzend Clients bereits unterstützen (siehe ct.de/ymq9).



### Wer hört mit?

Viele Messenger bieten Web- oder Desktop-Clients zusätzlich zur App. Gerade am Arbeitsplatz ist das praktisch, dann muss man nicht ständig zum Handy greifen, wenn ein Kollege etwas schreibt. Aller-

dings lassen sich – wenn so ein Web- oder Desktop-Client einmal eingerichtet ist – dort sämtliche Konversationen bis auf Weiteres mitlesen. Die Messenger-Apps auf dem Smartphone zeigen daher (meist in den Einstellungen), welche anderen Geräte verknüpft sind. Prüfen Sie die Liste regelmäßig und löschen Sie, was Sie nicht mehr brauchen.



### Backups kontrollieren

Backups können essenziell sein, aber sie sind auch eine mögliche Schwachstelle. Überlegen Sie sich, von welchen Messengern und Chats Sie Backups brauchen und wofür. Manche Apps wie zum Beispiel WhatsApp und Signal legen automatisch oder auf Wunsch verschlüsselte Backups auf dem Smartphone an (siehe ct.de/ymq9). Das ist gut, hilft aber nicht, falls das Smartphone selbst kaputtgeht – sie müssen solche Backups regelmäßig auf ein anderes Gerät laden. Bei Backups in die Cloud, die manche Messenger anbieten, sollten Sie skeptisch sein: Das ist praktisch, aber oft sind die Daten dort nicht so verschlüsselt, dass nur Sie Zugriff haben.

Messenger wie Telegram, Signal oder der Facebook Messenger erlauben es, Nachrichten nach einer einstellbaren Zeit automatisch zu löschen. „Selbsterlörende“, „selbstlöschende“ oder „verschwindende“ Nachrichten nennen das die Messenger. Vorsicht: Das Feature kann nicht verhindern, dass der Gesprächspartner die Nachricht dennoch dokumentiert. Aber es eignet sich gut, um Chatverläufe kurz und Messenger-Backups klein zu halten.



### Verifizierung aktivieren

Viele Messenger binden die Accounts an eine Handynummer. Diese wird per SMS bestätigt, was sich manipulieren lässt. Schlimmstenfalls können Dritte dadurch Accounts übernehmen. Viele Messenger wie WhatsApp, Telegram oder Signal bieten daher an, den Registrierungsprozess mit einer zusätzlichen PIN abzusichern. Das Feature sollten Sie nutzen, bewahren Sie aber die PIN gut auf. Sonst werden Sie selber Probleme bekommen, wenn Sie eines Tages Ihr Handy austauschen wollen.



### Erst denken, dann klicken

Betrüger und andere Kriminelle, Kettenbriefe und unerwünschte Werbung gibt es auch bei Messengern. Wir haben kürzlich über Fälle bei Telegram berichtet [1], aber auch andere Messenger haben solche Probleme. Seien Sie deshalb skeptisch: Fügen Sie nicht alles und jeden ungeprüft zu Ihren Kontakten hinzu; schreiben Sie nichts Privates in Ihr (öffentliches) Account-Profil; leiten Sie Nachrichten nicht unhinterfragt oder massenhaft weiter und öffnen Sie keine Links, deren Ziel Ihnen nichts sagt. Kein noch so schlaues Sicherheits-Feature kann gesundes Misstrauen ersetzen.

(syt@ct.de) ct

### Literatur

[1] Merlin Schumacher, Darknet in der Hosentasche, Schwarzmarkthandel auf Telegram, c't 18/2020, S. 14

**OMEMO und Backups:** ct.de/ymq9

# Home-Office? Aber sicher! Desktop-Virtualisierung mit VDI

## Effizientes Arbeiten durch Desktop-Virtualisierung

Mit unseren VDI-Lösungen profitieren Sie mehrfach von der Virtualisierung Ihrer Desktop-Arbeitsplätze und Workstations: Sie sparen mit Thin Clients Hardware- sowie Energiekosten und reduzieren den Verwaltungsaufwand für Ihre IT. Damit schaffen Sie eine hoch performante Infrastruktur für CAD-Anwendungen oder ortsunabhängige Arbeit via Home-Office.



Jetzt informieren:

[thomas-krenn.com/home](http://thomas-krenn.com/home)

+49 (0) 8551.9150-300

**THOMAS  
KRENN®**

# Sicher surfen

## Security-Checkliste Browser

**Ihr Browser kommt so oft wie kein anderes Programm mit Schadcode in Kontakt, dazu müssen Sie nicht mal auf zwielichtigen Websites surfen. Umso wichtiger ist es, ihn maximal sicher einzustellen.**

Von Ronald Eikenberg



### Aktuell bleiben

Um sicher zu surfen, müssen sie die aktuelle Version des Browsers Ihrer Wahl nutzen. Die Hersteller geben laufend Updates heraus, die Sicherheitslücken schließen. So hat etwa Google allein im August mit einem Chrome-Update insgesamt 15 Schwachstellen beseitigt. Im Idealfall aktualisiert sich Ihr Browser selbstständig, Microsoft Edge wird von Windows Update auf dem Laufenden gehalten. Gelegentlich klemmt jedoch die Update-Versorgung oder der Browser muss zur Installation neu gestartet werden. Überprüfen Sie daher über den Info-Dialog (teilweise auch als „Über XYZ“ im Menü zu finden), ob ein Neustart nötig ist.

### Tracker blockieren

Blockieren Sie Tracker, die Ihr Surfverhalten überwachen und Ihre Interessen ausspionieren. Einige Browser wie Firefox und Edge können das bereits von Haus aus, Sie müssen den Tracking-Blocker nur noch in den Einstellungen unter „Datenschutz & Sicherheit“ scharfschalten. Probieren Sie zunächst die Einstellung „Streng“. Falls es anschließend Probleme bei Ihren Lieblingswebsites gibt, können Sie den mildernden Standardmodus einstellen. Nutzer anderer Browser wie Chrome können sich mit Add-ons wie Privacy Badger oder uMatrix behelfen (siehe ct.de/y1rc). uBlock Origin beseitigt zudem aufdringliche (und oft verseuchte) Werbung.

### Auf Adressen achten

Geben Sie persönliche Daten, Passwörter und Finanzdaten nur auf Websites ein, die verschlüsselt übertragen werden (Webadresse beginnt mit https:// beziehungsweise der Browser zeigt ein geschlossenes Vorhängeschloss neben der Adresse an). Darüber hinaus sollten Sie die Adressen genau auf Ungereimtheiten untersuchen: Ein falscher Buchstabe oder ein seltsames Zeichen reichen aus, um Sie nicht zu Ihrer Bank, sondern auf eine perfekt kopierte Phishing-Seite zu lenken. Steuern Sie häufig besuchte Websites am besten über Lesezeichen an.

(rei@ct.de) **ct**

**Tracking-Blocker für Chrome und andere:** [ct.de/y1rc](http://ct.de/y1rc)

### Add-ons ausmisten

Browser-Erweiterungen (auch Add-ons oder Extensions genannt) haben Zugriff auf alles, was innerhalb des Browsers geschieht, einschließlich des Online-Bankings. Überprüfen Sie vor der Installation also genau, worauf Sie sich einlassen. Installieren Sie nur Erweiterungen aus den offiziellen Downloadkatalogen der Hersteller und achten Sie auf Downloadzahlen und Nutzerbewertungen. Verzichten Sie im Zweifel lieber zugunsten der Sicherheit. Überprüfen Sie auch, welche Erweiterungen bereits installiert sind und melden Sie gründlich aus. Bei Chrome finden Sie die Erweiterungen im Menü unter „Weitere Tools“, bei Firefox klicken Sie auf „Add-ons/Erweiterungen“. Im Edge-Menü klicken Sie einfach auf „Erweiterungen“.

### Berechtigung checken

Websites können Berechtigungen einfordern, um etwa auf Kamera, Mikrofon und Standort zuzugreifen. Stimmen Sie nur zu, wenn es einen triftigen Grund gibt und Sie dem Dienst vertrauen. Ein Videochat-Dienst benötigt natürlich den Zugriff auf Kamera und Mikro, Google Maps kann Ihren aktuellen Standort nur mit Ihrer Zustimmung ermitteln. Kontrollieren Sie die bereits erteilten Berechtigungen und melden Sie gründlich aus. In den Chrome-Einstellungen finden Sie die Berechtigungen unter „Datenschutz und Sicherheit/Website-Einstellungen“, in den Firefox-Einstellungen unter „Datenschutz & Sicherheit/Berechtigungen“. Edge-Nutzer schauen in den Einstellungen unter „Websiteberechtigungen“.

Hallo Ronald, Ihre Privatsphäre ist uns wichtig.  
Wir schützen und respektieren Ihre Privatsphäre, und bieten Ihnen gleichzeitig die Transparenz und Kontrolle, die Sie verdienen. [Weitere Informationen zu unseren Bemühungen in Sachen Datenschutz](#)

Verhindern der Nachverfolgung [?](#)

Tracking-Verhinderung [?](#)

**Streng**

- Blockiert die meisten Tracker von allen Websites
- Inhalt und Anzeigen verfügen wahrscheinlich über eine minimale Personalisierung
- Teile von Websites funktionieren möglicherweise nicht.
- Blockiert bekannte schädliche Tracker

**Datenschutz inklusive:** Browser wie Microsoft Edge bringen einen **Tracking-Schutz mit**, den Sie scharfschalten sollten.

# Soziale Sicherheit

## Security-Checkliste Social Media

**Social-Media-Konten bilden de facto die digitale Identität vieler Nutzer ab. Die Plattformen bieten deshalb Schutzfunktionen, die Sie anwenden sollten. Und: Schalten Sie bei sozialen Kontakten nicht den gesunden Menschenverstand aus.**

Von Holger Bleich



Bild: Andreas Martini



### Zwei Faktoren nutzen

Werden Ihre Konten bei Facebook, Twitter oder LinkedIn gekapert, kann das nicht nur für Sie, sondern auch für Freunde und Geschäftspartner katastrophale Folgen haben. Der Schutz solcher Accounts ist deshalb besonders wichtig. Nutzen Sie dazu alle Möglichkeiten, die die Plattformen bieten. Was in den anderen Checklisten bereits erwähnt ist, gilt in besonderem Maße für soziale Plattformen: Sie sollten, wo immer möglich, weitere Zugangsbarrieren neben dem Passwort aufbauen, also auf eine Zwei-Faktor-Authentifizierung (2FA) setzen.

Auf der Facebook-Website gelangen Sie über den Pfeil neben der Hilfefunktion in die „Einstellungen“, wo der Menüpunkt „Sicherheit und Login“ zur „zweistufigen Authentifizierung“ führt. Dort veranlassen Sie, dass bei jedem Zugriffsversuch von einem unbekannten Gerät oder Browser der zweite Faktor abgefragt wird, also etwa eine via SMS verschickte PIN oder der Anmeldecode einer zuvor mit dem Konto verbundenen Authentifizierungs-App. Ähnliche Einstellungen bieten inzwischen alle großen sozialen Netzwerke, also etwa Instagram, Twitter, Google (YouTube) und LinkedIn.

Damit die Abfrage nicht jedes Mal erfolgt, merken sich die Plattformen Geräte-IDs oder setzen Cookies und bleiben auf dem Gerät angemeldet. Dies kann zum Sicherheitsproblem werden, wenn sich mehrere Menschen einen Rechner teilen oder der Kontenzugriff von öffentlichen Terminals erfolgt. Sie sollten von Zeit zu Zeit prüfen, welche Geräte derzeit autorisierten Zugriff aufs Konto haben und deshalb von der 2FA ausgenommen sind. Bei Facebook etwa finden Sie diese Liste im oben genann-

ten Menü unter „Autorisierte Logins“. Dort lässt sich der Zugriff selektiv unterbinden.



### Zugriffe prüfen

Bei vielen sozialen Netzen können Sie externen Diensten und Fremd-Apps Zugriff auf Ihren Account gewähren, beispielsweise für Single-Sign-On-Logins auf verbundenen Websites. Bisweilen räumen sich Apps viel mehr Rechte als nötig ein. Sie sollten die Aktivitäten und Berechtigungen der Apps im Auge behalten. Facebook gewährt Ihnen unter „Apps und Websites“ in den Einstellungen Kontrollmöglichkeiten.

Besonders beliebt sind Apps bei Instagram-Nutzern. Unter „Apps und Websites“ in den Profileinstellungen listet der Dienst die aktiven Apps auf. Misten Sie hier von Zeit zu Zeit gründlich aus. Twitter führt diese Option unter „Apps und Sitzungen“ im Account-Profil. Hier entfernen Sie auch autorisierte Geräte, die keinen Zugriff mehr erhalten sollen.



### Gezielt teilen

Bei Facebook, aber auch bei anderen Anbietern wie LinkedIn kann man festlegen, mit wem man Inhalte teilen möchte. Behalten Sie Ihre Zielgruppen-Voreinstellung im Blick, um nicht versehentlich einen größeren Adressatenkreis anzusprechen als gewünscht.

So sollten Sie beispielsweise nicht öffentlich posten, dass Sie zwei Wochen im Urlaub sind und Ihr Haus leersteht. Die Voreinstellung sollte eher defensiv sein. Sie lässt sich etwa bei Facebook in den Privat-

sphäre-Einstellungen unter „Deine Aktivität“ ändern. Hier können Sie auch die Sichtbarkeit vergangener Beiträge beschränken.



### Anfragen checken

Freundschaft und Vertrauen sind auch auf Facebook ein begehrter Status. Befreundete Kontakte sehen je nach Profileinstellungen viel mehr Privates. Oft stecken hinter Freundschaftsanfragen Versuche, persönliche Daten abzugreifen, die Person zu stalken oder gar Geld zu ergaunern. Checken Sie jede Anfrage sorgfältig. Ist das Mitglied frisch dabei und hat viele neue Kontakte, kann das auf einen Betrug hindeuten – selbst wenn das Facebook-Profil vermeintlich von einer Person stammt, die Sie persönlich kennen. Fake-Accounts haben oft Profilfotos von attraktiven Menschen. Sie können das Foto über die Google-Bildersuche vielleicht als Bilderklaub enttarnen.



### Private Nachrichten

Lassen Sie Vorsicht walten, wenn jemand Sie anschreibt, es sehr dringend wirkt, und wenn er um Geld oder andere Gefallen bittet: Vielleicht wurde sein Facebook-Account gehackt und übernommen, und nun versucht jemand, Ihr Vertrauen zu missbrauchen. Überweisen Sie keinesfalls Geld und rücken Sie nicht unbedacht Ihre Handy-Nummer heraus, bevor Sie sich von der Identität überzeugen konnten – zum Beispiel mit einer Frage, die garantiert nur die befreundete Person beantworten kann. (hob@ct.de) **ct**

# Geldwerter Schutzvorteil

## Security-Checkliste Online-Banking

**Auf Ihrem Bankkonto liegt Ihr Geld – logisch, dass Betrüger und Cyberkriminelle scharf darauf sind. Absolute Sicherheit gibt es beim Online-Banking nicht, aber Sie können es Kriminellen extrem schwer machen.**

Von Markus Montz



Bild: Andreas Martini



### Transaktionen checken

Fast alle Überweisungen erfordern eine Zwei-Faktor-Authentifizierung. Checken Sie bei Online-Überweisungen auf beiden Geräten oder Kanälen in der Anzeige jeweils Empfänger-IBAN und Betrag, bevor Sie eine Überweisung freigeben. Diese Kontrollmöglichkeit schreibt die Zweite Europäische Zahlungsdiensterichtlinie (PSD2) Ihrer Bank vor [1]. Vergleichen Sie die IBAN und den Betrag auch mit der Angabe auf der Rechnung, wenn Ihnen eine vorliegt. Und natürlich gilt wie überall: Wählen Sie starke Passwörter oder Passphrasen!



### Banking virenfrei

Banking mit dem PC oder Smartphone ist nur sicher, wenn das System frei von Schadsoftware ist. Sorgen Sie auf einem Windows-PC dafür, dass ein VirensScanner mit aktuellen Updates mitläuft – der bei Windows 8.1 und 10 mitgelieferte Defender bietet hinreichenden Schutz (siehe auch Seite 21). Laden Sie Anwendungen aus dem Netz nur auf seriösen Websites herunter. Prüfen Sie alle Mail-Anhänge sorgfältig, auch von scheinbar bekannten Absendern. Achten Sie auf dem Smartphone darauf, allgemein nur Apps aus vertrauenswürdigen Quellen zu installieren. Im Zweifel ist das bei Android der Google Play Store und bei iOS der App Store.



### Phishing erkennen

Bei der überwiegenden Zahl von Betrugsfällen im Onlinebanking verschicken Be-

trüger manipulativ gestaltete Mails oder erstellen Fake-Websites. Damit wollen sie falsche Handlungen bei unbedarften Nutzern provozieren (Social Engineering). Kriminelle senden beispielsweise massenhaft Mails im Namen von Bankinstituten. Darüber schleusen sie Trojaner und andere Schadprogramme ein, verlinken auf Websites mit Schadcode oder greifen Zugangsdaten ab (Phishing).

Eine seriöse Bank würde Ihnen aber nicht unangekündigt Dokumente in einer Mail schicken und insbesondere keine Links, um Ihr Konto mit PIN und TAN zu „bestätigen“. Prüfen Sie bei allen anderen Links zuerst die Ziel-URL. Schöpfen Sie Verdacht, wenn eine persönliche Anrede fehlt oder Sie zur Eile getrieben werden. Achten Sie auf Sprache – deutschsprachige Banken schreiben mit korrektem Satzbau, Umlauten (ä, ö, ü) und korrekter Rechtschreibung. Geben Sie Ihre Zugangsdaten im Browser nur auf der Webseite der Bank ein, nachdem Sie die Adresse selbst eingetippt oder per Bookmark angesteuert haben. Sicher ist auch die App der Bank oder eine seriöse Onlinebanking-Anwendung. Nutzen Sie Ihre zweiten Faktoren umsichtig (siehe oben).



### Belege überprüfen

Insbesondere Kreditkartennutzer sollten jede Abrechnung kontrollieren und unbefugte Abbuchungen umgehend an ihre Bank melden. Prüfen Sie auch Ihre Kontoauszüge regelmäßig. Noch besser ist es, alle paar Tage im Onlinebanking am PC oder in der Smartphone-App die Aktivität auf Ihrem Kreditkarten- und Girokonto zu verfolgen. Je nach Bank können sich Nutzer außerdem

per Mail, SMS oder Push-Nachricht über neue Transaktionen oder Ereignisse wie das Unterschreiten eines bestimmten Kontostands benachrichtigen lassen.



### Handy nicht rooten

Rooten oder jailbreaken Sie Ihr Smartphone oder Tablet nicht, mit dem Sie Onlinebanking betreiben, da Sie damit wichtige Schutzfunktionen lahmlegen. Das ist besonders dann gefährlich, wenn Sie beim Smartphone-Banking den zweiten Faktor über eine Sicherheits-App auf dem gleichen Gerät beziehen. Viele Sicherheits-Apps von Banken, teilweise aber auch deren Banking-Apps starten auf modifizierten Geräten aus diesen Gründen gar nicht erst. [2]

Generell ist es empfehlenswert, ein ungerootetes Smartphone mit einem Betriebssystem zu verwenden, das noch Sicherheits-updates bekommt – obwohl das nicht heißt, dass ältere Betriebssysteme per se unsicher sind. Aus Haftungsgründen empfiehlt es sich, mindestens den Vorgaben Ihrer Bank zu folgen: So lange die App Ihrer Bank ein älteres Betriebssystem noch unterstützt und Sie es nutzen, kann Ihr Kreditinstitut Ihnen zumindest daraus keine grobe Verletzung der Sorgfaltspflichten ableiten. In solch einem Fall haften Sie für Schäden selbst mit maximal 50 Euro [3]. (mon@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Markus Montz, *Zweitschlösser, Neue Onlinebanking-Regeln ab September*, c't 18/2019, S. 66
- [2] Sylvester Tremmel, *FAQ Banking-App-Sicherheit*, c't 11/2020, S. 70
- [3] Stefan Hessel, *Datenfänger und Haftungsflüchtlinge, Smartphone-Banking aus rechtlicher Sicht*, c't 11/2020, S. 66

# Daten sicher sichern

## Security-Checkliste Backups

**Egal, wie lästig es sein mag: Das regelmäßige Anfertigen von Backups Ihrer Daten ist unverzichtbar. Doch ist Ihr Backup auch zuverlässig?**

Von Axel Vahldiek



Bild: Andreas Martini

### Los jetzt!

Damit Sie im Ernstfall keine Daten verlieren, brauchen Sie ein Backup davon. Auf welche Art Sie das erstellen, ist an sich erst mal egal, denn jedes Backup ist besser als kein Backup. Wichtig ist stattdessen, dass Sie es auch wirklich machen. Der richtige Termin dafür ist immer der Gleiche: jetzt! Sichern Sie zuerst die wichtigsten Daten. Starten Sie mit Daten, die nur als Unikat vorliegen wie Diplomarbeit, Steuerunterlagen und anderen Arbeitsergebnissen. Denken Sie auch an Originale von Fotos, Videos und Korrespondenz. Orientieren Sie sich für die anderen Daten daran, wie aufwendig die Wiederbeschaffung oder erneute Bearbeitung sein wird.

### Feuerfest

Wenn in Ihrer Wohnung Feuer ausbricht, verbrennt eine neben dem PC liegende USB-Platte gleich mit. Also muss das Sicherungsmedium woanders hin. Keller und Dachboden mögen naheliegend sein, reichen aber nicht, denn das Löschwasser läuft in den Keller und das Feuer kommt überall hin. Kurzum: Das Backup muss raus aus dem Haus. Nehmen Sie eines Ihrer Backupmedien beispielsweise abends mit nach Hause oder lagern Sie es bei Verwandten.

### Schutz vor „Hoppla!“

Schutz vor Datenverlusten durch Fehlbedienungen und Hardwareausfälle bietet

so ziemlich jede Kopie, die getrennt vom Original abgelegt ist. Für kleine Datens Mengen mag schon ein USB-Laufwerk oder eine DVD als Speichermedium reichen. Für Laien oft einfacher ist das Ausdrucken auf Papier. Diese Art von Backup ist sogar langlebig: Ein 60 Jahre altes Foto mag vergilbt sein, das Motiv ist aber immer noch erkennbar. Zum Vergleich: Versuchen Sie mal, etwas von einer nur halb so alten CD auszulesen.

### Trojanersicher

Verschlüsselungstrojaner greifen heutzutage so ziemlich alles an, was sie erreichen können. Fehlende Zugriffsrechte versuchen sie sich zu verschaffen. Daher ist ein Backup nur dann zuverlässig, wenn Sie es technisch getrennt vom Original aufbewahren. Es darf vom Quellrechner aus auf keinem (!) Weg erreichbar sein. Ein USB-Laufwerk, welches nach dem Sichern abgestöpselt wird, ist technisch getrennt – doch Obacht: Wenn Sie es für die nächste Sicherung wieder anstöpseln, ist es eben wieder nicht mehr getrennt. Dagegen hilft nur, mehrere Sicherungsmedien im Wechsel oder Einmalmedien wie DVDs zu verwenden.

### Diebstahlsicher

Wenn ein Dieb Zugriff auf das Backupmedium erlangt, kann er die Daten darauf lesen. Lagern Sie es also am besten in einem feuerfesten Tresor. Alternativ hilft das Verschlüsseln des Backups – dann

bekommt der Dieb mangels Schlüssel nur Datenmüll zu sehen. Stellen Sie sicher, dass Sie das Backup im Ernstfall wieder entschlüsseln können.

### Wiederherstellen

Solange Sie Ihr Backup nicht testweise wiederhergestellt haben, darf es nicht als zuverlässig gelten. Verwenden Sie zum Wiederherstellen unbedingt einen anderen PC – wenn der alte verbrannt oder geklaut ist, stehen Sie vor genau der gleichen Situation.

### Wiederholen

Backups veralten, weil die seitdem hinzugekommen Daten naturgemäß nicht enthalten sind. Sichern Sie Ihre Daten also regelmäßig. Noch besser ist es, wenn Sie den Vorgang so weit automatisieren, dass er ohne aktive Mithilfe abläuft. Achten Sie dann aber unbedingt darauf, dass Fehlschläge erkannt werden und Sie davon erfahren.

### Ruhiger schlafen

Ihr Backup erfüllt alle Anforderungen? Herzlichen Glückwunsch! Falls nicht: In c't 10/2020 finden Sie ab Seite 16 gleich drei Artikel mit Tipps zum Einrichten von Backups für Admins sowie für ein zentrales Backup für Ihre ganze Familie, egal, wie verstreut die Verwandten leben.

(axv@ct.de)

# Sicher trotz Passwort

## Security-Checkliste Passwörter & Accounts

**Passwörter sind nicht nur ein notwendiges Übel, sondern auch der Schlüssel zur digitalen Identität. Mit den folgenden Tipps haben Sie so wenig Passwortstress wie möglich, ohne an der Sicherheit zu sparen.**

Von Ronald Eikenberg



Bild: Andreas Martini

### Nicht recyceln

Nutzen Sie für jeden Dienst ein anderes Kennwort. Sollten Sie Passwörter recycelt haben, gehen Sie am besten alle wichtigen Accounts durch und legen individuelle Passwörter fest – insbesondere bei Diensten, bei denen es um persönliche Daten oder Geld geht.

### Lieber lang

Um Passwörter ranken sich zahlreiche Mythen, viele davon sind inzwischen widerlegt. So gilt es als überholt, Passwörter regelmäßig zu ändern. Ändern müssen Sie nur, wenn ein Account gehackt wurde oder ein Passwort in die falschen Hände gelangt ist.

Ein gutes Passwort muss alltagstauglich sein und sich auch am Smartphone einzutippen lassen. Statt vieler Sonderzeichen sollten Sie lieber möglichst lange Passwörter einsetzen: Die Länge ist der größte Hebel, um die Sicherheit zu erhöhen. Insbesondere bei Verschlüsselung (Dateien, Festplatten, PGP & Co.) sollten Sie so viele Zeichen nutzen, wie Sie handhaben können. Ein Weg zum Ziel ist die Aneinanderreichung von Wörtern, absichtliche Schreibfehler sorgen für mehr Sicherheit.

### Passwortmanager

Im Laufe der Zeit sammeln sich viele Passwörter für viele Dienste an. Nutzen Sie am besten einen Passwortmanager, um Ihre Zugangsdaten zu verwalten. Die nützlichen Helfer speichern Passwörter sicher verschlüsselt auf Rechner, Smart-

phone und Tablet. Sie müssen sich dann nur noch das Masterpasswort merken, mit dem Sie den Passwortmanager entsperren. Einen Vergleichstest mit 15 Passwortmanagern finden Sie in c't 15/2020 [1].

Der Passwortspeicher des Browsers ist nur bedingt zu empfehlen: Standardmäßig kommt jeder, der Zugriff auf Ihr Nutzerkonto hat, an alle gespeicherten Zugangsdaten. Um das zu verhindern, sollten Sie bei Firefox ein Masterpasswort setzen, das der Browser daraufhin jeweils beim ersten Passwortzugriff nach dem Start abfragt. Sie setzen es in den Firefox-Einstellungen unter „Datenschutz & Sicherheit/Zugangsdaten und Passwörter/Hauptpasswort verwenden“. Wenn Sie die Sync-Funktion von Chrome nutzen, können Sie Ihre Zugangsdaten zumindest vor der Übertragung in die Google-Cloud mit einem Masterpasswort lokal verschlüsseln.

### Backup auf Papier

Wenn Sie sich so gar nicht mit dem Gedanken anfreunden können, einen Passwortmanager einzusetzen, können Sie Ihre Passwörter auch einfach aufschreiben. Greifen Sie hierfür auf bewährte



Ein USB-Sicherheitsschlüssel schützt Ihre Online-Accounts – selbst dann noch, wenn der Hacker Ihr Passwort kennt.

Technik zurück, nämlich auf Zettel und Stift. Das ist sogar trojanersicher, denn es gibt keine Schädlinge, die auf einen Zettel in der Geldbörse oder im Tresor zugreifen können. Sie sollten allerdings darauf achten, dass sich die Passwörter nicht den dazugehörigen Nutzernamen und Diensten zuordnen lassen. Zudem ist es sinnvoll, die Passwörter in veränderter Form aufzuschreiben. Hier sind der Fantasie keine Grenzen gesetzt: Nutzen Sie zum Beispiel Passwörter, die mit einem immer gleichen Wortbaustein wie **ichleseCT** beginnen, den Sie jedoch nicht mit notieren. Statt dem Passwort „ichlese-CTSetzenWeizenKursiv“ schreiben Sie nur „SetzenWeizenKursiv“ auf.

### Zwei Faktoren nutzen

Viele Online-Dienste bieten Zwei-Faktor-Authentifizierung (2FA), die effektiv vor Hackern schützt: Ist sie aktiv, fragt der Dienst beim Einloggen nicht nur nach dem Passwort, sondern auch nach einem zweiten Faktor. Das ist zum Beispiel ein Code, den Sie per SMS erhalten. Noch sicherer ist eine Authenticator-App wie Google Authenticator. Alternativ können Sie auch einen Sicherheitsschlüssel (FIDO2 oder U2F) als zweiten Faktor nutzen. Diese haben meist das Format eines USB-Sticks. Eine Übersicht vieler FIDO2-Sicherheitsschlüssel und Tipps zur Einrichtung finden Sie in c't 25/2019 [2].

(rei@ct.de) **ct**

### Literatur

[1] Jan Schüßler, Schatzkästen, 15 Passwortmanager im Vergleich, c't 15/2020, S. 22

[2] Ronald Eikenberg, Online-Schlüssel, FIDO2-Sicherheitsschlüssel zum Einloggen mit und ohne Passwort, c't 25/2019, S. 66

# Server im Internet sicherer einrichten

## Security-Checkliste Server & Hosting

**Wer einen über das Internet erreichbaren Server betreibt, muss damit rechnen, dass ihn nicht nur freundlich gesinnte Internet-Nutzer kontaktieren. So sichern Sie Ihren Heim- oder Mietserver oder das Webhosting-Paket ab.**

Von Jan Mahn



Bild: Andreas Martin



### Zweiten Faktor nutzen

Wenn Ihr Hoster einen zweiten Faktor für die Administrationsoberfläche anbietet, nutzen Sie diese Funktion. Ein einziges Kennwort als Schutz für die gesamten Web-Angebote eines Unternehmens ist heute nicht mehr zeitgemäß! Wer sich Zugang zur Verwaltungsoberfläche verschafft hat, kann eine Menge Schaden anrichten und Sie schlimmstenfalls für längere Zeit aussperren – hat er Ihre Kontaktdata geändert, müssen Sie im ungünstigen Fall erst beweisen, dass Sie der rechtmäßige Eigentümer sind. Unterstützt der Anbieter keinen zweiten Faktor, fragen Sie beim Kundenservice danach, ob die Funktion in Planung ist.



### Datenlecks schließen

Angreifer suchen gezielt nach veralteten Versionen von Servern und Skriptsprachen, wenn diese bekannte Lücken enthalten. Extrem einfach macht man es ihnen, wenn der Server die Versionsnummern per HTTP-Header bei jedem Aufruf bereitwillig verpetzt. Die Gesprächigkeit der Webserver Nginx und Apache schränken Sie in der jeweiligen Konfigurationsdatei ein (Dokumentation siehe [ct.de/ytkc](#)). Der am häufigsten eingesetzten Skriptsprache PHP gewöhnen Sie das Rausposaunen mit `expose_php = off` in der Datei `php.ini` ab. Um zu sehen, ob die Maßnahmen erfolgreich waren, öffnen Sie die Entwicklerwerkzeuge des Browsers (meist mit F11) und werfen einen Blick auf die Netzwerkanfragen und die Antworten des Servers.



### SSH, aber sicher

SSH ist ein vergleichsweise sicherer Weg auf Ihrem Server – unter Linux-Admins schon lange der Standard und sogar für Windows seit Kurzem verfügbar. Um die Sicherheit zu erhöhen, sollten Sie sich per Public-Key-Verfahren anmelden und den Zugang per Kennwort gänzlich verhindern. Das macht Brute-Force-Attacken unmöglich. Häufig wird empfohlen, den SSH-Server auf einem anderen Port als 22 lauschen zu lassen. Das ist aber nur ein schwacher Schutz und fällt in die Kategorie „Security by Obscurity“. Angreifer, die Ihren Server mit einem Portscan gezielt nach SSH untersuchen, finden Ihren SSH-Server auch auf jedem anderen Port in endlicher Zeit.



### Aktuell halten

Halten Sie die Systeme aktuell. Aktuell sein sollte unbedingt das Betriebssystem des Servers, ebenso der Webserver und, sofern verwendet, auch eine verwendete Skriptsprache (wie PHP). Bei Webhostern ist das nicht so einfach: Wenn Ihr Hosting-Anbieter die neue Version nicht anbietet, kontaktieren Sie den Kundendienst.

Logfiles sollten Sie nicht nur studieren, wenn es ein Problem gibt. Werfen Sie regelmäßig einen Blick auf die Protokolle. Auch die Logs des SSH-Servers oder unter Windows für Remote-Desktop sollten Sie regelmäßig auf Auffälligkeiten checken. Eine Software wie Fail2ban (Unix) und RdpGuard (Windows) entdeckt Brute-

Force-Attacken in den Logs und sperrt die IP-Adressen der Angreifer automatisch.



### Mit Besuch rechnen

Ein per IPv4-Adresse aus dem Internet erreichbarer Server ist nicht „geheim“, nur weil Sie keine Domain für die Seite eingerichtet haben. In unter einer Stunde kann ein Angreifer sämtliche Adressen des Internets durchprobieren und wird Ihre vermeintlich geheime Seite finden. Sichern Sie vertrauliche Informationen deshalb immer mit einem Kennwort. Auch wenn Sie Ihren Server nur per IPv6 zugänglich machen, wo die Wahrscheinlichkeit, zufällig entdeckt zu werden, wirklich gering ist, gehört ein Kennwort vor Ihre Server-Dienste. Im besten Fall veröffentlichen Sie Ihre Dienste unter einem DNS-Namen und aktivieren HTTPS.



### Passwörter hashen

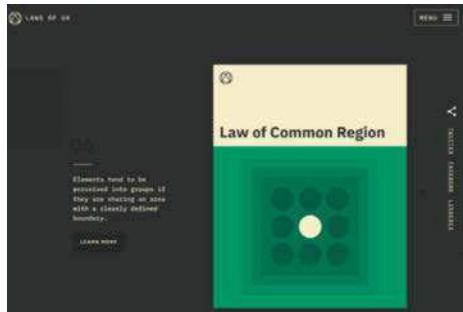
Wenn Sie einen eigenen Dienst entwickeln, speichern Sie niemals Klartextpasswörter Ihrer Nutzer. Nutzen Sie stattdessen ein modernes Hash-Verfahren wie PBKDF2 und legen Sie nur die (am besten gesalzenen) Hashes in Ihrer Datenbank ab. Speichern Sie darüber hinaus so wenig Daten wie möglich über Ihre Nutzer. Nutzen Sie verbreitete Krypto-Bibliotheken, die von einer großen Community entwickelt wurden.

(jam@ct.de) **ct**

**Konfigurationsanleitungen:** [ct.de/ytkc](#)

## So tickt der User

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



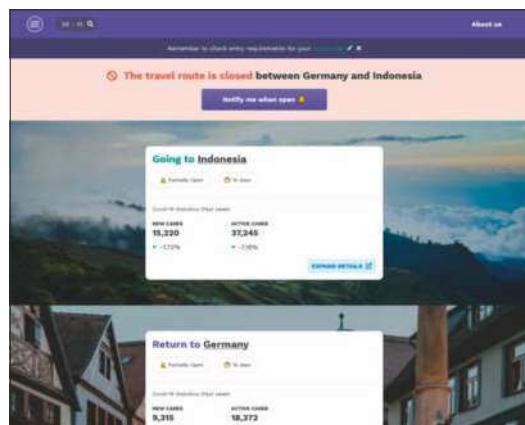
Usability hat viel mit Psychologie zu tun. Psychologische Erkenntnisse, die für Webseitenbauer interessant sind, hat der Designer Jon Yablonski aus Detroit auf seiner Website **Laws of UX** zusammengetragen. Sie stellt Klassiker wie das hicksche Gesetz, den Zeigarnik-Effekt und Gesetze der Gestaltpsychologie kurz und prägnant vor. Wer tiefer ins jeweilige Thema einsteigen möchte, findet eine Reihe von Links zu gut ausgewählten Quellen.

Die Site vermittelt keine Kochrezepte für Web-Designer, sondern psychologische Grundlagen. Bei der Gestaltung hat Yablonski das erste von ihm genannte Gesetz von der Wichtigkeit einer ästhetisch ansprechenden Darstellung strikt befolgt – seine Website ist ebenso schlicht wie wunderschön. (dwi@ct.de)

## Corona-Reise-Infos

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

TruTrip mit Sitz in Singapur bietet Unternehmen Services rund um die Organisation von Geschäftsreisen. Weil die aufgrund der Corona-Pandemie aktuell schwer planbar sind, hat das Start-up jetzt eine Site öffentlich zugänglich gemacht, die ursprünglich nur als internes Planungstools gedacht war: **Covid Entry Check** gibt Auskunft über aktuelle Reisebeschränkungen. Nach Eingabe des gewünschten Start- und Ziellands informiert die Site den Besucher über Einreise- und Quarantänebestimmungen und eine etwaige Testpflicht. Angaben zu Corona-Fallzahlen in den gesuchten Ländern sowie Links zu weiterführenden Informationen der Behörden runden das Angebot ab. (dwi@ct.de)



## Globale Marktführer

[qlik.fortune.com/global500](http://qlik.fortune.com/global500)

Die „FortuneGlobal-500-Liste“ führt alljährlich die weltweit größten Unternehmen auf, sortiert nach der Höhe ihres Umsatzes. Die Liste wird seit 1990 publiziert. Anlässlich des 30-jährigen Jubiläums hat der Datenanalyse-Spezialist Qlik in Zusammenarbeit mit dem Magazin Fortune die interaktive Webseite **History of the Global 500** gebaut. Sie zeigt die globalen Marktführer, den Status einzelner Branchen und Wirtschaftstrends in unterschiedlichen Regionen. Die Seite bietet vielfältige Recherchemöglichkeiten, Zeitreisen sowie Länder- und Branchenvergleiche. (dwi@ct.de)



## Verbraucher als Chefs

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

Vielen Käufern ist durchaus bewusst, dass es auf dem Weg vom Erzeuger eines Lebensmittels bis ins Supermarktregal nicht immer gerecht zugeht. Sie wünschen sich fair erzeugte Produkte, möglichst aus regionalem Anbau. Das Portal **Du bist hier der Chef** will diesen Verbrauchern eine Stimme verleihen. Das erste Produkt, über das auf der Seite abgestimmt wurde, steht bereits in einigen Märkten im Kühlregal: die „Verbraucher-Milch“, eine Bio-Weidemilch für 1,45 Euro. Auf der Site kann nun abgestimmt werden, welche Produktkategorie als nächstes dran ist. Besucher erfahren auch, in welchem Markt in ihrer Nähe sie die Verbraucher-Milch kaufen können, und erhalten Tipps gegen Lebensmittelverschwendungen. (dwi@ct.de)

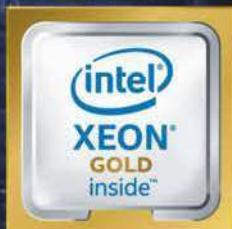


Diese Seite mit klickbaren Links: [ct.de/yred](http://ct.de/yred)

# IONOS Private Cloud

## powered by VMware

- ✓ **Sicher:** Höchste Datensicherheit durch Single-Tenant-Prinzip
- ✓ **Effizient:** Flexible Abrechnung nach Nutzung und Auslastung (Pay-per-Use-Lizenzmodell)
- ✓ **Performant:** Einsatz von Intel® Xeon® Gold Prozessoren und Intel Optane™ SSD DC



### Top-Leistung bei höchster Datensicherheit

The VMware logo is displayed in its signature blue font.

Mit der IONOS Private Cloud nutzen Sie alle Vorteile einer betriebsbereiten VMware-Umgebung managed by IONOS. Ihre Business-Anwendungen werden DSGVO-konform in unseren ISO-zertifizierten Rechenzentren gehostet.

Profitieren Sie von unserer langjährigen Cloud-Computing-Erfahrung und fordern Sie noch heute Ihre kostenlose Testumgebung an.



Ihr Weg zur Private Cloud: [ionos.cloud/private-cloud](https://ionos.cloud/private-cloud)





# Ohne Widerrede

**Vodafone versucht, das Widerrufsrecht auszuhebeln**

**Verbraucher, die online oder am Telefon einen Vertrag abschließen, haben zwei Wochen Zeit, es sich anders zu überlegen. Vodafone erklärt seine Vertragspartner aber auch mal einfach zum Geschäftskunden – Widerspruch ist zwecklos.**

**Von Tim Gerber**

Am Morgen des 15. Juli 2020 auf seinem Weg zur Arbeit erhielt Hannes M. einen Anruf. Es meldete sich ein Mitarbeiter des Vertriebs von Vodafone. Er bot Hannes M. an, seinen seit 2013 bestehenden Telefon-, Internet- und TV-Vertrag umzustellen. Als Vorteil pries der Verkäufer geringere Kosten als bei dem bestehenden Vertrag und eine attraktive Flatrate ins deutsche Mobilfunknetz an. Die geringeren Kosten sollten für die gesamte Laufzeit von zwei Jahren gelten. Danach könne M. in einen Vertrag mit geringeren Leistungen und Kosten wechseln. In Summe solle der Kunde für weniger Geld mehr Leistung bekommen, versprach der Anrufer.

Das klang verlockend, doch Hannes M. bat zunächst, ihm doch die erforderlichen Unterlagen zuzusenden, damit er sich das in Ruhe überlegen und dann den Vertrag abschließen könne. Der Mitarbeiter bedauerte, dass dies leider nicht gehe, da dieser Vertrag nur telefonisch geschlossen werden könne. Derart überrumpelt willigte Hannes M. in die Vertragsumstellung ein.

In der Folge erhielt er lediglich eine Bestätigung über das Vertragsgespräch, aber keine Vertragsunterlagen und vor allem auch keinen Hinweis auf eine Widerruffrist, die bei Verträgen mit Verbrauchern erst dann beginnt, wenn sie darüber in Textform informiert worden sind. Etwas später erhielt der Kunde noch ein Päckchen mit neuer Hardware.

## Unzufrieden

Nachdem er diese am 29. Juli zur Vertragsumstellung installiert hatte, stellte er fest, dass eine Reihe von HD-Sendern nicht mehr verfügbar waren, die er bisher hatte sehen können. Nach einigen Telefonaten mit der Hotline von Vodafone entschloss sich Hannes M., den Vertrag zu widerrufen. Da dies in Textform geschehen muss, sandte er am 31. Juli eine E-Mail und zur Sicherheit auch noch ein Fax an Vodafone, in denen er den Abschluss des neuen Ver-

trags widerrief und um Rückkehr zu seinem bisherigen Vertragsverhältnis bat.

Postwendend erhielt der Kunde von Vodafone eine Antwort auf seinen Widerruf, die ihn allerdings arg verwunderte: „Bitte beachten Sie, dass ein Widerrufsrecht nur Verbrauchern gewährt wird. Sie haben einen Geschäftskundentarif bestellt. Unsere Business-Produkte richten sich an gewerbliche Nutzer. Bitte haben Sie Verständnis, dass wir Ihrem Widerrufswunsch aus diesem Grund nicht entsprechen.“

Nicht er hatte sich schließlich an Vodafone gewandt, sondern war von dem Vertriebsmitarbeiter kontaktiert worden, der ihm das – angeblich nur an Gewerbe-kunden gerichtete – Angebot unterbreitet hatte. Für die Frage, ob ein Widerrufsrecht besteht, kommt es nicht darauf an, an wen ein Angebot gerichtet ist, wie der Anbieter es bezeichnet oder als was er es deklariert. Es kommt darauf an, ob derjenige, der die Vertragserklärung abgibt, also der Kunde, als Verbraucher oder als Gewerbetreibender handelt. Der Fall lag bei Hannes M. relativ klar: Er ist weder Gewerbetreibender noch sonst Selbstständiger und hat bei dem Vertragsgespräch für die Gegenseite klar erkennbar als Endverbraucher und nicht als Gewerbekunde gehandelt.

## Ungereimt

Darauf hat Hannes M. Vodafone noch am selben Tag, mit E-Mail vom 31. Juli, deutlich hingewiesen. Da eine Reaktion ausblieb, wandte er sich am 4. August an die Redaktion von c't. Wir fragten daraufhin am 18. August in der Pressestelle von Vodafone nach, warum das Unternehmen Privatkunden wie Hannes M. überhaupt telefonisch Businesstarife anbietet. Und wir wollten wissen, warum man in solchen Fällen, wenn sich herausstellt, dass der Kunde sich bei Abschluss eines Businessvertrags darüber nicht hinreichend im Klaren war, dann die Rückabwicklung verweigere. Ob Vodafone denn irgendwelche Anhaltspunkte dafür habe, dass Hannes M. bei Vertragsschluss nicht als Endverbraucher gehandelt haben könnte, sondern als Gewerbetreibender.

Am selben Tag noch rief eine Mitarbeiterin des Beschwerdemanagements für Geschäftskunden von Vodafone bei Hannes M. an, den der Anruf allerdings ungelegen erreichte, sodass er sich mit der Dame auf einen Termin am folgenden



Wenn man nicht aufpasst, schwatzt Vodafone einem einen Business-Tarif auf und lässt einen nicht ohne Weiteres wieder aus dem Vertrag.

Freitag, 21. August, um zehn Uhr verständigte. Pünktlich zu diesem Termin rief sie wieder an und verständigte sich mit dem Kunden, dass sein Businessvertrag storniert werden solle, er sich ein Angebot für Privatkunden aussuchen könne und zudem eine Gutschrift in Höhe von 30 Euro erhalten werde.

Auch wir erhielten an diesem Tag den Anruf einer Beschwerdemanagerin, die einräumte, dass das Vertragsgespräch mit dem Kunden nicht korrekt gelaufen sei und man das umgehend und zur Zufriedenheit des Kunden korrigieren wolle.

Mit Hannes M. hatte man verabredet, dass sich am folgenden Montag, 24. August, ebenfalls um 10 Uhr jemand aus dem Privatkundenbereich bei ihm melden solle, um die konkrete Umsetzung und den neuen Vertrag mit ihm zu besprechen. Auch dies erfolgte dann pünktlich und zur vollen Zufriedenheit des Kunden. Er sei erstaunt, wie zuvorkommend ein großes Unternehmen sein könne, wenn die mediale Aufmerksamkeit einen gewissen Druck erzeugt. Er sei überzeugt, dass seine Erfahrungen auch anderen neu geworbenen „Businesskunden“ nützen könnten, um aus ihren aufgeschwätzten Verträgen wieder herauszukommen oder – was noch besser wäre – gar nicht hineinzurutschen. (tig@ct.de) ct

## Service im Visier

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

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

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

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

# „Wir überlassen das Feld nicht den anderen“

## Volkswagens Software-Strategie Björn Goerke über VW.OS und das Verhältnis zu Google und Apple

**Volkswagen plant eine einheitliche Software für alle zwölf Marken des Konzerns, VW.OS genannt. Die Kunden erwarteten im Auto aber auch Android- und iOS-Apps, räumt VW-Mann Björn Goerke im Interview mit c't ein.**

**Von Sven Hansen und Christian Wölbert**

Zum 1. Juli hat Volkswagen seine Software-Entwicklung zentralisiert: Die neu gegründete „Car.Software-Organisation“ (CSO) arbeitet für alle zwölf Marken des Konzerns und darf bis 2025 über sieben Milliarden Euro ausgeben. c't sprach mit Björn Goerke, Chief Technology Officer der CSO, über die Vorteile einheitlicher Software und das Zusammenspiel mit Smartphone-Ökosystemen.

**c't: Herr Goerke, Volkswagen's neues Elektro-Modell ID.3 startet mit einem Manko: Die versprochene Remote-Update-Funktion fehlt vorerst, das erste Update gibt es nur in der Werkstatt. Was lief schief in der Entwicklung?**

**Björn Goerke:** Ich sehe das etwas anders. Der ID.3 ist das erste updatefähige E-Auto von Volkswagen, es wird digital immer frisch bleiben. Das ist ein wichtiger Schritt für uns, und natürlich hat der Kraft gekostet. Hinzu kamen dann noch extreme Herausforderungen durch Corona. Aber da sind wir durch. Der ID.3 ist ein klasse Auto, das nicht nur eine völlig neue Server-Architektur bietet, sondern auch bilanziell klimaneutral produziert wird.

**c't: Welche Konsequenzen ziehen Sie aus den Software-Problemen?**

**Björn Goerke:** Früher war Software ein Teil eines Fahrzeugprojekts und für die individuelle Hardware optimiert. Jede Marke hatte also unterschiedliche Ansätze. Konzernweit hat das schließlich zu einer enormen Komplexität geführt. Davon gehen wir weg. Seit Anfang Juli bündeln wir die Software-Fähigkeiten des Volkswagen-Konzerns in der Car.Software-Organisation. Wir entwickeln dort eine leistungsstarke Software-Plattform für alle Marken und Märkte des Konzerns. Das ist eine komplett neue Philosophie. Unser VW.OS wird ein eigenständiges Produkt für alle Modelle im Volkswagen-Konzern, mit eigenem Innovationszyklus und regelmäßigen Updates, ähnlich wie Android oder iOS bei Smartphones.



**c't: Heißt das, dass Sie ein Betriebssystem von Grund auf neu entwickeln?**

**Björn Goerke:** VW.OS ist nicht vergleichbar mit einem singulären Betriebssystem wie Linux oder QNX. Dafür ist der Leistungsumfang eines Fahrzeugsbetriebssystems zu groß. Vielmehr muss unser VW.OS als Verbund, als Architektur verstanden werden. Denn wir werden weiterhin auch auf etablierte Betriebssysteme zurückgreifen, beispielsweise Linux. Mit VW.OS definieren wir aber die Standards dafür, wie solche Software-Komponenten zusammenspielen. Damit behalten wir die Hoheit über die elementaren Architekturfragen. Und wir wollen bis 2025 den Eigenanteil an Software im Auto von aktuell 10 auf 60 Prozent steigern.

**c't: Was wollen Sie denn konkret selbst entwickeln?**

**Björn Goerke:** Wir werden uns auf die Dinge konzentrieren, die sicherheitsrelevant sind und den größten Einfluss auf das Kundenerlebnis haben. Das sind unter anderem Fahrerassistenzsysteme, digitale Sprachassistenten und Mehrwertdienste fürs Parken oder Flottenmanagement.

**c't: Sie wollen also mit Sprachassistenten wie Amazons Alexa oder Apples Siri mithalten? Ist der Zug nicht längst abgefahren?**

**Björn Goerke:** Es wird auch in Zukunft Sprachassistenten geben, die speziell fürs Auto optimiert sind. Sie nutzen Kontextinformationen und sind an bestimmte Fahrzeugfunktionen gekoppelt, zum Beispiel an die Klimaanlage.

**c't: Wie ist es bei den Apps? Wird es im Auto nur einen Volkswagen-App-Store geben oder können Kunden auch auf**

Mit VW.OS behalte Volkswagen die „Hoheit über die elementaren Architekturfragen“, meint Björn Goerke. Der Informatiker arbeitet seit Januar für Volkswagen, zuvor war er Chief Technology Officer bei SAP.



Bild: Volkswagen  
Fehlende Funktionen bremsen Volkswagens neuen Vorzeigestromer ID.3. Künftig soll laut Goerke einheitliche Soft- und Hardware die Komplexität reduzieren.

## Kentix DoorLock® SmartAccess IT Rack Zugriff IP-vernetzt



### die Universen von Apple und Google zu greifen?

**Björn Goerke:** Für uns zählt, was unsere Kunden wollen und benötigen. Und das haben sie häufig zuerst auf ihrem Smartphone. Daher sind Schnittstellen zu den Ökosystemen der großen IT-Konzerne grundsätzlich sinnvoll. Es wird ein Miteinander sein, kein Gegeneinander.

**c't:** Sieht die Realität nicht eher so aus, dass Sie damit Apple und Google das Feld überlassen? Es will doch kaum jemand die Auto-Software nutzen, wenn das Handy erst einmal gekoppelt ist.

**Björn Goerke:** Wir überlassen das Feld nicht den anderen. Die Menschen nutzen ihr Smartphone in fast jeder Situation im Alltag, und nehmen es natürlich auch mit ins Auto. Das wird kein Autokonzern dieser Welt verhindern. Es gilt, die Balance zu finden: Wann ist eine Integration etablierter Apps von Dritten sinnvoll? Und wo bieten unsere eigenen Dienste dem Kunden den größten Mehrwert?

**c't:** Wären Ihre Erfolgsschancen nicht größer, wenn Sie die Software zusammen mit anderen europäischen Autoherstellern entwickeln würden?

**Björn Goerke:** Wenn sich Optionen auf unserem Weg ergeben, prüfen wir diese. Aber grundsätzlich erhöhen Partnerschaften gerade beim Thema Software die Komplexität und kosten Zeit. Deswegen konzentrieren wir uns auf uns selbst.

**c't:** Wie sorgen Sie dafür, dass VW.OS bei allen Marken funktioniert, von Skoda bis Bentley?

**Björn Goerke:** Wir vereinfachen und vereinheitlichen die Elektronik-Architektur. Bislang haben unsere Autos mehr als 70 Steuergeräte

von unterschiedlichen Zulieferern. Künftig verlagern wir Funktionen in wenige, aber sehr leistungsstarke Zentralrechner im Auto und in die Cloud. Der Grundgedanke der Zentralrechner ist für uns zukunftsweisend. Er macht unsere Elektronik-Architektur schlanker, flexibler, schneller.

**c't:** Wie viele Steuergeräte konnten Sie beim ID.3 denn schon einsparen?

**Björn Goerke:** Mit dem ID.3 gehen wir den ersten Schritt in diese Richtung. Die zentralen Hochleistungsrechner fassen einige Fahrerassistenzsysteme und die Komfortfunktionen zusammen, wie etwa die Sitzeinstellung oder das Licht, sowie das Infotainment und die Anzeigen. Fahrfunktionen wie Antrieb oder Bremse bleiben aber weiterhin auf ihren separaten Steuergeräten.

**c't:** Steckt im Polo künftig wirklich dieselbe Hardware wie im Porsche? Wäre das kostengünstig überhaupt sinnvoll?

**Björn Goerke:** Wir werden sicher im Premiumsegment mit mehreren und größeren Displays im Cockpit antreten als bei Volumenmodellen – ebenso bei der Anzahl der Sensoren. Die zugrunde liegende Logik der Zentralrechner bleibt aber für alle Modellreihen die gleiche.

**c't:** Das Konzept mit Zentralrechnern und einheitlicher Software kennt man von Tesla. Inwiefern ist das für Sie ein Vorbild?

**Björn Goerke:** Es stimmt, dass Tesla als einer der Ersten einen Software-getriebenen Ansatz verfolgt hat. Aber wir können insbesondere bei der Software unsere Größenvorteile im Konzern ausspielen. Mit etwa 11 Millionen Neufahrzeugen im Jahr erreichen wir eine massive Skalierung. Und das ist für eine Software-Plattform ein entscheidendes Kriterium.

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

IT- und Verteilerschränke  
Office + Lager + Industrie



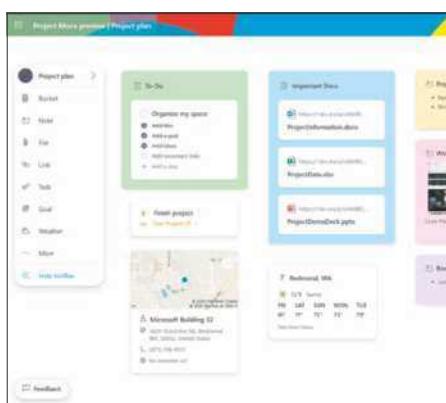
**Komplette Software integriert!**

**kentix.com**

## Outlook Spaces: Infozentrale

Microsoft hat Outlook Spaces herausgebracht, eine **Planungssoftware**, mit der sich zum Beispiel ein Familienkalender oder ein persönlicher Wochenplan realisieren lassen, die Inhalte aus verschiedenen Microsoft-Office-365-Anwendungen einbetten. Spaces setzt ein Microsoft-365-Abo voraus. Finden lässt sich die Anwendung über die Modulauswahl der Outlook Web-App.

Outlook Spaces fasst in einem Board To-Do-Listen, Dokumente, Karten, E-Mails, Wetterinformationen oder den Suchdienst Bing zusammen. Die einzelnen Bereiche lassen sich über Karteikarten anlegen und gruppieren. Via Drag & Drop kann der Nutzer zudem Inhalte wie Kalender-Einträge oder E-Mails in die Listen und Pinnwände übertragen. (jo@ct.de)



Inhalte lassen sich über Karteikarten anlegen und gruppieren.

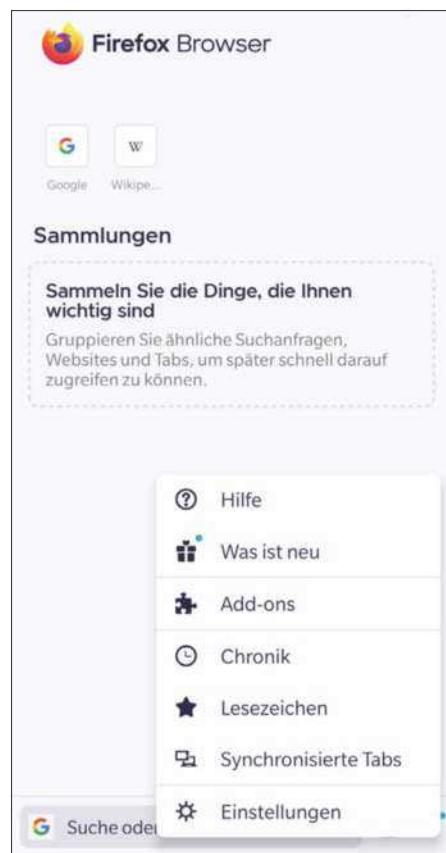
## Browser-News: Kritik an Android-Firefox

Mozilla hat Version 80 seiner **Firefox**-Browser für Android und den Desktop herausgebracht. Die größeren Veränderungen hat die Android-Version erhalten. Sie nutzt erstmals Mozillas eigene Rendering-Engine GeckoView. Der Tracking-Schutz ist standardmäßig aktiviert.

Auch die Bedienoberfläche wurde neu gestaltet. Unter anderem erlaubt sie nun, die Adressleiste zu verschieben, Tabs zu gruppieren und laufende Videos per Picture-in-Picture-Funktion über andere Inhalte zu legen. Diese Neugestaltungen ernteten aber ebenso massive Kritik der Nutzer wie die Tatsache, dass die Add-on-Unterstützung eingeschränkt wurde. Aktuell gibt es nur „die Top 9 Add-ons für verbesserte Privatsphäre und Nutzererfahrung“. Zu den Neuerungen des Desktop-Firefox zählt, dass er sich jetzt als Standard-PDF-Betrachter des Betriebssystems einstellen lässt.

**Chrome 85** kann Tab-Gruppen zusammen- und auseinanderklappen, um Ordnung in die Tab-Leiste zu bekommen. Im Tablet-Modus zeigt der Browser jetzt kleine Vorschauen der Tab-Inhalte, die sich besser mit dem Finger bedienen lassen. Gibt der Anwender in die Adresszeile den Titel einer Seite ein, die er bereits geöffnet hat, so schlägt ihm Chrome vor, dorthin zu wechseln.

PDF-Formulare kann Chrome jetzt mitsamt der Nutzereingaben speichern. Wer die Datei öffnet, muss nicht von vorne anfangen. Mit neuen Optimierungen bei



Die neue Bedienoberfläche von Firefox für Android trifft den Geschmack vieler Anwender nicht.

der Entwicklung des Browsers will Google ein paar Prozent mehr Performance herausgekitzelt haben. (jo@ct.de)

## Gematik erstattet Kosten für Ausfall

Vom Ausfall der Telematik-Infrastruktur (TI) von Ende Mai bis Mitte Juli waren etwa 80.000 Arztpraxen betroffen. Über acht Wochen konnten sie keine Stammdaten von Patienten mehr zur TI übertragen. Schuld waren falsche Zertifikate in den Konnektoren, also den Sicherheits-Routern, mit denen sie Verbindung mit den Servern der TI aufnehmen. Viele mussten IT-Dienstleister beauftragen, um fehlerhaft ausgespielte DNSSEC-Zertifikate in den Konnektoren vor Ort zu wechseln.

Obwohl die Gematik sich als unschuldig betrachtet, will sie sich an den Reparaturkosten „aus Kulanz“ mit bis zu 150 Euro pro Konnektor beteiligen. Betroffene müssen **bis zum 18. September** einen Antrag mit beiliegender Rechnung des Dienstleisters per E-Mail an **betrieb@gematik.de** schicken. Unklar ist, wer die Kosten von bis zu 12 Millionen Euro letztlich finanziert: die für die Zertifikate zuständige Arvato GmbH oder die gesetzlichen Krankenkassen und damit die Versicherten.

(hag@ct.de)

## Kurz & knapp

Mozilla hat Version 78.2.1 des freien E-Mail-Clients **Thunderbird** für Windows, Mac und Linux freigegeben und damit die Verschlüsselung mit OpenPGP aktiviert.

Seit Ende August können die Kunden von 373 Sparkassen in Deutschland mit **Girocards via Apple Pay** bezahlen. Branchenbeobachter berichten von einem großen Ansturm auf das Angebot.

# Digitales Unterschreiben boomt wegen Corona

**Die Qualifizierte Elektronische Signatur (QES) hat sich in den vergangenen 20 Jahren nicht durchgesetzt, doch nun steigt das Interesse schnell.**

Anbieter von Lösungen für rechtssichere digitale Unterschriften freuen sich über eine rasant steigende Nachfrage. Die Bundesdruckerei-Tochter D-Trust verzeichnete im Juli rund die dreifache Menge an Signaturen und fast doppelt so viele Kunden wie im Dezember 2019. Die Deutsche Post meldet ein „Absatzwachstum von mehr als 100 Prozent im Vergleich zum Vorjahr“. Auch bei der Telekom stieg „die Akzeptanz der digitalen Signatur durch Corona“, wie ein Sprecher sagte.

Telekom, Post und Bundesdruckerei gehören zu den größten Anbietern von Zertifikaten für die Qualifizierte Elektronische Signatur (QES). Die Technik ist seit 2001 rechtlich der händischen Unterschrift gleichgestellt. Doch bislang konnte

sie sich nur in Nischen wie der Abfallwirtschaft etablieren. „Das Wachstum war bisher positiv, aber auf einem über die Jahre gleichbleibend geringen Niveau“, sagte ein Telekom-Sprecher.

Corona zwingt nun offenbar viele Unternehmen, sich mit dem digitalen Unterschreiben auseinanderzusetzen. Man sehe eine „Beschleunigung der Digitalisierung von weiteren Geschäftsprozessen“, hieß es bei der Post. Als Anwendungsbeispiele nannte der Konzern den Abschluss von Krediten und Versicherungen und den Online-Autokauf.

„Corona ist eine Riesenchance für die QES“, sagte Heiko Roßnagel, Experte für Identitätsmanagement beim Stuttgarter Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation. Als weiteren Wachstums treiber sieht er die seit einigen Jahren mögliche Fernsignatur. Dabei handelt es sich um eine QES-Variante, für die man weder Signaturkarte noch Kartenleser benötigt. Für



Bild: Bundesdruckerei

**Präsentation einer Fernsignatur-Lösung der Bundesdruckerei auf der CeBIT 2018: QES ohne Karte und Kartenleser**

interne Prozesse in Unternehmen reichten häufig aber auch noch günstigere Lösungen, sagte Roßnagel. Das EU-Recht erlaubt auch „einfache“ und „fortgeschritten“ Signaturen. Die Sicherheitsregeln sind dort weniger streng als bei der QES, der Beweiswert ist entsprechend geringer. (cwo@ct.de)

**Damit sensible Daten nicht ungewollt auf Weltreise gehen.**

Mit SINA sind Laptops und Tablets premiumsicher.

Wo sensible Daten und Kommunikation vor Cyberattacken geschützt werden müssen, steht secunet bereit. Als IT-Sicherheitspartner der Bundesrepublik Deutschland bieten wir mit dem SINA Mobil-Portfolio premiumsichere Clients bis zur Geheimhaltungsstufe GEHEIM.

# Billig, aber rechtens?

## Hausdurchsuchung beim Software-Händler Lizengo

**Viele Händler verkaufen Microsoft-Produkt-Keys weit unter marktüblichen Preisen. Dem Konzern ist das ein Dorn im Auge. Er behauptet, oft fehlt es an der gültigen Lizenz zum Key. Dieser Vorwurf trifft nun auch Lizengo.**

**Von Holger Bleich**

Der Kölner Software-Händler Lizengo steht im Fokus strafrechtlicher Ermittlungen wegen des Verdachts auf gewerbsmäßigen Betrug. Am 18. August hat die Staatsanwaltschaft Köln Privat- und Büroräume der Geschäftsführung durchsuchen lassen. Die Staatsanwaltschaft wollte auf Anfrage die Namen der Beschuldigten mit Hinweis auf „laufende Ermittlungen“ nicht nennen. Lizengo bestätigte gegenüber c't die Durchsuchung.

Man habe „Durchsuchungsmaßnahmen bei einem Online-Händler durchgeführt, dessen Verantwortlichen und weiteren Beschuldigten vorgeworfen wird, im Jahr 2019 in Märkten Produktschlüssel als angebliche ‚Lizenzen‘ für Computerprogramme eines amerikanischen Softwareherstellers, der Anzeige erstattet hat, verkauft zu haben, ohne den Käufern ein tatsächliches Nutzungsrecht an den Computerprogrammen eingeräumt zu haben“, erklärte Oberstaatsanwalt Ulrich Bremer gegenüber c't.

Bei der Durchsuchung seien Daten und Datenträger sichergestellt worden. Dass es sich bei dem „amerikanischen Softwarehersteller“ um Microsoft handelt, ist naheliegend, denn Microsoft hatte bereits 2019 gegenüber c't erklärt, „rechtschichtige Schritte“ gegen Lizengo eingeleitet zu haben.

Über das Geschäftsmodell von Lizengo hatte c't zuerst Mitte 2019 berichtet: Wie einige andere Lizenzhändler auch vertreibt das Unternehmen unter anderem Aktivierungsschlüssel für Microsoft-Software wie Windows oder Office weit unter den Verkaufspreisen des Herstellers. So kostet bei Lizengo beispielsweise Windows 10 Pro derzeit knapp 40 Euro, im Online-Shop von Microsoft schlägt dieselbe Version mit 259 Euro zu Buche.

Im Unterschied zu anderen Lizenzhändlern war es Lizengo allerdings gelungen, mit seinen Angeboten in den stationären Einzelhandel zu dringen. In Filialen der Edeka-Kette hingen zwischen Gutscheinkarten für Mobilfunktarife oder Netflix-Abos auch sogenannte „Lizengo-Cards“. Zum selben Preis wie im Lizengo-Online-Shop konnten Supermarktkunden diese Karten erwerben und später online gegen einen Download des Softwarepaketes sowie einen Microsoft-Aktivierungsschlüssel eintauschen.

c't hatte Microsoft bereits vor rund einem Jahr zu dieser Sachlage befragt. Der Produktidentifikationsservice des Kon-

zerns ging daraufhin stichprobenweise der Herkunft von Aktivierungs-Keys auf den Grund, die Lizengo an Käufer aushändigte. Details zu den Prüfungsergebnissen liegen c't seit Oktober 2019 vor. Ein Product-Key etwa habe zu einem OEM-Programm von Microsoft für das Gebiet der Volksrepublik China gehört und sei ausschließlich für den Vertrieb in China vorgesehen gewesen.

Ein anderer von Lizengo verkaufter Key habe zu einem Volumenlizenzenvertrag gehört, der im Namen einer Universität in Bulgarien abgeschlossen wurde. Obwohl mit diesem Key nur eine einzige Lizenz für Office Standard 2019 eingeräumt worden sei, sei er bis zum Zeitpunkt des Verkaufs und der Übermittlung an den Kunden bereits 24 Mal zur Aktivierung von Office Standard 2016 verwendet worden. Lizengo habe diesen Key „ungeachtet der Tatsache, dass nur eine einzige Lizenz vergeben wurde“, nachweislich mindestens zweimal an unterschiedliche Empfänger übermittelt. Microsoft lieferte noch eine Reihe weiterer Beispiele.

### „Kompromisslose Kontrolle“

Lizengo selbst erklärt, die vom Unternehmen gewählten Vertriebswege seien „legal und entsprechen der europäischen Rechtslage“. Man kontrolliere „regelmäßig und kompromisslos unsere weltweiten Einkaufsquellen, um zu garantieren, dass die von uns erworbenen Produkte für den Weiterverkauf innerhalb des anvisierten Wirtschaftsraums geeignet und in jeglicher Hinsicht einwandfrei sind“.

Unabhängig von den strafrechtlichen Ermittlungen wegen des Verdachts auf gewerbsmäßigen Betrug ist Lizengo auch zivilrechtlich verklagt worden, wie uns das Unternehmen mitteilte. Details zum Kläger und zur Klage erfuhren wir nicht. Lizengo erklärte lediglich: „Unsere inhaltlichen Argumente in diesem Verfahren, die den Ermittlungsbehörden bislang noch nicht bekannt sind, werden wir den Ermittlungsbehörden mitteilen.“ Microsoft wollte sich auf Anfrage nicht zu den aktuellen Geschehnissen äußern.

Zuletzt lieferte c't im Artikelschwerpunkt „Einkaufs-Labyrinth“ (Ausgabe 5/2020, ab S. 64) eine umfangreiche Analyse zu den Vertriebswegen für neue und gebrauchte Microsoft-Produkte. Wer die Anschaffung von Windows oder Office-Produkten plant, findet dort Hinweise und Know-how, um auf der rechtlich sicheren Seite zu bleiben. (hob@ct.de) c't



Lizengo wirbt offensiv damit, Software zu einem Bruchteil des Preises zu verkaufen, den der Hersteller selbst verlangt.

# Visas NFC-Bezahlfunktion geknackt

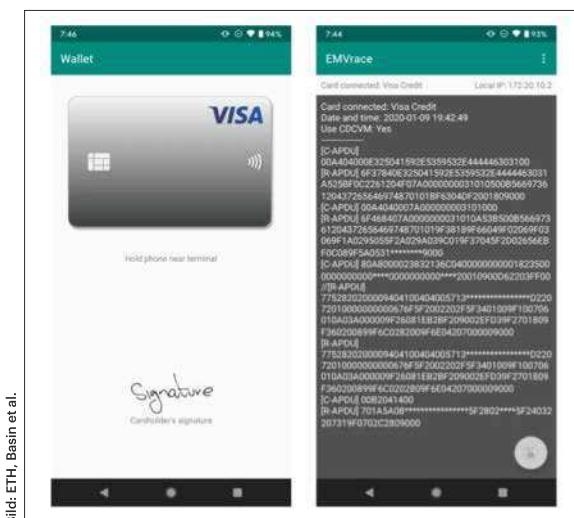
Sicherheitsforschern der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich (ETH) ist es gelungen, die PIN-Abfrage von Visa-Kreditkarten beim kontaktlosen Bezahlen mit NFC zu umgehen. Sie konnten so mit Visa-Karten quasi beliebig teure Produkte einkaufen, **ohne die PIN der Karte einzugeben zu müssen**. Dies demonstrierten sie mehrfach in Läden mit echten Bezahlterminals. Sie benutzten dazu zwar ihre eigenen Karten, es hätten aber genauso gut gestohlene Karten sein können oder Karten in fremden Portemonnaies, bei denen es dem Angreifer gelingt, sein Handy nah genug heranzubringen, erklärten die Forscher in ihrem Paper „The EMV Standard: Break, Fix, Verify“ (siehe ct.de/ypap).

Das kontaktlose Bezahlen mit Karte funktioniert eigentlich nur bis 50 Euro ohne PIN. Der Angriff der Forscher beruht auf einer „Man in the Middle“-Attacke (MITM). Den MITM übernehmen im geschilderten Szenario zwei Handys, die miteinander via WLAN kommunizieren und auf denen jeweils eine von den Forschern entwickelte App läuft. Das eine Handy simuliert eine echte Plastik-Visa-Karte. Dieses hält der Angreifer ans Bezahlterminal. Es übermittelt via WLAN alle Transaktionsdaten an das zweite Handy, das sich in unmittelbarer Nähe der wahren Karte befindet. Der gegenüber gibt es sich als Bezahlterminal aus.

Auf diese Weise kann sich der MITM in die Transaktion einklinken und sie manipulieren: Die Apps verändern genau zwei Bits im Datenstrom. Dadurch versichert der MITM dem Bezahlterminal, dass keine Online-PIN-Überprüfung stattfinden müsse, weil sich der Kunde gegenüber dem Smartphone korrekt ausgewiesen habe (Cardholder Verification via Consumer Device). Das funktioniert, weil der EMV-Standard (Europay International, MasterCard und VISA) auch das Bezahlen mit dem Smartphone vorsieht, bei dem sich der Inhaber gegenüber diesem mit seiner Smartphone-PIN beziehungsweise Verfahren wie Apples FaceID ausweist.

Von c't zu dem Vorgehen der Forscher befragt, wollte sich Visa nicht konkret zu dem Szenario äußern – auch nicht dazu, ob die Lücke geschlossen ist. Kontaktlose Karten seien sehr sicher, erklärte man: „Verbraucher können ihre Visa-Karten weiterhin mit Zuversicht verwenden.“ Man verwende „einen einmalig gültigen Code, der verhindert, dass kompromittierte Daten ein weiteres Mal betrügerisch genutzt werden können“. Die Betrugsraten bei kontaktlosen Visa-Zahlungen sei in Europa zwischen 2018 und 2019 um 21 Prozent zurückgegangen. (hob@ct.de)

**Wissenschaftliches Paper:** [ct.de/ypap](http://ct.de/ypap)



Der Karten-Emulator links und der POS-Emulator rechts agieren als Man in the Middle für eine Bezahlung von umgerechnet 190 US-Dollar.



**KYOCERA**

**Kli-ma-schutz-sy-stem=**  
**klimafreundlich drucken**  
**und kopieren**

KYOCERA Document Solutions Inc.  
Mehr Informationen unter  
[printgreen.kyocera.de](http://printgreen.kyocera.de)

# Enterprise-Support verlängert

**Besondere Situationen erfordern besondere Maßnahmen – hat sich Microsoft angesichts der anhaltenden Corona-Situation wieder einmal gedacht und die Supportdauer einer Enterprise-Version von Windows 10 um sechs Monate verlängert. Es gilt, den Überblick zu behalten.**

Microsoft versorgt Windows 10 in Version 1803 rund ein halbes Jahr länger mit Updates als geplant – allerdings nicht alle Editionen, sondern lediglich Enterprise, Education und IoT Enterprise. Das ursprünglich geplante Enddatum des Supports war der 10. November dieses Jahres; nun sollen die betroffenen Versionen am 11. Mai 2021 zum letzten Mal Updates bekommen. Mit der Verlängerung will Microsoft Unternehmen Zeit verschaffen, die bedingt durch die Coronavirus-Krise

akute Zeitnot hätten, innerhalb der kommenden zwei Monate ihre Rechner auf eine neuere Windows-Version zu aktualisieren.

Es handelt sich nicht um die erste Corona-bedingte Verlängerung. Bereits im Frühling dieses Jahres hatte Microsoft den Support für Version 1709 Enterprise, Education und Enterprise IoT um sechs Monate verlängert, sodass diese Editionen noch bis einschließlich 13. Oktober 2020 Updates bekommen – inzwischen steht das Support-Ende hier also vor der Tür.

Ebenfalls schon im Frühjahr hat Version 1809 eine sechsmonatige Verlängerung erhalten; hier allerdings nicht in den Geschäftskunden-Editionen, sondern für die Einzelplatzvarianten Home, Pro, Pro Education, Pro für Workstations und IoT Core. Diese Editionen wären ebenfalls im vergangenen Frühjahr aus dem Support gefallen, haben aber eine Gnadenfrist bis zum 10. November 2020 erhalten. Was auf den ersten Blick nach einer Großherzigkeit gegenüber Privatkunden und Kleinbetrieben aussieht, kostet Microsoft allerdings in Wirklichkeit nahezu keinen Mehraufwand: Die Enterprise-Editionen bekommen ganz regulär Updates bis Frühjahr 2021, und Version 1809 gibt es sogar als LTSC-Ausgabe – die Patches werden also ohnehin entwickelt und müssen nur zusätzlich für Pro & Co. freigeschaltet werden. (jss@ct.de)

## Windows-10-Supportdauer (Stand: Anfang September 2020)

Version	Support für Home, Pro, Pro Education, Pro WS, IoT Core bis	Support für Enterprise, Education, IoT Enterprise bis
2004	14. Dez. 2021	14. Dez. 2021
1909	11. Mai 2021	10. Mai 2022
1903	8. Dez. 2020	8. Dez. 2020
1809	10. Nov. 2020	11. Mai 2021
1803	(Support beendet)	11. Mai 2021
1709	(Support beendet)	13. Okt. 2020

# WSL 2 rückportiert

Die zweite Ausgabe des **Windows Subsystem für Linux**, kurz WSL 2, steht nun auch für die Windows-10-Versionen 1903 und 1909 bereit – bislang war das nur für die aktuelle Version 2004 der Fall. Die beiden älteren Ausgaben haben den WSL-2-Backport bekommen, wenn der Patchlevel mindestens auf Build 18362.1049 (1903) beziehungsweise 18363.1049 (1909) steht. Ermitteln lässt sich der Patchlevel ganz einfach per Windows-Taste, `winver`, Eingabetaste. Das Linux-Subsystem wird nicht automatisch auf Version 2 umgestellt; die Patches rüsten lediglich die Kompatibilität nach. Microsoft hat seine Anleitung für Installation und Upgrade des WSL passend aktualisiert.

Das Windows Subsystem für Linux ist vor allem bei Entwicklern beliebt. WSL 2 gilt als deutlicher Fortschritt gegenüber seiner Vorgängerversion: Während die alte Ausgabe lediglich Linux-Betriebssystemoperationen in Windows-API-Aufrufe übersetzt, virtualisiert WSL 2 gleich einen richtigen Linux-Kernel – das bringt etwa Unterstützung aller Systemaufrufe und deutlich bessere Performance. Trotzdem gibt es Szenarien, in denen es eventuell sinnvoller ist, das alte WSL beizubehalten, wenn etwa Projektdateien zwingend im Windows-Dateisystem liegen müssen. (jss@ct.de)

**WSL-Vergleich und Upgrade-Anleitung:**  
[ct.de/ytz](http://ct.de/ytz)



Defender ATP gibts nun auch für Android – ein Microsoft-Geschäfts-konto mit ATP-fähiger Lizenzierung ist allerdings zwingende Voraussetzung, um die App zu nutzen.

## Defender ATP im Play Store

Der Malware-Schutz Microsoft Defender Advanced Threat Protection (ATP) steht ab sofort in einer Vorabversion für Android im Google Play Store bereit. Im Unterschied zu anderen kommerziellen Antimalware-Herstellern wendet sich Microsoft mit der App ausschließlich an **Unternehmens- und Bildungskunden**, die ATP ohnehin lizenziert haben. Infrage kommt es also für Kunden mit einem der Volumen-lizenzzmodelle Windows 10 Enterprise E5 (auch als Bestandteil von Microsoft 365 E5) oder Microsoft 365 E5-Sicherheit beziehungsweise einem der entsprechenden Bildungs-Lizenzzmodelle Windows 10 Education A5 oder Microsoft 365 A5.

Anders als Googles eigener Virenscan Play Protect oder Android-Virenwächter anderer Anbieter lässt sich Defender ATP per Intune verwalten und erlaubt eine Integration in unternehmensweite Sicherheitsrichtlinien. So kann es Smartphones etwa zentral als unsicher markieren und sperren lassen, sobald eine Malware gefunden wurde. (jss@ct.de)

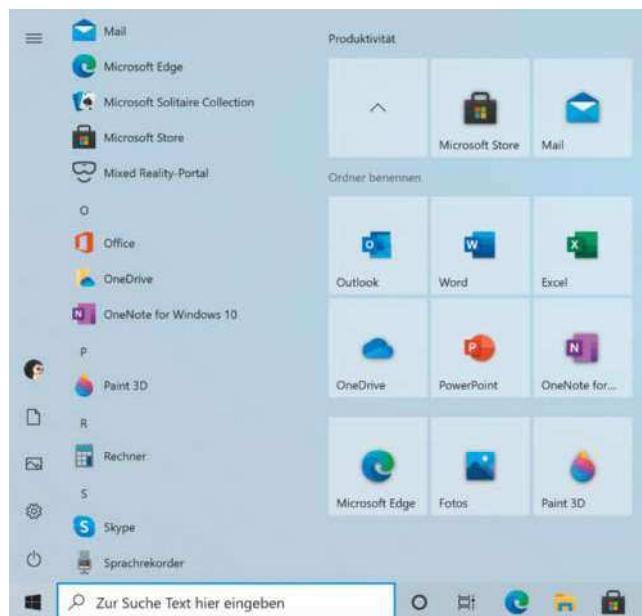
## Version 20H2 rückt näher

Die nächste Windows-10-Version nähert sich ihrer Fertigstellung. Version 20H2 steht für Geschäftskunden als **Release Preview** bereit; ein Schritt, den Microsoft geht, sobald eine Version als Feature-technisch fertig gilt und nur noch die Fehlersuche ansteht. Über einen genauen Veröffentlichungszeitpunkt schweigt Microsoft sich aus – falls auf den letzten Metern noch schwerwiegende Fehler auffallen, wäre der Zeitplan ohnehin nicht einzuhalten. Erfahrungsgemäß ist bei den Herbst-Ausgaben von einer breiten Verfügbarkeit ab Oktober auszugehen.

Wie schon die letzte Herbst-Version 1909 wird auch 20H2 nicht als voluminöse Upgrade-Installation kommen, wenn die Aktualisierung von der direkten Vorgängerversion aus passiert, in diesem Falle also Version 2004. Statt dessen kamen die Neuerungen bereits mit den monatlichen kumulativen Updates, die Version 2004 seit ihrer Veröffentlichung regelmäßig bekommen hat, auf die Rechner. Das eigentliche Funktions-Upgrade ist lediglich ein „Enablement Package“ genanntes und wenige Kilobyte kleines Update, das die schon enthaltenen neuen Funktionen aktiviert.

Mit der Strategie, nur noch eine neue Version pro Jahr zwingend als Upgrade-Installation zu verteilen, will Microsoft die in jüngerer Vergangenheit miserable Windows-Qualität verbessern. Der Ansatz, zweimal im Jahr eine neue Version auf die Beine zu stellen, war schlicht zu ambitioniert bei zu massiven Einsparungen in der Qualitätskontrolle.

20H2 bringt diesmal relativ wenige und vor allem kosmetische Änderungen, etwa eine leicht überarbeitete System-Info-Seite in den Einstellungen und die Möglichkeit, per Alt+Tab auch zwischen Edge-Tabs umzuschalten. Das Startmenü bekommt eine etwas stimmigere Optik mit transparenten Icon-Hintergründen. (jss@ct.de)



Windows 10 bekommt mit Version 20H2 eine Handvoll Neuerungen – zum Beispiel einen etwas eleganteren Icon-Look im Startmenü.

## PC-SICHERHEIT – VON DER HARDWARE AUFWÄRTS

PCs sind das Herzstück Ihres Unternehmens. Sie sind die Grundpfeiler für sämtliche Prozesse. Doch in dem Maße, in dem Cyberbedrohungen zunehmen, werden Ihre PCs zum steigenden Risikofaktor. Dieses Risiko ist nicht zu unterschätzen: Phishing-Attacken auf Zugangsdaten machen 61 % der Datenschutzverletzungen aus.<sup>1</sup> Häufig dient ein nicht ausreichend geschützter PC dabei als Einstiegspunkt. Im schlimmsten Fall breitet sich ein solcher Angriff wie ein Lauffeuer im Unternehmen aus – mit verheerenden Folgen, nicht zuletzt in Form von Ausfallzeiten und Produktivitätsverlust. Die Lösung: Hardware-basierter Schutz mit der Intel vPro® Plattform.

### Verbesserter Schutz – von Anfang an

Sicherheit beginnt beim PC. Die Intel vPro® Plattform ist mit neuartigen, hardware-basierten Sicherheitsfunktionen ausgestattet, die das Risiko einer Cyber-Attacke von vornherein minimieren. In einer Studie bestätigten 75 % der befragten IT-Manager, dass die Endgeräte mit der Intel vPro® Plattform sicherer sind.<sup>2</sup> Sie sind vor Angriffen von unterhalb des Betriebssystems geschützt und das Risiko, dass schadhafter Code eingespeist wird, ist deutlich geringer. Sicherheitsrichtlinien auf Ebene des Betriebssystems werden konsequent durchgesetzt. Außerdem wird die Verwaltung und Fehlerbehebung per Remote vereinfacht, sodass Benutzer die Arbeit schnell wieder aufnehmen können.

### Proaktive Sicherheit, bewährter Schutz

Wie wäre es, wenn Sie Ihre PCs zu einer der Stärken Ihrer Sicherheitsstrategie machen könnten? Die Intel vPro® Plattform vollbringt genau das. Sie kombiniert bekannte Sicherheitsanwendungen mit zusätzlichen, leistungsstarken Schutzmechanismen, die die PCs Ihres Unternehmens von der Hardware aufwärts proaktiv schützen. Das Ergebnis: weniger Ausfallzeiten und mehr Produktivität.

**Sie wollen Ihr Unternehmen mit der richtigen Plattform optimal schützen?**

Nutzen Sie die sichere PC-Plattform – Built for Business: die **Intel vPro® Plattform**.



1. Data Breach Investigation Report, Verizon 2019.

2. The Total Economic Impact™ of the Intel vPro® Platform, Forrester, Dezember 2018. Eine von Forrester Consulting im Auftrag von Intel durchgeführte Studie. Daran nahmen 256 IT-Manager aus mittelständischen Unternehmen (100 bis 1.000 Mitarbeiter) teil, die Intel vPro® Plattformen in den USA, Großbritannien, Deutschland, Japan und China einsetzen. 75 % stimmten der Aussage zu (mit „stimme zu“ bzw. „stimme voll zu“), dass Computer mit Intel® Core™ vPro® Prozessoren und Windows 10 sicherer sind als vorher. Die vollständige Studie finden Sie unter [www.intel.de/vProPlatformTEI](http://www.intel.de/vProPlatformTEI).

© Intel Corporation. Intel, das Intel Logo und andere Intel Markenbezeichnungen sind Marken der Intel Corporation oder ihrer Tochtergesellschaften. Andere Marken oder Produktnamen sind Eigentum der jeweiligen Inhaber.



# GeForce RTX 3000 verspricht Leistungssprung in Spielen

**Mit den drei Highend-Grafikkarten GeForce RTX 3090, 3080 und 3070 ersetzt Nvidia die Vorgängermodelle aus der RTX-2000-Reihe.**

Zuerst kommt die RTX 3080 ab 17. September für 699 Euro, eine Woche später die RTX 3090 ab 1499 Euro und im Oktober die RTX 3070 für 499 Euro. Auf eine Titan-Ausgabe oder den Ti-Zusatz verzichtet der Hersteller derzeit. Jeweils zum Marktstart wird es Karten von Nvidia sowie den üblichen Partnerfirmen geben.

Nvidia hat weniger die technischen Details der Ampere-Architektur präsentiert, sich dafür aber auf die Gaming-Leistung konzentriert und dort im Speziellen auf Raytracing und Deep-Learning-Supersampling (DLSS). Unabhängige Tests stehen noch aus, die Einschätzungen des Herstellers dürften im Zweifelsfall eher optimistisch sein.

Schon die schwächste Karte, die GeForce RTX 3070, soll laut Nvidia schneller als das bisherige Spitzenmodell RTX 2080 Ti sein, die RTX 3080 bis zu zweimal so schnell wie der direkte Vorgänger RTX 2080. In Spielen mit Raytracing sieht Nvidia für die RTX 3080 ein Leistungsplus von 60 bis 80 Prozent gegenüber der RTX 2080 und spricht vom größten Generationsprung in der Firmengeschichte, auch wenn vom 170 Prozent höheren Rechendurchsatz nur rund die Hälfte ankommt.

Rechenleistung und Speichertransferraten der RTX 3090 liegen noch einmal

rund 20 Prozent über denen der 3080. Das soll für 50 Prozent mehr Leistung gegenüber der Titan RTX sorgen und für Gaming in 8K-Auflösung ( $7680 \times 4320$  Bildpunkte) mit 60 fps ausreichen – Details dazu, in welchen konkreten Spielen und welchen Detailstufen fehlen.

Auffällig ist der massive Zuwachs an FP32-Rechenkernen bei Ampere. Nvidia hat hierfür die bei der Vorgängergeneration Turing separierten INT32-Blöcke für das Gleitkommaformat erweitert.

Auch die Raytracing- und Tensor-Cores hat Nvidia kräftig aufgemöbelt. Bei letzteren sind Details wie die Komprimierung nicht voll besetzter neuronaler Netze bereits vom GA100-Ampere für Rechenzentren bekannt, ebenso der doppelte Durchsatz gegenüber den Tensor-Kernen von Turing. Die Raytracing-Kerne können im GA102-Chip nun die Schnittpunkte von Strahlen mit Dreiecken doppelt so schnell berechnen. Vom Durchwandern der Beschleunigungsstrukturen, dem sogenannten BVH-Traversal, war hingegen keine Rede. Die Raytracing-Leistung gibt Nvidia nun anstelle von RT-Ops und Giga rays in äquivalenten TFLOPs an, gegenüber der RTX 2080 soll die RTX 3080 dabei 70 Prozent Zuwachs erreichen.

Erstmals nutzen RTX 3080 und 3090 den neuen, besonders schnellen GDDR6X-Speicher von Micron. Zusätzlich ist die Speicheranbindung der RTX 3080 gegenüber der RTX 2080 mit 320 statt 256 parallelen Datenleitungen um ein Viertel breiter. Die



Bild: Nvidia

Die neuen Gamer-Amperes GA102 und GA104 befeuern GeForce RTX 3070, 3080 (im Bild) und 3090.

Transferrate liegt mit 760 GByte/s rund 53 Prozent höher als bei der RTX 2080 Super. Die RTX 3090 liegt bei 936 gegenüber 616 GByte/s der RTX 2080 Ti und erhält opulente 24 GByte, die mit 384 statt 352 Bit angebunden sind. Keinen Zuwachs gibt es bei der RTX 3070, die wie ihre Vorgängerin mit 8 GByte GDDR6-RAM, 256 Bit und 448 GByte/s auskommen muss, allerdings hat sie 50 Prozent mehr Rasterendstufen.

Die erneuerte Display-Engine steuert bis zu vier Bildschirme in 8K mit 12 Bit HDR und ergonomischen 60 Hertz an, drei davon über DisplayPort 1.4a und einen erstmals über HDMI 2.1 – beide inklusive Dynamic Stream Compression (DSC). Der neue Video-Decoder der fünften Generation soll der CPU erstmals auch bei der Darstellung des freien Codecs AV1 unter die Arme greifen, am Turing-Encoder hat Nvidia nichts geändert.

Die Ampere-Grafikkarten sind über PCIe 4.0 an das System angebunden. Zusätzlich sollen RTX-3000- und -2000-Karten RTXIO und Microsofts DirectStorage unterstützen und komprimierte (Spiele-) Daten direkt in den Grafikspeicher laden, die erst dort entpackt werden. Das verspricht kürzere Ladezeiten sowie weniger CPU-Last und ist bereits für die Spielkonsole Xbox Series X und Playstation 5 ein wichtiges Thema. DirectStorage soll 2021 als Vorabversion an Entwickler verteilt werden.

All das hat seinen Preis in höherer Leistungsaufnahme. Die RTX 3090 beziffert Nvidia mit 350 Watt, die 3080 mit 320 Watt und die RTX 2070 mit 220 Watt. Gegenüber den direkten Vorgängern 2080 Ti, 2080 Super und 2070 Super sind das 100, 70 und 5 Watt mehr. Durch die höhere Performance soll die Energieeffizienz jedoch um bis zu 90 Prozent gestiegen sein, da Ampere die Leistung einer 240-Watt-Turing-Karte mit nur circa 130 Watt erreiche.

(csp@ct.de)

## Nvidia GeForce RTX 3000: Spezifikationen

	GeForce RTX 3090	GeForce RTX 3080	GeForce RTX 3070	GeForce RTX 2080 Ti FE	GeForce RTX 2080 Super
Architektur, Chip	Ampere, GA102	Ampere, GA102	Ampere, GA104	Turing, TU102	Turing TU104
Transistoren, Fertigung	28 Mrd., Samsung 8N (8 nm)	28 Mrd., Samsung 8N (8 nm)	18 Mrd., Samsung 8N (8 nm)	18,6 Mrd., TSMC 12N (12 nm)	13,6 Mrd., TSMC 12N (12 nm)
Shader-Rechenkerne	10.496	8704	5888	4352	3072
Basis-/Boost-Takt	1400 / 1700 MHz	1440 / 1710 MHz	1500 / 1730 MHz	1350 / 1635 MHz	1650 / 1815 MHz
Rechenleistung <sup>1</sup>	35,7 TFlops (FP32)	29,8 TFlops (FP32)	20,4 TFlops (FP32)	14,1 TFlops (FP32)	11,2 TFlops (FP32)
Rechenleistung (RT <sup>2</sup> / Tensor <sup>3</sup> )	69 / 285 TFlops	58 / 238 TFlops	40 / 163 TFlops	42 / 112 TFlops	34 / 89 TFlops
Grafikspeicher (Anbindung, Transferrate)	24 GByte GDDR6X (384 Bit, 936 GByte/s)	10 GByte GDDR6X (320 Bit, 760 GByte/s)	8 GByte GDDR6 (256 Bit, 448 GByte/s)	11 GByte GDDR6 (352 Bit, 616 GByte/s)	8 GByte GDDR6 (256 Bit, 496 GByte/s)
Display-Anschlüsse/HDCP	3 × DisplayPort 1.4a, 1 × HDMI 2.1 / HDCP 2.2	3 × DisplayPort 1.4a, 1 × HDMI 2.1 / HDCP 2.2	3 × DisplayPort 1.4a, 1 × HDMI 2.1 / HDCP 2.2	3 × DisplayPort 1.4a, 1 × Virtual Link, 1 × HDMI 2.0b / HDCP 2.2	3 × DisplayPort 1.4a, 1 × Virtual Link, 1 × HDMI 2.0b / HDCP 2.2
Systemsschnittstelle, Kühlung	PCI Express 4.0 x16, 3 Slots	PCI Express 4.0 x16, 2 Slots	PCI Express 4.0 x16, 2 Slots	PCI Express 3.0 x16, 2 Slots	PCI Express 3.0 x16, 2 Slots
Leistungsaufnahme (nominal), Stromanschlüsse	350 Watt, 1 × 12-Pol (Adapter für 2 × 8-Pol liegt bei)	320 Watt, 1 × 12-Pol (Adapter für 2 × 8-Pol liegt bei)	220 Watt, 1 × 8-Pol	260 Watt, 2 × 8-Pol	250 Watt, 2 × 8-Pol
Preis	1499 €	699 €	499 €	1060 €	630 €

<sup>1</sup> bei Boost-Takt<sup>2</sup> FP32-Äquivalent laut Nvidia<sup>3</sup> FP16-Genauigkeit, bei Ampere inklusive „Sparsity“, sonst halb so viel

# Robuste SSD mit Verschlüsselung und Fernlöscherfunktion

Viel schnellen Speicher bietet die **externe ArmorLock NVMe SSD von Western Digital**. Sie arbeitet intern mit einer NVMe-SSD, nach außen überträgt sie mit USB 3.2 Gen 2 mit bis zu 1 GByte/s beim Lesen und beim Schreiben. Das Aluminiumgehäuse ist staub- und wasserdicht nach IP67 und soll einen Fall aus drei Meter Höhe verkraften.

Geht die ArmorLock NVMe SSD verloren, braucht man zumindest keine Angst um seine Daten zu haben: Die SSD speichert die Daten prinzipiell mit AES-256-Verschlüsselung und XTS-Blockchiffrierungsmodus, zum Entsperren nutzt man sein Smartphone oder eine PC-Software. Apps für iOS und macOS sind verfügbar,

Android und Windows sollen folgen. Über die App lässt sich auch der Zugriff für Dritte freigeben, sodass man die SSD etwa zum verschlüsselten Versand von Daten benutzen kann. Western Digital verspricht zudem eine Funktion zum Verfolgen der SSD, sollte diese einmal verloren gehen. Dazu nutzt die App die GPS-Position des Smartphones, mit dem die ArmorLock zuletzt verbunden war. Auch das komplette Löschen der SSD ist über die App möglich. Die SSD hat eine Kapazität von 2 TByte und misst 134 mm × 82 mm × 19 mm. Die Garantiefrist beträgt 5 Jahre, den Preis hat Western Digital auf 600 Euro festgesetzt. (ll@ct.de)



**Western Digital ArmorLock NVMe SSD:** verschlüsselt, schnell und aus der Ferne löscherfunktion

Bild: WD

## HP-Workstations von kompakt bis Rack

Die **kompakte Workstation Z2 Mini G5** ist mit Core-i-Prozessoren der zehnten Generation mit bis zu zehn Kernen sowie einer (Mobil-)Grafikkarte vom Typ Quadro RTX 3000 erhältlich. Dank kompakter Abmessungen lässt sie sich platzsparend auf der Rückseite von Monitoren anbringen.

Im Vergleich zur Vorgängergeneration soll sich laut HP die GPU-Rendering-Performance verdreifacht haben. Zudem verspricht der Hersteller eine Steigerung der 3D-Spieleleistung im Vergleich zur Z2 Mini G4 um den Faktor 2,5 – laut HP verwenden gut ein Drittel der Anwender

ihren Rechner im Homeoffice nämlich auch für Spiele und private Dinge.

Neun Module verschaffen der Z2 Mini G5 zusätzliche Grafikanschlüsse, Thunderbolt 3 oder einen zweiten Ethernet-Anschluss. Außer der bereits erhältlichen Workstation Z2 Mini G5 gibt es ab Ende September auch Small-Form-Factor- und Tower-Varianten.

Für Anwendungen, die eine höhere Grafikleistung erfordern, bietet HP ab Oktober die **Rack-Workstation ZCentral 4R** an. In einer Höheneinheit (HE) bringt der Hersteller einen Prozessor der Serie

Xeon W-2200 mit bis zu 18 Kernen sowie eine leistungsstarke Profi-Grafikkarte bis hinauf zur Nvidia Quadro RTX 8000 unter. Ein redundantes Netzteil soll Ausfälle vermeiden.

Die Rechenleistung der ZCentral 4R lässt sich auf einem beliebigen Notebook oder Desktop-PC nutzen. Die für den Fernzugriff notwendige Software ZCentral Remote Boost liefert HP mit. Sie unterstützt unter anderem 4K-Auflösung und Multi-Monitor-Arbeitsplätze und läuft auf der Client-Seite unter Windows, macOS und Linux. (chh@ct.de)

**NEU**

**dongleserver Pro™**  
**dongleserver ProMAX™**

Made  
in  
Germany

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

### Ihre Vorteile

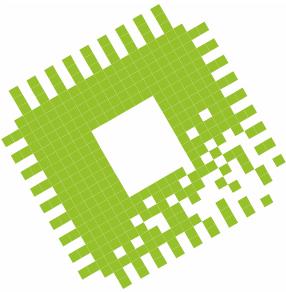
- Erweitertes Monitoring inkl. Logging (syslog-ng) und Benachrichtigungsfunktion
- USB-Dongle Zugriff mit Passwörtern schützen (frei definierbare Gültigkeitsdauer)
- Zukunftssichere USB 3.0 SuperSpeed Ports
- Ideal für serverbasierte und virtualisierte Umgebungen
- Für alle gängigen Betriebssysteme
-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



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

# Bit-Rauschen

**Notebook-Lieferengpässe und ein CPU-Ausblick auf 2030**



**US-Sanktionen und Corona-Komplikationen sorgen für Notebook-Mangel. Marvell will lieber kundenspezifische ARM-Serverprozessoren bauen und ein Linux-Kernel-Experte sieht die CPU-Vielfalt schrumpfen.**

**Von Christof Windeck**

Obwohl sich auch die Internationale Funkausstellung (IFA) im Corona-Jahr 2020 stark verändert hat, diente sie doch als Anlass für eine ganze Reihe von Halbleiter-Premieren, darunter Nvidia GeForce RTX 3090, Intel Core i-11000 alias Tiger Lake und Samsung SSD 980 Pro – übrigens alle mit PCIe 4.0. AMD spürt hingegen zurzeit anscheinend wenig Präsentationsbedarf. Nur als Gerücht geistert bislang die Baureihe Ryzen Embedded V2000 umher, ein Zen-2-Nachfolger für die vor mehr als zwei Jahren vorgestellte V1000-Version. Ohne viel Tamtam hat AMD kürzlich auch die Prozessörchen AMD 3015e und 3020e eingeführt, die in Schülernotebooks wie dem Lenovo 100e und 300e debütieren. AMD nennt die Zen-1-Chips intern wohl „Pollock“ nach dem Maler Jackson Pollock und sie sind

eng mit „Dali“ verwandt, dem kompakten Silizium-Die mit zwei Ryzen-Kernen, das etwa im Athlon 3000U steckt.

Beim Thema Embedded-Prozessoren fragt man sich aber auch, wo eigentlich Intels Tremont-Atoms aus der 10-Nanometer-Fertigung bleiben, also „Elkhart Lake“. Diese Chips waren ja mal für 2019 geplant und würden in der Celeron-Version „Jasper Lake“ gut in die derzeit boomenden Chromebooks passen: Auch in den USA brauchen viele Schüler bezahlbare Klapprechner, um zu Hause lernen zu können.

Doch just bei solchen Billig-Notebooks gibt es Lieferengpässe in den USA, wie Associated Press (AP) berichtet. Demnach können HP, Dell und Lenovo zusammen derzeit rund 5 Millionen bestellte Geräte nicht liefern. Das liegt zum Teil an US-Sanktionen gegen chinesische Zulieferfirmen wie „Hefei Bitland“, die laut US-Regierung uigurische Zwangsarbeiter beschäftigen. Doch auch Covid-19 sorgt für Probleme: Nicht alle chinesischen Zulieferer arbeiten schon wieder so produktiv wie vor der Pandemie, zudem fehlt es wegen der vielen gestrichenen Flüge auch an Transportkapazität im transkontinentalen Güterverkehr. Der Warentransport per Containerschiff dauert dann länger und auch bei deren Abfertigung gibt es Verspätungen. Bekanntlich kommt auch

nicht jeder Container im Zielhafen an – durch Havarien und Unwetter gehen jährlich einige hundert über Bord.

## Architektur-Ausblick

Bei den Servern sind die Verkaufszahlen zuletzt wegen Covid-19 deutlich gesunken – die Zahlen fürs dritte Quartal 2020 stehen aber noch aus. Marvell blickte Ende August recht zuversichtlich aufs Geschäftsjahr 2021 und verkündete dabei eine Kursänderung für die ARM-Serverprozessoren der Baureihe ThunderX: Damit zielt man künftig nicht mehr auf Allzweck-Server, sondern auf kundenspezifische Entwicklungen. Marvell geht es ausschließlich um „Hyperscaler“, also große Cloud-Dienstleister wie Microsoft oder Google.

Der Cloud-Elefant Amazon allerdings hat ja längst eigene ARM-Chips entwickelt (die Gravitons) – da bleiben also nur wenige potenzielle ThunderX-Kunden übrig. Aber die, so hofft Marvell, kaufen dann besonders viele Chips. Attraktive Allzweckserver mit ARM- statt x86-Prozessoren – oder gar Workstations – bleiben also weiterhin selten, außer Ampere scheint kein anderer Hersteller mehr Profit zu wittern.

Einen spannenden Blick in die Prozessor-Zukunft wagte Arnd Bergmann vom Linaro-Projekt auf der Linux Plumbers Conference. Er erinnerte zunächst an einst wohlbekannte Mikroarchitekturen wie SPARC, PowerPC mit 32 Bit und Itanium, bei denen es nicht mehr weitergeht. Dann zeigte er, dass bis auf die Mainframe-Prozessoren IBM Z wohl alle verbleibenden Big-Endian-Mikroarchitekturen (höchstwertiges Byte zuerst) ins Little-Endian-Lager wechseln, etwa IBM Power.

Schließlich erwartet er, dass 2030 im Wesentlichen x86(-64), ARM (ab ARMv8) und RISC-V den Markt unter sich aufteilen. Das RISC-V-Lager hat seiner Meinung nach aber noch einen weiten Weg vor sich; er verwies darauf, dass weniger neue RISC-V-Chips auf den Markt kommen, als man erwarten könnte.

Neuen Befehlssatzarchitekturen (ISAs), die Fachleute gerne und leidenschaftlich diskutieren, gibt Bergmann keine Chance. Ausdrücklich erwähnte er dabei Kalray MPPA und Tachyum Prodigy. Andererseits schätzt Bergmann, dass wir in den kommenden zehn Jahren die ersten Ansätze für 128-Bit-Computing sehen werden, diesbezüglich verwies er auf das Projekt CHERI (Capability Hardware Enhanced RISC Instructions), das auch einen RISC-V-Ableger pflegt. (ciw@ct.de)

300e Chromebook

Genügend Leistung für die Aufgaben eines Lehrers

Der Intel Celeron Quad-Core-ARM-Prozessor (2,1 GHz) des 300e ist so optimiert.

Lenovo dichtet Intel einen „Celeron Quad-Core-ARM-Prozessor“ an, baut in die zweite Generation des 300e Chromebook aber lieber den AMD 3015e ein.

# Notebook-Tiger

**Intels elfte Core-i-Generation (Tiger Lake) startet**

**Intels unter dem Codenamen Tiger Lake entwickelte elfte Generation der Core-i-Prozessoren debütiert in Notebooks. Die CPUs sind weiterhin bestenfalls Vierkerner, bringen mit integrierter Xe-GPU, Thunderbolt 4 und PCIe 4.0 aber dennoch viele Verbesserungen mit.**

**Von Florian Müssig**

Zum Start sind sieben Modelle vorgesehen: drei Core i7 und je zwei Core i5 und Core i3 (siehe Tabelle). Die i3 sind Doppelkerne, die restlichen Prozessoren Quad-Cores. Anders als früher gibt es keine nominellen TDP-Angaben mehr, sondern nur noch TDP-Fenster: Modelle, die in der Typenummer eine 0 vor dem G tragen, sollen je nach System zwischen 7 und 15 Watt verbrauchen, stecken im besonders kompakten BGA-Package UP4 und lösen die bisherige Y-Serie ab. Solche mit 5 vor dem G setzen hingegen zwischen 12 und 28 Watt um, was der etablierten U-Serie entspricht und auch mit deren größerem UP3-Package einhergeht. Passend zum TDP-Fenster gibt es keinen singulären Basistakt mehr – er hängt ebenfalls von der gesetzten TDP ab.

Das mag ungewöhnlich erscheinen, trägt aber der Tatsache Rechnung, dass besonders flotte Notebooks auch bislang schon aufwendige Kühlsysteme mitbrachten und die verwendeten Prozessoren – egal ob von Intel oder von AMD – dort mehr als die klassentypischen 15 Watt verheizten. Auch künftig wird dasselbe Prozessormodell also je nach Notebook mal mehr und mal weniger Rechenleistung erzielen.

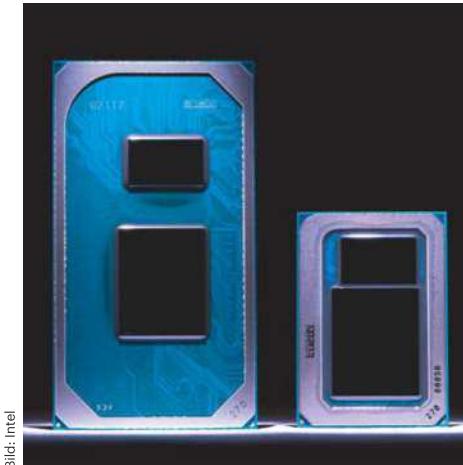
Ob Tiger Lake die Raubkatze im Performance-Tank weckt oder eher baden geht, ist derzeit noch offen. Intel bewirbt die Neulinge vollmundig als die weltbesten Notebookprozessoren, untermauert seine Aussagen allerdings nur mit selektierten Anwendungen, die die in Tiger Lake enthaltenen KI-Beschleuniger in irgendeiner Form nutzen. Bei klassischen Anwendungen, die herkömmliche Algorithmen verwenden, dürften AMDs Ryzen-4000U-Chips mit bis zu acht CPU-Kernen weiterhin die Nase vorne haben.

Die in Tiger Lake integrierte GPU ist die erste Inkarnation der neuen Grafikarchitektur Xe. Bei G7-Modellen heißt sie Iris Xe, bei abgespeckten G4-Varianten hingegen wie gehabt UHD. Im Rennspiel Grid soll die Iris Xe AMDs Radeon Vega 8 im Ryzen 7 4800U bei identischen Einstellungen mit 60 zu 35 fps deutlich schlagen, in anderen gezeigten Benchmarks verglich Intel die Iris Xe dagegen immer nur mit ihrem langsameren Vorgänger Iris Plus (Ice Lake). Auch hier bedarf es also noch künftiger unabhängiger Tests für eine umfassende Einschätzung.

## Evo-Logo

Zusammen mit der elften Core-i-Generation startet die zweite Generation der Premium-Notebook-Spezifikation „Project Athena“. Im Handel erkennt man passende Notebooks am neuen Evo-Aufkleber, der statt eines Prozessorlogos auf der Handballenablage klebt.

War Project Athena bislang eher konfus gehalten (siehe auch c't 10/2020, S. 84), gibt es nun konkretere Fakten: Das Notebook muss die im Prozessor enthaltenen Fähigkeiten Wi-Fi 6 und Thunderbolt 4 zwingend nutzen. Das ist aus Nut-



zersicht begrüßenswert, schießt aber auch klar gegen AMD-Notebooks, die ohne Thunderbolt 4 und USB 4 auskommen müssen – Wi-Fi 6 ist hingegen sogar dort häufig mittels Intel-WLAN-Modul an Bord. Die vier neuerdings vorhandenen PCIe-4.0-Lanes müssen nicht mit eben solchen NVMe-SSDs bestückt werden.

Intel verspricht für Evo-Notebooks eine hohe Performance im Netz- wie Akkubetrieb und lange Laufzeiten: In einem festgelegten – aber nicht im Detail veröffentlichten – Anwendungsmix sollen über neun Stunden Laufzeit bei 250 cd/m<sup>2</sup> drin sein, wenn ein energiesparendes Full-HD-IPS-Panel verwendet wird. Farbstarke Displays mit höherer Auflösung oder gar in OLED-Bauweise fallen nicht mehr aus der Spezifikation, sondern werden mit Abschlägen bei der Laufzeitvorgabe bedacht (QHD: über acht Stunden, 4K/OLED: über sieben Stunden).

Erste Notebooks mit Tiger-Lake-Prozessoren sollen ab Oktober erhältlich sein und erste Evo-Systeme ab November. Alle Notebookhersteller haben angekündigt, entsprechende Systeme auf den Markt zu bringen. Das Evo-Programm soll künftig auf Business-Notebooks ausgeweitet werden; noch hat Intel allerdings keine vPro-fähigen Tiger-Lake-Cpus angekündigt.

(mue@ct.de) ct

## Intels elfte Core-i-Generation (Tiger Lake) für Notebooks

Modell	Kerne / Threads	TDP	Basistakt	max. Turbotakt	Cache	Xe-EUs	Xe-Turbo-takt	Package
Core i7-1185G7	4 / 8	12–28 W	1,2–3,0 GHz	4,8 GHz	12 MByte	96	1,35 GHz	UP3
Core i7-1165G7	4 / 8	12–28 W	1,2–2,8 GHz	4,7 GHz	12 MByte	96	1,30 GHz	UP3
Core i7-1160G7	4 / 8	7–15 W	0,9–2,1 GHz	4,4 GHz	12 MByte	96	1,10 GHz	UP4
Core i5-1135G7	4 / 8	12–28 W	0,9–2,4 GHz	4,2 GHz	8 MByte	80	1,30 GHz	UP3
Core i5-1130G7	4 / 8	7–15 W	0,8–1,8 GHz	4,0 GHz	8 MByte	80	1,10 GHz	UP4
Core i3-1115G4	2 / 4	12–28 W	1,7–3,0 GHz	4,1 GHz	6 MByte	48	1,25 GHz	UP3
Core i3-1110G4	2 / 4	7–15 W	1,5–2,5 GHz	3,9 GHz	6 MByte	48	1,10 GHz	UP4



Notebooks, die die Spezifikation der zweiten Project-Athena-Generation erfüllen, erkennst man am neuen Evo-Logo.

## AMD-Ryzen-Serverboard mit PCIe 4.0

Asrock Rack hat ein weiteres **Server-Mainboard für „normale“ AMD-Ryzen-Prozessoren** angekündigt: Das X570D4U-2L2T im MicroATX-Format ist mit der Fassung AM4, dem Chipsatz X570 sowie vier DIMM-Steckplätzen für bis zu 128 GByte ECC-RAM bestückt. Wie beim Vorgänger X470D4U2-2T (Chipsatz X470) gibt es zwei 10GBase-T-Netzwerkports, aber nun zusätzlich auch zwei mit Gigabit Ethernet.

Zwei M.2-Fassungen stehen für schnelle PCIe-4.0-SSDs bereit; eine davon hängt direkt am Prozessor, die andere am Chipsatz. Je eine PCI-Express-Karte mit 1, 8 und 16 Lanes lässt sich einstecken und 8 SATA-6G-Ports stehen für Massenspeicher bereit. Für Fernwartung sorgt der gängige Baseboard Management Controller (BMC) Aspeed AST2500. Im Einzelhandel ist hierzulande bisher nur die



Bild: Asrock Rack

**Auf das Serverboard Asrock Rack X570D4U-2L2T passt ein AMD Ryzen 3000 mit bis zu 16 Kernen.**

Mini-ITX-Version des Boards namens X570D4I-2T für rund 440 Euro erhältlich, das X570D4U-2L2T dürfte etwas billiger werden.

(ciw@ct.de)

## Kurz & knapp: Storage

Toshiba trennt seine „Surveillance“-Festplatten für Videoaufzeichnung in zwei Serien auf: Die S300 mit 2 und 4 TByte arbeitet mit **Shingled Magnetic Recording (SMR)**, die S300-Pro-Serie hingegen mit konventioneller Aufzeichnungstechnik (CMR). Letztere sind mit bis zu 10 TByte Kapazität erhältlich und für Installationen mit bis zu 64 Kamera-Streams spezifiziert.

Eine **Server-SSD mit 64 TByte Speicherplatz** hat Nimbus Data vorgestellt. Das Exadrive NL soll sich dank SATA-Anschluss und 3,5-Zoll-Format als Ersatz für Festplatten eignen, auch eine SAS-Version ist erhältlich. Nimbus Data setzt auf günstigen QLC-Flash, die SSD soll dennoch rund 11.000 Euro kosten.

## NAS-Festplatte mit 18 TByte und konventioneller Technik

Seagate erweitert seine **NAS-Festplattenreihe Ironwolf Pro um ein 18-TByte-Modell**. Neuartige Technik kommt dabei nach Angaben des Herstellers nicht zum Einsatz, die Datendichte auf den Scheiben beträgt weiterhin 1146 GByte pro Quadratzoll. Die Kapazität steigert Seagate durch den Einbau einer neunten Scheibe in das Gehäuse.

Die weiteren Kennziffern klingen bekannt: Das Laufwerk besitzt 256 MByte DRAM-Cache, dreht die Scheiben mit 7200 Umdrehungen pro Minute und hat ein Workload-Rating von 300 TByte pro Jahr bei 5 Jahren Garantie. Die jährliche Ausfallwahrscheinlichkeit (AFR) liegt bei 0,73 Prozent, die maximale Wahrscheinlichkeit von Bitfehlern bei einem Sektor pro  $10^{15}$  gelesenen Bits. Die maximale Datenübertragungsrate in den Außenzonen beträgt 260 MByte/s, die Leistungsaufnahme liegt dank Heliumfüllung bei niedrigen 8 Watt. Das Laufwerk soll in diesem Monat für 580 Euro auf den Markt kommen. Wie bei

den Laufwerken der Pro-Serie üblich, ist für den Fall eines Ausfalls die Datenrettung in den ersten beiden Jahren inklusive.

Außerdem stellt Seagate die NAS-SSDs Ironwolf 125 SSD und Ironwolf Pro 125 SSD vor. Beide nehmen per SATA Kontakt mit dem Netzwerkspeicher auf und sollen vor allem als Cache-SSDs dienen. Die Unterschiede liegen vor allem in der Ausdauer: Während die Ironwolf Pro SSD im Rahmen der fünfjährigen Garantiefrist täglich mit ihrer gesamten Kapazität überschrieben werden darf (1 Drive Write per Day, DWPD), liegt der Wert bei der Ironwolf 125 SSD bei nur 0,7 DWPD. Die SSDs arbeiten laut Seagate mit TLC-Flash von Kioxia und einem nicht näher benannten SSD-Controller.

Die Ironwolf Pro ist mit Kapazitäten von 240 GByte bis 3,84 TByte erhältlich; die einfacheren SSDs haben eine etwas höhere Kapazität bis hin zu 4 TByte. Preise starten bei 65 beziehungsweise 99 Euro für die Modelle mit der kleinsten Kapazi-



Bild: Seagate

**Seagate Ironwolf Pro: NAS-Festplatte mit 18 TByte Speicherplatz**

tät, für die 4 beziehungsweise 3,84 TByte großen SSDs verlangt Seagate 610 beziehungsweise 820 Euro, die Garantiefrist für beide beträgt fünf Jahre.

(ll@ct.de)

**centron**

# POWERLANCE GPU-SERVER

Maximale Power für KI, Machine Learning und mehr

powered by

**Nvidia  
Quadro RTX  
6000**



### 4.608 CUDA Cores

Spitzengeschwindigkeit bei paralleler Prozessverarbeitung



### 576 Tensor Cores

Blitzschnelle KI- und Machine-Learning-Workflows



### 72 RT Cores

Fotorealistisches Ray Tracing und Rendering in Echtzeit



### 24 GB ECC GDDR6 RAM

Neueste GPU-Architektur mit leistungssstarkem Arbeitsspeicher

QUADRO

RTX 6000



MADE IN GERMANY

[www.centron.de/gpu-server](http://www.centron.de/gpu-server)

# Corona-Tracing im Smartphone-OS

Apple und Google haben Anfang September ihr Corona-Tracing-Framework veröffentlicht, das **Behörden die Entwicklung einer eigenen App ersparen** und so die Verbreitung der Technik fördern soll. Diese müssen nur noch eine Konfigurationsdatei an Apple oder Google schicken, die Nutzer über die Risikoeinschätzung und das Verfahren bei möglicher Infektion informiert. Das Framework generiert dann die Anwendung, die ins Smartphone-Betriebssystem integriert wird.

Apples iOS bringt das Framework ab iOS 13.7 mit, Google macht das Feature ab Android 6 zugänglich. Die US-Bundesstaaten Maryland, Nevada, Virginia sowie der Regierungssitz Washington, D.C. wollen das Feature als erste nutzen, europäische Länder dürften folgen.

Separat implementierte Corona-Warn-Apps anderer Hersteller funktionieren weiterhin, teilen Google und Apple mit. Schon zuvor haben Entwickler in iOS und Android integrierte Funktionen genutzt, jedoch war zum Auslesen eine zusätzliche App erforderlich.

Generell erfassen und notieren Smartphones für das Corona-Tracing die Bluetooth-Kennungen anderer Smartphones in der Umgebung. Beim Einsatz des neuen Frameworks werden diese Kennungen aus Datenschutzgründen ähnlich wie bei der vom RKI für Deutschland konzipierten App nicht weitergegeben. Stattdessen nutzen Gesundheitsbehörden und die infizierte Person ein komplexes Verfahren, um auf dem Smartphone und einem von zwei Servern einen anonymisierten Marker abzulegen (siehe ct.de/yvh). Andere Nutzer der App, die mit dem Smartphone der infizierten Person in Kontakt kommen, können dann benachrichtigt werden. Nach Vorgaben der Behörden warnen die Geräte, wenn der Kontakt 15 Minuten oder länger gedauert hat. Die Dauer und die Distanz können die Behörden festlegen.

iOS 13.7 meldet automatisch, sobald eine Kontaktverfolgungs-App in der aktuellen Region erhältlich ist – dazu zählen auch die Varianten, die auf dem neuen Framework gründen. Eine solche App nimmt ihre Arbeit erst dann auf, wenn sie

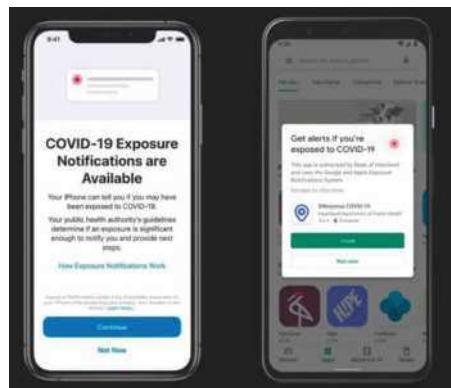


Bild: Apple

**Google und Apple haben gemeinsam ein Framework veröffentlicht, das den Aufwand zur Entwicklung von Programmen zur Corona-Kontaktverfolgung senken soll.**

der Nutzer in den Einstellungen aktiviert (Opt-in). Auch der neue „Reisestatus“, der Warnungen vor Corona-Kontakten jenseits der Landesgrenzen des Nutzers ermöglichen soll, muss per Hand aktiviert werden.

(dz@ct.de)

## Apples Öko-Allianz

Der Akkuhersteller Varta wird Teil von Apples Umweltallianz. Er habe sich als Apples Zulieferer verpflichtet, komplett auf erneuerbare Energien umzusteigen. Dies teilte Apple-Managerin Sarah Chandler Anfang September auf der Konferenz „Electronics Goes Green“ des Fraunhofer-Instituts IZM mit. Chandler sagte, in Deutschland arbeiteten auch die Zulieferer Henkel und die Tesa SE daran, ihre Produktion für Apple vollständig auf erneuerbare Energien umzustellen. Das gelte auch für ST Micro in Frankreich, Sol-

vay in Belgien sowie DSM in den Niederlanden. Apple will **bis 2030 klimaneutral herstellen** und die gesamte Lieferkette einbeziehen. Dafür wollen alle Beteiligten den Ausstoß des klimaschädlichen Kohlenstoffdioxids um 75 Prozent senken. Den Rest des Treibhausgases will Apple binden. Apple betreibt bereits seine Büros, Rechenzentren und eigene Produktionsstätten mit erneuerbaren Energien. Unter den Zulieferern verpflichteten sich inzwischen 72 Unternehmen zum Umstieg auf erneuerbare Energiequellen. (dz@ct.de)



Bild: Apple

Nachdem Apple die Versorgung seiner Büros, Rechenzentren und Produktionsstätten auf erneuerbare Energien umgestellt hat, will der Konzern auch alle seine Zulieferer zum Umstieg verpflichten.

## App-Store unter Feuer

Apples App Store ist der einzige Weg, Software für iPhones und iPads zu vertreiben. Wer die Regeln des Konzerns verletzt, muss mit einem **Rauswurf der App aus dem Store** rechnen und einen Ausschluss aus Apples Entwicklerprogramm fürchten.

So erging es jüngst Epic Games: Weil dem Spiele-Publisher die Kosten für den App Store zu hoch sind (30 Prozent der Einnahmen behält Apple für sich), verletzte er bei einem Update seiner Spielesoftware Fortnite Apples Regeln zu In-App-Käufen absichtlich. Fortan weigerte sich Epic Games, die Änderung zurückzunehmen. Daraufhin entfernte Apple Fortnite aus dem App Store und spererte einen Entwickler-Account der Firma. Nun werfen Epic Games sowie diverse andere iOS-Entwickler Apple Wettbewerbsverletzungen vor und klagen gegen den Konzern.

Russische Wettbewerbshüter kamen bereits zum Schluss, dass die Firma ihr Monopol beim Vertrieb von iOS-Apps missbraucht. Die EU-Kommission prüft noch.

(dz@ct.de)

# Samsung Galaxy Z Fold2: Klapphandy mit größeren Displays

Nach dem ersten Fold und dem Z Flip steht das Galaxy Z Fold2 als drittes Falt-Smartphone von Samsung in den Startlöchern. Verbessert hat der Hersteller vor allem die Displays. Das Smartphone hat zwei davon: Das innenliegende, **biegsame Hauptdisplay** wächst um 0,3 Zoll und misst nun 7,6 Zoll. Das OLED-Panel stellt  $2208 \times 1768$  Pixel dar und unterstützt eine adaptive Bildwiederholrate von bis zu 120 Hertz. Samsung will die maximale Helligkeit um rund 12 Prozent gesteigert haben. Die große Aussparung für die Frontkamera und Sensoren in der oberen rechten Ecke des Galaxy Fold ist einem kleinen Loch für die Selfie-Cam gewichen. Das Außendisplay ist mit 6,2 statt zuvor 4,6 Zoll jetzt auf dem Niveau herkömmlicher Smartphones angekommen. Die Auflösung beträgt  $2260 \times 816$  Pixel.

Das neue Falt-Smartphone arbeitet wie das Galaxy Z Flip in drei Modi: Zugeklappt mit Frontdisplay, ganz aufgeklappt mit dem kompletten Hauptdisplay und in einer Mittelstellung zwischen 75 und 115 Grad Öffnungswinkel, bei der der Faltbildschirm in der Mitte zweigeteilt ist. So zeigt das Z Fold2 etwa auf der einen Hälfte den Sucher der Kamera an und auf der anderen die Bedienelemente. An diese Darstellung wurden außer den Samsung-Apps bisher

weiterhin nur Microsofts Office-Anwendungen sowie YouTube angepasst; weitere hatte Samsung schon beim Start des Vorgängers versprochen.

Der Qualcomm Snapdragon 865+ ist dem Exynos 990 in der Galaxy-Note- und Galaxy-S-Klasse überlegen, 12 GByte Arbeitsspeicher sind üppig bemessen. Der interne Speicher liegt bei 256 GByte. Dual-SIM und eSIM sind ebenso an Bord wie 5G und WiFi 6. Spannend dürfte die Frage nach der Akkulaufzeit werden, denn 4500 mAh sind auf dem Papier bei zwei großen Displays und einem High-End-Prozessor nicht übermäßig viel.

Die Triple-Kamera besteht aus drei 12-Megapixel-Sensoren für **Hauptkamera, Zweifach-Tele und Ultraweitwinkel**. Die Frontkamera knipst Selfies mit 10 Megapixeln. Auf die Spitzenkameras des Note20 Ultra und S20 Ultra mit Fünffach-Zoom und 108-MP-Hauptkamera muss man allerdings verzichten.

Vorbestellungen für das Galaxy Z Fold2 nimmt Samsung ab sofort entgegen, die ersten Exemplare sollen am 18. September ausgeliefert werden. Das Smartphone kommt in Schwarz oder Bronze und kostet zum Start in Deutschland 1949 Euro. Das sind knapp 500 Euro mehr als beim kompakten Galaxy Z Flip, aber im-



Bild: Samsung

**Das Samsung Galaxy Z Fold2 hat größere Displays und ein neues Scharnier. Der Preis ist gegenüber dem des Vorgängers gesunken, bleibt aber hoch.**

merhin 150 Euro weniger als beim direkten Vorgänger Galaxy Fold. Im Vergleich zu Smartphones konventioneller Bauart sind Falt-Smartphones nach wie vor ein teurer Spaß.

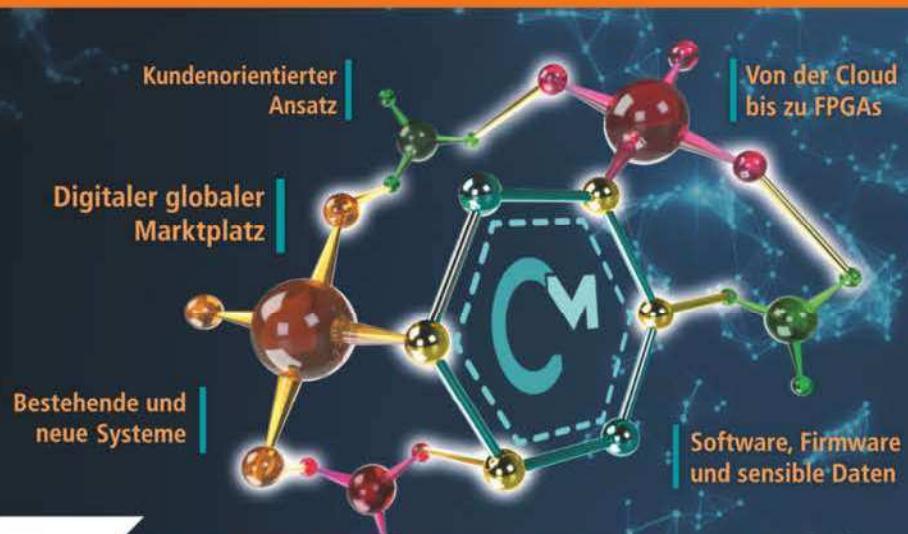
(sht@ct.de)



Profitieren Sie von einer ausgereiften Technologie.

- Schützen Sie Ihre Software vor Piraterie und Reverse Engineering.
- Sichern Sie die Integrität Ihrer Produkte vor Manipulation.
- Implementieren Sie lizenzbasierte, leicht anpassbare Geschäftsmodelle.

## CodeMeter – Katalysator der IoT-getriebenen Wirtschaft



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

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



SECURITY  
LICENSING

PERFECTION IN PROTECTION

## Elektrode detektiert und schmilzt Eis

Forscher am Indian Institute of Science in Bangalore haben eine verschrankte Elektrode entwickelt, mittels der sich Eis auf Oberflächen kritischer Apparate wie Windgeneratoren oder Flugzeugen detektieren lässt. Dieselbe Elektrode eignet sich prinzipiell auch, um das Eis aufzutauen und so Havarien zu vermeiden.

Die Vereisung von Bauteilen führt besonders bei Flugzeugen zu lebensgefährdenden Risiken, etwa weil wegen falscher Messwerte die erforderliche Fluggeschwindigkeit nicht eingehalten wird. Zum Beispiel können Sonden, die in Flugrichtung den Stauluftdruck ermitteln und so Messwerte zur Berechnung der Fluggeschwindigkeit liefern (Prandtlsonde, auch Pitotrohr) trotz Heizvorrichtungen vereisen. Auch bei anderen Bauteilen kann Vereisung den Betrieb beeinträchtigen und zu schweren Schäden etwa an Turbinen oder Windgeneratoren führen.

Deshalb hat man schon etliche Enteisungsmethoden entwickelt. Zu den gängigen gehört die elektrothermische Enteisung, bei der Oberflächen unter Stromeinsetz erwärmt werden. Den meist erwünschten Eisdetektor und die Enteisungsvorrichtung zusammenzubringen, ist aber oft trickreich und nicht immer zufriedenstellend möglich.

Nun könnte Krishnadas Nampoothiri und Kollegen am Indian Institute of Science ein entscheidender Durchbruch gelungen sein. Sie haben eine Vorrichtung entwickelt, die Eis sowohl detektiert als auch elektrothermisch entfernt. Die Grundlage bildet eine fingerförmig verschrankte Doppelschicht-Elektrode (Cr/Au, je 20 und

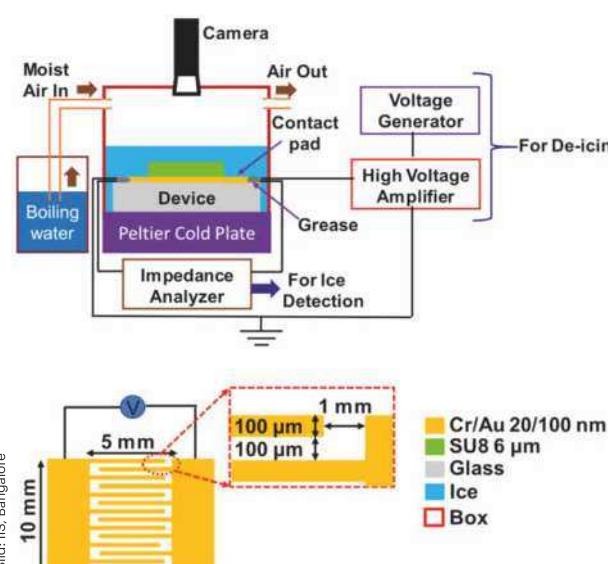
100 Nanometer dünn). Nampoothiri hatte bereits 2018 gezeigt, wie man **wässrige Flüssigkeiten mittels verschrankten Elektroden und Hochfrequenzwechselstrom** erhitzen kann.

Der neuen Enteisungsmethode liegt zugrunde, dass die verschrankte Elektrode bei Wechselstromfrequenzen zwischen 1 und 30 kHz das Eis nicht taut; jedoch lässt sich dabei anhand der gemessenen Impedanz schließen, ob die direkte Umgebung der Elektrode trocken, nass oder eisbedeckt ist – der Zustand lässt sich an einem Impedanz-Analysator ablesen. Das Wechselstromsignal stellte Nampoothiri mit einem Spannungsgenerator und einem Verstärker ein.

Die Schmelze setzt bei dem System laut dem Aufsatz **erst jenseits von 30 kHz** ein; in den Experimenten haben die Forscher Wechselspannung von 200 V und 50 kHz eingestellt (Haushaltsstrom hat nur eine Spannung um die 50 Hz). Daraufhin taute das Eis innerhalb von Sekunden. Um eine natürliche Umgebung zu simulieren, wurde die Vorrichtung unterdessen mit einem Peltierelement auf –6 Grad Celsius gekühlt.

Mit diesem Wissen können man nun eisschmelzende Detektoren deutlich einfacher und kostengünstiger als bisher herstellen, schreiben die Autoren (siehe ct.de/yz9j). Und weil die nötige Leistung in Abwesenheit von Eis vernachlässigbar niedrig sei, könnten künftige Geräte deutlich energieeffizienter arbeiten als bisherige. (dz@ct.de)

**Publikation von Nampoothiri et al.:**  
[ct.de/yz9j](http://ct.de/yz9j)



Legt man an eine verschrankte Elektrode ein Wechselstromsignal an (unten, gelb), lässt sich je nach Höhe der Frequenz entweder Eis detektieren oder – mit mehr Energie – Eis auch schmelzen.

Bild: IIS, Bangalore

## Personenzähler

Die Universität von Antwerpen und das Forschungszentrum imec haben ein System **zur Messung der Personendichte** entwickelt, das ohne Fotos oder Mobilfunkdaten auskommt. Stattdessen nutzt das CrowdScan genannte System energiearme Funkfrequenzen von 868 MHz und setzt die Signaldämpfung etwa auf belebten Plätzen in ein Verhältnis zur leeren Umgebung, um auf die Personenanzahl und -dichte rückzuschließen. Einzelheiten wie die Anzahl der Sensoren nannten die Entwickler nicht.

Die CrowdScan-Technik wurde laut den Forschern bereits auf verschiedenen Großveranstaltungen geprüft und wird nun von einer gleichnamigen Ausgründung als kommerzielle Dienstleistung angeboten, um etwa Corona-bedingtes Social Distancing zu erleichtern (dz@ct.de)



Die belgische Universitätsausgründung CrowdScan nutzt statt Fotos oder Mobilfunkdaten eine Funktechnik, um bei größeren Menschenansammlungen die Personenanzahl zu ermitteln.

## Puls und Sauerstoff

Die kalifornische Firma Maxim hat ein Modul entwickelt, das **den Puls und den Sauerstoffgehalt** misst. Das Modul MAXM86146 enthält die erforderlichen Fotodioden und besteht aus dem Analog-Frontend MAX86141 sowie dem Mikrocontroller MAX32664C-MCU. Es steckt in einem OLGA-Package mit 38 Pins, das lediglich 0,88 Millimeter dick ist und eine Fläche von  $4,5 \times 4,1 \text{ mm}^2$  belegt.

Für die Puls- und Sauerstoffmessungen nutzt der MAXM86146 zwei grüne Lichtsignale. Bei 25 Messungen pro Sekunde kommt das Frontend mit 10  $\mu\text{A}$  an 1,8 Volt aus. Die Messdaten liefert das Modul per I<sup>2</sup>C-Port an eine CPU. Auf Anfrage sind Evaluierungskits erhältlich. (dz@ct.de)

## Rack-Montage für Raspi und NUCs

Der Raspberry Pi und Mini-PCs wie die aus Intels Baureihe NUC sind als universell nutzbare Module auch in Steuerungsanlagen beliebt. Um mehrere Raspis oder NUCs sicher und einfach in einem 19-Zoll-Schalschrank (Rack) zu montieren, bietet ICO verschiedene Baugruppenträger an.

Die einfachste Ausführung mit einer Höheneinheit (1 HE, knapp 4,5 Zentimeter) nimmt bis zu vier Raspberry Pi 4 nebeneinander auf; optional lassen sich

auch deren HDMI-Ausgänge mit kurzen Kabeladapters auf die Frontplatte legen. Diese 1-HE-Version ist sowohl ohne als auch mit Gehäuse lieferbar.

Die 3-HE-Versionen der **Baugruppenträger nehmen bis zu 12 Raspis oder 8 NUCs** hochkant nebeneinander auf. Für die flache NUC-Bauform (ohne „H“ am Ende der Typenbezeichnung) wiederum gibt es ebenfalls 1-HE-Träger. Preise nennt ICO nur auf Anfrage.

(ciw@ct.de)

ICO liefert Baugruppenträger, um bis zu zwölf Raspberry Pi hinter einer 19-Zoll-Frontplatte mit drei Höheneinheiten zu montieren.



Bild: ICO

## Industrie-„Raspi“ mit i.MX 8

Die Firma ICP Deutschland empfiehlt den Einplatinencomputer ND108T im Pico-ITX-Format als **Alternative zum Raspberry Pi 3 für industrielle Anwendungen**. Die 10 Zentimeter breite Pico-ITX-Platine hat etwa 50 Prozent mehr Fläche als ein Raspi, was ICP für Schnittstellen wie Mini-PCIe benutzt. Die ND108T-Boards haben aber auch eine Raspi-kompatible Pfostensteckerleiste. Je nach Variante gibt es 1, 2 oder 4 GByte RAM sowie 8 bis 32 GByte eMMC-Flash; die Preise beginnen bei 140 Euro.

(ciw@ct.de)



Bild: ICP Deutschland

ICP bewirbt das ND108T als Raspi-Alternative für die Industrie.

## WAS AUCH IMMER SIE BRAUCHEN - MIT DER SOURCING PLATFORM BESCHAFFEN WIR DAS!

Bei Conrad finden Sie jetzt Ihren technischen Betriebsbedarf und umfassende Services.



# NAS erkennt Gesichter

Viele NAS-Hersteller führen NVR-Software (Netzwerkvideorekorder) als Zusatzfunktion für ihre NAS-Modelle, sodass diese von IP-Kameras aufzeichnen können. QNAP und Synology haben zuletzt die Fähigkeiten ihrer NVR-Funktionen um **Personen- und Fahrzeugerkennung** erweitert.

QNAP bietet „QVR Face Insight“ und „QVR Face Tiger“. Die Apps können **bis zu 30.000 Gesichtsprofile** mit je 10 Bildern speichern und Fremdobjekte im Videobild identifizieren. Die Tiger-Version erkennt zusätzlich Alter und Geschlecht der Person im Bild. Derzeit läuft QVR Face nur auf x86-NAS. Die Anzahl gleichzeitig möglicher Kanäle und der Gesichtsprofile variiert mit der CPU- und Arbeitsspeicherausstattung. Zum Betrieb sind mehrere Lizenzen nötig, die zwischen einem und 10 US-Dollar im Monat kosten und als ein- oder dreijährige Varianten günstiger sind.

**QNAP und Synology** haben ihre NAS-Apps für Kameraaufzeichnung um Analysefunktionen erweitert. Synology zeigt beispielhaft, wie die Software die Anzahl der Personen in einem Raum über am Eingang installierte Kameras zählen kann.

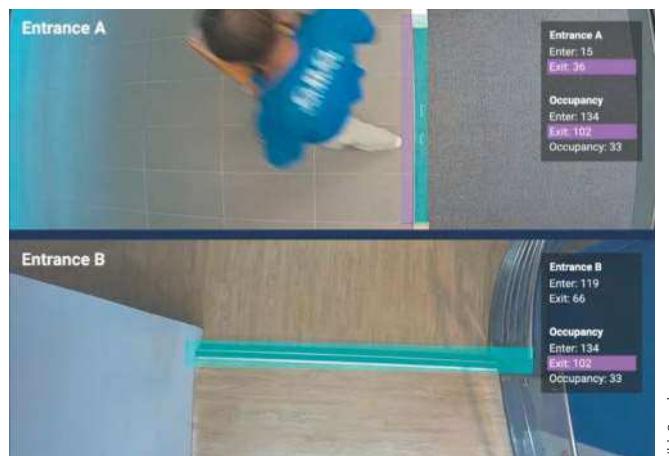


Bild: Synology

Synologys frisch veröffentlichte Surveillance Station 8.2 speichert bis zu 10.000 Gesichter, identifiziert bis zu 25 gleichzeitig und erkennt, ob ein Gesicht bedeckt ist. Weiter kann die Software zählen, wie viele Personen sich im Raum befinden und gegebenenfalls Benachrich-

tigungen auslösen. Zusätzliche Lizenzen verlangt Synology nicht, doch derzeit laufen die Videoanalysefunktionen nur auf dem Modell DVA3219. Das Vier-Slot-NAS mit Nvidia-GTX-1050-Ti-GPU kostet ohne Festplattenbestückung 1650 Euro. (amo@ct.de)

## Kein verschlüsseltes Backup für NAS

Ab dem 1. November 2020 will Amazon Netzwerkspeichern (NAS) keinen Zugriff mehr auf seinen hauptsächlich als Foto- und Video-Backup gedachten Cloud-Drive-Dienst geben, wenn diese verschlüsselte Dateien ablegen wollen. Das teilte der Internetgigant Nutzern von Synology-NAS im August per Mail mit; es dürfte auch für QNAP und andere NAS-Hersteller gelten, die Add-ons für **Amazon Drive** anbieten. Der kostenpflichti-

tige Amazon-S3-Speicherdiest ist davon nicht betroffen.

Synology empfiehlt seinen Kunden, auf den eigenen Speicherdiest C2 umzusteigen ([ct.de/yvv9](http://ct.de/yvv9)). Wer sich dort bis Ende Januar 2021 anmeldet, soll den Dienst bis Ende März 2021 kostenfrei nutzen dürfen und muss sich dann bezüglich eines Abos entscheiden: C2-Backup-Abos starten bei 10 Euro jährlich für 100 GByte Speicherplatz. (ea@ct.de)

## Filter fürs Heimnetz

Über Amazon bietet der tschechische Domainverwalter cz.nic für 99 Euro mit **Turris Shield eine Firewall für kleine Netze** an. Das Gerät ist ein Ableger der auf die Open-Source-Routersoftware OpenWrt aufsetzenden Turris-Router (Omnia-Test in c't 1/2017, S. 45). Zwischen Modem und WLAN-Router platziert, beobachtet Turris Shield den durchgehenden Datenverkehr und blockiert Angriffe automatisch.

Dazu greift das Gerät auf ein dynamisch erweitertes Regelwerk zurück, das cz.nic online bereitstellt ([sentinel.turris.cz](http://sentinel.turris.cz)). Das System soll seine Regeln binnen zwei Sekunden ergänzen, wenn cz.nic von anderen Turris-Geräten irgendwo auf der Welt Meldung über einen neuartigen Angriff erhält.

Um Firewall-Updates sollen sich Nutzer laut Hersteller ebenso wenig kümmern müssen wie um die der Geräte-Firmware. Turris Shield arbeitet auf Wunsch auch als OpenVPN-Server oder -Client für private VPN-Tunnel. Die Hardware gründet auf dem Marvell-Prozessor Armada 3720 (Cortex A53, Dual-Core, 1,0 GHz) und enthält 1 GByte RAM. (ea@ct.de)

## Sonderheft c't Admin

Das **Sonderheft c't Admin 2020** versorgt private und berufliche Administratoren von kleinen bis mittelgroßen Netzwerken mit hilfreichen Tipps. Bei Windows geht es um das Aufspüren von Flaschenhälsern und um zeitsparenden Einsatz von PowerShell-7-Funktionen. Infos rund um Fernwartung von PCs und Mobilgeräten helfen, zeitraubende Fahr-



ten zu vermeiden. Außerdem zeigen wir, was FritzOS 7.20 bringt, mit welchem WLAN-Controller Sie Ihr Funknetz am leichtesten verwalten und was kleine private Mobilfunknetze, genannt „Campusnetze“, können.

c't Admin 2020 ist ab sofort für 14,90 Euro gedruckt und für 12,99 Euro als PDF im heise shop erhältlich. (amo@ct.de)

# MUCKS-MÄUSCHEN-STILL

EXKLUSIV  
BEI UNS!



## Lüfterlose All-in-One PCs

Unsere exone® AIO+ Serie – schickes Design, lüfterlos, in 23 bis 27 Zoll und optional auch höhenverstellbar. Was diese Serie vor allem auszeichnet ist die einzigartige und ultra leise Kühlung designed by exone®. Unsere AIO+ Serie zählt damit zu den leisesten AIO-Lösungen am Markt – und das ohne Einbußen bei der Leistung und gleichzeitigem gesteigertem Comfort. Ideal für moderne Büros und Empfangsräume.

## exone AIO+ 2360 / 2760

Unsere AIO+ Serie – Variantenreich. Modern. Lüfterlos.



### Display

23 oder 27 Zoll, 1.920 x 1.080 px, IPS Panel

### Prozessor

Intel® Core™ i5-1035G1  
(4x 1,00 GHz bis zu 3,60 GHz)

### Arbeitsspeicher

8 GB DDR4

### Festplatte

256 GB SSD M.2 PCIe4

### Betriebssystem

Windows® 10 Pro 64-bit

Preise und weitere Varianten auf Anfrage bzw. direkt im Shop

## Achtung: End of Support von Office 2010

Ein neues Gerät mit Windows 10 Pro und Office Home & Business 2019 bilden eine gute Grundlage, um die maximale Sicherheit für Ihre Kunden zu gewährleisten. Der Support für Office 2010 endet am **13. Oktober 2020**. Ab diesem Zeitpunkt erfahren diese Office Anwendungen keine Aktualisierungen und Updates mehr – das gilt für Funktionen aber, auch – und das ist viel wichtiger – für Sicherheitsfixes.

## Office Home & Business 2019

Flexibler, produktiver, sicherer: Wechseln Sie zum modernen Office



### Office-Anwendungen:



Microsoft Word



Microsoft Excel



Microsoft PowerPoint



Microsoft Outlook

Art.-Nr.: 129776

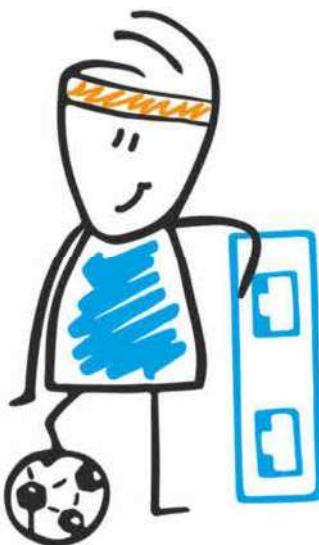
Preis auf Anfrage

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

07322 96 15 - 288 | [shop.exone.de](http://shop.exone.de) | [info@exone.de](mailto:info@exone.de)

© Copyright by Heise Medien.

exone® ist eine Marke der EXTRA Computer GmbH · Brühlstraße 12 · 89537 Giengen | Irrtum und Änderung vorbehalten. Nur solange der Vorrat reicht.



Aufgaben in IoT und Automatisierung nach eigenen Regeln lösen. Mit der grafischen Entwicklungsumgebung **Node-RED** und der richtigen Hardware:

**rule.box**  
Klein, zuverlässig,  
vielseitig.



[wut.de/rule](http://wut.de/rule)

**W&T**

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

## Roboterhund statt Arzt

**MIT-Forscher haben einen Roboterhund trainiert, an hochinfektiösen Covid-19-Patienten die Eingangsuntersuchung zu übernehmen. Der Arzt nimmt zunächst über eine Videoverbindung Kontakt auf.**

Der Roboterhund Spot von Boston Dynamics stapft durch das Brigham and Women's Hospital in Boston. Mit einem Tablet kann das medizinische Personal ihn frei durch die Klinikgänge steuern, vor allem zu infektiösen Patienten, um an ihnen auf Distanz Eingangsuntersuchungen vorzunehmen. „Das Ziel ist es, Arbeiten in riskanten Umgebungen möglichst mit Robotern zu erledigen“, erläutert Dr. Henwei Huang vom MIT in Massachusetts.

Das Team um Huang hat den vierbeinigen Spot zunächst mit einem eigenen Tablet an der Vorderseite ausgestattet, sodass Mitarbeiter über Video Kontakt zum Patienten aufnehmen können. Zudem trägt der Roboter vier Kameras. Darunter ist eine Infrarotkamera, die auf etwa zwei Meter Abstand die Temperatur im Gesicht misst. Daraus leitet eine App die Kör-

pertemperatur des Patienten ab, wobei sie den genauen Abstand und die Umgebungstemperatur einberechnet. Zugleich nimmt die IR-Kamera auch den Mundschutz des Patienten ins Visier. Mit jedem Ausatmen steigt dort die Temperatur deutlich an. Aus diesen Beobachtungen ermittelt die Software die Atemfrequenz.

Drei weitere Kameras nehmen monochromatisch jeweils das Licht einer Wellenlänge auf, konkret für 670, 810 und 880 Nanometer. Damit lässt sich durch die Haut das Hämoglobin im Blut und insbesondere die Sauerstoffbindung an diesem Molekül erkennen. So können die Forscher die Sauerstoffsättigung im Blut auf fünf Prozent genau bestimmen. Zudem erlauben die Bilder dieser drei Kameras selbst auf eine Entfernung von zwei bis drei Metern, den Blutfluss und damit den Puls zu bestimmen.

Neben der Eingangsuntersuchung könnte der Roboterhund im Patientenalltag auch infektiöse Patienten kontinuierlich überwachen und der Ärztin einen einfachen Kontakt per Videobesprechung ermöglichen. (agr@ct.de)

**Vierbeiner im Krankenhaus:** [ct.de/y1bh](http://ct.de/y1bh)



Bild: MIT  
Mediziner erweitern den Robot Dog zum Robot Doc und vermindern damit den Kontakt des Personals zu Covid-19-Infizierten.

## DNA speichert TV-Serie fehlerfrei

In einer jüngsten Projektarbeit hat ein Team um Professor Reinhard Heckel an der TU München die erste Folge der TV-Serie „Biohackers“ auf synthetischer DNA gespeichert. Für etwa 100 Megabyte Videodaten benötigten die Forscher gerade einmal ein Picogramm des Moleküls. Umgerechnet entspricht das einer Datenmenge von 100 Exabyte oder **100 Milliarden Gigabyte pro Gramm DNA**.

Bei ihrer Videokomprimierung erhöhten die Forscher sogar noch die Redundanz, indem sie einen auf DNA-Manipulation zugeschnittenen Algorithmus zur Kanalkodie-

rung einsetzen. Damit ist es möglich, Schreib- oder Lesefehler zu korrigieren, die sonst die DNA-Sequenz mit der Zeit zerstören würden. Laut Heckel ist ein DNA-Speicher damit in der Lage, Filme, Musik oder ganze Bibliotheken über Jahrtausende zu archivieren. Dafür setzt er auf eine Technik seines Kollegen Professor Robert Grass von der ETH Zürich, mit der die Forscher DNA-Stränge in winzigen Glaskugeln einkapseln. Ein Problem ist allerdings noch der hohe Zeitbedarf des Schreibvorgangs, der heute für 100 Megabyte mehrere Arbeitstage ausmacht. (agr@ct.de)

## Software knackt Schließzylinder

Allein das Geräusch beim Einführen eines Schlüssels in einen Profilzylinder verrät genug, um passende Schlüssel nachzubilden. Die Forscherin Soundarya Ramesh entwickelte an der National University in Singapur die Software SpiKey, die Aufnahmen dieser feinen Geräusche analysiert und anschließend im 3D-Druck Nachschlüssel erzeugt.

Ein Schlüssel kann einen üblichen Profilzylinder nur dann aufschließen, wenn die Kerben in seinem Bart federgetriebene Stifte im Schlossinneren genau so weit herausgleiten lassen, dass der Zylinderkern entsperrt ist und sich drehen lässt. Ramesh und ihr Team analysierten nun die **Folge metallischer Stöße**, wenn die Federstifte an den eindringenden Schlüsselbart schlagen.



**Das metallische Klicken beim Einstecken des Schlüssels verrät der Software SpiKey genug, um Nachschlüssel herzustellen.**

Aus den dabei messbaren Lautstärkeunterschieden ermittelt ihre Software die Tiefe der Einschnitte im Bart und damit den eindeutigen Code von Schlüssel und Profilzylinder. Das funktioniert jedoch nur, wenn der Belauschte seinen Schlüssel mit einer gleichmäßigen Bewegung ins Schloss steckt.

Der Lauschangriff mit aktuellen Smartphone-Mikrofonen gelang den Forschern bislang allerdings erst, wenn sie das Telefon bis auf zehn Zentimeter neben dem Schloss platzierten. Grundsätzlich sind vier Varianten der Attacke denkbar: Ein Angreifer könnte mit dem eigenen Handy sein Opfer beim Einstechen des Schlüssels belauschen oder das Smartphone des Angriffenen mit einer entsprechenden Malware infizieren. Ebenso könnte eine gehackte Gegen sprechanlage an der Tür die Schlüsselgeräusche weiterleiten. Als vierte Option sehen die Forscher den Einsatz eines Richtmikrofons. Sie raten zu geräuschkämpfenden Beschichtungen am Schlüssel. Eine einfachere Möglichkeit wäre es wohl, beim Schließen ein wenig mit dem Schlüsselbund zu klimpern. (agr@ct.de)

Bild Pixabay

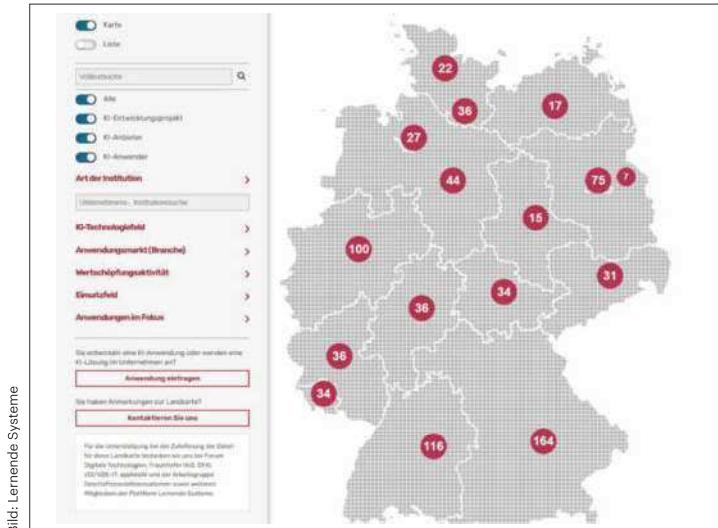
## Alle KI-Projekte auf einer Karte

Eine interaktive Landkarte auf der Internetplattform „Lernende Systeme“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gibt Überblick über den Einsatz von **Künstlicher Intelligenz in Deutschland**. Auf der Karte finden sich sowohl Hochschulen und Forschungsinstitute als auch KI-Anwendungen in Deutschland. Per Online-Fragebogen können Verantwortliche ihre Projekte eintragen.

Filter- und Suchfunktionen helfen dem Besucher, Themenschwerpunkte wie etwa be-

stimme Branchen oder Technologiefelder zu finden, also beispielsweise Bilderkennung, Robotiksteuerung oder Sprachverarbeitung. Unter dem Menüpunkt „Anwendungen“ lassen sich Reportagen zu einzelnen Lösungen abrufen. Schließlich listet die Informationsplattform auch Transferzentren auf, die Anwenderunternehmen unterstützen, passende Entwicklungspartner zu finden. (agr@ct.de)

**Hier ist künstliche Intelligenz:** [ct.de/y1bh](http://ct.de/y1bh)



**Was leistet KI in Deutschland? Das Bundesforschungsministerium erweitert laufend eine interaktive KI-Landkarte.**

Bild: Lernende Systeme

STUART RUSSELL  
HUMAN COMPATIBLE



**Künstliche Intelligenz**  
und wie der Mensch die Kontrolle über superintelligente Maschinen behält



376 Seiten | 28,00 €  
ISBN 978-3-7475-0173-3  
[www.mitp.de/0173](http://www.mitp.de/0173)



**Die Intelligenz der Maschinen**

Mit Koryphäen der Künstlichen Intelligenz im Gespräch

Innovativen, Chauvinistischen und Konservativen für die Zukunft der Gesellschaft

Von Martin Fried

Financial Times Best Books of 2019

536 Seiten | 29,99 €  
ISBN 978-3-7475-0009-5  
[www.mitp.de/0009](http://www.mitp.de/0009)

BRUCE SCHNEIER

**CLICK HERE TO KILL EVERYBODY**



Sicherheitsrisiko Internet und die Verantwortung von Unternehmen und Regierungen



384 Seiten | 26,00 €  
ISBN 978-3-95845-947-2  
[www.mitp.de/947](http://www.mitp.de/947)

# Viele Behörden nutzen noch Windows 7 – „Bundesclient“ kommt später

**Veraltete Software, kein Überblick über Datenabfluss an Microsoft: Der Bund kommt bei der Modernisierung seiner IT langsamer voran als geplant.**

Seit Mitte Januar 2020 erhalten Privatanwender keine Sicherheitsupdates mehr für Windows 7 – doch in vielen Behörden wird das veraltete Betriebssystem immer noch genutzt. Zum Beispiel plant der bundeseigene Dienstleister ITZBund den Abschluss der Migration auf Windows 10 erst für Ende 2020, wie ein Sprecher auf Anfrage von c't sagte. Das ITZBund betreut rund 95.000 PCs von Bundesbehörden, vor allem in den Bereichen Finanzen, Innenes und Verkehr.

Man kaufe für die Windows-7-Rechner verlängerten Support bei Microsoft ein, betonte der Sprecher. Insgesamt könnte das „Extended Security Update“-Programm den Bund im Jahr 2020 rund 800.000 Euro kosten – so lautete im Januar zumindest eine grobe Schätzung der Regierung. Einige Bundesbehörden werden Windows 7 allerdings voraussichtlich auch im Jahr 2021 noch einsetzen. Die Zahl der betroffenen PCs ist nicht bekannt, da viele der rund 200 Ämter ihre IT noch eigenständig verwalten.

Laut dem Plan der Regierung sollen die Behörden zuerst auf Windows 10 wechseln und dann im nächsten Schritt den „Bundesclient“ einführen. Dabei handelt es sich ebenfalls um Windows 10, al-

lerdings in einer behördenübergreifend einheitlich konfigurierten Variante. Für Entwicklung und Support ist das ITZBund zuständig, nicht mehr jede einzelne Behörde. Dadurch will der Bund Kosten einsparen sowie Sicherheit und Datenschutz verbessern.

Doch auch beim Bundesclient gibt es Verzögerungen. Er sollte ursprünglich bereits 2019 von ersten Behörden eingesetzt werden. Mittlerweile plant das ITZBund den ersten „Pilot-Rollout“ für das erste Quartal 2021. Der Dienstleister begründet die Verspätung mit „aufwendigen Abstimmungen“ im Bereich der IT-Sicherheit. „Aufgrund des höheren Schadensrisikos bei einer Kompromittierung muss die zentrale Infrastruktur ein höheres Sicherheitsniveau erfüllen als die Bestandsstrukturen der Behörden“, erklärte der Sprecher.

Um den Datenschutz zu gewährleisten, soll der Bundesclient so konfiguriert

werden, dass möglichst wenige Daten an Microsoft-Server übertragen werden („Telemetrie“). Dafür wird der Client laut ITZBund ohne direkten Zugang zum Internet betrieben. „Sämtlicher Internetverkehr wird über dedizierte Systeme geführt, die den Verkehr überwachen und ungewünschten Datenaustausch unterbinden“, erklärte der Sprecher.

Bislang hat die Bundesregierung keinen Überblick darüber, in welchem Umfang die bereits eingesetzten Windows-10-Rechner Daten an Microsoft senden. „Da die Behörden in Hinblick auf Ihre IT eigenverantwortlich handeln, kann zentral keine Einschränkung oder Kontrolle erfolgen“, teilte das Bundesinnenministerium auf c't-Anfrage mit. Man könne die Verbindungen auch nicht sperren, da die Übertragung bestimmter Daten erforderlich sein könne, zum Beispiel zur Fehlerbehebung.

(cwo@ct.de)



ITZBund-Zentrale in Bonn: Der Dienstleister liefert den „Bundesclient“ mit Windows 10 später als geplant.  
Bild: ITZBund

## Streit um Steuer-ID geht weiter

Die Datenschutzbeauftragten von Bund und Ländern stemmen sich gegen den Plan der Bundesregierung, die Steuer-Identifikationsnummer in eine **behördenübergreifende Bürgernummer** zu verwandeln. Das Vorhaben stehe „im Widerspruch zu verfassungsrechtlichen Regelungen“, warnte die Konferenz der Datenschutzaufsichtsbehörden (DSK) Ende August in einer Stellungnahme.

Laut einem Gesetzentwurf aus dem Innenministerium soll die Steuer-ID künftig in mehr als 50 Datenbanken von Bund und Ländern gespeichert werden, damit die Behörden Datensätze fehler-

frei austauschen können. So sollen Prozesse automatisiert und das E-Government vorangetrieben werden. Bürger müssten grundlegende Daten wie ihre Adresse und ihren Familienstand dann nicht immer wieder neu angeben und Dokumente wie Geburtsurkunden seltener einreichen.

Aus Sicht der Datenschützer besteht jedoch die Gefahr, „dass personenbezogene Daten in großem Maße leicht verknüpft und zu einem umfassenden Persönlichkeitsprofil vervollständigt werden können“. So könnten Informationen aus dem Melderegister mit solchen von Kranken-

kassen oder dem Schuldnerverzeichnis zusammengeführt werden.

Der Gesetzentwurf sieht einige Maßnahmen zum Datenschutz vor. So soll das Bundesverwaltungsamt die Kommunikation zwischen Behörden überwachen; Daten sollen verschlüsselt übertragen werden. Das verhindere jedoch nicht die missbräuchliche Zusammenführung, „übrigens auch nicht bei Datenlecks“, meinen die Datenschützer. Beobachter rechnen damit, dass der Streit um die Steuer-ID am Ende vom Bundesverfassungsgericht entschieden werden muss.

(cwo@ct.de)

# Corona-Daten ungeschützt

Gastronomen müssen für die Bekämpfung der Coronavirus-Epidemie die Namen, Aufenthaltszeiten und Kontaktinformationen ihrer Kunden erfassen. Manche erheben die Daten digital über eine App, darunter auch der Wirt eines Restaurants, das eine Gruppe von Mitgliedern des Chaos Computer Clubs (CCC) besuchte. Weil es während des Aufenthalts zu Problemen bei der Bestellung via App kam, nahmen die Hacker die Plattform unter die Lupe und fanden etliche Schwachstellen. So ermöglichten „mehrere Sicherheitsmängel“ den Zugriff auf mehr als 87.000 Corona-Datensätze.

Das betroffene System des Anbieters gastronovi speichert jedoch nicht nur Corona-Listen, sondern auch Reservierungen, Bestellungen und Kassenumsätze Dutzender Gastronomen. So konnten die Hacker auch 4,8 Millionen Personen-datensätze aus über 5,4 Millionen Reser-vierungen einsehen. Besonders erstaunlich dabei: Die Daten reichten teilweise

über ein Jahrzehnt zurück. Offenbar haben sich Dienstleister und Gastronomen gegenseitig darauf verlassen, dass die jeweils andere Seite wie vom Datenschutz gefordert nicht mehr benötigte Daten löscht.

Weil das System die Zugriffsrechte nicht korrekt geprüft hat, konnten die CCC-Mitglieder vollen Administrator-Zugriff erlangen. Dabei entdeckten sie, dass Restaurantbetreiber durch ein fehlerhaft programmiertes API Daten der Mitbewerber einsehen konnten. Zudem seien Passwörter unzureichend gesichert gewesen. Prinzipiell hätte ein Angreifer so Be-stellungen für Fremde in Auftrag geben können.

gastronovi hat laut CCC umgehend reagiert und die Sicherheitslücken geschlossen. Der Anbieter ist nicht der erste **Gastro-Dienstleister**, in dessen Corona-Diensten Sicherheitslücken entdeckt wor-den sind. Das Schweizer Security-Unter-nehmen ModZero hatte bereits im Juli in den Systemen des Anbieters LunchGate

Schwachstellen gefunden. Darüber konnte man auf die Daten von 200.000 Gästen aus 900 Restaurants zugreifen. (jo@ct.de)

**Mitteilung des CCC:** [ct.de/y2hj](http://ct.de/y2hj)



Das Reservierungsticket verschickt der Dienst in Form eines QR-Codes per Mail oder App.

**V** Genossenschaftliche FinanzGruppe  
Volksbanken Raiffeisenbanken

**IT-Job**, der über 0 und 1 hinausgeht |

DZ BANK Gruppe  
Zweitgrößte FinanzGruppe Deutschlands  
Digitale Trendsetter im Bankwesen  
Moderne Projektmanagement-Methoden  
Vielseitige Entwicklungsmöglichkeiten  
Ganzheitlicher Problemlöser

Wenn auch Sie im Job mehr bewirken wollen: Willkommen im Team.  
Bewerben Sie sich jetzt: [www.karriere.dzbankgruppe.de](http://www.karriere.dzbankgruppe.de)



Jetzt bewerben!

MEHR BE WIR KEN

**DZ BANK** Gruppe

# „Faires Kobalt“ und neue Kameramodule für das Fairphone

**Der Smartphone-Hersteller aus Amsterdam macht Fairness-Fortschritte: Er liefert ein Hardware-Upgrade für sein aktuelles Modell und investiert zusammen mit Partnern in bessere Arbeitsbedingungen im Kongo.**

Das für Akkus wichtige Metall Kobalt ist in Verruf geraten: In vielen Minen im Hauptförderland Kongo arbeiten Kinder, die Zahl der Unfälle ist laut Untersuchungen von Amnesty International hoch. Der niederländische Smartphone-Hersteller Fairphone will nun die Bedingungen verbessern. Ende August startete die von ihm ins Leben gerufene „Fair Cobalt Alliance“ offiziell.

Nach Darstellung von Fairphone arbeitet der Großteil der Bergleute im Kongo in informellen Minen mit gefährlichen Bedingungen. „Die Stollen liegen in bis zu 70 Metern Tiefe und können leicht einstürzen“, sagte die Fairphone-Managerin Monique Lempers im Gespräch mit c't. Großabnehmer – zum Beispiel aus der Autoindustrie – würden solche Bergwerke aus Angst vor schlechter Presse meiden. Die Rohstoffe landeten jedoch unweigerlich in den Lieferketten.

Die Kobalt-Allianz will im ersten Schritt die Bedingungen in zwei kleinen Minen verbessern. Geplant sind laut Fairphone bessere Arbeitssicherheit durch modernere Ausrüstung, aber auch der Aufbau alternativer Einkommensmöglichkeiten sowie Maßnahmen gegen Kinderarbeit. Bereits seit Anfang 2020 speist Fairphone Kobalt aus den beiden Minen in seine Lieferkette ein.

Finanziert werden die Projekte von der niederländischen Regierung und den Mitgliedern der Allianz. Dazu gehören



Bild: Fairphone

**Zerlegtes Fairphone 3: Der niederländische Hersteller ist der einzige, der ein Hardware-Upgrade für Smartphones anbietet.**

außer Fairphone auch der Leuchtenhersteller Signify, der Kobaltkonzern Huayo, die E-Auto-Marke Sono Motors, der Rohstoffriese Glencore sowie die britische Organisation „The Impact Facility“.

Ende August stellte Fairphone außerdem ein Hardware-Upgrade für sein Fairphone 3 vor. Besitzer des modularen Smartphones können ab sofort neue Kamera-Module vorbestellen. Bislang stecken in dem Gerät eine Rückkamera mit 12 Megapixeln und eine Frontkamera mit 8 Megapixeln. Die neuen Module steigern die Auflösung auf 48 respektive 16 Megapixel. Außerdem verspricht Fairphone einen schnelleren

Autofokus und eine „Bildstabilisierung“. Die Rückseitenkamera kostet 60 Euro, die Frontkamera 35 Euro – beide zusammen gibt es aktuell für 70 Euro.

Das Upgrade soll laut Fairphone dafür sorgen, dass Nutzer ihr Gerät länger verwenden. Davon soll auch die Umwelt profitieren: Aufgrund des hohen Energieaufwands in der Produktion fallen die CO<sub>2</sub>-Emissionen umso niedriger aus, je länger man ein Smartphone benutzt. Das Fairphone 3 gibt es für 420 Euro weiterhin mit den alten Modulen zu kaufen. Inklusive der neuen Kameras heißt es „Fairphone 3+“ und kostet 470 Euro. (cwo@ct.de)

## CO<sub>2</sub>-Fußabdruck von Smartphones immer größer

Aktuelle Smartphones verursachen deutlich mehr CO<sub>2</sub>-Emissionen als ältere Geräte. So lautet das Ergebnis einer Analyse von Forschern des Fraunhofer-Instituts für Zuverlässigkeit und Mikrointegration und der TU Berlin. Ein „durchschnittliches“ Modell aus dem Jahr 2019 hat demnach einen um etwa ein Drittel größeren CO<sub>2</sub>-Fußabdruck als ein typisches Gerät aus dem Jahr 2008.

Die Ursache liegt laut den Forschern im **gestiegenen Produktionsaufwand**, der wiederum mit der stark verbesserten Ausstattung zusammenhängt: 2008 hatten Smartphones typischerweise 128 MByte RAM, 4 GByte Flash-Speicher und ein 3-Zoll-Display. 2019 waren es 4 GByte RAM, 70 GByte Flash-Speicher und 6,2 Zoll.

Die Produktion laufe heute zwar effizienter als früher, doch das habe die „ra-

pide“ Verbesserung der Ausstattung nicht aufwiegen können, heißt es in der Studie, die Ende August auf der Konferenz „Electronics Goes Green“ vorgestellt wurde. Die Ergebnisse decken sich mit Umweltdaten von Apple: Diese zeigen, dass aktuelle iPhones eine höhere Klimawirkung haben als ältere Geräte, trotz Effizienzgewinnen und Bemühungen um umweltfreundliche Produktion. (cwo@ct.de)

# Netflix grüner als gedacht

Videostreaming etwa per Netflix schadet Umwelt und Klima weitaus weniger, als es die französische Organisation „The Shift Project“ im Sommer 2019 behauptet hat. Schon im März 2020 hatte George Kamiya von der Internationalen Energieagentur (IEA) auf viel zu hohe Schätzwerte für die Datenmenge beim Streaming sowie den Energiebedarf von Rechenzentren und Netzwerken in der Shift-Studie „Climate Crisis: The unsustainable use of Online Video“ hingewiesen. Demnach waren **einige Werte um das 30- bis 60-fache zu hoch angesetzt**. Auf der Seite der Streaming-Nutzer verschätzte sich die Shift-Studie hingegen in umgekehrter Richtung, weil sie vorwiegend den Strombedarf von Mobilgeräten einrechnete, obwohl Netflix-Videos vorwiegend über den großen TV-Schirm flimmern – was wir in c't 6/2020 (Seite 66) ebenfalls schon dargestellt hatten.

Netflix selbst hat im Nachhaltigkeitsreport für 2019 den eigenen Stromverbrauch auf rund 450 Millionen Kilowattstunden beziffert, wovon der größte Teil bei Cloud-Dienstleistern wie Amazon AWS und Google Cloud anfällt. Bei 167 Millionen Netflix-Abonnenten, von denen jede und jeder täglich rund 70 Minuten streamen, ergeben sich daraus rund 7 Watt Leistungsbedarf für einen laufenden Stream.

Dieser Strom stammt zum Teil aus erneuerbaren Quellen, für den Rest kauft

Netflix Zertifikate (RECS), sodass er rechnerisch ebenfalls „ergrünt“.

Auf dem Fachkongress Electronics Goes Green (EGG) 2020 hat nun der Ericsson-Forscher Jens Malmodin gezeigt, weshalb sich ältere Schätzwerte für die Energieintensität von Datentransfers – also Angaben beispielsweise von Kilowattstunden pro Gigabyte (kWh/GByte) – nicht gut zur Modellierung des Streaming-Energiebedarfs eignen. Vor allem die Netzwerktechnik zum Anschluss der Endverbraucher läuft nämlich kontinuierlich und schluckt dabei Leistung, die nur in relativ geringem

Maße von der tatsächlich übertragenen Datenmenge abhängt. Für einen durchschnittlichen DSL-Zugang mit 100 MBit/s sind nach Malmodins Einschätzung 18 Watt nötig, die man dann auf die Anzahl der Nutzer im Haushalt verteilen kann. Addiert man in einem Einpersonenhaushalt dazu 7 Watt für Netflix, ergeben sich 25 Watt. Mit rund 100 Watt ist das heimische TV-Gerät dann der größte Verbraucher beim Online-Streaming. Folglich könnte man Energie sparen, indem man stattdessen ein Mobilgerät verwendet, wie ebenfalls schon in c't 6/2020 angemerkt. (ciw@ct.de)



Beim Online-Videostreaming am großen Fernsehschirm verbraucht letzterer den meisten Strom.



Zukünftige IT-Strategien in Nordrhein-Westfalen

## Die neue Digitale Dekade 2020-2030 für NRW

Erste Ergebnisse für die Verwaltung 4.0 nach 3 Jahren OZG und Corona?!  
5. November 2020 in Düsseldorf / Neuss

### KEYNOTES:



**Prof. Dr.  
Andreas Pinkwart**

Der Minister für Wirtschaft, Innovation, Digitales und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen eröffnet den Kongress mit den digitalen Herausforderungen der neuen Dekade.



**Dr. Uda Bastians**

Die Beigeordnete und Leiterin des Dezernats Recht und Verwaltung beim Deutschen Städtetag diskutiert über den „Corona-Schub“ für die digitale Verwaltung.



**Ulrich Silberbach**

Der dbb Bundesvorsitzende fragt, wie man das Leistungspotenzial des Öffentlichen Dienstes angeichts des Personalmangels sichern kann.

Ausführliche Informationen zum Programm und Anmeldung unter: [www.e-nrw.info](http://www.e-nrw.info)

Eine Veranstaltung des **Behörden Spiegel**



ein Update im Mai schaltete das Zusammenspiel mit Infrarotfernbedienungen frei.

Jetzt soll der neue LED-Streifen namens Hue Gradient Lightstrip TV die Entertainment-Kiste mit einem Killer-Feature aufwerten: Er hat sieben RGBW-Leuchtdiodenzenzen und färbt mit bis zu 1650 Lumen die Wand oben, rechts und links hinter dem Fernseher ein; die zum Fernsehbild passenden Farben ermittelt die Hue Sync Box. Das kommt zwar an die viel feinere Ansteuerung des vierseitigen Ambilight-Systems von Philips-Fernsehern nicht heran. Dennoch gelingt der Effekt viel besser als mit einzelnen Hue-Leuchten rund um das TV-Gerät. Auch bisherige LED-Streifen jedweder Marke können nicht mithalten, weil sie ihre Dioden immer nur mit einer Farbe ansteuern.

Der erste Eindruck des Gradient Lightstrip TV ist daher gut, wobei ein endgültiges Urteil mehr als eine Sichtkontrolle maßgeschneideter Demo-Filme erfordert. Knausrig wirkt, dass Philips Hue die untere Querseite des Fernsehers ausspart.

Passend zu drei gängigen TV-Größen kostet der Hue Gradient Lightstrip TV inklusive Führungsschienen und Klebepads 180 Euro (55 Zoll), 200 Euro (65 Zoll) und 230 Euro (75 Zoll). Dazu kommen die Hue Sync Box und die obligatorische Hue Bridge (60 Euro). Das macht den Budenzauber – den anderen Systeme in dieser Form nicht zu bieten haben – zu einem teuren Spaß.

Vorerst ebenfalls ein Alleinstellungsmerkmal sind besonders kleine E14-Lampen namens Luster. Das warmweiße (2700 Kelvin) LED-Leuchtmittel mit 470 Lumen ist gut zwei Zentimeter kürzer als übliche Alternativen in Kerzenform und damit auch für sehr schmale Lampengehäuse geeignet. Für so manche Hue-Nutzer schließt diese 20 Euro teure Kleinigkeit ebenso eine Lücke wie in neuen Größen erhältliche Filament-Birnen und zusätzliche Gehäusefarben der Fertigleuchte Iris. Die Sortimentspflege unterstreicht, dass Philips das Hue-System der neuen Geschwistermarke zum Trotz weiter hegt.

### Neustart für Wiz

Schon seit Herbst 2019 baut Philips Hue in neue ZigBee-Leuchtmittel zusätzlich Bluetooth ein, um auch einen Einsatz ohne Gateway zu ermöglichen. Parallel kürzte der Dachkonzern Signify den Aufbau eines WLAN-Ökosystems durch die Übernahme des französisch-asiatischen Spezialisten Wiz Connected ab. Beide Marken agieren weiterhin getrennt; ihre Produkte lassen sich nur

# Schön hell

## Smarte Beleuchtung: Philips Hue bekommt Konkurrenz im eigenen Konzern

**Philips Hue zeigt eine Lichtuntermalung fürs TV und verkleinerte Lampen – die Konzernschwester Wiz Connected will mit günstigeren Leuchtmitteln, Steckern und Zubehör bestehen. Anders als bei Hue funken Wiz-Geräte per WLAN und kommen ohne Gateway aus.**

**Von Berti Kolbow-Lehradt**

Obwohl die Auswahl an smarter Beleuchtung überwältigt, kommen immer mehr Nischenprodukte und sogar neue Marken hinzu. Marktführer Philips Hue erweitert sein Funksystem um besonders kleine Leuchtmittel und einen speziellen LED-Streifen für TV-Geräte. Gleichzeitig startet die Philips-Mutterfirma Signify die aufgekaufte Marke Wiz Connected neu. Ihre günstigen WLAN-Leuchtmittel sollen das teurere ZigBee-Sortiment von Philips Hue ergänzen.

Mit der Konkurrenz im eigenen Haus reagiert Signify auf zwei Entwicklungen. Erstens bedrängen immer mehr erschwingliche Produkte die Dominanz von Premiumherstellern wie eben Philips Hue.

Neben europäischen Marken wie Ikea, Innr, Tint, Paulmann und Luminea erhöhen asiatische Herausforderer wie Yeelight und Meross den Preisdruck; die Grundfunktionen des smarten Lichts beherrschen sie alle. Zweitens gibt es immer mehr Leuchtmittel mit WLAN-Modul. Egal, ob teurere Lampen von Lifx und TP-Link Kasa oder günstigere von Yeelight und Luminea – weil sie direkt mit dem Router kommunizieren, benötigt der Kunde keine ZigBee-Funkbrücke wie die Hue Bridge oder das Ikea Trådfri Gateway.

Signify tut nun sicherheitshalber das eine, ohne das andere zu lassen. So sprechen die WLAN-Leuchtmittel von Wiz die Sparfüchse an, die hohen Einrichtungsaufwand scheuen. Parallel will Philips Hue mit Spezialitäten das Gateway-zentrierte ZigBee-System wieder mehr stärken, als das in letzter Zeit gelang.

### Smarte Lichtshow für den TV

So hatte der im Vorjahr eingeführte TV-Adapter Hue Sync Box bei Fans und Fachwelt eher Stirnrunzeln hervorgerufen. Die HDMI-Box ermöglicht den Abgleich des Fernsehbilds mit Hue-Leuchtmitteln ohne gekoppelten Computer, war aber mit 250 Euro ambitioniert bepreist und zunächst nur umständlich per App zu bedienen. Erst

mit der jeweiligen App steuern. Der Neuzugang flankiert die Hauptmarke als Schnäppchenadresse. Wiz ergänzt das Sortiment um weiße und RGB-Leuchtmittel mit den Sockeln E27, E14 und GU10 zu moderaten Preisen zwischen 13 und 20 Euro. Preisliche Ausreißer sind zwei 50 Euro teure Birnen mit Glühfaden-Retrolook. Zwei Tischleuchten sind für 60 Euro zu haben. Ein Zwischenstecker (20 Euro), ein Bewegungssensor (25 Euro) und eine Fernbedienung (15 Euro) runden das Angebot ab.

Zusätzlich fertigt Wiz smarte WLAN-Leuchtmittel und -Fertigleuchten für Lichtmarken wie SLV und Trio. Sie alle lassen sich mit der Wiz-App steuern, was auf einen Schlag ein großes Ökosystem aus dem Boden stampft.

Neben Preis und Auswahl will Wiz mit Technik punkten. So sind neue Modelle eigener Marke nach Hue-Manier auch mit Bluetooth ausgestattet. Dadurch lassen sie sich ohne Gateway oder Router direkt per Smartphone dirigieren. Der volle Funktionsumfang, etwa Fernsteuerung und Gästezugriff, geht aber nur mit WLAN. Freunde der Datenminimierung adressiert Wiz mit der Möglichkeit einer anonymen Nutzung. Trotz Cloud-Infrastruktur reicht für Einrichtung und Betrieb eine anonyme Benutzer-ID. Bei Sprachdiensten und Automatisierungsplattformen autorisiert man sich über einen Zahlencode statt per E-Mail-Adresse und Passwort.

## Fazit

Mit der Hebelwirkung von Signify im Rücken macht das günstige und breit gefächerte WLAN-Leuchtmittelangebot von Wiz die Produktkategorie für einen breiteren Käuferkreis attraktiv. Weil die Geschwistermarke Philips Hue auf ZigBee setzt, dürfte das Gateway-zentrierte Protokoll aber noch auf lange Sicht eine feste Größe bleiben. Selbst wenn man auf die neuen TV-Leucht-

streifen und Minilampen verzichten kann, machen die vielen Speziallösungen das Hue-System zum bequemen Allrounder. Zumal die Hue Bridge sich wegen der Sogwirkung der Marke zur Universalschaltzentrale für ZigBee-Lichtprodukte konkurrierender Hersteller entwickelt hat. Oder wie Signifys Hue-Mastermind George Yianni es ausdrückt: „Die ZigBee-Bridge wird auf absehbare Zeit das Herz des Hue-Systems bleiben.“

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



Bild: Wiz

**Wiz bringt außer günstigen WLAN-Lampen auch welche im Retrolook.**

## TravelMate P6

Ultramobile Performance


**TMP614-51T-G2:**

Bis zu Intel® Core™ i7 Prozessor der 10. Generation

Windows 10 Pro (64-Bit)

Mattes Multi-Touch Full HD IPS Display

Fingerprintreader, ax-WLAN, LTE (optional)

Dockingfähig über USB Type-C

Bis zu 20 Stunden Akkulaufzeit

Verschließbare Webcam



## Optimale Ausstattung für das Home Office

Wir vertrauen auf unsere Produkte. Mit einer vielseitigen Konnektivität und der Möglichkeit, ganz flexibel und mobil zu arbeiten, bieten wir optimale Lösungen für jeden individuellen Bedarf an.



Erfahren Sie mehr auf  
[synergy-portal.de/acersmartworking/](http://synergy-portal.de/acersmartworking/)



# Magix: Mehr Übersicht in Photostory 2021

**Das Fotoshow-Programm Magix Photostory Deluxe 2021 zeigt Bilder größer und höher aufgelöst an als zuvor. Fotoshows entstehen jetzt mit kürzeren Mauswegen und weniger Klicks.**

Photostory Deluxe 2021 soll seinen Nutzern die Übersicht über ihr Projekt erleichtern. Dem neuen Panorama-Storyboard räumt die Berliner Software-Firma Magix deutlich mehr Platz ein als bei den Vorgängermodellen und gibt den Fotos maximal viel Raum. Sie werden nun passend zum Storyboard beschnitten angezeigt und nicht in dieses eingepasst. Darunter zeigt das Programm Dateinamen, Anzeigedauer sowie den gewählten Übergangsstil oder andere Elemente wie Bildeffekte oder Collagen an.

Bilder fügt man aus dem Media Pool mit einem Klick hinzu und bringt sie per Drag & Drop in die gewünschte Reihenfolge. Die Vorschaubilder in Storyboard, Timeline und Media Pool sind ab sofort hochauflösend. Im Media Pool lassen sich die Fotos in der neuen Version auf Wunsch nach Datum sortieren.

Die Timeline gibt nun Zugriff auf sämtliche Überblendeffekte. Zuvor muss-

te man dafür die Ansicht wechseln. Außerdem lassen sich jetzt Gruppen von Blendeneffekten anlegen, die man der Fotoshow per Zufallsgenerator zuweist.

Der Photostory Wizard erzeugt mit einem Klick animierte Fotoshows. Dazu muss man lediglich im Media Pool eine Bildauswahl treffen; Titel, Blenden und Effekte generiert der Assistent zufällig. Das Projekt kann man anschließend mit

den Werkzeugen des Programms weiterbearbeiten. Seit Ende 2019 exportiert das Programm Fotoshows in 4K-Auflösung. Im Präsentationsmodus spielt es fertige Fotoshows direkt auf dem Fernsehgerät ab, wenn dieses über ein HDMI-Kabel mit dem PC verbunden ist.

Magix Photostory Deluxe 2021 steht ausschließlich in 64 Bit für Windows 8 und Windows 10 zur Verfügung und kostet 69,99 Euro. (akr@ct.de)



Bild: Magix

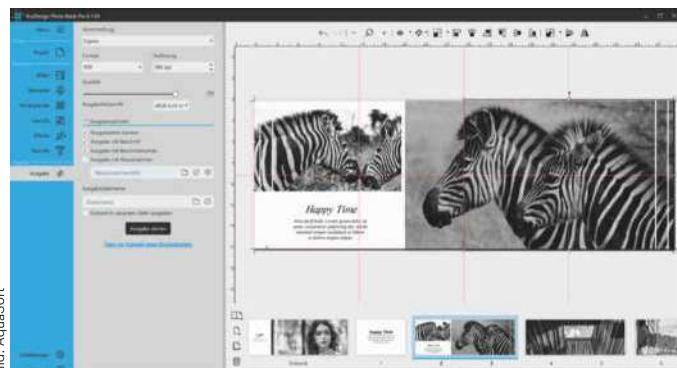
Das Panorama-Storyboard zeigt mit großen Vorschaubildern deutlich, wo sich welches Foto befindet.

## Farbtreue Kalender und Fotobücher

Der Potsdamer Softwarehersteller AquaSoft hat seine Gestaltungssoftware für Fotokalender und Fotobücher YouDesign in Version 6 veröffentlicht. **YouDesign Photo Book** und **YouDesign Calendar** exportieren PDF-Dateien, die man selbstständig an eine Druckerei übermitteln kann.

YouDesign 6 unterstützt ICC-Farbprofile für originalgetreue Wiedergabe am Bildschirm und im Druck. Zunächst inter-

pretiert die Software das Quellprofil der Kamera. Beim Export kann man außerdem das Farbprofil der Wunschdruckerei einbinden. Das Programm gibt PDF/X-3-konforme Dateien aus. Für die sogenannte Layflat-Bindung ohne Bindungsfalz lassen sich Doppelseiten unzerschnitten exportieren, was beispielsweise für die Beleuchtung von Büchern auf echtem Fotopapier relevant ist.



Die Gestaltungssoftware YouDesign Photo Book 6 exportiert Doppelseiten für Layflat-Bindung auf Wunsch am Stück.

Die Programme enthalten fertige Gestaltungsvorlagen. Drei neue Buchvorlagen heißen Regenbogen, Elegant und MoleSkin. Das Kalenderspektrum hat der Hersteller um Streifenkalender, Wochenplaner und Jahresplaner ergänzt. Insgesamt 390 Layoutvorlagen stehen bereit, um mehrere Fotos auf einer Seite unterzubringen. Darüber hinaus sind 425 Dekoelemente wie Pfeile, Kleckse, Tiere, Blumen und Banderothen enthalten. Sie lassen sich mit einem von 46 Farbverläufen umfärbigen.

Über „Menü/Projekt archivieren“ lässt sich die Projektdatei nun im Format YDBOOK beziehungsweise YDCAL ablegen. Dabei kopiert das Programm alle verwendeten Fotos in einen Unterordner „images“ und verweist darauf mit relativen Dateipfaden.

Das Programm steht für Windows in den Varianten YouDesign Photo Book und YouDesign Calendar zur Verfügung, die jeweils 47 Euro kosten. (akr@ct.de)

## Illustrator auf dem iPad

Im Herbst 2019 kündigte Adobe auf seiner Hausmesse Adobe Max an, dass die **Zeichenanwendung** Illustrator CC demnächst als Variante fürs iPad erscheinen solle, so wie es ein Jahr zuvor auch mit Photoshop CC geschehen war. Kürzlich hat Adobe zur Registrierung für einen Betatest aufgerufen. Dafür muss man sich unter Angabe einer E-Mail-Adresse bewerben und einen umfangreichen Fragebogen zur Nutzung von Illustrator und anderen Anwendungen der Creative Cloud ausfüllen.

Bei der iPad-Version von Illustrator bleibt Adobe im Wesentlichen dem Bedienkonzept des iPad-Photoshop treu. Links platziert Adobe die Werkzeugleiste, rechts sieht man eine Palette, in der sich unter anderem das Ebenenbedienfeld ausklappen lässt. Adobe veröffentlicht neue Kreativsoftware in der Regel im Rahmen der Adobe Max, die dieses Jahr virtuell vom 20. bis 22. Oktober stattfindet. Zu diesem Anlass dürfte auch Illustrator CC auf dem iPad erscheinen.  
 (akr@ct.de)

## Bildbearbeitung mit KI statt Reglern

Skylum setzt bei seiner Bildbearbeitung Luminar künftig offenbar völlig auf künstliche Intelligenz. **Luminar AI** analysiert ein geöffnetes Foto und schlägt passende Vorlagen vor, um die Bearbeitung zu beschleunigen. Das Ziel: Fotografen sollen sich auf das Ergebnis konzentrieren können, statt dem Prozess verhaftet zu sein. Vor allem Gelegenheitsnutzer ohne viel Know-how sollen mit wenigen Reglern zu guten Bildern kommen.

Das Programm bringt eine Reihe Algorithmen mit: Body AI, Face AI, Iris AI und Skin AI bearbeiten die jeweiligen Teilespekte von Porträtaufnahmen. Iris AI kümmert sich beispielsweise um den Ausdruck in Augen, Skin AI retuschiert Hautunreinheiten. Die Neuzugänge Atmosphere AI und Sky Enhancer verleihen dem Himmel in Fotos mehr Tiefe und kitzeln Details heraus. Mit Sky AI lässt sich der Himmel vollständig austauschen, wobei die künstliche Intelligenz dafür sorgt, dass Perspektive, Kontrast und Farbgebung mit dem Originalfoto übereinstimmen.

Für das Finishing bietet Luminar AI verschiedene universelle einsetzbare Algorithmen als die bisher genannten. Structure AI holt Texturen aus einer Raw-Datei heraus. Composition AI korrigiert schiefen Horizont und wählt einen formschönen Bildausschnitt. Accent AI optimiert Farbe und Belichtung.

Luminar AI soll im Laufe des Jahres 2020 als Stand-alone-Programm sowie als Plug-in für Photoshop, Photoshop Elements und Lightroom Classic in Versionen für Windows und macOS erscheinen. Preise stehen noch nicht fest; das aktuelle Luminar 4 kostet 89 Euro.  
 (akr@ct.de)

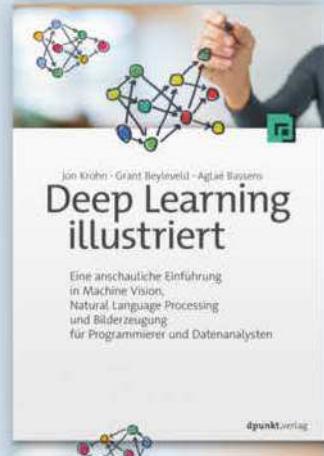


**Die Bildbearbeitung Luminar AI setzt vollständig auf künstliche Intelligenz. Fotografen sollen damit schnell zu guten Ergebnissen kommen.**

Bild: Skylum



2020, 396 Seiten  
 € 34,90 (D)  
 ISBN 978-3-86490-787-6



2020, 472 Seiten  
 € 39,90 (D)  
 ISBN 978-3-86490-663-3



2020, 252 Seiten  
 € 34,90 (D)  
 ISBN 978-3-86490-580-3



4. Auflage  
 2020, 238 Seiten  
 € 32,90 (D)  
 ISBN 978-3-86490-781-4



2020, 814 Seiten  
 € 59,90 (D)  
 ISBN 978-3-86490-726-5  
 Microsoft Press

**plus+**  
 Buch + E-Book:  
[www.dpunkt.plus](http://www.dpunkt.plus)



# Perfekte Video-konferenzen

Test und Praxis für Homeoffice und Meetings



<b>Homeoffice einrichten .....</b>	<b>Seite 68</b>
<b>Videokonferenzprogramme .....</b>	<b>Seite 70</b>
<b>Webcam-Test .....</b>	<b>Seite 76</b>
<b>Headset-Kaufberatung .....</b>	<b>Seite 82</b>
<b>Recht: Homeoffice .....</b>	<b>Seite 84</b>

# Zum Homeoffice gehören Videokonferenzen. Wir geben Tipps zur Software, erläutern, wie Sie die Tonqualität verbessern, und haben Webcams getestet. Doch zunächst gilt es, den Homeoffice-Alltag gut zu organisieren.

Von Ulrike Kuhlmann

**U**m den Arbeitsalltag zu Hause so angenehm und effizient wie möglich zu gestalten, sollten Sie einige Vorkehrungen treffen. Dazu gehören ein angemessener Arbeitsbereich, ergonomische Möbel und gutes technisches Equipment. Wir haben Tipps zusammengestellt, mit denen Sie Ihr Homeoffice zur Erfolgsgeschichte machen.

## Der heimische Arbeitsbereich

Ihr Arbeitsplatz sollte ausreichend groß bemessen sein, Fachleute empfehlen mindestens acht Quadratmeter. Das muss nicht unbedingt ein eigener Raum sein, aber zumindest ein mit Pflanzen oder Regalen abgetrennter Bereich. Das Notebook auf dem Küchentisch taugt nicht als dauerhafter Heimarbeitsplatz.

Eine mindestens etwa 80 cm × 1,60 m große, reflexionsarme Arbeitsfläche, auf der Sie auch die Arme ablegen können, sowie ein höhenverstellbarer Bürostuhl mit variabler Rückenlehne und Lordosenstütze sorgen für die nötige Ergonomie.

Der Schreibtisch sollte möglichst im 90-Grad-Winkel zum Fenster stehen, damit Tageslicht von der Seite auf die Tischplatte scheint. Weder Sonnenlicht noch Lampenlicht sollten direkt auf den Bildschirm fallen, denn das produziert störende Spiegelungen.

Planen Sie ausreichend Bewegungsfreiheit hinter dem Schreibtisch ein, damit Sie mit dem Stuhl vor- und zurückfahren können, ohne anzustoßen. Vermeiden Sie zu viel Kirmskram auf und neben dem Tisch – der lenkt ab, sieht unordentlich aus und kann zur Stolperfalle werden.

Ihr Monitor sollte eine mattierte Bildschirmfläche besitzen und einen reflexionsarmen Rahmen. Ein kleines, womöglich spiegelndes Notebook-Display reicht auf Dauer nicht als alleiniger Bildschirm. Wenn Sie ein Notebook nutzen, legen Sie sich eine Tastatur, eine Maus und

eine externe Webcam zu – die Qualität der eingebauten Cams ist meist sehr mäßig. Webcams für Videokonferenzen haben wir für Sie ab Seite 76 getestet. Konferieren Sie besser mit Headset, das erhöht die Verständlichkeit und reduziert die Geräuschkulisse. Auswahltipps für Video-Headsets halten wir ab Seite 82 für Sie bereit.

Hat der Monitor einen eingebauten USB-Hub, können Sie Ihre Peripheriegeräte dort anschließen und müssen dann nur ein einziges USB-Kabel sowie ein Videokabel vom Monitor zum Notebook ziehen. Dadurch haben Sie am Mobilgerät Ports frei für USB-Sticks oder -Festplatten. Gibt Ihr Notebook Videodaten per USB-C aus, empfiehlt sich ein Monitor mit USB-C-Videoeingang nebst eingebautem Hub. Das USB-C-Kabel ist dann die einzige Verbindung zum Notebook.

Anschaffungskosten für beruflich benötigte Arbeitsmittel wie Smartphone, Drucker oder PC können Sie als Werbungskosten steuerlich absetzen. Für die Einrichtung des Arbeitszimmers gilt das nur unter bestimmten Bedingungen. Welche Kosten der Arbeitgeber übernehmen muss, behandeln wir im Artikel ab Seite 84.

## Absprachen und Zeitbudget

Treffen Sie genaue Absprachen, wann Sie zu Hause für die Kollegen erreichbar sind.

Setzen Sie sich selbst zeitliche Rahmen und verschleppen Sie die Arbeit nicht in die Abendstunden oder das Wochenende. Auch im Homeoffice erlauben die Arbeitsschutzgesetze maximal acht Stunden Arbeit pro Tag beziehungsweise bis zu zehn Stunden, sofern innerhalb von sechs Monaten im Durchschnitt acht Stunden wöchentlich nicht überschritten werden. Arbeiten Sie mehr als sechs Stunden pro Tag, müssen Sie mindestens eine halbe Stunde Pause einlegen, bei mehr als neun Stunden sind es 45 Minuten. Auch die Ruhezeiten im Homeoffice entsprechen den üblichen Regelungen: Zwischen Feierabend und dem nächsten Arbeitsbeginn müssen mindestens elf Stunden liegen.

## Regeln für den Alltag

Mit Wegfall der täglichen Fahrt zur und von der Arbeit entfällt auch der zeitliche Puffer zwischen Arbeit und Privatleben. Den sollten Sie durch bewusste Eckpunkte und Aktivitäten wieder einfügen. Ziehen Sie sich korrekt an, selbst wenn Sie frühmorgens Ihre erste Tasse Kaffee am Schreibtisch genießen. Bequeme Kleidung, die man auch im Büro tragen würde, verbessert die persönliche Arbeitshaltung.

Sorgen Sie für eine ruhige Umgebung, damit niemand Ihre Konzentration stört. Praxistipps für Videokonferenzprogramme finden Sie im Artikel ab Seite 70.

Auch in Video-Meetings spielt die nonverbale Kommunikation eine große Rolle. Sitzen Sie deshalb aufrecht, schauen Sie in die Kamera und nicht aufs Smartphone. Reagieren Sie mit passenden Gesten auf Gesagtes und achten Sie darauf, dass ihr Gesicht weder zu groß noch zu klein zu sehen ist – zu groß wirkt bedrohlich, zu klein eben klein. (uk@ct.de) ct

Monitore mit eingebautem USB-C-Hub können als komfortable und Platzsparende Schaltzentrale im Homeoffice dienen.





Bild: Andreas Martini

# Virtuelle Kaffeekränzchen

## Tipps und Infos zu Videokonferenzprogrammen

**Die Corona-Krise treibt die Entwicklung von Videokonferenzsystemen rasant voran. Im Wochentakt erscheinen Updates mit neuen Annehmlichkeiten. Aber wie ist es um Sicherheit und Datenschutz bestellt?**

**Von Kim Sartorius**

lassen Sie uns eine Runde Bingo spielen. Bei jedem Satz, den Sie in Videokonferenzen schon mal gehört haben, machen Sie in Gedanken ein Kreuz. Ab fünf Kreuzen rufen Sie Bingo. Los gehts: „Hört

ihr mich?“, „Du musst Dein Mikro einschalten!“, „Ich kann meinen Bildschirm nicht freigeben!“, „Ist das eine Ziege?“, „Wo ist denn die Kamera?“, „Deine Kamera ist noch an!“, „Meine Verbindung ist heute eine Katastrophe!“. Alternativ eignet sich das Ganze auch als Trinkspiel bei einem Feierabendgetränk per Videokonferenz.

Wenn Sie in den vergangenen Monaten im Homeoffice per Videokonferenzprogramm kommuniziert haben, kommen Ihnen diese oder ähnliche Sätze wahrscheinlich bekannt vor. Auch in virtuelle Spieleabende, Vereinssitzungen oder Familientreffen haben Videochat-Tools längst Einzug gehalten. Diese dauern mitunter mehrere Stunden, in denen die Kon-

ferierenden sich wenig bewegen und fürs nächste Meeting nicht einmal mehr den Raum verlassen. Trotzdem fühlen sich viele nach einem mehrstündigen Videocall völlig ausgelaugt und müde. Für dieses Empfinden gibt es mittlerweile einen Begriff, die sogenannte Zoom-Fatigue. Der Name setzt sich aus dem bekannten Videokonferenzdienst Zoom und dem französischen Wort für Müdigkeit zusammen.

Ein Grund für die Zoom-Fatigue ist, dass man ständig beobachtet wird und sich dessen bewusst ist. Während es im nicht-virtuellen Konferenzraum weniger auffällt, wenn die Kollegen nebenbei Mails abrufen oder Mandalas ausmalen, sticht Unaufmerksamkeit beim Videocall stärker her-

vor, da alle Anwesenden sich ständig gegenseitig und selbst beobachten. Außerhalb von Videokonferenzen sind Menschen es aber nicht gewohnt, die eigene Mimik und Gestik während eines Gesprächs permanent gespiegelt zu bekommen. Der Verhaltensforscher Gianpiero Petriglieri sagte gegenüber der britischen BBC, Videochats seien „wie fernzusehen und der Fernseher schaut zurück“. Zudem falle es Menschen in Videochats schwerer „nonverbale Hinweise wie Mimik, Stimmlage und Körpersprache zu lesen“. Darauf stärker achten zu müssen verbraucht eine Menge Energie.

Von den dutzenden Videokonferenzprogrammen auf dem Markt haben wir uns zehn genauer angesehen. Jedes von ihnen bietet Spezialfunktionen: Manche wie Zoom, BigBlueButton und Cisco Webex können große Konferenzen in mehrere Kleingruppen aufteilen und erlauben die gemeinsame Arbeit an einem virtuellen Whiteboard. Nach dem Ende des Privacy-Shield-Abkommens ist zudem der Datenschutz in den Fokus gerückt: Anbieter wie NextCloudTalk und Stackfield werben mit Ende-zu-Ende-Verschlüsselung und in Deutschland gehosteten Servern. Doch halten sie auch beim Komfort mit den Großen aus dem Silicon Valley mit?

## Gratis oder Miete?

Selbst wenn Sie in Ihrer Firma regelmäßig mit derselben Konferenzsoftware arbeiten, kommen sie bei Meetings mit anderen Unternehmen nicht umhin, auf andere Konferenzprogramme auszuweichen. Einladungs-Links können sie aus allen Pro-

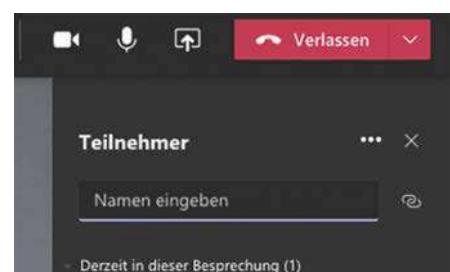
grammen heraus per Mail verschicken und in der App oder im Browser öffnen. Die wenigsten Kompatibilitätsprobleme macht dabei Google Chrome.

Als Client-Apps halten Videokonferenzprogramme Sie über neue Funktionen auf dem Laufenden, die nahezu wöchentlich erscheinen. Wenn sie eine App statt den Browser benutzen, müssen Sie sich nicht jedes Mal anmelden und sind über Ihren Account zuweilen auch für spontane Anrufe erreichbar.

BigBlueButton, Skype und Meet.jit.si (Jitsi) stehen kostenlos zur Verfügung. Bei Zoom, Google Meet und Teams gibt es jeweils eine kostenlose Variante des Programms, in der einige Funktionen aus der Bezahlversion fehlen. Zoom beschränkt etwa die Teilnehmerzahl in der Gratisversion auf maximal 100 Personen und setzt ein Zeitlimit von 40 Minuten pro Anruf. In der Bezahlversion sind bis zu 1000 Teilnehmer ohne Zeitlimit möglich. Zu den Videokonferenzprogrammen, die nicht kostenlos zur Verfügung stehen, gehören Cisco Webex, GoToMeeting, Nextcloud Talk und Stackfield. Diese Programme bieten jeweils verschiedene Abomodelle für Standard- oder Businessanwendungen an. Nextcloud Talk empfiehlt Unternehmen etwa eine kostenpflichtige Lizenzierung, mit der mehr Personen am Meeting teilnehmen können.

## Linux-Treffen

Wenn Sie an Konferenzen nicht unter Windows oder macOS, sondern unter Linux teilnehmen möchten, müssen Sie bei einigen Programmen Einschränkungen in



Bei Teams holen Sie externe Teilnehmer per Link ins Meeting. Dazu starten Sie eine neue Besprechung, gehen auf „Teilnehmerinfos kopieren“ und schicken Ihrem Guest den Link. Einen eigenen Teams-Account oder eine Firmen-E-Mail-Adresse brauchen Ihre Gäste dafür nicht.

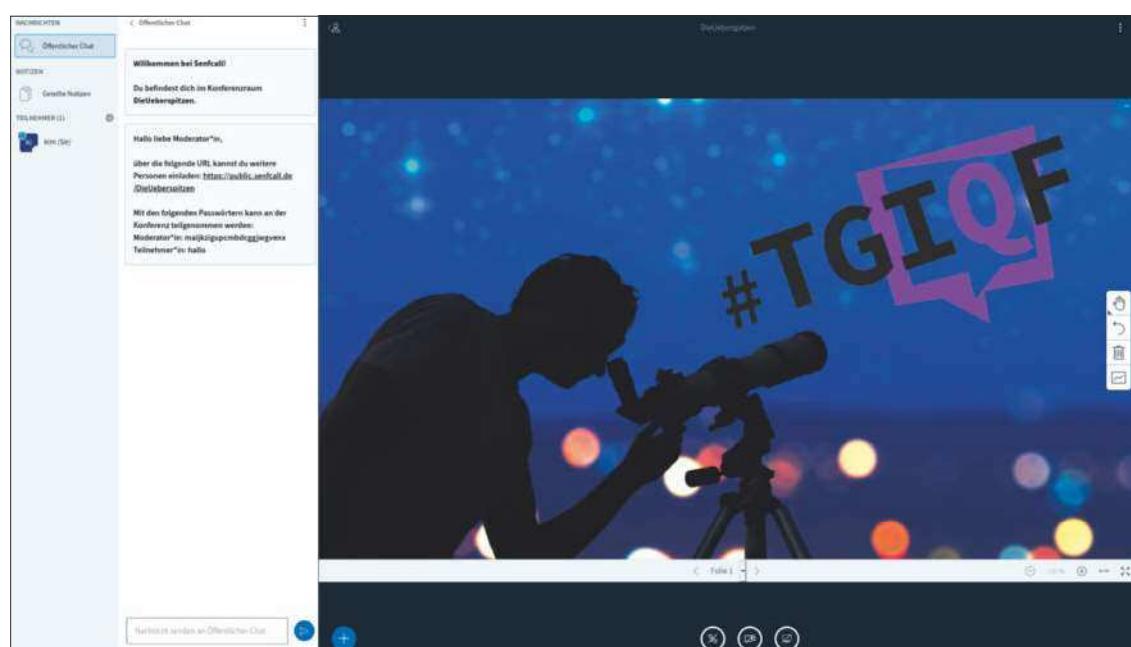
Kauf nehmen. Stackfield, Nextcloud Talk, GoToMeeting, Skype, Zoom, Webex und Teams bieten eigene Clients für Linux an. Microsoft Teams hinkt beim Funktionsumfang jedoch den anderen hinterher. Einzelne Funktionen wie das Handheben ließen sich mit dem auf Chromium basierenden Multimessaging-Browser Ferdi unter Linux aktivieren.

Darüber hinaus können Sie Konferenzprogramme wie BigBlueButton, Jitsi und Nextcloud Talk problemlos im Browser starten. Sie laufen auf dem Betriebssystem mit dem Pinguin genauso so gut wie auf anderen Plattformen.

## Eine gute Verbindung

Die Videokonferenzprogramme passen die Video- und Audioqualität an die vor-

Wer seinen Senf bei BigBlueButton dazu geben will, testet die Funktionen des Open-Source-Video-Programms unter Senfcoll.de. Mit wenigen Klicks erstellen Sie dort eine BBB-Konferenz, sichern sie mit einem Passwort und laden Teilnehmer per Link ein.



handene Bandbreite Ihres Internetanschlusses an. Kommt es zu Engpässen, friert bei den meisten Apps zuerst das Bild ein, denn der Ton hat eine höhere Priorität. Die nötigen Bandbreiten für Videoanrufe schwanken von Videodienst zu Videodienst zwischen 300 KBit/s und 1,5 MBit/s. Skype empfiehlt etwa eine Bandbreite ab 128 KBit/s für Videoanrufe ohne HD-Qualität, Zoom ist ab 600 KBit/s dabei. Wer einen langsameren Anschluss hat, für den kann sich eine schnellere Leitung lohnen.

Für Ihren heimischen Internetanschluss reichen ungefähr 10 bis 15 MBit/s im Upstream. Beim Internetzugang per Telefonleitung ist es ratsam, von ADSL2+ (max. 2,4 MBit/s Upstream) auf Vectoring-VDSL (bis 40 MBit/s Upstream) umzusteigen. An TV-Kabelanschlüssen be-

schleunigen Sie beispielsweise bei Vodafone mit dem „Upload Booster“ den Upstream kostenpflichtig von 10 auf 50 MBit/s. Das beschleunigt auch Cloud-Up-loads.

Idealerweise schließen Sie Ihren Rechner per Ethernetkabel an. Denn über WLAN kann es immer wieder zu Verzögerungen bei der Übertragung der Datenpakete kommen, wenn Ihr Nachbar einen ähnlichen Kanal nutzt. Wenn Sie mit Ihrem aktuellen Router Probleme haben, lohnt sich ein Umstieg auf Wi-Fi 6 übrigens nur, wenn viele Nutzer gleichzeitig mit derselben Basisstation kommunizieren. Die maximal nutzbare Nettobandbreite steigt dann von rund 200 MBit/s auf 300 MBit/s.

Was Ihre bevorzugte Konferenzlösung an Bandbreite zieht, sehen Sie unter Win-

dows im Task-Manager auf der Seite „Prozesse“ in der Spalte „Netzwerk“. Unter macOS öffnen Sie dafür die Aktivitätsanzeige.

## Große Gruppen

Für große Gruppen mit mehr als 100 Personen eignen sich besonders gut Teams, Webex, Zoom, BigBlueButton, Google Meet, GoToMeeting und Stackfield. Die meisten Programme zeigen Teilnehmer in rechteckigen Kacheln auf dem Bildschirm an.

Um Videokonferenzen natürlicher zu gestalten, führte Teams den „Together Mode“ ein. In diesem Modus schneidet das Programm bis zu 49 Teilnehmer aus und platziert sie in einem virtuellen Hörsaal. Um ihn zu starten, aktivieren Sie die den Punkt „Neue Besprechungserfahrung

## Security und Datenschutz bei Videokonferenzen

Aktiver Datenschutz bedeutet letztlich: Wer hat Zugriff auf welche Daten? Bei Videokonferenzen gibt es eine Reihe von Techniken, die das beeinflussen.

Im Idealfall betreibt man einen **eigenen Server** etwa mit Jitsi oder BigBlueButton beziehungsweise mietet einen solchen mit einem Vertrag für Auftragsdatenverarbeitung an. Das bedeutet, dass sowohl die Inhalte der Konferenzen als auch die Informationen, wer wann mit wem wie oft konferiert, im eigenen Hoheitsgebiet verbleiben.

Für die Sicherheit der übers Netz übertragenen Daten von zentraler Bedeutung ist der Einsatz einer **Transportverschlüsselung**. Sie sichert die Daten auf dem Weg zwischen Client und Server. Auf dem Server allerdings liegen alle Daten wieder im Klartext vor. Nahezu alle Videokonferenzplattformen setzen Transportverschlüsselung ein.

Das hat vor allem dann Konsequenzen, wenn man einen Cloud-Dienst wie Skype, Teams oder Zoom nutzt. Da hat dann der Betreiber prinzipiell Zugriff auf alle Gesprächsinhalte – und kann beziehungsweise muss die etwa auf richterliche Anordnung herausrücken. Auch Einbrecher in die Netze des VC-Anbieters können sich Zugang verschaffen.

Dagegen schützt nur **Ende-zu-Ende-Verschlüsselung** (E2E). Diese sorgt

dafür, dass der Serverbetreiber keinen Zugriff auf die Inhalte der Konferenzen hat. Das ist aus Datenschutzsicht gut, aus praktischen Erwägungen jedoch problematisch, weil es eine ganze Reihe von technischen Einschränkungen mit sich bringt. Das Einblenden von Untertiteln beziehungsweise Übersetzungen oder eine Anpassung der Bildqualität an die Leistungsgeschwindigkeit der einzelnen Teilnehmer – all das erfordert, dass der Server die Bild- und Audiodaten verändert kann und somit in aller Regel Zugriff auf die unverschlüsselten Rohdaten braucht. Auch eine Aufzeichnung der Konferenz auf Serverseite geht natürlich nicht, wenn der Server nur kryptischen Datensalat zu Gesicht bekommt.

Das ist auch der meistgenannte Grund, warum bislang nur sehr wenige Videokonferenzsysteme E2E-Sicherheit anbieten. Schon jetzt können Firmen auf Anfrage Webex-Meetings Ende-zu-Ende-verschlüsseln lassen, müssen dann aber eine Reihe von Einschränkungen hinnehmen – etwa, dass sich Teilnehmer nicht via Telefon einwählen können. Ab September will auch Zoom optional Ende-zu-Ende-Verschlüsselung anbieten. Nextcloud Talk verschlüsselt bereits auf Wunsch Dateien, Bild und Ton Ende-zu-Ende. [4]

Bei Jitsi gibt es erste Versuche, deren WebRTC-Datenströme mit E2E-Verschlüs-

selung zu versehen. Wann das praktisch einsetzbar sein wird, steht jedoch in den Sternen. Bei Microsoft und Google ist bislang nichts Derartiges bekannt. Kein Wunder, widerspricht doch der Einsatz von Ende-zu-Ende-Verschlüsselung fundamental deren Firmenstrategie, die die von den Kunden produzierten Inhalte als wertvolle Rohdaten betrachtet, etwa um Cloud-Angebote mit KI zu optimieren.

Das zentrale Problem bei E2E ist die Schlüsselverwaltung. Schließlich muss jedes Endgerät mit jedem anderen Endgerät ein Geheimnis aushandeln, das nur diese beiden kennen. Letztlich benötigt man dafür eine vertrauenswürdige Schlüsselverwaltungsinfrastruktur (Public Key Infrastructure, PKI), die der Betreiber bereitstellen muss.

Auch wenn E2E oft wie der heilige Gral der Datenschützer gehandelt wird, darf man eine Schwäche nicht vergessen: Der Serverbetreiber sieht nach wie vor die Metadaten – also wer wann mit wem wie oft konferiert. Und auch das sind durchaus wichtige und schützenswerte Daten. Deshalb kann der Betrieb (oder das Anmieten) eigener Server mit guter Transportverschlüsselung durchaus der datenparsamere Kompromiss sein, den man sich aber in aller Regel mit Komfort- und Qualitätseinbußen erkauft.

(Jürgen Schmidt)

aktivieren“ in Ihrem Account unter Einstellungen und starten Teams neu. Anschließend lässt sich ab fünf Personen im Meeting der „Zweisamkeitsmodus“ einschalten. Die fünf Personen brauchen Sie nur, um den Zweisamkeitsmodus zu starten. Verlassen danach beispielsweise drei Teilnehmer die Besprechung, lässt er sich auch zu zweit nutzen.

## Breakout-Räume und Whiteboards

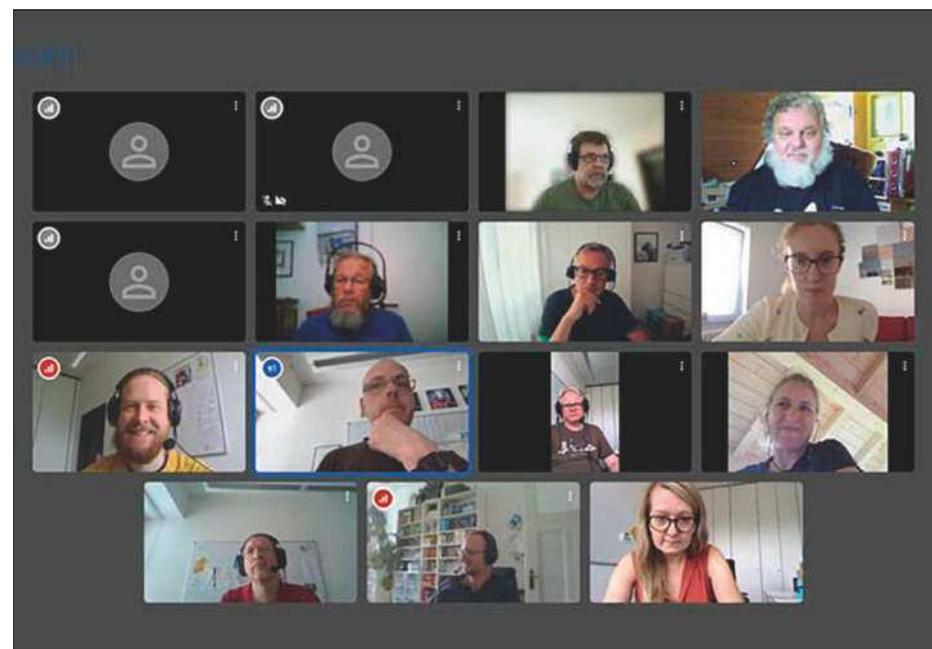
In Besprechungen mit vielen Kollegen ist es häufig produktiver, wenn Sie die große Runde zwischendurch in kleine Gruppen unterteilen, die für fünf oder zehn Minuten Ideen sammeln. Solche praktischen Breakout-Sessions sind in Zoom, Webex und BigBlueButton möglich.

In Zoom sind die Breakout-Räume allerdings etwas versteckt. Sie müssen sie vorab unter [zoom.us](https://zoom.us) in Ihrem Nutzer-Account unter „Einstellungen/In Meeting (Erweitert)/Breakout-Raum“ einschalten. Anschließend erscheint im Zoom-Meeting neben dem Menüpunkt „Aufzeichnen“ die Funktion „Breakout-Session“. Wollen Sie die Kollegen nicht manuell aufteilen, weist Zoom sie per Zufallsgenerator zu.

Um Ergebnisse einer Gruppenarbeit festzuhalten, bieten sich virtuelle Whiteboards an. Diese finden Sie in BigBlueButton, Webex, Zoom sowie in der macOS-Version von GoToMeeting. Auf einem Whiteboard geben Sie Text, Formen und Symbole ein oder malen freihändig. Mittels Auswahlwerkzeug lassen sich die einzelnen Elemente verschieben und verändern. Als Organisator können Sie die Whiteboards und Chats aus den Breakout-Räumen speichern.

## DSGVO und Privacy Shield

Der Internet- und IT-Sicherheitsdienstleister PSW Group beurteilte Cisco WebEx und GoToMeeting in puncto DSGVO-Konformität und Datenschutz positiv. Die Server von GoToMeeting befinden sich allerdings außerhalb von Europa. Das ist seit dem Aus für Privacy Shield ein Problem, da dem Hersteller wie auch allen anderen US-Firmen die Rechtsgrundlage für die Übermittlung der Daten in die USA fehlt [1]. Cisco WebEx betreibt Rechenzentren in den Niederlanden und in Großbritannien, die Daten von europäischen Nutzern speichern. Bei kostenlosen Nutzerkonten behält sich das amerikanische Unternehmen allerdings vor, die Daten auch außer-



Bei einem Redaktionstreffen erschienen „Fellow Jitser“ wie Zombieprozesse im Meeting. Sie tauchen nicht auf, wenn sich alle Teilnehmer am Ende des Meetings abmelden.

halb der Region des Kontoinhabers zu speichern.

Wenn Sie datenschutzrechtlichen Unsicherheiten aus dem Weg gehen wollen, wählen Sie besser einen Anbieter aus Europa wie Nextcloud oder Stackfield. Bei Letzterem handelt es sich um ein Projektmanagement-Tool mit Videochat-Funktion. Auf seiner Webseite beschreibt Stackfield Sicherheitsmaßnahmen wie Zwei-Faktor-Authentifizierung und Verschlüsselungsmethoden, mit denen das Unternehmen Nutzerdaten schützt.

## Eigene Server

Maximale Kontrolle und Sicherheit haben Sie, wenn Sie den Server zu einer Videokonferenz selbst hosten. Das geht bei Jitsi, BigBlueButton, Stackfield und Nextcloud Talk.

Wer mit einem größeren virtuellen Publikum rechnet und die nötige IT-Infrastruktur mitbringt, installiert sich Jitsi Meet [2] oder BigBlueButton [3] auf einem Server unter eigener Kontrolle. Das hat Datenschutzvorteile und erfordert kein Nutzerkonto oder die Installation eines Clients.

## Geschlossene Gesellschaft

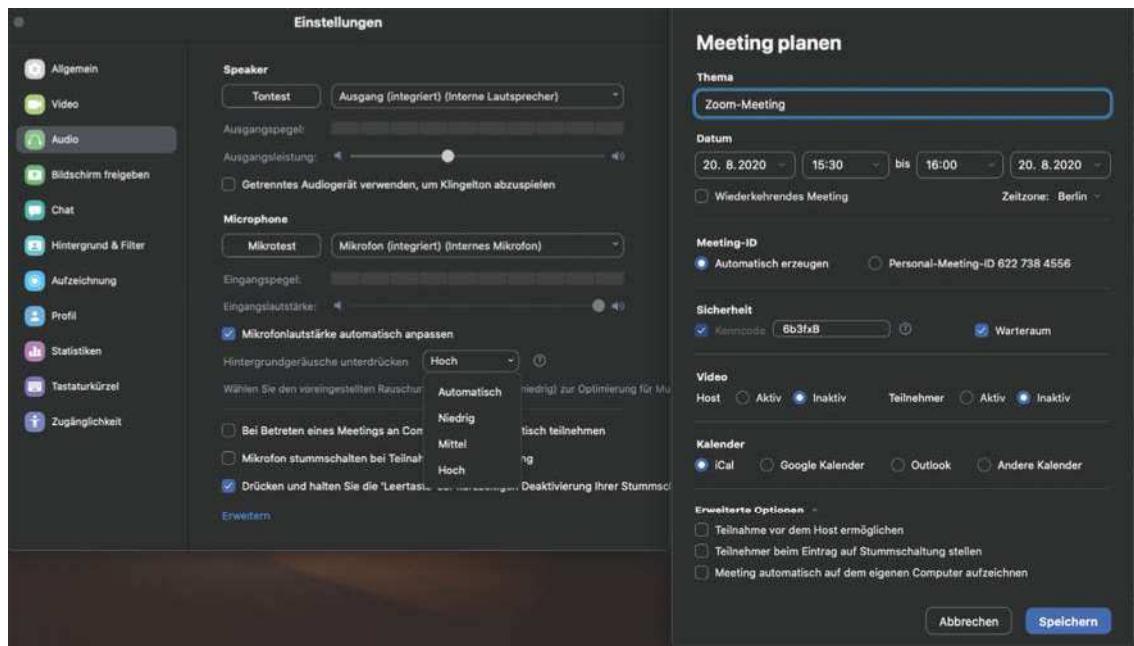
Jitsi Meet kann man nicht nur auf eigener Hardware betreiben, sondern der Hersteller 8x8 betreibt unter [meet.jit.si](https://meet.jit.si) auch einen eigenen, kostenlos nutzbaren Server. Der

steht allerdings in den USA. Auch in Europa laufen etliche öffentliche Jitsi-Server; eine Liste pflegt der Chaos Computer Club unter [pads.ccc.de/jitsiliste](http://pads.ccc.de/jitsiliste).

Auf den Jitsi-Servern geben Sie einen Raumnamen ein und klicken auf Los. Anschließend sichern Sie den Raum mit einem Passwort und laden Teilnehmer per Link in die Konferenz ein. In neueren Versionen vergeben Sie das Passwort,



Bei Videokonferenzprogrammen, die keine eigenen Hintergründe zur Verfügung stellen, schalten Sie bei Bedarf virtuelle Webcams wie Snap Camera [5] und OBS Studio [6] vor Ihre Linse. Wer keine eigene Kamera hat, holt sich Apps wie Droidcam aufs Endgerät, um sein Smartphone in eine Webcam zu verwandeln [7].



Zoom bietet umfangreiche Einstellungen sowie einen Meeting-Planer, der die Termine auf Wunsch in Outlook, iCal & Co. überträgt. Gespeicherte Kontakte lassen sich damit bequem aus dem Kalender zu Videokonferenzen einladen.

indem Sie auf ein kleines Schild-Symbol am unteren Bildschirmrand klicken. Dieses wechselt seine Farbe von Orange nach Grün, sobald der Raum abgesichert ist. Jitsi Meet löscht nach jedem Meeting alle Einstellungen zu einem Raum. Dazu ge-

hören das Passwort und der Nutzernname, den Sie sich beim Betreten des Meetings gegeben haben. Wer das nicht möchte, installiert sich die Jitsi-App. Dort bleiben Serveradresse und Nutzername gespeichert.

Wenn Sie als Organisator eine Jitsi-Konferenz verlassen, sollten Sie immer alle noch anwesenden Teilnehmer und schließlich sich selbst abmelden, da Sie sonst die Rechte über den Raum verlieren. Das ist unpraktisch, da Jitsi beim nächsten

## Videokonferenzprogramme – Übersicht

Name	Meet.jit.si	BigBlueButton	Webex Meetings	Google Meet	GoToMeeting
geprüfte Version	1.0.4073	2.2	40.8.7.13	44.5.324814572	10.12.0
Hersteller	8x8 Inc.	BigBlueButton Inc.	Cisco Systems Inc.	Google	LogMein Inc.
Firmensitz	USA	Kanada	USA	USA	USA
Website	jitsi.org	bigbluebutton.org	webex.com	meet.google.com	gotomeeting.com
Desktop-Systeme	Windows, Linux, macOS, Browser	Browser	Windows, Linux, macOS, Browser	Browser	Windows, Linux, macOS, Browser
Mobil-Systeme	Android ab 5.0, iOS ab 11.0	Browser	Android ab 5.0, iOS ab 10.0	Android ab 5.0, iOS ab 12	Android variiert je nach Gerät, iOS ab 11
Einwahl per Telefon	✓	—	✓	—	✓
Account für Gastgeber / Gäste	— / —	— / —	✓ / —	✓ / ✓ (Google Account)	✓ / —
maximale Teilnehmerzahl (lt. Hersteller)	75 (maximal 35 empfohlen)	150 (maximal 100 empfohlen)	100	100 (GSuite: bis zu 250)	250 (Professional), 3000 (Enterprise)
Sicherheit					
eigenes Hosting / Open Source	✓ / ✓	✓ / ✓	— / —	— / —	✓ / —
Verschlüsselung	Transportverschlüsselung, WebRTC	WebRTC, TLS	Transportverschlüsselung	Transportverschlüsselung	Transportverschlüsselung
Passwort / Wartezimmer	✓ / —	✓ / ✓	✓ / ✓	— / —	✓ / —
Funktionen					
Aufzeichnung	✓	✓	✓	—	✓
Dateien hochladen / bearbeiten	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	— / —	— / —
Whiteboard	—	✓	✓	—	✓ (nur für macOS)
Breakout-Räume	—	—	✓	—	—
Unschärfe-Funktion / Hintergründe	✓ / —	— / —	✓ (mit iOS, andere geplant) / —	— / —	— (geplant) / —
Zusatzfunktionen	Sprecherstatistiken, Aufzeichnung, Direkt-Upload zu YouTube	Abstimmungen	in Slack, Teams und Jira integrierbar	Google Kalender integrierbar	MS Office integrierbar
Preise					
Abokosten pro Monat	—	—	ab 12,85 €	ab 5,20 €	ab 10,75 €
Gratisversion	✓	✓	✓ (Zeitlimit, weniger Admin-Funktionen)	✓ (keine Aufzeichnungen, Zeitlimit)	✓ (Zeitlimit, keine Desktop-App, keine HD-Auflösung)

✓ vorhanden — nicht vorhanden

Betreten nicht mehr nach Benutzername und Passwort fragt und im Zweifelsfall niemand mehr ein neues Passwort vergeben oder Personen aus dem Raum entfernen kann. Das Browserfenster zu schließen reicht hier nicht: Sie müssen auf die drei Punkte am unteren rechten Bildschirmrand klicken, einen nach dem anderen Teilnehmer und zum Schluss Ihren eigenen Namen auswählen und jeweils auf Abmelden klicken. Für einen normalen Teilnehmer an einer Jitsi-Konferenz gehört es zum guten Ton, sich beim Verlassen abzumelden. Wem das zu lange dauert, der macht es wie ein Disco-Gast, der nicht genug kriegen kann, und lässt sich rauschmeißen. Die Rolle des Türstehers übernimmt in diesem Fall der Organisator des Meetings.

Teilnehmer zu entfernen ist aber nicht nur nützlich, um den Abmeldeprozess zu beschleunigen. Es hilft auch, wenn unbeteiligte Dritte ihren Weg ins Meeting gefunden haben. Das kann passieren, wenn der Raumname oder die Konferenz-URL leicht zu raten sind und kein Passwortschutz vorliegt. Bei Zoom landen deshalb alle Teilnehmer zu Beginn des Meetings in

einem Warteraum, aus dem der Moderator sie in die Konferenz holt. Diese Funktion ist standardmäßig im eigenen Account aktiviert und ermöglicht, dass nur geladene Gäste die Konferenz betreten. Welche Programme noch über einen Warteraum oder eine Teilnahmebestätigung verfügen, lesen Sie in der Tabelle.

## Sicherheit vs. Komfort

Beim Einsatz von europäischen Videokonferenzprogrammen als Alternative zu US-Lösungen ist die Anzahl der zu schluckenden Kröten gering und bei denen, die es zu schlucken gilt, handelt es sich eher um Kaulquappen. Alle Programme unterstützen Video- und Audioübertragung, Chat und Bildschirmfreigabe. Beim Einsatz von Sicherheitstechniken sollten Sie darauf achten, dass Ende-zu-Ende nicht immer Client-zu-Client bedeutet und sich diese Art der Verschlüsselung nicht für alle Funktionen und Übertragungswege eignet. Bei Nextcloud Talk, Webex und der Skype-App lässt sich diese aber für einzelne Bereiche einschalten. Sowohl Breakout-Räume als auch Whiteboards gibt es in Zoom und BBB. Wer regelmäßig größere

Konferenzen plant, etwas Zeit und die nötige IT-Infrastruktur mitbringt, betreibt einen eigenen Server. Das geht bei BigBlueButton, Jitsi, Nextcloud Talk und Stackfield sowie bei jedem Videokonferenzprogramm, das „On-Premise“ zur Verfügung steht. Den größten Funktionsumfang bieten Teams und Zoom, Letzteres arbeitet zurzeit an besseren Sicherheitsmaßnahmen.

(kim@ct.de) ct

## Literatur

- [1] Jörg Heidrich, Nach der Bombe, Was das Ende des Privacy Shield für den Datenverkehr mit den USA bedeutet, c't 17/2020, S. 16
- [2] Jan Mahn, Videokonferenz nach Maß, Jitsi Meet personalisieren, c't 12/2020, S. 132
- [3] Kim Sartorius, Lernen mit dem blauen Knopf, Mit BigBlueButton Videokonferenzen und virtuelle Workshops durchführen, c't 17/2020, S. 146
- [4] Johannes Endres, Reden ohne Wolke, Private Videokonferenzen mit Nextcloud Talk, c't 14/2020, S. 154
- [5] Kim Sartorius, AR-Schnappschuss, Effekte erstellen mit Lens Studio, c't 14/2020, S. 144
- [6] Liane M. Dubowy, Schöner Hintergrund, Virtuelle Webcam für Videokonferenzen mit OBS Studio, c't 12/2020, S. 168
- [7] Jörg Wirtgen, Smartphone statt Webcam, Android- und iOS-Geräte als Webcam am PC unter Windows betreiben c't 14/2020, S. 92

Skype	Teams	Next Cloud Talk	Stackfield	Zoom
8.63.0.76	1.3.00.18164	9.0.2	4	5.2.0
Microsoft	Microsoft	Nextcloud GmbH	Stackfield GmbH	Zoom Video Communications
USA	USA	Deutschland	Deutschland	USA
skype.com	microsoft.com	nextcloud.com	stackfield.com	Zoom.us
Windows, Linux, macOS, Browser	Windows, Linux, macOS, Browser	Windows, Linux, macOS, Browser	Windows, Linux, macOS, Browser	Windows, Linux, macOS, Browser
Android ab 5.0, iOS ab 10.0	Android variiert je nach Gerät, iOS ab 10	Android ab 5, iOS ab 10	Android ab 5, iOS ab 12	Android ab 5.0, iOS ab 10.0
—	—	✓	—	✓
✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / —	✓ / —
50	300	abhängig von der Hardware	über 100	100 (kostenlos), 1000 (kostenpflichtig)
— / —	— / —	✓ / ✓	✓ / —	— / —
Transportverschlüsselung, E2EE für Chat einstellbar	Transportverschlüsselung	E2EE für Dateien	E2EE für Chat einstellbar	E2EE
— / —	— / —	✓ / —	✓ / ✓	— / ✓
—	✓ (kostenpflichtig)	—	—	✓
✓ / —	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
—	✓	—	✓	✓
—	— (nur in Life Events; in DE nicht verfügbar)	—	—	✓
✓ / ✓	✓ / ✓	— / —	— / —	✓ / ✓
Untertitel (Spracherkennung auch auf Deutsch)	Untertitel (Spracherkennung nur Englisch)	Integration mit anderen Tools	Projektmanagement-Tools	in Kalender integrierbar
—	ab 4,20 €	ab 4000 € (pro Jahr)	ab 29 €	ab 13,99 €
✓	✓ (keine Aufzeichnung, keine Telefoneinwahl)	✓ (maximal 10 Teilnehmer)	—	✓ (Zeitlimit von 40 Minuten, maximal 100 Teilnehmer)



Bild: Andreas Martini

# Bin ich gut zu sehen?

## Neun Webcams fürs Webmeeting aus dem Homeoffice

**Die in Notebooks eingebauten Kameras setzen ihre Nutzer nicht besonders vorteilhaft in Szene. Wer in der Videoschalte mit Kollegen und Kunden gut rüberkommen möchte, sollte zur externen Webcam greifen.**

**Von Ulrike Kuhlmann**

**B**ezahlbare Webcams fürs Homeoffice wurden mit Beginn des Lockdowns Ende März extrem knapp – „ausverkauft“, hieß es bei den meisten Händlern. Inzwischen werden wieder Kameras angeboten, vor allem von chinesischen Herstellern. Beim Design orientieren sie sich meist an den etablierten

Marken. Ob die Chinaware hält, was ihr Äußeres verspricht, haben wir in einem Test untersucht.

Die Marktführer Logitech und Microsoft konnten lange keine ausreichenden Stückzahlen liefern. Inzwischen findet man wieder Angebote und auch die Preise sind etwas gefallen. So kostete beispielsweise Logitechs C920 zwischenzeitlich locker das Doppelte des vom Hersteller empfohlenen Preises. Aktuell bekommt man sie wieder für 110 Euro, vor Corona gab es die C920 schon ab 60 Euro.

### Installation

Gerade wer häufiger zwischen Büro und Homeoffice wechselt, braucht eine möglichst einfache, stabile Befestigung der Webcam. Falls Sie einen Monitor nutzen, können Sie die Kamera oben draufklem-

men. Die Webcams besitzen dafür Halterungen mit Klapp-, Neige- und Drehgelenken. Hier offenbarte der Test erste Unterschiede: Die günstigen Webcams ähneln zwar ihren Vorbildern von Logitech, doch es fehlt ihnen das entscheidende dritte Klappgelenk, um sie sicher auf dem Monitor zu befestigen. Auf dünnen Notebooks bewahrte einige Webcams nur die Schwerkraft vor dem Einknicken. Die Webcam von Microsoft hält ein biegsamer Silikonstreifen auf schlanken Monitorrahmen und dünnen Notebooks.

Da man Webcams möglichst auf Augenhöhe oder ein wenig darüber befestigen sollte, greifen Sie am Notebook besser zu einem Kamerastativ. Viele Webcams besitzen ein passendes Gewinde im Fuß – wir haben das in der Tabelle vermerkt. Auf Ihrem Fuß steht übrigens jede



### Anivia USB Webcam Full HD 1080p

Die große Schärfentiefe und der große Einblickwinkel der Webcam lassen den Hintergrund im Homeoffice überdeutlich – und kissenförmig verzerrt – zutage treten. Immerhin wird auch das Gesicht davor scharf wiedergegeben. Die Kamera führt die Belichtung gleichförmig nach, Lichter überstrahlen leicht, Hautfarben gelingen natürlich. Der übertragene Ton klingt wie unter Wasser aufgenommen. Positiv sind das wertige Gehäuse, der Objektivdeckel und der stabile Sitz auf dem Monitor.

- ⬆️ wertiges Gehäuse, stabiler Sitz
- ⬆️ natürliche Hautfarben
- ⬇️ unbrauchbares Mikrofon



### Aukey Webcam 1080p Full HD mit Stereo-Mikrofon

Das Bild der Aukey-Webcam ist matt und leicht grünstichig, sehr helle Bereiche differenzieren sie nicht. Gesichter wirken dadurch zu blass und kränklich. Die Kamera stellt nur den Bereich in 15 bis 25 Zentimeter Entfernung halbwegs scharf dar. Das weitwinklige Bild mit 98 Grad Sichtfeld taugt nicht fürs Homeoffice, immerhin gibt es hier keine Kissenverzerrung. Der übertragene Ton klingt dumpf und hallt, im Test hängte sich die Kamera öfters auf.

- ⬆️ stabile Klemmbefestigung
- ⬇️ stellt nur sehr nah dran scharf
- ⬇️ Bild etwas grünstichig und zu hell



### Kogolike Webcam 1080P mit Mikrofon

Die Kamera von Kogolike hat einen Schärfentiefenbereich von gerade mal 20 Zentimetern, alles außerhalb verschwimmt. Wer scharf dargestellt werden möchte, muss circa 40 Zentimeter nah ans Objektiv heranrücken. Die Webcam folgt verändertem Umgebungslicht nur langsam, sie belichtet stets etwas über und rauscht vor sich hin. Der übergroße Sichtwinkel und die kissenförmig verzerrte Darstellung sind fürs Homeoffice ungünstig. Positiv sind der Linsendeckel und das mitgelieferte Ministativ.

- ⬆️ akzeptabler Ton
- ⬇️ nur im Nahbereich scharf
- ⬇️ stets überbelichtet

hier getestete Webcam von allein. Allerdings steht die Kamera direkt auf dem Schreibtisch zu tief, Sie schauen dann ungünstig auf Ihre Gesprächspartner herab.

Nachdem Sie die Webcam montiert und per USB verbunden haben, müssen Sie unter Windows nichts weiter tun: Alle Kameras im Test richteten sich per Plug & Play ein und waren in weniger als einer Minute einsatzbereit. Alle getesteten Kameras funktionieren prinzipiell auch unter macOS und Linux; getestet haben wir unter Ubuntu und mit Microsofts Videoprogramm Teams.

### Erfassungsbereich

Das von der Kamera erfassete Sichtfeld, das sogenannte Field-of-View (FoV), sollte für Webmeetings aus dem Homeoffice nicht zu groß sein, denn sonst sehen die Kollegen vor allem das heimische Arbeitszimmer und Sie selbst verschwinden in dieser Kulisse. Rücken Sie die Kamera stattdessen zu nah heran, besteht die Gefahr ungünstiger Verzerrungen. Ist der Erfassungswinkel zu klein, klebt Ihr Gesicht quasi mit der Nase am Schirm des Gegen-

übers – was dieser eher unangenehm finden dürfte.

Üblich sind Sichtwinkel um 75 Grad, viel mehr als 80 Grad sollten es fürs Homeoffice nicht sein, viel weniger als 70 Grad auch nicht. Sehr weitwinklige Kameras benötigt man nur in Konferenzräumen, wenn mehrere Personen gleichzeitig zu sehen sein sollen. Dort empfehlen sich aber echte Konferenzkameras mit entsprechenden Zusatzausstattungen, etwa die in [1] getestete Owl.

Wir haben die Sichtfelder der Webcams gemessen und zusätzlich den Erfassungsbereich aus einem Abstand von 60 Zentimetern zwischen Webcam und der Stirn unseres Fotomodells im Bild festgehalten. Drei typische Beispiele sehen Sie auf Seite 81, alle weiteren finden Sie unter dem ct.de/y15s.

### Beleuchtung

Zusätzlich haben wir Bilder bei zwei typischen Umgebungshelligkeiten von 100 Lux und 440 Lux aufgenommen – im Büro liegt die Lichtstärke je nach Tageszeit, Arbeitsplatz und Messpunkt zwischen 100

und 700 Lux; Richtung Fenster wirds heller. Einige Webcams kamen in dunkler Umgebung nicht gut zurecht, andere haben stets überbelichtet, wodurch Gesichter fahl wirken und störende Glanz-



Der preiswerten Webcam (Mitte) fehlt das dritte Klappgelenk der Logitech-Kameras (links); sie sitzt deshalb nicht so fest auf dem Monitor oder Notebook. Microsoft nutzt einen flexiblen Silikonstreifen zur Befestigung (rechts).



### Licyley Webcam 1080P mit Mikrofon

Hautfarben gibt die Licyley natürlich wieder. Sie kommt mit wenig Umgebungslicht zurecht, überzeichnet kontrastreiche Kanten aber leicht und überschärft das Bild insgesamt, sobald man den Schärfepunkt festlegt. Durch das große Sichtfeld wird die kissenförmige Verzerrung unübersehbar. Jegliche Bewegungen im Bild geraten unscharf, die Komprimierungsartefakte bleiben stehen. Weil man den Fokus manuell einstellen muss, ist der wackelige Sitz der Webcam auf dem Monitor besonders ärgerlich.

- ⬆️ natürliche Hautfarben
- ⬇️ manueller Fokus
- ⬇️ wackliger Sitz



### Logitech Brio Webcam 4K

Die 4K-Webcam von Logitech unterstützt 1080p/60 Hz und HDR, besitzt einen IR-Sensor für die Gesichtserkennung mit Windows Hello sowie ein dreistufig einstellbares Sichtfeld. Darin stellt sie den Bereich zwischen etwa 20 und 70 Zentimetern scharf. Die wertige Kamera sitzt sicher auf dem Monitor, allenfalls gestört durch das sperrige USB-C-Kabel. Die dargestellten Farben geraten sehr satt, Gesichter erscheinen etwas gelblich, wirken aber nicht unangenehm. Belichtung und Schärfe führt die Brio flüssig nach.

- ⬆️ hohe Auflösung, Schärfe, satte Farben
- ⬆️ stabiler Sitz
- ⬇️ etwas gelbstichiges Bild



### Logitech C922/C920 HD Pro Webcam

Die C922 beherrscht 60 Hertz bei reduzierter HD-Auflösung, ansonsten unterscheiden sich die beiden C92x-Kameras nur im Zubehör. Beide erzeugen eine ausgewogene Farbdarstellung und führen Belichtung und Schärfe flüssig nach. Das Bild ist etwas dunkel, das Sichtfeld passt fürs Homeoffice. Bei unserer C922 lag der Autofokus leicht daneben, was wohl zahlreiche Logitech-Geräte betrifft. Den Fehler können Sie selbst beheben [4] oder die Kamera umtauschen. Der übertragene Ton ist brauchbar, der Kamerasitz stabil.

- ⬆️ gut sitzende Webcam
- ⬆️ Sichtfeld passend fürs Homeoffice
- ⬇️ teilweise Autofokus-Probleme

lichter auf der Stirn erscheinen. Insbesondere an Hautfarben erkennt der Mensch, ob Farbmischung und Belichtung passen. Taucht hier ein ungesunder Farbstich auf, registriert man das sofort.

Damit die Webcam Sie im Meeting möglichst vorteilhaft wiedergibt, können Sie mit der passenden Beleuchtung ein wenig nachhelfen: Das Umgebungslicht muss möglichst gleichmäßig sein. Ein Platz am Fenster, bei dem das Sonnenlicht im Laufe des Meetings mal auf Ihre Wangen fällt und mal hinter den Wolken verschwindet, ist für die meisten Webcams Gift, ihre Helligkeitsregelung fängt an zu „pumpen“ oder scheitert ganz. Rücken Sie besser weg vom direkten Licht oder hängen Sie vor das Fenster einen dünnen farbneutralen Vorhang. Sollte es insgesamt eher dunkel im Raum sein, richten Sie eine seitlich zu Ihnen stehende Lampe auf ein reflektierendes Tuch auf der anderen Seite neben sich, um Ihren Oberkörper besser auszuleuchten. Es dient dann zugleich als Raumteiler für die Konferenz.

### Bildschärfe

Die Bildschärfe sollte die Kamera automatisch anpassen. Bei einem manuellen Fokus müssen Sie vor Konferenzbeginn am Objektiv herumfummeln. Mit einem Fixfokus wird dagegen alles scharf dargestellt, was im Bereich der Schärfentiefe der Kamera liegt – im Test war dann oft vor allem der Hintergrund scharf. Ist die Schärfentiefe der Kamera gering, trennt sich Ihr Gesicht vom Hintergrund, sofern der Schärfebereich zum Abstand zwischen Gesicht und Kamera passt. Welche Schärfentiefe die Kameras aus 60 Zentimetern zum Gesicht erreichen, haben wir mit einem ins Bild gehaltenen Zollstock geprüft. Auch diese Fotos finden Sie unter ct.de/y15s. Einige der Webcams neigen dazu, die Bilder zu überschärfen, oft gepaart mit einer Überbelichtung. Dadurch entstehen harte Konturen und grobe Bartstoppeln, scharf wird die Darstellung trotzdem nicht. Ein Tipp: Ist die Wiedergabe im Meeting sehr verrauscht oder zeigt starke Komprimierungsartefakte,

deaktivieren Sie die Webcam im Programm kurzzeitig.

Die Bildschärfe hängt aber auch von der Sensorauflösung ab: Von Webcams mit weniger als Full HD mit 2,1 Megapixeln ( $1920 \times 1080$  Bildpunkte) sollten Sie die Finger lassen. Im Test zeigten sich bereits merkliche Unterschiede zu Sensoren mit der geringeren HD-Auflösung ( $1280 \times 720$  Pixel), wie sie Microsofts HD-3000 und Creatives Live! Cam Sync HD nutzen. Letztere haben wir am Ende aus dem Test genommen, weil sie nicht mehr erhältlich ist. An einer weiteren Webcam mit  $640 \times 480$  Pixeln wurde klar, dass 480p-Auflösung für ein akzeptables Bild nicht ausreicht. Logitechs Brio nutzt einen Sensor mit 4K-Auflösung ( $3840 \times 2160$  Bildpunkte) – das braucht man für Webmeetings nicht zwingend, es schadet aber nicht.

### Bewegungen

Da man sich während einer Videokonferenz üblicherweise nicht besonders schnell bewegt, reichen 30 Hertz Bildwie-



### Microsoft LifeCam HD-3000

Die HD-3000 löst nur 1280 × 720 Bildpunkte auf, die Darstellung wirkt entsprechend undeutlich. Störender ist der lahme Korrekturalgorithmus, der die Bildhelligkeit stufenweise hochpumpt und Farbtemperatur und Schärfe langsam nachführt. Die Kamera lässt sich anders als das Studio-Pendant nicht stabil am Monitor befestigen. Da man den Kamerakopf nur seitlich drehen, aber nicht seine Neigung verstetzen kann, wirft die korrekte Ausrichtung zusätzlich Probleme auf.

- ⬆️ ordentlicher Klang
- ⬇️ pumpende Belichtungskorrektur
- ⬇️ zu dunkles Bild



### Microsoft LifeCam Studio

Die elegante Webcam von Microsoft sitzt mit ihrem simplen Flexhalter erstaunlich sicher auf dem Monitor. Man kann sie seitlich und in der Vertikalen schwenken, was die Ausrichtung erleichtert. Das Bild gerät etwas zu dunkel, Hautfarben sehen aus wie nach einem langen Urlaub in der Karibik. Die Belichtung regelt die Studio langsam stufenweise nach, die Schärfentiefe reicht gerade bis etwa 60 Zentimeter. Die Audioübertragung klingt etwas dumpf, ist aber gut verständlich.

- ⬆️ gutes Sichtfeld fürs Homeoffice
- ⬆️ ordentlicher Klang
- ⬇️ pumpende Belichtungskorrektur



### Wansview Webcam 1080P mit Mikrofon

Die Webcam von Wansview überzeichnet kontrastreiche Kanten, verzerrt das Bild kissenförmig und scheitert an hellen Lichtern. Hauttöne gibt die Kamera nur etwas zu dunkel wieder, allerdings stören Komprimierungseffekte in Gesichtern, etwa auf der Stirn und an Bartstoppeln. Mangels drittem Klappgelenk sitzt die Webcam sehr instabil auf dem Monitor und kippt schnell nach vorn über – was nervt, weil man ihren Fokus vorn am Objektivring manuell einstellen muss.

- ⬆️ natürliche Farbmischung
- ⬇️ stark überzeichnetes Bild
- ⬇️ instabiler Sitz

Es gibt **10 Arten von Menschen.** iX-Leser und die anderen.

**3x testen**

Jetzt Mini-Abo testen: 3 digitale Ausgaben + Bluetooth-Tastatur nur 16,50 €  
[www.iX.de/digital-testen](http://www.iX.de/digital-testen)

derholfrequenz bei der Aufnahme normalerweise aus. Falls die Schärfe- und Belichtungskorrektur der Webcam jedoch zu lahm reagiert, wird das Gesicht schon beim Kopfschütteln unscharf. Manche Webcams wählen bei schlechten Lichtverhältnissen sehr lange Belichtungszeiten, was ebenfalls zu verschwommenen Bewegtbildern führen kann.

Kameras mit 60 Hertz benötigt man vor allem fürs Streamen von Videos etwa zu YouTube. Im Test unterstützen das die beiden Logitech-Webcams, wenn man ihre Auflösung reduziert: Die C922 Pro Stream kann  $1280 \times 720$  Bildpunkte mit 60 Hertz streamen (720p/60 Hz), die Brio schafft 60 Hertz bei Full HD (1080p/60 Hz).

Anstelle einer ausgewachsenen Webcam können Sie zum Streamen und für Videokonferenzen auch das Smartphone

nutzen. Welche Apps Sie dazu benötigen, haben wir in [2] erklärt. Sollten Sie noch eine Actioncam herumfliegen haben, kann auch diese die Webcam ersetzen. Was Sie dabei beachten müssen, haben wir in [3] beschrieben.

## Audioqualität

Die Mikrofone in den meisten Webcams sorgen nicht für ordentliche Sprachqualität – der übertragene Ton klingt oft dumpf, blechern oder wie unter Wasser. Auch wenn fast alle Hersteller die Rauschunterdrückung der eingebauten Mikrofone preisen, blieben Nebengeräusche gerade bei den günstigen Geräten störend hörbar.

Nutzen Sie deshalb besser ein zusätzliches Headset, denn die Audioqualität entscheidet mindestens so stark wie die Bildqualität darüber, wie gut Sie beim

Gegenüber ankommen. Im Privaten genügen per Bluetooth angebundene In-Ears, im professionellen Bereich sollten Sie auf ein drahtgebundenes Headset mit ordentlichem Mikro setzen. Was Sie bei deren Auswahl beachten sollen, haben wir im Artikel auf Seite 82 zusammengefasst.

## Fazit

Für den Chat mit den Großeltern reicht auch die im Notebook eingebaute Kamera, für professionelle Webmeetings lohnt sich dagegen die Anschaffung einer ordentlichen Webcam. Die vier günstigen No-Name-Webcams in diesem Test zeigten allesamt merkliche Schwächen. So verzerren drei das Bild unübersehbar in Kissenform, alle haben ein reichlich großes Sichtfeld sowie Probleme mit dem passenden

## Webcams für Videokonferenzen

Produkt	PC-Kamera mit Mikrofon	Webcam 1080p Full HD mit Mikrofon	Webcam 1080p mit Mikrofon	USB HD 1080P Webcam	Brio Webcam 4K	HD Pro Webcam C922/C920	LifeCam HD-3000	LifeCam Studio for Business	Webcam 1080P mit Mikrofon
Hersteller	Anivia	Aukey	Kogolike	Licley	Logitech	Logitech	Microsoft	Microsoft	Wansview
Videoauflösung (Seitenverhältnis)	1920 × 1080 (16:9)	1920 × 1080 (16:9)	1920 × 1080 (16:9)	1920 × 1080 (16:9)	3840 × 2160 (16:9)	1920 × 1080 (16:9)	1280 × 720 (16:9)	1920 × 1080 (16:9)	1920 × 1080 (16:9)
Fotoauflösung	2,1 Megapixel, Full HD	2,1 Megapixel, Full HD	2,1 Megapixel, Full HD	2,1 Megapixel, Full HD	8,3 Megapixel, UHD (4K)	2,1 Megapixel, Full HD	0,9 Megapixel, HD	2,1 Megapixel, Full HD	2,1 Megapixel, Full HD
max. Bildwiederholfrequenz	1080p/30 Hz	1080p/30 Hz	1080p/30 Hz	1080p/30 Hz	1080p/60 Hz	720p/60 Hz (C922) / 1080p/30 Hz (C920)	720p/30 Hz	1080p/30 Hz	1080p/30 Hz
Öffnungswinkel lt. Hersteller / gemessen	k.A. / 95°	k.A. / 98°	k.A. / 105°	90° / 92°	65°, 78°, 90° / 67°, 79°, 93°	78° / 80°	k.A. / 69°	78° / 78°	90° / 90°
Fokus autom. / manuell	Fixfokus / –	Fixfokus / –	✓ / –	– / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	Fixfokus / –	✓ / ✓	– / ✓
Powerleuchte / Aufnahmelleuchte	✓ / ✓	– / ✓	✓ / ✓	– / –	– / ✓	– / –	– / ✓	– / ✓	– / –
PC-Anschluss	USB 2.0	USB 2.0	USB 2.0	USB 2.0	USB 3.0 (USB-C)	USB 2.0	USB 2.0	USB 2.0	USB 2.0
unterst. Betriebssystem Windows / Linux / macOS (getestet mit Microsoft Teams)	✓ / ✓ (Mikro sehr leise) / ✓ (Mikro sehr leise)	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ (Bild überstrahlt)	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Befestigung am Display	gummierter Klemmauflage, 2 Gelenke	Klemmauflage, 2 Gelenke	gummierter Klemmauflage, 2 Gelenke	bemoste Klemmauflage, 2 Gelenke	gummierter Klemmauflage, 3 Gelenke	gummierter Klemmauflage, 3 Gelenke	flexible Silikonlasche, ein Drehgelenk	flexible Silikonlasche, ein Drehgelenk	bemoste Klemmauflage, 2 Gelenke
neigbar / drehbar	✓ / –	✓ / ✓	✓ / –	✓ / –	✓ / –	✓ / –	– / ✓	✓ / ✓	✓ / –
Stativgewinde / Objektivdeckel	✓ / ✓	✓ / –	✓ / ✓	– / –	– / ✓	✓ / –	– / –	✓ / –	✓ / –
Länge USB-Kabel	1,80 m	1,80 m	1,45 m	1,45 m	2,20 m	1,50 m	1,80 m	1,80 m	1,45 m
Gewicht Kamera	110 g	124 g	114 g	108 g	222 g (140g ohne Kabel)	158 g	90 g	126 g	102 g
Lieferumfang	Kamera, Objektivdeckel	Kamera	Kamera, Objektivdeckel, Ministativ	Kamera	Kamera, Objektivdeckel, USB-C-Kabel, Transportetui	Kamera, ausziehbares Ministativ (nur C922)	Kamera	Kamera, Transportcase	Kamera
<b>Bewertungen</b>									
Farbegebung	⊕	○	○	⊕	⊕	⊕	○	⊕	⊕
Belichtung	○	⊖	○	⊕	⊕⊕	⊕	⊖	○	○
Bildschärfe	⊕	⊖	⊖⊖	⊖⊖	⊕⊕	⊖ (C922) / ⊕⊕ (C920)	○	⊕	⊖⊖
Geometrie	⊖	⊕⊕	⊖	⊖	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊖
mech. Sitz	⊕	⊕	○	⊖	⊕	⊕⊕	○	⊕⊕	⊖⊖
Preis (Stand 1.9.2020)	37 €	50 €	27 €	28 €	237 €	140 € / 110 €	80 €	150 €	33 €
⊕⊕ sehr gut    ⊕ gut    ○ zufriedenstellend    ⊖ schlecht    ⊖⊖ sehr schlecht    ✓ vorhanden    – nicht vorhanden									



Das Sichtfeld der Kogolike-Webcam ist zu groß, das Bild stark kissenförmig verzerrt.

Schärfebereich. Immerhin gelingt zwei Geräten die halbwegs natürliche Wiedergabe von Hautfarben.

Die etablierten Hersteller Logitech und Microsoft machen insgesamt einen besseren Job, ihre Webcams sind aber zumindest derzeit deutlich teurer. Die Mehrausgabe lohnt sich für alle, die beruflich auf den guten ersten Eindruck angewiesen sind.

Beide Microsoft-Webcams schwächen etwas bei der Belichtungskorrektur, wobei das nur bei der HD-3000 wirklich



Das Sichtfeld von Logitechs Brio lässt sich einstellen, hier sind es 78 Grad.

gestört hat. Die besten Bilder, aber auch die teuersten, liefert Logitechs Brio mit 4K-Auflösung. Abstriche muss man hier nur beim Ton machen: Das eingebaute Mikro unterdrückt zwar Störgeräusche, klingt aber dumpf und scheppert etwas. Die unkomplizierten C92x-Modelle von Logitech empfehlen sich als preiswerte Webcam-Alternative zur Brio. Ärgerlich sind hier nur die möglichen Probleme des Autofokus, doch online gekaufte Geräte kann man ja problemlos umtauschen. (uk@ct.de) **ct**



Microsofts HD-3000 hat ein angemessenes Sichtfeld fürs Homeoffice, das Bild ist jedoch zu dunkel und etwas unscharf.

#### Literatur

- [1] Kim Sartorius, Konferenz-Eule, Meeting Owl Pro für Videokonferenzen, c't 19/2020, S. 100
- [2] Stefan Porteck, Smartphone statt Webcam, Android- und iOS-Geräte als Webcam am PC unter Windows betreiben, c't 14/2020, S. 92
- [3] Rudolf Opitz, Videokonferenz mit Action, Action-cams als Ersatz für überteure Webcams, c't 18/2020, S. 150
- [4] Merlin Schumacher, Tipps & Tricks, Logitech Webcam liefert unscharfe Bilder, c't 9/2020, S. 177

Weitere Infos: [ct.de/y15s](http://ct.de/y15s)

## KassenSichV #Sorglos

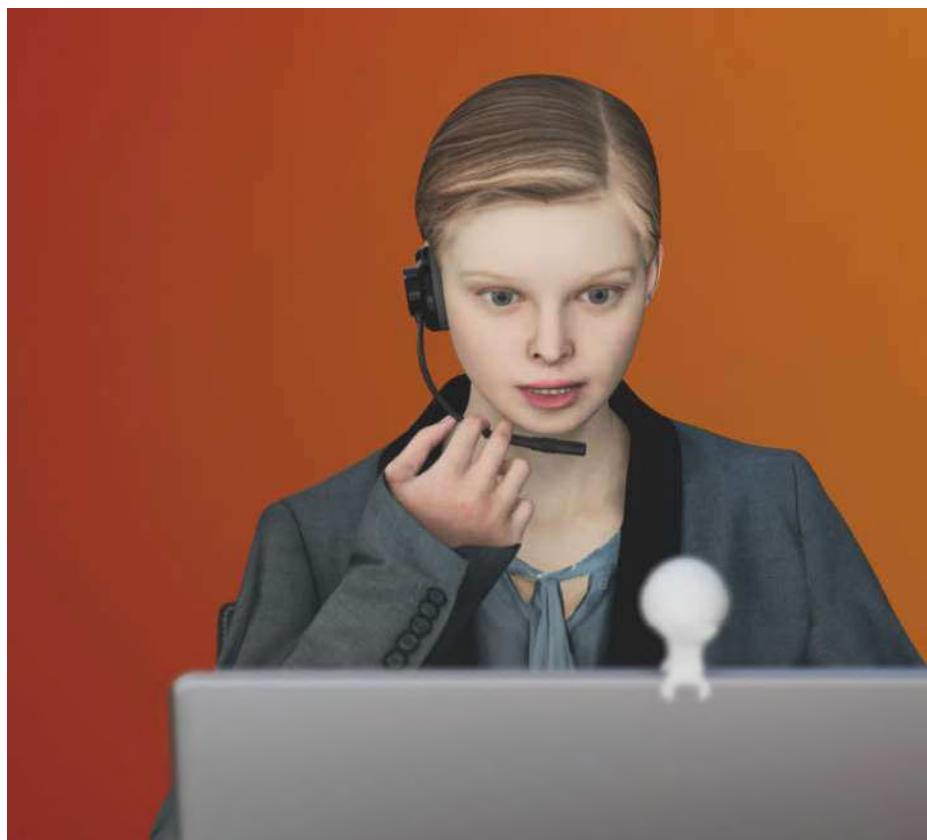
Die KassenSichV sieht vor, dass Registrierkassen in Deutschland zum Manipulationsschutz über eine **zertifizierte technische Sicherheitseinrichtung (TSE)** verfügen müssen.  
**Ob online oder offline - mit dem österreichischen Marktführer A-Trust setzen Sie die neue Verordnung rechtssicher & fristgerecht um!**

### a.sign TSE Die Lösung für Ihr Kassensystem

c't-LeserInnen erhalten mit dem Code **10ATRUST** bis zum **30.09.2020** 10% Rabatt auf die BSI-zertifizierte Offline-Lösung! Jetzt im Webshop einlösen: [www.a-trust-tse.de/webshop](http://www.a-trust-tse.de/webshop)  
\*nur mit Partnervertrag möglich

**10 % Rabatt**

[www.a-trust-tse.de](http://www.a-trust-tse.de)



Rausch-Gate Wortanfänge und -enden ab. Recht ausgewogen und natürlich klingen Sprecher hingegen über Google Meet, Nextcloud, Stackfield und Zoom. Im Mittelfeld liegt die Open-Source-Software Jitsi, bei der aufgrund von Übertragungsstörungen im Test Tonartefakte auftraten.

Um diese zu vermeiden, sollten Sie vor allem eine störungsfreie Internetverbindung sicherstellen. Per WLAN können sich Datenpakete nämlich unkontrollierbar verzögern und der Ton kann abreißen. Eine Kabelanbindung per Ethernet behebt das Problem.

### **Software-Setup**

Die Programme bieten meistens wenig Einstellungsmöglichkeiten, um die Sprachqualität zu verbessern. Selbst bei Zoom stellten wir kaum Unterschiede zwischen den Optionen im Audio-Setup fest. Mitunter verursachen Inkompatibilitäten mit verschiedenen Browern Tonprobleme. Oft hilft es, zu Google Chrome zu wechseln, auf den die meisten Programme optimiert sind.

Vor dem Meeting sollten Sie in Ihrem Betriebssystem die richtigen Aufnahme- und Wiedergabequellen als Standardgeräte einstellen. Unter Windows rufen Sie dazu mit Klick der rechten Maustaste auf das Lautsprechersymbol unten rechts die Sound-Einstellungen auf und wählen Ihr Mikrofon und Ihren Lautsprecher aus. Unter macOS finden Sie die Einstellungen im Audio-MIDI-Setup. Dort sollten Sie unbedingt auch die Verstärkung des Mikrofonsignals korrigieren, damit Ihre Stimme weder verzerrt noch zu leise klingt. Wenn Sie ein USB-Audio-Interface mit regelbarem Mikrofonverstärker verwenden, prüfen Sie den manuellen Gain über die Direct-Monitoring-Taste.

Eine häufige Fehlerquelle sind separate Ein- und Ausschalter am Headset oder Mikrofon. Darauf können Sie getrost verzichten und die Schaltflächen der Konferenzprogramme nutzen. Oft fungiert die Space-Taste als Push-to-Talk: Ihr Mikrofon ist nur offen, solange sie die Taste gedrückt halten. Das ist insbesondere in größeren Besprechungen zu empfehlen.

### **Vorsicht, Feedback**

Wenn Sie an einem Laptop mit eingebautem Mikrofon an einer Besprechung ohne Headset teilnehmen, schaltet die Software automatisch zwischen Mikro und Lautsprecher um. Sonst käme es unweigerlich zu einer piependen Rückkopplung.

# **Der gute Ton**

## **Wie Sie die Klangqualität von Videokonferenzen verbessern**

**Hallo, kann mich jemand hören? Tonprobleme gehören bei Videokonferenzen zur Tagesordnung. Mit ein paar Tricks umschiffen Sie die häufigsten Klippen und finden für Ihre Online-Treffen das passende Mikrofon und Headset.**

**Von Hartmut Gieselmann**

**V**ideokonferenzprogramme bereiten Sprachsignale unterschiedlich gut auf. Dazu prüfen sie die Verbindung vom Server zu den jeweiligen Clients (PCs, Smartphones) und passen den Codec sowie die Bitrate automatisch an.

Um Bandbreite bei der Übertragung zu sparen, schneiden viele Programme die oberen Frequenzen ab. Sehr rigoros geht Microsoft in Skype und Teams vor, die lediglich Frequenzen bis 7 kHz übertragen. Deshalb klingen Stimmen etwas dumpf. Beide Programme gleichen jedoch Lautstärkechwankungen wesentlich besser aus als die Konkurrenz. Dadurch sind selbst Sprecher gut zu verstehen, die kein Headset benutzen und etwas weiter weg vom Raummikrofon ihres Rechners sitzen.

Bei zu großer Entfernung verschlechtern der Raumhall und Störgeräusche die Verständlichkeit. Cisco Webex und Goto Meeting setzen hier auf eine aggressive Rauschunterdrückung, die Stimmen unnatürlich verfremdet. In BigBlueButton schneidet zuweilen ein grob agierendes

Wenn nur ein Teilnehmer in einem Raum sitzt, klappt das bei allen Programmen zuverlässig. Problematisch sind jedoch gemischte Meetings, wenn mehrere Teilnehmer im selben Raum vor ihrem Rechner sitzen. Sobald zwei Rechner ihre Lautsprecher und Mikrofone einschalten, kommt es unweigerlich zu einer Rückkopplung. In solchen Situationen müssen sich die Kollegen auf einen Rechner einigen, der Lautsprecher und Mikrofon aktiviert, oder alle ein Headset aufsetzen.

### Konferenzlautsprecher

Über Konferenzlautsprecher mit eingebauten Mikrofonen sind mehrere Personen in einem Raum besser zu hören. Die Preisspanne der Modelle von Markenherstellern wie Beyerdynamic, Epos, Jabra oder Poly reicht dabei von rund 100 Euro bis zu 650 Euro. Diese lassen sich per USB oder Bluetooth mit dem Rechner verbinden und arbeiten mit einem Mikrofon-Array, das sich automatisch auf den jeweiligen Sprecher ausrichtet.

Die Verständlichkeit hängt von der Raumakustik und vom Abstand der Sprecher zum Mikrofon ab. In unbehandelten Räumen sind Sie bei mehr als drei Metern meist nur noch schlecht zu verstehen. Verbessern lässt sich die Raumakustik mit so genannten Deckenabsorbern – auch Deckensegel genannt. Das sind absorbierende Platten, die an vier Seilen von der Zimmeerdecke hängen. Passende Platten finden Sie beispielsweise bei Hofa-Akustik.

### Headset-Auswahl

Bei der Auswahl eines Headsets sollten Sie überlegen, wofür Sie es einsetzen wollen und wie lange Sie pro Tag in Videokonferenzen verbringen. Geht es um gelegentliche Videotelefonate am heimischen Rechner, genügt ein einfaches Modell mit 3,5-mm-Klinken- oder USB-Anschluss. Bluetooth-Modelle benötigen zwar keine Kabel, die Kopplung ist jedoch oft fummelig, besonders wenn Sie zwischen Smartphone und Rechner wechseln. Eine Alternative sind DECT-Headsets, die sich über USB-Empfänger mit PCs verbinden und Reichweiten bis weit über 100 Meter erzielen. Rein auf Sprache ausgelegte Modelle mit einer Hörmuschel bieten Hersteller wie Epos, Jabra oder Poly ab etwa 150 Euro inklusive Ladestation an.

Idealerweise richten Sie das Headset-Mikrofon an einem Bügel mindestens zwei Finger breit entfernt auf Ihren Mundwinkel aus. Dank Nieren- oder Keu-



In gemischten Meetings verbessern Konferenzlautsprecher mit eingebauten Mikrofon-Arrays die Sprachverständlichkeit.

len-Charakteristik blenden die Mikrofone Umgebungsgeräusche weitgehend aus. Headsets ohne Mikrofonarm setzen dazu mehrere Mikrofone ein und messen über Laufzeitunterschiede, welcher Schall aus Ihrem Mund und welcher aus der Umgebung stammt. Das ist technisch aufwendiger und im Ergebnis meist schlechter als bei Modellen mit Mikrofonbügel.

Mono-Headsets zum Telefonieren sind anfangs ungewohnt, weil Stimmen nur auf einem Ohr zu hören sind. Daran gewöhnt man sich jedoch recht schnell. Achten Sie darauf, dass Sie den Mikrofonbügel nach vorne und hinten drehen und somit den Hörer sowohl rechts als auch links tragen können. Wenn das Ohr auf einer Seite schmerzt, drehen Sie das Headset einfach um.

In-Ear-Modelle sind vor allem unterwegs praktisch. Doch selbst bei den am bequemsten sitzenden Modellen drücken die Gummimanschetten nach ein bis zwei Stunden in den Ohren.

### Lieber offen

Headsets für Callcenter-Mitarbeiter, Gamer und Mobiltelefonierer sind meist auf Gespräche in lauten Umgebungen optimiert. Die Hörmuscheln sind fast immer geschlossen. Manche Modelle unterdrücken Geräusche zusätzlich mit ANC (Active Noise Cancelling). Wenn Sie im ruhigen Homeoffice sitzen und am Tag mehrere Stunden von einem Video-Call zum nächsten wechseln, führt eine solche akustische Deprivation jedoch zu Erschöpfung.

Wesentlich entspannter laufen Sitzungs marathons ohne Kopfhörer. Wenn das nicht möglich ist, weil sonst die Kinder oder Nachbarn zu viel mitbekommen, sollten Sie ein Modell wählen, das möglichst nicht auf die Ohren drückt und Umgebungsgeräusche ungehindert passieren lässt.

Vereinzelt fanden wir im Preisbereich zwischen 120 und 200 Euro geeignete Modelle mit ohrumschließenden, offenen Hörmuscheln bei den Gaming-Headsets von Epos Sennheiser (GSP 500, Game One) sowie Audio Technica (ATH-PDG1, ADG1X). Letzteres ist dank des hohen Tragekomforts, der luftigen Hörmuscheln und des guten Klangs besonders zu empfehlen.

### Aus dem Profilager

Alternativ können Sie einen offenen, ohrumschließenden Kopfhörer mit einem USB-Tischmikrofon für Podcaster kombinieren. In puncto Tragekomfort und Klang ist der AKG K702 für rund 130 Euro eine sehr gute Wahl. Bei den USB-Mikrofonen genügt für Sprachtelefonie ein günstiges Modell wie das CAD Audio U29, das inklusive Tischstativ 34 Euro kostet. Für hochwertige Sprachaufnahmen lohnt sich ein Kondensatormikrofon mit Nierencharakteristik wie das Rode M3 (circa 80 Euro), das Sie auf ein kleines Tischstativ wie dem Millennium DS-10 (10 Euro) montieren und per kurzem XLR-Kabel an ein günstiges USB-Audio-Interface wie das Behringer U-Phoria UMC22 (40 Euro) anschließen.

Professionelle Headsets für Moderatoren und Podcaster bieten AKG, Beyerdynamic und Sennheiser zu Preisen zwischen 250 und 350 Euro an. Sie benötigen ebenfalls ein Audio-Interface mit XLR-Mikrofoneingang. Videokonferenzprogramme profitieren durchaus von der besseren Abschottung gegenüber Störgeräuschen und einem volleren Klang der Stimme. Die wuchtigen, geschlossenen Kopfhörer sitzen bequem, bringen einen an warmen Tagen jedoch schnell ins Schwitzen. (hag@ct.de) ct



Für Marathonsitzungen eignet sich das offene, ohrumschließende Headset Audio Technica ADG1X besonders gut. Als Auslaufmodell ist es derzeit für 120 Euro zu haben.

# Geh doch nach Hause!

## Wenn der Arbeitgeber Mitarbeiter ins Homeoffice schickt

**Viele Arbeitnehmer begrüßen die Möglichkeit, von daheim zu arbeiten. Mancher hat jedoch Probleme mit aufgezwungenem heimischem Exil. Spätestens wenn er auch noch auf eigene Kosten die technischen Voraussetzungen schaffen soll, fragt er sich, ob das Vorgehen seines Arbeitgebers rechtens ist.**

**Von Harald Büring**

Nicht in jedem Fall ist das Kommando „Ab ins Homeoffice!“ willkommen. Mancherorts sind Wohnverhältnisse so eng, dass Mitbewohner keine Ruhe aufkommen und vielleicht mangelt es auch an Netzbandbreite. Auf jeden Fall kann es gute Gründe für Arbeitnehmer geben, sich einer angeordneten Verlegung ihrer Arbeit vom gewohnten Büro an den heimischen PC zu widersetzen.

Schon lange vor der Corona-Krise hat es solche Fälle gegeben. So sah sich etwa ein Entwicklungsingenieur, der bei einem

Unternehmen in Berlin arbeitete, in eine Zwangslage gebracht: Im Zuge einer Umstrukturierung und Betriebsschließung bot sein Arbeitgeber ihm eine Beschäftigung bei einer Tochtergesellschaft in Ulm an. Das wäre für ihn mit einer zweijährigen Telearbeit von zu Hause verbunden gewesen. Er lehnte dieses Angebot ab, was wiederum der Arbeitgeber nicht akzeptierte. Er wies den Entwicklungsingenieur an, dass er ungeachtet seines Protests an Trainingsmaßnahmen und Teambesprechungen zur Vorbereitung seiner künftigen Heimtätigkeit teilnehmen sollte. Darüber hinaus sollte er Berichte schreiben. Nachdem der Mann sich dem verweigerte, mahnte der Arbeitgeber ihn ab und kündigte ihm fristlos.

Der Entwicklungsingenieur klagte gegen die Kündigung [1]. Nachdem das Arbeitsgericht (ArbG) Berlin seiner Klage stattgegeben hatte, legte der Arbeitgeber Berufung ein – jedoch ohne Erfolg: Das Landesarbeitsgericht (LAG) Berlin-Brandenburg stellte im November 2018 klar, dass die fristlose Kündigung wegen beharrlicher Arbeitsverweigerung rechtswidrig war [2].



Teambesprechung per Videochat von zu Hause: Nicht jeder Beschäftigte ist mit solchen Umstellungen seines Arbeitsalltags einverstanden.

### Was sagt der Arbeitsvertrag?

Die Richter bemängelten das Fehlen eines „wichtigen Grundes“, den § 626 Abs. 1 des Bürgerlichen Gesetzbuchs (BGB) für eine solche Kündigung fordert. Der Arbeitsvertrag sah keine Zwangsversetzung ins Homeoffice vor. Infolgedessen, so das Gericht, wäre diese nur dann zulässig gewesen, wenn das Weisungsrecht nach § 106 Satz 1 der Gewerbeordnung (GewO) den Arbeitgeber berechtigt hätte, seinem Mitarbeiter das Homeoffice einseitig zuzuweisen. Das verneinten die Richter: Eine Tätigkeit im Homeoffice sei nicht mit der Arbeit vor Ort beim Arbeitgeber vergleichbar. Der Arbeitnehmer verliere dadurch den Kontakt zu seinen Kollegen. Darüber hinaus würden die Grenzen von Arbeit und Freizeit verschwimmen. Dass manchen Arbeitnehmern ein Homeoffice gelegen komme, weil sie dadurch etwa Beruf und Familie besser in Einklang bringen könnten, sei irrelevant. Also, schloss das Gericht, brauchte der Entwicklungsingenieur auch nicht die zur Vorbereitung dienenden Arbeiten auszuführen.

Es stellt sich die Frage, ob Arbeitgeber unter den Bedingungen einer Pandemie nicht größere rechtliche Spielräume haben, wenn sie Mitarbeiter zwangsweise ins Homeoffice versetzen wollen. Arbeitsrechtler vertreten hierzu unterschiedliche Auffassungen.

Im Frühjahr 2020 wehrte sich eine über 60 Jahre alte Gesundheitsamtsinspektorin, die in einem Berliner Bezirksamt ausgezeichnet im Bereich des Infektionsschutzes tätig war, gegen zwangsweise Heimarbeit. Ihr Dienstherr hatte am 30. März angeordnet, dass sie bis zum 17. April wegen ihrer Gesundheit im Homeoffice arbeiten sollte. Die Beamtin legte dagegen Widerspruch ein. Darüber hinaus wollte sie mit einer einstweiligen Entscheidung durchsetzen, dass man sie weiterhin vor Ort einsetzte.

Damit scheiterte sie jedoch vor dem Verwaltungsgericht (VG) Berlin [3]. Begründung: Zum mindesten durch einen vorläufigen Homeoffice-Dienst von ungefähr drei Wochen werde der Anspruch der Beamtin auf amtsangemessene Beschäftigung nicht verletzt. Anders läge die Sache womöglich, wenn die Frau auf unabsehbare Zeit von zu Hause aus tätig sein müsste. Das gelte vor allem dann, wenn sie die notwendigen Arbeitsmittel nicht gestellt bekommen und darüber hinaus keine Arbeitsaufträge mehr erhalten würde, was einer Freistellung gleichkomme. Eine solche wäre als Ausnahmefall nur dann gerechtfertigt, wenn

dem Dienstherrn keine andere Möglichkeit bliebe, seiner Fürsorgepflicht gerecht zu werden. Die Beamte wehrte sich gegen diese Entscheidung. Das Oberverwaltungsgericht (OVG) Berlin-Brandenburg verwarf ihre Beschwerde schließlich im August, da sich die Sache in der abgelaufenen Zeit bereits erledigt hatte [4].

Wie schon die beiden Fälle zeigen, gibt es auf die Frage, ob Arbeitgeber ihre Arbeitnehmer zwangsweise ins Homeoffice versetzen dürfen, nur die übliche Antwort: Es kommt auf die Umstände des Einzelfalls an. Falls es dem Arbeitgeber nur um Kostenoptimierung geht und der Arbeitsvertrag die gewünschten Maßnahmen nicht vorsieht, hat er schlechte Karten. Anders sieht es aus, wenn die Arbeit daheim zum Schutz der Gesundheit des Arbeitnehmers geboten ist. Die Erwägungen des VG Berlin legen nahe, dass Arbeitgeber in dieser Situation ihre Arbeitnehmer ins Homeoffice zwangsversetzen dürfen. Das gilt besonders, wenn sie einer Risikogruppe angehören und auf der Arbeitsstelle viel Publikumsverkehr herrscht.

Arbeitgeber haben gegenüber ihren Mitarbeitern eine Fürsorgepflicht, die sie nicht verletzen dürfen (§ 618 BGB). Hierzu kommt auch zumindest die kurzzeitige Zwangsversetzung ins Homeoffice in Betracht, wenn ansonsten die Gesundheit der Mitarbeiter konkret gefährdet ist.

## Wer soll das bezahlen?

Manche Arbeitgeber erwarten, dass auch ein zwangsweise ins Homeoffice versetzter Mitarbeiter über die notwendige private Ausstattung verfügt, was IT-Hardware und Netzanbindung betrifft. Er soll diese, ebenso wie seine privaten Räumlichkeiten, nutzen – möglichst ohne dass es den Arbeitgeber etwas kostet. So etwas vorauszusetzen ist rechtlich fragwürdig.

Einen passenden Fall hat das Bundesarbeitsgericht (BAG) 2003 verhandelt – als allerdings noch niemand wissen konnte, welche Bedeutung verteiltes Arbeiten im Zuge der Corona-Krise 17 Jahre später bekommen würde [5]. Eine Mitarbeiterin eines Unternehmens übernahm dort eine Tätigkeit im Außendienst. Im Zuge dieser Umstellung wurde ihr Arbeitsplatz in ihr häusliches Homeoffice verlagert. Ihr Arbeitgeber stellte ihr hierfür zwar die notwendigen Kommunikationsmittel und kam für die damit verbundenen laufenden Kosten auf. Er erwartete jedoch zusätzlich, dass sie im großen Umfang Material in ihrem Haus zwischenlagerte. Dafür wollte

er nichts zahlen. Für die Lagerung und für ihre Büroarbeit nutzte sie einen Raum von etwa 26 Quadratmeter Größe. Die Arbeitnehmerin verlangte von dem Unternehmen, dass dieses auch für die Raummiete sowie die anteiligen Nebenkosten aufkommen sollte. Der Arbeitgeber weigerte sich, daraufhin verklagte sie ihn. Die Sache landete schließlich beim BAG in Erfurt.

Die Richter stellten klar, dass der Klägerin die Ansprüche, die sie geltend machte, prinzipiell zustanden. Wenn Arbeitgeber und Arbeitnehmer die Nutzung der Privaträume nicht vertraglich geregelt haben, lasse sich der eigentlich aufs Verhältnis von Auftraggeber und Auftragnehmer ausgerichtete § 670 BGB analog anwenden: Danach müsse der Arbeitgeber dem Mitarbeiter die für die Ausführung seiner Aufgabe erforderlichen Aufwendungen ersetzen. Unter Aufwendungen in diesem Sinn falle auch die berufliche Nutzung von privaten Räumlichkeiten, wenn sie auf Weisung des Arbeitgebers erfolge – denn diese Nutzung liege im Interesse des Arbeitgebers. Eigentlich, so die Richter, liege es beim Arbeitgeber, die Arbeitsmittel und auch die Räumlichkeit zur Verfügung zu stellen. Daher müsse er sich im gegebenen Fall auch an den Nutzungskosten beteiligen. Voraussetzung dafür sei, dass die privaten Nutzungsmöglichkeiten der betroffenen Räume erheblich eingeschränkt seien. Das treffe bei der Klägerin zu.

Ein Anspruch auf Ersatz von Aufwendungen kommt also durchaus für zwangsweise ins heimische Exil versetzte Mitarbeiter in Betracht. Das kann nicht nur einen Anteil an Miet-, Strom-, Heiz- und Internetkosten betreffen, sondern auch Neuanschaffungen: Kleinigkeiten wie eine Webcam für Videokonferenzen, aber unter Umständen auch ein Notebook oder ein Upgrade für die Internetanbindung, wenn die Bandbreite nicht für verteiltes Arbeiten und Videoübertragung reicht. Solche Aufwendungen, die für Arbeiten von zu Hause aus nötig sind, sollte man aber nicht einfach in Eigenregie vornehmen, sondern sinnvollerweise mit den Vorgesetzten absprechen.

Wenn ein Arbeitnehmer aber beispielsweise über eine hinreichend breitbandige Internetanbindung verfügt und diese außer fürs Homeoffice auch für private Zwecke nutzt, wird er keinen Erstattungsanspruch haben [6].

Das Gleiche gilt, wenn das Einrichten des Homeoffice im Interesse des Arbeitnehmers liegt. Davon wird man normaler-



Nicht alle Heim- und Hobby-PCs sind fit für virtuelle Teamsitzungen und kooperative Netznutzung. Schon das kurzfristige Beschaffen einer Webcam war etwa im Frühsommer aufgrund allzu hoher Nachfrage problematisch.

weise ausgehen, wenn es ihm freigestellt ist, ob er vor Ort oder daheim arbeitet. 2011 hat das BAG den Fall eines Lehrers verhandelt, der von seinem Arbeitgeber die Kosten für sein häusliches Arbeitszimmer samt Arbeitsmittel ersetzt haben wollte [7]. Er berief sich darauf, dass er den heimischen Standort zur Vorbereitung des Unterrichts benötige. Die Richter hingen befanden, er habe stattdessen auch ein Zimmer in der Schule nutzen können.

Unterm Strich ist es für Arbeitnehmer immer sinnvoll, Umstände der Arbeit zu Hause und dafür nötige Aufwendungen mit den Vorgesetzten einvernehmlich abzuklären, bevor solche Probleme vor Gericht landen. Arbeitgeber dürfen aber nicht davon ausgehen, dass sie Mitarbeiter einfach per Ritterschlag ohne weitere Vereinbarungen zu Heimarbeitern ernennen und ihnen dann auch noch die dafür entstehenden Kosten aufzubürden können.

(psz@ct.de) ct

## Literatur

- [1] ArbG Berlin, Urteil vom 23.2.2018, Az. 6 Ca 10310/17
- [2] LAG Berlin-Brandenburg, Urteil vom 14.11.2018, Az. 17 Sa 562/18, heise.de/s/GO8Z
- [3] VG Berlin, Beschluss vom 14.4.2020, Az. VG 28 L 119/20, heise.de/s/4OP5
- [4] OVG Berlin-Brandenburg, Beschluss vom 7.8.2020, Az. OVG 4 S 22/20
- [5] BAG, Urteil vom 14.10.2003, Az. 9 AZR 657/02, heise.de/s/dQdo
- [6] Kein Erstattungsanspruch bei vorhandenem privat genutzten Equipment: Krieger/Rudnik/Povedano Peramento Homeoffice und Mobile Office in der Corona-Krise, NZA 2020, 473, 487 f.
- [7] BAG, Urteil vom 12.4.2011, Az. 9 AZR 14/10, heise.de/s/neog

**Entscheidungen:** [ct.de/yqhm](http://ct.de/yqhm)



# Intel-Dämmerung

## Apples 27-Zoll-iMac Modelljahr 2020

**Aktuelle AMD-Grafikchips, durchweg SSDs und Zehnkern-CPUs mit bis zu 5 GHz – Apple hat den 27-Zoll-iMac für den vermutlich letzten Auftritt mit Intel-Prozessoren noch einmal ordentlich aufpoliert.**

Von Benjamin Kraft  
und Johannes Schuster

Apple bietet den äußerlich unveränderlichen iMac ab gut 2000 Euro in drei vorkonfigurierten Varianten an, die endlich durchweg mit SSDs ausgestattet sind. Weil sich Apples Flash-Stäbchen später jedoch nicht wechseln lassen, legt man sich beim Kauf für die Lebenszeit des iMacs auf die Kapazität fest. Das schmerzt bei der günstigsten Version umso mehr, weil Apple sie unveränderlich mit spärlichen 256 GByte anbietet. Wer mehr Platz braucht, muss auf externe Medien oder den UHS-II-tauglichen Speicherkarten-

leser ausweichen. Die beiden größeren Modelle haben in der Grundausstattung 512 GByte Speicherplatz, die sich während der Bestellung auf bis zu 2 respektive 8 TByte aufstocken lassen. Aufpreis: 730 und 2932 Euro.

Als iMac-Herzstück dienen Core-iCPUs der zehnten Generation (Codename: Comet Lake) mit sechs oder acht CPU-Kernen und Hyper-Threading. Optional kann man ab der mittleren Konfiguration auch eine Zehnkern-CPU bestellen. Acht- und Zehnkerner erreichen im Single-Core-Turbo bis zu 5 GHz.

Erstmals steckt in einem iMac ohne Pro-Zusatz Apples T2-Prozessor. Dieses Multitalent dient als Audiochip und als verschlüsselnder SSD-Controller, überwacht den Boot-Vorgang und stellt eine Secure Enclave bereit. Die FaceTime-HD-Kamera, die jetzt mit 1080p filmt, nutzt ihn zudem als digitalen Signalprozessor und erzeugt ein schärferes Bild mit weniger knalligen Farben als die bisherige 720p-Kamera, macht aber manchmal Helligkeitssprünge. Sie beherrscht sogar Ge-

sichtserkennung, wenngleich eine Anmeldung per Face ID nicht möglich ist. Dafür reagiert der iMac jetzt auf Wunsch auf „Hey, Siri!“.

Alle Grafikkarten nutzen AMDS aktuelle Navi-GPUs, angefangen bei der Radeon Pro 5300. Die Pro 5500 XT tritt wie im Mac Pro im Vollausbau an, rechnet also mit 1536 statt wie bei der handelsüblichen Variante mit 1408 Shader-Kernen. Das Spitzenmodell 5700 XT schließlich verfügt über 16 GByte Speicher, der allerdings ebenso wie die GPU langsamer taktet als bei den frei käuflichen Karten. Ihr Speicherdurchsatz liegt bei 384 statt 448 GByte/s, was sich negativ in 3D-Spielen bemerkbar macht.

Bis zur Radeon Pro 5500 XT kann der neue iMac ein externes 6K-Display via Thunderbolt 3 mit 60 Hz ansteuern, ab der 5700 sind es zwei. Geblieben sind die vier USB-3.0-Ports und der Gigabit-LAN-Anschluss, den man gegen Aufpreis auf 10 GBit/s beschleunigt. Das WLAN-Modul punkt noch mit Wi-Fi 5 (802.11ac), bringt aber Bluetooth 5.0 mit.

Die Basisvariante des 27-Zoll-iMacs ist mit 8 GByte DDR4-2666-RAM ausgestattet, die teureren Konfigurationen kann man mit bis zu 128 GByte RAM ordern – für happye 3167 Euro. Besorgt man sich passende SO-DIMMs selbst und baut sie über die rückseitige Klappe ein, zahlt man nur etwa 550 Euro.

### Display

Das 5K-Display ist so hell, farb- und kontraststark wie zuvor. Zusätzlich unterstützt es nun die von MacBooks bekannte Funktion True Tone, die den Weißwert dem Umgebungslicht anpasst. In dunklen Umgebungen erscheint der weiße Hintergrund eines Texts damit beispielsweise gelblich, ähnlich wie eine Buchseite bei Abendlicht.

Für 609 Euro zusätzlich gibt es den 27-Zoll-iMac auch mit mattem Display: Wie beim Pro Display XDR ätzt Apple eine Licht streuende Nanotextur in die vor dem Panel sitzende Glasscheibe. Das mindert Reflexionen verglichen mit dem nicht entspiegelten iMac stark – vor allem bei direktem Lichteinfall, etwa wenn Deckenbeleuchtung aufs Display strahlt oder der Nutzer mit dem Rücken zum Fenster sitzt.

Als Nebenwirkung der Mattierung nimmt allerdings die Bildschärfe am nanotexturierten 5K-iMac etwas ab, die seitlichen Einblickwinkel fallen ein wenig kleiner aus und das Bild schimmert manchmal

## Praxisbenchmarks

Modell	Cinebench 15 CPU (Multi-Thread) [Punkte]	Cinebench 20 CPU (Multi-Thread) [Punkte]	iTunes wav in mp3 konvertieren [s]	BlackMagic Speed Test Schreiben [MByte/s]	BlackMagic Speed Test Lesen [MByte/s]	Rise of the Tomb Raider Full HD, Preset: Hoch [fps]	Luxmark GPU [Punkte]
	besser ►	besser ►	◀ besser	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►
iMac 27" (2019)	1704	4150	30	1866	2763	97	25199
iMac 27" (2020)	1920	4743	27	2335	2162	75	30489
iMac 27" (2020)	2300	5638	27	2751	2527	120	45020
iMac Pro (2017)	1682	-	26	3073	2495	-	34708
Mac Pro (2019)	1630	3682	44	1454	2789	70	24441

<sup>1</sup> Core i9-9900K, Radeon Pro Vega 48<sup>2</sup> Core i7-10700K, Radeon Pro 5500 XT<sup>3</sup> Core i9-10910, Radeon Pro 5700 XT<sup>4</sup> Xeon W-2140B, Radeon Pro Vega 56<sup>5</sup> Xeon W-3223, Radeon Pro 580X

leicht. Die individuelle Wahrnehmung dieser Vor- und Nachteile ist allerdings sehr unterschiedlich; letztlich muss jeder Käufer selbst abwägen, ob ihm ein reflexarmes oder schärferes Bild wichtiger ist.

## Performance

Apple stellte uns zwei Testgeräte zur Verfügung: die teuerste der drei Standardvarianten mit Achtkern-Prozessor und Radeon Pro 5500 XT sowie eine Build-to-Order-Version mit beinahe allen Schikanen. Letztere tritt mit Zehnkern-CPU, Radeon Pro 5700 XT, Terabyte-SSD und entspiegeltem Display an. Beide schlagen erwartungsgemäß ihre Vorgänger in praktisch allen Belangen. Wie der Render-Benchmark Cinebench zeigt, bringen sie aber auch die Basisvarianten des iMac Pro und des Mac Pro arg in Bedrängnis, die beide mit niedrigertaktenden, älteren Xeon-Prozessoren antreten.

Die Radeon Pro 5500 XT der teuersten Standardkonfiguration steckt die Radeon Pro 580X des Basis-Mac-Pro in die Tasche und rückt der Radeon Pro Vega 48 aus dem letzjährigen Spitzen-iMac in Compute-Aufgaben auf die Pelle. In Spielen kommt sie aber an letztere nicht ganz heran. Die Radeon Pro 5700 XT des teureren Testrechners zieht an der Radeon Pro Vega 56 aus dem iMac Pro vorbei.

Fordert man die iMacs, geben sie ihre ansonsten stoische Schweigsamkeit auf: Mit dauerhaft voll belasteter CPU maßen wir eine Lautheit von 2,7 Sone und eine Kerntemperatur von 99 °C. Ebenso laut und heiß wurden die Macs, wenn auch die Grafikkarte mitackerte. Nach einer kurzen Spur von rund 340 Watt fiel die Leistungsaufnahme auf 260 Watt. Offenbar gelangt dann das Kühlssystem an seine Grenzen und Apple zieht die Notbremse. Das tat im kombinierten Volllasttest auch die 10-Kern CPU, die statt mit ihrem Nominaltakt von 3,6 GHz nur noch mit 3 GHz

lief. Zwar kommt eine solche Doppelbelastung in der Praxis so gut wie nie vor, weist aber auf eine für Extremfälle unterdimensionierte Kühlung hin.

## Fazit

Mehr und schnellere CPU-Kerne, moderne Grafik, nur noch SSDs: Apple frischt den 27-Zoll-iMac mit dem neuen Modelljahr an vielen Stellen sinnvoll auf – und bringt seine Pro-Modelle noch mehr in

Bedrängnis. Den Mac Pro oder den seit 2017 beinahe unveränderten iMac Pro muss sich nur kaufen, wer mehr als 10 CPU-Kerne, ECC-RAM und ein leises Kühlssystem braucht oder Erweiterungskarten stecken möchte. Dabei ist der normale iMac bei vergleichbarer Ausstattung nicht nur gut 900 Euro günstiger, man bekommt ihn anders als sein Pro-Pendant endlich mit entspiegeltem Display.

(bkr@ct.de) ct

## 27-Zoll-iMacs mit 5K-Display (Modelljahr 2020)

Typ (Bezeichnung, Modellnummer)	iMac 27" mit 5K-Display (iMac 20,2, MXWV2D/A)	iMac 27" mit 5K-Display (iMac 20,2, Build-to-Order)
CPU / Kerne / Takt (Turbo)	Core i9-10700K / 8+HT / 3,8 (5,0) GHz	Core i9-10910 / 10+HT / 3,6 (5,0) GHz
CPU-Fassung / Lüfter (Regelung)	LGA 1200 / ✓ (✓)	LGA 1200 / ✓ (✓)
RAM (Typ / Max) / -Slots (frei)	8 GByte SO-DIMM (DDR4-2666) / 128 GByte / 4 (2)	32 GByte SO-DIMM (DDR4-2666 / 128 GByte) / 4 (2)
Grafik (-speicher)	Radeon Pro 5500 XT (8 GByte GDDR6)	Radeon Pro 5700 XT (16 GByte GDDR6)
SSD-Controller / DSP / Secure Enclave	Apple T2	Apple T2
SSD (Typ, Kapazität, Anbindung) / Kartenleser	Apple AP0512N (NVMe, 512 GByte, PCIe 3.0 x4) / SD, SDHC, SDCX (UHS-II)	Apple AP1024N (NVMe, 1 TByte, PCIe 3.0 x4) / SD, SDHC, SDCX (UHS-II)
Gigabit Ethernet / WLAN / Bluetooth	✓ / ✓ (802.11ac, 1300 MBit/s) / ✓ (5.0)	✓ / ✓ (802.11ac, 1300 MBit/s) / ✓ (5.0)
Abmessungen (mit Fuß) (B × H × T)	65 cm × 51,6 cm × 20,3 cm	65 cm × 51,6 cm × 20,3 cm
Anschlüsse hinten	1 × analog Audio, 4 × USB 3.0, LAN, 2 × Thunderbolt 3 (Typ C)	1 × analog Audio, 4 × USB 3.0, LAN, 2 × Thunderbolt 3 (Typ C)
Lieferumfang		
Tastatur / Maus	Magic Keyboard 2 (drahtlos) / Magic Mouse 2 (drahtlos)	Magic Keyboard 2 (drahtlos) / Magic Mouse 2 (drahtlos)
Betriebssystem / Anwendungs-Software	macOS 10.15.6 / Pages, Numbers, Keynote, iMovie, Garageband	macOS 10.15.6 / Pages, Numbers, Keynote, iMovie, Garageband
Zubehör	Ladekabel Tastatur / Maus, Kurzanleitung, Mikrofaserstuch	Ladekabel Tastatur / Maus, Kurzanleitung, Mikrofaserstuch
Display		
Größe / Auflösung / Typ / Farbraum	27 Zoll (16:9) / 5120 × 2880 (219 ppi) / 10-Bit-IPS (spiegelnd) / DCI-P3	27 Zoll (16:9) / 5120 × 2880 (219 ppi) / 10-Bit-IPS (matt) / DCI-P3
max. Helligkeit / Kontrast	524 cd/m <sup>2</sup> / 1250:1	502 cd/m <sup>2</sup> / 1229:1
max. externe Displays (mit 60 Hz)	2 × 5120 × 2880 oder 1 × 6016 × 3384	2 × 6016 × 3384
elektrische Leistungsaufnahme, Datentransfer-Messungen und Geräuschenwicklung		
Soft-Off / Ruhezustand / Leerlauf <sup>1</sup>	0,5 Watt / 1,6 Watt / 28 (57) <sup>2</sup> Watt	0,5 Watt / 1,8 Watt / 36 (64) <sup>2</sup> Watt
Volllast: CPU / CPU und Grafik <sup>3</sup>	210 (266) <sup>3</sup> Watt / 266 (337) <sup>3</sup> Watt	220 (270) <sup>3</sup> Watt / 266 (346) <sup>3</sup> Watt
Geräuschenwicklung: Leerlauf / CPU-Last / Volllast CPU+GPU	< 0,1 Sone / 2,7 Sone / 2,7 Sone	< 0,1 Sone / 2,7 Sone / 2,7 Sone
Bewertungen		
Systemleistung: Office / Rendering / Spiele	⊕⊕ / ⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕⊕ / ⊕
Geräuschenwicklung Leerlauf / CPU / Volllast	⊕⊕ / ⊖ / ⊖	⊕⊕ / ⊖ / ⊖
Preis <sup>4</sup> / Garantie	2533,45 € / 12 Monate	5213,05 € / 12 Monate

<sup>1</sup> bei 120 cd/m<sup>2</sup><sup>2</sup> bei maximaler Display-Helligkeit<sup>3</sup> kurzzeitige Spitze<sup>4</sup> in der getesteten Konfiguration

✓ vorhanden

– nicht vorhanden

⊕⊕ sehr gut

⊕ gut

○ zufriedenstellend

⊖ schlecht

⊖⊖ sehr schlecht

# Netz-Däumling

## LAN-Tester Netool für Netzwerker

**Ist das Notebook für die Fehlersuche vor Ort zu sperrig, nimmt der Admin einen kompakten Tester und sein Smartphone. Netool hat ein hosen-taschenkompatibles Modell im Angebot, das viel kann.**

Von Ernst Ahlers



Das Netool-Gerät ist kaum größer als ein Schokoriegel, aber für Netzwerker viel nahrhafter: Der Mikrorechner nimmt per verschlüsselbarem WLAN Verbindung zum Smartphone auf, auf dem eine Android- oder iOS-App zur Bedienoberfläche wird. Seinen Ethernet-Port klemmt man an eine zu testende Netzwerkdose oder einen Switch-Port, woraufhin Netool eine Ethernet-Verbindung aufbaut und per DHCP versucht, einen Weg ins Internet zu finden.

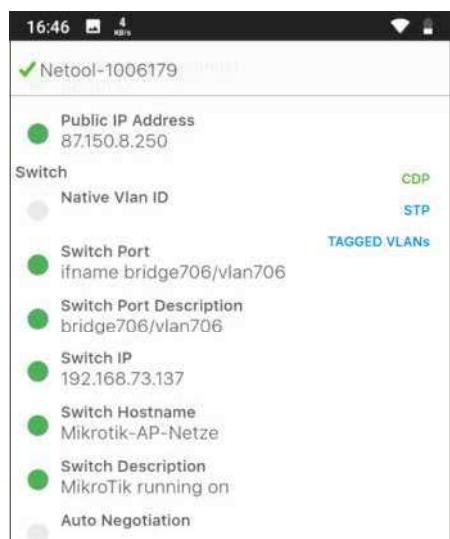
So erfährt es einiges über das LAN, unter anderem, ob VLANs vorhanden sind, und präsentiert die Daten übersicht-

lich in seiner App. Im Werkszustand arbeitet das Gerät als Router, das Smartphone bekommt über die WLAN-Verbindung also auch einen Internetzugang. Eine vollständige Liste der Funktionen gibt es auf netool.io, die wichtigsten greifen wir im Folgenden heraus.

Zu IPv4 zeigt die Netool-App die zu erwartenden Informationen an: die bezogene Adresse, die des Gateways ins Internet, die des DNS-Servers, Netzmase und eventuelle DHCP-Optionen, beispielsweise für NTP (Network Time Protocol). Beziiglich IPv6 liefert sie aktuell gar nichts, was das größte Manko des Systems darstellt, aber in einer kommenden Firmware- und App-Version behoben werden soll.

Informationen zur Netzwerkinfrastruktur sammelt Netool über gleich fünf Protokolle: LLDP (Link Layer Discovery Protocol), CDP (Cisco Discovery Protocol), EDP (Extreme Networks), FDP (Foundry) und SONMP (Synoptions Network Management, Unterkasse von SNMP für Nortel-Geräte). Sie lassen sich mit Ausnahme des immer aktiven LLDP einzeln filtern. Seit Kurzem existiert auch eine Netool-Pro-Variante, die zum Testzeitpunkt aber hierzulande noch nicht angeboten wurde. Damit sollen Admins bei aktivem LLDP oder CDP auch Switch-Port-Konfigurationen automatisch einspielen können.

Eine Besonderheit des Netool ist seine Capture-Möglichkeit: Es kann die vom angeschlossenen Switch-Port herein-kommenden Pakete als Wireshark-kompatiblen Mitschnitt auf einen USB-Stick speichern. Das klappt freilich höchstens mit 100 MBit/s (12,5 MByte/s), der Maxi-



Die Netool-App zeigt über Management-protokolle wie LLDP und CDP gefundenes Inventar an. Zum Testzeitpunkt ließ sich die Anzeige nicht zwischen beiden Typen umschalten. IPv6 fehlt.

malgeschwindigkeit seines Fast Ethernet-Ports. Für die weitergehende Analyse von Broadcasts auf dem PC genügt das, aber nicht zur Fehlersuche an schnellen Verbindungen über die Mirror-Funktion konfigurierbarer Gigabit-Switches (c't 4/2020, S. 64).

## Hakeleien

Im Test stellten wir ein paar Ungereimtheiten fest: An einem Trunk-Port mit mehreren getaggten VLANs buchte sich das Gerät in ein VLAN ein und bezog von dort per DHCP eine IP-Adresse, auch nachdem wir das VLAN-Tagging in den Ethernet-Port-Einstellungen abgeschaltet hatten. Das sollte nicht passieren.

Wenn im Netz mehrere Management-Protokolle aktiv sind, beispielsweise LLDP und CDP, dann findet Netool beide. Aber die App zeigte nur die Informationen eines Protokolls an. Ein Umschaltknopf soll in einer künftigen Version hinzukommen.

Bei vollem Akku verspricht der Hersteller bis zu 12 Stunden Betrieb, was für einen Arbeitstag sicher genügt. Das Vollladen eines leergelaufenen Geräts dauert rund 4 Stunden.

## Fazit

Netool hat sich auf die höheren Netzwerkebenen spezialisiert (Layer 2: MAC-Schicht, Layer 3: IP und Service-Protokolle, Layer 4: TCP/UDP). Den Job erledigt es gut, wenn auch noch mit Ausnahme von IPv6. Wer bei der Fehlersuche aber auch Auskünfte zur physischen Verbindung (Layer 1: Kabelweg, PoE, ausgehandelte Datenrate) braucht, ist mit Pockethernet [1] besser bedient. (ea@ct.de) ct

## Literatur

[1] Ernst Ahlers, Taschentester, Kurztest Pockethernet, c't 4/2017, S. 47

## Netool Standard

Netzwerktester	
Hersteller	Netool LLC, <a href="http://www.netool.io">www.netool.io</a>
Vertreiber	Reichert Elektronik und andere
Bedienelemente	Ein, Reset
Anzeigen	Ladestand (4 LEDs), Status, Ethernet-Link
Anschlüsse	1 × RJ45 (Fast-Ethernet), 1 × USB 2.0, 1 × Mikro-USB (Ladeanschluss)
Maße	24 mm × 95 mm × 28 mm
Getestete Firmware	Build 75
Apps für	Android (ab 4.4), iOS (ab 10), Windows (Beta), macOS (Beta)
Preis	231 €

**44%** der Industrieunternehmen erfassten  
**Cyberangriffe**  
auf ihre Produktionsinfrastruktur.

**57%** der Angriffe  
führten zur unmittelbaren **Störung** der  
Produktion.



## DAS CYBERSECURITY-NIVEAU IN DER OPERATIONAL TECHNOLOGY

Wie deutsche Industrieunternehmen mit den ständigen Gefahren für ihre Produktionsumgebung umgehen

**Studie jetzt verfügbar**

Erfahren Sie, wo deutsche Industrieunternehmen bei der Absicherung ihrer Produktionsnetzwerke stehen, welche Unternehmen besonders gefährdet sind, wie die konkreten Folgen von Cyberangriffen aussehen und wie sich das Umfeld der industriellen Fertigung bestmöglich absichern lässt.

Diese und weitere Fragen werden im Rahmen der vorliegenden Studie zum Thema Sicherheit im industriellen Produktionsumfeld analysiert und beantwortet.

**Download der Studie:**  
[www.baramundi.com/selective-study-de](http://www.baramundi.com/selective-study-de)



Unterstützt durch

 **baramundi**  
Empower your IT



# Maximalausbau

## Notebook-Prozessor AMD Ryzen 7 4800U mit 8 Kernen und 16 Threads

**Die mobilen Ryzen-4000-Prozessoren stellen Intels Notebook-CPUs in den Schatten, obwohl AMD bei den meisten CPU-Modellen den Chip gar nicht voll ausföhrt. Nun hat sich das erste Notebook mit AMDs stärkstem 15-Watt-Chip im c't-Labor eingefunden.**

Von Florian Müssig

Bei Notebook-Prozessoren ist es seit Jahren Usus, die Anzahl der dem Betriebssystem bereitgestellten Kerne mittels Simultaneous Multithreading (SMT) zu verdoppeln: Quad-Cores können damit also etwa acht statt vier Threads gleichzeitig abarbeiten und die Rechenwerke damit besser auslasten. Mit Hyper-Threading hat sich Intel sogar einen eigenen Marketingbegriff dafür ausgedacht.

Die von AMD zu Jahresbeginn vorgestellten potenteren Ryzen-4000U-Prozessoren brachten diesbezüglich eine Zäsur: In den flachen Notebooks, die wir in vergangenen c't-Ausgaben vorgestellt haben, stecken ausnahmslos Ryzens ohne SMT. Die 6- oder 8-Kerner können also maximal ebenso viele Threads beackern – obwohl das allen Modellen zugrunde

liegende Renoir-Die grundsätzlich SMT unterstützt. AMD hat die Funktion allerdings abgeklemmt, um die Ausbeute bei den massenmarkttauglichen U-Prozessoren zu erhöhen: Nur die besten Chips haben so energieeffiziente Transistoren, um auch mit SMT im Rahmen der nominalen Leistungsaufnahme von 15 Watt Thermal Design Power (TDP) zu bleiben.

### Erstling

Nachdem wir das 14-Zoll-Notebook Lenovo Yoga Slim 7 (14ARE05) bereits kürzlich mit dem SMT-losen Ryzen 7 4700U testen konnten [1], haben wir nun das günstigere 14-Zoll-Schwestermodell IdeaPad 5 (14ARE05) mit Ryzen 7 4800U ins Labor bekommen. Das Ryzen-4000U-Topmodell mit aktivem SMT lieferte darin trotz sommerlicher Außentemperaturen mit 3944 Punkten sogar einen höheren Cinebench-R20-Wert, als AMD in seinen Pressematerialien angibt (3300 Punkte). Zum Vergleich: Der Ryzen 7 4700U erzielte bei uns etwas mehr als 2600 Punkte. Intels 45-Watt-Achtkerner Core i9-10980HK hat in einem dünnen 15-Zöller knapp 4000 Punkte erzielt und AMDs Gegenstück Ryzen 9 4900HS kommt auf rund 4200 Punkte.

Wichtige Randnotiz: In den beiden Lenovo-Notebooks laufen die Ryzen-

CPU nicht mit ihrer Nominal-TDP von 15 Watt, sondern dürfen mehr verheizen. Letzteres ist bei dünnen Notebooks allerdings unabhängig vom CPU-Hersteller mittlerweile die Regel – es muss halt ein ausreichend leistungsstarkes Kühlsystem eingebaut werden und der höhere Strombedarf sichergestellt sein.

### Geringe Verfügbarkeit

Weil wie eingangs erwähnt nur die besten Renoir-Chips zum Ryzen 7 4800U taugen, ist dieser nur selten zu finden: Bei Redaktionsschluss war die von uns getestete 900-Euro-Maximalausstattung des Mittelklasse-Notebooks IdeaPad 5 das einzige Notebook, in dem AMDs Topmodell hierzulande erhältlich war. Lenovos Premium-Notebook Yoga Slim 7 wird den 4800U hingegen hierzulande voraussichtlich nicht bekommen; gleiches gilt für edle Ryzen-4000-Notebooks anderer Hersteller wie das HP Envy x360 13. Das ist schade, weil der Prozessor zu diesen Notebooks viel besser passen würde.

So verzichtet Lenovo beim IdeaPad 5 mit 4800U (81YMO04SGE) gegenüber dem teureren Yoga Slim 7 mit 4700U (82A20008GE) auf energieeffizienten LPDDR4-Speicher. Zusammen mit der Tatsache, dass auch die Akkukapazität kleiner ausfällt, drückt das stark auf die Laufzeit: Statt fast 24 Stunden haben wir hier bestenfalls 15 Stunden gemessen. Und dem Notebook fehlen Komfortfunktionen wie etwa die Windows-Hello-Webcam. Im Gegenzug bekommt man beim IdeaPad immerhin ein mattes statt spiegelndes IPS-Display.

AMDs Dilemma wird dadurch aber eher größer als kleiner: In den meisten Edel-Notebooks, die als Komplettsystem begehrenswert sind, stecken sowieso schon vergleichsweise langsame Intel-Prozessoren statt rasanter Ryzen-4000-Chips – und dann gibt es die wenigen besonders hochwertigen Ryzen-4000-Notebooks noch nicht einmal mit dem CPU-Topmodell ...

(mue@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Florian Müssig, Schnell und mobil, Vier kompakte Premium-Notebooks mit schnellen Prozessoren, c't 17/2020, S. 104

## Ryzen 7 4800U

Notebook-Prozessor	
Hersteller	AMD
Spezifikation	8 Kerne mit SMT, 1,8 GHz (Turbo bis 4,2 GHz), 8 × 512 KByte L2, 2 × 4096 KByte L3-Cache, integrierte Vega-8-GPU

# PUR – Professional User Rating

## Anwender bewerten Anbieter

### Managed Services

30. September 2020, 14 – 18 Uhr

## ONLINE-KONFERENZ

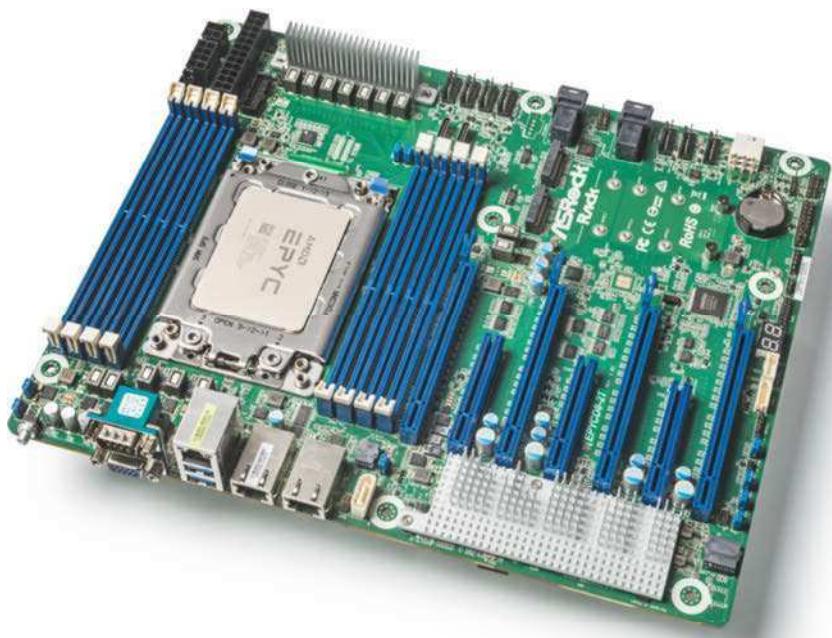


**Jetzt  
Ticket  
sichern!**

- Was professionelle Anwender von Managed Services erwarten
- Worauf es bei der Auswahl des richtigen Dienstleisters ankommt
- Welche Anbieter von 2100 Profis am besten bewertet werden
- Warum Managed Services & Co. Fluch und Segen zugleich sind

Preis: 115,00 Euro inkl. MwSt.

[www.heise-events.de/konferenzen/pur](http://www.heise-events.de/konferenzen/pur)



# Bolidenbasis

## ATX-Mainboard für einen AMD-Epyc-Serverprozessor

**Das Mainboard Asrock Rack EPYCD8-2T passt in ein PC-Gehäuse im ATX-Format. Der AMD Epyc macht bis zu 64 CPU-Kerne, 1 TByte ECC-RAM und über 100 PCIe-Lanes nutzbar, aber die Servertechnik hat ihre Tücken.**

Von Christof Windeck

Viele Server-Mainboards passen nicht in gewöhnliche ATX-Gehäuse für Desktop-PCs. Das Asrock Rack EPYCD8-2T ist eines der wenigen Epyc-Boards im ATX-Format.

Für Desktop-PCs hat AMD die Prozessorfamilien Ryzen (Fassung AM4) und Ryzen Threadripper (sTRX4) im Angebot. Letzterer ist eng mit dem Epyc verwandt und ebenfalls mit bis zu 64 Kernen erhältlich. Doch der „echte“ Epyc 7002

(Rome, Fassung SP3) hat deutlich mehr L3-Cache sowie acht statt vier RAM-Kanäle, die sich zudem mit Registered-Speichermodulen (RDIMMs) bestücken lassen. Solche fassen bis zu 128 GByte, während es UDIMMs für Ryzen und Threadripper auf höchstens 32 GByte bringen. Für Anwendungen, die sehr viel RAM benötigen, aber nur wenige CPU-Kerne, kommt man mit einem Epyc sogar billiger weg als mit einem Ryzen Threadripper: Der aktuelle Achtkern-Epyc 7232P kostet unter 500 Euro, ein Threadripper 3000 hat mindestens 24 Kerne und kostet über 1300 Euro.

Die Threadripper takten allerdings deutlich höher als die Epcys. Das bringt in vielen typischen Workstation- und PC-Anwendungen mehr Rechenleistung. Wir haben dazu zwei 24-Kerner verglichen, nämlich den Threadripper 3960X (bis zu 4,5 GHz) mit dem bisher nur für OEM-Kunden verfügbaren Epyc 7F72 (bis zu

3,7 GHz), der 10 Prozent höher taktet als der rund 1300 Euro teure Epyc 7402P. Dank seiner acht RAM-Kanäle führt der Epyc 7F72 deutlich beim Speicherdurchsatz und er hat 192 statt 128 MByte L3-Cache. Das bringt ihm in einigen Benchmarks erhebliche Vorteile: beim AES-Verschlüsseln mit Veracrypt (52 Prozent), im Pi-Berechnungsprogramm y-Cruncher (25 Prozent) sowie beim Komprimieren mit 7-Zip (15 Prozent). Beim Dekomprimieren und in allen anderen Benchmarks liegt hingegen der Threadripper 3960X zwischen 10 und 17 Prozent vorne.

Unter Linux (Fedora 32) funktionierte das EPYCD8-2T problemlos. Schwieriger war es, Treiber für Windows 10 beziehungsweise Windows Server 2019 zu beschaffen: Der Geräte-Manager bemängelte zahlreiche unbekannte Geräte, hinter denen sich unter anderem Schnittstellen des AMD Cryptographic Coprocessor (CCP) verbargen (PCI-ID 1002:1498). Bei Asrock Rack konnten wir keine passenden Treiber finden, aber auf der Supermicro-Webseite.

Im Leerlauf mit einer sparsamen Grafikkarte (GeForce GT 1030) braucht das EPYCD8-2T knapp 50 Watt – das sind 5 bis 15 Watt weniger als bei vielen TRX40-Mainboards für den Threadripper 3000.

### Teurer Spaß

Das Asrock Rack EPYCD8-2T kostet im Einzelhandel rund 550 Euro. Der Preis relativiert sich, wenn man den 10-GBit/s-Ethernet-Adapterchip Intel X550 mit zwei 10GBase-T-Ports nutzt, denn eine vergleichbare PCIe-Karte würde über 200 Euro kosten. Die billigere Board-Variante EPYCD8 ohne „2T“ und ohne 10GBase-T ist hierzulande schwierig zu bekommen.

Auf einem ATX-Mainboard lassen sich kaum mehr als acht Speicherfassungen unterbringen. Beim EPYCD8-2T hängt jeder DIMM-Slot an einem separaten RAM-Kanal. Wer die volle Datentransferrate ausreizen möchte, muss folglich acht ECC-RDIMMs einbauen. Für 8 × 8 GByte – also insgesamt 64 GByte – werden etwa 400 Euro fällig, für 8 × 64 GByte (512 GByte) über 2000 Euro. Für den Maximalausbau von 1 TByte braucht man LRDIMMs mit je 128 GByte, von denen jedes über 1000 Euro kostet.

Asrock Rack macht beim EPYCD8-2T über 100 der insgesamt 128 PCIe-Lanes des Epyc nutzbar, so lassen sich etwa vier PCIe-x16-Grafikkarten mit Dual-Slot-

Kühlern einsetzen sowie zwei M.2-SSDs, alle voll angebunden. Zum Anschluss von NVMe-SSDs über eine sogenannte Backplane für Hotswap-Wechselrahmen stehen zwei OCuLink-Stecker bereit (je PCIe x4). Doch das EPYCD8-2T wurde noch für die erste Epyc-Generation entwickelt und ist nicht für PCIe 4.0 freigegeben: Eine PCIe-4.0-SSD im M.2-Slot lieferte nur PCIe-3.0-x4-Geschwindigkeit.

Acht der neun SATA-Ports sind nur über MiniSAS-HD-Buchsen nutzbar, ein Adapterkabel mit vier SATA-Buchsen liegt bei. Ein Soundchip fehlt, das ist typisch für Serverboards. Auch den Stromsparmodus ACPI S3 (unter Windows: „Energie sparen“) kennt das EPYCD8-2T nicht. Es braucht ein ATX-Netzteil mit je einem EPS12V- und einem ATX12V-Kabel. Der Kühler muss zur SP3-Fassung passen.

Der Baseboard Management Controller (BMC) Aspeed AST2500 ermöglicht es, das Board über einen separaten Netzwerkport fernzusteuern. Die Fernwartung ist dummerweise mit den Zugangsdaten „admin/admin“ über den ersten 10GE-Port erreichbar, wenn kein Netzwerkkabel im separaten Port steckt. Daher sollte man unbedingt die Fernwartung abschalten oder ein sicheres Passwort vergeben.

Im BIOS-Setup finden sich einige Untermenüs, die mehr verwirren als nützen – die „NBIO RAS Common Options“ sind eher für Mainboard-Entwickler interessant als für Server-Admins.

## Fazit

Das Asrock Rack EPYCD8-2T ist ein gut ausgestattetes ATX-Serverboard. Bei BIOS und Treibern fehlt aber noch Feinschliff. Im Vergleich zu größeren Epyc-Boards gibt es nur acht DIMM-Steckplätze; jüngere Epyc-Boards unterstützen auch PCIe 4.0. Als Workstation-Prozessor wiederum eignet sich der Ryzen Threadripper besser. Das EPYCD8-2T ist also vor allem für spezielle Anwendungen attraktiv, die beispielsweise sehr viel RAM nutzen.

(ciw@ct.de) ct

## Asrock Rack EPYCD8-2T

### Server-Mainboard mit SP3-Fassung für AMD Epyc 7001 oder 7002

Hersteller	Asrock Rack, asrockrack.com
Prozessorfassung	AMD SP3
Chipsatz / BIOS-Version	– / 2.60 (2.6.2020)
DDR4-RAM, max. Kapazität	8 × DDR4-3200 ECC-RDIMM/-LRDIMM bis zu jeweils 128 GByte
PCIe-Slots	4 × PCIe 3.0 x16, 3 × PCIe 3.0 x8, 2 × M.2 (x4), 2 × OCuLink (x4)
SATA-Ports	1 × SATA 6G, 2 × MiniSAS HD (SFF-8643: 4 × SATA 6G)
10GBase-T Ethernet	Intel X550, 2 Ports
Fernwartung (BMC)	Aspeed AST2500, 1 × 1 Gbit/s
externe Anschlüsse	2 × RJ45, 1 × RJ45 BMC, 1 × VGA, 1 × RS-232, 2 × USB 3.2 Gen 1, 1 × ID-Faster
Lüfteranschlüsse	1 × CPU (4-Pin), 6 × Sys (4-Pin)
weitere interne Anschlüsse	1 × USB 3.2 Gen 1 (19-Pin), 1 × TPM
Besonderheiten	Diagnose-LEDs

### Messwerte<sup>1</sup>

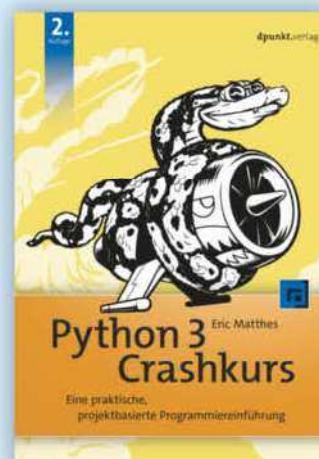
Cinebench R20 Single-/Multi-threading	436 / 12.002 Punkte
Leistungsaufnahme Leerlauf (alle NICs aus / an)	48 / 50 W
Leistungsaufnahme CPU-Volllast	284 W
Preis	550 €
– nicht vorhanden	<sup>1</sup> gemessen mit Epyc 7F72 (24 Kerne), 8 × 32 GByte DDR4-2666 ECC reg., WD Green 240 GByte, GeForce GT 1030



2020, 600 Seiten  
€ 34,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-756-2



Heribert Prähofer  
**Funktionale  
Programmierung  
in Java**  
Eine umfassende Einführung



2. Auflage  
2020, 620 Seiten  
€ 32,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-735-7



2. Auflage  
2020, 696 Seiten  
€ 34,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-753-1



2020, 296 Seiten  
€ 32,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-734-0



NEU

Auch  
Heft + PDF  
erhältlich mit  
29 % Rabatt

# Einfach loslegen mit Python



„Learning by Doing“ ist das Motto der Neuauflage des unverzichtbaren ct Sonderheftes - vollständig überarbeitet und aktualisiert, darüber hinaus mit komplett neuen Beiträgen auf 150 Seiten.

Stürzen Sie sich in die Python-Projekte für alle Schwierigkeitsgrade – dabei lernen Sie ganz automatisch. Vom blutigen Anfänger bis zum Berufsprogrammierer findet jeder passende Projekte für sich, die ganz nebenbei auch konkrete Probleme lösen.“

[shop.heise.de/ct-python20](http://shop.heise.de/ct-python20)

Einzelheit  
für nur

14,90 € >

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abo-Nachrichten. Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

 heise shop

[shop.heise.de/ct-python20](http://shop.heise.de/ct-python20)

Test & Beratung | Serverprozessoren



## Kleinserver-Motoren

**Die Prozessoren Xeon E-2226G und E-2288G mit sechs und acht Kernen eignen sich für kleine Server.**

Viele Server für kleine Netze kommen mit sechs oder acht Prozessorkernen, höchstens 128 GByte RAM sowie ein paar Festplatten oder SSDs aus. Dafür liefert Intel schon seit Jahren Xeons, die eng mit Core-i5-beziehungsweise Core-i7-Prozessoren verwandt sind. Diese Xeon-E-2000-Typen (früher E3-1200) benötigen allerdings Mainboards mit speziellen Chipsätzen – aktuell C246 oder C242 –, die auch Speichermodule für den RAM-Fehlerschutz Error Correction Code (ECC-RAM) vertragen. Bei Core-i-Typen außer dem Core i3 blockiert Intel hingegen die ECC-Funktion.

Während der Core i schon in der zehnten Generation „Comet Lake“ für Mainboards mit der Fassung LGA1200 angekommen ist, hängt der Xeon E-2200 noch bei „Coffee Lake Refresh“ und LGA1151v2 fest. Die Unterschiede zur Vorgängerbauweise Xeon E-2100 sind minimal; wichtigster Vorteil ist, dass es nun eben auch einen Achtkerner mit Hyper-Threading

gibt. Dieses Spitzenmodell Xeon E-2288G mit 5 GHz Turbo-Takt ist mit dem Core i9-9900K aus dem Jahr 2018 vergleichbar. Die Version E-2226G ähnelt mit sechs Kernen und höchstens 4,7 GHz dem Core i5-9600K, hat aber ein Drittel mehr L3-Cache.

An der Mikroarchitektur der 14-Nanometer-Prozessoren hat Intel seit vier Jahren kaum etwas verbessert. Der Vergleich zum AMD Ryzen 7 3700X mit ebenfalls acht Kernen fällt daher nicht schmeichelhaft aus: Letzterer rechnet rund 15 bis 25 Prozent schneller, ist unter Last deutlich effizienter und kostet weniger als die Hälfte des E-2288G. Im Vergleich zwischen Xeon E-2226G und Ryzen 5 3600 schneidet letzterer sogar noch deutlich besser ab. Allerdings gibt es für AMDs AM4-Prozessoren nur sehr wenige Mainboards mit servertypischen Funktionen wie ECC-RAM, Fernwartung sowie mehreren Gigabit-Ethernet-Ports. Und im Leerlauf ist ein Xeon E-2200 je nach Board mit 16 Watt deutlich sparsamer als ein Ryzen mit über 30 Watt.

Sofern Performance und Funktionsumfang für die jeweilige Anwendung ausreichen, ist ein Xeon E-2200 trotz veralteter Technik eine gute Wahl für kleine Server. Oft genügt aber schon der deutlich billigere Vierkerner Core i3-9100(F). (ciw@ct.de)

## Intel Xeon E-2226G und E-2288G

x86-Serverprozessoren für LGA1151v2-Mainboards mit C242/C246

Anbieter	Intel, <a href="http://intel.de">intel.de</a>	Intel, <a href="http://intel.de">intel.de</a>
CPU-Typ	Xeon E-2226G	Xeon E-2288G
Kerne / Threads / L3-Cache	6 / 6 / 12 MByte	8 / 16 / 16 MByte
Thermal Design Power	80 Watt	95 Watt
Cinebench R20 Single-/Multithreading	455 / 2485 Punkte	505 / 4265 Punkte
openSSL aes-128-cbc ohne / mit AES-NI	0,33 / 1,77 GByte/s	0,34 / 1,89 GByte/s
Leistungsaufnahme Leerlauf / Volllast / Spitze	16 / 121 / 168 Watt	16 / 147 / 168 Watt
Preis	280 €	580 €



## Animier-Deckel

**Asus baut in manche Varianten des Gaming-Notebooks RoG Zephyrus G14 eine LED-Matrix-Anzeige an der Deckelaußenseite ein.**

Mit dem RoG Zephyrus G14 hat Asus ein ebenso kompaktes wie potentes Gaming-Notebook auf die Beine gestellt: In ihm arbeiten AMDs leistungsstarke Ryzen-4000H-Prozessoren mit Nvidia-GPUs bis zur GeForce RTX 2060 zusammen. Einen Test des Notebooks im Maximalausbau (Ryzen 9 4900HS plus GeForce RTX 2060) haben wir bereits in c't 9/2020 auf Seite 68 veröffentlicht.

Inzwischen sind zusätzliche Ausstattungsvarianten erhältlich, die an der Deckelaußenseite ein sogenanntes AniMe Matrix Display mitbringen: Hinter den feinen Löchern, die alle Konfigurationen als Designelemente in einer Hälfte des Deckels mitbringen, stecken hier zig weiße LEDs. Sie lassen sich über das vorinstallierte Hilfsprogramm Armory Crate als Punktmatrix-Anzeige ansteuern, wenn das Notebook am Netzteil hängt.

Asus sieht drei Nutzungsmodi vor. Auf Partys lässt sich die Deckelaußenseite zur grafischen Visualisierung der vom Notebook abgespielten Musik nutzen. Sich selbst kann man bei schlafendem und zugeklapptem Notebook mittels AniMe Matrix über beliebige Kombinationen von Akkustand, Datum, Uhrzeit und eingegangenen Mails informieren lassen. Der Funktionsumfang ist allerdings limitiert: Die Mail-Benachrichti-

gung funktioniert nur in Zusammenspiel mit Outlook oder Windows Mail, die Datumsanzeige ist auf das hierzulande nicht gebräuchliche Format YYYY.MM.DD festgelegt.

Schließlich liefert Asus eine Sammlung von neun vorgegebenen Animationen mit, darunter mehrere Varianten des RoG-Logos und funkeln Sternenhimmel oder Sternschnuppen. Das Einbinden eigener Animationen sieht die Software nicht vor. Man kann lediglich ein- oder zweizeilige Laufbänder mit eigenem Text erstellen, bei denen man Geschwindigkeit (inklusive vollständigem Stillstand), Schriftgröße und Font wählen kann.

Damit lassen sich über das LED-Matrix-Display durchaus sinnvolle Hingucker erzeugen – etwa wenn das Notebook am Empfangstresen einer Arztpraxis steht oder für das Check-in bei Konferenzen verwendet wird. Allerdings steckt das AniMe Matrix Display dafür im falschen Notebook: Das potente Gaming-Notebook G14 ist mit Office-Arbeiten unterfordert und dafür auch zu teuer – vom permanent hörbar rauschenden Lüfter ganz abgesehen. Laut Asus ist derzeit nicht geplant, die AniMe Matrix auch in andere Notebookmodelle einzubauen. (mue@ct.de)

## AniMe Matrix Display

### Punktmatrix-Anzeige

Hersteller	Asus
Verfügbarkeit	im Gaming-Notebook RoG Zephyrus G14
Preis	mit Notebook ab 1500 €

Auch  
Heft + PDF  
erhältlich mit  
29% Rabatt

## Raspberry Pi-Projekte zum Basteln, Steuern, Vernetzen



### c't RASPI 2020

In diesem Sonderheft hat die c't-Redaktion die besten Artikel rund um den Raspi aus dem vergangenen c't-Jahrgang zusammengetragen und überarbeitet. Damit verschaffen Sie sich zusätzliche Sicherheit in Ihrem Netzwerk, setzen den Kleincomputer als Multimedia-Server oder Netzwerkspeicher ein oder bauen sich damit einen Internet-Radiowecker oder eine Smarthome-Zentrale und vieles mehr.

[shop.heise.de/ct-raspi20](http://shop.heise.de/ct-raspi20)

Einzelheft für nur

14,90 €

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten. Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.



heise shop

[shop.heise.de/ct-raspi20](http://shop.heise.de/ct-raspi20)





# An Format gewonnen

## Dells Edel-Notebook XPS 15 (9500) mit 16:10-Bildschirm

**Dells edler 15-Zöller XPS 15 nimmt auch in der 2020er-Edition wieder eine Ausnahmestellung ein: Der Bildschirm kommt nun im praktischen Seitenverhältnis 16:10.**

Von Florian Müssig

Bei Notebookdisplays gehört Dells Edel-Baureihe XPS seit Jahren zu den Trendsettern: Im XPS 13 debütierten beispielsweise bereits anno 2015 die inzwischen obligatorischen schlanken Display-

ränder – zumindest an den Seiten und oberhalb des Panels. Doch erst jetzt, in der 2020er-Generation, ist auch der Rand unter dem Bildschirm verschwunden, was Dell für einen weiteren Schritt nach vorne nutzt: Es gibt jetzt 16:10-Bildschirme mit mehr Bildhöhe. Auf Webseiten oder in Dokumenten muss man deshalb deutlich weniger scrollen als bei herkömmlichem 16:9.

Beim hier getesteten neuen XPS 15 9500 stehen zwei Bildschirme zur Wahl. Im Testgerät steckte ein Touchscreen mit etwas mehr als 4K-Auflösung (3840 × 2600 Punkte), der den AdobeRGB-Farbraum abdeckt und mit einer maximalen

Helligkeit von über 400 cd/m<sup>2</sup> zudem die DisplayHDR-400-Norm erfüllt. Alternativ ist ein matter Bildschirm bestellbar, der weniger Auflösung (1920 × 1200 Punkte) und einen geringeren Farbumfang bietet.

Das 1920er-Panel arbeitet deutlich energieeffizienter und soll laut Dell Laufzeiten von über 25 Stunden ermöglichen. Unser 4K-Testgerät schaffte hingegen bestenfalls rund 14 Stunden. Wichtig zu wissen: Dell verkauft das neue XPS 15 nicht nur wie im Testgerät (oder bei der Werbe-Maximalangabe) mit 86-Wh-Akku, sondern gibt günstigen Modellen einen kleineren Akku mit lediglich 56 Wh mit – dann sind freilich nur kürzere Laufzeiten möglich.

Bei Ausstattungsvarianten, die Dell im hauseigenen Webshop verkauft, ist die Akkukapazität an den Prozessortyp gekoppelt. Modelle mit dem Vierkernprozessor Core i5-10300H haben den kleinen Akku, mit dem Sechskerner Core i7-10750H oder den beiden Achtkernern Core i7-10875H und Core i9-10885H ist hingegen der größere Akku an Bord. Der Bildschirtyp spielt anders als bei früheren Iterationen keine Rolle für die Akkukapazität. Ob die Faustformel auch für Ausstattungsvarianten gilt, die Fach- und Onlinenhändler vertreiben, ist unklar – so oder so sollte man im Einzelfall sicherheitshalber die Artikelbeschreibung studieren oder nachfragen.

Im gut ausgestatteten 2800-Euro-Testgerät und allen Varianten, die bei Redaktionsschluss im Fachhandel gelistet waren (ab 1850 Euro), steckt Nvidias Mittelklasse-GPU GeForce GTX 1650 Ti, die für Full-HD-Zocken bei mittleren Details ausreicht. Im Dell-Webshop findet man auch ein Core-i5-Einstiegsmodell ohne Nvidia-Chip (1650 Euro). Die im Prozessor integrierte UHD-Grafikeinheit reicht für Büroarbeiten, Videogucken und Bildbearbeitung aus, ist für detailreiche 3D-Spiele aber zu schwach.

### Jenseits von USB-PD

Bei den Schnittstellen setzt Dell durchgängig auf USB-C. Zwei der drei Buchsen sprechen Thunderbolt 3, doch auch die dritte gibt DisplayPort-Signale aus und nimmt Ladestrom entgegen. Ein Kombi-Adapter (USB-Buchse im herkömmlichen Typ-A-Format plus HDMI-Ausgang) liegt mit im Karton.

Das mitgelieferte Netzteil hat ebenfalls einen USB-C-Stecker und stellt bis zu



Dell legt dem XPS 15 (9500) ein USB-C-Netzteil mit 130 Watt bei, was deutlich über die USB-PD-Norm hinausgeht.

130 Watt (20 V, 6,5 A) bereit. Wer sich nun wundert, weil der USB-PD-Standard (USB Power Delivery) maximal 100 Watt (20 V, 5 A) vorsieht: Dell geht hier einen proprietären Sonderweg, um die bei Notebooks dieser Leistungsklasse seit Jahren üblichen 130 Watt über USB-C zu realisieren. Andere Notebookhersteller legen die USB-PD-Norm hingegen standardkonform aus und ihren Notebooks mit hohem Leistungsbedarf weiterhin Netzteile mit Rundstecker bei.

Dells 130-Watt-Netzteil funktioniert auch an anderen Notebooks, diese bekommen allerdings bestenfalls 90 Watt (20 V, 4,5 A). Alternativ bietet das Netzteil ein unübliches 18-Volt-Profil an, während es die für Smartphones und Tablets wichtigen Stufen mit 9, 12 oder 15 Volt nicht bedient – unpraktisch. Selbst bei USB-typischen 5 Volt liefert das Netzteil nur 1 Ampere und nicht wie von USB-C gewohnt 3 Ampere. Das XPS 15 akzeptiert wiederum auch regelkonforme USB-PD-Netzteile mit 20-Volt-Profil, doch Windows wirft selbst bei standardkonformen leistungsstarken USB-C-Modellen die Warnung aus, dass das Netzteil schwach sei und man deshalb mit Einschränkungen rechnen müsse.

Das riesige Touchpad erlaubt lange Mauswege; Mehrfingergesten lassen sich auch mit dicken Fingern bequem ausführen. Das Tippgefühl der beleuchteten Tastatur stellt Vielschreiber zufrieden; bis auf den einzeiligen Cursor-Block mit unterschiedlich großen Tasten gibt es am Layout nichts zu bemängeln. Der in der Tastatur integrierte Fingerabdruckleser erlaubt biometrisches Einloggen mittels Windows Hello; alternativ ist eine IR-Webcam oberhalb des Bildschirms verbaut.

Links und rechts des Tastenfelds befinden sich die neuerdings zum Nutzer gerichteten Lautsprecher; sie liefern eine ordentliche Klangqualität. Der SD-Kartenleser nimmt normalgroße Karten auf und spricht rasante UHS-II-Modelle mit voller Geschwindigkeit an.

Das Notebook bleibt bei geringer Last flüsterleise; das Kühlssystem verdaut kurze Lastspitzen ohne Aufheulen. Bei typischer Dauerlast bleiben die Lüfter üblicherweise leiser als die 2,8 Sone, die wir im Maximalfall gemessen haben. Die Rechenleistung der Intel-Prozessoren ist hoch, kommt aber nicht an die von AMDs Ryzen-4000-Prozessoren heran, die man

in viel günstigeren Notebooks bekommt (siehe auch S. 90).

## Fazit

Dell erweitert beim 2020er-Modell des High-End-Notebooks XPS 15 die bekannte Sammlung toller Aspekte – viel Leistung, farbstarker Bildschirm, Windows Hello, beleuchtete Tastatur, schickes Gehäuse – um einen 16:10-Bildschirm, dessen Plus an Bildhöhe einen großen Komfortgewinn bringt. Mit dem proprietären 130-Watt-Netzteil erweist Dell dem USB-C-Ökosystem und dessen Universalitätsversprechen allerdings einen Bärendienst. (mue@ct.de) ct

## Dell XPS 15 (9500): Daten und Testergebnisse

Getestete Konfiguration	9TJ25						
Lieferumfang	Windows 10 Pro 64 Bit, Netzteil, USB-C-Adapter (HDMI, USB Typ A)						
<b>Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)</b>							
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera (Hello)	– / – / – / – / ✓ (✓)						
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / 1 × R (1 × Typ C) / 2 × L (2 × Typ C) / –						
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	R (SD) / – / –						
USB-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓						
<b>Ausstattung</b>							
Display	Sharp LQ156R1: 15,7 Zoll / 39,8 cm, 3840 × 2400, 16:10, 289 dpi, 25 ... 416 cd/m <sup>2</sup> , spiegelnd						
Prozessor	Intel Core i7-10750H (6 Kerne mit SMT), 2,6 GHz (Turbo bis 5 GHz), 6 × 256 KByte L2-, 12 MByte L3-Cache						
Hauptspeicher / Chipsatz	32 GByte DDR4-2933 / Intel HM370						
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	PEG: Nvidia GeForce GTX 1650 Ti (4096 MByte GDDR6) / ✓						
Sound	HDA: Realtek ALC289						
LAN / WLAN	– / CNVi: Intel AX201 (Wi-Fi 6, 2 Streams)						
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	– / USB: Intel (Microsoft)						
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / USB: Goodix						
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: Samsung PM981a (1024 GByte) / –						
<b>Stromversorgung, Maße, Gewicht</b>							
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	86 Wh Lithium-Ionen / – / –						
Netzteil	130 W, 445 g, 14,3 cm × 6,5 cm × 2,2 cm, Kleeblattstecker						
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	2,02 kg / 34,5 cm × 22,8 cm / 1,8 ... 2 cm						
Tastaturhöhe / Tastenraster	1,3 cm / 19 mm × 18 mm						
<b>Leistungsaufnahme</b>							
Suspend / ausgeschaltet	1 W / 0,5 W						
ohne Last: Display aus / 100 cd/m <sup>2</sup> / max	2,5 W / 7,9 W / 12,3 W						
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	128 W / 20,9 W / 82,4 W						
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	133,2 W / 0,93						
<b>Laufzeit, Geräusch, Benchmarks</b>							
Laufzeit Idle (100 cd/m <sup>2</sup> ) / Video (200 cd/m <sup>2</sup> ) / 3D (max)	14,1 h / 6,7 h / 1,9 h						
Ladestand / Laufzeit nach 1h Laden	51 % / 7,2 h						
Geräusch ohne / mit Rechenlast	< 0,1 Sone / 2,8 Sone						
Massenspeicher lesen / schreiben	3137 MByte/s / 2862 MByte/s						
IOPS (4K) lesen / schreiben	89336 / 100027						
Leserate SD-Karte	253 MByte/s						
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	15,4 MByte/s / 14,9 MByte/s / ✓						
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 120,6 dB(A)						
Cinebench R20 Rendering (1 / n CPU)	462 / 2752						
3DMark: Night Raid / Sky Diver / Fire Strike / Time Spy / Port Royal	25072 / 25290 / 8619 / 3559 / –						
<b>Preis und Garantie</b>							
Straßenpreis Testkonfiguration	2820 €						
Garantie	1 Jahr						
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend	⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht	✓ vorhanden	– nicht vorhanden	k.A. keine Angabe



# Riesenfliege

## Leichtes Notebook LG Gram 17 mit großem 16:10-Bildschirm

**Das LG Gram 17 spielt bei Akkulaufzeit und Gewicht in einer Liga mit 13,3-Zoll-Notebooks, ist aber viel größer: Es hat einen 17-Zoll-Bildschirm im arbeitsfreundlichen 16:10-Format.**

Von Florian Müssig

**L**G bereichert den hiesigen Notebookmarkt seit Kurzem mit einigen besonders leichten Premiumgeräten der Gram-Serie. Dessen größter Vertreter, das Gram 17, ist zwar so groß, dass der namensgebende 17-Zoll-Bildschirm ins Gehäuse passt, doch beim Gewicht fühlt man sich an viel kompaktere Mobilrechner erinnert: Rund 1,3 Kilogramm ist bei 13,3-Zoll-Notebooks üblich. Auch die Laufzeit fällt außer-

gewöhnlich lang aus: Das flache Gehäuse bietet dank ausladender Grundfläche genug Platz für einen 80-Wh-Akku, der das Notebook bei geringer Systemlast über 22 Stunden lang speist.

All dies konnte LG nur dadurch erreichen, dass die internen Komponenten ebenfalls aus der Kompaktklasse stammen. Statt besonders leistungsfester H-Prozessoren mit sechs oder acht Kernen und dicken Grafikchips kommen im Gram 17 dieselben Prozessoren zum Einsatz, die man sonst eben in 13,3- oder 14-Zöllern findet: Der Core i7-1065G7 ist ein Quad-Core aus Intels 10-Nanometer-Baureihe Ice Lake; um die Grafikausgabe kümmert sich allein die im Prozessor enthaltene Iris-Plus-GPU. Der Prozessor erzielt im Gram 17 eine ordentliche, aber keine überragende Performance – vermutlich, weil ein besonders leistungsstarkes Kühl-

tem den Einsatz von mehr Metall erfordert hätte, was wiederum aufs Gesamtgewicht durchgeschlagen wäre.

Interessantes Detail: LG verwendet innerhalb seiner Gram-Baureihe nicht nur dieselbe Prozessorklasse, sondern für alle Notebooks sogar eine identische Hauptplatine. Das spart Entwicklungskosten und erleichtert das Vorhalten von Ersatzteilen. Die Gram-Modelle unterscheiden sich lediglich in den Längen des Flachbandkabels zur Tochterplatine, deren Ausführungen und natürlich bei den Gehäusen samt Bildschirmen unterschiedlicher Größe.

### 16:10

Während das Gram 14 [1] und das Gram 15 wie viele andere Notebooks mit herkömmlichen Bildschirmen im schmalen 16:9-Format daherkommen, bietet das hier getestete Gram 17 ein Display im arbeitsfreundlichen 16:10-Format: Das Plus an Bildhöhe reduziert den Scroll-Bedarf spürbar. Die feine Auflösung (2560 × 1600 Punkte) lässt sich nur mit der in Windows enthaltenen Skalierung sinnvoll nutzen, die Helligkeit von über 300 cd/m<sup>2</sup> reicht für helle Sommertage aus. Je nach Bildschirminhalt muss man Sitzplatz oder Aufklappwinkel allerdings anpassen: Bei dunklen Bildschirminhalten stören sonst unweigerlich Spiegelungen auf der glatten Paneloberfläche. Diese haben leider auch die Businessvarianten des Notebooks, die LG auf seiner Webseite für Firmenkunden anbietet: Dort ist lediglich Windows 10 Pro statt Home vorinstalliert.

LG verkauft das Gram 17 abgesehen vom Betriebssystem nur in zwei Varianten. Das hier getestete 1650-Euro-Modell mit Core i7-1065G7, 16 GByte Arbeitsspeicher und einer 1-TByte-SSD stellt den Maximalausbau dar; für 1300 Euro bekommt man es alternativ mit minimal langsamerem Core i5-1035G7 und jeweils halbierten Speicherkapazitäten. Der 16:10-Bildschirm hoher Auflösung ist überall an Bord; gleiches gilt für weitere Merkmale wie das Wi-Fi-6-taugliche WLAN-Modul oder die Thunderbolt-3-fähige USB-C-Buchse fürs Docking. Wer die Bodenplatte abschraubt, findet neben der NVMe-SSD einen zweiten, freien M.2-2280-Slot zum Nachrüsten.

Der Notebook-Akku lässt sich über die Thunderbolt-fähige USB-C-Buchse laden; im Karton liegt allerdings ein herkömmliches Netzteil mit Rundstecker. Es fällt mit 48 Watt recht schwachbrüstig aus; das vollständige Laden des Akkus dauert des-

halb lange. Der Kartenleser nimmt nur kleine MicroSD-Kärtchen auf.

Das große Gehäuse bietet ausreichend Platz für eine beleuchtete Tastatur mit normal großem Tastenraster; auch die Tasten des Ziffernblocks wurden nicht gequetscht. LG hat zudem für einen immerhin ausreichend dimensionierten einzeligen Cursor-Block gesorgt; der größte Kritikpunkt am Layout ist damit die ebenfalls nur einzeilig ausgeführte Enter-Taste. Der Einschalter ist Teil der Tastatur und enthält einen Fingerabdruckleser für biometrisches Einloggen mittels Windows Hello.

Bei geringer Systemlast bleibt der Lüfter unhörbar leise; das Kühlssystem übersteht kurze Last ohne Aufheulen. Unter Volllast bleibt das Notebook bei leisen 0,3 Sone, das Rauschen klingt jedoch hochfrequent. Über das vorinstallierte LG-Hilfsprogramm Control Center lässt sich alternativ ein Flüstermodus aktivieren; dann fällt die Rechenleistung allerdings noch magerer aus. Ein vor einiger Zeit von LG angekündigtes Update des Hilfsprogramms, welches dann drei statt zwei Lüftermodi bieten soll, war zum Testzeitpunkt weiterhin nicht verfügbar.

## Fazit

Das Gram 17 bietet die ungewöhnliche Vereinigung von geringem Gewicht mit einem großen Bildschirm und langer Akkulaufzeit. Wer sowieso mit großem Rucksack aus dem Haus geht, kommt ohne Rückenschmerzen und Netzteil aus, ohne unterwegs auf ein großes Display verzichten zu müssen. Diese erstrebenswerte Kombination lässt sich LG allerdings gut bezahlen.

Andere 17-Zöller in dieser Preisklasse kommen als Gaming-Notebooks mit viel mehr CPU- und GPU-Power daher, wiegen aber rund das Doppelte und saugen ihren Akku schneller leer. Unter den großen Notebooks mit 16:10-Bildschirm gehört das Gram 17 wiederum sogar zu den günstigeren (siehe S. 96 und [2, 3]).

(mue@ct.de) 

## Literatur

- [1] Florian Müssig, Edel und mobil, Sieben kompakte und leichte Premium-Notebooks im Vergleich, c't 15/2020, S. 90
- [2] Florian Müssig, Flacher Pro-Riese, Asus-Notebook ProArt StudioBook W700 mit farbstarkem 17-Zoll-Bildschirm, c't 14/2020, S. 78
- [3] Florian Müssig, Mobile Power mit guter Tastatur, Apple MacBook Pro 16" mit neuer Tastenmechanik, c't 26/2019, S. 72

Eine bau-reihenüber-greifende Hauptplatine, ein großer Akku und viel Leerraum – im Inneren des leichten Gram 17 geht es übersichtlich zu.



## LG Gram 17: Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration		17Z90N-V.AA77G
Lieferumfang		Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil, USB-C-LAN-Adapter
<b>Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)</b>		
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera (Hello)	– / – / L / – / ✓ (–)	
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / 1 × L, 2 × R / 1 × L (1 × Typ C) / –	
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	R (MicroSD) / L / –	
USB-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	
<b>Ausstattung</b>		
Display	LG LP170WQ1-SPA1: 17 Zoll / 43,2 cm, 2560 × 1600, 16:10, 178 dpi, 25 ... 326 cd/m², spiegelnd	
Prozessor	Intel Core i7-1065G7 (4 Kerne mit SMT), 1,3 GHz (Turbo bis 3,9 GHz), 4 × 512 KByte L2, 8 MByte L3-Cache	
Hauptspeicher / Chipsatz	16 GByte DDR4-3200 / Intel Ice-Lake-U	
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	int.: Intel Iris Plus (vom Hauptspeicher) / –	
Sound	HDA: Conexant 8200	
LAN / WLAN	– / CNVi: Intel AX201 (Wi-Fi 6, 2 Streams)	
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	– / USB: Intel (Microsoft)	
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / SPI: Goodix	
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: Samsung PM981a (1024 GByte) / –	
<b>Stromversorgung, Maße, Gewicht</b>		
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	80 Wh Lithium-Ionen / – / –	
Netzteil	48 W, 236 g, 9,7 cm × 5,9 cm × 2,6 cm, Kleingerätestecker	
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,32 kg / 38 cm × 26,1 cm / 1,7 ... 2,1 cm	
Tastaturhöhe / Tastenraster	1,2 cm / 19 mm × 18,5 mm	
<b>Leistungsaufnahme</b>		
Suspend / ausgeschaltet	1,2 W / 0,3 W	
ohne Last: Display aus / 100 cd/m² / max	1,9 W / 4,5 W / 8,3 W	
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	46,4 W / 14,4 W / 38,2 W	
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	47,1 W / 0,6	
<b>Laufzeit, Geräusch, Benchmarks</b>		
Laufzeit Idle (100 cd/m²) / Video (200 cd/m²) / 3D (max)	22,4 h / 9,3 h / 3,6 h	
Ladestand / Laufzeit nach 1h Laden	38 % / 8,6 h	
Geräusch ohne / mit Rechenlast	< 0,1 Sone / 0,3 Sone	
Massenspeicher lesen / schreiben	3345 MByte/s / 2860 MByte/s	
IOPS (4K) lesen / schreiben	139776 / 118016	
Leserate SD-Karte	76 MByte/s	
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20 m) / MU-MIMO-fähig	11,5 MByte/s / 11,8 MByte/s / ✓	
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 98,1 dB(A)	
Cinebench R20 Rendering (1 / n CPU)	431 / 1232	
3DMark: Night Raid / Sky Diver / Fire Strike / Time Spy / Port Royal	7799 / 6803 / 2163 / 801 / –	
<b>Preis und Garantie</b>		
Straßenpreis Testkonfiguration	1650 €	
Garantie	2 Jahre	
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht	✓ vorhanden   – nicht vorhanden   k. A. keine Angabe	

Sofort zum  
Download verfügbar!

## Mit allen Wassern gewaschen:

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

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten  
Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.



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



Test & Beratung | Security-Kameras



## Kluge Überwachung

Eine lokale KI soll für weniger Fehlalarme sorgen, indem sie Menschen von wehendem Laub unterscheidet. D-Link bietet sie in einer Indoor- und Outdoor-Version.

D-Link hat die „Full HD Outdoor Wi-Fi Spotlight Camera“ (DCS-8627LH, rechts) nach IP65 zertifiziert und für den Außen Einsatz zugelassen. Das kompakte Kame ragehäuse (6 Zentimeter breit und 8,4 Zentimeter hoch) ist über ein Kugelgelenk mit der Montageplatte verbunden und lässt sich beliebig schwenken und drehen. Das Schwesternmodell „Smart Full HD Wi-Fi Camera“ (DCS-8325LH, links) ist dagegen nicht outdoor-tauglich und sollte nur in geschlossenen Räumen eingesetzt werden. Die Kamera lässt sich wahlweise aufstellen oder samt Halterung an Wand oder Decke montieren.

Beide Kameras werden über die für iOS und Android erhältliche App mydlink eingerichtet. Man benötigt einen Account, die Konfiguration per QR-Code ist schnell erledigt. Danach sind die Kameras mit dem WLAN (2,4 GHz) verbunden und über die App konfigurierbar. Über die D-Link-Cloud kann man von unterwegs das Live-Bild auch mit Ton verfolgen, oder auf durch Bewegung oder Geräusche getriggerte Aufzeichnungen zugreifen. Die Cloud stellt zudem IFTTT-Trigger bereit, die man für weitere Smart-Home-Spielereien nutzen kann.

Die Kameras liefern H264-kodiertes FullHD-Video und decken einen horizontalen Blickwinkel von etwa 125 Grad ab. Über IR-LEDs leuchten sie den Sichtbereich im Dunkeln bis etwa 14 Meter aus. Die Outdoor Wi-Fi Spotlight ist zusätzlich

mit sechs Hochleistungs-LEDs (400 Lumen) einem passiven IR-Sensor und einer Alarmsirene ausgestattet.

Beide Kameras können die Videos lokal auf einer MicroSD-Karte ablegen. Alternativ bietet D-Link an, Videos der letzten 24 Stunden von bis zu drei Kameras kostenlos in der Hersteller-Cloud zu speichern. Per In-App-Kauf lässt sich das erweitern: Im teuersten Paket für monatlich 10 Euro lassen sich Videoinhalte von 10 Kameras über 30 Tage sichern.

Beide Modelle unterstützen den offenen Onvif-Standard (Open Network Video Interface Forum). Er ermöglicht den lokalen Zugriff sowie die Speicherung im lokalen Netz, sofern ein Onvif-Server vorhanden ist. Diese Rolle kann beispielsweise ein entsprechend präparierter Raspi oder ein Onvif-fähige NAS übernehmen. Spricht man die Kameras per Onvif an, werden sie aus der mydlink-App automatisch entfernt und die Cloud-Verbindung wird gekappt.

D-Link wirbt mit KI-Funktionen, die vor allem für weniger Fehlalarme sorgen sollen. Die Indoor-Kamera versteht sich auf „grenzübergreifende Erkennung“. Dabei trennt man den überwachten Bereich durch das Ziehen einer Linie in zwei Felder. Die Kamera schlägt dann erst Alarm, wenn sich ein Objekt von einem Feld in das andere bewegt, die virtuell gezogene Grenze also überschritten wird. Alternativ lässt sich eine Überwachung in bis zu fünf definierten Bildbereichen aktivieren.

Beide Features fehlen der Outdoor-Kamera – sie überwacht wahlweise das gesamte Sichtfeld oder eine manuell anpassbare Alert-Zone. Dafür bietet sie die einzige feststellbare KI-Leistung: Sie konnte im Test zuverlässig Menschen von anderen bewegten Objekten unterscheiden.

In Sachen KI wäre sicherlich mehr möglich. Alles in allem lassen sich die D-Link-Kameras mit solider Hardware, einer ordentlichen App und der Cloud-Alternative Onvif jedoch recht flexibel einsetzen.

(sha@ct.de)

## D-Link DCS-8325LH / DCS-8627LH

### Smarte Indoor- / Outdoor-Kamera

Hersteller	D-Link, <a href="http://www.dlink.de">www.dlink.de</a>
Videoformat	maximal Full HD / H.264
Konnektivität	WiFi-4 (2,4 GHz)
Speicherung	Cloud-Dienst, MicroSD, Onvif
Preis	160 € (Indoor) / 190 € (Outdoor)



## Das kleine Schwarze

**Sennheisers In-Ear-Headset CX 400BT verspricht den Klang des True Wireless 2, kostet aber 100 Euro weniger. Gespart wurde an der aktiven Geräuschunterdrückung.**

Sennheiser baut in sein neues In-Ear-Headset CX 400BT die gleichen Wandler ein wie ins Spitzenmodell True Wireless 2. Der Klang ist identisch, was die gleich verlaufenden Messkurven von unserem Kunstkopf belegen. Der Sound wirkt aufgrund der starken, aber nicht übertriebenen Bassbetonung recht voluminös. Höhen halten sich etwas zurück, ohne spitz oder dumpf aufzuspielen. Im Vergleich zu Apples Airpods Pro klingen die CX 400BT etwas runder, weniger hart und hell, was an der Absenkung im Bereich von 2 bis 6 kHz liegen mag.

Auf den Spritzwasserschutz nach IPX 4 der True Wireless 2 muss man hier ebenso verzichten wie auf eine aktive Geräuschunterdrückung samt „Transparentmodus“. Allerdings ist bereits die passive Dämpfung recht hoch, sodass man wenig von seiner Umgebung mitbekommt.

Durch ihre neue Formgebung sind die CX 400BT etwas griffiger. Mit ihren abschließenden Gummimanschetten in drei verschiedenen Größen saßen die CX 400BT bequem und fest in unseren Ohren und rutschten nicht so leicht heraus wie die Airpods Pro.

Das eingebaute Mikrofon überträgt Stimmen bis 7 kHz, was für Telefonie und Videokonferenzen genügt. Die Sprachverständlichkeit ist gut, wenn auch Nebengeräusche nicht so stark unterdrückt werden wie bei den Airpods Pro.

Über eine kostenlose App (iOS, Android) lassen sich die Funktionen der Sensorflächen wechseln und der Klang über einen einfachen EQ verändern. Befehle wie Play, Pause, nächster Track, laut und leise wurden problemlos ausgeführt.

Die Ausgangsverzögerung liegt bei 131 ms. Das ist besser als bei vielen anderen Bluetooth-Headsets, aber deutlich schlechter als bei Spitzenmodellen, die Werte um 40 ms erreichen. Um die Lippensynchronität bei Videos zu gewährleisten, muss die Wiedergabesoftware die Latenz ausgleichen. Android und iOS machen das von sich aus.

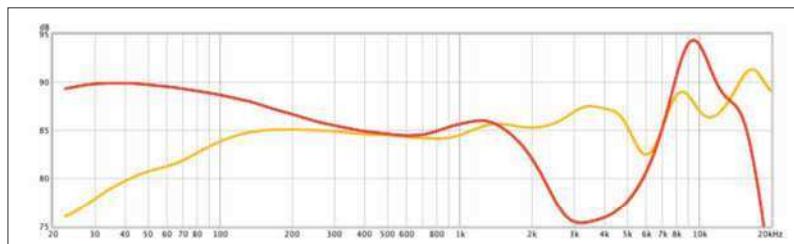
Die Akkulaufzeit lag im Test bei rund 5:30 Stunden gleichauf mit der der True Wireless 2. In der per USB aufladbaren Akkubox lassen sich die Stöpsel knapp zweimal komplett wieder auftanken.

Alles in allem überzeugt das CX 400BT als praktischer Allrounder, der sich weder beim Tragekomfort noch bei der Handhabung Schwächen erlaubt. Der gute Klang ist auf dem Niveau von Modellen jenseits der 200-Euro-Marke. (hag@ct.de)

### Sennheiser CX 400BT True Wireless

#### In-Ear-Headset mit Bluetooth

Hersteller	Sennheiser, de-de.sennheiser.com
Anschluss	Bluetooth 5.1 (SBC, AAC, aptX)
Preis	199 €



Die im Vergleich zu den neutralen HD 600 (gelb) betonten Bässe des CX 400BT (rot) führen zu einem volleren, aber auch weniger luftigen Klang.

# Per Anhalter durchs Code-Universum!

Moderne Programmiersprachen verstehen und richtig anwenden



### iX Special: Moderne Programmiersprachen

Der neue iX Special 2020 nimmt Sie mit auf eine Reise durch die Welt der modernen Softwareentwicklung. Lernen Sie eine Vielzahl aktueller Programmiersprachen kennen: Von den C-Nachfolgern Go und Rust über funktionale Sprachen wie Haskell und Elixir bis zu den Java-Alternativen Kotlin und Clojure. R ist die Sprache der Wahl für Data Science, WebAssembly ein neuer Ansatz zur Entwicklung performanter Web-Apps. Und Quantencomputer versprechen, die Softwareentwicklung zu revolutionieren.

Auch digital erhältlich!  
[shop.heise.de/ix-ps](http://shop.heise.de/ix-ps)

NEU

14,90 €

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten.  
Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.



heise shop

[shop.heise.de/ix-ps](http://shop.heise.de/ix-ps)



# Vive la Évolution

## Testfahrt im Elektroauto Renault Zoe Phase II

**Während „die“ Zoe in den vergangenen Jahren vor allem Elektro-Pioniere angesprochen hat, ist der batterie-elektrische Kleinwagen aus Frankreich inzwischen voll im Mainstream angekommen. Mit Facelift, Akku-Update und komplett überarbeitetem Infotainment soll das Auto gegenüber der sich schleppend formierenden Elektrokonkurrenz bestehen.**

**Von Sven Hansen**

Für den Monat Juli weist das Kraftfahrtbundesamt einen starken Anstieg von Elektrofahrzeugen gegenüber dem Vorjahr aus. Jedes sechste vollelektrische Fahrzeug ist dabei ein Zoe. Nicht schlecht für ein Auto, das einst eher als Nischen-

modell für experimentierfreudige Elektro-Nerds galt. Es hat sich herumgesprochen, dass der Zoe mindestens als alltagstauglicher Zweitwagen durchgeht.

Inzwischen bringt sich die Konkurrenz in Stellung: Seat, VW, Opel, Peugeot – alle haben frische E-Mobile am Start. Grund genug für Renault, dem Zoe zumindest ein kleines Update zu verpassen. Den Zoe „Phase II“ gibt es mit erhöhter Akkukapazität (52 kWh) unter der Bezeichnung Z.E. 50 oder mit dem 41-kWh-Akku als Z.E. 40. Zwei Motorisierungen stehen zur Wahl: der R100 mit 80 kW und der R135 mit 100 kW. Wir testeten den „R135 Z.E. 50 Intens“ mit Winterpaket, Ledersitzen, CCS-Lader, Parkassistent, Metallic-Lackierung und 17-Zoll-Felgen zum Listenpreis von 32.750 Euro.

Außen ist das Fahrzeug bei identischen Abmessungen nur ein wenig kantiger geworden, der Innenraum hingegen

wurde vollkommen umgekrempelt. Ein hochkant verbautes, 9,3 Zoll großes Mitteldisplay dominiert das Cockpit, hinter dem Lenkrad steckt ein ebenfalls digitales Kombiinstrument mit 10 Zoll Diagonale.

Das Easy-Link-System erinnert an ein Android-Tablet: Für ein Car-Infotainment-System lässt es sich angenehm flott mit Touch- und Wischgesten bedienen. Um die Online-Funktionen zu nutzen, muss man das Gerät mit einem Code aktivieren. Über die „My Renault“-App kann man danach den Fahrzeugstatus einsehen (Parkposition, Ladezustand), Ladetimer bearbeiten oder die Klimatisierung aus der Ferne starten.

### Tablet auf Rädern

Mit der Onlineverbindung kommen weitere Navi-Funktionen wie automatische Karten-Updates, die Tür-zu-Tür-Navigation mit Zielübergabe durch die App oder der Blitzwarnung. Mit dem Feature „intelligente Navigation“ soll das System nach einer Lernphase selbstständig häufig angesteuerte Ziele vorschlagen – dafür war der Testzeitraum wohl zu kurz.

In der Mittelkonsole finden sich zwei USB-Anschlüsse. Easy Link unterstützt sowohl Apples CarPlay als auch Googles Android Auto. Beide Oberflächen profitieren vom großen Display: Schließt man ein Handy an, werden die Inhalte großzügig in einem quadratischen Bildausschnitt dargestellt. Ebenfalls in der Mittelkonsole ist ein Qi-Lader fürs kabellose Laden eingelassen. Leider muss das Handy für Android Auto oder CarPlay via USB angeladen sein, wodurch das Smartphone ohnehin aufgeladen wird. Die Ladebuchstaben sind also nur für diejenigen interessant, die ihr Handy nicht ans Auto koppeln.

Tatsächlich lässt es sich im Zoe auch ohne CarPlay und Android Auto aushalten. Das äußere Erscheinungsbild des Easy-Link-Systems kann man über Widgets den eigenen Bedürfnissen anpassen. Auch der Schnellzugriff auf Kontakte eines per Bluetooth gekoppelten Handys ist möglich. Das integrierte TomTom-Navi ist absolut alltagstauglich, auch wenn die Sprachsteuerung nicht so zuverlässig funktioniert wie bei Google & Co. Hübsch anzusehen und hilfreich bei der Orientierung ist die 3D-Darstellung besonders im innerstädtischen Bereich.

Das Kombiinstrument hält drei Instrumenten-Layouts bereit. Zwei ähneln mit der numerischen Geschwindigkeitsanzeige eher dem alten Zoe, die dritte im-



Auch im 10-Zoll-Instrumenten-Cluster hinter dem Lenkrad lassen sich Karten des integrierten TomTom-Navis einblenden.

tier einen klassischen Instrumenten-Cluster mit Tacho und Energieanzeige. In letzterer Ansicht lässt sich auch Kartenmaterial für die Navigation mittig einblenden – ein Feature, das es sonst nur bei deutlich teureren Fahrzeugen gibt. Diese Darstellung bleibt aber dem integrierten Navi vorbehalten. Nutzt man Google Maps oder Apples Kartenanwendung, werden an selber Stelle nur Richtungspfeile angezeigt. Easy Link bietet Platz für proprietäre Apps – bis auf die vorinstallierten Musik- und Video-Player herrscht in der App-Ansicht allerdings gähnende Leere.

Der im Fahrzeug hinterlegte Datenvertrag (Telekom) lässt sich nicht anzapfen, genauso wenig kann man ihn über einen SIM-Karten-Slot durch einen eigenen Vertrag ersetzen. Ärgerlich: Trotz Online-Fähigkeiten kommt der Zoe ohne das Notrufsystem eCall (siehe c't 17/2020, S. 38) – die Typenzulassung erfolgte vor der verpflichtenden Einführung. Renault spart auf Kosten der Sicherheit ein paar Euro ein, in anderen Fahrzeugen bauen die Franzosen Easy Link auch mit eCall ein.

## Fahren und laden

Der neue Zoe fährt sich wie der alte – in Sachen Fahrwerk hat sich gefühlt nichts verändert. Mit den 17-Zoll-Felgen wirkt er manchmal zu straff auf schlechten Pisten. Wer es komfortabler mag, sollte ihn auf den Standardfelgen bewegen. Der Schaltknauf wurde verändert. Über ihn lässt sich nun ein Fahrmodus mit verstärkter Rückeinspeisung auswählen. Das Fahrzeug verzögert damit spürbar, sobald man vom Gas geht. Wer den Effekt in sein Fahrverhalten einpreist, muss aufpassen:

Bei voller Akkuladung ist die Rückeinspeisung nicht möglich und man muss häufiger das Bremspedal bemühen, weil die erwartete Motorbremse nicht eingesetzt. Der ECO-Modus begrenzt die Geschwindigkeit auf 105 km/h statt wie beim Vorgänger auf 95 km/h. Das ist angenehm, denn der Modus lässt sich nun auch auf der Autobahn nutzen.

Bei den Assistenzsystemen ist ein Einparkassistent hinzugekommen. Den lässt sich Renault extra bezahlen. Er funktioniert gut, allerdings ist das Fahrzeug ohnehin recht übersichtlich und kompakt, sodass man es mit ein wenig Übung auch manuell problemlos in Parklücken versenkt. Ein adaptiver Tempomat für stressfreies Mitschwimmen im Verkehrsstrom fehlt noch immer.

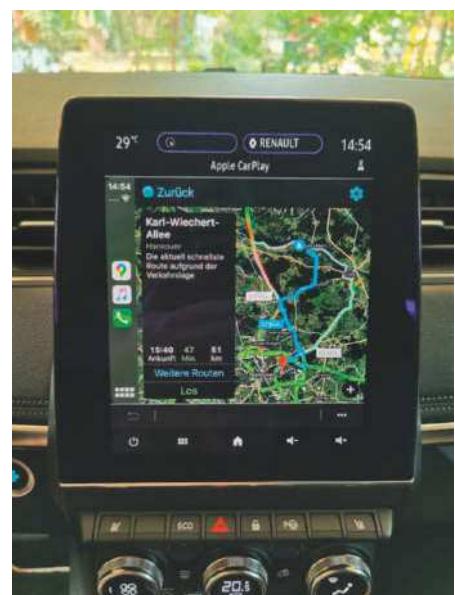
Der Unterschied zwischen der R100- und der R135-Motorisierung ist gefühlt marginal, was sich auch im nur wenig unterschiedlichen Drehmoment von 225 Nm (R100) zu 245 Nm (R135) zeigt. Der Akku des „kleineren“ Zoes speist den Motor mit maximal 80 kW, beim Top-Modell sind es 100 kW. Das alles klingt eher nach einem Software- als einem Hardware-Unterschied.

Ähnliches gilt für die Akku-Ausstattung. Eine Renault-Mitarbeiterin überraschte am Rande einer Fahrzeugvorstellung mit der Aussage, dass auch der 41-kWh-Akku eigentlich 53 kWh Kapazität hätte und nur per Software geblockt sei. Das könnte bedeuten, dass es dem Z.E. 50 an Reserven fehlt, um die Reichweite von 383 km nach WLTP über die Zeit zu halten. Es könnte aber auch bedeuten, dass man die Reichweite eines Z.E. 40 per Software um 20 Prozent pimpen könnte.

Renault spendiert dem Zoe nach wie vor einen dreiphasigen Gleichrichter, sodass man Wechselstrom bis 22 kW zuführen kann. Ein großer Vorteil gegenüber der Konkurrenz, die meist einphasig unterwegs ist, sodass sich die Ladezeit verdreifacht. Optional gibt es für rund 1000 Euro die Schnellladeoption per CCS. Es ergibt sich damit zwar ein Ladeklappengewirr an der Front (Deckel nach links, Typ-2-Deckel nach rechts, CCS-Deckel nach unten), über die Gleichstromschiene konnten wir dem Zoe aber immerhin 40 der maximal angegebenen 50 kW zuführen. Für Heimlader ist die CCS-Option nicht interessant, wer auf lange Reisen gehen will, sollte das Häkchen im Konfigurator setzen. Dabei muss man im Blick behalten, dass dem Zoe eine aktive Akkukühlung fehlt – wer sich in Tarzan-Manier Richtung Süden aufmachen will, muss von Lader zu Lader mit längeren Wartezeiten rechnen.

## Fazit

Phase II lässt den Zoe vor allem im Innern optisch reifen, das Easy-Link-System mit seinem Tablet-Look&Feel ist der eigentlich große Wurf – ohne sollte man den Zoe nicht bestellen. Android Auto und CarPlay lassen sich optimal nutzen – bis auf die fehlende Wireless-Option. Mit seiner breiten Palette an Ladeoptionen ist das Fahrzeug ebenfalls gut aufgestellt und Renault kann sich zurücklehnen: Mal schauen, was die Konkurrenz auf dem Kasten hat. (sha@ct.de) ct



Apple CarPlay und Android Auto sind perfekt integriert, sie bekommen einen großzügigen Bildausschnitt spendiert.



# Klappt mit App

## Luxus-E-Bike Gocycle GX zum Zusammenklappen

**Klappmechanismus, wartungsfreier Antriebsstrang und eine App zum Konfigurieren – mit gleich drei Besonderheiten sticht das futuristisch anmutende Gocycle GX aus der Masse der E-Bikes heraus.**

Von Steffen Herget

Zum Zusammenklappen öffnet man die zwei Scharniere des Gocycle GX und klappt es an der Lenksäule und am Rahmen zusammen. So verstaut man es platzsparend. Die Scharniere machen einen hochwertigen und langlebigen Eindruck, sie halten dank automatischer Verriegelung fest und sicher. Das Auf- und Zuklappen des Rades dauert mit etwas Übung nur wenige Sekunden und geht deutlich schneller als bei vielen anderen Falträder, die meist an drei oder vier Stellen gefaltet oder verschoben werden

müssen. Damit das Rad auch beim Umbauen sicher steht, hat sich der Hersteller für einen zweibeinigen Ständer entschieden, der mittig am Rahmen sitzt. Ungewohnt: Der Ständer klappt nach vorne auf, also umgekehrt als die meisten Fahrradständer. Mit 17 Kilogramm ist das GX recht schwer zu tragen, es lässt sich aber im zusammengeklappten Zustand bequem schieben.

Der selbst entwickelte Frontmotor leistet bis zu 500 Watt Nennleistung, in Deutschland ist er auf 250 Watt begrenzt. Frontmotoren gelten eher als günstige Wahl für den Einsteigerbereich, bei E-Bikes der gehobenen Preisklasse sind sie selten. Sie belasten die Gabel vergleichsweise stark, bewirken ein ungewohntes Lenkverhalten und bringen viel Gewicht auf die Vorderachse. Hinzu kommt die Gefahr des Wegrutschens, wenn das Vorderrad auflosem Untergrund zu schnell dreht. Gocycle schafft es, diese bauartbedingten Nachteile weitestgehend auszugleichen: Die Einarmgabel wirkt sta-

bil und scheint keine Probleme mit dem Vorderradantrieb zu haben, der Motor ist vergleichsweise klein und fällt in Sachen Gewicht weniger auf als bei vielen anderen E-Bikes. Die Traktionskontrolle, also der Abgleich von Trittfrequenz und den Drehzahlen der beiden Räder mit entsprechenden Sensoren, soll dazu führen, dass der Frontmotor nicht schneller dreht als das per Muskelkraft angetriebene Hinterrad. Beim Fahren fällt auf: Das Geräuschniveau ist hoch, der Antrieb ist lauter als viele andere E-Bike-Motoren. Die Unterstützung setzt deutlich merkbar ein, egal in welchem Fahrmodus das Rad betrieben wird. Andere E-Bikes, etwa das Sushi Maki M1 (Test in c't 16/2020), fahren sich sanfter und weniger aufdringlich. Am linken Griff sitzt ein unauffälliger roter Knopf, der für etwa drei Sekunden einen kleinen Geschwindigkeitsschub gibt. Wirklich nötig ist das selten.

Die hydraulischen Scheibenbremsen mit einem Durchmesser von 140 Millimeter sind gut dosierbar und packen ordentlich zu. Das Gocycle GX wirkt beim Fahren wie ein vollwertiges Fahrrad, die Radgröße von 20 Zoll macht sich kaum negativ bemerkbar. Mit der sauber arbeitenden Dreigangschaltung lässt sich das Rad auch ohne Motorunterstützung komfortabel fahren, wenn keine allzu großen Steigungen anstehen.

Bei den Fahrleistungen kommt die App des GX ins Spiel. Sie wird bei der ersten Einrichtung des Rades per Bluetooth gekoppelt und hält zahlreiche Optionen bereit, um das Rad zu konfigurieren. Vier vorgefertigte Fahrmodi stehen zur Wahl, weitere eigene lassen sich anlegen und als Standard an das Rad übertragen. Die Motorunterstützung kann anhand der Pedalkraft eingestellt werden. Sportlich Ambitionierte können zudem die Motorunterstützung früher als bei den vorgeschriebenen 25 km/h kappen. Daten über die absolvierten Strecken sowie hilfreiche Videos runden die App ab. Ab und an brauchte es mehrere Versuche, bis die Bluetooth-Verbindung aufgebaut wurde, meist klappte das aber beim ersten Mal.

Der Akku sitzt im Rahmen und ist wechselbar. Dazu entriegelt man ihn zunächst und zieht ihn dann etwas fummelig aus dem Rahmen. Während der Fahrt zeigen fünf LEDs am Lenker den Akkuladestand an. Der Ladeanschluss sitzt hinter einer kleinen Gummiklappe an der rechten Seite, gegenüber liegt der Ein- und Ausschalter, ebenfalls aus Gummi.

Wenige Handgriffe verwandeln das Gocycle GX in ein äußerst kompaktes Päckchen. Das Gewicht ist zum Tragen aber recht hoch.



## Reichweite schwankt stark

Die Kapazität reichte in unserem Test meist für 40 bis 50 Kilometer – in Abhängigkeit von vielen Faktoren, etwa des Streckenprofils, dem Gewicht des Fahrers, der Temperatur und dem Grad der Motorunterstützung. Dabei macht es einen deutlichen Unterschied, ob einer der vorgefertigten Fahrmodi zum Einsatz kommt oder man die maximale Motorunterstützung in der App manuell einstellt. Dann nämlich kamen wir einmal auch weniger als 30 Kilometer mit einer Akkuladung – das ist viel zu wenig bei einer flachen Strecke im Sommer. Die Ladezeit von 0 auf 100 Prozent liegt laut Hersteller bei sieben Stunden; wir bekamen das für 145 Euro optional erhältliche Schnellladegerät mitgeliefert, das nur vier Stunden benötigte.

Den Antriebsstrang nennt der Hersteller Cleandrive – ein gekapselter Kettenantrieb, für den Gocycle komplett Wartungsfreiheit verspricht. Selbst Hand anlegen sollen die Kunden hier nicht; falls doch einmal ein Defekt auftritt, muss eine zertifizierte Werkstatt ran. Der Vorteil des Cleandrive: Die Kette ist so tatsächlich eine saubere Sache, es gibt keine schmutzigen Hosenbeine oder verfangene Schnürsenkel.

Vorne und hinten besitzt das Gocycle GX Einarmschwingen statt der gängigen Radaufnahmen. Das sieht ungewöhnlich und weniger stabil aus, beeinflusst das Fahrverhalten jedoch nicht. Ohne handelsübliche Achsen und Schnellverschlüsse ist die Radmontage anders gelöst: Je sechs Inbus-schrauben halten die Magnesiumräder fest. Das Hinterrad des Gocycle GX ist minimal

gefedert, das Vorderrad nicht. Die Standardbereifung trägt ein arg sommerliches Profil und ist für die Straße gedacht, am besten bei trockenen Bedingungen.

## Fazit

Das Gocycle GX ist ein feines Stück Technik. Das Klapprad fährt sich wie ein großes Fahrrad, der Motor ist kräftig, die Bremsen packen feste zu. Der Faltmechanismus funktioniert tadellos, das Rad ist bequem zu transportieren. Der Cleandrive-Antrieb ist in der Regel wartungsfrei und eine saubere Sache. Die App bietet vielfältige Optionen zur Konfiguration des Rades und hilfreiche Video-Tutorials für Einsteiger. Die Reichweite ist allerdings unterdurchschnittlich, zudem fehlt wie bei vielen Klapprädern ein Gepäckträger. Als Zubehör kostet er 300 Euro.

Das Gesamtpaket des Luxus-Faltrads lässt sich der Hersteller vergleichsweise teuer bezahlen, das Gocycle GX kostet 3200 Euro. Wer es noch edler mag, greift zum 2 Kilogramm leichteren Modell G3C mit Karbonrahmen für 5000 Euro. Dazwischen liegt das GXI für 4200 Euro, das einen stärkeren Akku, ein LED-Display und ein Tagfahrlicht besitzt. (sht@ct.de) **ct**

## Gocycle GX

### E-Bike

Motorleistung	250 W (EU) / 500 W (US)
Akku	22 V, 300 Wh
Schaltung	Shimano Nexus 3-Gang-Getriebe
Bremsen	hydraulische Scheibenbremsen, Durchmesser 140 mm
Gewicht	17,4 kg
Preis	3200 €

# Bleiben Sie up to date!



Auch  
komplett  
digital

## iX Developer Moderne Softwarearchitektur

Fortwährend werden neben den traditionellen immer mehr neue Anforderungen an Softwarearchitekten gestellt. In diesem iX-Sonderheft war es das Ziel der Redaktion, eine breite Themenmischung über neue Technologien und Trends abzubilden wie Domain-driven Design, Cloud-native, Shift Left u.v.m. Profitieren Sie von den Erfahrungen und Ratschlägen der Experten!

[shop.heise.de/ix-dev-msa20](http://shop.heise.de/ix-dev-msa20)

14,90 €

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten.  
Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.



heise shop

[shop.heise.de/ix-dev-msa20](http://shop.heise.de/ix-dev-msa20)



# Ton-Helm

## Smart-Fahrradhelm Sena R1 Evo mit Lautsprecher, Mikrofon und LEDs



**Der Fahrradhelm Sena R1 Evo hat ein Bluetooth-Headset mit Walkie-Talkie-Funktion eingebaut – er passt aber nicht auf jeden Kopf.**

Von Jan-Keno Janssen

Während der Fahrt Podcasts oder Musik hören – das ist im Auto ganz normal, auf dem Fahrrad gilt es als gefährlich: Schließlich können Kopf- oder Ohrhörer die Ohren so verschließen, dass man nicht mehr genug vom Straßenverkehr mitbekommt. Der Fahrradhelm Sena R1 Evo soll nun für sichere akustische Unterhaltung auf dem Rad ermöglichen. Obendrein gibt es eine Freisprechfunktion, mit der sich mehrere Fahrer so normal unterhalten können, als würden sie direkt nebeneinander fahren.

Möglich machen es Minilautsprecher im Helm – die liegen nicht auf dem Ohr auf, sondern befinden sich mehrere Zentimeter oberhalb davon im Helm, weshalb die Gehörgänge nicht verschlossen werden. Die offene Bauweise führt dazu, dass umstehende Menschen – zum Beispiel an

der Ampel – problemlos mithören können, was aus den Lautsprechern schallt. Im Gegenzug sind die relativ ungerichteten Lautsprecher für die oder den Helmträger häufig zu leise. An viel befahrenen Straßen war es im Test schwierig, einem Podcast zu folgen – und das trotz maximaler Lautstärke. Die Tonqualität erinnert an die von Handy-Lautsprechern – schepfernd und ohne Bass.

Die Sena-Kopfhörer-App erlaubt es, die Lautstärke unabhängig von der Bluetooth-System-Lautstärke einzustellen. Das kann dazu führen, dass man leise einen Podcast hört, einem dann aber beim Telefonklingeln die Ohren wegfliegen. Nett ist dagegen die UKW-Radiofunktion.

Bedient wird der Helm entweder über eine etwas altmodisch aussehende App (iOS und Android), über Sprachkommandos oder über drei am Helm angebrachte Knöpfe. Letzteres klappt auch bei voller Fahrt super, man muss allerdings lernen, welche Knopf-Kombinationen welche Funktion haben. Über diese Knöpfe können auch die roten LEDs eingeschaltet und auf Blinken oder Dauerleuchten eingestellt werden.

Neben Bluetooth und Radio unterstützt der Helm auch das von Hersteller Sena entwickelte Funkprotokoll Mesh Intercom 2.0, das bislang nur in Sena-Motorradhelmen zum Einsatz kam. Damit können zwei oder mehr Helmträger auf Radtouren frei plaudern, die Übertragung beginnt automatisch beim Sprechen, ein Knopf wie bei einem Funkgerät muss nicht gedrückt werden. Im freien Feld zwischen zwei R1-Evo-Helmen hat das System laut Datenblatt eine Reichweite von bis zu 900 Metern, was wir im Test bestätigen konnten. Befanden sich Hindernisse zwischen zwei Helmen, kam es bis zu einem Abstand von 300 Metern zu keinerlei Aussetzern. Das Sena-Mesh-Netzwerk arbeitet unabhängig vom Smartphone, funk im 2,4-GHz-Bereich und unterstützt laut Datenblatt „praktisch unendlich“ viele Teilnehmer. Mit der Teilnehmerzahl steigt theoretisch auch die Reichweite. Getestet haben wir mangels



Rechts und links erkennt man die Lautsprecher, vorne das Mikrofon.

zusätzlicher Testhelme nur mit zwei Gelegenstellungen.

Während unserer Testfahrten waren wir schwer angetan vom Intercom-System: Wir konnten uns problemlos verstehen, auch Flüstern wurde zuverlässig und rauscharm übertragen. Das System beherrscht Vollduplex, man muss also nicht abwarten, bis der andere zu Ende gesprochen hat.

Was bei den ganzen „Smart“-Funktionen offenbar zu kurz gekommen ist, ist die Kernfunktion des Helms: Er sitzt nämlich nicht gut. Vier Testpersonen hatten den R1 Evo auf dem Kopf, einige davon erfahrene Fahrradhelmträger – und alle klagten darüber, dass der Helm an den Seiten zu locker sitzt, trotz korrekter Größe. So schlimm, dass der Helm während der Fahrt vom Kopf rutscht, war es allerdings bei keiner der Testpersonen.

### Fazit

Die Idee eines Fahrradhelms mit Audiofunktion ist super. Leider hapert es in der Praxis: Die Tonausgabe klingt schlechter als bei billigsten Kopfhörern und für Podcasts- oder Audiobooks ist die Bluetooth-Audio-Funktion bei lauter Umgebung zu leise. Unschön auch, dass der Helm bei keiner unserer Testpersonen gut auf dem Kopf sitzen wollte. Hier sollte Sena nachbessern. Gelungen und absolut praxistauglich ist die zuverlässige Walkie-Talkie-Funktion: Wer häufig zu zweit oder in Gruppen Rad fährt, wird sich schnell an die praktische Funkspiegelverbindung gewöhnen. Hier stimmt auch die Lautstärke.

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

### Sena R1 Evo

Smart-Fahrradhelm	
Hersteller	Sena, <a href="http://www.sena.com">www.sena.com</a>
Funktionen	Bluetooth-Headset, Sprechfunk (über proprietäres Mesh-2.0-Protokoll), UKW-Radio, LED-Rücklicht
Schnittstellen	Bluetooth 4.1, Sena Mesh 2.0 (2,4-GHz-Funkprotokoll), Micro-USB (nur Laden)
Akkulaufzeit	7 bis 10 Stunden (Herstellerangabe)
Gewicht	405 g
Preis (Straße)	195 €



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



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

Jetzt gleich bestellen:

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

+49 541/80 009 120

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

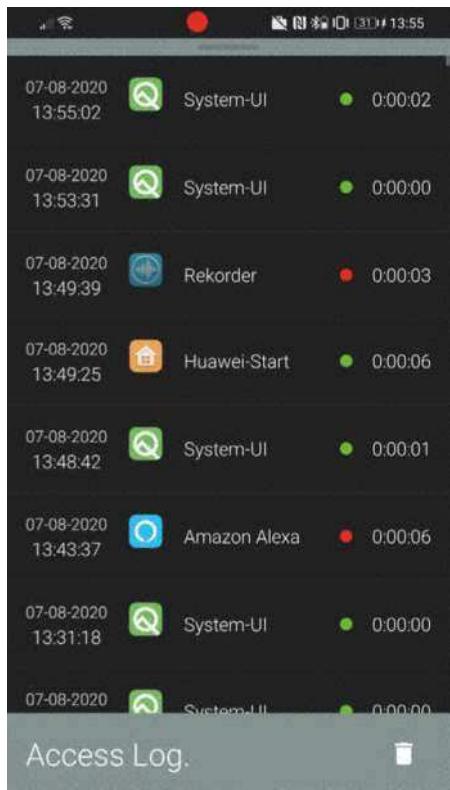
**ICH KAUF MIR DIE c't NICHT. ICH ABONNIER SIE.**

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.

© Copyright by Heise Medien.





## Access Dots

**Unter Android bekommt man normalerweise nichts davon mit, wenn eine App die Kamera oder das Mikrofon anzapft. Access Dots zeigt eine virtuelle LED in der Statusleiste an, solange ein Zugriff erfolgt – vergleichbar mit der Kamera-LED am Notebook.**

Hat man einer Android-App einmal die Berechtigungen für Kamera und Mikrofon erteilt, kann sie damit machen, was sie will: Apps können etwa im Hintergrund laufen und unbemerkt Fotos oder gar Videos aufzeichnen. Auch Gespräche lassen sich so belauschen. Eine Kontrollmöglichkeit gibt es nicht, eine Kamera-LED, die den Zugriff signalisiert, fehlt. Apple hat das Problem bereits gelöst und zeigt in der kommenden iOS-Version 14 bei aktiver Kamera einen farbigen Kreis in der Statusleiste an. Mit der kostenlosen App „Access Dots“ gibt es diese sinnvolle Funktion jetzt auch für Android.

Nach dem ersten Start muss man die App in den Geräteeinstellungen als sogenannte Bedienungshilfe (Accessibility Service) aktivieren, damit sie andere Apps überwachen darf. Öffnet man etwa die Kamera-App des Smartphones, erscheint in der Statusleiste ein blauer Kreis, beim Mi-

krofonzugriff ist der Kreis orange. Zapft eine App beides parallel an, etwa beim Aufzeichnen von Videos, leuchtet der Kreis ebenfalls orange. Wenn der Punkt trotz aktiver Bedienungshilfe nicht erscheint, dann ist wahrscheinlich das Energiemanagement des Geräts Schuld: In diesem Fall muss in den Energiespareinstellungen eine Ausnahme definiert werden.

Im Test signalisierte Access Dots zuverlässig und ohne Verzögerung, wenn eine App Kamera oder Mikro nutzte. Auch die Kamerazugriffe unseres Test-Trojäners „Spycam“, der unbemerkt im Hintergrund Fotos schießt, wurden zuverlässig angezeigt. Wer möchte, kann die Statusfarben beliebig ändern und die Position des Punkts einstellen. Mit der Gratis-Version kann man hierfür die vier Bildschirmcken auswählen. Wer ein „Support Dev Pack“ als In-App-Kauf erwirbt (ab 2,39 €), der kann die Position sogar pixelgenau bestimmen. So konnten wir den Punkt präzise neben der Frontkamera platzieren, ähnlich der Kamera-LED der Notebook-Webcam. Zudem fällt mit dem Kauf das Werbebanner auf der Einstellungsseite weg und man unterstützt nicht zuletzt die Weiterentwicklung der App.

Äußerst nützlich ist auch das „Access Log“, in dem Access Dots alle Zugriffe auf Kamera und Mikrofon notiert. Dort erfährt man nicht nur Zeitpunkt und Dauer, sondern auch, welche App zugegriffen hat. Damit lassen sich Spione leicht überführen. Wünschenswert wäre jedoch eine Filterfunktion: Wer sein Smartphone oder Tablet per Gesichtserkennung entsperrt, findet dort etliche Einträge von System-UI. Dadurch besteht die Gefahr, dass eine spionierende App in der Masse untergeht.

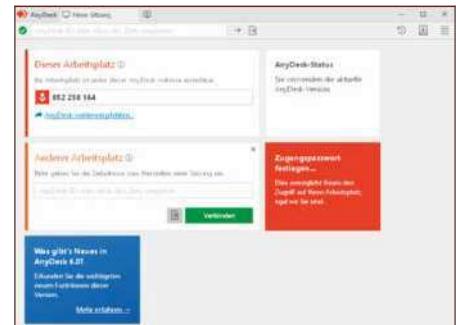
### Fazit

Access Dots ist so simpel wie effektiv. Im Test funktionierte die App zuverlässig und ohne Verzögerung. Es ist beruhigend, zu wissen, wann Kamera und Mikrofon angesapft werden – und von welchen Apps. Wir wollten den bunten Punkt schon nach kurzer Zeit nicht mehr missen. (rei@ct.de)

**Access Dots bei Google Play: [ct.de/ygu5](http://ct.de/ygu5)**

## Access Dots

Privacy-App	
Anbieter	IJP
Systemanforderungen	Android 7 oder höher
Preis	Basis-Version <b>gratis</b>



## Fernwartung sicherer

**AnyDesk 6 bietet Perfect Forward Secrecy und praktische neue Sicherheitsfunktionen – für Privatkunden sind die auch gratis.**

In Version 6 seiner Fernwartungssoftware hat AnyDesk vor allem an die Sicherheit gedacht. Unbeaufsichtigte Zugänge, bei denen die Gegenseite die Verbindung nicht extra erlauben muss, lassen sich nun mit Zwei-Faktor-Authentifizierung schützen; zum Einsatz kommen dafür Einmal-Passcodes (TOTP) aus Authenticator-Apps. Das klappt auch bei der Gratisnutzung und – anders als bei TeamViewer – ohne Benutzerkonto beim Anbieter. Auf Android-10-Geräten ist allerdings bei jedem Verbindungsauflauf eine Bestätigung der Bildschirmübertragung nötig, was den unbeaufsichtigten Zugang als solchen ad absurdum führt.

Admins, die AnyDesk kostenpflichtig in Windows-Firmennetzwerken einsetzen, können Gruppenrichtlinien zur Konfiguration der Software verwenden. Geräte im gleichen Netzwerk lassen sich mit einer integrierten Wake-on-LAN-Funktion aufwecken. Außerdem unterstützt die Verschlüsselung der Verbindungen nun Perfect Forward Secrecy, was das nachträgliche Aufbrechen verschlüsselter Verbindungsmittschnitte erschwert.

Alles in allem ist AnyDesk nach wie vor eine hochinteressante und günstigere Alternative zu TeamViewer. (jss@ct.de)

## AnyDesk 6

Fernwartungssoftware	
Hersteller	AnyDesk, <a href="http://anydesk.com/de">anydesk.com/de</a>
unterstützte Plattformen	Windows, macOS, Linux, FreeBSD, Android, iOS, Chrome OS, Raspberry Pi
Preis	privat: <b>gratis</b> kommerziell: ab 118 €/Jahr

DIGITAL

— 2020 —

# ITJOB SUMMIT

by Heise

Attraktive Arbeitgeber • Lebenslaufcheck • Spannende Vorträge

**SAVE THE DATE**  
**06.10.2020 • 23.10.2020**

FINDE DEINEN  
**TRAUMJOB** ONLINE!

Aussteller



BWI  
IT für Deutschland

DEVK

KLEMM & Cie.  
TALENT POOL

methodpark

•msg

QWRRE  
SOFTWARE ENGINEERING

real.digital  
we ❤ digital commerce

SWIM

YESSPRESS

ZITIS

Unser Partner:  Jobware  
... da hab' ich den Job hier!

JETZT KOSTENFREI REGISTRIEREN  
[WWW.IT-JOB-SUMMIT.DE](http://WWW.IT-JOB-SUMMIT.DE)

© Copyright by Heise Medien

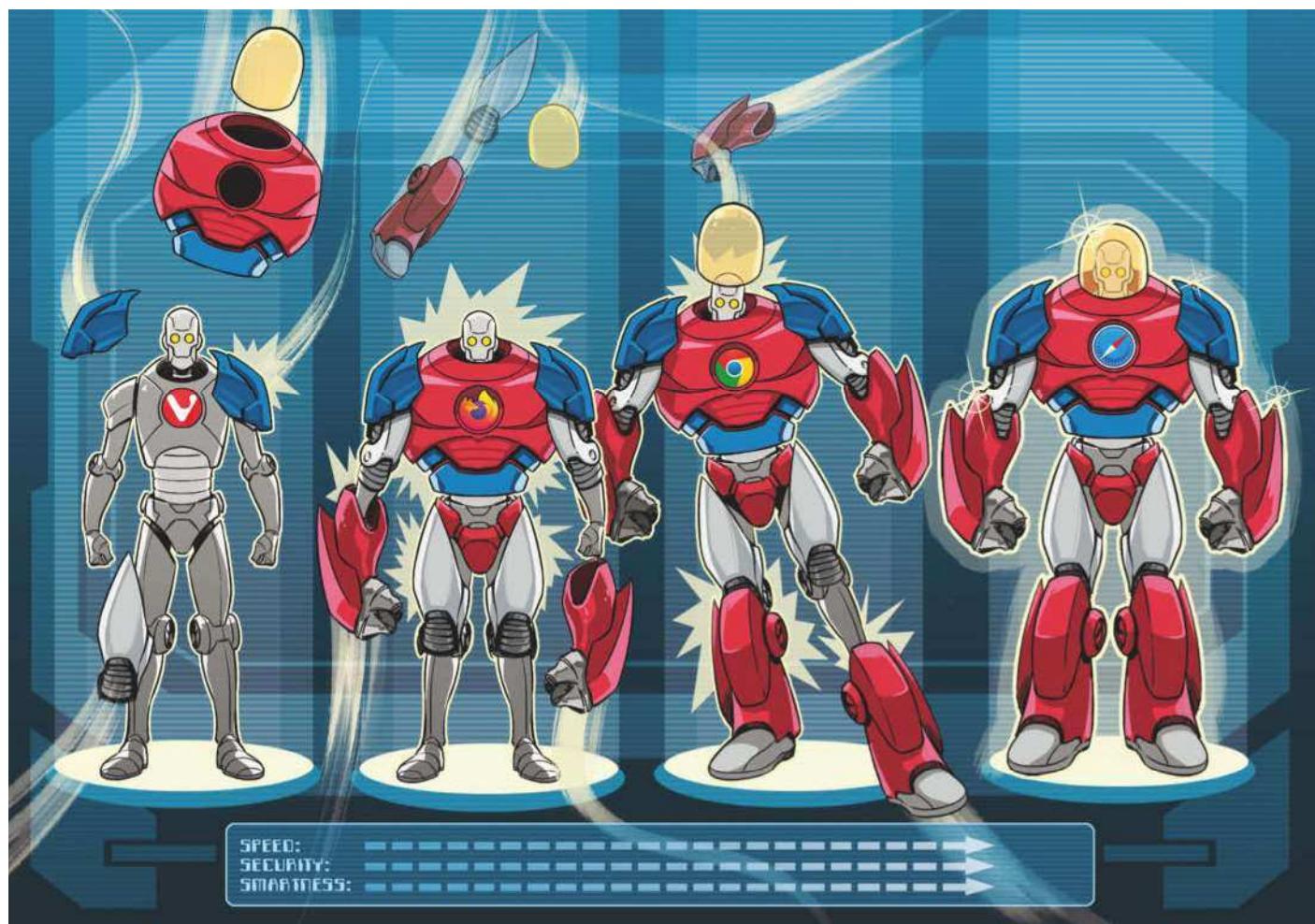


Bild: Albert Hilm

# Gut gerüstet surfen

## Erweiterungen für Chromium-Browser, Firefox und Safari

**Schneller, smarter, sicherer und bequemer surfen: Erweiterungen bringen dem Browser neue Tricks bei und bohren Webdienste auf.** Ein Überblick mit den besten Empfehlungen aus der c't-Redaktion.

Von Jo Bager

**E**s sind nur wenige Klicks, und man hat dem Browser eine Erweiterung gespendiert. Und schon blockiert die Surfanwendung nervige Werbung, lädt Seiten schneller, stellt sie schicker dar, hilft beim Shoppen und täglichen Routineaufgaben wie dem News-Check. Dieser Artikel stellt eine Auswahl an Erweiterungen für Chromium-Browser, Firefox und Safari vor.

Statt „Chromium-Browser“ schreiben wir im Folgenden der Einfachheit halber Chrome. Extensions für Googles Browser sollten aber auch für alle anderen Browser mit Chromium-Unterbau funktionieren, also mit dem neuen Edge von Microsoft,

mit Opera, Vivaldi, Brave und noch ein paar weiteren mehr. Alle Add-ons haben wir mit den Desktop-Versionen der Browser getestet; teilweise funktionieren sie auch mit den mobilen Versionen. Alle hier vorgestellten Add-ons sind kostenlos. Einige wenige der Erweiterungen gehören zu kostenpflichtigen Webdiensten, die aber zumindest eine brauchbare Gratisvariante anbieten.

Bevor wir hier die Vorzüge einer handverlesenen Auswahl an Add-ons beschreiben, seien aber noch Warnungen vorangestellt: Jede Erweiterung birgt das Potenzial, den ohnehin schon sehr res-

sourcenhungigen Browser noch weiter aufzublähen und das System zu verlangsamen.

Abgesehen davon benötigen Erweiterungen oft sehr weit reichende Rechte. Einige lassen sich die Erlaubnis einräumen, auf die Inhalte aller besuchten Seiten zuzugreifen und diese zu verändern. Das haben sich in der Vergangenheit immer mal wieder Angreifer zunutze gemacht. Sie haben Add-ons mit vermeintlich nützlichen Funktionen herausgebracht, die aber tatsächlich Schadcode enthielten – in besseren Fällen Krypto-Miner, die „nur“ Rechenkapazität fressen, in schlimmeren aber auch Schnüffel-Software, die Zugangsdaten abfängt.

Angreifer bringen ihre Schädlinge gerne unter Namen in die Extension Stores, die denen beliebter Erweiterungen ähneln. Daher sollten Sie beim Besuch der Erweiterungsverzeichnisse erhöhte Vorsicht walten lassen. Vor einer Installation sollten Sie nach Hinweisen Ausschau halten, dass es sich womöglich um einen Schädling handelt: Ist die Erweiterung neu? Hat sie noch nicht viele Bewertungen? Es ist ohnehin eine gute Idee, sich Nutzerkommentare durchzulesen, bevor Sie eine Erweiterung installieren. Links zu allen hier vorgestellten Erweiterungen finden Sie unter ct.de/ybbb.

Weil auch in Erweiterungen Sicherheitslücken auftauchen können, sollten Sie dafür sorgen, dass der Browser Ihre Add-ons automatisch aktualisiert. Bei Firefox nehmen Sie die betreffende Voreinstellung für alle Erweiterungen auf der Add-on-Verwaltungsseite unter der Adresse about:addons im Menü mit dem Zahnrad vor. Chrome aktualisiert Erweiterungen per default automatisch.

## Besonders browsen

Zuallererst können Sie mit Erweiterungen die Bedienung Ihres Browsers an die eigenen Bedürfnisse anpassen oder Funktionen des Browsers ersetzen. Bedienen Sie den Browser lieber mit Mausgesten? **crxMouse Gestures** (Chrome) und **Gesturefy** (Firefox) rüsten diese Funktion nach.

**Tabliss** ist ein stilsicherer Ersatz für die „Neuer Tab“-Seite in Chrome und Firefox, auf der Sie häufig benutzte Links und weitere Inhalte hinterlegen können, etwa die Zeitanzeige oder eine To-do-Liste. In den Hintergrund lädt es zur Deko regelmäßig neue schicke Bilder von Dribbble, Giphy oder Unsplash.

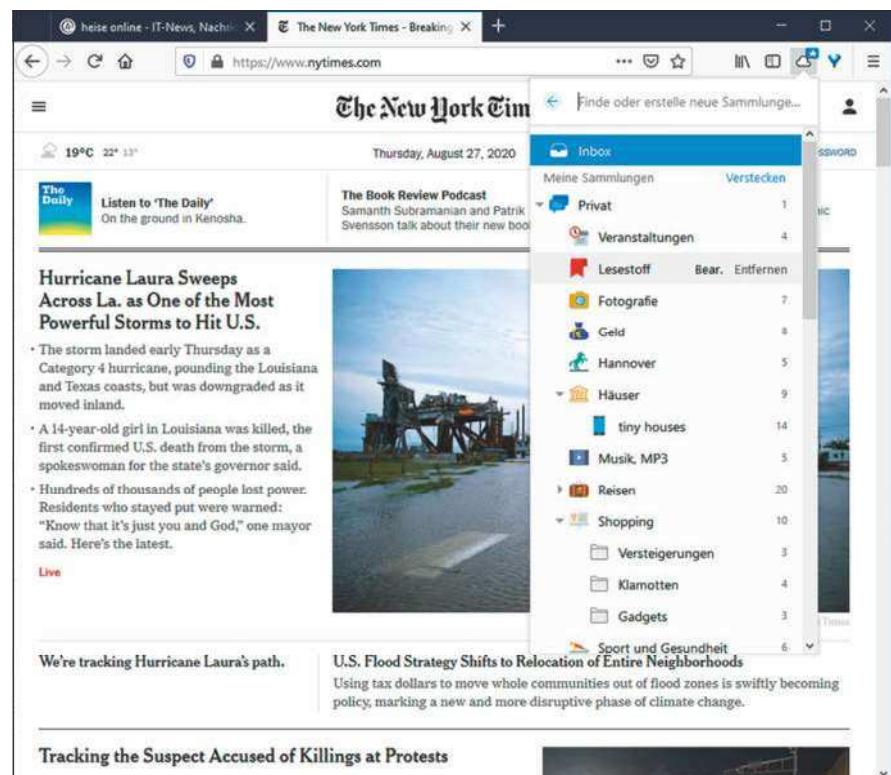
**OneTab** (Chrome und Firefox) hilft, das Ressourcenproblem zu mildern, das entsteht, wenn man in einer Surfsitzung zu viele Tab-Reiter geöffnet hat. Mit einem Klick schließt OneTab alle Reiter und stellt sie in einem eigenen Tab als Liste dar. Diejenigen Seiten, die Sie tatsächlich noch benötigen, öffnen Sie dort wieder mit einem Klick. **The Great Suspender** (Chrome) schließt Tabs automatisch nach einer vorgegebenen Zeit und bietet noch viele weitere Optionen. Angepinnte Tabs sowie Tabs mit ungespeicherten Formulardaten etwa lassen sich von der Sperrung ausnehmen.

Browser können sich Passwörter merken. Wer aber ohnehin einen Passwortmanager verwendet, mag seine Zugangsdaten möglicherweise nicht noch zusätzlich im Browser ablegen – ein Sicherheitsrisiko weniger. Trotzdem wäre es schön, wenn man im Browser bequem auf die Passwörter zugreifen könnte. Für etliche Passwortverwalter gibt es daher Browser-Add-ons. Hier seien **1Password X** und **KeepassXC-Browser** exemplarisch genannt. Beide sind für Chrome und Firefox verfügbar. Unter macOS unterstützt die 1Password-Software auch Safari; die Safari-Erweiterung für Kee-pass nennt sich **Passafari**.

Es kann sinnvoll sein, auf den Bookmark-Manager des Browsers zu verzichten und eine Alternative zu nutzen, zum Beispiel, wenn man mehrere Browser nutzt. Mit **Pocket** ist so ein übergreifender Bookmark-Manager in Firefox bereits eingebaut; für Chrome und Safari gibt es Pocket-Erweiterungen.

**Raindrop** ist eine Alternative zu Pocket, die sich dank ihrer Erweiterung für Chrome, Firefox und Safari fast so anfühlt wie ein eingebauter Bookmark-Verwalter. Mit einem Klick auf das Erweiterungs-Icon lässt der Nutzer das Bookmark für die aktuelle Seite in einem Ordner „Inbox“ speichern – oder fügt es direkt an die passende Stelle seiner Bookmark-Sammlung ein.

Mit dem für Chrome und Firefox verfügbaren **Link to Text Fragment** können Sie Anker auf beliebige Stellen in Webseiten setzen – praktisch, wenn Sie eine bestimmte Stelle in einem größeren Text ohne größeres Gescrolle schnell wiederfinden wollen. **Linkifierator** macht Textlinks in Webseiten klickbar, die nicht mit klickbaren Links hinterlegt sind. Firefox kann Screenshots der gesamten Webseite anfertigen, also auch die Teile außerhalb des sichtbaren Bereichs. **GoFullPage** rüstet diese Funktion in Chrome nach.



Der Bookmark-Verwalter Raindrop fühlt sich fast an wie ein nativer Bestandteil des Browsers.

Mit **Chrome Remote Desktop** können Sie einen anderen PC per Google-Browser fernwarten, sofern dort ebenfalls ein Chrome mit der Erweiterung installiert ist. Der Anwender auf dem fernzusteuern Rechner muss nur die Website [remote.google.com](https://remote.google.com) aufsuchen und einen Zugangscode generieren lassen. Den geben Sie anschließend bei sich ein – und schon haben Sie Zugriff auf den anderen PC.

## Treffender texten

Viele Texte entstehen im Browser – das Blog, das Firmenportal, die Social-Media-Kanäle werden über Browser-Bedienoberflächen gefüttert. Gut, wenn der Browser dabei unterstützt, korrekt und lebenswert zu schreiben. Mit der **Duden Mentor Textprüfung** können Sie bis zu 800 Zeichen lange Texte auf Rechtschreibung, Grammatik und Zeichensetzung überprüfen lassen. Registrieren Sie sich kostenlos, erhöht sich die maximale Zeichenzahl auf 1500. Die Erweiterung für Chrome und Firefox ist aber nicht mehr als ein Link auf den Dienst.

Das Add-on für den Grammatikprüfer **LanguageTool** dagegen bringt sich selbst ins Spiel, wenn Sie in ein Textfeld hineinschreiben. Es unterstreicht dann Stellen, die es für verbesserungswürdig hält. Es ist für Chrome und Firefox verfügbar.

Wortwiederholungen sind weder ein Rechtschreib- noch ein Grammatikfehler – machen einen Text aber schwer verdaulich und passieren schnell, wenn man unter Zeitdruck textet. **HighlightAll** für Firefox hilft, Wortwiederholungen zu erkennen. Wenn Sie mit der Erweiterung ein Wort hervorheben, markiert sie, wo das Wort auf der Seite außerdem vorkommt. **HighlightAll** funktioniert allerdings nicht in Textfeldern. **Highlight All Occurrences** ist ein Pendant für Chrome.

Den Formular-GAU hat wohl jeder schon mal erlebt: Man hat ein Formular fast fertig ausgefüllt – und der Browser (oder war es der Server?) hat Schluckauf und man muss noch mal von vorne anfangen. **Form History Control** (Firefox) soll das verhindern. Es speichert den In-

halt von Formularfeldern automatisch. Gibt es ein Problem, können Sie die eingetippten Daten von Form History Control wiederherstellen lassen. Das Chrome-Pendant nennt sich **Form History Control (II)**.

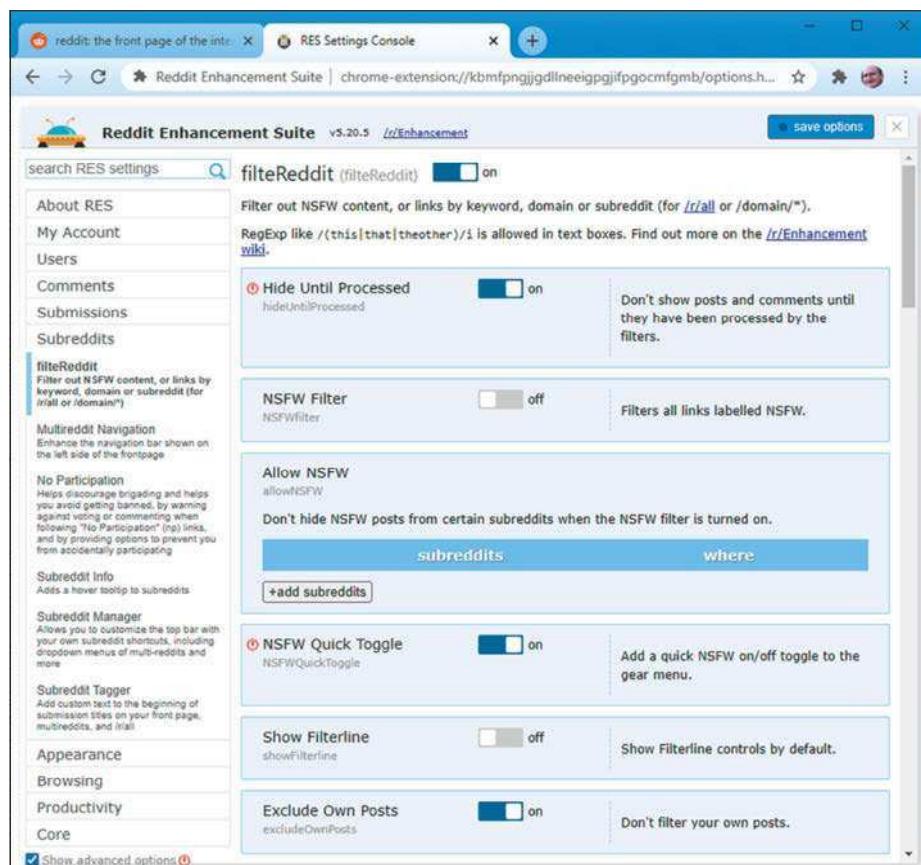
Besuchen Sie eine fremdsprachige Website, bietet Chrome Ihnen meist eine automatische Übersetzung an. Nichtsdestotrotz kann es nicht schaden, auch die Erweiterung **Google Translate** zur Hand zu haben, denn mit ihr erhalten Sie rasch eine Übersetzung, auch wenn nur ein Textsnipper auf der Seite fremdsprachig ist. Google Translate ist auch für Firefox verfügbar.

Ganz generell um das Thema Produktivität geht es bei **Leechblock NG** (Chrome, Firefox). Die Erweiterung soll zwanghaften Prokrastinierern helfen, sich selbst zu disziplinieren. Denn im Browser sind vom produktiven Tun ablenkende Sites wie Facebook, Twitter, Reddit et cetera nur einen Klick entfernt. Mit der Erweiterung können Sie sich für einen bestimmten Zeitraum von den Zeitfressern aussperren, etwa von morgens um 9.00 bis abends um 17.00 Uhr. Alternativ können Sie sich zum Beispiel zehn Minuten Ablenkung pro Stunde gewähren. Die Erweiterung ist sehr flexibel und bietet noch viele weitere Optionen.

## Shoppen, sparen, spenden

Sie haben ein vermeintliches Schnäppchen in einem Online-Shop entdeckt? Falls Sie die Erweiterung **Ciubo** nutzen, erfahren Sie sofort, ob es sich tatsächlich um ein unschlagbares Angebot handelt. Sie vergleicht die Preise mit denen einer „Vielzahl von Onlineshops“ und blendet seinen Tiefstpreis in Form eines kleinen Banners am oberen Fensterrand ein. Derzeit vergleicht es die Preise aus den Rubriken Unterhaltungselektronik, Bücher, Filme, Musik und Videospiele. Ciubo gehört wie c't zu Heise Medien.

**Camelcamelcamel** ist eine Site, die sich ganz dem Shopping bei Amazon verschrieben hat. Wenn Sie mit ihrem Add-on **The Camelizer** auf Amazon-Produktseiten surfen, können Sie sich ein Preisverlaufsdiagramm einblenden lassen, um zu sehen, ob es ein guter Moment zum Zuschlagen ist. Und wenn Sie dann bei Amazon kaufen, wäre es schön, wenn Sie eine der Erweiterungen **AlwaysSmile** (Firefox), **Smile Always** (Chrome) oder **SmileAllDay** (Safari) installiert haben. Die sorgen dafür, dass Sie immer auf den Seiten von Ama-



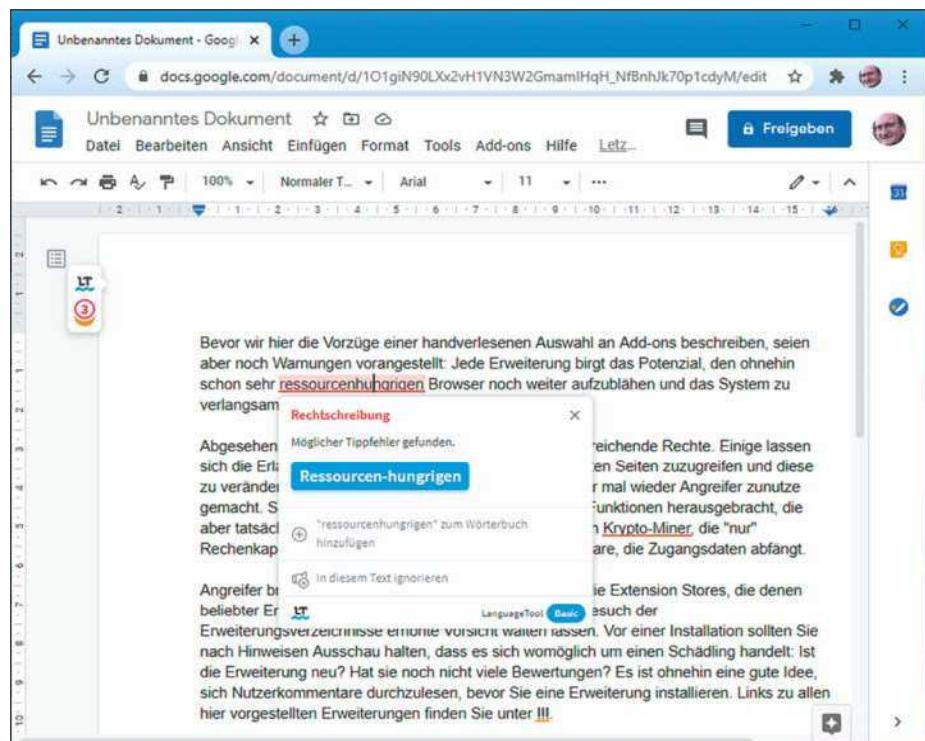
Die Reddit Enhancement Suite filtert unerwünschte Inhalte aus, ermöglicht es, endlos zu scrollen, und bietet dutzende weitere Optionen.

zons Charity-Portal smile.amazon.de landen. Dort führt Amazon 0,5 Prozent des Einkaufspreises an wohltätige Organisationen ab. Sonst ist dort alles identisch zu den normalen Amazon-Seiten.

## Websites weiterbringen

Es gibt eine Reihe von Erweiterungen, die je genau eine Website aufbohren, **Enhancer for YouTube** zum Beispiel. Die Erweiterung blendet eine kleine Toolbar ein. Ein Klick, und die Werbung verschwindet aus dem Video oder ein Kinomodus wird aktiviert. Unter der Haube lassen sich noch viel mehr Einstellungen vornehmen. **Wikiwand** für Chrome und Firefox verpasst der doch recht nüchternen Wikipedia einen modernen Look.

Mit der **Reddit Enhancement Suite** können Nutzer der sozialen Plattform unter anderem schnell zwischen mehreren Accounts wechseln, unendlich scrollen, Posts filtern und vieles mehr. **Social Fixer** ist eine ebenso riesige Sammlung von Helfern für Facebook. Damit lassen sich zum



LanguageTool kontrolliert Rechtschreibung und Grammatik.

Storage ist zahlreichen Gefahren ausgesetzt: versehentliche Löschung, Plattencrash, Systemabsturz ... und auch immer öfter Ransomware!

Konkrete Risiken und wirkungsvolle Gegenmaßnahmen zeigt Ihnen der Online-Tag der storage2day-Konferenz am 23. September.

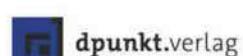
Lernen Sie, wie Sie Ihren Speicher schützen, sichern und effizient wiederherstellen. Hören Sie Vorträge über Livestream, stellen Sie Fragen über Text- und Videochat, und tauschen Sie sich online mit anderen Teilnehmern aus.

[www.storage2day.de](http://www.storage2day.de)

Security-Day-Sponsor



Veranstalter



Beispiel Werbe-Posts und Meldungen verborgen, die bestimmte Schlagwörter enthalten. Mit CSS nehmen Sie beliebige Änderungen am Facebook-Layout vor. Social Fixer ist als Chrome-Erweiterung oder User Script für Greasemonkey verfügbar.

Apropos: **Greasemonkey** ist so etwas wie eine Meta-Erweiterung für den Browser, mit der sich neue Funktionen in beliebigen Websites nachrüsten lassen. Das bewerkstelligt Greasemonkey, indem es benutzerdefinierte JavaScript-Skripte (User Scripts) im Kontext der jeweiligen Websites laufen lässt. So gibt es User Scripts, die die Spiegel-Homepage von bento-Elementen säubern oder Verkäuferinformationen von Drittanbietern auf Amazon-Produktseiten anzeigen.

In vielen Fällen müssen Sie gar nicht selbst programmieren: Unter [greasyfork.org](https://greasyfork.org) stehen Hunderte Skripte zum Herunterladen bereit. Greasemonkey ist nur für Firefox verfügbar. Für Chrome und für Safari gibt es **Tampermonkey**, das Greasemonkey-Skripte ausführen kann.

## Angriffe abwehren

Erweiterungen helfen auch, Ihren Browser gegen neugierige Suchmaschinenbetreiber und Werbetreibende abzuschotten. Zu diesem Themenkomplex hatten wir vor

gar nicht allzu langer Zeit eine ausführliche Artikelserie [1]. Das wohl wichtigste Add-on ist **uBlock Origin**, das mithilfe von Filterlisten Werbung, Tracker und andere nicht benötigte oder potenziell gefährliche Inhalte blockiert und das Surf-Erlebnis beschleunigt.

**Decentraleyes** und **First Party Isolation** bekämpfen Website-übergreifendes Tracking: Ersteres vermeidet Anfragen an Content-Delivery-Netzwerke, zweiteres sperrt die zu einzelnen Sites gehörenden Daten in Containern ein. **NoScript** unterbindet Tracking und andere Gemeinheiten, die über JavaScript in Webseiten eingebunden sind. **Smart Referer** entfernt Informationen aus HTTP-Anfragen, die Fremden verraten, welche Webseiten Sie sich anschauen.

**Neat URL** und **Skip Redirect** unterbinden diverse Tricks, mit denen unter anderem Suchmaschinenanbieter versuchen, Nutzer zu tracken. Last not least können Sie mit **uMatrix** sehr genau steuern, welche Ressourcen der Browser nachladen darf.

Alle bisher erwähnten Add-ons dieses Abschnitts sind für Firefox verfügbar. Bis auf First Party Isolation und Smart Referer gibt es sie auch für Chrome. **Referer Privacy** ist dort ein Ersatz für Smart Referer. Beim Safari lassen sich

viele unerwünschte Inhalte mit **Adblock Plus** blockieren.

Website-Betreiber müssen laut DSGVO von den Besuchern ihrer Sites das Einverständnis einholen, ob und welche Cookies sie in deren Browsern setzen dürfen. Das bedeutet, dass man als Surfer auf jeder neuen Website erst einmal ausgebremst wird, weil man ein sogenanntes Consent-Banner zu sehen bekommt und sich entscheiden muss, welche Cookies denn okay sind.

**I don't care about cookies** nimmt einem dieses nervige Geklick ab. Die Erweiterung klickt auf die entsprechenden „Okay“-Buttons und erlaubt den Websites ausdrücklich, Cookies zu setzen – sehr erholsam. Und: Sofern Sie die vorangegangenen Add-ons einsetzen, um Schnüffler auszubremsen, ist das nicht einmal mit einer Schwächung der Privatsphäre verbunden.

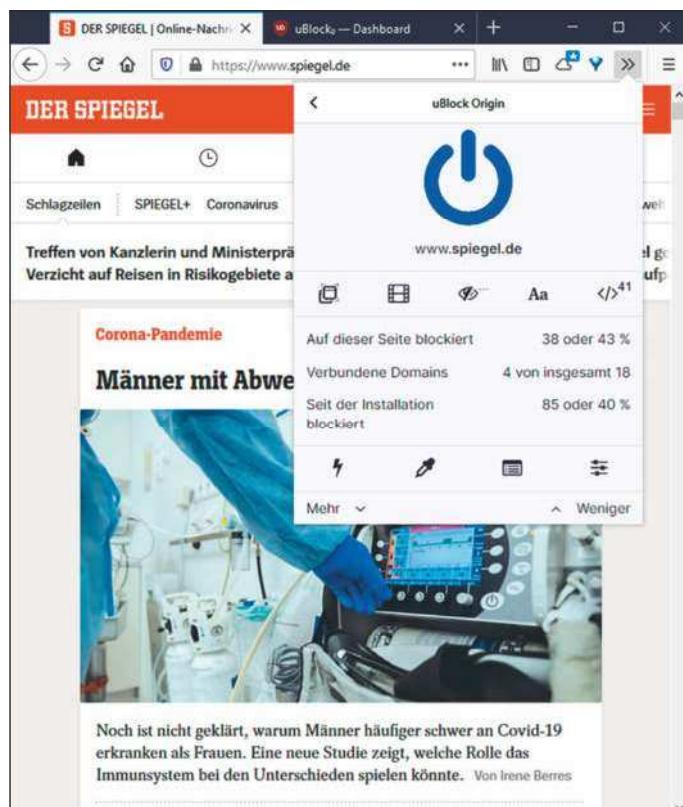
Eigentlich sollte jede Website den Netzverkehr zum Browser verschlüsseln – auch das ergibt sich aus den Anforderungen der DSGVO. Manchmal hat man aber vielleicht noch die alte unverschlüsselte Seite in den Bookmarks. In solchen Fällen sorgt die Browser-Erweiterung **HTTPS Everywhere** (Chrome und Firefox) dafür, dass der Browser die verschlüsselte Seite aufruft.

Ihre E-Mails sind offen wie Postkarten und jeder kann sie während ihres Transports durchs Netz lesen – wenn Sie sie nicht Ende-zu-Ende-verschlüsseln. Damit das auch funktioniert, wenn Sie das Webfrontend eines Mailanbieters verwenden, gibt es **Mailvelope** für Chrome und Firefox. Die Erweiterung wickelt die Ver- und Entschlüsselung sowie die Schlüsselverwaltung im Browser ab. Die Anbieter GMX und Web.de sowie De-Mail nutzen eigene Versionen der Erweiterung.

## News navigieren

RSS (Really Simple Syndication) ist ein uralter Standard. Fast alle Newsmedien stellen ihre Schlagzeilen und Teaser in Form sogenannter RSS-Feeds zur Verfügung, mit denen man sich in einem RSS-Reader ein persönliches News-Bouquet zusammenstellen kann.

In Firefox war sogar mal ein RSS-Reader enthalten. **Livemarks** rüstet ihn wieder nach. Wer Chrome verwendet, sollte einen Cloud-Dienst wie Feedly oder Inoreader ausprobieren. Während LiveMarks die RSS-Feeds der besuchten Site selber erkennt und den Benutzer darauf hinweist,



uBlock Origin blockiert auf Basis von Filterlisten viele nicht benötigte Elemente in Webseiten.

benötigt man mit Chrome eine Erweiterung dafür: [Get RSS Feed URL](#).

### Emsig entwickeln

Alle Browser sind schon von Haus aus mächtige Entwicklerwerkzeuge. Das bedeutet allerdings nicht, dass man sie nicht noch weiter aufbohren kann. Für die Auswahl an Entwicklerwerkzeugen, die wir im Folgenden kurz vorstellen, gilt das Gleiche wie für den gesamten Artikel: Wir können nur eine Auswahl Add-ons präsentieren, die einen kleinen Eindruck davon geben, wie breit das Angebot an Erweiterungen ist. Alle Entwickler-Erweiterungen sind für Chrome und Firefox verfügbar.

Mit **Change Geolocation** kann der Entwickler für Testzwecke die Koordinaten ändern, die der Browser einer Webanwendung meldet. Analog verändert der **User agent switcher** den Namen, unter dem sich der Browser beim Server zu erkennen gibt. Und mit **RESTED** lassen sich REST-Anwendungen testen. Wer eine der

beliebten JavaScript-Bibliotheken React oder Vue.js nutzt, findet die eigens dafür zugeschnittenen **React Developer Tools** und **Vue.js devtools** nützlich, die sich in die Entwicklerwerkzeuge von Firefox und Chrome einbetten.

### Ballast beseitigen

Unter ct.de/ybbb finden Sie die Links zu allen erwähnten Erweiterungen. Installieren Sie aber nicht zu viele Add-ons – und zwar nicht nur wegen der eingangs erwähnten potenziellen Ressourcenprobleme. Wenn Sie viele Erweiterungen parallel installieren, die an Webseiten herummanipulieren, können sich durchaus mal zwei in die Quere kommen und plötzlich verwirrende Nebeneffekte produzieren – eine Website sieht etwa merkwürdig aus oder funktioniert nicht mehr wie erwartet. Dann müssen Sie Erweiterung für Erweiterung deaktivieren, bis das Problem nicht mehr auftaucht und Sie also einen der Schuldigen ausgemacht haben.

Apropos deaktivieren: Wenn Sie eine Erweiterung nur gelegentlich, etwa für den Besuch einer bestimmten Site benötigen, können Sie sie auch nur dafür aktivieren und nach dem Besuch der Site wieder deaktivieren. Die betreffenden Einstellungsseiten about:addons (Firefox) und chrome://extensions sind schnell aufgerufen.

Unerwünschte Nebeneffekte können auch an anderer Stelle auftreten, etwa wenn Sie Chrome auf mehreren Geräten nutzen und synchronisieren. Dann kann es passieren, dass Sie Extensions abgleichen, die Sie gar nicht überall benötigen. Sie sollten in diesem Fall die Synchronisation der Erweiterungen abschalten.

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

### Literatur

- [1] Mike Kuketz: Werbung, Tracker, Umleitungen: Firefox umfangreich absichern, heise.de/-4334134

**Links zu den Erweiterungen:** [ct.de/ybbb](http://ct.de/ybbb)

# 21 Problemlösungen von Entwicklern für Entwickler

NEU

## Mac & i kompakt Software-Entwicklung 2020

Unter der Rubrik Developer's Corner erscheinen in jeder Ausgabe der Mac & i Artikel namhafter iOS- und Mac-Entwickler, die sich speziellen Problemen oder Frameworks von Apple widmen. Das neue ePaper Mac & i kompakt Software-Entwicklung fasst auf über 130 Seiten 21 dieser tiefgehenden Beiträge zusammen.

[shop.heise.de/mi-softwareentwicklung](http://shop.heise.de/mi-softwareentwicklung)

7,99 € >

## Mac & i kompakt

### Software-Entwicklung

- ➔ CoreML
- ➔ Machine Learning
- ➔ Networking
- ➔ ARKit
- ➔ UI
- ➔ iPadOS
- ➔ Siri
- ➔ Swift
- ➔ NFC
- ➔ Debugging



Sofort zum  
Download  
verfügbar



Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten.  
Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

Copyright by Heise Medien.



heise shop

[shop.heise.de/mi-softwareentwicklung](http://shop.heise.de/mi-softwareentwicklung)



# Retusche mit KI

## Corel PaintShop Pro 2021 bringt intelligente Fotokorrektur

**Corel hat gleich eine ganze Sammlung KI-Funktionen in der Windows-Bildbearbeitung PaintShop Pro 2021 implementiert. Sie skalieren, entrauschen, verbessern und verfremden Fotos besser als je zuvor – so zumindest das Versprechen.**

Von André Kramer

**C**orel versucht, am Puls der Zeit zu bleiben. Der in PaintShop Pro 2020 eingeführte Fotoarbeitsbereich lässt sich nur im Vollbild nutzen und hat touchfreundliche Bedienelemente.

Hinter der neuen Oberfläche verborgen sich einige alte Werkzeuge, beispielsweise das zur Anpassung für Helligkeit und Kontrast. Es führt diese mit linearer Berechnung aus wie in den 90er Jahren, der resultierende Bildeindruck wirkt mittlerweile unnatürlich. Hinzugekommen ist eine „Fotokorrektur in einem Schritt“, die zu deutlich natürlicheren Ergebnissen führt. Dem Weißabgleichwerkzeug fehlt eine Grauwertpipette.

wertpipette. Das Hochpass-Schärfen kann sich sehen lassen. Fülllicht und Klarheit erzeugen ähnlich unansehnliche Resultate wie Helligkeit und Kontrast.

Aufmerksamkeit verdienen die in Version 2021 eingeführten KI-Funktionen Upsampling, Entrauschen, Artefaktentfernung und Stilübertragung: Beim Entrauschen erzielt PaintShop Pro sehr gute Ergebnisse. Die Artefaktentfernung funktioniert nur mit 8-Bit-Bildern. Geschenkt, denn das betrifft ohnehin nur JPEG-Fotos. Sie verbessert artefaktgebeutelte Netzfunde spürbar, bewirkt jedoch keine Wunder. Insgesamt arbeiten alle KI-Funktionen schleppend langsam, erzielen aber eine gute Bildqualität. Ein Vorher-Nachher-Schieber hilft bei der Beurteilung.

### Farbstichfreie Tauchbilder

Über Datei/Arbeitsbereich erreicht man den ebenfalls touchoptimierten Bereich Sea-to-Sky. Er unterscheidet sich kaum vom Fotografiebereich, ist aber speziell auf Landschafts- und Unterwasseraufnahmen spezialisiert. Insbesondere bläuliche oder grünliche Farbstiche von Taucherfotos sind damit sehr schnell korrigiert. Zwar zeich-

nen sich die entfärbten und aufgehellten Fotos oftmals durch starkes Bildrauschen aus, dem kommt man aber wiederum durch die oben beschriebene KI bei.

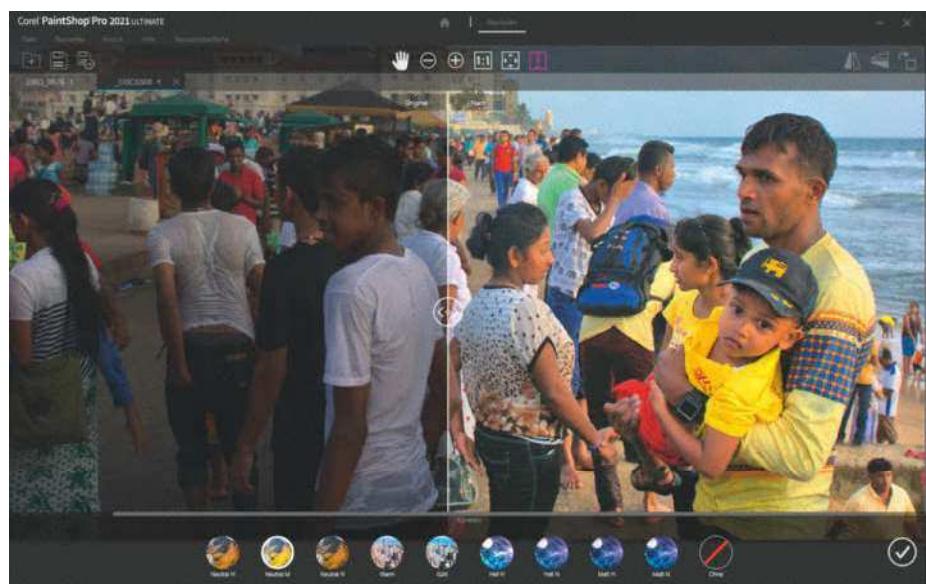
Über das genannte Menü kann man in den Komplettmodus der Anwendung wechseln. Nach einigen Sekunden hat man Zugriff auf alle Werkzeuge des Programms. Bei einem Wechsel zurück in den Modus „Fotografie“ stürzt das Programm reproduzierbar ab, was an so prominenter Stelle nicht hinnehmbar ist.

Der Arbeitsbereich „Komplett“ bietet ähnliche Funktionen wie Photoshop oder Affinity Photo, darunter beispielsweise nichtdestruktive Einstellungsebenen mit Histogrammkorrektur und Gradationskurven. Hier kann man mit Ebenen und Masken arbeiten, klassische Effektfilter anwenden und Werkzeuge zur Bereichsreparatur sowie solche zum Geraderichten, Beschränen, Nachbelichten, Abdunkeln oder Verzerren nutzen. Ein Lernstudio versucht, dem Nutzer die ausladenden Menüs und vielfältigen Werkzeuge näherzubringen. Der Funktionsumfang von PaintShop Pro kann sich sehen lassen. Auch die im Fotografiebereich vermisste Grauwertpipette findet sich hier neben vielfältigen Werkzeugen zur Fotokorrektur.

Das Programm bietet außerdem einen „Pinsel für intelligente Auswahl“ mit recht zuverlässiger Kantenerkennung sowie einen Verfeinerungspinsel zum Nacharbeiten der Auswahlkante.

### Fazit

Adobe Photoshop bietet professionellere Werkzeuge; Affinity Photo von Serif das bessere Preis/Leistungsverhältnis als die Bildbearbeitung von Corel. Insgesamt arbeitet PaintShop Pro langsamer und weniger stabil als beide. Corel versucht eine Nische in der Touchbedienung zu finden und packt allerlei Beigaben dazu wie das Malprogramm Painter Essentials 7 und das Animationstool PhotoMirage Express. Künstliche Intelligenz ist die richtige Stoßrichtung. Das reicht allerdings nicht, um gegenüber Adobe und Serif zu bestehen. (akr@ct.de) ct



Einige Funktionen zur Bildkorrektur in PaintShop Pro sind veraltet. Die „Fotokorrektur in einem Schritt“ kann sich jedoch sehen lassen.

## Corel PaintShop Pro 2021 Ultimate

### Bildbearbeitung

Hersteller	Corel, <a href="http://www.corel.com/de">www.corel.com/de</a>
Systemanf.	Windows ab 7
Preis	89,99 € (Upgrade 69,99 €)



# IMMER AUF AUGENHÖHE

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

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

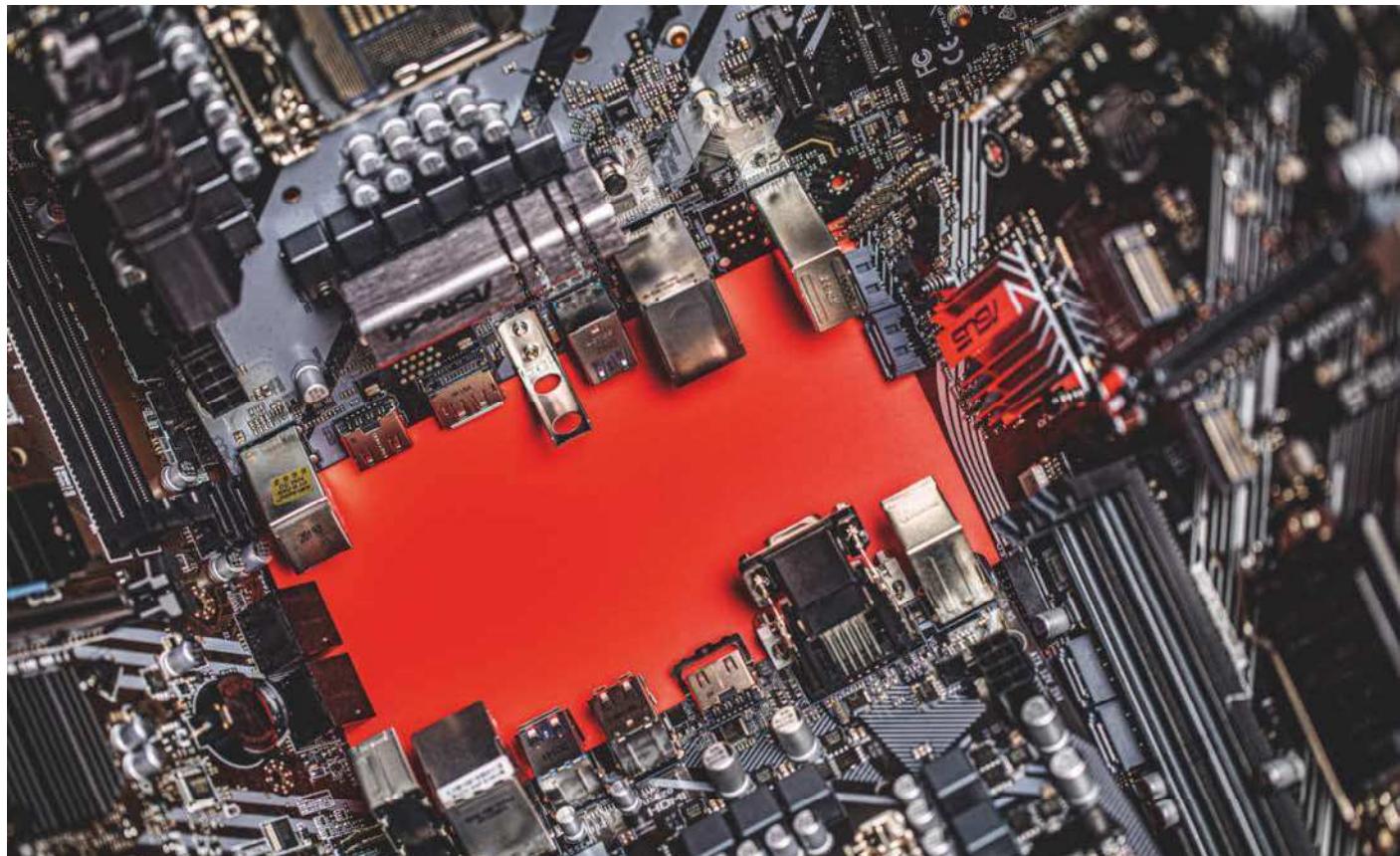
- Tipps & Workshops
- Hard- & Softwaretipps
- Apps und Zubehör

Für nur 14,40 € statt 21,80 €



Jetzt bestellen:

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



# Für ein paar Zehner

## Preiswerte und sparsame Mainboards für Core-i-10000-Prozessoren

**Für die zehnte Generation der Core-i-Prozessoren gibt es mit dem H410, B460 und H470 gleich drei Chipsätze für Mainboards, die ohne viel Bling-Bling auskommen. Doch bei LGA1200-Boards für 60 bis 100 Euro muss man wichtige Einschränkungen hinnehmen.**

Von Christian Hirsch

Die Mainboard-Hersteller versuchen sich mit immer ausgefalleneren Hauptplatten zu übertrumpfen. Auf High-End-Boards sitzen Zusatzfunktionen wie Thunderbolt 3, 10-Gbit-Ethernet, WLAN nach Wi-Fi-6-Standard sowie bunte RGB-

LEDs oder OLED-Minidisplays. Top-Modelle sind gar mit vollflächigen Wasserkühlern versehen. Doch all das treibt den Preis schnell hoch – im Extremfall bis in den vierstelligen Bereich.

Jedoch wollen viele Anwender weder zwei Grafikkarten stecken, noch das Backup ihrer Steuererklärung mit SSD-Geschwindigkeit aufs NAS beamen. Stattdessen zählen bei einem Allround- oder Büro-PC ein möglichst geringer Kaufpreis, ein niedriger Energiebedarf und eine schlanke Ausstattung. Denn eine Funktion, die nicht vorhanden ist, kann auch nicht kaputtgehen.

Wir haben deshalb vier LGA1200-Mainboards für Intels aktuelle, zehnte Generation der Core-i-Prozessoren getestet. Dazu haben wir uns Boards mit H410-, B460- und H470-Chipsatz herausgesucht, die zwischen 55 und 105 Euro

kosten und mindestens zwei digitale Monitorausgänge wie DVI, DisplayPort oder HDMI mitbringen. Dazu zählen das Gigabyte H410M S2H und das MSI B460M-A Pro für jeweils unter 70 Euro. Im Vergleich dazu treten das Asus Prime B460M-A und das Asrock H470 Phantom Gaming 4 mit allen drei Anschlusstypen für Monitore an; sie kosten um die 100 Euro.

Die ausgewählten Boards eignen sich mit mindestens vier SATA-Ports und einem M.2-Steckplatz nicht nur für den Bau eines Büro- oder Allround-PCs, sondern auch für einen preiswerten Heim-Server, sofern man auf Profi-Funktionen wie ECC-RAM oder Fernwartung verzichten kann.

### Chipsatzfibel

Die zehnte Generation der Core-i-Prozessoren verwendet die Fassung LGA1200

und ist deshalb nicht kompatibel zu den Vorgängern, weshalb ein Mainboard mit Serie-400-Chipsatz Pflicht ist. Um alle PC-Preisstufen und verschiedene Anwendungszwecke abzudecken, offeriert Intel sechs verschiedene Chipsätze, die der Chipsetsteller auch als Platform Controller Hubs (PCH) bezeichnet. Bis vor Kurzem fertigte Intel jedoch nur ein einziges Halbleiter-Die, bei dem Intel dann je nach Chipsatzvariante Funktionen deaktivierte.

Für die aktuelle Serie 400 verwendet der Hersteller jedoch unterschiedliche Chips, was für die Ausstattung der Boards direkte Konsequenzen hat. Die teuren Chipsätze wie H470, Q470, Z490 und W480 nutzen vermutlich ein in 14-Nanometer-Technik gefertigtes Die mit Kantenlängen von  $7 \times 8$  Millimetern. Es enthält unter anderem Controller für WLAN sowie für USB 3.2 Gen 2, auch bekannt als USB SuperSpeed 10GBps beziehungsweise früher SuperSpeed+ und USB 3.1 Gen 2.

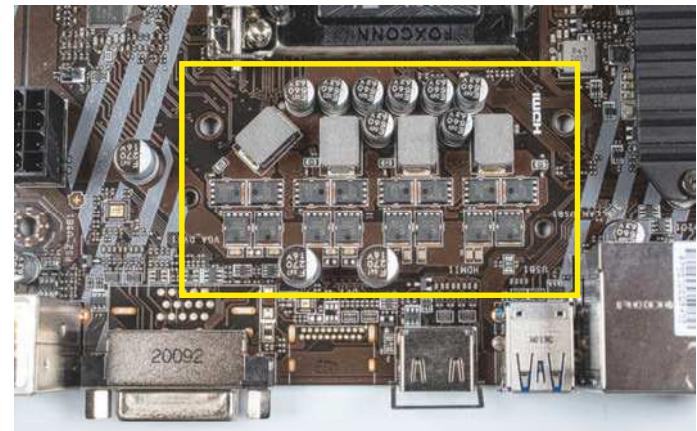
Weil Intel noch immer mit der Umstellung der Prozessorfertigung auf den 10-Nanometer-Prozess zu kämpfen hat, sind die 14-Nanometer-Fabriken von Intel weiterhin mit der Herstellung von CPUs ausgelastet. Um Kapazitäten zu schaffen, verwendet der Chipsetsteller für die günstigen Chipsätze wie H410 und B460 deshalb ein älteres 22-Nanometer-Design, vergleichbar den früheren Chipsätzen der Serie 200. Die Abmessungen sind mit  $7 \times 10$  Millimetern darum etwas größer.

Wegen des älteren Designs fehlen dem B460 USB-Ports mit 10-GBit/s-Tempo. Im Vergleich zum Vorgänger B360 ist das ein Rückschritt. Stattdessen kann man den B460 eher als Neuauflage des ebenfalls in 22 Nanometern gefertigten und funktional beschnittenen B365-Chipsatz bezeichnen. Zwar gibt es auch B460-Boards mit entsprechenden USB-Zusatzchips, diese kosten aber mehr als die meisten H470-Mainboards.

Den H410 hat Intel um noch mehr Funktionen beraubt. Zwar bietet er immerhin PCI Express 3.0, was bislang den Billig-Chipsätzen fehlte. Der Chipsetsteller hat die Anzahl der PCIe-3.0-Lanes aber auf 6 limitiert, was die Anbindung von NVMe-SSDs auf den meisten Boards einschränkt, wenn man die notwendigen Leitungen für Netzwerkchip und Erweiterungssteckplätze berücksichtigt.

Zudem beschneidet Intel beim H410 auch Fähigkeiten des Prozessors, die mit dem Chipsatz selbst gar nichts zu tun haben. Mainboards mit H410-Chipsatz

**Auf günstigen Mainboards wie dem MSI B460M-A Pro sitzen nur wenige Wandler ohne Kühlkörper, weshalb sie mit High-End-CPUs überfordert sind.**



dürfen nur zwei DIMM-Slots und zwei digitale Display-Anschlüsse tragen, obwohl alle LGA1200-Prozessoren drei Monitore parallel ansteuern können, selbst der Celeron G5900 für 35 Euro. Intel gestaltet den H410 wohl bewusst unattraktiv, damit die Hersteller eher zu den teureren Chipsätzen greifen. Mit 32-GByte-Modulen sind aber selbst beim H410 bis zu 64 GByte RAM möglich.

## Wandler am Limit

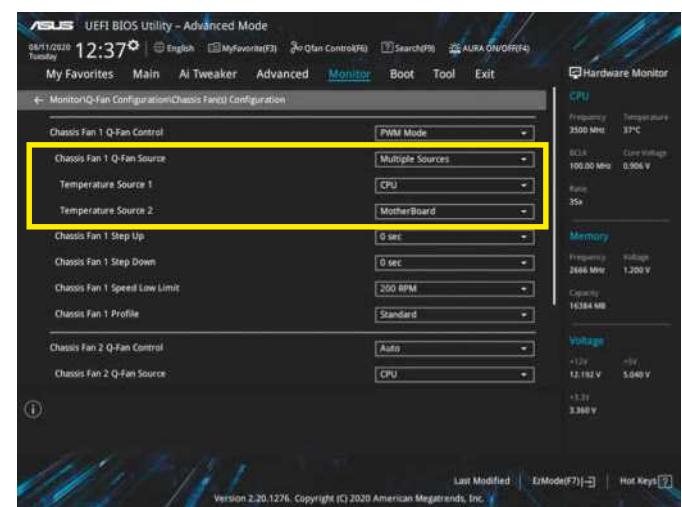
Zu den wesentlichen Unterschieden zwischen den hier getesteten preiswerten LGA1200-Mainboards und den High-End-Platinen mit Z490-Chipsatz aus c't 16/2020 gehört die CPU-Stromversorgung [1]. Bei den teuren Z490-Boards stattet Intel Overclocking, weshalb sie mit üppig dimensionierten Gleichspannungswandlern ausgerüstet sind. Diese Voltage Regulator Modules (VRM) wandeln die vom Netzteil über den ATX12V-Stecker gelieferten 12 Volt in die Kernspannung des Prozessors um, die unter Volllast bei rund 1,0 Volt liegt. Bei einer CPU wie dem

Zehnkerner Core i9-10900K mit einem Power Limit 2 von 250 Watt entspricht das 250 Ampere Stromfluss in der Spalte.

Deshalb packen die Board-Hersteller auf High-End-Platten 12 und mehr Schaltkreise (Phasen) parallel, damit die Stromstärke und die Verluste pro Phase geringer sind. Auf preiswerten Mainboards mit H410- und B460-Chipsatz sitzen aus Kostengründen jedoch nur VRMs mit drei bis fünf Phasen, weil bei diesen Chipsätzen das Übertakten seitens Intel unterbunden ist und vermeintlich keine Leistungsreserven notwendig sind.

Allerdings hat Intel die elektrischen Limits der Core i-10000-Cpus im Vergleich zur neunten Core-i-Generation kräftig angehoben. Bei den übertaktbaren K-Prozessoren beträgt die Thermal Design Power nun 125 Watt statt 95 Watt und das Turbofenster 56 Sekunden. In diesem Short-Boost-Zeitraum darf die CPU ihre TDP erheblich überschreiten. Beim Core i9-10900K sind das die bereits erwähnten 250 Watt. Aber auch gängige 65-Watt-Cpus dürfen kurzzeitig deutlich mehr

Gehäuselüfter regelt das Asus Prime B460M-A auf Wunsch auch anhand mehrerer Temperatur-sensoren zugleich.



schlucken: So sind beim Core i7-10700 für 28 Sekunden 224 Watt zulässig [2].

## Massiv ausgebremst

Für den Test haben wir den leistungsstärksten LGA1200-Prozessor Core i9-10900K verwendet, den alle vier getesteten Boards in ihren Kompatibilitätslisten führen. Uns ist bewusst, dass diese CPU in der Praxis wohl nur selten mit einem H410-, B460- oder H470-Mainboard kombiniert wird. Wenn diese CPU aber problemlos funktioniert, laufen auch die schwächeren Celeron-, Pentium- und Core-i-10000-Prozessoren.

Damit es dem Prozessor nicht zu heiß wird, haben wir eine Wasserkühlung aufgepflanzt. In dieser Konfiguration haben alle Mainboards nach wenigen Sekunden die CPU gedrosselt, weil die Spannungswandler überhitzten. Schuld daran ist ein bekannter Nachteil von Wasserkühlungen. Denn im Unterschied zu Luftkühlern, insbesondere im Top-Blower-Design, bekommen die umliegenden Bauteile auf dem Board und insbesondere das VRM keinen Luftstrom ab. Deshalb haben wir zusätzlich einen Gehäuselüfter über den VRMs platziert.

Dennoch schafft es nur das Asrock H470 Phantom Gaming 4 den Core i9-10900K nach Intel-Spezifikation und ohne Drosseln zu betreiben. Das Asus Prime B460M-A hält die Turbophase nur für wenige Sekunden aufrecht und limitiert die CPU dann auf die TDP von 125 Watt. Im Rendering-Benchmark Cinebench R20 war es deshalb auch 15 Prozent langsamer als das Asrock-Board.

Die beiden Billig-Boards Gigabyte H410M S2H und MSI B460M-A Pro sind

hingegen mit Intels LGA1200-Spitzenmodell völlig überfordert. Bei beiden bricht die Taktfrequenz schon nach wenigen Sekunden wegen überlasteter Spannungswandler ein. Sie schaffen es nicht einmal, die TDP von 125 Watt zu halten. Beim Gigabyte-Board sprang die Leistungsaufnahme unter Vollast wild auf und ab, sodass wir sie nicht sinnvoll messen konnten. Im Cinebench R20 fehlen rund 40 Prozent der möglichen Performance des Core i9-10900K. Wir empfehlen deshalb auf diesen Mainboards höchstens 65-Watt-CPU einzusetzen.

## Sparsames Linux

Bei der analogen Wiedergabe- und Aufnahmegerätigkeit schneidet das H470 Phantom Gaming 4 etwas besser ab als die drei anderen Boards, weil Asrock den hochwertigen Audiochip ALC1200 auflöst. Der Dynamikumfang ist jeweils mindestens acht Dezibel größer als bei den Boards mit ALC887 beziehungsweise ALC892. Aus Kostengründen rüsten die Hersteller die preiswerten Modelle nur mit drei analogen Klinkenbuchsen aus, was für 5.1-Ton reicht. Mit Ausnahme des Gigabyte H410M S2H ist auch 7.1 möglich, wenn man dafür die Frontanschlüsse hinzunimmt.

Zusätzlich zu den Tests unter Windows 10 2004 haben wir die Mainboards auch unter der Linux-Distribution Ubuntu 20.04 geprüft. Weil die günstigen Boards weder WLAN noch moderne NBase-T-Netzwerkchips haben, traten bei der Hardware-Erkennung keinerlei Probleme auf. Die Durchsatzraten beispielsweise von USB entsprechen den unter Windows 10 gemessenen Werten.

Bei der Leistungsaufnahme bieten moderne Linux-Distributionen einen Vorteil gegenüber Windows. Durch Optimierung mit `powertop --auto` kann man noch ein bis drei Watt zusätzlich herausholen. Allerdings sind dann sehr aggressive Energiesparfunktionen aktiv, sodass zum Beispiel die Maus erst nach einem Mausklick wieder aufwacht.

## Fazit

Bei diesem Mainboard-Test können wir erstmals seit Langem keine uneingeschränkte Kaufempfehlung geben. Mit der massiven Anhebung der Power Limits für die Core-i-10000-Cpus tut Intel weder den Kunden noch den Mainboard-Herstellern einen Gefallen. Bis auf das über 100 Euro teure Asrock H470



## Asrock H470 Phantom Gaming 4

Nicht nur mit seinen größeren Abmessungen hebt sich das Full-Size-ATX-Board Asrock H470 Phantom Gaming 4 von den übrigen Testkandidaten ab. Dank des H470-Chipsatzes mit einer höheren Zahl an PCIe-Lanes fällt die Ausstattung üppiger aus: Dazu gehören unter anderem 6 × SATA 6G, ein zweiter PEG-Steckplatz und drei M.2-Slots, darunter einer für ein optionales WLAN-Modul mit CNVi-Schnittstelle.

Allerdings lassen sich nicht alle internen Anschlüsse gleichzeitig nutzen: Bei einer SSD mit SATA-Interface im ersten M.2-Steckplatz fällt SATA-Port 5 weg. Das gilt ebenso für den zweiten M.2-Slot bei SATA-Port 1. SATA-Port 0 funktioniert wiederum nicht mehr, wenn eine PCIe-SSD im zweiten M.2-Slot untergebracht ist.

Als einziges Board bietet das H470 Phantom Gaming 4 in der I/O-Blende je eine Typ-A- und Typ-C-Buchse für USB 3.2 Gen 2 mit 10-GBit/s-Tempo. Der Durchsatz lag beim Lesen und Schreiben im grünen Bereich bei knapp über 1 GByte/s.

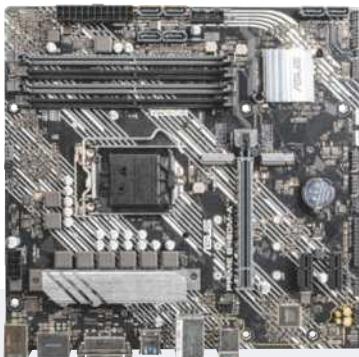
Trotz der umfangreicheren Ausstattung lag die Leerlaufleistungsaufnahme des Asrock-Mainboards mit 19 Watt geringfügig niedriger als bei den Boards von Asus und Gigabyte. Mit aktivierten C-States konnten wir sie auf 15 Watt drücken. Obwohl das H470 Phantom Gaming 4 die Power Limits des Core i9-10900K korrekt einstellt, schluckte das Gesamtsystem in der Spitze fast 400 Watt, was auf vergleichsweise ineffiziente Wandler hindeutet.

- ▲ sparsam im Leerlauf
- ▲ schnelles USB 3.2 Gen 2
- ▲ Diagnose-LEDs

## Günstige Serie-400-Chipsätze im Vergleich

Chipsatz	H410	B460	H470
HSIO-Lanes	16	30	30
PCIe 3.0 <sup>1</sup>	6	16	20
SATA 6G <sup>1</sup>	4	6	6
USB 3.2 <sup>1</sup> insgesamt	4	8	8
USB 3.2 10 GBit/s <sup>1</sup>	0	0	4
USB 3.2 5 GBit/s <sup>1</sup>	4	8	8
USB 2.0 <sup>1</sup>	10	12	14
integriertes WLAN	—	—	Wi-Fi 6
DIMMs pro Kanal	1	2	2
Displays <sup>1</sup>	2	3	3
Thermal Design Power	6 W	6 W	6 W

<sup>1</sup> maximale Anzahl, hängt vom Mainboard ab  
HSIO: High-Speed-I/O-Lanes (PCIe 3.0 oder SATA 6G oder USB 3.2)



## Asus Prime B460M-A

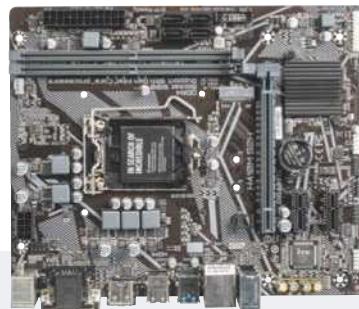
Das Prime B460M-A von Asus gehört mit drei digitalen Display-Ausgängen und zwei M.2-Slots zu den besser ausgestatteten B460-Boards. Der untere M.2-Slot nimmt nur SSDs mit PCI-Express-Interface auf, der obere auch solche mit SATA-6G-Schnittstelle. Dann fällt allerdings der SATA-Port 1 weg. Es verbleiben jedoch fünf weitere Anschlüsse.

Als einziges Mainboard rüstet Asus das Prime B460M-A intern mit einem SPDIF-Pfostenstecker aus, sodass man über eine optionale Slotblende Digitalton alternativ zu HDMI ausgeben kann. Für ältere Peripheriegeräte gibt es ebenfalls Pfostenanschlüsse für RS/232 und Parallelport.

Bei der Leistungsaufnahme schlägt das Asus-Board kräftig zu und schluckte bei ruhendem Windows-Desktop 21 Watt, was sich auch durch Einschalten der C-States nicht verbesserte. Auf dem Prime B460M-A mit BIOS 1001 schöpfte der Core i9-10900K seinen maximalen Turbotakt nicht voll aus und erreichte nur 5,1 statt 5,3 GHz. Zudem konnte das Board das Turbozeitraum nur wenige Sekunden halten.

Die Regelung für die Gehäuselüfter kann auf Wunsch mehrere Temperatursensoren wie CPU, Mainboard und ausgewählte Grafikkarten von Asus auswerten. Das sorgt für ausreichende Belüftung, wenn beispielsweise nur die GPU rechnet. Im BIOS-Setup ließ sich der CSM-Modus nicht aktivieren, weshalb auf dem Prime B460M-A ausschließlich Betriebssysteme im UEFI-Modus laufen.

- ⬆️ viele Schnittstellen
- ⬆️ drei Display-Anschlüsse
- ⬇️ hohe Leerlaufleistungsaufnahme



## Gigabyte H410M S2H

Das günstigste Mainboard H410M S2H stammt von Gigabyte und kostet unter 60 Euro. Um diesen Preis zu erreichen, hat der Hersteller die Ausstattung aufs Nötigste reduziert. Dennoch stehen die wichtigsten modernen Schnittstellen wie USB 3.0, SATA 6G und PCI Express 3.0 in ausreichender Zahl zur Verfügung. Per HDMI 1.4 und DVI kann es 4K-Displays lediglich mit 30 Hz ansteuern. Für die bei günstigen Office-PCs gängigen Full-HD-Bildschirme reicht das aber für flüssige 60 Hertz.

Weil der H410-Chipsatz nur sechs PCIe-3.0-Lanes bereitstellt und davon schon drei für die beiden PCIe-x1-Erweiterungsplätze und den Netzwerkchip belegt sind, ist der M.2-Slot nur mit zwei Lanes angebunden. Das limitiert den Durchsatz beim H410M S2H auf 1,7 GByte/s. Bei SSDs mit Kühlkörpern ist Vorsicht geboten. Weil der M.2-Slot sehr dicht am Board sitzt, verursachte der Kühlkörper unserer Test-SSD Gigabyte Aorus NVMe Gen4 SSD einen Kurzschluss beim Kontakt mit winzigen SMD-Bausteinen, wodurch sich der Rechner nicht einschalten ließ. Steckt eine M.2-SSD mit SATA-Interface auf dem Board, fällt der SATA Port 3 weg.

Unter Volllast mit dem Core i9-10900K lieferten die Spannungswandler des H410M S2H keine stabile Stromversorgung, sodass die CPU permanent drosselte und die Leistungsaufnahme zwischen 35 und 220 Watt pendelte. Für ältere Mäuse und Tastaturen gibt es jeweils einen separaten PS/2-Anschluss.

- ⬆️ günstiger Preis
- ⬇️ schnelle CPUs drosseln
- ⬇️ Kurzschlussgefahr bei M.2-SSDs



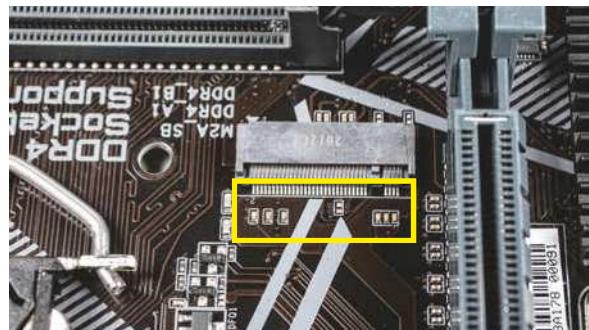
## MSI B460M-A Pro

Das MSI B460M-A Pro kostet weniger als 70 Euro und konkurriert preislich mit H410-Hauptplatinen. Wegen des Kampfpreises muss man jedoch einige Kompromisse eingehen. Das B460M-A Pro bietet beispielsweise lediglich zwei DIMM-Slots. Dank sechs SATA-6G-Ports eignet es sich aber für den Bau eines preiswerten Heimservers. Der M.2-Slot kann mit PCIe- und SATA-SSDs umgehen, zieht bei letzteren aber die Leitung des SATA-Port 2 heran, der dann nicht mehr zur Verfügung steht. Zur Kühlung der M.2-SSD liefert MSI einen Kühlkörper mit.

Auf den Spannungswandlern für die CPU fehlen diese jedoch, weshalb sie sich mit einem 125-Watt-Prozessor schon nach weniger als einer halben Minute überhitzen, selbst wenn ein Lüfter direkt darauf bläst. Im BIOS-Setup lässt sich einstellen, welcher Kühlertyp auf dem Prozessor sitzt. Danach stellt das B460M-A Pro die Power Limits ein. Die Werte für einen Boxed-Kühler entsprechen zum Beispiel den Intel-Vorgaben. Die Einstellungen für Wasserkühlung und Tower-Kühler sind weniger sinnvoll, denn sie legen das Power Limit 2 auf 180 Watt fest, selbst wenn Intel höhere Werte erlaubt.

Gehäuselüfter kann das Board nur per PWM regeln, selbst wenn man im BIOS-Setup händisch auf Spannungssteuerung umstellt. 3-Pin-Lüfter laufen deshalb immer mit voller Geschwindigkeit. Bei Bootproblemen helfen vier Diagnose-LEDs, die Ursache einzuzgrenzen. Diese nützliche Funktion gehört selbst bei deutlich teureren Boards noch nicht zum Standard.

- ⬆️ Diagnose-LEDs
- ⬇️ mit 125-Watt-CPUs überfordert
- ⬇️ regelt keine 3-Pin-Lüfter



**Wegen des flachen M.2-Slots kann es beim Gigabyte H410M S2H zu Kurzschlüssen mit Kühlkörpern von M.2-SSDs kommen.**

Phantom Gaming 4 hatten alle Boards im Test große Schwierigkeiten mit der enormen Leistungsaufnahme des Core i9-10900K. Zwar werden in der Praxis die günstigen H410- und B460-Boards wohl eher mit Celeron, Pentium und Core i3

bestückt werden. Dennoch versprechen die Board-Hersteller Kompatibilität mit Intels Spitzenmodell und können dies nicht einhalten.

Abgesehen davon versehen die Boards unauffällig ihren Dienst. Bei der Ausstat-

tung muss man einige Kompromisse eingehen. Dennoch reicht das Gebotene für die meisten Anwender mehr als aus, die damit beispielsweise einen sparsamen Büro- oder Allround-PC bauen möchten. Eine Alternative zu den hier getesteten Boards sind günstige AM4-Mainboards für Athlon- und Ryzen-Prozessoren mit den neuen Chipsätzen A520 und B550. Bei diesen ist beispielsweise die SSD direkt an die CPU angebunden. (chh@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Christian Hirsch, Zehner-Fundamente, High-End-Mainboards mit Z490-Chipsatz für Core i10000, c't 16/2020, S. 96
- [2] Christian Hirsch, Höhere Power Limits bei Core i10000, c't 14/2020, S. 34

## Preiswerte LGA1200-Mainboards mit H410-, B460- und H470-Chipsatz

Hersteller, Modell	Asrock H470 Phantom Gaming 4	Asus Prime B460M-A	Gigabyte H410M S2H	MSI B460M-A Pro
CPU-Fassung / Chipsatz	LGA1200 / H470	LGA1200 / B460	LGA1200 / H410	LGA1200 / B460
Format (Abmessungen)	ATX (30,5 cm × 22,4 cm)	Micro-ATX (22,4 cm × 23,4 cm)	Micro-ATX (22,7 cm × 18,5 cm)	Micro-ATX (23,8 cm × 19,2 cm)
Chipsatz-SATA-6G	6	6	4	6
LAN-Chip (Eigenschaften)	i219V (Phy; 1 GBit/s)	RTL8111H (PCIe; 1 GBit/s)	RTL8118 (PCIe; 1 GBit/s)	RTL8111H (PCIe; 1 GBit/s)
Audio-Chip (Eigenschaften)	ALC1200 (HD Audio)	ALC887 (HD Audio)	ALC887 (HD Audio)	ALC892 (HD Audio)
Fehlerdiagnose / Piepsger	4 LEDs / –	– / –	– / –	4 LEDs / –
Speicher-Slots / maximaler RAM	4 / 128 GByte	4 / 128 GByte	2 / 64 GByte	2 / 64 GByte
Erweiterungs-Slots	2 × PEG (1 × x16, 1 × x4), 3 × PCIe x1	1 × PEG, 2 × PCIe x1	1 × PEG, 2 × PCIe x1	1 × PEG, 2 × PCIe x1
M.2-Slots (Anbindung)	1 × 2230 (PCIe 3.0 x1), 1 × 22110/80/60 (PCIe 3.0 x4), 1 × 2280/60 (PCIe 3.0 x4)	2 × 2280/60/42 (PCIe 3.0 x4)	1 × 2280/60/42 (PCIe 3.0 x2)	1 × 2280/60/42 (PCIe 3.0 x4)
interne Anschlüsse	6 × SATA 6G, 2 × USB 3.0 Typ A <sup>1</sup> , 2 × USB 2.0 <sup>1</sup> , 1 × HD-Audio, 4 × RGB-LED	6 × SATA 6G, 1 × USB 3.0 Typ A <sup>1</sup> , 2 × USB 2.0 <sup>1</sup> , 1 × RS-232, 1 × HD-Audio, 1 × SPDIF-Out, 2 × RGB-LED, 1 × TPM	4 × SATA 6G, 1 × USB 3.0 Typ A <sup>1</sup> , 1 × USB 2.0 <sup>1</sup> , 1 × RS-232, 1 × HD-Audio, 1 × RGB-LED, 1 × TPM	6 × SATA 6G, 1 × USB 3.0 Typ A <sup>1</sup> , 2 × USB 2.0 <sup>1</sup> , 1 × RS-232, 1 × HD-Audio, 1 × TPM
Lüfteranschlüsse	2 × CPU (4-Pin), 4 × Gehäuse (4-Pin)	2 × CPU (4-Pin), 2 × Gehäuse (4-Pin)	1 × CPU (4-Pin), 1 × Gehäuse (4-Pin)	1 × CPU (4-Pin), 1 × Gehäuse (4-Pin)
ATX-Anschlussfeld	1 × HDMI 1.4, 1 × DisplayPort 1.4, 3 × analog Audio, 1 × USB-A (10 GBit/s), 1 × USB-C (10 GBit/s), 2 × USB-A (5 GBit/s), 2 × USB 2.0, 1 × LAN, 1 × PS/2	1 × HDMI 1.4, 1 × DVI, 1 × DisplayPort 1.4, 3 × analog Audio, 4 × USB-A (5 GBit/s), 2 × USB 2.0, 1 × LAN, 1 × PS/2	1 × HDMI 1.4, 1 × DVI, 1 × VGA, 3 × analog Audio, 2 × USB-A (5 GBit/s), 4 × USB 2.0, 1 × LAN, 2 × PS/2	1 × HDMI 1.4, 1 × DVI, 1 × VGA, 3 × analog Audio, 4 × USB-A (5 GBit/s), 2 × USB 2.0, 1 × LAN, 1 × PS/2
Lieferumfang	2 × SATA-Kabel, Slotblech, Treiber-DVD, Handbuch	2 × SATA-Kabel, Slotblech, Treiber-DVD, Handbuch	2 × SATA-Kabel, Slotblech, Treiber-DVD	2 × SATA-Kabel, Slotblech, Treiber-DVD

### Elektrische Leistungsaufnahme und Datentransfer-Messungen (getestet mit Core i9-10900K, 16 GByte DDR4-2933, SSD)

Soft-off (mit ErP) / Energie Sparen	0,9 W (0,3 W) / 1,1 W	0,6 W (0,2 W) / 1,0 W	1,0 W (0,3 W) / 1,4 W	0,8 W (0,3 W) / 1,5 W
Leerlauf (optimiert) / Volllast (Spitze)	19 W (15 W) / 196 W (394 W)	21 W (21 W) / 172 W (330 W)	20 W (15 W) / – <sup>2</sup>	20 W (16 W) / 172 W (250 W)
Leerlauf unter Ubuntu 20.04 (optimiert)	19 W (14 W)	21 W (16 W)	19 W (12 W)	20 W (15 W)
M.2-Pcie-SSD: Lesen (Schreiben)	3,5 (3,3) GByte/s	3,4 (3,4) GByte/s	1,7 (1,7) GByte/s	3,4 (3,4) GByte/s
USB 3.2 5 / 10 GBit/s: Lesen (Schreiben)	464 (465) / 1067 (1034) MByte/s	461 (455) MByte/s / –	461 (462) MByte/s / –	461 (462) MByte/s / –
LAN: Empfangen (Senden)	118 (119) MByte/s	119 (119) MByte/s	119 (119) MByte/s	118 (119) MByte/s

### Funktionstests

Secure-Boot ab- / CSM einschaltbar	✓ / ✓	✓ / – <sup>3</sup>	✓ / ✓	✓ / ✓
Wake on LAN: Standby / Soft-off	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
USB: 5V in Soft-off / Wecken per USB-Tastatur aus: Standby (Soft-off)	✓ / ✓ (– <sup>3</sup> )	✓ / ✓ (– <sup>3</sup> )	✓ / ✓ (– <sup>3</sup> )	✓ / ✓ (– <sup>3</sup> )
Bootdauer bis Login	15 s	13 s	12 s	12 s
analog Mehrkanalton (Art) / 2. Audio-strom	✓ (7.1) / – <sup>3</sup>	✓ (7.1) / ✓	✓ (5.1) / ✓	✓ (7.1) / ✓
Lüfterregelung: CPU-Lüfter / Gehäuselüfter 3-Pin / 4-Pin	0 ... 100 % / 0 ... 12 V / 0 ... 100 %	20 ... 100 % / 8 ... 12 V / 20 ... 100 %	0 ... 100 % / 0 ... 12 V / 0 ... 100 %	0 ... 100 % / – <sup>3</sup> / 0 ... 100 %
Audio: Wiedergabe / Aufnahme	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ○
Preis / Garantie	100 € / 36 Monate	95 € / 36 Monate	60 € / 36 Monate	70 € / 36 Monate

<sup>1</sup> je zwei Ports pro Stiftleiste

<sup>2</sup> CPU drosselt stark, keine Messung möglich

<sup>3</sup> funktioniert nicht    ✓ funktioniert    – nicht vorhanden

⊕⊕ sehr gut

⊕ gut

○ zufriedenstellend

⊖ schlecht

⊖⊖ sehr schlecht



# storage2day

ONLINE

3 x im Herbst 2020

DIE KONFERENZ ZU SPEICHERNETZEN UND DATENMANAGEMENT



**Mittwoch, 23. September:**  
Storage-Security & Backup Day

**Mittwoch, 7. Oktober:**  
Storage-Trends und -Lösungen

**Donnerstag, 12. November:**  
Ceph Day

**SAVE THE  
DATES!**

**3 TAGE / 3 TERMINE  
3 SCHWERPUNKTE**

**3-FACH STORAGE-WISSEN**

[www.storage2day.de](http://www.storage2day.de)

Goldsponsoren

CLOUDIAN®

DATACORE

FAST LiTA

FUJIFILM

POINT  
Software & systems

PURE STORAGE®

Silbersponsoren

Tech Data  
Advanced Solutions

SCALITY

Security-Day-Sponsor

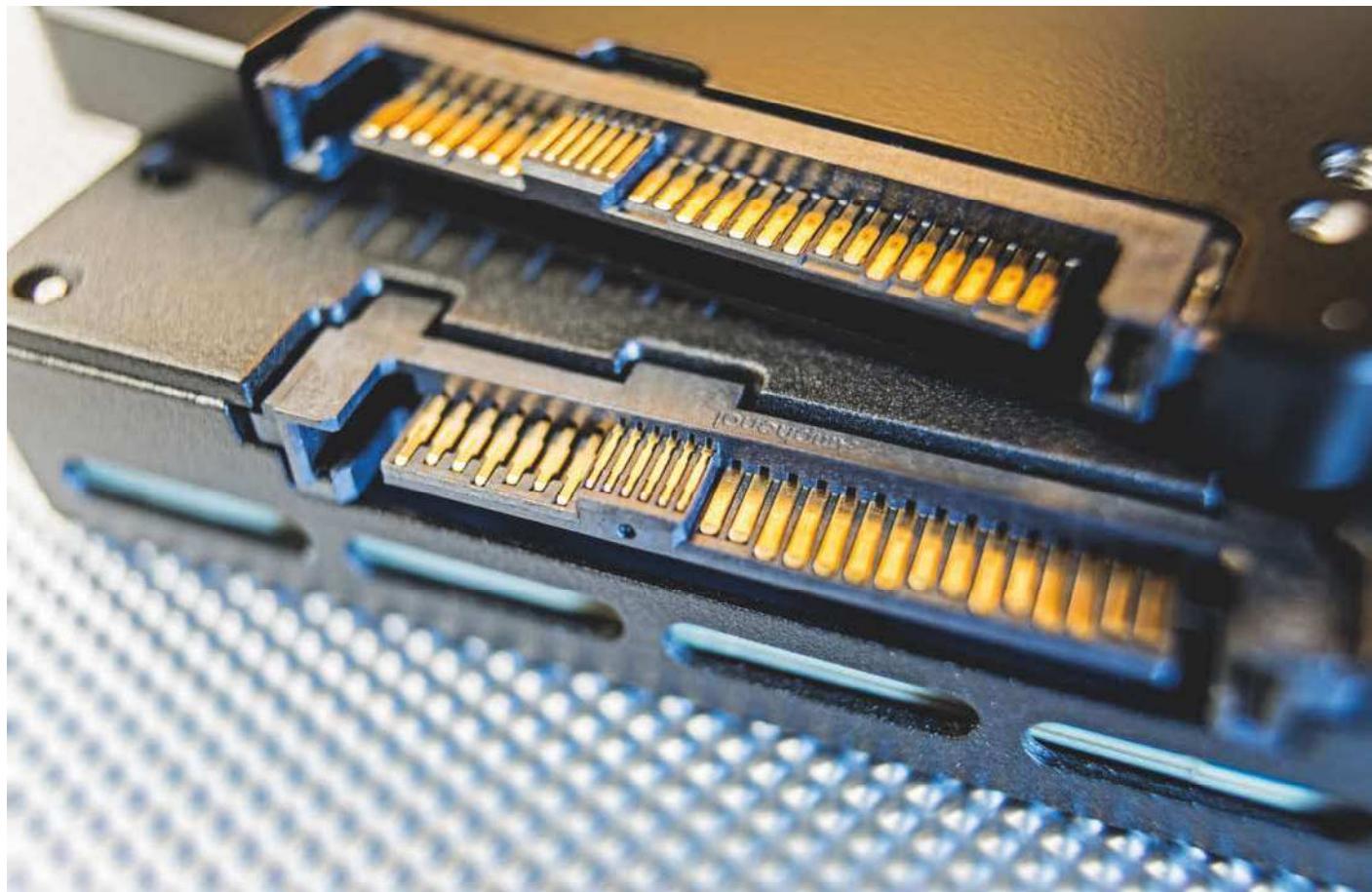
Tech Data  
Advanced Solutions

Ceph-Day-Sponsor

CLOUDIAN®

Veranstalter

dpunkt.verlag



# Powerstorage

## Server-SSDs: Was sie von den Desktop-Modellen unterscheidet

**Schnell und teuer – so die weit verbreitete Ansicht über Server-SSDs. Beides stimmt irgendwie, aber es gibt noch mehr Unterschiede zwischen Desktop- und Server-SSDs. Wir haben zwei aktuelle Modelle im Test.**

**Von Lutz Labs**

Wer sich einen kleinen Server zusammenbaut, greift bei den Festplatten ganz selbstverständlich zu NAS- oder Servermodellen; Desktoplaufwerke kommen für die wenigsten Selbstbauer infrage.

Doch vor Server-SSDs schrecken viele zurück. Zu groß sind die Preisunterschiede zwischen Desktop- und Server-SSDs, zudem ist auch noch der Anschluss häufig ein anderer. Was aber macht Server-SSDs besser?

Zum Test haben wir uns zwei aktuelle Server-SSDs ins Haus geholt: die Kingston DC1000M mit 1,92 TByte und die Western Digital Ultrastar DC SN640 NVMe SSD mit der doppelten Kapazität. Diese ist technisch identisch zum 3,84-GByte-Modell der Fachhandelsmarke WD Gold und eigentlich nur für Großkunden erhältlich, findet aber immer wieder den Weg in den Handel. Gerne hätten wir auch noch die Toshiba CM6 getestet, eine der ersten Server-SSDs mit PCIe 4.0, doch bedingt durch die Coro-

na-Wirren kam das Testgerät nicht mehr vor Redaktionsschluss in Hannover an.

### Desktop-SSDs vs. Server-SSDs

NAND-Flash, ein SSD-Controller und vielleicht etwas DRAM, fertig ist die SSD: Immer mehr Unternehmen wollen am immer noch wachsenden SSD-Markt teilhaben. Im letzten Test von PCIe-SSDs [1] waren mit Delock, Emtec und Leven gleich drei neue Hersteller dabei.

Auf dem Markt für Server- und Enterprise-SSDs tummeln sich weniger Hersteller, zumindest in Deutschland sind nur bekannte Namen vertreten: Intel, Kingston, Kioxia, Micron, Samsung und Western Digital. Der Preisvergleicher auf heise

online listet dazu noch SSDs von HGST und Seagate, doch diese beiden sind schon einige Jahre alt. Hinzu kommen noch ein paar eher kleine Hersteller, die ganz spezielle SSDs bauen, sowie Unternehmen wie Dell, die die SSDs in ihren PCs zukaufen, ihnen aber einen eigenen Aufkleber spendieren. Wer im Projektgeschäft tätig ist, wird diese Liste noch um ein paar Namen ergänzen können, etwa um BiWin, die SSDs für HPEs Server liefern.

## Interne Unterschiede

Im Prinzip sind Server-SSDs und Desktop-SSDs gleich aufgebaut – aber nur im Prinzip. Beide enthalten Flash-Speicher, SSD-Controller und häufig etwas DRAM (weniger als Cache, sondern mehr als Lager für die Zuordnungstabellen der physischen zu den logischen Adressen).

Die Unterschiede liegen im Detail: Der Speicher der Server-SSDs stammt aus der besten Qualitätsstufe, der SSD-Controller kann über mehr Kanäle die Anforderungen besser parallelisieren und damit beschleunigen, der DRAM-Inhalt wird stärker gegen Stromausfall geschützt, die verschlüsselt gespeicherten Daten können in Sekundenschnelle gelöscht werden. Außerdem ist die Firmware von Server-SSDs auf andere Zugriffsmuster optimiert – etwa für mehr parallele Anfragen gleichzeitig – sowie auf möglichst geringe Latenzschwankungen.

Selbst günstige Desktop-SSDs haben mittlerweile eine hohe Ausdauer (Endurance). In den Datenblättern findet man Werte von einigen Hundert TByte an geschriebenen Daten, die die SSDs innerhalb der Garantiefrist vertragen sollen. Das gilt für Server-SSDs erst recht, bei ihnen trifft man häufig noch auf eine weitere Angabe: die Drive Writes Per Day (DWPD). Diese gibt an, wie oft eine SSD täglich mit ihrer kompletten Kapazität beschrieben werden darf. DWPD-Werte um 1 stehen dabei für einen Betrieb, bei dem sich Lesen und Schreiben etwa die Waage halten, höhere Werte für einen schreibintensiven Betrieb. Bei typischen File-Servern werden Daten beispielsweise häufiger gelesen als geschrieben, anders als bei manchen Datenbanken.

Vergleicht man einfach nur die Herstellerangaben zur Schreibgeschwindigkeit, fällt auf, dass so manche Desktop-SSD hier mit schnelleren Werten protzt als viele Server-SSDs. Die Werte für letztere liegen damit aber näher an der Wahrheit: Denn während eine Desk-



### Kingston DC1000M

Die DC1000M ist eine 2,5-Zoll-SSD mit 15 Millimeter Bauhöhe und einem recht hohen Gewicht von rund 150 Gramm. Die Lüftungsschlitzte an den kurzen Enden lassen erahnen, dass sich im Inneren zwei Platinen verbergen.

Der Buchstabe M am Ende der Typenbezeichnung steht bei Kingston für die Eignung für Mixed-Betrieb: Pro Tag verträgt die SSD im Rahmen der fünfjährigen Garantiefrist 1,92 TByte Schreibvolumen (1 Drive Write Per Day, 1 DWPD), insgesamt sind es 3,5 PByte. Kingston besitzt einen kleinen Anteil an der Flash-Fabrik von Kioxia und nutzt auch dessen 3D-TLC-Flash; die Verteilung übernimmt der Enterprise-Controller Silicon Motion SM2270 mit 16 Kanälen und PCIe-3.0-x8-Anbindung – beim U.2-Anschluss kann dieser jedoch nur vier PCIe-Lanes nutzen.

Damit erreicht die DC1000M beim Lesen 3,1 GByte/s und beim Schreiben etwa 2,6 GByte/s; beim Lesen zufälliger Adressen bricht die SSD nach wenigen Sekunden um 50.000 IOPS auf dann immer noch rund 530.000 IOPS ein. Diese Werte hält die SSD allesamt auch dauerhaft, selbst bei fast kompletter Füllung – einen volllaufenden SLC-Cache gibt es eben nicht.



### Western Digital WD Ultrastar SN640 NVMe SSD

Die WD Ultrastar DC SN640 NVMe SSD ist ebenfalls für einen gemischten Schreib-Lese-Betrieb ausgelegt, verträgt jedoch nur 0,8 DWPD. Western Digital bietet die gleiche SSD auch mit einer Kapazität von nur 3,2 TByte an, die zu unserem Testmuster fehlenden 640 GByte nutzt diese dann für ein Endurance-steigerndes Overprovisioning. Die kleinere ist etwas teurer als die 3,84-TByte-Version.

Angekündigt wurde die SN640 bereits im vergangenen Jahr, und zwar gleich in drei Versionen: im hier vorliegenden U.2-Gehäuse, als M.2-SSD mit 110 Millimeter Länge (22110) und als E1.L-SSD, also in Intels Ruler-Format. Bislang ist jedoch nur das U.2-Modell auf dem Markt.

Der Flash-Speicher in der SSD dürfte der gleiche sein wie in der Kingston-SSD, denn auch Western Digital gehört ein (größerer) Teil der Kioxia-Flash-Produktion. Der Controller ist jedoch den Angaben zufolge eine Eigenentwicklung, zu dem keine weiteren Informationen vorliegen. Beim sequenziellen Lesen liegt die SN640 fast gleichauf zur DC1000M, beim Schreiben aber muss sie sich dieser geschlagen geben: Mehr als 2 GByte/s sind nicht drin. Das gleiche Bild ergibt sich bei Zugriffen auf zufällige Adressen, auch hier ist die Kingston-SSD vor allem beim Schreiben etwas schneller. Diese etwas niedrigeren Werte hält aber auch die SN640 lange Zeit durch.

- flott beim Lesen und Schreiben
  - dauerlastfest
  - hohe Leistungsaufnahme
- Preis: 430 Euro bis 450 Euro

- dauerlastfest
  - etwas langsam beim Schreiben
  - hohe Leistungsaufnahme
- Preis: 780 Euro bis 810 Euro

## Server-SSDs mit U.2-Anschluss

Modell	DC1000M	Ultrastar DC SN640 NVMe SSD
Hersteller	Kingston, <a href="http://www.kingston.com">www.kingston.com</a>	Western Digital, <a href="http://www.wdc.com">www.wdc.com</a>
Bezeichnung	SEDC1000M/1920G	WUS4BB038D7P3E3
Kapazität laut Hersteller <sup>1</sup>	1,92 TByte	3,84 TByte
von Windows erkannte Kapazität	1788 GByte	3577 GByte
Bauform / Höhe	2,5 Zoll / 15 mm	2,5 Zoll / 7 mm
Interface / Protokoll	U.2 / NVMe 1.3	U.2 / NVMe 1.3c
jährliche Ausfallwahrscheinlichkeit (AFR) <sup>2</sup>	0,44 %	0,44 %
Schreibleistung pro Tag (DWPD) <sup>2</sup>	2 GByte	3 GByte
Garantie	5 Jahre	5 Jahre
Preis pro TByte	244 €	221 €
weitere erhältliche Kapazitäten mit gleichem DWPD-Faktor	960 GByte (294 €), 3840 GByte (742 €), 7680 GByte (1456 €)	960 GByte (214 €), 1920 GByte (383 €), 7680 GByte (1664 €)
Straßenpreis	437 €	792 €

<sup>1</sup> Die Hersteller rechnen mit 1 GByte = 1.000.000.000 Byte. Für Windows dagegen ist 1 GByte 1.073.741.824 Byte, die angezeigte Kapazität ist daher kleiner. <sup>2</sup> Herstellerangaben

top-SSD immer wieder Pausen einlegen darf, muss eine Enterprise- oder Server-SSD permanent arbeiten. Bei Desktop-SSDs können die Hersteller mit einem SLC-Cache die Leistung für einen kurzen Moment hochtreiben. Das funktioniert aber bei Server-SSDs nicht, weil sie eben gar keine Pausen haben, in denen sie die Daten vom SLC-Cache in das langsamere Flash verschieben könnten.

In den Benchmark-Diagrammen unten haben wir zum Vergleich mit einer Desktop-SSD die Werte der Kioxia Exceria Plus abgedruckt. Diese wirklich schnelle Desktop-SSD muss sich praktisch nur in einer Disziplin geschlagen geben, und zwar beim Drive Performance Consistency Test. Dazu trägt unter anderem auch die bessere Kühlung der Server-SSDs im 2,5-Zoll-Gehäuse bei, die die Temperatur von Flash-Bausteinen und Controller im Rahmen hält. Mit einer echten Server-SSD kann die Kioxia hier nicht mithalten, aber im Vergleich zu anderen Desktop-SSDs steht sie sehr gut da.

### Anschlusstechnik

SAS-SSDs und -Festplatten waren lange Zeit der Standard im Server-Bereich. Die SAS-Schnittstelle ist maximal etwa doppelt so schnell wie SATA, zudem gibt es diverse andere Vorteile. Doch SAS ist auf

dem Rückzug, aktuelle Server-SSDs kommen inzwischen meistens mit U.2-Schnittstelle. Elektrisch unterscheidet diese sich nicht von der Desktop-Schnittstelle M.2 mit maximal vier PCIe-Lanes, nur der mechanische Anschluss ist ein anderer. Zudem stecken diese SSDs in einem 2,5-Zoll-Gehäuse, wie man es von SATA-SSDs kennt, meistens 15, manchmal aber auch nur 7 oder 9,5 Millimeter dick. So passen sie in großer Zahl nebeneinander in ein Server-Rack.

Der U.2-Standard sieht einen gemeinsamen Stecker für Daten und Spannungsversorgung nach dem SFF-Standard 8639 vor; durch die voreilende Spannungsversorgung ist das Einsticken der Laufwerke auch im laufenden Betrieb möglich. Dieses Hotplugging ist für Server notwendig, schließlich will man nicht wegen eines durchaus üblichen Ausfalls eines einzelnen Laufwerks gleich den ganzen Server herunterfahren.

Bei SAS kann man mittels SAS-Extenden Hunderter Laufwerke an einen Controller anschließen. Bei PCIe-Laufwerken übernehmen PCIe-Switches die Aufgabe, eine große Anzahl von schnellen SSDs anzubinden. Auch Dualport-Fähigkeit, die für Hochverfügbarkeitsanwendungen gefordert ist, bieten viele aktuelle PCIe-SSDs zumindest optional.

Im Desktop-PC findet die U.2-Schnittstelle inzwischen auch eine gewisse Verbreitung. Auf manchen teuren Mainboards sind ein oder zwei Buchsen vorhanden. Dabei handelt es sich um SFF-8643-Anschlüsse, die auch für Mini-SAS verwendet werden. Die notwendige 12-Volt-Spannungsversorgung muss man im PC über einen SATA-Stromstecker am Kabel bereitstellen. Doch Servertechnik ist teuer: Allein das Kabel zwischen SSD und Mainboard kostet locker 50 Euro.

### SSD-Ansteuerung

Auch auf Softwareseite geben die Server-SSDs die Richtung vor: Neue Features des NVMe-Standards werden vor allem auf Anforderung von Server-Anwendern definiert und von den Herstellern umgesetzt. Aktuell ist die Version 1.4c des NVMe-Standards, die Version 2.0 wird wohl noch in diesem Jahr vorgestellt. Diese soll dann auch die Spezifikationen für NVMe-oF einbinden, die bislang in einer eigenen Spezifikation festgelegt werden. NVMe-oF (NVMe over Fabrics) steht für die extrem schnelle Anbindung von Flash-Speicher über das Netzwerk, etwa über RDMA over Converged Ethernet (RoCE) oder InfiniBand.

### Fazit

Server-SSDs sind nicht nur teuer, sie haben für Server auch deutliche Vorteile gegenüber ihren Desktop-Verwandten. Eine wirkliche Beratung für oder wider DC1000M oder SN640 können wir in diesem Test jedoch nicht liefern – dazu sind die Anforderungen je nach Nutzungszenario viel zu unterschiedlich. Eins sollte jedoch klar sein: Eine Desktop-SSD hat in einem Server nichts zu suchen.

(ll@ct.de) ct

### Literatur

[1] Lutz Labs, Turbokarten, PCIe-SSDs als PC-Beschleuniger, c't 17/2020, S. 92

## Server-SSDs mit U.2-Anschluss – Benchmarks und Leistungsaufnahme

	seq. Transferraten schreiben/lesen <sup>1</sup> [MByte/s]	IOPS lesen QD = 1 / 32 / 256 <sup>2</sup>	IOPS schreiben QD = 1 / 32 / 256 <sup>2</sup>	PCMark 10 Drive Consistency [Punkte]	Leistungsaufnahme <sup>3</sup> [W]
besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	◀ besser
Kingston DC1000M	2687/3537	9419/249852/534331	39606/284095/394696	1729	5,7/10,8/13,4
Western Digital DC SN640	2019/3348	9781/251434/512951	39807/315646/315560	1989	4,8/10,4/11,5
Kioxia Exceria Plus <sup>4</sup>	3151/3478	12633/253211/687282	38394/337445/754557	870	3,2/8,2/8,5

<sup>1</sup> gemessen mit IOmeter, Blockgröße 128 KByte

<sup>2</sup> gemessen mit IOmeter, Blockgröße 4 KByte, Messungen mit 8 GByte großer Datei

<sup>3</sup> idle / lesen / schreiben

<sup>4</sup> Werte zum Vergleich. Zum Test der SSD siehe [1]

# Es gibt **10** Arten von Menschen. iX-Leser und die anderen.



**Jetzt Mini-Abo testen:**  
3 Hefte + Bluetooth-Tastatur  
nur 16,50 €

[www.iX.de/testen](http://www.iX.de/testen)



[www.iX.de/testen](http://www.iX.de/testen)



49 (0)541 800 09 120



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



MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE  
INFORMATIONSTECHNIK



# Wer schreibt, der bleibt

## Stift-Smartphone Samsung Galaxy Note20 Ultra

**Das Galaxy Note20 Ultra ist ein Smartphone mit Vollausstattung und Extraportion – und hat trotzdem noch Schwächen.**

**Von Steffen Herget**

**S**o schwer wie zwei Tafeln Schokolade, mächtiges Kamera-Element, das drei Millimeter hervorsteht, ausladendes Display – es ist ein dicker Brocken, das Samsung Galaxy Note20 Ultra. In die Hosentasche passt das Smartphone nicht besonders gut, Bedienen mit einer Hand ist auch nicht drin. Durch die abgerundeten Kan-

ten und die matte Rückseite liegt das Note20 Ultra aber trotzdem gut in der Hand. Der Metallrahmen ist sehr filigran geraten, das Glas vorne und hinten weit um die Kanten gezogen. Das sieht schön aus, erhöht aber auch die Gefahr, dass bei Stürzen etwas splittert.

Das Display des Galaxy Note20 Ultra ist riesig, die Diagonale beträgt 6,9 Zoll. Das OLED-Panel strahlt enorm hell, maximal haben wir 1025 cd/m<sup>2</sup> gemessen. Das ist ein herausragender Wert. Egal wie hell die Sonne scheint, das Display bleibt jederzeit hervorragend ablesbar. Farbdarstellung, Bildschärfe, Kontraste, alles erstklassig. Die Auflösung des Bildschirms beträgt 3088 × 1440 Pixel – allerdings nur dann, wenn die Bildwiederholfrequenz auf

60 Hertz eingestellt bleibt. Das Note20 Ultra beherrscht auch eine adaptive Frequenz von 120 Hertz, dann aber nur mit reduzierter Auflösung, nämlich 2316 × 1080 Pixel.

Der Begriff „adaptiv“ wird hier zu Recht verwendet, denn das Note20 Ultra kann in dieser Einstellung flexibel zwischen 10, 24, 48, 60, 96 und 120 Hertz umschalten, je nach Anwendung und Inhalt. Unterstützt die gerade genutzte App diese adaptive Rate nicht – was derzeit eher Regel denn Ausnahme darstellt –, sind es stets 120 Hertz. Vor allem beim Scrollen und bei bewegten Inhalten ist die hohe Frequenz schön anzusehen und schonend für die Augen. Farbdarstellung und -temperatur sowie Weißabgleich sind einstellbar.

Der Bildschirm besitzt ein an den Längsseiten leicht gebogenes Panel. Einen wirklichen Vorteil bringt das nicht, einzig die Displayränder wirken so ein wenig schlanker. Samsung installiert ein Tool, das dort sogenannte Edge-Funktionen einblendet, etwa zum schnellen Aufrufen ausgewählter Apps.

Die Latenz des S-Pen genannten Stiftes wurde laut Samsung von zuvor 42 auf 9 Millisekunden reduziert, um ein noch natürlicheres Schreibgefühl zu ermöglichen. Während wir beim ersten kurzen Ausprobieren mit dem neuen Note noch keine merkliche Verbesserung feststellen konnten, müssen wir nach längerem Testen konstatieren: Ein klein wenig direkter schreibt es sich schon. Der Unterschied fällt höchstens im direkten Vergleich mit älteren Notes auf, viele Anwender werden ihn nicht bemerken.

### Der S-Pen als Zauberstab

Auffälliger sind die Verbesserungen der Gestensteuerung: Der Stift erkennt mit seinem Sechs-Achsen-Sensor Bewegungen in der Luft und löst damit Aktionen aus. Während die Zoom-Steuerung in Faktor-0,1-Schritten in der Kamera-App wenig sinnvoll ist, kann es in manchen Situationen praktisch sein, die normalen Android-Kommandos „Zurück“, „Home“ und „Letzte Apps“ aus der Ferne geben zu können. Die Erkennung der jeweiligen Gesten klappt zuverlässig.

Im Alltag wirklich nützlich sind die vielen klassischen Stiftfunktionen des S-Pen, die schnell in Fleisch und Blut übergehen: Stift herausziehen, kurze Notiz aufs Display kritzeln, Stift wieder einstecken, fertig – alles abgespeichert in der Cloud.

Die Notizen-App von Samsung beherrscht nun mehrere Dateiformate inklusive PDF, kann in Ordner speichern und besser verarbeiten. Im November soll endlich eine Synchronisierung mit Microsoft OneNote folgen; das dürfte allerdings voraussetzen, dass man sein Samsung-Konto mit seinem Microsoft-Konto verknüpft, was wir mit einigen Test-Accounts noch nicht hinbekommen haben.

Als Alternative steht Samsungs eigene Cloud bereit – theoretisch zumindest. Samsung bietet allerdings die Notes-App für Windows nicht separat an, sondern verteilt sie nur über den Windows-Store – und schaltet sie dort wohl nur für Samsung-Notebooks frei. Bei XDA-Developer haben wir die App zwar gefunden und konnten sie auf beliebigen Windows-Geräten samt Stiftunterstützung nutzen. Aber wir stießen dann auf die nächste Hürde: Das Login in den Samsung-Account ist nur mit E-Mail und Passwort möglich, nicht aber über die bequeme Kopplung mit dem Google-Konto wie unter Android.

Eine weitere Hürde blieb unüberwindbar: Die aktuelle Version 4 der Notes-App unter Android synchronisiert nicht mit Version 3, sondern kann deren Notizen nur einmalig importieren. Die Version 4 der Windows-App ist jedoch noch gar nicht fertig. Somit synchronisiert das Note20 nur mit dem Galaxy Tab S7 – mit Windows aber frühestens in ein paar Wochen, und vermutlich gar nicht mit den auf Version 3 feststehenden Note 10, Tab S6 und älter. Faktisch bleiben Microsoft OneNote und Evernote die besseren Notiz-Apps.

Mit Samsung DeX wird das Note20 Ultra an einem externen Monitor zum notdürftigen PC-Ersatz. Die Android-Oberfläche schaltet dann in einen Windows-artigen Fenstermodus um. Damit lässt es sich recht gut arbeiten, wenn Tastatur und Maus zur Hand sind. Die Verbindung zu Monitor oder Fernseher gelingt entweder über USB-C oder drahtlos über Miracast. DeX funktioniert auch direkt am PC mit einem USB-Kabel, die notwendige Windows-App wird bei der ersten Verbindung installiert und startet dann jedes Mal automatisch.

## Snapdragon schlägt Exynos

Im Note20 Ultra steckt der Exynos 990, der mit dem Galaxy S20 im Frühjahr seine Premiere feierte. Der Prozessor hat genug Leistung für alle aktuellen Anwendungen, was auch an den üppigen 12 GByte Arbeitsspeicher liegt. Die Benchmark-Resultate sind auf einem sehr guten Niveau, hinken dem aktuell schnellsten Androiden, dem Asus Rog Phone 3, aber hinterher. Der Haken an der Sache mit dem Exynos 990: Da ginge noch mehr, und zwar mit dem Snapdragon 865+, der in der US-Variante des Note20 steckt. Der Qualcomm-Chip schneidet in Benchmarks noch eine Ecke besser ab als Samsungs SoC, zudem hat er Vorteile in Sachen Energieeffizienz. Das ist auch im Vergleich mit dem zeitgleich vorgestellten Galaxy Tab S7+ zu sehen, das eben jenen Snapdragon 865+ an Bord hat und durch die Bank bessere Messwerte erzielt als das Note20 Ultra. Für die alltägliche Benutzung ist das Note mit dem Exynos 990 aber freilich mehr als stark genug.

**Das Kameraelement des Galaxy Note20 Ultra ist riesig und ragt weit aus dem Gehäuse heraus. Die Fotos überzeugen mit hohem Detailreichtum selbst bei schlechtem Licht.**



Der S-Pen steckt nun links statt rechts im Gehäuse. Viele neue Funktionen machen den Stift noch besser.

gurierbare eSIM. Es sind allerdings nur zwei SIMs gleichzeitig nutzbar, entweder eSIM und eine Nano-SIM oder zwei echte Karten. In letzterem Fall muss man auf die Möglichkeit zur Speichererweiterung verzichten. Von den eingebauten 256 GByte Speicherplatz sind nach der Ersteinrichtung noch etwa 219 GByte nutzbar.

Die Kamera des Galaxy Note20 Ultra verfügt über drei Objektive: Hauptkamera mit 108 Megapixeln sowie Ultraweitwinkel und Fünffach-Tele mit jeweils 12 Megapixeln. Selfies knipst das Galaxy-Smartphone mit 10 Megapixeln. Die Qualität der Fotos spielt oben mit, vor allem bei guten Lichtbedingungen schießt das Note20 Ultra beeindruckende Bilder. Bei Videoaufnahmen sind bis zu 8K möglich, das frisst aber enorm viel Speicher.

Der optische Zoom des Fünffach-Tele funktioniert ausgezeichnet, die Bilder zeigen viele Details und wenig Spuren von zu starker Nachbearbeitung. Der Hybrid-



Zoom, den Samsung Space Zoom nennt, erreicht 10-, 20- oder 50-fache Vergrößerung, die jedoch qualitativ kaum besser sind als ein einfacher Digitalzoom des 5x-Fotos. Im S20 Ultra ging der Space Zoom noch bis zum Faktor 100, besser sahen die Bilder dort aber auch nicht aus.

Beim Fotografieren mit dem Note20 Ultra fällt ab und an eine leichte Verzögerung zwischen Tippen auf den Auslöser und tatsächlichem Auslösen auf, hauptsächlich bei schlechteren Lichtbedingungen. Wirklich störend ist das aber kaum. Die Aufnahmen im Nachtmodus dauern recht lange, bis zu einer halben Minute belichtet das Smartphone die Bilder. Dafür sehen sie dann aber auch sehr gut aus und zeigen auch bei 0,5 Lux im Labor noch vergleichsweise viele Details.

Der fette Kamerahuckel lässt das Note auf dem Tisch wackeln – und anders als beim Vorgänger gleichen die Samsung-Hüllen das nicht aus. Die Lautsprecher liefern einen ganz guten Stereoklang, wenn man das Note quer hält. Der Fingerabdruckscanner hinter dem Display arbeitet gut, könnte aber etwas zuverlässiger und schneller sein. Alternativ entsperrt man das Gerät per Gesicht, was im Test aber nicht immer zuverlässig klappte.

## Der S-Pen macht den Akku kleiner

Im Note20 Ultra steckt ein fest verbauter Akku mit einer Kapazität von 4500 mAh. Das sind 500 mAh weniger als im Galaxy S20 Ultra und ein Tribut an den S-Pen, der im Gehäuse einiges an Platz beansprucht. Die Laufzeit reicht in der Regel für einen kompletten Tag ohne Aufladen aus, ein echter Langläufer ist das neue Note jedoch nicht. Die gemessenen Laufzeiten liegen in unseren Akkutests zwischen 12 und 29 Prozent unter denen des Galaxy S20 Ultra. Einzig beim YouTube-Streaming hält das Note in etwa gleich lange durch.

Dabei macht es durchaus einen Unterschied, ob das Display mit 60 Hertz und WQHD-Auflösung oder der adaptiven Framerate mit maximal 120 Hertz und Full HD betrieben wird. Die niedrigere Bildwiederholrate bringt im Durchschnitt 18 Prozent mehr Laufzeit bei gleicher Helligkeit, und das trotz der höheren Auflösung. Wir raten deshalb trotz des weniger flüssigen Scrollens zur niedrigeren Framerate von 60 Hertz, zumindest so lange nicht mehr Apps die dynamische Anpassung der Bildfrequenz unterstützen. Ausnahme: Bei Spielen läuft das Note mit

hoher Bildrate und niedriger Auflösung einige Minuten länger.

Geladen wird entweder via USB-C-Kabel mit 25 Watt oder drahtlos über Qi mit 15 Watt. Ein Schnellladegerät extra zu kaufen ist beim Note20 nicht nötig, das mitgelieferte Netzteil leistet die maximal unterstützten 25 Watt. Von 0 auf 100 dauert es 70 Minuten – ein guter Wert, auch wenn es etwa bei OnePlus oder Oppo noch schneller geht.

Die auffälligsten Unterschiede zwischen dem Note20 Ultra und dem etwas günstigeren Note20 liegen in der geringeren Bildschirmauflösung, der festen Framerate von 60 Hz und der Latenz des S-Pen, die 26 Millisekunden beträgt. Das mit 6,7-Zoll-Bildschirm etwas kleinere Note hat außerdem eine Rückseite aus Kunststoff. Die ist ebenfalls matt und gut verarbeitet, aber nicht so hochwertig wie das Glas des Ultra. Den Slot für die Speicherkarte hat Samsung beim günstigeren Modell ebenso gestrichen wie die gebogenen Displaykanten. Die Einstiegsversion ist wahlweise ohne 5G erhältlich.

Das Kameraelement auf dem Rücken des Note20 ist kleiner und besitzt nur eine Hauptkamera mit 12 Megapixeln. Das Tele des Note20 nimmt Bilder mit bis zu 64 Megapixeln auf, vergrößert jedoch nur um den Faktor drei. Das Ultraweitwinkelobjektiv ist mit dem des Ultra identisch, die Frontkamera ebenso.

## Fazit

Das Samsung Galaxy Note20 Ultra hat eine ganze Menge Pluspunkte zu bieten: tolles Riesen-Display, gute Performance, großen Speicher, viele Software-Features und eine sehr gute Kamera. Das alles bekommt man so oder ähnlich aber auch schon im Galaxy S20 Ultra. Was das Note seit Jahren aus der Masse abhebt, ist der S-Pen. Der kleine Stift eröffnet große Möglichkeiten und wurde erneut im Vergleich zum Vorgänger besser. Das hat aber auch seinen Preis, denn das Galaxy Note20 Ultra kostet zum Start 1266 Euro mit 256 GByte, mit doppeltem Speicher 1364 Euro. Das S20 Ultra ist unterdessen bereits für knapp unter 1000 Euro erhältlich. Ob der Stift den Mehrpreis gegenüber dem S20 Ultra rechtfertigt, müssen die Samsung-Kunden entscheiden. Das Note20 kostet mit 5G 1023 Euro, in der LTE-Version 925 Euro.

Das Note20 Ultra zeigt unter dem Strich einen Wandel in der Produktstrategie von Samsung. Lange Jahre stand der Begriff „Note“ für das technisch Beste und

Ausgefeilteste, was Samsung bei Smartphones anbietet. Im Jahr 2020 gilt es nicht mehr, nach „Note“ Ausschau zu halten, sondern „Ultra“ markiert die Spitze des Sortiments – entweder mit oder ohne S-Pen.

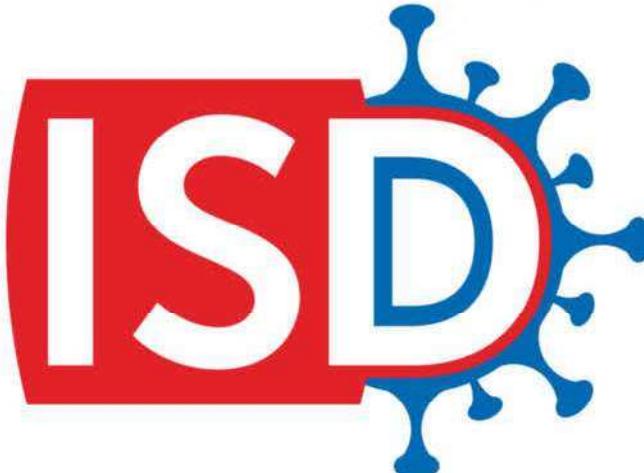
(sht@ct.de) 

## Samsung Galaxy Note20 Ultra

Android-Smartphone	
Betriebssystem / Patchlevel	Android 10 / August 2020
Prozessor (Kerne × Takt) / Grafik	Samsung Exynos 990 (2 × 2,7 GHz, 2 × 2,5 GHz, 4 × 2 GHz) / ARM Mali-G77 MP11
Arbeitsspeicher / Flash-Speicher (frei) / Wechsel-speicher (Format)	12 GByte / 256 GByte (219 GByte) / ✓ (MicroSD)
WLAN (Antennen) / Bluetooth / NFC / Kompass	Wi-Fi 6 (2) / 5.0 / ✓ / ✓
GPS / Glonass / Beidou / Galileo	✓ / ✓ / ✓ / ✓
5G (Bänder) / LTE / SAR-Wert (Head, EU)	✓ (n1, n2, n3, n5, n28, n41, n66, n71, n78, n79) / Cat. 20/18 (2 GBit/s / 150 MBit/s) / 0,338 W/kg
SIM / Dual / eSIM	nanoSIM / ✓ / ✓
Fingerabdrucksensor / Kopfhöreranschluss	✓ (im Display) / –
USB-Anschluss / OTG / DP	USB-C (3.1) / ✓ / ✓
Akku / drahtlos ladbar	4500 mAh / ✓
Abmessungen (H × B × T) / Gewicht / Schutzart	16,4 cm × 7,7 cm × 0,8 ... 1,1 cm / 208 g / IP68
Kameras	
Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS	108 MP / f/1,8 / ✓
Telekamera Auflösung / Blende / OIS	12 MP / f/3,0 / –
Weitwinkelkamera Auflösung / Blende / OIS	12 MP / f/2,2 / –
Frontkamera Auflösung / Blende / OIS	10 MP / f/2,2 / –
Display	
Diagonale / Technik	6,9 Zoll / OLED (Dynamic AMOLED)
Auflösung (Pixeldichte) / Helligkeitsregelbereich	3088 × 1440 Pixel (496 dpi) / 1,73 ... 1025 cd/m²
Benchmarks und Laufzeiten	
Coremark Single-/Multicore	20536 / 87864
Geekbench Single-/Multicore	2464 / 12313
GFXBench Manhattan 3.0 Onscreen	103 fps
GFXBench Manhattan 3.0 Offscreen	121 fps
3DMark Sling Shot Extreme	6391
Laufzeit (Full HD, 120 Hz) lokales Video / Spiel / WLAN-Surfen / Youtube-Video <sup>1</sup>	12,4 h / 7,8 h / 13,3 h / 14,1 h
Laufzeit (WQHD+, 60 Hz) lokales Video / Spiel / WLAN-Surfen / Youtube-Video <sup>1</sup>	15,6 h / 7,3 h / 15,6 h / 15,7 h
Ladezeit für 50 % / 100 %	26 min / 70 min
Bewertung	
Bedienung / Performance	⊕ / ⊕
Ausstattung Software / Hardware	⊕⊕ / ⊕⊕
Display / Laufzeit / Kamera	⊕⊕ / ○ / ⊕⊕
Preis	1260 € (256 GByte), 1360 € (512 GByte)

<sup>1</sup> gemessen bei einer Helligkeit von 200 cd/m²

⊕ sehr gut    ⊕ gut    ○ zufriedenstellend    ⊖ schlecht  
⊖ sehr schlecht    ✓ vorhanden    – nicht vorhanden



# INTERNET SECURITY DIGITAL DAYS 2020

15.–18. SEPT. 2020

DIE KONFERENZ  
FÜR SECURITY-  
EXPERTEN  
GEHT DIGITAL

Teilnehmen ohne  
Tapetenwechsel:  
<https://isd.eco.de>

DEN HACKERN  
AUF DER SPUR  
BEST PRACTICES –  
ANWENDER BERICHTEN

DIE MENSCHLICHE FIREWALL

INTERNET ÜBERALL –  
SICHERHEIT ÜBERALL

FREUEN SIE SICH AUF AUSGEWÄHLTE  
SPEAKER UND VORTRÄGE.  
ZUM BEISPIEL „WAR STORIES –  
SPANNENDE ERFAHRUNGEN AUS DEM  
BERUFLICHEN ALLTAG“ MIT:



Marcus Beyer  
Swisscom



Niklas Hellemann  
SoSafe



Sebastian Kurowski  
Fraunhofer IAO



Heiko Roßnagel  
Fraunhofer IAO

Platin Partner



Partner



SOCIAL ENGINEERING ANALYSIS LABS

KnowBe4  
Human error. Conquered.

perseus.  
Cybersicherheit auf den Punkt

heise  
Events

© Copyright by Heise Medien.

25  
eco



# Auf der richtigen Spur

## HDMI-Bildmischpult Atem Mini Pro ISO mit Mehrspuraufzeichnung

**Im Eifer des Zombie-Gefechts kommt die Umschaltung auf eine andere Perspektive während eines Live-Streams oftmals zu spät. Dank Mehrspuraufzeichnung ist das beim Atem Mini Pro ISO kein Beinbruch: Hier lassen sich Fehler nachträglich ausmerzen, bevor man die Aufzeichnung zu YouTube hochlädt.**

Von Mirko Dölle

Bildmischer werden bislang hauptsächlich bei Live-Events und Streams eingesetzt, wenn der Videoproducer in Echtzeit zwischen Videoquellen umschaltet oder Einblendungen vornimmt. Verpennt man einen Perspektivenwechsel oder blendet etwa eine falsche Grafik ein, lässt sich das nicht mehr korrigieren – weder live noch in der Aufzeichnung. Denn während bei klassischen Videoproduktionen

zunächst alle Kameraeinstellungen aufgezeichnet und erst viel später am Schnittplatz ausgewählt werden, hat man bei Bildmischern üblicherweise nur das Master-Ausgangssignal als Aufzeichnung zur Verfügung. Deshalb werden Bildmischer bei Videoproduktionen nur selten benutzt.

Der Atem Mini Pro ISO kann beides: Er zeichnet nicht nur das Master-Signal am Ausgang auf, sondern als Mehrspurrekorder zusätzlich alle Audio- und Video-Eingänge gleichzeitig in separaten Dateien auf einer USB-Festplatte. Außerdem legt der Bildmischer ein Projekt für das kostenlose Videoschnittprogramm DaVinci Resolve aus gleichem Hause an, in dem er die Videoclips der einzelnen Quellen zusammen mit Kamerawechseln als harten Schnitt oder sanften Übergang speichert. Schaltet man etwa am Bildmischer von Kamera 1 auf Kamera 2 um, so gibt es im Videoprojekt an diesem Zeitpunkt in der Timeline einen Schnitt in den Clips von Kamera 1 und Kamera 2 und die

Clips werden in der Timeline hintereinander angeordnet.

Der Mini Pro ISO ist bereits die dritte Variante des HDMI-Bildmischpults, die Blackmagic Design innerhalb eines Jahres auf den Markt gebracht hat. Die wesentliche Neuerung des Mini Pro [2] gegenüber dem Mini [1] war, dass die Pro-Variante einen Streaming-Encoder enthielt und den Stream gleichzeitig auf Festplatte aufzeichnen konnte.

### Schnitt auf Tastendruck

Öffnet man ein vom Mini Pro ISO angelegtes Projekt in DaVinci Resolve, kann man nachträglich Schnitte einfach verschieben und das Video neu exportieren. Das spart potenziell jede Menge Zeit. Ein Traum für Streamer und Videoproducer: So lassen sich Fehler aus Livestreams nachträglich korrigieren, bevor man die Aufzeichnung nach nur wenigen Minuten Bearbeitungszeit etwa auf YouTube hochlädt. Auch für vorproduzierte Videos wird der Bildmischer damit interessant, denn der Videoproducer kann schon während der Aufzeichnung zwischen verschiedenen Einstellungen wechseln und so einen groben Sendungsablauf produzieren, lediglich für die Feinarbeiten benötigt er anschließend das Schnittprogramm. Das spart potenziell jede Menge Zeit.

Bei der Umsetzung bleibt Black Magic Design allerdings weit hinter den technischen Möglichkeiten des Atem Mini Pro ISO zurück: So legt der Bildmischer in der Projektdatei nur genau eine Video- und eine Audiospur an, wobei Kamerawechsel am Bildmischpult als harte Schnitte oder Überblendungen in der Videospur landen. Änderungen bei den Upstream- und Downstream-Keyern, die der Atem Mini Pro ISO ebenfalls besitzt, werden hingegen nicht erfasst.

Nutzt man etwa den Upstream-Keyer für die Einblendung der Facecam mittels Bild-im-Bild-Funktion, legt der Bildmischer in der Projektdatei keine zweite Videospur mit Größe und Position der Einblendung an. Genauso ist es mit Logos oder Namenseinblendungen über den Downstream-Keyer, auch hier müsste der Bildmischer eigentlich eine zusätzliche Videospur in der Projektdatei anlegen.

Da in den DaVinci-Resolve-Projektdateien faktisch nur XML-Code steckt, sollten sich leicht alle Bedienvorgänge am Bildmischpult in der Projektdatei speichern lassen – nicht nur Bild-Einblendungen mit Position und Größe, sondern auch,

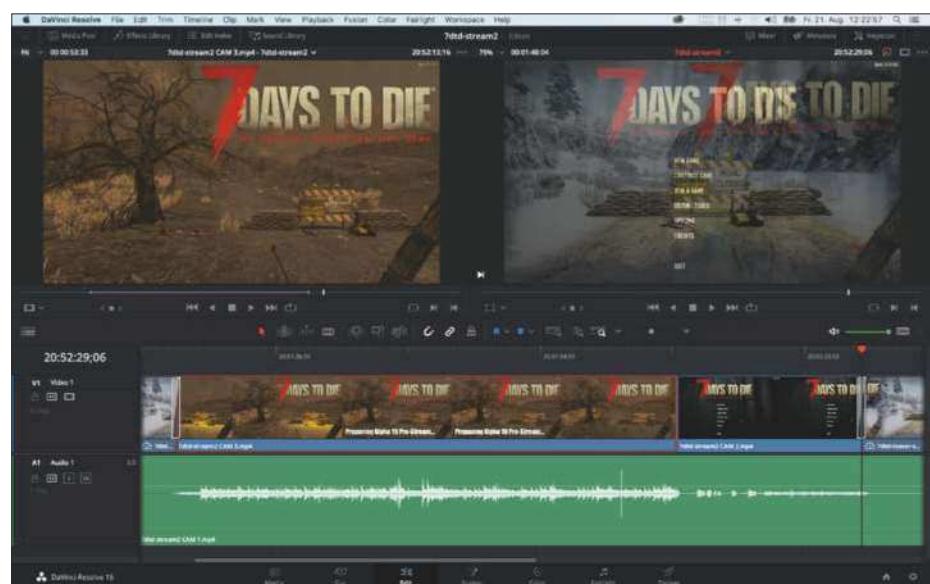
wenn Audioeingänge umgeschaltet werden. In der uns vorliegenden Version speichert der Atem Mini in der Audiospur nämlich nur das Master-Signal, also das finale Audiosignal des Streams. Auch hier wäre es hilfreich, wenn der Bildmischer sämtliche Audiospuren in der Projektdatei einfügen und Umschaltungen von einem Eingang auf einen anderen durch einen Schnitt in der obersten Audiospur kennzeichnen würde.

Mit nur der Master-Spur als Tonspur in der Projektdatei ergibt sich das Problem, dass sich ein misslungener Kamera-Wechsel im Live-Stream nur sehr aufwendig in der Aufzeichnung korrigieren lässt. Verschiebt man etwa die verpatzte Umschaltung eines Game-Stream-Intros zur Begrüßung der Zuschauer, weil im Stream die ersten Worte fehlten, ändert sich nur das Video: Die Zuschauer sehen die sich bewegenden Lippen, hören aber weiter den Ton des Intros.

## Unnötige Handarbeit

Um den Fehler zu korrigieren, muss man erst manuell die vom Bildmischer ebenfalls aufgezeichneten Tonspuren des Intros und der Kamera als weitere Audiospuren in DaVinci Resolve importieren, mit dem Master-Signal synchronisieren und dann passend zum Video schneiden. Nutzt man Einblendungen, etwa eine Facecam, wie sie bei den meisten Game-Streams und Tutorials üblich ist, so muss man auch diese Videospuren in DaVinci Resolve importieren, synchronisieren, skalieren, platzieren und schneiden, bevor man schließlich das neue Video exportieren kann. Bei der Besprechung unserer Testergebnisse mit Blackmagic Design signalisierte man uns aber, dass man die Kritik als Anregung für künftige Verbesserungen annehmen würde.

Doch selbst in der vorliegenden Firmware-Fassung lässt sich mit den vom Atem Mini gespeicherten Projektdateien viel Zeit bei der Nachbearbeitung sparen, denn die Schnittmarken bieten gute Orientierungspunkte. Allerdings können renommierte Programme wie Final Cut Pro oder Adobe Premiere das Format nicht importieren. Es genügt aber die kostenlose Version von DaVinci Resolve, um das Projekt zu öffnen und für Final Cut oder Premiere zu exportieren. Die Linux-Version von DaVinci Resolve ist allerdings ungeeignet, um Projekte des Atem Mini zu bearbeiten: Die kostenlose Version kann mangels H.264-Unter-



Bei jedem Kamerawechsel fügt der Bildmischer in der DaVinci-Resolve-Projektdatei eine Schnittmarke ein – allerdings nur in der Videospur. Die Audiospur bleibt ungeschnitten, was nachträgliche Fehlerkorrekturen erschwert.

stützung keines der Videos öffnen, und bei der knapp 300 Euro teuren Studio-Version fehlt mangels AAC-Unterstützung die Tonspur.

Alternativ lassen sich die vom Atem Mini gespeicherten Quelldateien auch direkt in jedes gängige Schnittprogramm importieren. Dabei ist aber zu beachten, dass Video und Audio einer Quelle stets getrennt sind: In der Audiospur jedes einzelnen Quellen-Videos findet sich die Master-Audiospur, denn die wird laut Hersteller zum Synchronisieren benutzt und nicht etwa der Timecode, der ebenfalls in allen Videos gespeichert ist. Die zugehörige Audiospur der Quelle weist hingegen keinen Timecode auf und muss von Hand mit dem Video synchronisiert werden. Das geht am leichtesten am Anfang eines Projekts, wenn alle Audio- und Videospuren noch unbearbeitet und damit gleich lang sind. Einmal in mehreren Tracks übereinander gestapelt und miteinander verknüpft bleiben Video- und Audioclip einer Quelle dann auch synchron – man darf nur nicht vergessen, vorher den Master-Ton aus jedem Video zu entfernen.

## Fazit

Als Bildmischpult mit Mehrspurrekorder und integriertem Streaming-Server ist der Atem Mini Pro ISO nicht mehr nur für Live-Produktionen und Game-Streams interessant, sondern auch für klassische Videoproduktionen. Dass er Perspektiven-

wechsel automatisch als Schnittmarken in einem Videoprojekt speichert, verspricht eine große Zeitersparnis am Schnittplatz. In der Praxis fehlen der Projektdatei aber wesentliche Teile wie etwa die Einblendung einer Facecam und Audioschnitte. So ist die Zeitersparnis, die die Projektdatei bietet, nur gering und die Nachbearbeitung erfordert weiterhin viel Handarbeit. Mit knapp 1000 Euro ist der Atem Mini Pro ISO aber dennoch ein Schnäppchen – Mehrspurrekorder mit vier HDMI- und zwei Stereo-Audio-Eingängen sucht man in diesem Preissegment ansonsten vergeblich.

(mid@ct.de) ct

## Literatur

- [1] Mirko Dölle, Kompaktmixer, HDMI-Bildmischer Atem Mini von Blackmagic Design, c't 02/2020, S. 94
- [2] Mirko Dölle, Neue Mischung, Bildmischpult, Rekorder und Streaming-Server Atem Mini Pro, c't 13/2020, S. 104

## Atem Mini Pro ISO

HDMI-Bildmischpult mit Mehrspuraufzeichnung und Streaming-Server	
Hersteller	Blackmagic Design ( <a href="http://www.blackmagicdesign.com">www.blackmagicdesign.com</a> )
Funktionen	Bildmischer, Cross-Converter, Webcam, Encoder, Rekorder, Streamer
Eingänge	4 × HDMI, 2 × Stereo-Klinke
Ausgänge	HDMI, USB-C, Ethernet
Lieferumfang	Bildmischpult, Netzteil
Preis	ca. 990 €



# Zahlen, Daten, Fakten

# Datenpannen

**D**ie Sorge, dass eigene Daten nicht sicher sind, ist begründet. Diese Übersicht zeigt nur die prominentesten Pannen, bei denen Nutzerdaten entweder „nur“ offengelegt werden oder tatsächlich gestohlen werden. Oft geht die Aufklärung darüber nicht von den

Firmen aus, sondern von Sicherheitsforschern, Medien beziehungsweise Bloggern. Häufig ist mangelnde Sorgfalt das Problem. Zu großzügige Freigaben, die Dritten Zugriff auf sensible Daten ermöglichen, erscheinen ebenfalls oft unter den Ursachen für ungewollte Da-

tenabflüsse. Die harten Sanktionen etwa bei nicht gemeldeten Datenabflüssen nach Inkrafttreten der DSGVO scheinen bisher nicht dazu geführt zu haben, dass Unternehmen besser auf die Daten Ihrer Kunden und Nutzer achten.

(mil@ct.de) **ct**







Bild: Thorsten Hübler

# Glühbirne hört mit

## Lauschangriff mit optischem Teleskop

**Selbst schalldichte Fenster schützen nicht vor neugierigen Mithörern. Forscher haben feinste Lichtschwankungen einer Bürolampe von außen aufgenommen und in Sprache zurückübersetzt.**

**Von Arne Grävemeyer**

Leuchtmittel in der Hängelampe seine Worte bereits in Licht kodiert und durchs Fenster sichtbar ausgestrahlt. Und diese Lampe ist nichts Außergewöhnliches: Sie beherbergt beispielsweise eine herkömmliche LED-Leuchte mit E27-Gewinde und zwölf Watt Leistung.

Viele indirekte Abhörtechniken sind in den vergangenen Jahren bekannt geworden. Sie nutzen manipulierte Geräte im Raum oder sie arbeiten mit Lasermikrofonen oder mit hochauflösenden Kameras. Forscher an der Ben-Gurion-Universität des Negev in Israel haben in diesem Jahr eine Technik demonstriert, die Raum schall einfach durch die Beobachtung einer hängenden Deckenlampe im Be-

sprechungsraum mit einem Teleskop von außerhalb aufnimmt. Der weitere technische Aufwand und auch die erforderliche Rechnerleistung sind gering.

Schallwellen in einem Konferenzraum sind Druck- und Dichteschwankungen der Luft. Sie wirken nicht nur auf die Trommelfelle der Anwesenden oder auf Mikrofone ein, sondern auf vielerlei Objekte. Beispielsweise versetzen Schallwellen die unterschiedlichsten Membranen in Vibrationen, etwa die Folie einer Chipstüte, oder sie erzeugen Wellen in einem Glas Wasser. Solche Vibrationen lassen sich beobachten und in Schallwellen zurückübersetzen. Ähnlich wirken sich Schallwellen auf Laut sprechermembranen aus, das ist keine Überraschung. Weniger offensichtlich ist, dass Bewegungssensoren etwa in Smart phones schon auf Schallwellen reagieren. Ein manipuliertes Handy kann bei abgeschaltetem Mikrofon immer noch diese Schwingungen aufzeichnen, um daraus später eine Besprechung zu rekonstruieren. Sogar die feine Mechanik einer Festplatte reagiert auf Schall und hat dadurch bereits

**D**er Vorsitzende im kargen Besprechungsraum ermahnt die Anwesenden: „Nichts von dem heute Gesagten darf diesen Raum verlassen.“ Er hat noch gar nicht wieder Luft geholt, da hat das

Forschern als Abhörinstrument gedient (siehe Seite 136).

## Lamphone ist ein passives Verfahren

Viele dieser Möglichkeiten erfordern vom Abhörer zunächst, manipulierte Geräte in Hörweite zu platzieren. Ein Lasermikrofon kommt zwar ohne Eingriffe im Raum aus, der Angreifer muss aber aktiv einen Laserstrahl von außen auf eine geeignete Membran richten. Mit optischen Sensoren lassen sich solche Laserstrahlen und deren Reflexionen aber erkennen, um dann den Abhörversuch zu unterbinden.

Die meisten der angesprochenen Abhörtechniken zeichnen Vibrationen auf, die sich in einem zweiten Schritt später mit hoher Rechenleistung wieder in akustische Signale zurückübersetzen lassen. Das jetzt verwirklichte Verfahren einer Gruppe um den Informatiker Ben Nassi ist dagegen passiv, funktioniert auf Entfernung von außerhalb des Besprechungsraums und liefert Ergebnisse in Echtzeit.

Ihre Deckenlampen-Technik nennen die Forscher Lamphone. Ihre Idee: Aufstehende Schallwellen versetzen das Leuchtmittel einer frei schwingenden Hängelampe in Vibrationen. Im Labor statteten die Wissenschaftler eine solche Lampe mit einem Gyroskop aus und maßen bei verschiedenen Lautstärken und Tonfrequenzen Schwingungen um wenige Milligrad, was für die hängende Leuchte im Versuchsaufbau Wegstrecken zwischen 300 und 950 Mikrometer bedeutete.

Für den Beobachter stellten diese Schwankungen Entfernungsunterschiede dar, die im Versuch deutlich messbare Helligkeitsunterschiede hervorriefen. Die offensichtlich im Raum hängende Lampe wird zum mechanisch-optischen Wandler. Um die Helligkeitsschwankungen zu erkennen, nutzten die Forscher Teleskope mit Objektivdurchmessern von 10, 20 und 35 Zentimeter. Auf diese pflanzten sie einen Fotodetektor Thorlab PDA100A2 mit schaltbarer Verstärkung, dessen Photodiode auf treffendes Licht in eine elektrische Spannung überträgt. Diese Spannung digitalisierte ein 16-Bit-Analog-Digital-Wandler NI-9223 von National Instruments.

In der Entwicklungsumgebung LabVIEW, die echtzeitfähige National-Instruments-Hardware unterstützt, schrieben sie ein Skript, das einen eigenen Equalizer implementierte. Damit gelang es den Forschern, Sprachsignale zu verdeutlichen und beispielsweise hochfrequente Kon-

Von einer Fußgängerbrücke aus nahmen die Forscher die Deckenleuchte eines Büros im dritten Stock ins Visier. Aus 25 Meter Entfernung konnten sie damit Gesprächsinhalte belauschen.

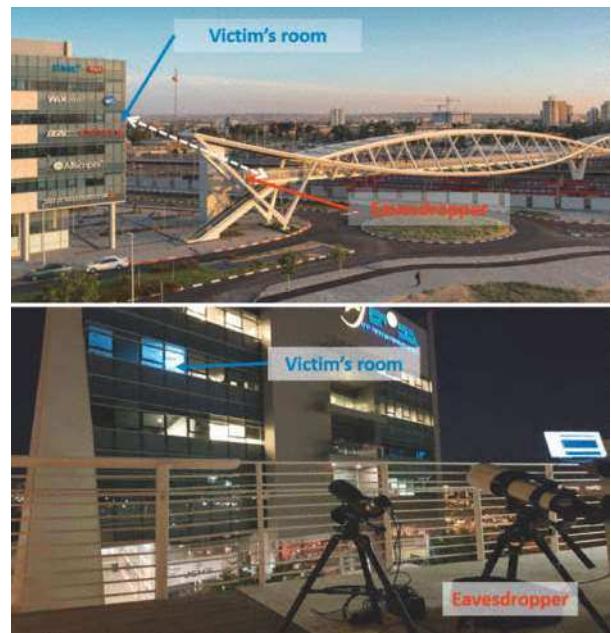


Bild: Ben-Gurion-Universität

sonanten etwas hervorzuheben. Zudem bauten sie in ihr Programm eine Rauschunterdrückung ein. Die filtert beispielsweise das Lichtflimmern aus, das mit der doppelten Frequenz der Netz-Wechselspannung auftritt. Letztlich zeigten sie in Versuchen, dass sich mit dem Versuchsaufbau auch überlagerte Tonhöhen erkennen lassen. Beispielsweise erzeugten sie an der Hängelampe parallel fünf Sinuswellen auf 520, 580, 640, 710 und 760 Hertz, die sich anschließend im Spektrogramm wiederfanden.

## Per Teleskop abgehört

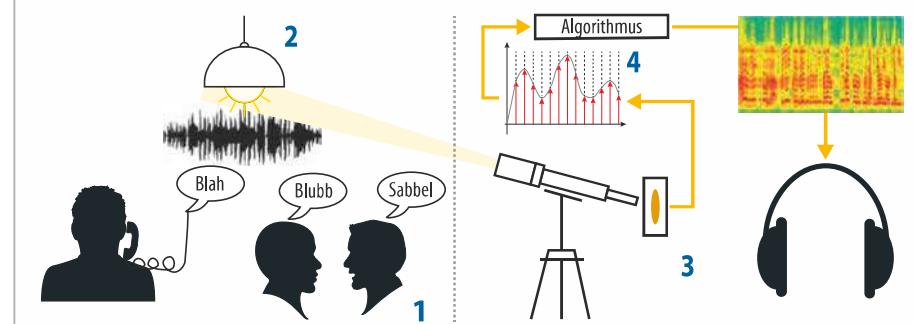
Mit dieser Konfiguration ließ sich dann ein realitätsnäheres Szenario verwirklichen: Die Forscher visierten mit ihren Telesko-

pen von einer Fußgängerbrücke aus die Deckenleuchte in einem Konferenzraum im dritten Stock eines nahen Gebäudes an. Entfernung etwa 25 Meter Luftlinie. Im Büro spielten sie zwei Musikstücke ab, „Clocks“ von Coldplay und „Let it Be“ von den Beatles, sowie ein bekanntes Zitat von Donald Trump („We will make America great again“).

Der beobachtete Büroraum ist außer durch das handelsübliche Fensterglas noch durch eine Vorhangsfassade geschützt, die das Licht der anvisierten Lampe etwas dämpft. Zudem waren die Abhörer auf der Brücke von Straßenlärm umgeben. Unter der Brücke befinden sich Gleise und eine Bahnstation, der Zugverkehr versetzte die Brücke selbst in Schwingungen.

## Jedes Wort ein leichtes Flackern

Ein Lamphone-Angriff: Geräusche und Gespräche im abgehörten Raum (1) erzeugen Schwingungen einer hängenden Deckenlampe (2). Der Lauscher beobachtet die daraus resultierenden Lichtschwankungen mit einem Teleskop (3), leitet das Signal auf einen optischen Sensor und wandelt es digital um (4). Daraus lassen sich wieder akustische Signale erzeugen.



## Das Gyroskop zeichnet auf

Wenn eine Smartphone-Anwendung oder eine Website auf Mikrofon oder Kamera zugreifen will, verlangen iOS und Android die explizite Freigabe; für das interne Gyroskop allerdings nicht. 2014 zeigte ein Team um Yan Michalevsky an der Stanford University, dass ein Smartphone damit aber Schallwellen in seiner Umgebung aufzeichnen kann. Angesichts der Abtastrate von bis zu 200 Hertz konnten die Forscher zwar nur einen kleinen Teilbereich des Spektrums menschlicher Stimmen (80 Hertz bis über 10 Kilohertz) abdecken. Es gelang ihnen aber, den Sprecher und mittels neuronaler Netze auch einzelne Wörter zu erkennen. Durch die Erkennung von Schwingungen in drei Achsen lasse sich zudem die Richtung eines Geräusches bestimmen, eine Anwendung könne auch dadurch unterschiedliche Sprecher unterscheiden.

Die Genauigkeit der Spracherkennung verbesserte sich deutlich, sobald eine attackierende Anwendung einige Sprachbeispiele vom Hauptnutzer gesammelt hatte und damit sprecherabhängig die Worterkennung optimierte. Insbesondere das Abhören von Ziffernfolgen wie beispielsweise einer Kreditkartennummer wurde damit möglich. Die sprecherabhängige Worterkennung steigerten die Forscher zudem, indem sie zugleich auf die Gyroskope mehrerer Smartphones in einem Raum zugriffen.

## Kamera belauscht Chipstüte

Die Vibrationen, die Schallwellen an alltäglichen Gegenständen hervorrufen, lassen sich mit Highspeed-Kameras aufzeichnen. Das zeigte ein Team um Abe Davis am MIT 2014. Die Forscher nahmen durch ein geschlossenes Fenster beispielsweise Pflanzenblätter auf, Chipstüten oder ein Glas mit Wasser. Die aus den Bildern rekonstruierten Schwingungen ließen sich in Worte zurückübersetzen oder in Musiktitel, die Shazam wiedererkannte.

Allerdings ist die Erkennung hoher Frequenzen durch die Bildrate der Highspeed-Kamera begrenzt. Den Forschern gelangen hohe Erkennungsraten auf Entfernung bis zu vier Meter. Für die Verarbeitung der hohen Bildrate benötigten sie eine vergleichsweise große Rechnerleistung.



Eine unverdächtige Chipstüte dient der Highspeed-Kamera hinter der schalldichten Glasscheibe als Membran und damit als Verräterin der Geräuschkulisse.

## Festplattenkopf vibriert

Magnetische Festplatten haben eine feine Mechanik, um eine hohe Speicherdicke bieten zu können. 2019 zeigte ein Team um Kevin Fu an der University of Michigan, dass der Schreib-Lese-Kopf auf Schallwellen reagiert. Damit lässt sich dessen Mechanik als Mikrofon für Gespräche in unmittelbarer Nähe zur Festplatte einsetzen. Zudem konnten die Forscher zum Teil auf Funktionen der Firmware wie etwa das Position Error Signal zurückgreifen, das feinste Abweichungen zur Spur erkennt. Angesichts der Abtastrate von 15 bis 30 Kilohertz lassen sich allein mit diesen Daten Audioaufnahmen erzeugen. Selbst ein eingeschalteter Lüfter störte das heimliche Mitschneiden von Gesprächen nicht.



Bild: University of Michigan

**Das Position Error Signal (PES) misst die Abweichung des Schreib-Lese-Kopfes von der Spurmitte.**

## Lautsprecher dient als Mikrofon

Jeden Kopf- oder Ohrhörer kann ein Angreifer in ein Mikrofon umfunktionieren; damit lassen sich dann Gespräche in der Umgebung belauschen. Eine entsprechende Malware hat ein Team um Mordechai Guri von der Ben-Gurion-Universität des Negev bereits 2016 vorgestellt. Lautsprecher und Mikrofone sind letztlich sehr ähnlich aufgebaut. Während ein Lautsprecher durch das magnetische Feld elektrischer Signale eine Membran zum Schwingen bringt, reagiert die Membran eines Mikrofons umgekehrt auf die Druckschwankungen des Schalls und setzt diese in elektrische Impulse um. Tatsächlich enthalten die Chipsätze einiger Soundkarten sogar eine Option zum Funktionswechsel bei Audioports. Ein Angreifer müsste seinen Kopfhörer daher nicht einmal in den Audioeingang umstöpseln, um ihn als Behelfsmikrofon zu missbrauchen.

Mit ihrer Malware konfigurierten die Forscher heimlich die Funktion eines Audioausgangs um. Das funktionierte in Versuchen auch dann, wenn das interne Mikrofon des Computers ausgeschaltet war. Die Klangqualität insbesondere aufgenommener Gespräche ist im Vergleich besser als bei indirekten Methoden. Der Angreifer kann so nicht nur Gesprächsinhalte, sondern auch Stimmen erkennen.

## Lasermikrofon

Die Technik des Lasermikrofons ist bereits seit den Achtzigerjahren erforscht. Der Angreifer richtet einen Laserstrahl auf eine Membran. Deren Schwingungen lassen sich über die Laufzeitmessung von Laserstrahl und Reflexion berechnen. Als Membran können eine Vielzahl von Gegenständen dienen, von der Chipstüte bis zur Fensterscheibe. Das Lasermikrofon ist mittlerweile eine weithin bekannte Spionagetechnik, um Gespräche von außerhalb eines Raumes mitzuschneiden.

Bei der Analyse der Ergebnisse müssen sich die Forscher nicht auf ihre eigenen subjektiven Eindrücke verlassen. Sowohl Shazam als auch SoundHound erkannten beide Musikstücke, wie sie der Equalizer wiedergab, nach wenigen Sekunden eindeutig. Den Trump-Ausspruch transkribierte Googles Cloud-Speech-to-Text-API akkurat und in Echtzeit. Damit lässt sich Lamphone als Abhörtechnik sogar automatisieren und könnte belauschte Gespräche nicht nur aufnehmen, sondern direkt protokollieren.

## Größere Entfernung möglich

Wie bei vielen Abhöritechniken, die Wissenschaftler in den vergangenen Jahren wissenschaftlich belegt und demonstriert haben, denkt man unwillkürlich an deren Einsatz für politische oder wirtschaftliche Spionage. Tatsächlich arbeitete das Team an der Ben-Gurion-Universität unabhängig und mit vergleichsweise kleinem Budget. Ben Nassi und seine Kollegen haben ihr Lamphone nun erstmals öffentlich gemacht. Dass gut budgetierte Geheimdienste eine solche oder ähnliche Technik bereits zuvor eingesetzt haben, ist gar nicht so unwahrscheinlich.

„Mit einer höherwertigen Ausstattung lässt sich die Abhörentfernung sicher noch deutlich erweitern“, sagt Ben Nassi. So zeigte sich in den Tests, dass die Lauschergebnisse des Teleskops mit dem größten Objektivdurchmesser die beste Qualität aufwiesen. Ein lichtstärkeres Teleskop, das also einen noch größeren Objektivdurchmesser aufweist, liefert genauere Bilder. Damit sind dann auch größere Abhörentfernungen realisierbar.

Außerdem erwarten die Forscher, dass sich das Signal-Rausch-Verhältnis durch Fotosensoren mit breiterem Ausgangsbereich verbessern lässt. Eine zweite Möglichkeit wäre es, dasselbe optische Signal von mehreren Sensoren mit verschiedenen Abtastraten analysieren zu lassen.

Schließlich ist im Versuch lediglich ein 16-Bit-Analog-Digital-Wandler mit einem Eingangsbereich von -10 bis +10 Volt zum Einsatz gekommen. Damit ergibt sich als kleinster Spannungsschritt etwa ein Wert von 305 Mikrovolt. Ein 32-Bit-Wandler könnte die Schrittweite rein rechnerisch auf ein Nanovolt absenken und so die Empfindlichkeit des Abhörsystems um einige Größenordnungen erhöhen. Damit sollten sich noch feinere Vibrationen einer hängenden Leuchte detektieren lassen. Die Genauigkeit der Abhöergebnisse lässt sich so weiter steigern.

Darüber hinaus weisen die Forscher auf ihr nur kurzes LabVIEW-Skript hin. Durch den Einsatz von neuronalen Netzen beispielsweise ließe sich die Rauschunterdrückung noch deutlich verbessern.

## Schutzmaßnahmen

Auf der anderen Seite sehen die Forscher Maßnahmen, um Lamphone-Attacken wirksam abzuwehren. Dazu zählen natürlich dichte Vorhänge oder wenigstens lichtschwächere Leuchtmittel. Für die Verantwortlichen, die Besprechungen nicht bei gedämpftem Licht oder in fensterlosen Räumen abhalten wollen, lautet der Rat, schwerere Lampen einzusetzen. Die wür-

den aufgrund ihrer Masse zumindest weniger vibrieren.

Anstatt nun aber Leuchtmittel nach Gewicht zu kaufen, sollten Architekten für sensible Besprechungsräume künftig besser auf Hängelampen verzichten und stattdessen feste Strahler und indirekte Beleuchtung vorsehen. Ob damit Lamphone-Attacken schon abgewehrt sind, ist allerdings nicht sicher. Das Team um Nassi unternimmt inzwischen Versuche, Besprechungen durch die Fernbeobachtung von dekorativen LED-Blumen zu belauschen.

(agr@ct.de) ct

## Literatur

- [1] The Visual Microphone: Passive Recovery of Sound from Video; Abe Davis, Michael Rubinstein, Neal Wadhwa, Gautham J. Mysore, Frédéric Durand und William T. Freeman; Juli 2014, ACM Transactions on Graphics
- [2] Gyrophone: Recognizing Speech from Gyroscope Signals; Yan Michalevsky und Dan Boneh, Stanford University; Gabi Nakibly, National Research & Simulation Center; August 2014, 23. USENIX Security Symposium
- [3] SPEAKER(a)R: Turn Speakers to Microphones for Fun and Profit; Mordechai Gur, Yosef Solewitz, Andrey Daidakulov und Yuval Elovici; November 2016, Cryptography and Security (cs.CR)
- [4] Hard Drive of Hearing: Disks that Eavesdrop with a Synthesized Microphone; Andrew Kwong und Kevin Fu, University of Michigan, Wenyuan Xu, Zhejiang University; Mai 2019; Proceedings of the 40th Annual IEEE Symposium on Security & Privacy
- [5] Lamphone: Real-Time Passive Sound Recovery from Light Bulb Vibrations; Ben Nassi, Yaron Pirutin, Adi Shamir, Yuval Elovici und Boris Zadov; Juni 2020; Cryptology ePrint Archive

**Video: Per Teleskop belauscht:**  
[ct.de/y77h](http://ct.de/y77h)

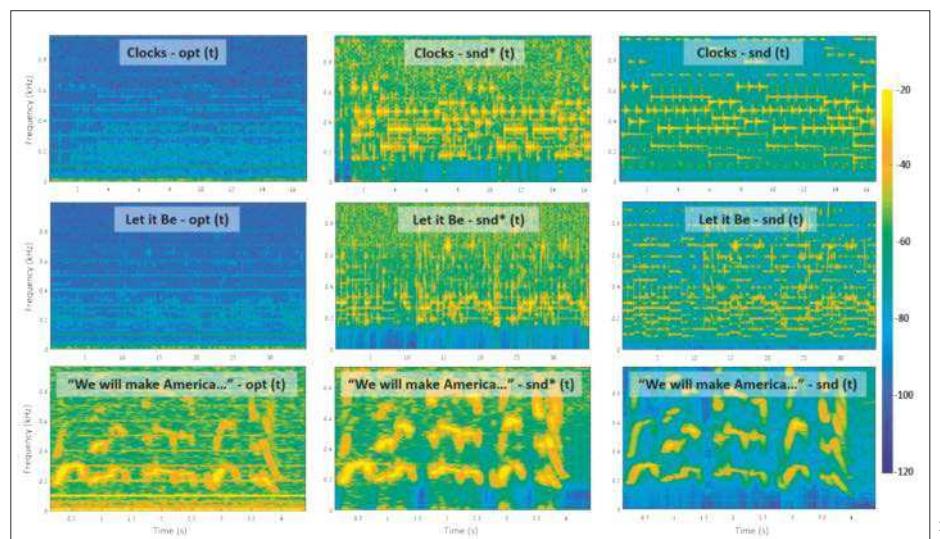


Bild: Ben-Gurion-Universität

Rechts Originalaufnahmen (snd(t)), links die digitalisierten optischen Signale (opt(t)), in der Mitte die im Equalizer wiederhergestellten akustischen Signale (snd\*(t)): Die Musiktitel wurden von Shazam wiedererkannt, den Trump-Ausspruch transkribierte das Google-Sprach-API akkurat.



# Im Trockendock

## Wasserstoffautos mit Brennstoffzelle im Praxis-Check

**Elektroautos kämpfen mit Vorurteilen und echten Problemen, etwa langen Ladezeiten, Rohstoffen aus Konfliktgebieten für die Akkus und geringen Reichweiten. Der Wasserstoffantrieb könnte die Lösung sein: Gefahren wird mit Elektromotoren, den nötigen Strom erzeugt eine Brennstoffzelle direkt an Bord. Doch die Zukunft der Technik ist gerade im Pkw-Segment ungewiss.**

**Von Sven Hansen und Stefan Porteck**

**D**ie ersten Generationen batterieelektrischer Autos hatten mit allerlei Kinderkrankheiten zu kämpfen. Noch heute hängt ihnen das Image nach, dass sie nicht langstreckentauglich sind und dass das Aufladen Zwangspausen von mehr als einer Stunde erfordert – sofern man überhaupt eine passende Ladesäule findet. Kein Wunder, dass die Kundschaft sich bislang dezent zurückhält und trotz Skandalen und der Feinstaubdebatte eher mit einem Diesel liebäugelt, der mit einer Tankfüllung von Sylt nach Salzburg kommt.

Will man die für 2050 anvisierten Klimaziele erreichen, sind die Tage der fos-

silen Verbrenner in jedem Fall gezählt. Doch trotz Förderung blieb der erhöhte Ansturm auf E-Autos, im Fachjargon als „Battery Electric Vehicles“ (BEV) bezeichnet, bisher aus. Wasserstoffautos könnten den Knoten lösen. Sie sollen alle Nachteile der Elektromobilität umgehen und dabei die Vorteile und den Komfort von Verbrennern bieten: tanken in weniger als fünf Minuten, Reichweiten von 500 Kilometern und das von Benzin und Diesel bekannte Tankstellennetz.

Der getankte Wasserstoff erzeugt mit einer im Fahrzeug eingebauten Brennstoffzelle elektrischen Strom, der den Elektromotor speist. Somit zählen auch

Wasserstoffautos zu den klassischen Elektroautos. Der Unterschied besteht lediglich im Energiespeicher, weshalb man sie auch korrekt als Brennstoffzellenautos oder Fuel Cell Electric Vehicles (FCEV) bezeichnet.

Zurzeit sind kaum FCEVs erhältlich – besonders die deutschen Hersteller halten sich zurück. Daimler, einer der Pioniere in Sachen Brennstoffzellen, hat die gesamte Entwicklung kürzlich in die Lkw-Sparte ausgelagert. Den Mercedes GLC Fuel Cell – einziges Brennstoffzellenauto der Flotte – gibt es nur als Mietmodell für Politiker und Promis. Kaufen kann man derzeit bei Hyundai und Toyota. Erstere liefern mit dem Nexo FCEV Fuel Cell ein frisch überarbeitetes Wasserstoffmodell, und auch den seit 2014 angebotenen Toyota Mirai soll es ab 2021 in einer neuen Version geben. Wir testeten den Mirai der ersten Generation und Hyundais 2017er i35 Fuel Cell – mehr dazu weiter unten.

## Erste Anfänge

Schon früh wurde Wasserstoff in der Automobilindustrie als möglicher Heilsbringer angesehen. Bereits in den Nullerjahren dieses Jahrhunderts tauchten immer wieder Prototypen und Studien von Fahrzeugen mit Wasserstoffantrieb auf.

Damals galt der Verbrennungsmotor als unumstößliches Element in jedem Pkw. Die Prototypen hatten entsprechend einen klassischen Ottomotor, der allerdings nicht mit Benzin angetrieben wurde. Stattdessen kamen die Zylinder durch das Zünden eines Gemisches aus Luft und Wasserstoff in Bewegung. Anders als bei den fossilen Treibstoffen Benzin und Diesel emittiert die Verbrennung von Wasserstoff keinen Feinstaub und kaum Stickoxide. Das H<sub>2</sub> bindet sich bei der Verbrennung an den Sauerstoff der angesaugten Luft, als Reaktionsprodukt fällt überwiegend H<sub>2</sub>O an – also reines Wasser.

In der Theorie sieht das nach einer sauberen Sache aus – auf den ersten Blick auch wirtschaftlich, denn Wasserstoff hat einen sehr breiten Zündbereich: In einer Konzentration von 4 bis 74 Prozent liegt ein zündfähiges Gemisch vor. Zum Vergleich: Benzin verbrennt unter 2 Prozent zu mager, ab 9 Prozent ist das Gemisch bereits zu fett. Ähnlich wie sich Benziner leicht auf Gas umrüsten lassen, wäre es mit dem bestehenden Motorendesign kein Hexenwerk, Wasserstoff direkt zu verbrennen.

Doch durchgesetzt haben sich diese Konzepte allesamt nicht. Das mag zum einen daran liegen, dass der Klimawandel damals noch Treibhauseffekt hieß und als entferntes Problem für Polkappen und ein paar Gletscher wahrgenommen wurde. Hinzu kamen technische Hürden, denn Wasserstoff ist ein sehr flüchtiges Gas und das Verhältnis von Energie und Volumen fällt ungünstiger aus als bei Benzin und Diesel.

Um eine höhere Energiedichte zu erreichen, sind daher hohe Drücke zum Komprimieren des Treibstoffs erforderlich. Heute kommt ein Druck von 350 oder 700 bar zum Einsatz. Wasserstofftanks brauchen Platz und sorgten beim H<sub>2</sub>-Verbrennen dennoch nicht für hohe Reichweiten. Auch bleibt ein Verbrenner teurer und anfälliger als E-Motoren.

Während es bei Prototypen blieb, haben sich in den vergangenen Jahrzehnten gleichzeitig die Motoren und vor allem die Akkus von E-Autos stark weiterentwickelt. Im Vergleich mit einem Verbrennungsmotor hat ein Elektromotor etwa 90 Prozent weniger bewegliche Teile, ist günstiger, langlebiger und annähernd wartungsfrei. Zudem haben Elektromotoren einen Wirkungsgrad von rund 80 Prozent, während Verbrenner bei 20 bis 30 Prozent herumdümpeln und ein Großteil der Energie in Form von Wärme verpufft. Die Ab-

wärme macht es obendrein erforderlich, die Motoren aufwendig zu kühlen, was wiederum den Verbrauch erhöht. Unter diesem Aspekt wäre es anachronistischer Unsinn, heutzutage mit Wasserstoff einen alternativen Verbrennungskraftstoff für Ottomotoren einzuführen.

## Kalte Verbrennung

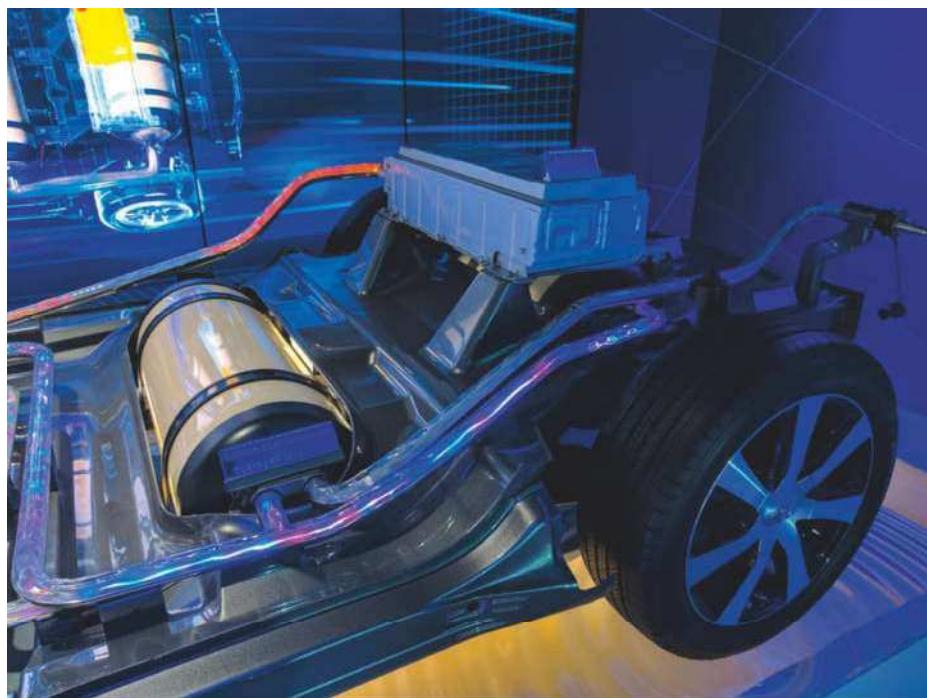
Effizienter wurde die Wasserstofftechnik durch den Einsatz von Brennstoffzellen. Die wenigen derzeit verkauften Wasserstoffautos werden von einem Elektromotor angetrieben, besitzen also die gleichen Vorteile wie batteriebetriebene E-Autos: etwa das aus dem Stand und über den gesamten Drehzahlbereich maximale Drehmoment, den nahezu geräuschlosen Antrieb und die (lokale) Emissionsfreiheit.

Obgleich alles mit „Fuel Cell“ im Namen schwer modern klingt, ist die Technik dahinter ein alter Hut. Die Brennstoffzelle wurde bereits Mitte des neunzehnten Jahrhunderts erfunden und ist damit sogar einige Dekaden älter als der benzinbetriebene Ottomotor.

Die in Pkw eingesetzten Brennstoffzellen wandeln den im Tank gespeicherten Wasserstoff in einer kalten Oxidation mit dem Sauerstoff der Außenluft durch die chemische Reaktionsenergie in elektrische Energie um. Die Zelle besteht aus einer Kathode und einer Anode sowie



Auch deutsche Hersteller bauen Brennstoffzellenautos. Zu kaufen gibt es sie allerdings nicht.



Im Schnittmodell des Mirai erkennt man die Pufferbatterie (rechts) und einen der zwei mit Karbon verstärkten Hochdrucktanks für den verdichteten Wasserstoff.

einer Membranschicht (dem Elektrolyt, beziehungsweise Ionenleiter), die die Wasserstoff- und Sauerstoffgase voneinander trennt.

Die Wasserstoffmoleküle spalten sich in Wasserstoffionen und geben dabei Elektronen ab. Diese werden von der Anode zur Kathode und somit zum Sauerstoff geführt, hierbei fließt der benötigte elektrische Strom. Auf der Kathodenseite ionisieren die Elektronen wiederum den Sauerstoff. In der Zelle verbleiben Sauerstoff- und Wasserstoffradikale, die durch den Elektrolyten diffundieren und sich unter Entstehung von Wärme zu reinem Wasser verbinden.

Je nach Elektrolyt gibt es unterschiedliche Typen von Brennstoffzellen. In Autos kommen derzeit ausschließlich Polymer-Elektrolyt-Brennstoffzellen (PEMFC, Proton Exchange Membrane Fuel Cell) zum Einsatz. Sie zählen zu den Niedertemperaturbrennstoffzellen, die bei etwa 80 Grad Celsius arbeiten.

Obwohl man bei der chemischen Oxidation von Wasserstoff von einer kalten Verbrennung spricht, wird bei der exothermen Reaktion zu Wasser auch Wärme freigesetzt. Deshalb müssen Brennstoffzellen in Autos, ähnlich wie Verbrennungsmotoren, mit einer aktiven Wasserkühlung ausgestattet sein. Bei niedrigen Außentemperaturen kann man die Wärme für die In-

nenraumheizung nutzen und muss nicht mit Strom zuheizen, was Batterie-E-Autos deutlich Reichweite kostet.

Wo Wärme entsteht, kann der Wirkungsgrad naturgemäß nicht bei 100 Prozent liegen. Moderne PEMFCs erreichen unter optimalen Bedingungen zwischen 40 und 60 Prozent – und stehen somit gar nicht so viel besser da als ein Dieselmotor.

Es existieren Brennstoffzellentypen, die einen höheren Wirkungsgrad erzielen, doch besonders im Auto gibt es mehrere limitierende Faktoren. So darf die Zelle

nicht zu teuer sein, weder zu groß noch zu schwer und nicht auf die Zuführung reinen Sauerstoffs angewiesen. Der wichtigste Trade-off im Auto ist aber – wie auch bei Verbrennern – das Verhältnis von Leistungsfähigkeit und Langlebigkeit.

Ganz ohne Kühlung kommen auch batteriebetriebene E-Autos nicht aus, denn sie müssen ihre Akkus auf Temperatur halten. Durch den Stromfluss beim Laden oder Entladen könnten sie sonst überhitzen. Günstige E-Autos ohne eine solche Kühlung sind trotz Schnellladefähigkeit nur bedingt langstreckentauglich, da das Lademanagement im Zweifelsfall die Leistung von Tankstopp zu Tankstopp mit steigender Akkutemperatur drosselt, sodass aus dem „Schnellladen“ eine recht langwierige Angelegenheit wird.

Toyota hat in den vergangenen sechs Jahren weltweit immerhin 12.000 Exemplare des Brennstoffzellenfahrzeugs Mirai verkauft, 400 davon fahren in Deutschland. Andreas Lübeck, Toyotas Presse-sprecher Technik, formuliert die Langzeiterfahrungen so: „Bisher musste während der Garantielaufzeit eines Fahrzeugs noch keine Brennstoffzelle getauscht werden.“ Das deckt sich mit der Einschätzung von Experten, der zufolge PEM-Zellen nach rund 120.000 km noch 90 % ihrer Leistungsfähigkeit besitzen und auf eine Lebenserwartung von rund 200.000 km kommen.

Die lange Lebenserwartung der Brennstoffzelle im Auto wird dabei mit einer geringeren Leistungsfähigkeit erkauft. Das bedeutet aber auch, dass sie nicht immer genug Strom in Echtzeit für

In der Brennstoffzelle reagieren Wasserstoffionen mit Sauerstoffionen zu Wasser. Der Elektronenfluss dieser chemischen Reaktion treibt den Elektromotor an.

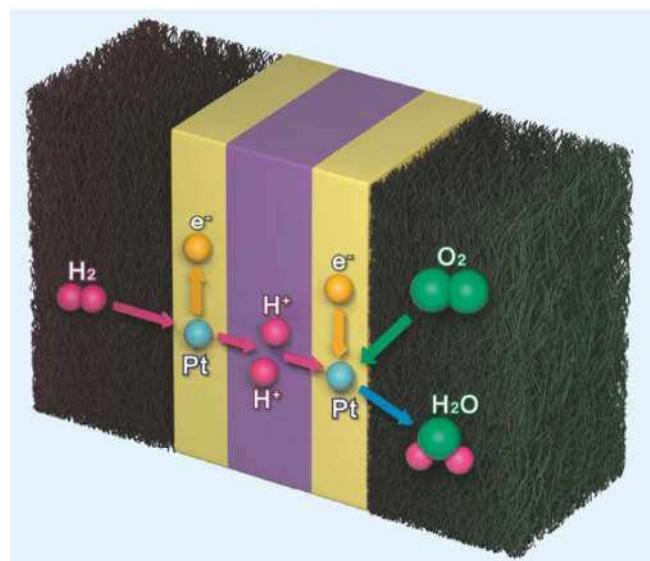


Bild: Toyota

den Elektroantrieb erzeugen kann – das Brennstoffzellenauto benötigt daher ebenfalls eine Pufferbatterie. Sie stellt die nötigen Leistungsreserven bereit. Beim Toyota Mirai kommt ein Nickel-Metallhydrid-Akku mit einer Kapazität von 1,6 kWh zum Einsatz. Toyota greift hier auf Erfahrungen seiner zahlreichen Hybridmodelle zurück. Der Kia iX35 FC hat eine Lithium-Ionen-Polymerbatterie mit einer Kapazität von sogar nur 0,95 kWh.

## Los gezischt

So mit Theorie vollgestopft begannen wir unsere Testfahrten mit dem iX35 Fuel Cell von Hyundai und Toyotas Mirai der ersten Generation. Der Mirai wird von einem Elektromotor mit einer Leistung von 114 kW (155 PS) und einem maximalen Drehmoment von 335 Nm angetrieben. Das verspricht sportliche Fahrleistungen, doch im Alltag merkten wir sein Leergewicht von rund 1900 kg. Zum Vergleich: Der batterieelektrische Nissan Leaf wiegt – trotz massivem Akkublock – nur 1700 kg.

Der Spurt mit dem Mirai von 0 auf 100 km/h dauert knapp 10 Sekunden, die Höchstgeschwindigkeit ist zugunsten der Reichweite auf 178 km/h abgeregelt. Im Stadtverkehr und über Land fanden wir die Fahrleistung völlig ausreichend. Auf der Autobahn schwimmt der Wagen gut mit, ist aber keine Rennmaschine. Im Vergleich zu batterieelektrischen Autos zeigte der Mirai aber eine weniger spontane Reaktion beim Tritt aufs Gaspedal. Zügiges Beschleunigen trat erst mit einer kleinen Gedenksekunde ein und wurde von einer Geräuschkulisse, die nach Rauschen und Pfeifen klang, begleitet. Wir fanden das zwar ungewohnt für ein E-Auto, aber nicht wirklich unangenehm.

Der Hyundai ix35 Fuel Cell wirkt zumindest akustisch wie ein konventionelles E-Auto: Außer dem typischen leisen Surren des Motors vernimmt man im Innenraum keine weiteren Geräusche des Antriebs. In puncto Fahrdynamik merkt man den Unterschied hingegen deutlich, und er blieb auch hinter dem Mirai zurück: Der Elektromotor hat eine Leistung von 100 kW (136 PS) und erreicht ein maximales Drehmoment von 300 Nm. Der Sprint auf 100 km/h erfolgt in 12,5 Sekunden und auch die Höchstgeschwindigkeit ist mit 160 km/h etwas geringer als beim Mirai.

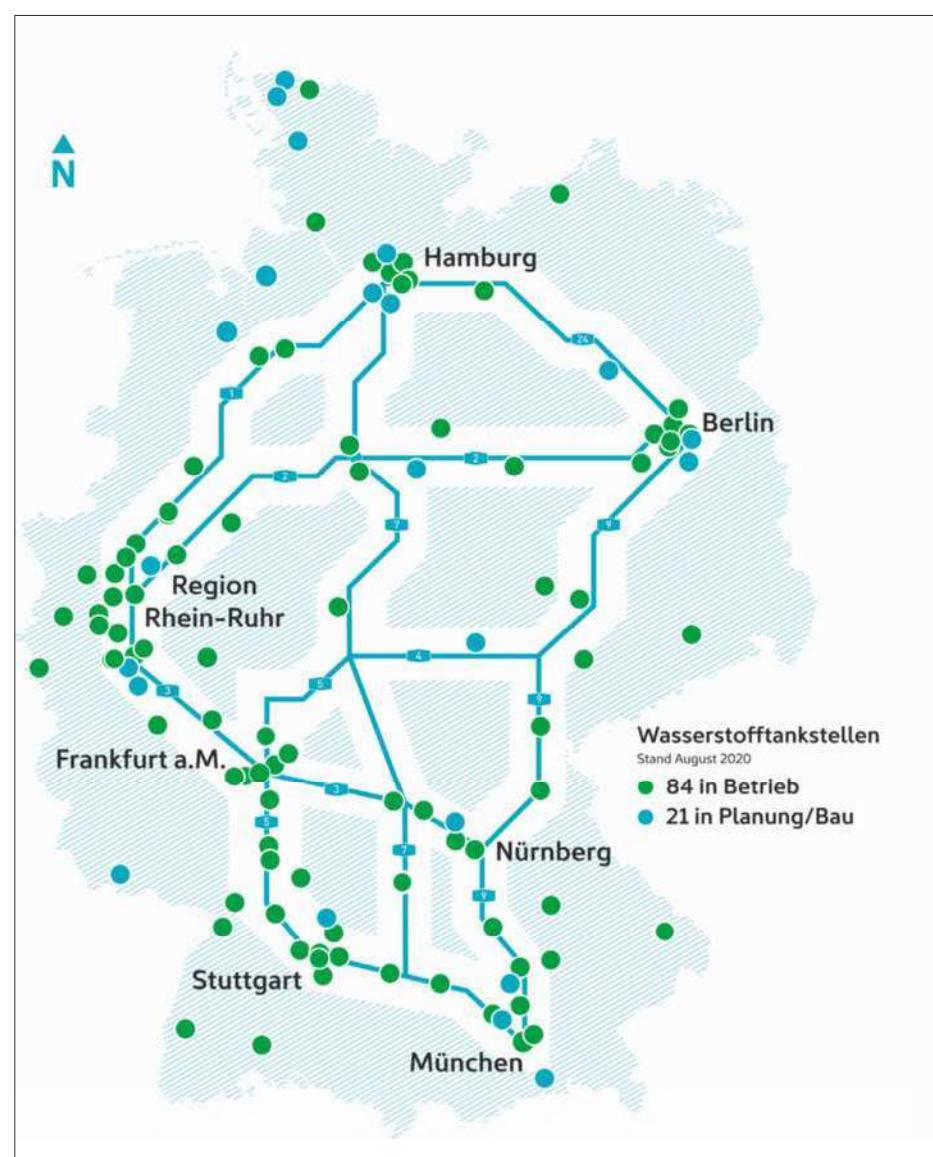
Doch im Alltag zeigte sich beim ix35 Fuel Cell, dass die nominalen Fahrleistungen nicht immer abrufbar sind: Die Pufferbatterie ist mit 0,95 kWh sehr sparsam

dimensioniert. In der Theorie wird sie bei Fahrzuständen im Teillastbereich von der Brennstoffzelle und durch Rekuperation beim Bremsen aufgeladen. Im Stadtverkehr mit vielen Stop-and-go-Phasen oder bei schnellerer Autobahnfahrt passierte es gelegentlich aber doch, dass ihr der Saft ausging. In diesen Fällen musste die Brennstoffzelle die gesamte Energie für den Motor in Echtzeit liefern. Beim Losfahren an der Ampel setzte sich der Hyundai dann so gemächlich in Bewegung, dass der hinterherfahrende Verkehr generell ausscherte und rechts und links auf den benachbarten Spuren an uns vorbeizog. Gespannt sind wir deshalb auf den Nachfolger Hyundai Nexo, der es nicht mehr rechtzeitig in die Redaktion schaffte.

Wenn wir unsere Testfahrzeuge mit gefüllter Pufferbatterie so fahren wollten, dass die gesamte Energie von der Zelle erzeugt wird, dann gelang das nur beim gleichmäßigen Dahingleiten auf der Landstraße. Beim Beschleunigen oder Anfahren an der Ampel ließ sich das praktisch nur erreichen, wenn wir das Gaspedal lediglich sanft streichelten.

## Volltanken, bitte!

Die Hersteller versprechen, dass das Tanken zum einen ähnlich simpel funktioniert wie bei jedem Verbrenner, zum anderen viel schneller vorstatten geht als das Aufladen einer Batterie. Mit der Knallgasprobe und dem Schicksal der Hindenburg im Hinterkopf bleibt der erste Tankvorgang



Die Abdeckung mit Wasserstofftankstellen ist derzeit noch lückenhaft. Die Seite von H<sub>2</sub> Mobility listet rund 100 Tankstellen in Deutschland, von denen zum Testzeitpunkt fünf defekt waren.



Bild: H2 Mobility

Für einen sorgenfreien Trip durch Europa ist das Tankstellennetz derzeit nicht ausgelegt.

mit dem Brennstoffzellenauto ein Abenteuer. Das Wissen um den beim Tankvorgang aufgebauten Druck von 700 bar kommt noch hinzu. Vor zwei Jahren waren die Wasserstofftankstellen selten und architektonisch auffällig – wie etwa die überdimensionierte Zapfstelle in Hamburgs Hafencity. Der Psychologie des Tankvorgangs kam dies nicht zugute.

Inzwischen gibt es deutschlandweit rund 85 Zapfsäulen, viele finden sich in Reih und Glied neben ihren fossilen Vorfahren auf gewöhnlichen Tankstellen. Hier findet man sich beim Tanken in gewohnter Umgebung wieder und die Wasserstoffhemmungen verflüchtigen sich schnell. Der Zapfhahn der Wasserstoffsäule ist etwas massiver und rastet fest auf dem Tankventil des Fahrzeugs ein. Über einen Hebel am Hahn wird er mechanisch verriegelt. Sobald man an der Säule den Startknopf drückt, presst sie den gasförmigen Wasserstoff in die Tanks des Autos. Die Geräuschkulisse erinnert an das Aufpumpen eines Autoreifens.

Sobald die Tanks gefüllt sind, beendet die Säule das Pumpen und signalisiert auf ihrem Display, dass man den Tankstutzen nun entriegeln kann. Anders als beim Nachfüllen von CNG- oder LPG-Autogas

fehlt dabei das „Pfffft“, bei dem ein wenig verbliebenes Gas entweicht. Wir mussten aber lernen, dass man den Wasserstoffhahn nur am Griff anfassen sollte: Durch das Verdichten beim Tanken erwärmt sich das Wasserstoffgas, und weil dabei zum Schutz der Tanks 85 Grad nicht überschritten werden sollten, kühlen manche Zapfsäulen den Treibstoff auf bis zu –40 Grad. Das ließ die Zapfpistole so stark abkühlen, dass sich an ihren metallischen Oberflächen Reif bildete.

Insgesamt empfanden wir das Tanken als einfach und unkompliziert. Doch die versprochene Tankdauer von maximal fünf Minuten lässt sich nur unter idealen Bedingungen erreichen. Sie hängt sowohl vom Füllstand der Tanks der Tankstelle als auch dem Füllstand des Autos ab. Ist der Fahrzeugtank nur halb entleert oder haben an der Zapfsäule am selben Tag schon andere getankt, kann es auch mal zehn Minuten oder länger dauern – alles eine Frage von Druck und Gegendruck. Schneller als bei einem batterieelektrischen Modell geht es allemal, und das erwärmungsproblem beim wiederholten Tanken auf Langstrecken fällt weg. Ein entsprechendes Tankstellennetz vorausgesetzt, könnte man sich so problemlos durch Europa hangeln.

## Farbenlehre

E-Autos stehen immer wieder in der Kritik, dass sie bei Weitem nicht so umwelt-

freundlich sind, wie es auf den ersten Blick erscheint. Besonders die Produktion der Akkus wird als CO<sub>2</sub>-intensiv beschrieben und ins Feld geführt, dass die Batterien seltene Erden enthalten. Zudem steht und fällt die Ökobilanz damit, wie der Strom erzeugt wurde, den man in die Batterie lädt. Lautet die Antwort darauf „mit Kohlestrom“, kann man E-Autos bestenfalls noch als „lokal“ emissionsfrei bezeichnen.

Wasserstoffautos scheinen hier im Vorteil: Sie erzeugen vermeintlich „grünen Strom“ unter der eigenen Haube und kommen mit viel kleineren Batterien aus. Doch die Erzeugung und die Auslieferung des Wasserstoffs an die Tankstellen gehört natürlich mit in die Rechnung – und dann sieht die Bilanz schon nicht mehr so rosig aus. Noch viel wichtiger ist die Frage, wo der verbrannte Wasserstoff eigentlich herkommt.

Die überwiegende Mehrheit des produzierten Wasserstoffs bezeichnet man als „grauen Wasserstoff“. Er wird unter großer Energiezufuhr mittels Dampfreformierung aus fossilen Kohlenwasserstoffen (meist Erdgas) gewonnen, was je nach Verfahren und Ausgangsstoffen mit erheblichen CO<sub>2</sub>-Emissionen einhergeht. Zum „blauen Wasserstoff“ wird er, wenn man bei der Erzeugung ein Verfahren zur CO<sub>2</sub>-Abscheidung oder -Speicherung nachschaltet (Carbon Capture Storage). Das Klimagas gelangt dann nicht mehr in



Wasserstoffzapfsäulen sind gelegentlich auch an gewöhnlichen Tankstellen zu finden.



**Hochdruckventil statt Einfüllstutzen:**  
Der eigentliche Tankvorgang  
unterscheidet sich nur in Kleinigkeiten  
von dem eines klassischen Verbrennkers.

die Atmosphäre und die CO<sub>2</sub>-Bilanz wird als neutral betrachtet.

Eine bessere Ökobilanz haben thermochemische Herstellungsprozesse – zumindest, wenn es sich beim Ausgangsstoff um Biomasse handelt und die zugeführte Energie ebenfalls CO<sub>2</sub>-neutral erzeugt wurde. Bei der Methanpyrolyse wird „türkiser“ Wasserstoff über die thermische Spaltung von Methangas hergestellt, welches man etwa aus Biogasanlagen entnimmt. Statt CO<sub>2</sub> entsteht als Begleitprodukt fester Kohlenstoff.

Die bekannteste, aber derzeit seltene Art der Wasserstoffherstellung ist die Elektrolyse, bei der Wasser mittels Strom katalytisch in seine Ausgangsstoffe Wasserstoff und Sauerstoff gespalten wird. Sofern der genutzte Strom nicht klimaneutral erzeugt wurde, ist es die Fahrt mit dem Brennstoffzellenauto auch nicht. Emissionen werden so nur verlagert. Nur wenn der für die Elektrolyse eingesetzte Strom zu 100 Prozent aus regenerativen Energien kommt, spricht man von „grünem Wasserstoff“.

Selbst wenn in Zukunft genug grüner Strom für Herstellung von grünem Wasserstoff bereitstehen sollte, ergibt sich aber das nächste Problem: Für Tankstellenbetreiber ist es schlicht zu teuer und zu aufwendig, den Wasserstoff vor Ort zu erzeugen. In den meisten Fällen dürfte zudem nicht genügend Platz für die benötigten Anlagen vorhanden sein.

Bei den bislang vorherrschenden Wasserstoffzapfsäulen handelt es sich um sehr kleine Anlagen mit geringer Lagerkapazi-

tät. Der Wasserstoff wird per Lkw in klassischen Gasflaschen angeliefert. Diese kleinen Anlagen stellen etwa 80 kg Wasserstoff bereit und sind auf etwa 20 Fahrzeuggabankungen pro Tag ausgelegt – ein Bruchteil der Kapazitäten bei fossilen Treibstoffen.

Sollte die Zahl der H<sub>2</sub>-Autos steigen, reicht eine Zapfsäule pro Tankstelle schnell nicht mehr aus. Kommen weitere Säulen hinzu, muss sich auch zwingend die Anlieferung ändern: Eine Alternative sind Anlieferungen durch Lkw mit Flüssiggastanks mit einem Fassungsvermögen von bis zu 3,5 Tonnen.

Die aufwendige Erzeugung, der Transport und die Lagerung in Tanks oder Flaschen machen Wasserstoff zu einem recht kostspieligen Treibstoff. Wir haben bei unseren Testfahrten rund 9 Euro pro Kilo bezahlt. Für den Toyota Mirai mit seinem Fassungsvolumen von 5 kg und einer Reichweite von etwa 450 km bedeutet das je nach Fahrverhalten, dass 100 km mit rund 10 Euro zu Buche schlagen – womit er etwa genauso teuer ist wie ein Benziner.

Etliche Experten gehen deshalb davon aus, dass Tankstellen langfristig über Pipelines mit zentral in Großanlagen erzeugtem Wasserstoff beliefert werden müssten. Die Investitionskosten stünden einem massiven Ausbau des Stromnetzes für die Versorgung einer batterieelektrischen Flotte in nichts nach.

## Fazit

Im Vergleich zu E-Autos mit Batterie wirken Brennstoffzellenfahrzeuge zwar sehr futuristisch und versprechen einen eleganten Ausweg aus der lästigen Ladeproblematik. Bei genauer Betrachtung leiden sie vor allem unter der bislang nur rudimentär vorhandenen Infrastruktur ohne kurzfristige Aussicht auf Verbesserung. Der Ausbau eines deutschlandweiten Ladenetzes scheint eine kaum bewältigbare Aufgabe zu sein – wie realistisch ist da der Aufbau einer flächendeckenden Wasserstoffversorgung?

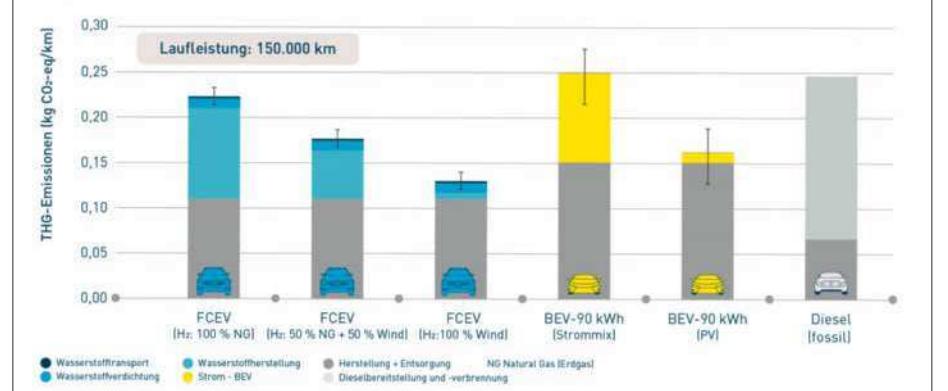
Die deutsche Industrie scheint den Einsatzbereich der Brennstoffzelle vor allem beim Schwerlastverkehr zu sehen. Ansonsten spielt sich die Wende zur Wasserstoffwirtschaft eher im Bereich Schwerindustrie und im ÖPNV ab. Toyota und Hyundai sehen immer noch Chancen für Brennstoffzellenautos, wobei der Mirai das schlüssigere Konzept verfolgt. Er ist – auch in der kommenden zweiten Generation – als bequeme Langstreckenlimousine ausgelegt. Kleine Stadtflitzer made in Japan wird es dann wohl eher mit Batteriespeisung geben.

Wer überwiegend kurze Strecken zurücklegt und im Idealfall zu Hause laden kann, der ist mit einem batterieelektrischen Auto derzeit besser bedient als mit einem Brennstoffzellenauto. Wasserstoffautos bleiben Stand 2020 eine technische Liebhaberei mit Zapfsäulen-Garantie – falls denn eine Tankstelle erreichbar ist.

(sha@ct.de) ct

THG-Emissionen Fahrzeugbetrieb für 2020-2030

Vergleich mit Diesel-Pkw



Das Fraunhofer-Institut für solare Energiesysteme vergleicht in einer Studie die CO<sub>2</sub>-Bilanz pro gefahrenem Kilometer für den gesamten Lebenszyklus von Herstellung, Betrieb über das Recycling für verschiedene Antriebsarten. Das batterieelektrische Fahrzeug (gelb) kommt im Vergleich schlechter weg, wenn sich der derzeitige Strommix nicht ändert. Auch beim Brennstoffzellenfahrzeug (blau) verbessert sich die CO<sub>2</sub>-Bilanz nur dann, wenn grüner Wasserstoff zum Einsatz kommt.



Bild: Albert Hulm

# Qubits in Seide

## Eine Einführung in die Programmiersprache Silq

**Silq soll die erste höhere Programmiersprache für Quantencomputer sein. In der Tat bietet die Sprache beeindruckende Features, die das Programmieren erleichtern. Grovers Algorithmus als Beispiel zeigt die Vorteile.**

**Von Florian Neukart und Sylvester Tremmel**

Quantencomputer finden den Weg aus den Universitäten und Forschungseinrichtungen in die Industrie. Eine wachsende Zahl von Programmierern entwickelt und erprobt erste Anwendungen, zumeist über die Cloud. Trotz solcher Fortschritte sind die Systeme aber noch sehr klein: Universelle Gate-Model-Computer haben aktuell weniger als 100 Quanten-Bits (Qubits), Quanten-Annealing-Systeme etwa 2000 Qubits.

Bei der Programmierung solcher Systeme werden daher häufig einzelne Qubits direkt angesprochen. Das erinnert an die Frühzeit herkömmlicher Computer und hat wenig mit modernen High-Level-Spra-

chen zu tun, die zum Beispiel solche Ausdrücke erlauben:

```
Math.round(Math.PI * 100) / 100  
// -> 3.14
```

So eine Anweisung drückt eher die Absicht des Programmierers aus („Pi, auf zwei Stellen gerundet“) und weniger die Umsetzung im Rechner („Manipuliere diese Bits in folgender Art und Weise“). Die Übersetzung vom einen ins andere erledigt ein Compiler oder Interpreter vollautomatisch. Solche höheren Programmiersprachen erleichtern die Umsetzung komplexer Programme enorm.

Die meisten Sprachen zur Programmierung von Quantencomputern – wie Quipper, Q# oder QASM – sind dagegen eher Low-Level-Sprachen und stellen eine beschreibende Sicht auf Quantenalgorithmen nur sehr bedingt zur Verfügung. Toolkits zur Quantenprogrammierung wie Qiskit, Forest oder Cirq nutzen zwar High-Level-Sprachen (etwa Python oder MATLAB), aber das sind Programmiersprachen, die für klassische Computer entwickelt wurden. Quanteneffekte – um deren Nutzung es bei Quantencomputern geht – sind in diesen Sprachen Fremdkörper.

Das ändert sich nun, unter anderem mit der an der ETH Zürich entwickelten Programmiersprache Silq. Silq ist eine für Quantencomputer entworfene Sprache, mit der sich Low-Level-Manipulationen von Qubits abstrahieren lassen. Statt etwa Quantenzustände als Vektoren darzustellen, lassen sie sich in Silq durch passende Typen definieren. Für diese Typen bietet Silq die jeweils zulässigen Operatoren,



sodass der Programmierer Quantenzustände nicht erst umständlich durch Matrixoperationen und Tensorprodukte manipulieren muss.

Dieses auf Quanteneffekte zugeschnittene Typsystem ist eine der wichtigsten Neuheiten in Silq. Wie Typsysteme in klassischen Sprachen kann es den Programmierer vor manchen Fehlern bewahren und erlaubt es, Algorithmen in wenigen, sprechenden Zeilen zu formulieren. Außerdem ermöglicht das Typsystem von Silq automatische Uncomputation.

### Uncomputation

Uncomputation ist eine Technik, die in reversiblen Schaltkreisen zum Einsatz kommt. Dazu gehören Quantencomputer, es gibt aber auch klassische reversible Rechner. Solche umkehrbaren Schaltungen können – eben weil sie reversibel sind – Bits nicht einfach an- oder ausschalten, wie wir in [1] erklärt haben. Sie benötigen daher sogenannte Ancilla-

Bits, die bekannte Werte haben und (Zwischen-)Ergebnisse speichern. Der Kasten auf dieser Seite erklärt ein Beispiel.

Nachdem Ancilla-Bits in Berechnungen benutzt wurden, sind die Bits nicht mehr im bekannten Ausgangszustand. Sie können so nicht als Ancilla-Bits für die nächste Rechenoperation dienen. Das stört schon bei klassischem reversiblen Rechnen, aber bei Quantencomputern ist es fatal. Zum einen haben aktuelle Quantencomputer – wie erwähnt – nur wenige Qubits. Diese als „Einweg-Ancilla-Bits“ zu nutzen wäre reine Verschwendung.

Zum anderen kann man Qubits miteinander verschränken, was einer der Gründe für die Fähigkeiten von Quantencomputern ist. Das bedeutet aber, dass ein Zwischenergebnis in so einem Ancilla-Qubit mit dem Resultat korreliert und nicht als separates Subsystem existiert. Programmierer dürfen es weder vergessen noch nach der Nutzung einfach ignorieren. Täten sie das, würde bei der Messung des Ergebnisses jede Verschränkung mit Ancilla-Qubits den Wert verfälschen.

## Uncomputation

Was Uncomputation ist, lässt sich am einfachsten mit einem kleinen Beispiel nachvollziehen: Ein Programm soll  $x \&& y \&& z$  berechnen. In klassischen Programmiersprachen würde so ein Programm erst  $x \&& y$  berechnen, das Zwischenergebnis  $e$  im Speicher halten und dann das Endergebnis über  $e \&& z$  berechnen.

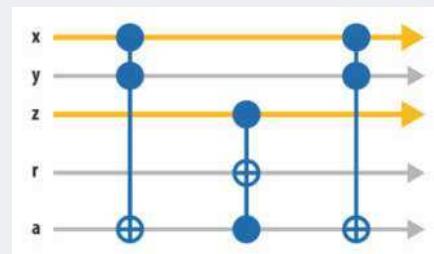
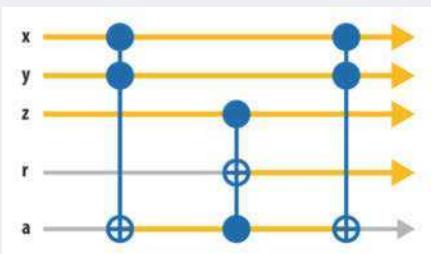
Das zwischengespeicherte  $e$  hat danach keine Bedeutung mehr und das Speichermanagement räumt es weg. Quantencomputer und andere reversible

Rechner können Bits für Zwischenergebnisse aber nicht einfach temporär hinzunehmen und dann wieder verwerfen. Die Abbildung zeigt eine kleine reversible Schaltung mit drei Toffoli-Gattern. Ein Toffoli-Gatter invertiert sein Ziel-Bit (im Bild als Plus im Kreis dargestellt) genau dann, wenn beide Kontroll-Bits (im Bild dicke Punkte) wahr sind.  $x$ ,  $y$  und  $z$  sind die erwähnten Input-Bits,  $r$  soll das Ergebnis aufnehmen und das Ancilla-Bit  $a$  dient für das nötige Zwischenergebnis. Genau

genommen entspricht die Schaltung nicht  $r = x \&& y \&& z$ , weil sie  $r$  invertiert, falls  $x$ ,  $y$  und  $z$  wahr sind, und nicht einfach auf true setzt. Weil  $r$  und  $a$  aber definiert im Zustand false starten, ist der Unterschied belanglos.

Das erste Toffoli-Gatter setzt  $a$  genau dann auf true, wenn  $x$  und  $y$  wahr sind. Das zweite Gatter setzt  $r$  exakt dann auf true, wenn  $z$  und  $a$  wahr sind. Das beendet die eigentliche Berechnung und  $r$  enthält das korrekte Ergebnis. Allerdings ist  $a$  eventuell nicht mehr im Zustand false und kann daher nicht als Ancilla-Bit in der folgenden Schaltung dienen. (Bei Quantencomputern kommt hinzu, dass  $a$  mit anderen Qubits quantenphysikalisch verschränkt sein könnte.)

Das dritte Toffoli-Gatter löst dieses Problem, indem es die Berechnung von  $a$  rückgängig macht –  $a$  wird uncomputet. Danach ist das korrekte Ergebnis immer noch in  $r$ , aber  $a$  ist garantiert wieder false und bereit zur weiteren Verwendung.



Zwei verschiedene Eingaben, für die beschriebene Schaltung: Eigentlich ist die Berechnung nach dem zweiten Gatter fertig, aber erst das dritte setzt  $a$  – falls nötig – wieder auf 0, indem es die Berechnung rückabwickelt.

```

1 def consume[n:!N](x:uint[n]) {
2     y := x % 2;
3     return y;
4 }
5
6
7
8
9
10
11

```

Ln 13, Col 1 Spaces: 4 UTF-8 LF Silq

Silq beschwert sich: Der Parameter  $x$  wird nicht konsumiert und lässt sich daher nicht automatisch uncomputen. Das Typsystem verhindert, dass es so weit kommt.

Für Quantencomputer ist es daher essenziell, Zwischenergebnisse zu uncomputen, sodass Ancilla-Qubits anschließend wieder zur Verfügung stehen und nicht mit zu messenden Qubits verschränkt sind. Dieses Uncomputing ist einerseits lästig und andererseits eine häufige Fehlerquelle. Sich – wie bei Silq – nicht manuell darum kümmern zu müssen erleichtert die Programmierung enorm. Der Vorteil ist vergleichbar mit der Garbage-Collection, die moderne Sprachen für die automatische Speicherbereinigung auf klassischen Computern bieten.

## Einstieg in Silq

Der einfachste Weg, mit Silq zu experimentieren, ist, sich Microsofts Editor „Visual Studio Code“ zu installieren. Silq steht als Plug-in für den Editor zur Verfügung, der dadurch zur Silq-IDE wird (alle Links unter ct.de/yrm6). Das Plug-in bietet auch einen Simulator, um Programme direkt auszuführen. Compiler, durch die Silq-Code auf echten Quantencomputern laufen könnte, gibt es (noch) nicht. Nach der Plug-in-Installation können Sie Silq-Programme einfach als .slq-Dateien speichern und per Druck auf F5 im Simulator ausführen.

Als erste Übung soll das Programm  $H(x_0)$ ,  $CNOT(x_0, x_1)$  dienen, das wir hier nachprogrammieren. Wir haben die Programmschritte bereits in [1] beschrieben. Zur Erinnerung: Die Hadamard-Transformation  $H$  versetzt ein Qubit von einem definitiven Zustand in eine gleich gewichtete Superposition (oder umge-

kehrt): zum Beispiel ausgehend vom Zustand  $|0\rangle$ :

$$H|0\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle + |1\rangle)$$

Das Programm  $H(x_0)$ ,  $CNOT(x_0, x_1)$  verwendet die Hadamard-Transformation auf das Qubit  $x_0$  an und anschließend das CNOT-Gatter auf die Qubits  $x_0$  und  $x_1$ . CNOT steht für „controlled not“ und bedeutet, dass  $x_1$  invertiert wird, falls – und nur falls –  $x_0$  true ist. Weil  $x_0$  aber in eine Superposition gehoben wurde, befinden sich jetzt beide Qubits in einer voneinander abhängigen Superposition  $\psi$ :

$$\psi = \frac{1}{\sqrt{2}}(|00\rangle + |11\rangle)$$

In Silq lässt sich ein solches Programm zum Beispiel so schreiben:

```

def main() {
    x0 := 0:B;
    x0 := H(x0);
    x1 := if x0 then 1:B else 0:B;
    return (x0, x1);
}

```

Zuerst setzt das Programm  $x_0$  auf  $|0\rangle$ .  $B$  definiert den Typ als Wahrheitswert (Boolean) und zwar als quantenmechanischen Wahrheitswert, der auch Superpositionen von true und false einnehmen kann. Anschließend wird die Hadamard-Transformation  $H$  auf  $x_0$  angewandt und das Ergebnis wiederum in  $x_0$  gespei-

chert. (Man könnte statt der beiden Zeilen auch direkt  $x0 := H(0:B)$ ; schreiben.)

Die dritte Zeile setzt  $x_1$  über eine if-Expression, entweder auf 1 oder auf 0. In beiden Fällen handelt es sich um einen quantenmechanischen Wahrheitswert. Die Bedingung der if-Expression ist  $x_0$ , das sich durch  $H$  in Superposition befindet. So wird auch  $x_1$  in eine – mit  $x_0$  verknüpfte – Superposition gehoben. Die letzte Anweisung gibt beide Qubits aus und liefert genau den oben angegebenen Wert  $\psi$  (in Dezimaldarstellung, siehe Bild auf der Seite gegenüber). Wer stattdessen lieber eine Messung simuliert, kann die letzte Zeile durch folgendes ersetzen:

```
return measure (x0, x1);
```

Das Programm liefert dann bei jedem Durchlauf entweder  $(0,0)$  oder  $(1,1)$  als Ergebnis.

## Suchen mit Silq

Ein so simples Programm wie  $H(x_0)$ ,  $CNOT(x_0, x_1)$  lässt sich natürlich auch in vielen anderen Sprachen knapp und übersichtlich programmieren. Um die Vorteile von Silq zu demonstrieren, nutzen die Entwickler der Sprache in ihrem Paper [2] und auf ihrer Website ein komplizierteres Beispiel, das wir im Folgenden nachzeichnen: Grovers Algorithmus.

Der Algorithmus dient dazu, in einer Vielzahl von Werten einen bestimmten zu finden. Dazu benötigt der Algorithmus ein „Orakel“, also eine Funktion, die den gesuchten Wert identifiziert. Ein klassischer Computer müsste so ein Orakel auf jeden möglichen Wert anwenden, um den gesuchten zu finden. Grovers Algorithmus kommt mit weniger Anwendungen aus (siehe Kasten auf Seite 150).

Das Listing auf Seite 148 enthält bereits den kompletten Algorithmus. In der ersten Zeile steht die Signatur der Funktion grover:

```
def grover[n:!N] ↴
    ↴(f: const uint[n] !->qfree B)
```

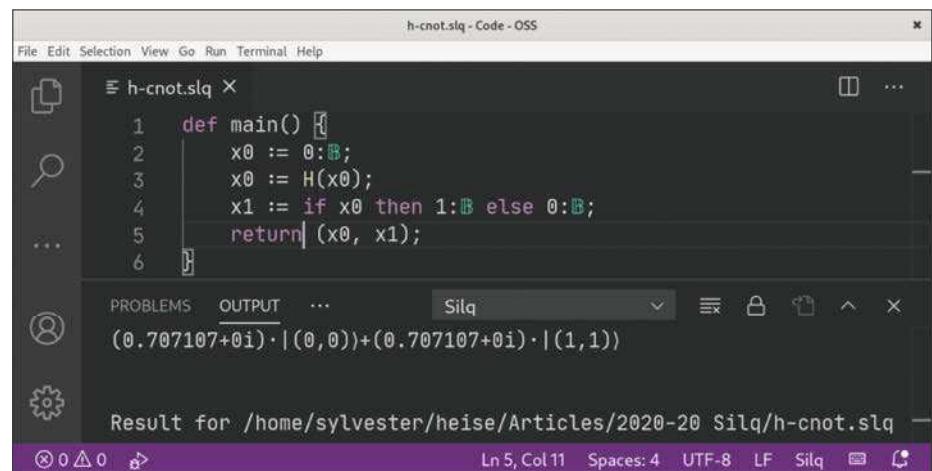
Das erste Argument der Funktion ist der generische Parameter  $n$ , der die Eingabellänge des Orakels  $f$  einstellt. Das bezieht sich auf die (Qu-)Bits, die den Suchraum abbilden. Die Größe der zu durchsuchenden Datenbank ist also nicht  $n$ , sondern  $2^n$ , weil sich mit  $n$  Bits  $2^n$  Werte darstellen lassen.

## Typsystem

Der Parameter  $n$  hat den Typ  $\mathbb{N}.$  „ $\mathbb{N}$ “ steht, wie aus der Mathematik bekannt, für natürliche Zahlen, also ganze positive Zahlen. Das Ausrufezeichen gibt an, dass es sich um einen klassischen Typ handelt, quantenmechanische Werte sind nicht zulässig.  $n$  kann also 3, 5 oder 704 sein, aber keine Superposition solcher Werte.

In Silq lässt sich jeder Typ mit `!` annotieren, um ihn auf klassische Werte zu beschränken. Allerdings unterstützt Silq nicht-klassische Werte nur für Typen mit beschränktem Wertebereich.  $\mathbb{N}$  ohne Ausrufezeichen ist also gar nicht zulässig, weil natürliche Zahlen keine Obergrenze haben.

Generische Parameter wie  $n$  sind in Silq immer klassisch, um sie bei der Parametrisierung von Typen anwenden zu können. Auch der Parameter  $f$ , das Orakel, wird als klassisch gekennzeichnet. Bei Funktionen steht dafür das Ausrufezeichen am Abbildungspfeil: `! ->`. Die Annotation als klassisch ermöglicht es,  $f$  frei-



The screenshot shows a code editor window titled "h-cnot.slq - Code - OSS". The code in the editor is:

```

1 def main() {
2     x0 := 0:B;
3     x0 := H(x0);
4     x1 := if x0 then 1:B else 0:B;
5     return (x0, x1);
6 }

```

The status bar at the bottom shows the result of the execution:

Result for /home/sylvester/heise/Articles/2020-20 Silq/h-cnot.slq —  
 $(0.707107+0i) \cdot |(0,0)\rangle + (0.707107+0i) \cdot |(1,1)\rangle$

$H(x0)$ ,  $CNOT(x0, x1)$  als Silq-Programm. Das Ergebnis („Output“) ist wie erwartet eine gleich gewichtete Überlagerung von  $(0, 0)$  und  $(1, 1)$ .

zügig zu verwenden, wie eine normale Variable auf einem klassischen Computer. Konkret bedeutet das, dass man  $f$  mehrfach aufrufen und den Parameter am Ende von `grover` einfach aus dem Kontext ent-

fernen kann.  $f$  wird außerdem als `qfree` annotiert. Das bedeutet, dass  $f$  zwar quantenmechanische Superpositionen verarbeiten kann, sie aber weder einführt noch zerstört. Insbesondere gibt  $f$  einen Basis-

**ONLINE**

## Microsoft Teams in der Praxis

Grundlagen, Funktionen, Praxistipps für den Unternehmenseinsatz

17. September 2020, 9 – 13 Uhr

Microsoft Teams ist das am schnellsten wachsende Tool für kollaboratives Arbeiten. In diesem Webinar lernen Sie, was Teams alles bietet, wie Sie Ihre Prozesse damit effektiv organisieren und wie Sie Ihre Mitarbeiter dabei richtig einbinden. Lassen Sie sich von einem zertifizierten Experten beraten und bekommen

Sie Antworten auf Ihre Fragen – ganz entspannt vom eigenen Schreibtisch aus.

Standardpreis: 169,00 Euro!

[www.heise-onlinekonferenzen.de/microsoft-teams](http://www.heise-onlinekonferenzen.de/microsoft-teams)

```

def grover[n:!N](f: const uint[n] !->qfree B) {
    iterations := floor((pi/4)*sqrt(2^n));
    cand := 0:uint[n];
    for k in [0..n) { cand[k] := H(cand[k]); }
    for k in [0..iterations) {
        if f(cand) { phase(pi); }
        cand := diffusion(cand);
    }
    return measure(cand);
}

def diffusion[n:!N](cand:uint[n]) {
    for k in [0..n) { cand[k] := H(cand[k]); }
    if cand != 0 {
        phase(pi);
    }
    for k in [0..n) { cand[k] := H(cand[k]); }

    return cand;
}

```

Grovers Algorithmus in Silq: knapp 20 Zeilen leserlicher Code

zustand zurück, wenn es einen Basiszustand als Eingabe bekommt.

`f` nimmt als Parameter einen Wert vom Typ `uint[n]` entgegen, also eine positive Ganzzahl (`unsigned integer`) mit beschränktem Wertebereich (`n` Bits), die quantenmechanische Werte annehmen kann (kein `!`). Eine normale Funktion in Silq konsumiert ihre Parameter, sodass sie nach dem Aufruf der Funktion nicht mehr zur Verfügung stehen.

Das ist hier nicht sinnvoll, daher wird der Parameter von `f` als `const` annotiert. So gekennzeichnete Argumente konsumiert die Funktion nicht. Der Unterschied mag trivial erscheinen, ist aber relevant: Wenn ein Parameter konsumiert wird, hängt der quantenmechanische Zustand des Gesamtsystems nach Aufruf der Funktion nicht mehr von diesem Parameter ab (wohl aber vom Ergebnis des Funktionsaufrufs). Wenn der Parameter nicht konsumiert wird, fließt er auch nach dem Funktionsaufruf noch in den Gesamtzustand des Systems ein. Der Unterschied ist unter anderem für das automatische Uncomputing von Silq wichtig.

Weil diese Unterscheidungen so wichtig sind, bietet Silq eine syntaktische Vereinfachung für Funktionen, die `qfree` sind und ausschließlich konstante Parameter haben. Statt jeden Parameter mit `const` und die Funktion mit `qfree` zu kennzeichnen, annotiert der Programmierer die Funktion mit `lifted`:

```
f: uint[n] !->lifted B
```

Zuletzt wird noch der Rückgabewert von `f` definiert: `B`, also ein (quantenmechanischer) Wahrheitswert. Das Orakel `f` muss – wie erwähnt – den gesuchten Wert identifizieren. Für diesen Wert soll es `true` zurückgeben, für alle anderen `false`.

## Systemzustände

Der Zustand des Systems nach dieser ersten Zeile ist:

$$\psi_1 = |\tilde{f}\rangle_f \otimes |n\rangle_n$$

Die genaue Notation spielt hier keine Rolle. Was man gut sieht, ist das Tensorprodukt im Zustand. Im Unterschied zu anderen Sprachen wurde der Zustand aber nicht über die explizite Angabe eines Tensorprodukts definiert, sondern – deutlich lesbarer – über Silqs Typen. Als Nächstes wird `iterations` definiert:

$$\text{iterations} := \text{floor}((\pi/4)*\sqrt{2^n});$$

Das führt zu diesem Gesamtzustand:

$$\psi_2 = |\tilde{f}\rangle_f \otimes |n\rangle_n \otimes \left| \frac{\pi}{4} \sqrt{2^n} \right\rangle \text{iterations}$$

`iterations` wird so Teil des Quantenzustands, ohne dass der Programmierer es explizit per Tensorprodukt anhängt. Die unter [ct.de/yrm6](http://ct.de/yrm6) verlinkte Website von Silq enthält eine übersichtliche Darstellung, wie sich der quantenmechanische Zustand des Gesamtsystems von Codezeile zu Codezeile entwickelt.

## Grovers Algorithmus

`iterations` bestimmt, wie oft die Schritte von Grovers Algorithmus ablaufen müssen. Die genaue Formel ist hier nicht weiter relevant; wichtig ist, dass  $2^n$  – die Größe des durchsuchten Wertebereichs – in einer Quadratwurzel steht. Die Anzahl der benötigten Schritte wächst also nicht linear mit der Menge der möglichen Werte, sondern langsamer.

Die nächsten Zeilen erzeugen eine gleich gewichtete Überlagerung aller n-Bit-Integer:

```

cand := 0:uint[n];
for k in [0..n) {
    cand[k] := H(cand[k]);
}

```

Dazu wird zuerst die Variable `cand` als n-Bit-Ganzzahl initialisiert. Der Typ `uint[n]` hat kein Ausrufezeichen, die Variable kann also quantenmechanische Werte annehmen. Zunächst wird sie allerdings schlicht auf den Wert 0 gesetzt.

Die Schleife in der zweiten Zeile iteriert über alle `n` Bits der Variable `cand` und hebt jedes Bit in eine Superposition, indem sie jeweils die Hadamard-Transformation anwendet. In Low-Level-Programmiersprachen für Quantencomputer müsste der Programmierer für so einen Schritt ein Tensorprodukt aus `n` Hadamard-Transformationen bilden, in Silq kann man einfach eine Schleife über die Qubits laufen lassen.

Als Nächstes folgt eine Schleife über `iterations`:

```
for k in [0..iterations) {
```

Das geht nur, weil `iterations` ein klassischer Wert ist, ohne Überlagerungszustände. Andernfalls könnte man die Anzahl der Schleifeniterationen nicht bestimmen, ohne `iterations` zu messen, was den quantenmechanischen Zustand unerwünscht kollabieren lassen würde. `iterations` muss man übrigens nicht speziell als klassischen Typ (!) annotieren, weil es sich ausschließlich aus festen Werten und dem – erzwungenenmaßen klassischen – Parameter `n` errechnet. Silq ist schlau genug, um daraus abzuleiten, dass auch `iterations` klassisch ist.

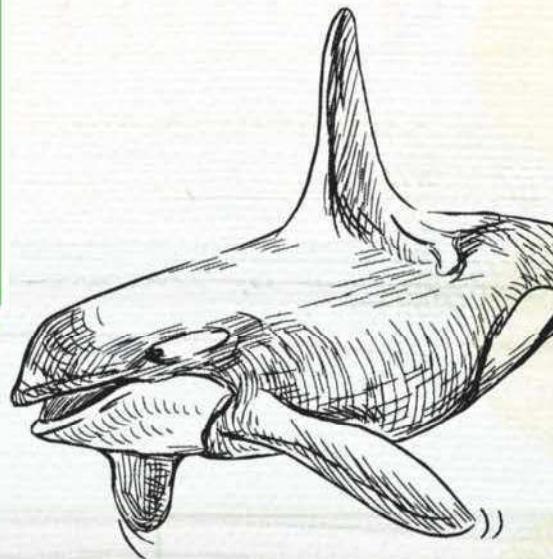
Im Körper der Schleife kommt nun das Orakel `f` zum Einsatz:

```
if f(cand) { phase(pi); }
cand := diffusion(cand);
```

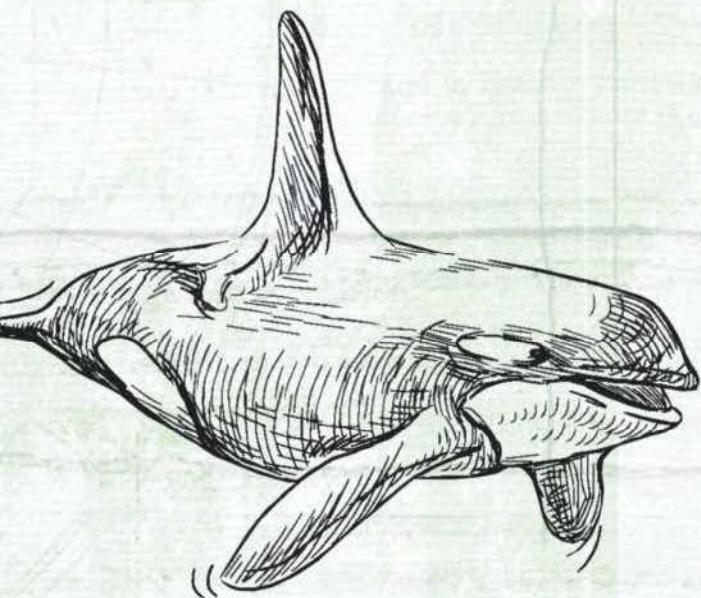


28.9. – 1.10.2020

Online



# Die Online-Konferenz für Enterprise JavaScript



- > Moderne Softwarearchitektur
- > Frameworks & Tools
- > Testing & Security
- > Frontend & Backend
- > JavaScript Deep Dives

Early-Bird bis zum  
14. September 2020



Silbersponsor



Bronzespnsor



Veranstalter



Eine Schleife kann auch in Silq nur abbrechen oder eben nicht abbrechen. Quantenmechanische Wahrheitswerte sind daher als Schleifenbedingungen nicht zulässig. In der Parameterdefinition von `x` sieht man, dass Silq auch Unicode unterstützt, um bestimmte Typen in eher mathematischer Schreibweise zu deklarieren.

Wenn  $f(\text{cand})$  wahr ist (also `cand` dem gesuchten Wert entspricht), dann wird `phase(pi)` ausgeführt, was die Vorzeichen des quantenmechanischen Zustands des Systems vertauscht. (Eine Multiplikation mit Pi ent-

spricht einer Drehung um 180 Grad.) `cand` befindet sich aber in Superposition. Der Effekt davon ist, dass sich nur die Vorzeichen derjenigen Koeffizienten umkehren, die dem gesuchten Wert entsprechen.

In der zweiten Zeile wendet der Code den Grover-Diffusionsoperator auf `cand` an. Grob gesagt spiegelt `diffusion` alle Koeffizienten an ihrem Durchschnitt. Der invertierte Lösungskoeffizient wird dadurch erneut invertiert und etwas erhöht. Die Koeffizienten der unerwünschten Lösungen verringern sich. Eine detailliertere Erklärung der Funktionsweise von Grovers Algorithmus findet sich zum Beispiel in Qiskits Textbuch zu Quantenalgorithmen (siehe ct.de/yrm6).

Weitere Iterationen der Schleife erhöhen den gesuchten Koeffizienten weiter, bis er nahe 1 ist, und verringern die anderen Koeffizienten entsprechend. Die abschließende Messung gibt dann mit hoher Wahrscheinlichkeit den Koeffizienten zurück, der dem gewünschten Suchergebnis entspricht:

```
return measure(cand);
```

## Testlauf

Um zu testen, ob das Programm funktioniert, braucht es noch eine konkrete Oracle-Funktion. Sie muss – wie gesagt – als

## Grovers Algorithmus

Grovers Algorithmus ist neben Shors Algorithmus der wahrscheinlich bekannteste Quantenalgorithmus. Letzterer ist vor allem deshalb so berühmt, weil er gängige Verfahren zur asymmetrischen Verschlüsselung bedroht. Auch Grovers Algorithmus hat Auswirkungen auf aktuelle kryptografische Methoden, allerdings weniger gravierende.

Grovers Algorithmus wird oft als Suche in einer Datenbank beschrieben. Das ist nicht falsch, führt aber leicht in die Irre. Akkurater ist die Bezeichnung „Funktionsinverter“: Angenommen es gibt eine Funktion  $f(x) = y$ , die ein Quantencomputer auswerten kann. Grovers Algorithmus erlaubt es, den Wert  $x$  zu finden, mit dem  $f$  ein vorgegebenes  $y$  produziert. Der Algorithmus dreht die Funktion also um.

Das kann der Suche in einer Datenbank entsprechen:  $f$  ist dann zum Beispiel eine Funktion, die zu fast jedem Eintrag  $x$  in der Datenbank den Wert 0 liefert. Nur zu dem gesuchten Wert  $x_s$  liefert die Funktion den Wert 1. Grovers Algorithmus erlaubt nun  $x_s$  zu finden, sodass  $f(x_s) = 1$ . Die

Sicht als Funktionsinverter erklärt auch, warum Grovers Algorithmus Auswirkungen auf die moderne Kryptografie hat: Man kann damit zum Beispiel Schlüssel suchen, die einen bekannten Text auf ein mitgeschnittenes Chiffraum abbilden.

Mit klassischen Algorithmen erfordert die Suche nach Eingangswerten zu einem Ausgangswert im Allgemeinen eine lineare Suche (auch als „brute force“-Methode bekannt). Um einen bestimmten Eintrag in einer Datenbank mit  $m$  Einträgen zu finden, muss man – schlimmstenfalls – alle  $m$  Einträge abklappern. Um einen passenden Schlüssel zu finden, muss man – wieder schlimmstenfalls – sämtliche möglichen Schlüssel ausprobieren. In der Informatik wird das häufig über die O-Notation ausgedrückt: Eine lineare Suche hat die Komplexität  $O(m)$ .

Wenn der Suchraum wächst, also  $m$  größer wird, dann wächst der Aufwand linear mit. Das ist gar nicht so schlecht, es gibt andere Probleme, für die die Komplexität der besten Algorithmen quadratisch –  $O(m^2)$  – oder sogar exponentiell –  $O(2^m)$  – mit der Datensatzgröße wächst.

Wirklich gut ist  $O(m)$  aber auch nicht mit steigendem  $m$  wird der Aufwand schnell zu groß.

Hier kommt Grovers Algorithmus ins Spiel: Seine Komplexität bewegt sich im Bereich  $O(\sqrt{m})$ . Das heißt, der Algorithmus bietet im Vergleich zu klassischen Suchalgorithmen eine quadratische Beschleunigung. Für große  $m$  ist das ein beträchtlicher Vorteil: In einem unsortierten Telefonbuch mit einer Million Einträgen benötigt Grovers Algorithmus etwa 1000 Vergleiche – und nicht eine Million. Das ist entweder sehr hilfreich oder ein Problem – wie bei kryptografischen Verfahren. Die betroffenen Verfahren lassen sich zum Glück recht einfach anpassen, indem man die Größe der eingesetzten Schlüssel verdoppelt.

Übrigens ist Grovers Algorithmus – wie alle Quantencomputeralgorithmen – probabilistisch. Er liefert also auch bei korrekter Umsetzung lediglich mit hoher Wahrscheinlichkeit die richtige Antwort. Wiederholtes Ausführen des Algorithmus verringert diese Ausfallwahrscheinlichkeit.

lifted gekennzeichnet sein, einen uint-Parameter entgegennehmen und einen Wahrheitswert zurückliefern. Das folgende Beispiel nutzt 4-Bit-Ganzzahlen und liefert true für den binären Wert 1001 (also für die Zahl 9):

```
def oracle(x:uint[4])lifted:B {
    return x[3]
    && !x[2]
    && !x[1]
    && x[0];
}
```

Statt vier Bits (uint[4]) könnte der Code auch beliebig mehr oder weniger Bits einsetzen, schließlich nutzt grover dafür einen generischen Parameter. Allerdings bringen deutlich mehr Bits den in Silq eingebauten Simulator beziehungsweise die genutzte Hardware schnell an ihre Grenzen.

Nun fehlt nur noch eine Funktion main, um das Programm zu starten und mit Grovers Algorithmus nach einer Lösung für oracle zu suchen:

```
def main() {
    return grover(oracle);
}
```

Ein Testlauf mittels F5 zeigt: Das Programm liefert wie erwartet 9 als Ergebnis. Wenn Sie etwas genauer nachforschen wollen, können Sie die Anweisung dump(); in den Code einstreuen. Silq gibt dann an dieser Stelle den aktuellen Programmzustand aus, samt der Qubits, die ihn kodieren. Interessant ist zum Beispiel ein dump(); direkt vor return measure(cand); also ganz am Ende von grover, aber bevor der (simulierte) Quantenzustand des Algorithmus gemessen wird und dadurch kollabiert.

### Fazit

Viele existierende Bibliotheken und Sprachen zur Programmierung von Quantencomputern sind auf das Verhalten und Design spezifischer Typen von Quantenchips zugeschnitten. Das ist erstens kompliziert und erfordert mit jedem neuen

Chip eine Anpassung. Zweitens müssen auch Programmierer sich dadurch mit den Eigenheiten und dem Fehlerverhalten jedes Chips genau auskennen.

Silq ist eine Sprache, die nicht in erster Linie auf den Aufbau und die Funktionen der Hardware ausgerichtet ist. Der Fokus liegt stattdessen – wie bei modernen klassischen Programmiersprachen – darauf, wie Programmierer über ein Problem denken. Details der Chiparchitektur treten in den Hintergrund und der Programmierer arbeitet stärker lösungsorientiert. So zu programmieren macht Spaß und zeigt, wohin die Reise mit Quantencomputern geht. (syt@ct.de) 

### Literatur

- [1] Florian Neukart, Hallo, Quantenwelt!, Wie man mit Quantengattern programmiert, c't 6/2020, S. 146
- [2] Benjamin Bichsel et al., Silq: A High-Level Quantum Language with Safe Uncomputation and Intuitive Semantics: <https://www.sri.inf.ethz.ch/publications/bichsel2020silq>

**Dokumentation zu Silq und Grovers Algorithmus:** [ct.de/yrm6](http://ct.de/yrm6)



# Workshops 2020

## Moderne Java-EE-Entwicklung: Architekturansätze, APIs, Streaming, Skalierung

17. – 18. September 2020  
online



## Sichere Cloudnutzung: Effektive Maßnahmen zur Absicherung von AWS und Azure

21. – 22. September 2020  
online

Weitere Infos unter:  
<http://www.heise-events.de/workshops>





**Ein gigantisches Netz niedrig fliegender Satelliten soll das Internet zu entlegenen Orten bringen. Das erfreut nicht jeden: Astronomen laufen Sturm.**

**Von Michael Link**

In flotter Internetzugang fehlt an vielen Orten, besonders dort, wo kein Mobilfunkmast hinfunkt. Zum Beispiel auf dem Meer, in Wüsten oder Urwäldern – oder dort, wo in Deutschland Milchkannen stehen. Die Lücken beim terrestrischen Netzzugang soll das gigantische Satellitennetz Starlink stopfen. Für diese sogenannte Megakonstellation sollen mehr als 30.000 Satelliten in die Erdumlaufbahn geschossen werden. 653 sind schon oben.

#### **Niedrige Orbits für bessere Latenz**

Starlink ist ein Projekt des privatwirtschaftlichen Konzerns SpaceX, bekannt etwa durch seine wiederverwendbaren Trägerraketen namens Falcon und durch extrem ambitionierte Weltraumprojekte, etwa eine Besiedelung des Mars. Der Firmengründer Elon Musk stellte im Januar 2015 die Idee eines weltumspannenden Satellitennetzes vor. Es soll überall einen preisgünstigen Hochgeschwindigkeitszugang zum Internet ermöglichen, auch dort, wo es bislang noch gar keinen Internetanschluss gab. Starlink soll auf lange Sicht eine komplette Netzstruktur im Weltraum nachbilden.

Dazu sollen Tausende von Satelliten die Erde auf niedrigen Bahnen umlaufen – sogenannten LEOs (Low Earth Orbit) in grob 550 Kilometern Höhe, dazu später mehr. Solche Bahnen schlagen zwei Fliegen mit einer Klappe: Derartige Starts kosten weniger, und die Nutzer profitieren von der geringeren Distanz zu den Satelliten durch die erheblich kürzeren Signallaufzeiten im Vergleich zu den bisherigen. Das aktuelle Satelliten-Internet nutzt hauptsächlich geostationäre Satelliten in 35.786 km hohen Bahnen. Diese riesige Entfernung verursacht eine Signalverzögerung um 700 Millisekunden – zu viel etwa für die Kommunikation per Video oder Voice-over-IP. Mit Starlink sollen die Ping-Zeiten zwischen 20 und 50 Millisekunden betragen. Das liegt auf dem Niveau terrestrischer Laufzeitverzögerungen.

Bild: Albert Hülsmeyer

# Perlenketten am Himmel

**Starlink-Satelliten bringen latenzarmes Internet ins Nirgendwo**



Zurzeit ist die Starlink-Konstellation noch weit vom Vollausbau entfernt.

Nur wenige Bahnen sind besetzt.

Das Verheiße klingt elyisch schön und könnte etablierte Internet-Provider aus Angst um ihre Geschäftsmodelle in tiefe Depressionen stürzen. Elon Musk beschwichtigt: Starlink sei für die Versorgung dicht bevölkter Regionen nicht geeignet, weil die Bandbreite der Satelliten auf die Zahl der Nutzer in ihren Empfangsbereichen aufgeteilt werde. Starlink sei deshalb von vornherein auf die Versorgung schwach besiedelter Gegenden ausgelegt, für die sich weder das Verlegen von Leitungen noch der Bau von Funkmasten lohnen würde. Starlink füllt nach Musks Lesart eine Nische, die niemand vorher habe besetzen wollen. Tatsächlich dürften auch Milchbauern in Deutschland hoffen, denn laut Musk soll der Dienst hier im nächsten Jahr zugelassen werden.

Tatsächlich hat die Testphase im Juni begonnen, zunächst in einem firmeninternen Kreis. SpaceX hat derzeit Start- und Betriebsgenehmigungen für insgesamt 11.943 Satelliten, es sollen rund 30.000 werden, die teilweise ältere ersetzen.

## Ziele bleiben, Pläne ändern sich

Die vielen unterschiedlichen Zahlen, die im Netz über das Projekt kursieren, verwirren zwar, doch die Funktionsskizze des Projektes hat sich nur in Nuancen geändert: Hier und da gibt es Bahnannahmen, neue Technik, die noch höhere Datenraten liefern soll – und an der viel zu starken Sichtbarkeit am Nachthimmel wird ebenfalls herumgedoktert. Ab Ende 2020 bekommen die Satelliten Laserterminals, mit denen sie ihren Datenverkehr auch untereinander abwickeln. Das ist ein

wichtiger Schritt, denn damit bekommt Starlink eine eigene autarke Infrastruktur zum Routen der Datenpakete vom Sender bis zum Empfänger. Zurzeit übernehmen Bodenstationen noch das Routing, weil einige der Satelliten noch keine Laserterminals an Bord haben und mehr noch, weil die Starlink-Konstellation noch so lückenhaft ist wie das Milchzahngebiss bei Babys.

Die Satelliten werden mittlerweile in Massenproduktion hergestellt, zurzeit baut SpaceX sieben pro Tag. Sie sollen etwa fünf Jahre halten. Einer kostet rund 500.000 US-Dollar, hinzu kommen Startkosten in gleicher Größenordnung.

Jeder einzelne wiegt 260 Kilogramm. Der Antrieb erfolgt mit einem Ionentriebwerk, das den Halleffekt ausnutzt. Es bietet einen hohen Schubwirkungsgrad und ist über eine lange Zeit einsetzbar. Das Aggregat nutzt Kryptongas und nicht das üblicherweise verwendete Xenon. Krypton ist zwar etwas schwerer, kostet aber nur ein Zehntel. Mithilfe optischer Messinstrumente, den sogenannten Star Trackern, richten sich die Satelliten zur Erde hin aus, dabei orientieren sie sich an hellen Gestirnen. Mit optischen Sensoren und durch Zugriff auf die Weltraummüll-Datenbank der NASA können die Satelliten kreuzenden Objekten in ihrer Bahn ausweichen. Die Generation V1.0 funkts im Ku-Band (12 bis 18 Gigahertz) und auch im Ka-Band (26,5 bis 40 Gigahertz), was die Übertragungskapazität noch mal vergrößert hat. Für weitere Generationen hat die zuständige Fernmeldebehörde FCC bereits die Nutzung im V-Band (40 bis 75 Gigahertz) genehmigt. Die Signale bündeln vier Gruppenantennen, sogenannte Phased Arrays –

## Fünf schnelle Fragen

### Woher kommt der Name?

Der Name Starlink ist laut einem Tweet von Elon Musk inspiriert durch den Roman „The Fault in Our Stars“ (deutscher Titel: Das Schicksal ist ein mieser Verräter) von John Green, eine tragische Geschichte um krebskrankte Jugendliche.

### Welche Übertragungsbandbreite liefern die Satelliten?

Für die erste Ausbaustufe berechneten Forscher des Massachusetts Institute of Technology (MIT) 2018 eine Nettokapazität mit 23,7 Terabit pro Sekunde – nach Abzug von Negativeffekten etwa durch fehlende Bodenstationen. Jeder Massenstart von 60 Satelliten soll die Übertragungskapazität um maximal 1 Terabit pro Sekunde erhöhen. Durch die Hinzunahme des Ka-Bandes dürfte der Nettowert jetzt höher liegen.

### Wie schnell sollen die Nutzerzugänge sein?

Theoretisch sollen Einzelverbindungen bis 1 GBit pro Sekunde klappen, demonstriert wurden Download-Raten von 610 MBit pro Sekunde. Pro Nutzer sollen es zunächst 40 bis 100 MBit pro Sekunde werden.

### Welche Geräte braucht man dafür?

Benutzer brauchen ein Terminal, das laut Fotos an eine herkömmliche Satellitenschüssel erinnert.

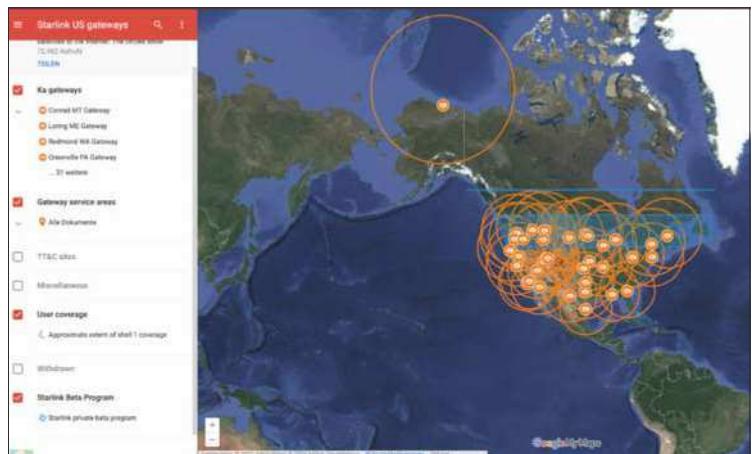
### Was kostet das?

Elon Musk bezifferte die Gesamtkosten 2015 öffentlich mit 10 bis 15 Milliarden US-Dollar. In einem TED-Interview 2018 schätzte SpaceX-Präsidentin Gwynne Shotwell die Kosten auf rund 10 Milliarden.



Bild: SpaceX

**Die Sat-Schüssel für Starlink soll Motoren zum Ausrichten auf die Satelliten bekommen.**



ein auch auf der Erde probates Mittel, um eine gute Richtwirkung zu erzielen.

Zurzeit – in der ersten Phase – werden laut Plan 1584 Starlink-Satelliten auf rund 550 Kilometer Höhe gebracht. Sie laufen auf Bahnungen mit einer Inklination von 53 Grad bezogen auf den Äquator. Allein bis Mitte August setzten die Falcon-9-Raketen bei zehn Starts jeweils 60 Satelliten der neuen Generation V 1.0 aus – mit Ausnahme dreier Starts, bei denen es zugunsten anderer Payloads weniger waren. Zusammen mit Testsatelliten aus der Generation V 0.9 umlaufen Mitte August 653 Starlink-Satelliten die Erde, acht sind bereits nicht mehr im Orbit, also beim Wiedereintritt in die Atmosphäre verglüht, einige funktionieren nicht richtig.

SpaceX wollte nach vorliegenden Genehmigungen zuerst weitere 2825 Satelliten in sehr viel höhere Orbits bringen, und zwar zwischen 1110 und 1325 Kilometer Höhe bei Inklinationen von 53,8 bis 81 Grad zum Äquator. Allerdings hat sich SpaceX das noch mal anders überlegt und im April bei der FCC niedrigere Bahnhöhen mit Erfolg beantragt. Die Satelliten sollen nun zwischen 540 und 570 Kilometern Höhe die Erde umlaufen, bei Inklinationen von 53,2 bis 97,6 Grad, und damit auch weiter nördlich gelegene Gebiete abdecken. In einer zweiten Phase will das Unternehmen sogar noch niedrigere Bahnen bestücken und zwar mit insgesamt 7518 Satelliten, die rund 340 Kilometer über uns kreisen sollen.

Der Zeitdruck ist enorm. Immerhin müsste das Unternehmen bis Ende 2024 genau die Hälfte der zuerst beantragten Konstellation im Erdumlauf haben, also 5972 Starlink-Satelliten. Mit der Falcon-9-Rakete wären dazu 100 Starts mit je 60 Satelliten nötig. Bei einem bis zwei Starts pro Monat darf da kaum etwas schiefgehen.

**Bodenstationen sollen den Datenverkehr am Boden verteilen.**

Umlaufbahn in etwa 300 Kilometer über der Erdoberfläche entlassen, alle gleichzeitig. Sie entfalten ihre Solarpaneele und zünden ihre Krypton-Ionentriebwerke, um auf die beabsichtigte Höhe ihrer zurzeit jeweils drei regulären Orbits zu klettern.

In der jetzigen Phase werden die Satelliten so verteilt, dass je 22 Satelliten insgesamt 72 Bahnungen in 550 Kilometer Höhe besetzen. Auf ihren Bahnen angekommen, entfernen sie sich nach und nach weiter voneinander, bis aus der dichten Perlenkette nach einigen Tagen die endgültige Formation erreicht ist.

## Schrotschuss in den Nachthimmel

Schon jetzt kann man an manchen Abenden – bevorzugt kurze Zeit nach einem Start – regelrechte Perlenketten von Satelliten am Nachthimmel vorbeiziehen sehen. Der enge Formationsflug löst sich wie beschrieben nach einigen Tagen auf. Weil sich jedoch immer mehr Bahnungen nach und nach komplettieren, sind bereits jetzt Fotos vom Nachthimmel mit einem Streifenmuster zu sehen. Ursache ist das von den Satelliten reflektierte Licht.

Viele Menschen sind darüber verärgert, besonders Astronomen. Sie sehen durch den „Lichtsmog“ der Starlink-Satelliten eine drastische Verschlechterung der Beobachtungsmöglichkeiten heraufziehen. SpaceX testet Beschichtungen seiner Satelliten und hat Anfang des Jahres einem DarkSat genannten Satelliten testweise eine dunklere Überfläche verpasst, was aber zu thermischen Problemen führte. Starlink L7 erhielt ein Visor Shield, das eine Art Visier darstellt, welches das Sonnenlicht abschirmt. Alle Satelliten, die nach Mitte August starten, sollen weniger hell scheinen. Die Kritik der Astronomen ist deswegen aber nicht leiser geworden. Sie beschweren sich auch darüber, dass SpaceX erst spät in der Projektphase und

Daher sollen die neuen Raketen Starship und Super Heavy für mehr Ruhe sorgen und alsbald jeweils 400 Starlink-Satelliten absetzen. Es ist aber fraglich, ob die neuen Transporter rechtzeitig fertig sind.

## Starts werden zur Routine

Unabhängig von den ständigen Änderungen laufen die Starts mittlerweile so bei läufig ab, wie man morgens die Kaffeemaschine anwirft: Zweiundhalb Minuten nach dem Start schaltet die erste Stufe der Falcon-9-Rakete ab und saust – getrennt von der zweiten Stufe und den Satelliten – wieder der Erdoberfläche entgegen.

Etwas mehr als drei Minuten nach dem Abheben wirft die zweite Stufe die Hülle ab. Nach sieben Minuten stoppt das Triebwerk der wieder auf die Erde zufliegenden ersten Stufe, nach knapp neun Minuten landet diese auf einem Schiff und kann wiederverwendet werden. Gleichzeitig schalten auch die Triebwerke der zweiten Stufe ab, welche die Satelliten zu ihrem Absetzpunkt bringt.

Bei einigen Starts fliegen außer den Starlink-Satelliten noch andere mit, die unterwegs abgesetzt werden. Nach 45 Minuten wird die gesamte Batterie der bis zu 60 Starlink-Satelliten in eine vorläufige



Bild: SpaceX

**Starlink-Satelliten sind eher flach – wie rechteckige Warmhalteplatten in Restaurants. So können viele von ihnen gestapelt und gemeinsam gestartet werden.**



Eine Langzeitbelichtung des Nachthimmels zeigt, wo Starlink-Satelliten das Sonnenlicht reflektieren.

erst nach massiven Protesten begonnen hat, mit astronomischen Forschungsgesellschaften zu reden.

Als zweites Problem sehen Kritiker des Projektes, dass die große Zahl der Satelliten die Kollisionsgefahr mit anderen Himmelskörpern stark erhöhen könnte. Als schlimmste Folge fürchten sie den so genannten Kessler-Effekt: Hierbei könnten weitere Kollisionen als Folge umherfliegender Trümmerenteile jegliche Starts von Himmelskörpern praktisch unmöglich machen. Die internationalen Raumfahrtbehörden verpflichteten deswegen Satellitenbetreiber, ihre Satelliten nach Ende ihrer Betriebsdauer wieder sicher aus dem Orbit zu befördern. Dafür sollen die Starlink-Satelliten genügend Treibstoff an Bord haben, um sie schnell in die Atmosphäre zu verfrachten, wo sie verglühen sollen. Drei Starlink-Satelliten fanden auf diese Art schon ihr Ende.

Eine dritte Ebene der Kritik zielt darauf, dass SpaceX als einzelnes Unternehmen ohne internationale Absprachen einen Großteil der wertvollen LEO-Umlaufbahnen quasi im Handstreich einkassiert hat. Niedrige Bahnhöhen sind nämlich auch für andere Zwecke hochattraktiv, etwa für die Erdbeobachtung, die Astronomie und für Wettersatelliten. Des Weiteren mag nicht jeder Regierung gefallen, dass mit Starlink ein Internetzugang kommt, der außerhalb ihrer Regulierung steht. Missliebige Inhalte können also nicht ohne Weiteres gesperrt werden. Allerdings ist auch die andere Position zu hören, nämlich dass SpaceX anfällig für eigene Filterpraktiken sei – und als US-Unternehmen auch den US-Geheimdiensten Komplettzugriff erteilen müsse.

## Die Konkurrenz wacht langsam auf

Starlink ist nicht die einzige Massenkonsellation, aber die am weitesten gediehe-

ne. OneWeb, ein Unternehmen mit Sitz in London, wollte ein ähnliches Konzept mit bis zu 1980 Satelliten starten, stellte sich aber im März zahlungsunfähig unter Gläubigerschutz. 74 der OneWeb-Satelliten sind erfolgreich gestartet. Ende Juli hat ein britisch-indisches Konsortium OneWeb übernommen.

Viel Wirbel gab es schon in der Planungsphase des Projektes Kuiper, wohl weil Amazon dahinter steht. Insgesamt sollen 3236 Satelliten die Erde umlaufen. Von seinen Planungen abgerückt scheint Samsung zu sein, das 2015 eine Konstellation mit 4600 Satelliten angekündigt hatte, in jüngerer Zeit aber nichts mehr darüber verlauten ließ. Auch um Facebooks Projekt Athena ist es ruhig geworden.

Eine Konstellation von 117 Satelliten will der kanadische Konzern Telesat in eine Umlaufbahn in rund 1000 Kilometer Höhe schicken. Auch der chinesische Autobauer Geely plant ein eigenes Satellitenetz, das aber eher auf die Steuerung autonomer Fahrzeuge zielt.

## Ausblick

Das Netz der Starlink-Satelliten wird immer dichter, hier werden gerade die Fakten geschaffen. Das Netz wird eine ernste Bedrohung für die Investitionsbereitschaft in weniger zentral gelegenen Gegenden werden. Wer dort einen Internetzugang braucht, wird auf absehbare Zeit nur auf Starlink zurückgreifen können. Völlig offen ist, wie reguliert der Internetzugang via Satellit tatsächlich sein wird und wie das Unternehmen dem Begehr nach privatsphärenschädlichen Zugriffen von Geheimdiensten und Ermittlungsbehörden begegnen wird. (mil@ct.de) ct

## Literatur

- [1] Michael Link, Mach fott, den Schrott, Wie Weltraummüll alle (be-)trifft, ct' 19/2019, S. 62

## Kalender

**2015:** öffentliche Ankündigung des Systems in Seattle

**2017, Oktober:** Antrag bei der Fernmeldebehörde FCC für Kommunikationstests am Boden in Redmond, Washington

**2018, 22. Februar:** Start der Prototypen Tintin A und B

**2018, 29. März:** FCC erlaubt SpaceX den weltweiten Breitbandbetrieb

**2019, April:** Antrag für die ersten sechs Bodenstationen (North Bend WA, Conrad MT, Merrillan WI, Greenville PA, Redmond WA, Hawthorne CA, Brewster WA)

**2019, April:** FCC gestattet 1500 Satelliten auf 550 km Bahnhöhe

**2019, Mai:** Elon Musk stellt Testbetrieb nach 7 erfolgreichen Starts mit je 60 Satelliten für Sommer 2020 in Aussicht

**2019, 24. Mai:** Start von 60 Testsatelliten (V 0.9)

**2019, 11. November:** Start der ersten 60 Satelliten (V 1.0) der planmäßigen Konstellation

**2019, November:** Erste Berichte von Astronomen über störende Lichtspuren

**2020, März:** Genehmigung für 1 Million Nutzer-Terminals in den USA

**2020, Juli:** Start von Tests mit Freunden und Familien von SpaceX-Beschäftigten

**2020, 7. August:** Start weiterer 57 Satelliten

**2020, 11. August:** Start weiterer 57 Satelliten

**2020, 18. August:** Start weiterer 58 Satelliten

**2020:** Ausweitung des Dienstes auf Kanada

**2024, März:** FCC-Fix-Termin zum Aussetzen der halben beantragten Low-Earth-Orbit-Konstellation (2213 Satelliten)

**2024, November:** FCC-Fix-Termin zum Aussetzen der halben beantragten Low-Earth-Orbit-Konstellation (3759 Satelliten)

**2027, März:** FCC-Fix-Termin zum Aussetzen der gesamten beantragten Low-Earth-Orbit-Konstellation (4425 Satelliten)

**2027, November:** FCC-Fix-Termin zum Aussetzen der gesamten beantragten Very-Low-Earth-Orbit-Konstellation (7518 Satelliten)



Bild: Robert Kneschke

# Bildauktion

## Stockfotografie: Geld verdienen mit eigenen Fotos

**Stockfotografie verspricht willkommene Nebeneinnahmen und kleine Erfolgsergebnisse. Bevor Sie aber Ihre vermeintlich besten Bilder ins Netz stellen, sollten Sie einige Dinge über Motivwahl, rechtliche Fallstricke und technische Details wissen. Erfahrungen und Tipps von einem Profi-Fotografen.**

**Von Robert Kneschke**

Fast jeder kennt die gängigen Fotos von der lachenden Dame im Callcenter, dem kräftigen Business-Handshake, der sonnendurchfluteten Landschaft oder dem appetitlich angerichteten Salat: Designer nutzen diese Fotos täglich tausend-

fach für Zeitschriften, Werbeprospekte und Plakate. Weniger bekannt ist hingegen, dass sie für diese Fotos nicht immer einen Fotografen beauftragen. Oft ist es einfacher, solche Bilder fertig bei Bildagenturen einzukaufen.

Dieses Geschäftsmodell nennt sich Stockfotografie, vom englischen Wort „to have in stock“, zu Deutsch „auf Lager haben“. Die Fotos sind bei Bildagenturen vorrätig und der Kunde kann aus vielen Millionen Bildern das passende Motiv wählen.

Da die Bilder nicht physisch als Print verkauft, sondern digitale Lizzenzen für die Nutzung vergeben werden, kann man die Nutzungsrechte mehrfach verkaufen, im Idealfall sogar mehrere tausend Mal. Das Aufmacherfoto für diesen Artikel entstand mit einem iPhone 5s. Die Requisite habe ich mit einem Lasercutter schneiden las-

sen und mit Sprühfarbe lackiert. Das Foto hat sich über 150 Mal verkauft und brachte mehr als 130 Euro ein.

In den letzten 20 Jahren hat sich der Markt stark gewandelt und auch für Hobbyfotografen geöffnet. Aktuelle Systemkameras sind ungleich leistungsfähiger als analoge Vertreter von vor 20 Jahren, und kurze digitale Vertriebswege verlocken, sich im Stockfotografiemarkt auszuprobieren. Bevor Sie nun aber zum Rechner stürzen, um Ihre Urlaubsfotos anzubieten, gibt es einige Dinge zu beachten.

### Motivwahl

Nicht jedes Bild verkauft sich gleich gut. Da die Verkaufspreise pro Bild teilweise bei nur wenigen Cent liegen, sollten Ihre Fotos möglichst vielseitig einsetzbar sein. Umso größer sind die Verkaufschancen und der mögliche Gewinn.

Einige Themen wie Gartenblumen oder Sonnenuntergänge werden bevorzugt von Hobbyfotografen abgelichtet, von Bildkunden aber selten gebraucht. Am besten stellen Sie sich die Frage, auf welche Arten Sie ein bestimmtes Bild nutzen könnten. Eine hilfreiche Übung ist es, aktuelle Medien daraufhin durchzuschauen, wie sie welche Themen bebildern und welche alternativen Motive Ihnen dazu einfallen.

Eine weitere Möglichkeit, angesichts von vielen Millionen schon vorhandenen Archivbildern in der Branche Fuß zu fassen, ist es, sich auf neue Themengebiete zu spezialisieren, die bisher noch gar nicht bebildert werden konnten. Beispiele hierfür waren die Einführung des iPad vor zehn Jahren oder der Selfie-Trend; aktuell kämen vielleicht die Coronavirus-Krise, abgeschaltete Windräder oder Wasserspeisestankstellen ins Spiel.

Nützlich ist es auch, sich thematisch auf Branchen zu konzentrieren, die viel Geld für Werbung ausgeben können oder müssen, beispielsweise Versicherungen, Banken, Pharmafirmen, der Einzelhandel, Autohersteller, Finanzdienstleister und Telekommunikationsanbieter.

Wer Sehenswürdigkeiten fotografiert, sollte sie bei gutem Wetter aufnehmen – ohne strahlend blauen Himmel werden daraus garantiert keine Postkartenmotive. Bei schlechtem Wetter konzentrieren Sie sich lieber auf universellere und konzeptionell nutzbare Motive wie Treppen, Hinweispfeile oder Baustellen-Details.

Personen machen sich gut im Verkauf. Vielleicht schaffen Sie es, Ihren Partner als Model zu gewinnen. Wenn jemand sein Gesicht nicht zeigen möchte, bleiben Rückansichten, Silhouetten oder Detailaufnahmen wie Hände und Füße, die zu verkauflichen Bildern führen können. Ich

**Bei schlechtem Wetter gehen wenige Fotografen vor die Tür, was die Chance auf seltene Bilder erhöht. Dank kreativer Verschlagwortung mit den Begriffen Glatteis, Paketdienst, Winterreifen, Rutschig, Schlittern und Um-drehen verkauft sich dieses Bild fast 40 Mal.**



Bild: Robert Kneschke

habe selbst Fotos meiner Füße mit Socken in Sandalen verkaufen können.

Generell lieben Bildagenturen Fotos mit satten, kräftigen Farben, viel Kontrast und einem korrekten Weißabgleich. Der Horizont sollte üblicherweise gerade sein und der Beschnitt die Bildaussage unterstützen. Textfreiraum ist ebenfalls gerne gesehen, sprich ruhige, meist einfarbige Flächen im Foto, welche den Käufern die Möglichkeit geben, ihr Logo, einen Slogan oder anderen Text gut erkennbar im Bild unterzubringen.

Anfangs sollten sich Hobbyfotografen auf harsche Reaktionen der Bildagenturen gefasst machen. Denn auch wenn der eigene Freundeskreis die gezeigten Werke bisher in den Himmel gelobt hat, legen viele Agenturen, welche die Fotos schließlich verkaufen müssen, härtere Kriterien an. Diese betreffen nicht nur die Motivwahl, sondern auch die technische Bildqualität und rechtliche Aspekte.

## Rechtliches

Bevor Sie die neu entdeckten Motivmöglichkeiten in Geld ummünzen, gibt es juristische Fallstricke zu beachten, wenn Sie nicht haufenweise Ablehnungen durch die

Bildagenturen kassieren oder sich gar eine Abmahnung vom Anwalt einfangen wollen. Die vier wichtigsten Rechte, die bei der Stockfotografie eine Rolle spielen, sind das Urheberrecht, das Persönlichkeitsrecht, das Eigentumsrecht sowie das Markenrecht und der dazugehörige Designschatz.

Das Urheberrecht ist Fotografen meist als Recht an ihrem Werk schon bekannt; es bedeutet aber auch, dass sie nicht einfach Werke anderer Künstler, zum Beispiel Statuen oder Gemälde, abfotografieren oder detailgetreu nachstellen dürfen, um Bilder dieser Werke zum Verkauf anzubieten. Hierunter fallen auch Tattoos: Gut sichtbare Tätowierungen führen bei Personenfotos zur Ablehnung, falls keine Einwilligung des Tattoo-Künstlers vorliegt.

Auch das Persönlichkeitsrecht ist leicht verständlich. Alle Personen haben das Recht, über ihre Darstellung zu bestimmen. Das bedeutet in der Praxis, dass Agenturen bei erkennbaren Personenaufnahmen einen Model-Vertrag oder eine Model-Freigabe verlangen. Darin sichert die fotografierte Person dem Fotografen das Recht zu, das Foto von ihr kommerziell nutzen zu dürfen. Daher dürfen Fotos von Personen, beispielsweise Fotos mit Einwohnern des Urlaubslandes, ohne solche Erlaubnis nicht angeboten werden. Selbst die mündliche Zusage des eigenen Partners wird von den Agenturen nicht akzeptiert, sondern sie verlangen eine schriftliche Zusage, in der Regel sogar von einem Zeugen unterschrieben.

Ausnahmen sind zum Beispiel Detailaufnahmen von Händen, die oft ohne Vertrag akzeptiert werden, und Selbstporträts, wo der Fotograf logischerweise den Model-Vertrag selbst ausfüllen darf, auch ohne Zeuge. Bei Kindern sollten die Erziehungsberechtigten unterschreiben – am besten beide, weil sonst bei einer

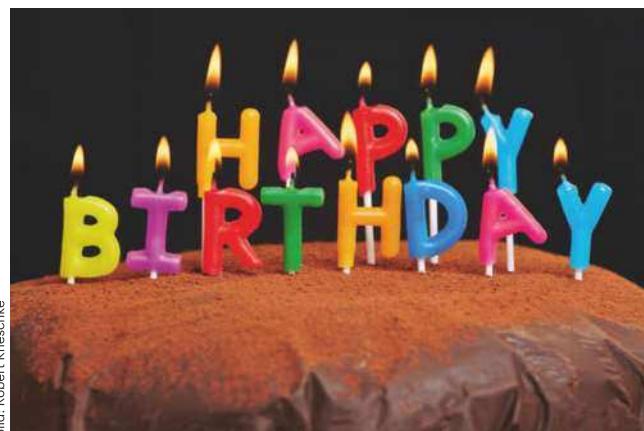


Bild: Robert Kneschke

Diese Torte habe ich für einen Kindergeburtstag gebacken. Bevor das Geburtstagskind die Kerzen auspusten durfte, kam sie kurz auf den Aufnahmetisch. Zusammen mit einigen anderen Varianten hat sich das Motiv 65 Mal verkauft und über 50 Euro eingebroacht.



Zufällig waren die Schaufensterpuppen in diesem Modegeschäft gerade entkleidet. Das hatte den Vorteil, dass ich keine Logos und Markennamen retuschieren musste. Das Bild verkaufte sich schon 966 Mal in zehn Jahren für insgesamt 530 Euro.

Trennung der Eltern solche Model-Verträge gerne zum Streitpunkt vor Gericht werden.

Zwar erlaubt § 23 des Kunstrhebergesetzes (KUG), dass „Bilder, auf denen die Personen nur als Beiwerk neben einer Landschaft oder sonstigen Örtlichkeit erscheinen“ ohne Einwilligung der Person veröffentlicht werden dürfen. Aber weil die meisten Bildagenturen weltweit agieren und wegen unterschiedlicher Rechtsprechung in anderen Ländern lieber auf Nummer sicher gehen wollen, lehnen sie solche Bilder trotzdem ab.

Ebenfalls in § 23 KUG sind „Bildnisse aus dem Bereich der Zeitgeschichte“ und „Bilder von Versammlungen, Aufzügen und ähnlichen Vorgängen, an denen die dargestellten Personen teilgenommen haben“ als Ausnahme definiert. Solche Bilder nehmen Agenturen zwar ohne Model-Vertrag an, jedoch nur als „redaktionelle Inhalte“, was die Verkäuflichkeit auf den kleineren Kundenkreis von Nachrichtenmedien beschränkt.

Schwieriger wird es bei den Eigentums- und den Markenrechten. Das Fotografieren von Gebäuden und Straßenzenen ist in Deutschland zwar durch die sogenannte Panoramafreiheit erlaubt, wenn keine Hilfsmittel wie Leitern oder Drohnen verwendet werden, aber die Agenturen sind auch hier strenger als der Gesetzgeber. Sie lehnen Fotos einzelner Häuser oft ab, weil sie nicht prüfen können, ob nicht doch irgendwo ein Hausrecht gilt, weil die Fotos vielleicht auf Privatgelände entstanden sind oder weil sichtbare Graffiti dem Urheberrecht unterliegen könnten.

Andere Beispiele sind die Bahnhöfe der Deutschen Bahn oder der Bereich des

Sony-Centers in Berlin, wo kommerzielle Aufnahmen untersagt sind. Auch Zoos und selbst viele öffentlich zugängliche Parks unterliegen dem Hausrecht. Die Stiftung Preußische Schlösser und Gärten verlangt beispielsweise eine Fotogenehmigung, damit Fotografen Aufnahmen vom Park Sanssouci oder vom Schloss Rheinsberg bei Agenturen anbieten dürfen.

Kunstwerke darf man nur bedenkenlos fotografieren, wenn sie dauerhaft zu sehen sind. Temporäre Kunstinstallativen, wie Christo sie geschaffen hat, die nächtliche Beleuchtung des Eiffelturms oder die bunt beleuchteten Bauwerke bei der „Nacht der Lichter“ zählen nicht dazu und werden abgelehnt.

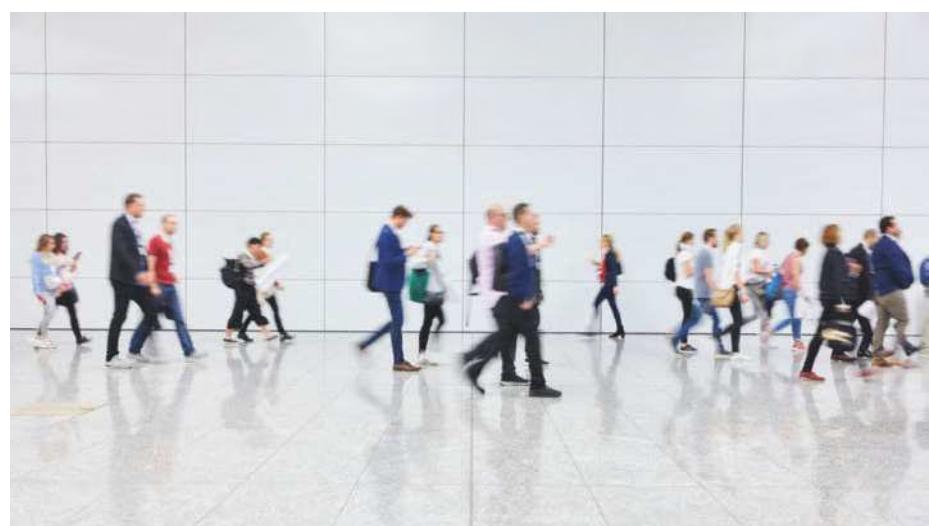
Selbst das bei Instagram so beliebte Fotografieren von Essen („Foodporn“)

enthält rechtliche Fallstricke. Je origineller ein Gastronom eine Mahlzeit anrichtet, desto eher ist sie selbst urheberrechtlich geschützt; Gleches gilt für komplexe Ostereierbemalungen. Auch das Design von edlem Besteck oder die Form von Geschirr kann durch den Hersteller markenrechtlich geschützt sein und wird im Zweifel bei Bildagenturen abgelehnt.

Generell sollten sich Stockfotografen eine Markenphobie antrainieren: Das Micky-Maus-T-Shirt, die charakteristische Ziernaht auf der Jeans-Gesäßtasche, die Form der Coca-Cola-Flasche, die Rückseite von Spielkarten, Markenturnschuhe, viel Spielzeug von Lego bis Star Wars sowie jegliche Markennamen und Logos sind nur ein Ausschnitt der geschützten Dinge, die Bildagenturen ablehnen, wenn der Fotograf diese Details nicht sorgfältig retuschiert.

Eine ausführliche Übersicht über geschützte Motive liefern das „Intellectual Property Wiki“ von Getty Images und die Liste mit „Known Image Restrictions“ von Shutterstock (siehe ct.de/yqm6).

Diese Einschränkungen sind Gründe, warum Fotos aus dem eigenen Archiv, die man nachträglich bei Bildagenturen anbietet will, einer ausführlichen Überarbeitung bedürfen, was sich nur selten lohnt. Besser ist es, mit Wissen um die möglichen Einschränkungen neu zu fotografieren. Wer sich von der fotografierten Person und dem Eigentümer einer Wohnung die schriftliche Erlaubnis einholt, hat deutlich bessere Verkaufschancen.



Große Gruppen mit langer Belichtungszeit zu fotografieren ist eine gute Möglichkeit, Menschen ohne Model-Release aufzunehmen. Dieses Foto hat sich in weniger als einem Jahr über 100 Mal verkauft und 108 Euro eingebbracht.

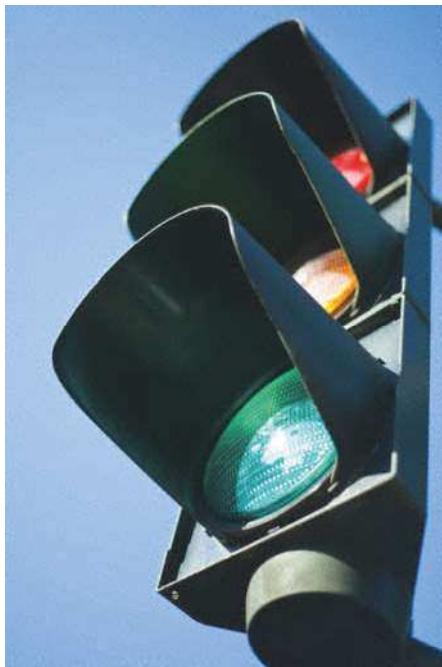


Bild: Robert Kneschke

**Ob Lebensmittel, Bildung oder Corona: Ampelsysteme werden nicht nur im Verkehr genutzt. Daher ist ein schlichtes Foto wie dieses vielseitig einsetzbar. Es hat sich 259 Mal verkauft mit 238 Euro Umsatz.**

## Verschlagwortung

Nachdem das Foto fertig ist, beginnt der Teil, der für viele Fotografen am unangenehmsten ist: das Beschriften der Bilder, damit man sie später über die Suchfunktion der Agenturen finden kann. Mittlerweile bieten zwar einige Agenturen wie Adobe Stock oder EyeEm Keyword-Vorschläge basierend auf künstlicher Intelligenz. Shutterstock schlägt im „Keyword Suggestions“-Tool passende Begriffe basierend auf Suchbegriffen ähnlich aussehender Bilder vor. Sinnvoller ist es aber, selbst zu verschlagworten und sich nicht auf die oft rudimentär wirkenden Vorschläge zu verlassen.

Alle Agenturen akzeptieren englischsprachige Schlagwörter, einige Agenturen wie Adobe Stock nehmen auch deutsche Begriffe an. Mischen darf man die Sprachen in einem Bild allerdings nie. Der Grundgedanke beim Verschlagworten ist es, das Bild so akkurat wie möglich zu beschreiben: Was ist auf dem Bild zu sehen? Wo wurde es aufgenommen? Wann ist es entstanden? Welche Handlungen oder Gefühle sind erkennbar? Auch abstrakte Konzepte wie Freiheit, Liebe, Ausbildung, Ordnung und Ähnliches sollten Sie bei der Beschreibung nicht vergessen.

Es ist jedoch wichtig, dass der verwendete Begriff auch im Foto abgebildet ist und nicht nur als Hintergrundwissen des Fotografen existiert. Ein Foto vom Rostocker Hafen bei Nacht kann zum Beispiel sinnvollerweise die Begriffe „Rostock“ und „Nacht“ enthalten. Das Foto einer Obstschale auf einem Tisch, das ebenfalls nachts in Rostock entstand, braucht diese Wörter nicht, da sie als Bildbeschreibung nicht relevant sind.

Für Anfänger kann es lehrreich sein, einige Begriffe selbst bei den Bildagenturen einzugeben und sich die Suchergebnisse anzuschauen. Möglicherweise erkennt der Fotograf, dass er bei der Masse an Bildern in dieser Qualität keine Chance hätte – oder er findet eine lukrative Nische, in der bisher kaum passende Stockfotos existieren.

## Die Bilder anbieten

Es gibt unterschiedliche Wege, seine Bilder zum Verkauf anzubieten. Die meisten Verkäufe erzielen sogenannte Microstock-Bildagenturen, welche Bilder für wenige Euro oder in Abo-Modellen sogar für Cent-Beträge verkaufen. Der Fotograf erhält davon je nach Agentur und Verkaufsmodell einen Anteil von 15 bis 50 Prozent.

Das lohnt sich nur für Fotografen, die niedrige Erlöse in Kauf nehmen und Bildmaterial produzieren, das häufig nachgefragt ist und mit wenig Kostenaufwand erstellt werden kann. Die drei größten Agenturen in diesem Bereich sind Adobe Stock, Shutterstock und iStock. Es gibt noch unzählige andere kleine Agenturen, welche jedoch nur einen Bruchteil dieser drei Agenturen verkaufen. Wenn Sie Ihre Fotos nicht exklusiv bei mehreren Agenturen hochladen, steigern Sie die Verkaufschancen.

Sogenannte Macrostock-Agenturen wie Westend61, Stocksy oder plainpicture verkaufen meist zu deutlich höheren Preisen,

sind aber auch viel wählerischer bei der Fotografenbewerbung und der Bildauswahl. Hier sollten Fotografen eine erkennbare Bildsprache und ein starkes Gespür für Ästhetik mitbringen. Die Agenturen nehmen Fotos in der Regel nur exklusiv an, diese dürfen also nicht anderswo erhältlich sein.

Bei allen Agenturen müssen neue Fotografen damit rechnen, dass viele ihrer Bilder abgelehnt werden. Das kann an rechtlichen Problemen liegen, an mangelnder technischer Bildqualität oder an zu geringen Verkaufschancen eines Motivs. Das sollte niemand als persönliche Kränkung empfinden, sondern als Hinweis sehen, in welchen Bereichen Verbesserungsbedarf besteht.

## Stockfotografie im Wandel

Die Menge und die Qualität des angebotenen Materials sind rasant gestiegen, sodass sich Agenturen inzwischen mit Dumpingpreisen und Honorarkürzungen gegenseitig unterbieten. So hatte die Bildagentur Shutterstock vor fünf Jahren knapp 60 Millionen Bilder und Videos im Portfolio, aktuell sind es über 360 Millionen.

Um mit Stockfotos erfolgreich zu sein, sollten Fotografen lernen, welche Motive gefragt sind und wie sie Bildqualität und Geschwindigkeit steigern. Wie in jeder Kreativbranche zählt außerdem, offen für neue Techniken und Trends zu bleiben. Die Digitalisierung hat Hobbyfotografen heute Werkzeuge in die Hand gegeben, die früher Profis vorbehalten waren. Selbst moderne Smartphones liefern heute Fotos in einer Qualität, welche viele Agenturen akzeptieren. Mit etwas Mut und Spaß für die Sache besteht durchaus eine gute Chance, eigene Bilder zu verkaufen.

(akr@ct.de) ct

**Übersicht über geschützte Motive:  
[ct.de/yqm6](http://ct.de/yqm6)**

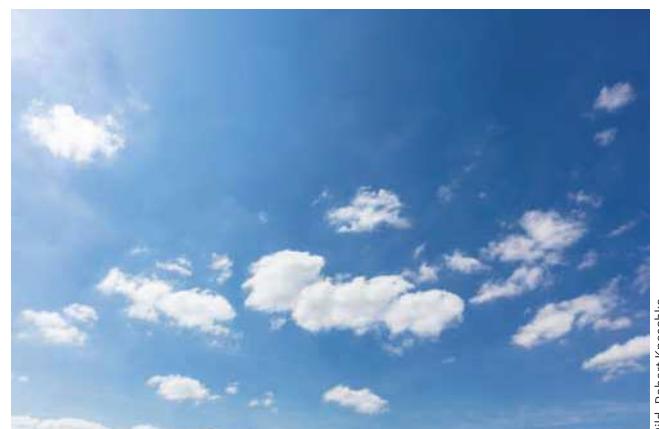


Bild: Robert Kneschke

Da ich für 3D-Renderringe von Häusern und anderen Gebäuden oft schöne blaue Himmel als Hintergrund benötige, fotografiere ich häufig welche und biete die Fotos außerdem bei Bildagenturen an. In zwei Jahren hat sich dieses Foto 246 Mal verkauft und über 360 Euro eingebroacht.

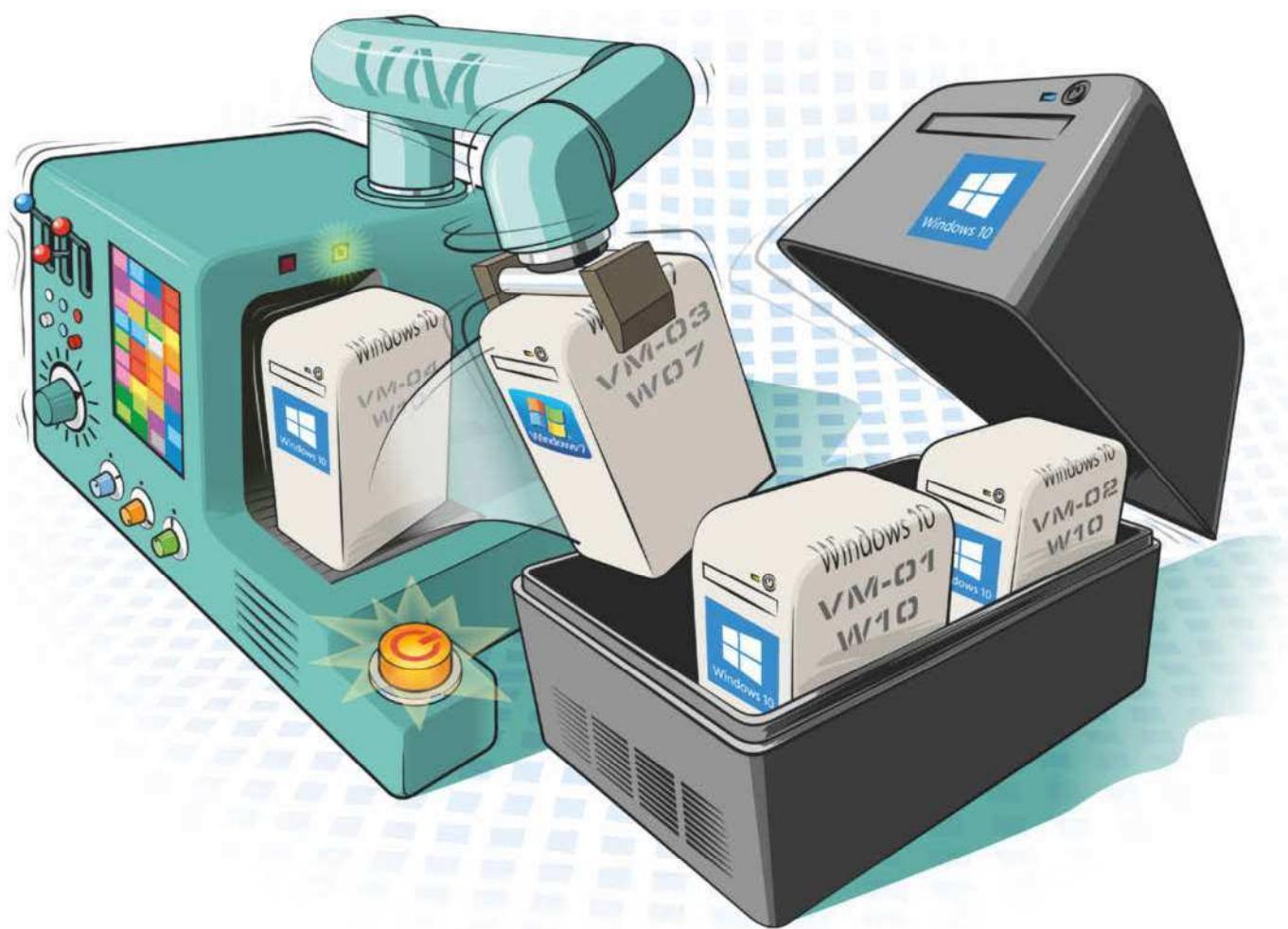


Bild: Rudolf A. Blaha

# VM-Generator

## c't-Skript erstellt Windows-VMs in Hyper-V

**Wenn immer wieder neue VMs in Hyper-V zu erstellen sind, artet die dazu nötige Klickerei schnell in Monotonie aus. Wir ersparen sie Ihnen: Sie brauchen an unser Skript nur einen Installationsdatensatz zu verfüttern und können sich dann zurücklehnen, bis das frisch installierte Windows in einer neuen VM erscheint.**

**Von Axel Vahldiek**

**B**ei allen 64-Bit-Editionen von Windows 10 (mit Ausnahme von Home) und Windows Server gehört der Desktopvirtualisierer Hyper-V zu den Bordmitteln. Damit können Sie komplett PCs in Software nachbilden (virtuelle Maschinen, VMs). So eine VM zusammenzuklicken ist an sich nicht weiter schwer, doch wenn man immer wieder neue erzeugen will oder muss, in denen Windows oder Windows Server läuft, überlässt man das besser unserem Skript c't-Win2Hyper-V. Sie brauchen nur einen Installationsdatensatz an das Skript zu übergeben und einige Zeit warten, dann läuft in Hyper-V eine neue VM mit frisch installiertem Windows.

Mit Installationsdatensatz ist eine Datei gemeint, die alles enthält, was zur Installation von Windows erforderlich ist. So einen bekommen Sie zum Beispiel, wenn Sie mit dem Media Creation Tool (MCT) einen USB-Stick befüllen oder eine ISO-Datei erzeugen. Um was für einen Installationsdatensatz es sich handelt, ist dem Skript nahezu egal: Es verfrachtet alles von Windows Vista bis zum aktuellen Windows 10 Version 2004 als Gastsystem in eine frisch erstellte VM. Auch mit allen Windows-Servern ab 2008 geht es. Insider-Versionen sind ebenfalls kein Pro-



**Hardcore**

blem [1], ebenso wie die Windows-Testversionen aus dem Evaluation-Center ([microsoft.com/de-de/evalcenter](http://microsoft.com/de-de/evalcenter)). Wer selbst erzeugte Installationsdatensätze besitzt, kann auch diese einsetzen.

Sie sichern Ihre Windows-10-Installation mit unserem Skript c't-WIMImage (siehe [ct.de/wimage](http://ct.de/wimage))? Da damit erzeugte Sicherungen letztlich auch bloß Installationsdatensätze sind, nimmt c't-Win2Hyper-V sogar diese entgegen. So können Sie eine auf echter Hardware laufende Windows-Installation mit c't-WIMImage sichern und anschließend mit c't-Win2Hyper-V in einer frischen Hyper-V-VM wiederherstellen – voilà: ein Klon in einer VM. Das ist allein schon deshalb praktisch, weil Sie so einfach und schnell prüfen können, ob das Sichern geklappt hat, und zwar ohne dafür einen zusätzlichen PC zu benötigen oder an Ihrer Festplatte herumzupartitionieren.

Mit unserem Skript können Sie übrigens eine Hyper-V-Einschränkung umgehen. Hyper-V kann auf Netzlaufwerken liegende ISOs nur dann in eine VM einbinden, wenn Server und der Hyper-V-Wirtsrechner in derselben Domäne stecken. c't-Win2Hyper-V hingegen nimmt ISOs von beliebigen Netzlaufwerken entgegen.

## Voraussetzungen

Vorab ein paar Worte zu den Voraussetzungen des Skripts. Die betreffen ausnahmsweise mal kaum technische Aspekte, sondern vor allem Sie selbst, denn unser Skript erfordert Vorwissen (bei Bedarf helfen die nachfolgend genannten Literaturhinweise weiter): Sie sollten sich mit Hyper-V zumindest grundlegend auskennen [2] und wissen, dass und wie Installationsdatensätze in WIM- und ESD-Dateien stecken [3].

Abgesehen von diesem Basiswissen gibt es Weiteres, das zwar nicht unbedingt erforderlich, aber beim Verstehen und Ausreizen des Skripts nützlich ist. So wird Ihnen unser Skript je nach Installationsdatensatz womöglich Editionen zur Auswahl anbieten, von denen Sie noch nie gehört haben – eine Übersicht über die unfassbare Flut an Windows-10-Editionen haben wir in [4] zusammengetragen. Wählen Sie im Zweifelsstets jene Edition, für die Sie eine Lizenz besitzen (jede Installation in einer VM braucht eine separate Lizenz, ausgenommen sind Insider- und Testversionen).

Was ebenfalls nicht schadet, sind Kenntnisse über die Phasen einer Windows-Installation [5]. Zum detaillierten Vorabkonfigurieren des Gast-Windows in

```
Administrator: C:\Windows\System32\cmd.exe
*****
*** Willkommen bei c't-Win2Hyper-V ***
*****
Bitte lesen Sie unbedingt die Anleitung zu diesem Skript in c't
*** Einige Pruefungen vorab ...
*** Keine Probleme gefunden, jetzt geht es los ***
```

c't-Win2Hyper-V in Aktion: Zuerst prüft das Skript, ob es beispielsweise mit Admin-Rechten läuft, Hyper-V installiert ist und so weiter.

```
Administrator: C:\Windows\System32\cmd.exe
*** Keine Probleme gefunden, jetzt geht es los ***
*** ISO-Datei einbinden ***
Attached : True
BlockSize : 0
DevicePath : \\.\CDROM0
FileSize : 4161437696
ImagePath : F:\ISOs\Windows8.1\mit Update\Windows 8.1 mit
             Update 64Bit\Core und
             Pro\de_windows_8.1_with_update_x64_dvd_4048209.iso
LogicalSectorSize : 2048
Number : 0
Size : 4161437696
StorageType : 1
PSComputerName :
```

Sofern eine ISO-Datei übergeben wurde, bindet das Skript diese als virtuelles Laufwerk ein (erkennbar an der Zeile „Attached: True“).

der frischen VM dient eine Datei namens autounattend.xml, also eine Antwortdatei für eine unbeaufsichtigte Installation. Wie Sie die von uns mitgelieferten XML-Dateien anpassen sowie eigene zusammenklicken können, lesen Sie in [6, 7]. Sofern die VM ins Internet oder ins lokale Netz soll, ist Wissen um die virtuellen Netzwerk-Switches von Hyper-V hilfreich [8].

Die technischen Voraussetzungen für c't-Win2Hyper-V sind erfreulich gering. Als Wirtssystem muss Windows 10 laufen, und zwar mindestens in Version 1709 („Fall Creators Update“). Alternativ tut es auch Windows Server 2019. Hyper-V muss installiert sein, und zwar inklusive „Hyper-V-Modul für Windows PowerShell“. Letzteres können Sie aktivieren, indem Sie Windows+X drücken, „Apps und Features“ auswählen und dann nacheinander auf „Programme und Features/Windows-Features aktivieren...“ klicken. Sie finden das Modul in der Baumansicht unterhalb von „Hyper-V“. Das Power-

Shell-Modul ist übrigens auch der Grund, warum unser Skript unter älteren Windows-Versionen nicht läuft. Zwar ist Hyper-V inklusive PowerShell-Modul schon seit Windows 8 an Bord, doch erst seit Windows 10 Version 1709 besitzen die enthaltenen PowerShell-cmdlets alle hier nötigen Fähigkeiten.

Während das Skript läuft, bindet es virtuelle Laufwerke in den Explorer ein. Dafür müssen drei Laufwerksbuchstaben frei sein (zwei, wenn Sie kein ISO, sondern ein WIM/ESD an das Skript verfüttern). Welche Buchstaben frei sind, spielt keine Rolle, das Skript verwendet, was frei ist (ausgenommen sind a:, b: und c:). Falls Sie mehrere Instanzen des Skripts gleichzeitig laufen lassen wollen, um mehrere VMs auf einen Schlag einzurichten, geht das zwar, doch bremst das Ihren PC wegen der parallel laufenden Installationen heftig aus. Zudem benötigt jede gleichzeitig laufende Instanz des Skripts vorübergehend eigene freie Laufwerksbuchstaben.

## Einrichten

Laden Sie via ct.de/y78v das ZIP-Archiv mit der Batch-Datei herunter. Das Archiv enthält insgesamt drei Dateien: das Batch-Skript ct-Win2Hyper-V.bat sowie 7z.exe und 7z.dll. Bei letzteren handelt es sich um die Kommandozeilenversion des Open-Source-Packprogramms 7-Zip. Das Skript verwendet es zum Auslesen der Windows-Versionsnummer aus dem Installationsdatensatz.

Wohin Sie das Archiv entpacken, ist egal, solange zwei Bedingungen erfüllt sind. Die drei Dateien gehören in denselben Ordner, dessen kompletter Pfad keine Leerzeichen enthalten darf. Und auf dem Laufwerk, auf dem es liegt, muss noch Platz für temporäre Dateien sein, die das Skript zur Laufzeit anlegt und vor dem Beenden wieder löscht. Planen Sie dafür rund 100 MByte ein.

Als Nächstes tippen Sie im „Ausführen“-Dialog (Windows+R) den Befehl shell:sendto ein, woraufhin sich der „Senden an“-Ordner öffnet, der tief unterhalb von %appdata% liegt. Hierin erzeugen Sie eine Verknüpfung zur entpackten Batch-Datei. Den Namen der Verknüpfung können Sie beliebig festlegen, unter dem erscheint sie später im Senden-an-Menü (beispielsweise „c't-Win2Hyper-V“). Klicken Sie in den Eigenschaften der Verknüpfung im Reiter „Verknüpfung“ in die Zeile „Ziel“ und ergänzen Sie den Aufruf zu Ihrem Skript durch ein vorangestelltes cmd /c (sonst lassen sich später keine Dateien mit Leerzeichen im Pfad per „Senden an“ an das Skript schicken). Hinter /c gehört ein Leerzeichen. Sollte der Pfad zur Batch-Datei von Anführungsstrichen umgeben sein, entfernen Sie diese. Klicken Sie auf „Erweitert“ und setzen Sie ein Häkchen vor „Als Administrator ausführen“. Das war es schon, c't-Win2Hyper-V ist einsatzbereit.

Eines aber sollten Sie vorab noch beachten: c't-Win2Hyper-V speichert die Dateien der VMs stets in jenem Verzeichnis, das in den Hyper-V-Einstellungen als Standard dafür konfiguriert ist. Von Haus aus ist das „C:\ProgramData\Microsoft\Windows\Hyper-V“ (genauer: %allusers profile%\Microsoft\Windows\Hyper-V). Dieser Ordner ist jedoch versteckt und nur mit Administratorrechten zugänglich. Daher empfehlen wir, stattdessen ein anderes, selbst erstelltes Verzeichnis zu verwenden. Idealerweise liegt es auf einer SSD, weil die Betriebssysteme in den VMs von deren höherem Tempo genauso wie Ihr Wirtsystem profitieren. Das Umkonfigurieren

```
Administrator: C:\Windows\System32\cmd.exe
*** Image auswählen ***
Deployment Image Servicing and Management tool
Version: 10.0.19041.329

Details for image : X:\sources\install.wim

Index : 1
Name : Windows 8.1 Pro
Description : Windows 8.1 Pro
Size : 12.856.771.229 bytes

Index : 2
Name : Windows 8.1
Description : Windows 8.1
Size : 12.760.609.114 bytes

The operation completed successfully.

Nummer des Images eingeben: 1
```

Es liest die in der übergebenen Datei gefundenen Images aus und bietet sie zur Auswahl an. Tippen Sie die Index-Nummer des gewünschten Images ein.

```
Administrator: C:\Windows\System32\cmd.exe
*** Pruefe ausgewähltes Image ***
OK

*** Speicherpfad fuer VMs auslesen ***
Gespeichert wird die VM unter: G:\Hyper-v\

*** Temporaeren Ordner anlegen ***
Temporaerer Ordner angelegt: G:\win2hyper\gen1\Win2hyperV-tmp

*** Release-ID auslesen ***

Keine Release-ID gefunden.
```

Das Skript prüft Ihre Auswahl und liest den Standardpfad für VMs aus den Hyper-V-Einstellungen aus. In dem Ordner, in dem das Skript selbst liegt, erzeugt es einen temporären Unterordner. Das Auslesen der Release-ID kann nur gelingen, wenn eine vorhanden ist (ab Windows 10 Version 1511).

```
Administrator: C:\Windows\System32\cmd.exe
*** Name der VM zusammenstellen ***
Als Name der VM wird festgelegt: Windows_8.1_Pro_x64_de-DE_Gen1_6.3.9600

*** Freien Laufwerksbuchstaben fuer Windows-Partition in VHD(X) suchen ***
Verwende P:

*** Freien Laufwerksbuchstaben fuer Boot-Partition in VHD(X) suchen ***
Verwende Q:
```

Der Name der VM wird aus den Metadaten des Images sowie der Generation der VM generiert. Sofern das Skript eine Release-ID fand, wird sie ebenfalls Namensbestandteil. Anschließend sucht das Skript zwei freie Laufwerksbuchstaben.

```

Administrator: C:\Windows\System32\cmd.exe
*** VHD erzeugen ***

Microsoft DiskPart-Version 10.0.19041.1

Copyright (C) Microsoft Corporation.
Auf Computer: AXVPHOME

100 Prozent bearbeitet

DiskPart hat die Datei für virtuelle Datenträger erfolgreich erstellt.

100 Prozent bearbeitet

Die Datei für virtuelle Datenträger wurde von DiskPart erfolgreich angefügt.

Die angegebene Partition wurde erfolgreich erstellt.

100 Prozent bearbeitet

DiskPart hat das Volume erfolgreich formatiert.

Die aktuelle Partition wurde als aktiv markiert.

Der Laufwerkbuchstabe oder der Bereitstellungspunkt wurde zugewiesen.

Die angegebene Partition wurde erfolgreich erstellt.

DiskPart konnte das Volume erfolgreich verkleinern um: 1000 MB

100 Prozent bearbeitet

DiskPart hat das Volume erfolgreich formatiert.

Der Laufwerkbuchstabe oder der Bereitstellungspunkt wurde zugewiesen.

Die angegebene Partition wurde erfolgreich erstellt.

100 Prozent bearbeitet

DiskPart hat das Volume erfolgreich formatiert.

Die Partitions-ID wurde erfolgreich festgelegt.

Datenträgerpartitionierung wird beendet...

```

Nun wird die virtuelle Festplatte erzeugt, partitioniert und formatiert. Dafür sorgt unter der Haube ein weiteres Skript, welches c't-Win2Hyper-V zur Laufzeit erst erzeugt und später wieder löscht.

erledigen Sie im Hyper-V-Manager. Dort klicken Sie rechts auf „Hyper-V-Einstellungen“ (vor Windows 10 Version 2004 hießen sie noch „Hyper-V-Settings“) und weisen unter „Virtuelle Computer“ einen neuen Ordner zu. Obacht: Achten Sie darauf, dass der Pfad unbedingt mit einem Backslash endet, also beispielsweise G:\Daten\HyperV\. Sonst werden die VMs später in diesem Fall nicht im Ordner „HyperV“, sondern im Ordner „Daten“ landen und „HyperV“ wird der erste Bestandteil des Namens der vom Skript erzeugten VMs.

## Probelauf

Für den ersten Testlauf benötigen Sie eine WIM- oder ESD-Datei, wobei es egal ist, ob sie solo vorliegt, im Ordner „sources“ etwa auf einem USB-Laufwerk liegt oder in einem ISO steckt. Schicken Sie die WIM/ESD- beziehungsweise ISO-Datei per „Senden an“-Menü an das Skript.

Es gibt eine Ausnahme, bei der das Übergeben der ISO-Datei an das Skript mit einer Fehlermeldung scheitert: Falls die ISO mehrere Install.wim/.esd enthält, wie es beim Verwenden des MCT passieren kann. Die Abhilfe ist simpel: Binden Sie die

ISO-Datei per Doppelklick als virtuelles Laufwerk in den Explorer ein. Die WIM-Datei liegt dann unter x64\sources beziehungsweise x86\sources, übergeben Sie sie von dort aus an das Skript.

Sofern Sie eine ISO-Datei an das Skript geschickt haben, bindet das Skript sie als virtuelles Laufwerk im Explorer ein. Es folgt die Anzeige der Installationsdatensätze: Das Skript zeigt von allen jeweils Index-Nummer, Name, Beschreibung und Größe an. Zur Auswahl tippen Sie die Index-Nummer des gewünschten Images ein. Sollte der Installationsdatensatz nur ein Image enthalten, wählt das Skript es automatisch. Nun heißt es warten: Das Skript erzeugt eine 127 GByte große virtuelle Festplatten-Datei im VHD-Format. Sie ist als dynamisch wachsende Platte angelegt; die Datei belegt also anfangs nur wenige MByte und wächst mit der Menge der Daten, die darin landen. Das Batch-Skript partitioniert und formatiert die virtuelle Platte. Danach kopiert es den Installationsdatensatz darauf und ergänzt einen Bootloader.

Als Nächstes erzeugt unser Skript die VM. Die VM verwendet 4 virtuelle CPUs, die sie sich mit dem Wirt teilt, sowie 2 GByte RAM. Beides können Sie umkonfigurieren, dazu später mehr. Die RAM-Zuteilung wächst oder schrumpft je nach Bedarf des in der VM laufenden Gastsystems dynamisch auf maximal 4 GByte beziehungsweise auf minimal 1 GByte. Das RAM belegt die VM exklusiv, es steht währenddessen dem Wirt also nicht zur Verfügung. Eine Netzwerkkarte steckt bereits in der VM, sie ist jedoch mit keinem virtuellen Switch verbunden – das können Sie auf Wunsch später von Hand nachholen. In die VM wird die frisch erzeugte VHD eingebunden. Danach hängt das Skript alle temporären Laufwerke aus dem Explorer wieder aus und startet die VM, in der die restliche Installation abläuft. Sie finden sie wie gewohnt im Hyper-V-Manager.

## Namensschema

Um auch bei vielen VMs nicht den Überblick zu verlieren, tragen alle von c't-Win2Hyper-V erzeugten VMs Namen nach einem einheitlichen Schema. Die nötigen Informationen liest es allesamt selbst aus dem Installationsdatensatz aus. Beispiel für einen Namen: „Windows\_10\_Pro\_2004\_x64\_de-DE\_Gen1\_10.0.19041“. Er beginnt also mit dem Namen der Windows-Familie („Windows\_10“) und Edition („Pro“), dann folgen die Versionsnummer („2004“), die Architektur („x64“), das

Sprachschema („de-DE“), die Generation der VM („Gen1“) und schließlich die Build-Nummer („10.0.19041“). Achtung: Falls der Name von Windows-Version und -Edition zu lang sind (passiert bei manchen Servern), werden nur die ersten 41 Zeichen übernommen, um später überlange Pfadnamen zu verhindern. Falls Sie darüber grübeln, warum der Name zusätzlich zur Versionsnummer auch die Build-Nummer enthält: Das dient unter anderem zum Erkennen von Insider-VMs: Build 10.0.19041 war die finale Version von 2004, doch die bereits weiterentwickelte 10.0.20150 trägt ebenfalls noch die Versionsnummer 2004.

Ein Doppelklick auf die VM im Manager lässt diese in einem Fenster erscheinen. Darin können Sie dem restlichen Installationsprozess folgen. Es fehlt nur noch die letzte Phase (OOBE [5]). Welche Nachfragen währenddessen erscheinen, unterscheidet sich je nach Client- und Server-Edition, oft sind es solche nach Installationsschlüssel, Kontoname, Datenschutzeinstellungen und so weiter. Beantworten Sie sie nach Belieben, dann erscheint nach kurzem Warten der Desktop und Ihre VM ist einsatzbereit.

Auf der Festplatte des Wirts legt das Skript Ihre VM in dem Ordner ab, den Sie in den „Hyper-V-Einstellungen“ festgelegt haben (um beim obigen Beispiel zu bleiben: G:\Daten\VMs). Hier liegt jede VM in einem eigenen Unterordner, der genauso heißt wie die VM. Darin finden Sie die virtuelle Festplattendatei, die ebenfalls den Namen der VM trägt. Zudem liegt hier ein weiterer Unterordner wieder mit demselben Namen, in dem Hyper-V die dazugehörigen Metadaten speichert.

## Troubleshooting

Sollte das Skript auf Probleme stoßen (kein Hyper-V installiert, fehlende Admin-Rechte, zu altes Betriebssystem ...), meldet es sie in roter Schrift. Achtung: Schließen Sie das Fenster erst, wenn das Skript anschließend „Fertig!“ gemeldet hat, denn erst dann ist das Skript mit einigen Aufräumarbeiten durch. So hängt es zwischendurch eingebundene temporäre Laufwerke wieder aus und löscht temporäre Dateien.

Falls es zu Problemen kommt, mit denen das Skript nicht rechnet, etwa weil Sie versehentlich das Fenster schließen, kann es vorkommen, dass im System Überreste des Durchlaufs verbleiben. Eingebundene ISO-Dateien können Sie im Explorer wie gewohnt via Kontextmenü wieder auswerfen, eingebundene VHD-Dateien in der

```
Administrator: C:\Windows\System32\cmd.exe
*** Image in VHD kopieren ***
Tool zur Imageverwaltung für die Bereitstellung
Version: 10.0.19041.329
Das Image wird angewendet.
[=====100.0%=====]
Der Vorgang wurde erfolgreich beendet.
```

Der ausgewählte Installationsdatensatz wird auf die virtuelle Festplatte installiert.

```
Administrator: C:\Windows\System32\cmd.exe
*** autounattend.xml ergänzen ***
1 Datei(en) kopiert.
*** Bootloader ergänzen ***
Die Startdateien wurden erfolgreich erstellt.
```

Sofern vorhanden, wird eine Antwortdatei in die frische Installation auf der virtuellen Festplatte kopiert, zudem wird der Bootloader erzeugt.

```
Administrator: C:\Windows\System32\cmd.exe
*** VM erzeugen ***
Name State CPUUsage(%) MemoryAssigned(M)
----- -----
Windows_8.1_Pro_x64_de-DE_Gen1_6.3.9600 Off 0 0
```

Nun erstellt c't-Win2Hyper-V noch die VM selbst und bindet die virtuelle Festplatte darin ein.

Datenträgerverwaltung. Sollte das nicht klappen, reicht ein simpler Neustart von Windows, denn spätestens danach sind alle temporären Laufwerke wieder ausgehängt. Was dann noch bleibt, ist das manuelle Löschen der nicht fertiggestellten VM im Hyper-V-Manager. Eventuell ist in dem Ordner, in dem das Skript liegt, noch ein temporärer Unterordner vorhanden. Er trägt den Namen des Ordners, in dem er liegt, mit einem angehängten „tmp“. Nach mehreren Abstürzen können sich mehrere davon ansammeln, zu erkennen am „tmp“, „tmp-2“, „tmp-3“ und so weiter. Diese(n) Ordner können Sie ebenfalls löschen. Dann ist alles restlos beseitigt.

## Noch mehr automatisieren

Es ist auf Dauer lästig, in jeder frischen VM zuerst die OOBE-Nachfragen zu beantworten. Doch auch das können Sie mit c't-Win2Hyper-V automatisieren. Sofern das Skript eine Antwortdatei zur unbeaufsich-

tigten Installation in dem Verzeichnis findet, in dem es selbst liegt, schiebt es sie der frischen Installation in der VM unter. Genauer: Das Skript kopiert die Antwortdatei unter den Namen unattend.xml in den Ordner %windir%\panther\unattend.

Diese Datei beantwortet automatisch jene Nachfragen des Setup-Prozesses, auf die Sie sonst selbst reagieren müssen. So eine Antwortdatei können Sie selbst zusammenklicken (es sei erneut auf [6] verwiesen). Doch um Ihnen den Einstieg zu erleichtern, finden Sie via ct.de/y78v ein weiteres ZIP-Archiv mit gleich zwei Antwortdateien: Autounattendx64.xml sowie Autounattendx86.xml. Obacht, bitte lesen Sie erst die folgenden Absätze, bevor Sie die Dateien in den Skript-Ordner kopieren.

Microsoft hat den Setup-Prozess seit Windows Vista immer mal wieder leicht verändert. Als Ergebnis muss die Datei autounattend.xml zur Windows-Version passen, deren Installation sie automatisie-

```

Administrator: C:\Windows\System32\cmd.exe
*** Temporaere Laufwerke wieder aushaengen ***

Attached          : False
BlockSize         : 0
DevicePath        :
FileSize          : 4161437696
ImagePath         : F:\ISOs\Windows8.1\mit Update\Windows 8.1 mit Update
                    64Bit\Core und
                    Pro\de_windows_8.1_with_update_x64_dvd_4048209.iso
LogicalSectorSize : 2048
Number            :
Size              : 4161437696
StorageType       : 1
PSCoputerName     :

*** Starte VM ***
*** Fertig ***
Drücken Sie eine beliebige Taste . . .

```

Zum Abschluss hängt unser Skript die temporären Laufwerke wieder aus und startet die VM.

ren soll – zumindest halbwegs. Konkreter: Die von uns zum Download bereitgestellten XML-Dateien beantworten bei allen Windows-10-Versionen ab 1703 alle Fragen, bei Windows 8, 8.1 und Windows 10 bis Version 1607 immerhin einen Großteil. Das bedeutet, dass Sie bei Windows 8 bis 10 Version 1607 zumindest die Nachfrage nach dem Installationsschlüssel gestellt bekommen, bei den neueren Versionen hingegen nicht. Das ist letztlich aber eher ein kosmetisches Problem. Anders sieht es aus, wenn Sie mit unserem Skript Windows-Oldies wie 7 oder Vista in eine frische VM installieren – die hängen nach dem ersten Start in einer Endlosschleife fest, wenn Sie eine unserer XML-Dateien per Skript dort einimpfen lassen. Das macht nichts kaputt, sie können die VM ja einfach wieder löschen, kostet aber Zeit für den zweiten Anlauf.

Unsere Empfehlung lautet, unser Skript mitsamt der 7z-Dateien in einen weiteren Ordner zu kopieren, in den Sie auch unsere XML-Dateien entpacken. Zudem erstellen Sie zu dieser Kopie des Skripts auf dem beschriebenen Weg eine weitere Verknüpfung im „Senden an“-Menü. Nur nennen Sie sie dieses Mal nicht „c't-Win2Hyper-V“, sondern beispielsweise „c't-Win2Hyper-V -unattend“. Vergessen Sie nicht, das Häkchen vor „Als Administrator ausführen“ zu setzen.

Nun können Sie Windows 7 und Vista an die ursprüngliche Verknüpfung im

„Senden an“-Menü schicken, Windows 8 und 10 hingegen an die neue. Ob es ein 32- oder 64-Bit-Datensatz ist, spielt keine Rolle, c't-Win2Hyper-V verwendet automatisch die passende XML-Datei.

Wenn Sie letzteres ausprobieren, werden Sie feststellen, dass das frisch installierte Windows entgegen des Versprechens doch noch eine Frage hat. Ursache: Unsere Antwortdateien richten auch ein Nutzerkonto namens „ct“ ein, welches aber kein Passwort besitzt – die Antwortdatei kann zwar eines vorgeben, doch darauf haben wir absichtlich verzichtet, damit nicht später überall VMs mit demselben Passwort laufen. Also vergeben Sie bitte selbst eines. Falls Sie das nicht wollen, bestätigen Sie die Nachfragen einfach mit Enter. Das Konto hat dann kein Passwort, Windows meldet es beim Hochfahren automatisch an. Nun noch kurz warten, dann erscheint der Desktop der frischen VM.

Falls Ihnen die vorgegebenen Antworten nicht gefallen, kommen Sie nicht darum herum, eine eigene Antwortdatei zusammenzuklicken oder unsere zu bearbeiten. Tipp, weil nicht jeder damit rechnen darf: Mit der aktuellen Version des dazu nötigen Windows System Image Manager können Sie auch Antwortdateien für die Oldie-Windows-Versionen erstellen. So können Sie auch das Installieren von Vista und Windows 7 komplett automatisieren.

## Anpassen

Die Konfiguration der VM lässt sich wie gewohnt im Nachhinein in deren Einstellungen im Hyper-V-Manager anpassen. Sie können aber auch im Skript Variablen anpassen, sodass es künftig beispielsweise VMs mit 8 statt 4 virtuellen CPUs erzeugt. Falls Sie mal so und mal so eine VM wollen, erzeugen Sie einfach noch eine weitere Kopie des Skript-Ordners, passen das Skript darin an und verknüpfen es wie beschrieben ebenfalls im „Senden an“-Menü.

Das Skript kennt von Haus aus diverse Anpassungsmöglichkeiten. Öffnen Sie es dazu einfach in einem beliebigen Texteditor, Notepad.exe reicht. Mit dem Open-Source-Editor Notepad++ ist es dank farblicher Hervorhebungen übersichtlicher. Sie finden alle sinnvoll konfigurierbaren Variablen ab Zeile 19: rem ----- Variablen fuer die VM setzen ----- Zu den selbsterklärenden gehören die für die Anzahl der virtuellen CPUs sowie die Start-, Minimal- und Maximalgröße des RAM. Um die VM von Anfang an mit einem Netzwerkswitch zu verbinden, entfernen Sie in der Zeile rem set switch=-switchname 'default switch' am Anfang das rem und ersetzen bei Bedarf den Namen des Switches [8].

Standardmäßig erzeugt Hyper-V automatisch Prüfpunkte für VMs, was wir jedoch eher störend finden, weil deren automatisch vergebene Namen nur selten beim Identifizieren des aktuellen Zustands der VM helfen. Daher deaktiviert sie das Skript standardmäßig (Prüfpunkte von Hand setzen bleibt möglich). Wenn Sie automatische Prüfpunkte wünschen, ändern Sie in der Zeile set autocheckpoints=0 die 0 in eine 1.

Die nächste Variable konfiguriert die Generation der VM. Zur Erinnerung: Es geht im Wesentlichen um die Frage, ob die VM per Legacy-BIOS (Generation 1) oder per UEFI (Generation 2) booten soll [9]. Per UEFI ist schon seit Jahren bei physischen PCs Standard, in der VM aber üblicherweise nicht nötig. Es gibt weitere Unterschiede: Bei Generation 2 entsteht eine virtuelle Festplatten-Datei im VHD-Nachfolgeformat VHDX. Solche virtuellen Platten können anders als VHDs größer als 2 TByte werden. Zudem ist die VHDX-Datei mit einem anderen Partitionsschema versehen (GPT statt MBR) und enthält mehr Partitionen (Details in [10]). Es booten ausschließlich 64-Bit-Windows-Installationen darin. Windows Vista und 7 booten daraus von

Haus aus gar nicht. c't-Win2Hyper-V verweigert daher Installationen von Vista, 7 sowie aller 32-Bit-Installationen in Generation-2-VMs. Faustregel: 32-Bit-Versio-nen sowie alle vor Windows 8 erschien-nen gehören in Generation-1-VMs, bei 64-Bit-Versionen ab Windows 8 ist es egal.

Auch die VHD(X)-Datei können Sie anpassen: `set vhdsiz=127000` bestimmt die Größe in MByte. Die Zeile `set vhdtyp=1` entscheidet darüber, ob die Datei dyna-misch wachsen soll, also nur den Platz auf dem physischen Datenträger belegt, der für die Aufnahme der Daten in der VHD(X) erforderlich ist. Ändern Sie in dieser Zeile die 0 zu einer 1, belegt die Datei von An-fang an die volle Größe. Theoretisch läuft die VM dann im Betrieb in manchen Situa-tionen dezent schneller, weil das dynami-sche Vergrößern bei Bedarf entfällt, doch

im Alltag könnten wir nie Unterschiede wahrnehmen.

Wenn Sie mögen, können Sie Parti-tionsgrößen von Boot-/EFI-, MSR- und Recovery-Partition festlegen. Die Werte sind allerdings standardmäßig bereits so dimensioniert, dass alle Windows-Versio-nen damit funktionieren, Änderungen sollen Sie hier also nur vornehmen, wenn Sie genau wissen, was es mit diesen Par-titionen auf sich hat und Sie einen konkreten Grund zum Ändern kennen.

Schließlich können Sie hier noch die Dateinamen der 64- und 32-Bit-Antwort-datei festlegen. Das erlaubt beispielsweise, verschiedene Skripte mit verschiedenen Antwortdateien im selben Verzeichnis zu speichern.

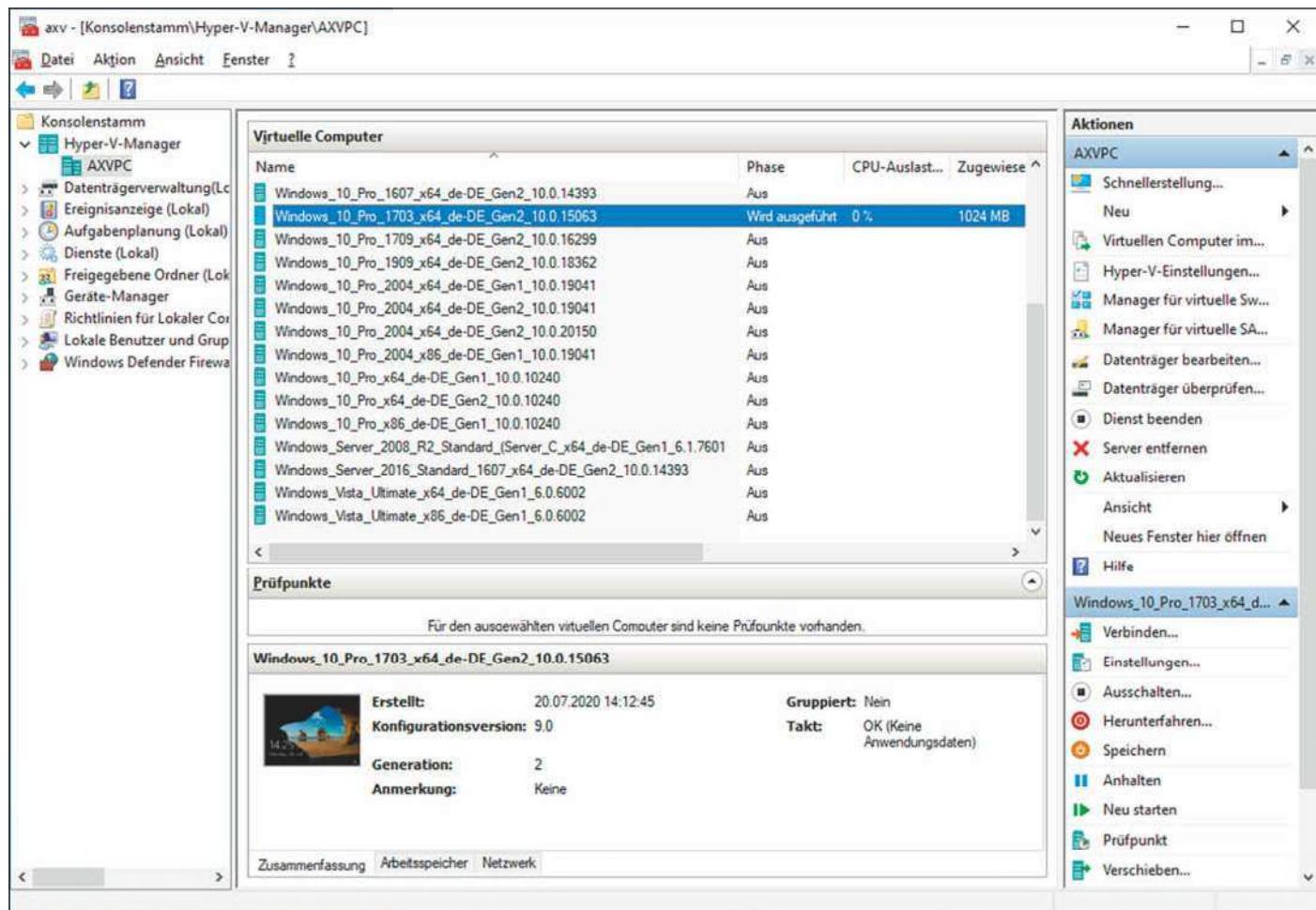
Zur Beachtung: Das Skript prüft nicht, ob Sie unsinnige Werte eingetragen haben. Es wird üblicherweise trotzdem eine VM

erzeugen. Falls Sie aber beispielsweise 32 virtuelle CPUs zuweisen, obwohl der Wirts-PC nur über 8 verfügt, scheitert der Start der VM. Solche Einstellungen können Sie nachträglich in den VM-Einstellungen korrigieren, zudem sollten Sie die Variablen im Skript wieder auf sinnvolle Werte setzen. Bei einer zu kleinen VHD oder einer, die mangels Platz nicht auf den phy-sischen Datenträger passt, bleibt Ihnen nur, die erzeugte VM zu löschen und eine neue zu erstellen.

## Noch mehr anpassen

Wer sich mit Batch-Programmierung und PowerShell auskennt, kann an c't-Win2Hyper-V noch weit mehr anpassen, es ist ja schließlich nur ein Batch-Skript.

Ihr besonderes Augenmerk verdient der Abschnitt ab Zeile 382, in dem der PowerShell-Code zum Erzeugen und An-



Die von c't-Win2Hyper-V erstellten VMs tragen automatisch generierte Namen. Im Bild markiert ist eine VM, in der Windows 10 Pro Version 1703 läuft, und zwar als 64-Bit-Variante in deutsch in einer Generation-2-VM. Die Build-Nummer am Ende dient auch dazu, Insider-Versionen von anderen zu unterscheiden: Weiter unten sehen Sie Windows 10 Pro Version 2004 einmal als Build 10.0.19041 (die derzeit aktuelle, für die Allgemeinheit freigegebene Version) sowie als Build 10.0.20150, eine bereits weiterentwickelte Vorabversion der nächsten Windows-Version, die derzeit intern zwar noch als 2004 läuft, vermutlich aber 2009 oder 20H2 heißen wird.

```

19 rem ----- Variablen fuer die VM setzen -----
20
21 rem *** VM: Anzahl der virtuellen CPUs
22 set cpu=4
23
24 rem *** VM: Start-RAM-Groesse in MByte ***
25 set startram=2048
26
27 rem *** VM: Minmale RAM-Groesse in MByte ***
28 set minram=1024
29
30 rem *** VM: Maximale RAM-Groesse in MByte ***
31 set maxram=4096
32
33 rem *** VM: Netzwerkswitch auswählen. Zum Aktivieren "rem" vor
der naechsten Zeile entfernen und bei Bedarf Switchname in
Anfuehrungsstrichen ('') anpassen
34 rem set switch=-switchname 'default switch'
35
36 rem *** VM: Automatische Pruefpunkte an (1) oder aus (0)
set autocheckpoints=0
37
38 rem *** VM: Generation 1 (Legacy BIOS) oder 2 (UEFI)? ***
39 set gen=1
40
41 rem ----- Variablen fuer die VHD(x) setzen -----
42
43 rem *** VHD: (maximale) Dateigroesse in MByte ***
44 set vhdsiz=127000
45
46 rem *** VHD-Typ: 0 (feste Groesse) oder 1 (dynamisch wachsend) ***
47 set vhdtyp=1
48
49 rem *** VHD: Partitionsgroesse Boot-/EFI-Partition ***
50 set partroot=500
51

```

Batch file length: 15.052 lines: 448 Ln: 1 Col: 1 Sel: 0|0 Windows (CR LF) ANSI INS

Im Skript lassen sich diverse Variablen anpassen, damit es VMs gemäß Ihren Wünschen erzeugt.

passen der neuen VM steht. Damit PowerShell im Batch funktioniert, reicht es übrigens aus, einfach den Befehl `Powershell` vor jeden entsprechenden Befehl zu setzen (das für PowerShell-Skripte sonst nötige Lockern einer Sicherheitsrichtlinie ist hier unnötig). Zum Einsatz kommen die cmdlets `new-vm` und `set-vm`, für Maschinen mit Windows 7 und Vista (if `%alter%==alt`) zudem `Remove-VMNetworkAdapter` und `Add-VMNetworkAdapter -IsLegacy $true`. Das tauscht die normalerweise in einer VM enthaltene „Netzwerkkarte“ gegen eine „Ältere Netzwerkkarte“, weil die Oldie-Betriebssysteme mit der neueren Variante nichts anfangen können. Die cmdlets können weit mehr, als den Skript-Zeilen anzusehen ist, zudem gibt es weitere, die je nach Einsatzzweck nützlich sein könnten. Erste Anlaufstelle ist Microsofts umfangreiche Doku dazu, zu finden via [ct.de/y78v](http://ct.de/y78v).

Wenn Sie sich mit anderen Lesern über das Skript austauschen wollen, finden Sie ebenfalls via [ct.de/y78v](http://ct.de/y78v) das Forum zum Artikel. Dort können Sie gern Code-Zeilen

eigener Weiterentwicklungen veröffentlichen.  
([axv@ct.de](mailto:axv@ct.de)) **ct**

#### Literatur

- [1] Jan Schüßler, FAQ: Windows Insider, c't 5/2020, S. 178, auch online unter [ct.de/-3281564](http://ct.de/-3281564)
- [2] Axel Vahldiek, Viele PCs in einem, Virtuelle Computer mit Hyper-V unter Windows 10, c't 4/2020, S. 140
- [3] Axel Vahldiek, FAQ: Windows Image-Format WIM, c't 18/2018, S. 176, auch online unter [ct.de/-4133050](http://ct.de/-4133050)
- [4] Axel Vahldiek, Inflation der Editionen, Über die scheinbar simple Frage, wie viele Ausgaben von Windows 10 es gibt, c't 13/2018, S. 148
- [5] Axel Vahldiek, Auftragsarbeit, Wie eine Windows-Installation abläuft – und wo Sie eingreifen können, c't 25/2018, S. 154
- [6] Axel Vahldiek, Frag nicht, mach hin!, Mit Antwortdateien automatisiert Windows installieren, c't 25/2018, S. 148
- [7] Axel Vahldiek, FAQ: Windows System Image Manager, c't 25/2018, S. 156, auch online unter [ct.de/-4223615](http://ct.de/-4223615)
- [8] Axel Vahldiek, Getrennte Strippen, Tipps zu den Netzwerkswitches von Hyper-V, c't 9/2020, S. 148
- [9] Christof Windeck, FAQ: UEFI-BIOS, c't 22/2018, S. 114, auch online unter [ct.de/-4183755](http://ct.de/-4183755)
- [10] Axel Vahldiek, Vielfach unterteilt, Die Partitionierung moderner Windows-PCs, c't 5/2018, S. 146

**c't-Win2Hyper-V, MS-Doku:** [ct.de/y78v](http://ct.de/y78v)

mit dem Node-RED Special von Make!

Jetzt auch  
komplett digital  
erhältlich!



**Make: Node-RED SPECIAL**

**Grundlagen**

- Einführung in Node-RED
- MOTT verstehen
- Installation auf dem Pi
- Flows erstellen
- ESP8266 einrichten & programmieren
- Sensoren auslesen & Motoren steuern
- Bedienoberflächen entwerfen
- Einstieg in JavaScript

**Projekte**

- Temperatur messen
- Fenstersensoren überwachen
- Servomotor als Anzeige
- Präsenzerkennung im WLAN
- Bandbreitenanzeige mit LED-Streifen
- DECT-Geräte steuern

**Für Fritzbox**

[www.heise-verlag.de](http://www.heise-verlag.de)



inkl. D1 Mini

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten. Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.



heise shop

[shop.heise.de/ma-nodered](http://shop.heise.de/ma-nodered)





# Langzeitgedächtnis

## Die Bash-History im Griff

**Mit ein paar Kniffen holen Sie Kommandozeilenbefehle schnell wieder aus dem Verlauf hervor und ändern nur das Nötigste. Scheitert etwa die SSH-Verbindung zum Server an einem kleinen Tippfehler im Hostnamen, ist das schnell korrigiert.**

**Von Tim Schürmann**

Die weitverbreitete Linux- und Unix-Shell Bash merkt sich zuletzt abgesetzte Konsolenbefehle in einer History. Mit passenden Kommandos, Kürzeln und Tastenkombinationen kann diese sowohl Viel-tippern als auch Gelegenheitsnutzern die Arbeit erleichtern. Mit den Pfeiltasten holt man im Terminal schnell die letzten Kommandozeilenbefehle wieder auf den Bildschirm und kann sie so ohne wiederholtes Tippen erneut absetzen. Das spart bei langen Kommandos ordentlich Zeit und auch Tippfehler sind schnell korrigiert.

### Großfahndung

Liegt ein Befehl etwas länger zurück, hilft die Tastenkombination Strg+R: Tippen Sie anschließend irgendeinen Teil eines vorherigen Kommandos ein, sucht die Bash den passenden Befehl aus der History heraus. Wollen Sie alle passenden Einträge durchblättern, drücken Sie einfach erneut Strg+R, um die Liste rückwärts durchzugehen. Haben Sie das passende Kommando gefunden, schicken Sie es mit Enter erneut ab oder Sie passen das Kommando zuvor nach Bedarf an. Ist das richtige nicht dabei, kehren Sie stattdessen mit Esc oder Strg+G zum Prompt zurück. Für einige Tastenkombinationen gibt es Alternativen, die die Tabelle „Tastenkürzel zur Steuerung der History“ auflistet.

Der Befehl zum Einrichten des Netzwerks beginnt mit ip addr. Doch wie ging er weiter? In solchen Fällen drücken Sie Strg+A und setzen damit den Cursor an den Anfang der Kommandozeile. Konsultieren Sie dann mit Strg+R die Suche und holen Sie via Strg+Y den Inhalt der Kommandozeile in die Suchfunktion. Per Strg+R blättern Sie durch die History und suchen den mit ip addr beginnenden Befehl heraus. Hat man diese drei Tastendrücke verinnerlicht, gelingt die Suche in der History gerade bei sehr alten Befehlen deutlich schneller als über die Cursortasten.

Strg+Y holt den Text ab dem Cursor in die Suche. Tippen Sie beispielsweise cd Bilder, platzieren Sie den Cursor auf dem B und drücken dann Strg+R gefolgt von Strg+Y, dann sucht die Bash in der History das Wort Bilder.

## Schnell wiederholt

Wenn Ihnen das zu viele Tastenkombinationen sind, verwenden Sie den Befehl !?Bilder?: Er sucht in der History den jüngsten Befehl, in dem das Wort Bilder vorkommt und führt das Kommando umgehend aus. Analog startet die Bash mit !cd den letzten Befehl, der in der History mit cd beginnt. Das letzte Kommando kennt die Bash zudem unter dem Kürzel !!. Damit kommen Sie schnell zum Ziel, wenn Sie einen Bandwurmbefehl eingegeben haben, der dann doch Systemverwaltungsrechte benötigt. In diesem Fall tippen Sie sudo !!.

Wenn Sie mit touch ~/einganzlanger-dateiname.txt eine Textdatei angelegt haben und diese im Editor nano bearbeiten möchten, müssen Sie den langen Dateinamen nicht erneut eintippen. Stattdessen rufen Sie nano !\$ auf. Das Kürzel !\$ übernimmt den letzten Parameter des vorherigen Befehls. Im Fall von ping ct.de -4 würde !\$ nur für -4 stehen. Soll die Bash alle Parameter übernehmen, verwenden Sie das Kürzel !\*. Benötigen Sie nur den

```
tim@ubuntu:~/Bilder$ cd ..
tim@ubuntu:~$ ls
Bilder Dokumente Downloads Musik Öffentlich
Schreibtisch Videos Vorlagen
(reverse-i-search)`Bil': cd Bilder
```

Die mit Strg+R aufgerufene Suchfunktion ist gewöhnungsbedürftig: Rechts neben dem Suchbegriff (hier „Bil“) taucht das darauf passende Fundstück aus der History auf.

ersten Parameter, verwenden Sie !^. Diese von einem Ausrufezeichen eingeleiteten Befehle bezeichnet die Bash als Event Designators. Wenn Sie den entsprechenden Befehl nicht direkt ausführen, sondern erst einmal nur anzeigen lassen möchten, hängen Sie an den Event Designator noch :p an, beispielsweise !!:p. Gefällt Ihnen der Befehl, holt ihn die Tastenkombination Strg+P anschließend in die Kommandozeile.

## Tiefe Einblicke

Weitere Hilfe bei der Suche nach Befehlen im Verlauf bietet der eingebaute Befehl history. Ohne weitere Parameter listet er zunächst alle vorherigen Kommandos auf. Ist die Liste sehr lang, können Sie sie an more weiterreichen, indem Sie | more dahinter ergänzen. Mit history 10 wirft das Kommando nur die letzten zehn Befehle aus. Alternativ filtern Sie mit grep: Der Befehl history | grep apt spürt alle Befehle mit dem Wort apt auf. Möchten Sie zusätzlich noch wissen,

wann Sie die einzelnen Befehle aufgerufen haben, setzen Sie die Umgebungsvariable HISTTIMEFORMAT:

```
HISTTIMEFORMAT="%F %T: "
```

Die Kürzel bestimmen das Datums- und Zeitformat. %F steht für das Datum, %T für die Uhrzeit. Die Leerzeichen sorgen für eine besser lesbare Ausgabe. Die Kürzel folgen der strftime-Notation, zu der man strftime weitere Informationen liefert. Der Befehl history liefert nach dem Setzen der Variablen also nun auch die Zeitangaben mit.

Besonders schnell steht ein Kommando aus der History über die Zahl in der ersten Spalte bereit: Stellen Sie der jeweiligen Nummer dazu ein Ausrufezeichen voran. Den Befehl mit der Nummer 24 im Verlauf führt !24 erneut aus.

Die Bash kann dabei auch rückwärts zählen: !-1 startet den letzten Befehl, !-2 den vorletzten und so weiter. Den Aufruf via Ausrufezeichen können Sie als Platzhalter auch in andere Befehle einbinden, beispielsweise sudo !24.

## Herausgepickt

Gerade Datenbankserver sind häufig über kryptische Domainnamen zu erreichen. Früh morgens hat die Anmeldung via ssh -p22 langerdomainname.example.com noch geklappt. Wenn Sie am Nachmittag wissen möchten, ob der Server noch antwortet, müssten Sie entweder hinter ping den langen Domainnamen erneut eintippen oder

## History-Chaos vermeiden

Wenn Sie mehrere Terminal-Fenster öffnen, führt jedes seine eigene History. Mit einem Trick können Sie allen Terminals das gleiche Gedächtnis verpassen. Dazu fügen Sie am Ende der ~/.bashrc folgende Zeile hinzu:

```
PROMPT_COMMAND="history -a; history -c; history -r; $PROMPT_COMMAND"
```

Die als PROMPT\_COMMAND hinterlegten Befehle führt die Bash aus, noch bevor sie den Prompt anzeigt. Mit dieser Zeile hängt die Bash zunächst mit history -a den aktuellen Verlauf an die gemeinsame History-Datei an, danach wird der Verlauf des Terminalfensters im Hauptspeicher gelöscht (history -c) und dafür die komplette, gemeinsame History wieder eingelesen (history -r). Das Löschen ist notwendig, da history -r die geladenen

Befehle sonst an die vorhandene History anhängt.

Mit diesem Trick tauschen die Shells zwar ihre Kommandos aus, ein Terminal synchronisiert sich allerdings immer erst dann, wenn darin ein Befehl abgesetzt wurde. Nach einem Wechsel in eine andere Shell müssen Sie daher die Synchronisierung einmal mit einem Druck auf die Eingabetaste auslösen. Darüber hinaus können gelegentlich Duplikate in der History auftauchen. Alternativ spendieren Sie jedem geöffneten Terminal eine eigene History. Dazu müssen Sie in der Variablen HISTFILE für jedes Terminal eine eigene Datei festlegen. Das erledigt beispielsweise folgender Zweizeiler in der ~/.bashrc:

```
CURTTY=`tty`
HISTFILE=~/.bash_history_`basename $CURTTY`
```

## Tastenkürzel für die History

Tastenkombination	Bedeutung
Cursor hoch / Strg+P	rückwärts durch die History blättern
Cursor runter / Strg+N	vorwärts durch die History blättern
Alt+Umschalt+>	auf die Kommandozeile und somit ans Ende der History springen
Alt+<	zum ersten Befehl in der History springen
Strg+R	rückwärts in der History suchen
Strg+Y	Inhalt der Kommandozeile ab dem Cursor in die Suche übernehmen
Strg+O	den gefundenen Befehl ausführen
Strg+Umschalt+J	den gefundenen Befehl in die Kommandozeile übernehmen
Strg+G	Suche abbrechen

```
tim@ubuntu:~$ history
1 2020-05-27 11:49:59: cd Bilder
2 2020-05-27 11:49:59: ls -la
3 2020-05-27 11:49:59: cd ..
4 2020-05-27 11:49:59: sudo apt search synaptic
5 2020-05-27 11:49:59: man strftime
6 2020-05-27 11:49:59: ip --help
7 2020-05-27 11:49:59: ip a
8 2020-05-27 11:49:59: cd Downloads
9 2020-05-27 11:49:59: wget -c ftp://ftp.gnu.org/gnu/bash/bash-5.0.tar.gz
10 2020-05-27 11:49:59: tar xvfz bash-5.0.tar.gz
11 2020-05-27 11:49:59: ls
12 2020-05-27 11:49:59: cd bash-5.0
13 2020-05-27 11:49:59: ls
14 2020-05-27 11:49:59: cd ~
15 2020-05-27 11:50:02: clear
tim@ubuntu:~$
```

Steht an Stelle 12 in der History „cd bash-5.0“, führt ihn das Kommando „!12“ ein weiteres Mal aus. Ist ein Eintrag in der History mit einem Sternchen (\*) markiert, hat die Bash das Kommando aus irgendeinem Grund verändert.

ihn mit history nachschlagen. Doch es geht einfacher:

```
ping !ssh:2
```

Mit !ssh:2 läuft die Bash rückwärts durch die History, schnappt sich das erste mit ssh startende Kommando und liefert dann seinen zweiten Parameter zurück. Im Beispiel steht !ssh:2 somit für den gesuchten Domainnamen.

Die mit dem Doppelpunkt eingeleiteten Anhängsel bezeichnet die Bash als Word Designators. Dabei zerhackt die Bash den entsprechenden Befehl in einzelne Wörter, sodass Sie daraus ein Wort oder einen Parameter mit Kürzeln hinter dem Doppelpunkt auswählen können. Dabei dürfen Sie mehrere Parameter gleichzeitig übernehmen. So entspricht !ssh:1-2 dem zweiten und dritten Parameter, im Beispiel also dem Port und dem Domainnamen. !ssh:1-\$ steht für sämtliche Parameter, wobei \$ den letzten Parameter repräsentiert. Außerdem gibt es

noch ^ für den ersten Parameter. !ssh^-\$ liefert folglich alle Parameter aus dem letzten Befehl, der mit ssh beginnt. !ssh:0 gibt das Programm selbst zurück, im Beispiel also ssh.

### Schnellkorrektur

War im zuletzt abgesetzten Kommando ein Tippfehler, können Sie diesen mit dem Zirkumflex-Zeichen korrigieren. Um zum Beispiel den fehlerhaften Befehl cd Blider erneut mit dem richtigen Verzeichnisnamen „Bilder“ abzusetzen, tippen Sie:

```
^Blider^Bilder^
```

In diesem Beispiel ersetzt die Bash das Wort Blider gegen Bilder und ruft das Kommando direkt erneut auf. Das klappt so aber nur mit dem zuletzt eingegebenen Befehl.

Weiter zurückliegende Befehle verändern Sie nachträglich mit dem Kommando fc. Via fc -e nano 23 passen Sie im

```
tim@ubuntu:~/Downloads$ history 6
9 wget -c ftp://ftp.gnu.org/gnu/bash/bash-5.0.tar.gz
10 tar xvfz bash-5.0.tar.gz
11 ls
12 cd bash-5.0
13 ls
14 cd ~
tim@ubuntu:~/Downloads$ echo `basename !9:2`
echo `basename ftp://ftp.gnu.org/gnu/bash/bash-5.0.tar.gz` bash-5.0.gz
tim@ubuntu:~/Downloads$ echo !9:2:t
echo bash-5.0.tar.gz
bash-5.0.tar.gz
tim@ubuntu:~/Downloads$
```

Mit Word Designators und Modifiers lösen Sie aus einem alten Kommando schnell einen Dateinamen heraus. „!9:2“ liefert den Dateinamen bash-5.0.tar.gz, der Modifier „,:t“ ersetzt den Befehl „basename“.

Texteditor nano den Befehl an, der in der History auf Position 23 steht. Hinter -e geben Sie den gewünschten Editor an. Ohne den Parameter verwendet die Bash den Standardeditor und daher meist Vi. Die veränderte Zeile speichern Sie im Editor. Sobald Sie diesen beenden, führt die Bash das Kommando automatisch aus. Die History können Sie mit diesem Befehl nicht verändern, dazu müssen Sie stattdessen die Datei .bash\_history in einem Editor bearbeiten.

fc kann auch mehrere Befehle gleichzeitig in den Editor laden und ausführen, wenn Sie die erste und die letzte Position in der History angeben. Mit fc 25 27 wandern beispielsweise die Befehle an den Positionen 25, 26 und 27 in den Editor. Wenn Sie noch den Parameter -r ergänzen, dreht fc die Reihenfolge der Befehle um.

### Zerlegt

Mit more /etc/apt/apt.conf.d/20auto-upgrades werfen Sie unter Ubuntu und Mint einen Blick in die Konfigurationsdatei für automatische Updates. Möchten Sie anschließend in das Verzeichnis /etc/apt/apt.conf.d wechseln, führt folgender Befehl am schnellsten zum Ziel:

```
cd !!:$:h
```

## Event Designators, Word Designators und Modifier

Eingabe	Funktion
!?abc	das erste Kommando in der History suchen, das abc enthält
!abc	das erste Kommando in der History suchen, das mit abc beginnt
!!	zuletzt aufgerufener Befehl
!^	erster Parameter im vorherigen Befehl
!*	alle Parameter im vorherigen Befehl
!\$	letzter Parameter im vorherigen Befehl
!n	Befehl an Position n in der History
!-n	Befehl, der an der n-ten Stelle von hinten in der History steht :2
:2	Nur der zweite Parameter des Befehls
:2-5	der zweite bis fünfte Parameter des Befehls
:2-\$	der zweite und alle weiteren Parameter des Befehls
:*	Sämtliche Parameter des Befehls
:p	den Befehl nur ausgeben
:h	in einer Pfadangabe das Ende abschneiden
:t	das Ende einer Pfadangabe (zum Beispiel der Dateiname)
:r	alles hinter dem letzten Punkt abschneiden (zum Beispiel die Dateiendung)
:e	alles hinter dem letzten Punkt (zum Beispiel die Dateiendung)
:q	den Text in Anführungsstriche setzen

Dabei steht `!:$` für den letzten Parameter des vorherigen Befehls. Das angehängte `:h` sorgt dafür, dass die Bash alles ab dem letzten Schrägstrich entfernt. Im Beispiel bleibt dann nur das Verzeichnis übrig:

```
cd /etc/apt/apt.conf.d
```

Die Angabe `:h` ist ein sogenannter Modifizierer, von denen es noch weitere gibt. So liefert `:t` den hintersten Bestandteil einer Pfadangabe. Im Beispiel würde `!:$:t` für den Dateinamen `20auto-upgrades` stehen. Während sich `:h` und `:t` an den Schrägstrichen orientieren, suchen `:r` und `:e` Punkte. Der Modifizierer `:r` entfernt daher die Dateinamenserweiterung:

```
tar xvfz meinarchiv.tar.gz
cd !:$:r
```

In diesem Beispiel bleibt `meinarchiv.tar` übrig – und die Bash versucht, in dieses Verzeichnis zu wechseln. Um auch `.tar` zu eliminieren, ist ein weiterer Modifizierer nötig: `cd !:$:r:r`. Möchten Sie stattdessen alles bis auf die Endung entfernen, verwenden Sie den Modifizierer `e`. Die Modifizierer können Sie nicht nur auf den letzten Befehl (!!) anwenden, sondern stattdessen auch einen anderen Event Designator einsetzen.

## Befehlsvorlauf sichern

Haben Sie an den eingegebenen Befehlen lange gefeilt, wollen Sie diese vielleicht speichern oder auch auf anderen Systemen verwenden. Mit `history -w myhistory` sichern Sie dazu den aktuellen Befehlsvorlauf in der Datei `myhistory`. Die Datei enthält eine Liste mit Befehlen, die Sie mit jedem Texteditor nachbearbeiten können.

Wollen Sie die gesicherte History erneut laden, tippen Sie `history -r myhistory`. Die darin gespeicherten Befehle werden dann an ihre aktuelle History angehängt. Falls Sie nur zur alten Version zurückkehren möchten, löschen Sie zuvor mit `history -c` erst sämtliche bisherigen Einträge.

Wenn Sie den Dateinamen weglassen, benutzt die Bash automatisch die Datei `~/.bash_history`. Die dort abgelegten Befehle lädt die Bash zudem automatisch beim Start und speichert darin die eingegebenen Befehle. Auf diese Weise stehen die zuletzt verwendeten Kommandos in jeder neuen Shell zur Verfügung. Einige Unix- und Linux-Systeme verwenden anstelle von `~/.bash_history` eine andere

```
tim@ubuntu: ~/Downloads
GNU nano 4.8 /tmp/bash-fc.VQLQXP
cd Downloads
wget -c ftp://ftp.gnu.org/gnu/bash/bash-5.0.tar.gz
tar xvfz bash-5.0.tar.gz
ls
```

^G Hilfe ^O Speichern ^W Wo ist ^K Ausschneide J Ausrichten  
^X Beenden ^R Datei öffnen ^U Ersetzen ^U Text einfügen ^T Rechtschr.

Mit dem Kommando `fc` bearbeiten Sie mehrere Befehle aus der History auf einmal. Nach dem Speichern und Beenden führt die Bash diese nacheinander aus. So automatisieren Sie wiederkehrende Aufgaben, ohne gleich ein Skript schreiben zu müssen.

Datei, deren Name die Umgebungsvariable `$HISTFILE` verrät.

## Nur Wichtiges merken

Befehle wie `history` und `fc` landen ebenfalls in der History. Verhindern können Sie das mit der Umgebungsvariablen `$HISTIGNORE`. Die dort eingetragenen und durch einen Doppelpunkt getrennten Befehle ignoriert die Bash:

```
HISTIGNORE="history:fc"
```

Das Sternchen sorgt dafür, dass die Bash nicht nur `fc` selbst, sondern alle damit beginnenden Befehle ignoriert. Wer zweimal hintereinander `ls` aufruft, findet in der History auch zweimal `ls`. Solche Dubletten verhindert `HISTCONTROL=ignoredups`. Mit `ignoreboth` anstelle von `ignoredups` ignoriert die History auch Befehle, die mit einem Leerzeichen starten. Auf diese Weise können Sie elegant verhindern, dass ein eingetippter Befehl in der History landet: Stellen Sie ihm einfach ein Leerzeichen voran. Alternativ können Sie die History mit `set +o history` auch komplett abschalten. Um sie wieder zu aktivieren, tippen Sie `set -o history`.

Das Gedächtnis der Bash ist begrenzt. Wie viele Einträge die History aufnehmen

kann, gibt die Umgebungsvariable `$HISTSIZE` vor. Im Fall von `HISTSIZE=1000` würde sie sich 1000 Befehle merken. Dies ist auf den meisten Linux-Systemen die Vorgabe, die Bash merkt sich standardmäßig nur 500 Einträge.

## Dauerhafte Konfiguration

Damit die gewählten Umgebungsvariablen dauerhaft gelten, sollten Sie sie in einer Konfigurationsdatei der Bash verstauen, prädestiniert ist die Datei `~/.bashrc`, die wir in [1] vorgestellt haben. Auf diese Weise müssen Sie sich auch die Variablennamen nicht merken. Von den Tastenkombinationen ist `Strg+R` die nützlichste, alle anderen brauchen nur Bash-Experten.

Wenn man sie nicht häufiger nutzt, geraten praktische Event Designators und Word Designators leicht wieder in Vergessenheit. Doch als Anwender braucht man oft ähnliche Befehle und erledigt wiederkehrende Aufgaben. Legen Sie sich für diese zwei oder drei nützliche Event Designators zurecht oder notieren Sie diese irgendwo in greifbarer Nähe.

(lmd@ct.de)

## Literatur

[1] Tim Schürmann, Farbenfroh, Die Linux-Shell Bash clever einrichten und -färbeln, c't 16/2020, S. 160

Das angehängte `..:h` entfernt alles nach dem letzten Schrägstrich. Übrig bleibt nur das Verzeichnis.

```
tim@ubuntu: ~
tim@ubuntu: $ more /etc/apt/apt.conf.d/20auto-upgrades
APT::Periodic::Update-Package-Lists "0";
APT::Periodic::Unattended-Upgrade "0";
tim@ubuntu: $ cd !:$:h
cd /etc/apt/apt.conf.d
tim@ubuntu: /etc/apt/apt.conf.d$
```



# Möbelmonster im Dämmerlicht

**Creaks: Hardcore-Rätseln unter Tage**

**Stühle, Nachtschränkchen, Kleiderständer: Im jüngsten Werk des Adventure-Studios Amanita Design verwandelt man Monster in Hilfsmittel zur Lösung kniffliger Rätsel.**

**Von Peter Kusenberg**

Selbst vertraute Dinge können schnell unheimlich werden, das weiß das Mädchen Boo im Pixar-Kinofilm „Monster AG“ so gut wie Gregor Samsa, der in Franz Kafkas Geschichte „Die Verwandlung“ morgens in seinem Bett als riesiger Käfer aufwacht. In Creaks schält sich im schummrigen Arbeitszimmer eines jungen Mannes die Tapete von der Wand; dahinter entdeckt der namenlose Protagonist einen Geheimgang mit einer sehr langen Leiter, die in ein gigantisches unterirdisches Gebäude führt. Während der Boden bebt, steigt der junge Mann die Leiter hinab, um das Geheimnis des Gebäudes zu ergründen – und das Geheimnis seiner eigenartigen Bewohner.

Seine bisherigen Adventures rüstete das tschechische Studio Amanita Design mit Point-and-Click-Steuerung aus, etwa die Samorost-Spiele oder das niedliche

Robotermärchen Machinarium. Creaks hingegen inszenieren die Tschechen als Platform-Adventure. Der junge Mann erklettert Leitern, überspringt kleine Abgründe und betätigt Schalter. Die Spielerin sieht den jeweiligen Spielabschnitt aus der Seitenansicht und überlegt, wie sie eine Falltür öffnen oder fehlende Leitersprossen ausgleichen kann. Als hilfreich erweisen sich monsterförmige Wesen, die die jeweils etwa bildschirmgroße Level-Welt bevölkern. Zuerst lockt der junge Mann gefährliche Wachhunde an und verwandelt sie mit dem Schein einer Lampe in Nachtschränkchen, indem er im richtigen Moment das Licht anknipst.

## Monster zu Möbeln

Auf gleiche Weise verfährt man mit springfreudigen Ziegen, die zu Garderobenständern werden, und mit quallenförmigen Schwebegeistern, die der Schein einer Deckenlampe in Erdgloben verzaubert. Die Möbelstücke dienen als Kletterhilfe und als Gewicht, um Kontaktsschalter am Boden auszulösen. Je mehr Creaks (Monster) und Schalter im Level vorhanden sind, umso umfangreicher gerät das Rätsel. In der ersten der rund fünf Spielstunden braucht man nie lang, um die Lösung zu finden. Später wird es kniffliger, und man-

che Rätsel sind derart vertrackt, dass zu den fünf leicht zwei weitere Spielstunden hinzukommen. Eine In-Game-Spielhilfe fehlt leider. Das Scheitern kostet allerdings kaum Zeit, denn der Spielstand wird in den Leveln mehrmals gespeichert.

Das Artwork ist wie von Amanita gewohnt sehr ansehnlich: Kulissen und Figuren sind handgezeichnet und bilden ein dezent gruseliges Ambiente. Eine echte Sprachausgabe fehlt, was nicht stört, zeigen doch Monster und andere Unterweltbewohner eine deutliche Gestik und Mimik. Die jazzig-elektronischen, teils angenehm dissonanten Klänge des Komponisten Joe Acheson alias Hidden Orchestra harmonieren mit der bedrohlichen Umgebung und der Handlung, die am Ende eine dramatische Auflösung erfährt.

Allzu fad hingegen wirkt der Protagonist mit Strubbelkopf und Glubschaugen. Der junge Mann bleibt gar zu gleichmäßig, und man erfährt nichts über sein Leben vor dem Unterwelt-Trip, über seine Ängste und Sehnsüchte. Das hatten die Entwickler in Machinarium deutlich besser hinbekommen, als sie den Roboterwesen Denkblasen verpassten.

Technisch präsentiert sich das Spiel genügsam und stabil, nur die Steuerung hakt manchmal ein wenig, etwa wenn man vor einem Wachhund davonläuft und der junge Mann ungewollt eine Leiter hinunterklettert. Oder wenn das Hinabspringen nicht gelingt und man von einem Wachhund zerfleischt wird. Wie die getestete Switch-Version lässt sich die gleichfalls ausprobierte PC-/Mac-Version (via Steam und Gog) mit Controller spielen. Ein paar nette Minispiele und „Achievements“ sind Teil des Spiels, ohne für die Story relevant zu sein.

## Fazit

Wie in Machinarium verstärken die handgezeichneten Level den Charme des Spiels, ebenso wie die wohlklingende und klug eingesetzte Musik. Wer sich nicht scheut, bei den schwersten Rätseln in einer Online-Lösung zu kiebitzen, begibt sich hier auf eine bis zum Ende anregende und stimmgünstige Rätselreise. (lmd@ct.de) **ct**

## Creaks

Plattform-Adventure	
Vertrieb	Amanita Design, <a href="https://amanita-design.net/games/creaks.html">https://amanita-design.net/games/creaks.html</a>
Systeme	Windows ab 7 SP1 (64-Bit), macOS (Catalina), Nintendo Switch, PlayStation 4, Xbox One, iOS (Apple Arcade)
Preis	20 €



## Sie suchen einen interessanten und qualifizierten Job in der IT-Branche?

### Attraktive Arbeitgeber warten auf Sie!

heise jobs, die Jobbörse von heise online, und Jobware, der Stellenmarkt für Fach- und Führungskräfte, begrüßen Sie beim IT-Jobtag! Zahlreiche attraktive Arbeitgeber präsentieren sich mit ihren aktuellen Stellenangeboten, Aus- und Weiterbildungsplätzen sowie berufsbegleitenden Studiengängen aus dem ITK-Segment. Im direkten Gespräch können Sie sich informieren, austauschen oder auch eine individuelle Karriereberatung bzw. einen Bewerbungscheck der Jobware Personalberatung in Anspruch nehmen. Verschiedene Vorträge zu spannenden Themen ergänzen das Rahmenprogramm.

### Aus aktuellen Anlass:

- Der IT-Jobtag ist als nationale Veranstaltung ausgelegt.
- Es werden alle notwendigen Hygiene-Vorschriften beachtet.
- Während der Veranstaltung werden an allen Eingängen Desinfektions-Handspender aufgestellt.

### TERMINE 2020

NÜRNBERG  
15.09.2020

Meistersingerhalle Nürnberg

HANNOVER  
30.09.2020

Verlagsgebäude Heise Medien

STUTTGART  
28.10.2020

IHK Region Stuttgart

## Tipps & Tricks

# Sie fragen – wir antworten!

### Unerwartete Datenverbindungen

**?** Ich nutze mit meinem Smartphone eine Tagesflatrate, die nur bei Nutzung abgerechnet wird. Obwohl ich die Datenverbindung deaktiviert habe, verbindet sich das Handy mehrmals pro Woche mit dem Internet und löst damit die Zahlung für einen Tag aus. Weder der Support des Handyherstellers noch der des Netzbetreibers konnten mein Problem lösen. Wie kann ich das abstellen?

**!** Vermutlich handelt es sich um das gleiche Phänomen, das das sogenannte Geister-Roaming verursacht, also die Abrechnung von Verbindungen im Roaming trotz deaktivierter Datenverbindung.

Das seit vielen Jahren bekannte Problem liegt im LTE-Netz. Offenbar gelingt es den Betreibern nicht, Signalisierungs-

und Nutzdaten sauber zu trennen, sodass vermeintliche Datenübertragungen berechnet werden, die der Nutzer gar nicht veranlasst hat.

Um das zu verhindern, sollten Sie nicht nur die Datenübertragung deaktivieren, sondern auch die Nutzung des LTE-Netzes. In Android 10 finden Sie die Einstellung unter WLAN & Internet, SIM & Netzwerk, „Bevorzugter Netzwerktyp“. Dort stellen Sie ein, dass nur 2G- und 3G-Netzwerke genutzt werden. Telefonisch sind Sie dann immer noch ohne Einschränkung erreichbar, allerdings sollten Sie die Einstellung zurücksetzen, wenn Sie tatsächlich das Internet nutzen wollen. (uma@ct.de)

### Umschalten zwischen Grafikkarten

**?** Gibt es eigentlich bei aktuellen Prozessoren und Mainboards die von Notebooks bekannte Möglichkeit, im Desktop-Betrieb die integrierte Grafikeinheit zu nutzen und die dedizierte Grafikkarte nur für anspruchsvolle Anwendungen oder Spiele zu aktivieren?

**!** Für eine maximale Stromersparnis betreiben Sie den Monitor an einem Anschluss der integrierten Grafik, die Sie im BIOS-Setup Ihres Mainboards möglicherweise erst aktivieren müssen. In den Windows-Anzeigeeinstellungen weisen Sie dann unter „Grafikeistungseinstellungen“ jeder Anwendung einen beliebigen Grafikprozessor manuell zu. (csp@ct.de)

### JBL Link 300 lässt sich nicht einrichten

**?** Ich habe den Lautsprecher JBL Link 300 mit integriertem Google Assistant gekauft. Die Einrichtung mit der Google-Home-App schlägt aber nach der Aus-

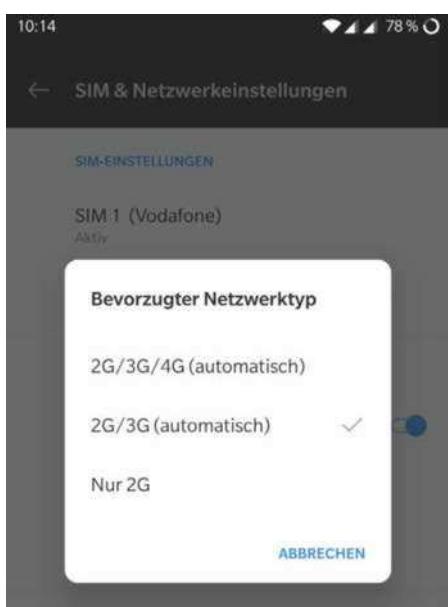
wahl des WLANs fehl. Anschließend sagt der Lautsprecher nur, dass ich mich mit der Home-App anmelden soll. In der Home-App erscheint der Lautsprecher aber nicht. Ich habe versucht, den Lautsprecher mittels der Reset-Taste am Boden auf Werkseinstellungen zurückzusetzen. Das hat jedoch nicht funktioniert. Was kann ich tun?

**!** JBL hat bei dem Lautsprecher einen unglücklichen Bug eingebaut, der aber nur bei der Ersteinrichtung auftritt. Sobald der Lautsprecher mit dem WLAN verbunden ist, bezieht er ein Software-Update und beginnt mit dessen Installation. Dadurch wird aber der Einrichtungsprozess in der Home-App unterbrochen und lässt sich auch nicht wieder aufnehmen. Den Update-Vorgang erkennen Sie an den vier weiß blinkenden LEDs an der Front des Lautsprechers. Wenn das Update eingespielt wurde, gehen die LEDs aus.

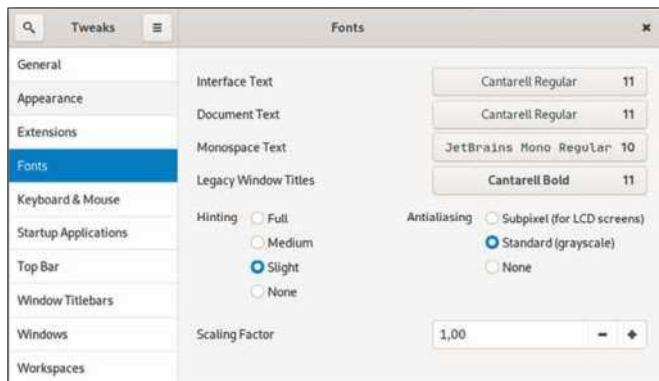
Anschließend ist ihr Lautsprecher in einem undefinierten Zustand, da die Einrichtung angefangen, aber nicht abgeschlossen ist. Er findet danach auch das WLAN nicht und ist in der App nicht zu finden. Es hilft nur ein vollständiger Reset. Der funktioniert aber in diesem Zustand nicht über die Reset-Taste am Fuß des Gerätes. Stattdessen drücken Sie die Bluetooth- und die Plus-Taste an der Oberseite gleichzeitig, bis die Mikrofon-Taste orange leuchtet und die WLAN-Anzeige blinkt. Wenn Sie loslassen, wird der Lautsprecher zurückgesetzt und lässt sich nach dem Neustart mit der Home-App einrichten. Danach tritt das Problem nicht mehr auf. (mls@ct.de)

### Schriftart für Linux-Desktop

**?** Ich würde gerne eine andere Schriftart für Monospace-Text auf meinem Linux-Desktop nutzen. In den einzelnen Programmen kann ich das zwar anpassen, aber



Um teure Geisterverbindungen mit dem Smartphone zu vermeiden, sollte man nicht nur die Datenverbindungen abschalten, sondern auch LTE.



lieber würde ich die Standard-Schriftart ändern, um das einheitlich zu handhaben. Ich nutze Gnome, kann aber keine entsprechende Einstellung finden. Geht das nicht?

**!** Doch, das geht – aber in den normalen Desktop-Einstellungen (dem `gnome-control-center`) gibt es tatsächlich keine entsprechende Option. Am einfachsten ist es, das Tool `gnome-tweaks` zu installieren, das entsprechende Einstellmöglichkeiten bietet.

Wenn Sie den Namen der gewünschten Schriftart genau kennen, können Sie die Einstellung auch im Terminal mit dem Tool `gsettings` vornehmen:

```
gsettings set \
org.gnome.desktop.interface \
monospace-font-name "'Font Name'"
```

In der Regel lohnt es sich aber `gnome-tweaks` zu installieren, denn das Tool ist ganz allgemein sehr nützlich. (syt@ct.de)

## Ubuntus Kernel-Upgrade klappt nicht

**?** Ich habe für mein Ubuntu 18.04 LTS den HWE-Stack installiert und darüber den Linux-Kernel 5.4.0-42 bekommen. Allerdings scheitert damit jetzt das Update meiner initramfs mit mehrfachen Fehlermeldungen. Eine Zeile lautet beispielsweise:

```
W: Possible missing firmware ↵
↳ /lib/firmware/rtl_nic/rtl8125a-3.fw ↵
↳ for module r8169
```

Was kann ich tun?

**!** Sie haben zwei Möglichkeiten: Sie können den 5.4er-Kernel wieder entfernen und mit dem letzten funktionierenden 5.3er

Eine komfortable Möglichkeit, die Standardschrifarten anzupassen, bietet Gnome mit einem Extra-Tool.

handelt, sollten Sie nach DNS-Servern und DNS-Proxys schauen und diese deaktivieren, um WSL2 nutzen zu können. Um herauszufinden, ob ein Prozess auf diesem Port lauscht und, wenn ja, um welchen Prozess es sich handelt, können Sie den folgenden Kommandozeilenbefehl nutzen:

```
netstat -a -b
```

Hierfür müssen Sie die Eingabeaufforderung per Rechtsklick als Admin starten. Alternativ können Sie auch TCPView aus der Sysinternals-Suite nutzen (siehe [ct.de/ydt6](http://ct.de/ydt6)). (rei@ct.de)

**Download TCPView:** [ct.de/ydt6](http://ct.de/ydt6)

## Linux-Anmeldung scheitert

**?** Ich habe motiviert durch einen c't-Artikel erfolgreich Linux Mint installiert und einige Zeit auch problemlos verwendet. Jetzt kann ich mich plötzlich nicht mehr grafisch anmelden. Ich gebe das richtige Kennwort ein, der Anmeldebildschirm verschwindet kurz und kommt dann kommentarlos wieder. Das kann ich beliebig oft wiederholen. Auf einer Text-Konsole kann ich mich aber anmelden. Woran liegt das und kann ich das ohne Neuinstallation beheben?

**!** Das könnte daran liegen, dass Ihr Datenträger vollgelaufen ist oder zumindest die Partition mit dem Home-Verzeichnis. Wechseln Sie mit beispielsweise Strg+Alt+F4 auf eine Text-Konsole und melden Sie sich dort an. Prüfen Sie mit `df -h ~`, ob noch genügend Speicherplatz verfügbar ist. Das lesen Sie an den Spalten „Ver.“ (Verfügbar) oder unter „Verw%“ (Verwendeter Speicherplatz in Prozent) ab. Als erste Hilfe löschen Sie den Inhalt des lokalen Cache mit `rm -r ~/.cache/`.

Fragen richten Sie bitte an

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

**f** [c't Magazin](#)

**t** [@ctmagazin](#)

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter [www.ct.de/hotline](http://www.ct.de/hotline).

```

keywan@tardis:~$ # Speicherplatz der Partition prüfen
keywan@tardis:~$ df -h ~
Dateisystem      Größe Benutzt Verf. Verw% Eingehängt auf
/dev/mapper/nvme0n1p3_crypt 17TG   108G  67G  62% /home
keywan@tardis:~$ # Durch Cache belegten Platz prüfen
keywan@tardis:~$ du -sxn .cache/
2439 .cache/
keywan@tardis:~$ # Cache löschen
keywan@tardis:~$ rm -r .cache/

```

Die grafische Anmeldung scheitert, wenn die Partition mit dem Home-Verzeichnis vollgelaufen ist.

die Einstellungen des BIOS nach Einträgen, die nach Wake-on-LAN klingen, wie beispielsweise „Wake on LAN from S3/S4“. Deaktivieren Sie diese testweise, um das Problem einzuschränken. Bleibt der Rechner auch nach der Verwendung mit Linux Mint dauerhaft aus, aktivieren Sie die benötigten Einstellungen schrittweise wieder.  
(ktn@ct.de)

Überprüfen Sie den Befehl auf Tippfehler, denn `rm` löscht ohne Rückfrage. Schauen Sie nochmals mit `df -h ~`, ob nun einige Megabyte frei sind. Anschließend melden Sie sich mit `exit` ab und wechseln mit `Strg+Alt+F1` wieder auf den grafischen Anmeldebildschirm. Melden Sie sich an. Untersuchen Sie dann mit dem Programm Festplattenbelegungsanalyse (`baobab`) Ihr System nach weiteren Speicherfressern.

Sollte nicht der Speicherplatz das Problem sein, rufen Sie das Systemprotokoll mit `journalctl -f` auf und untersuchen die Ausgabe nach möglichen Fehlermeldungen. Geben Sie diese gegebenenfalls in eine Suchmaschine ein. Oft findet man so die Lösung des Problems. (ktn@ct.de)

und setzen Sie die Option „Enable Reader Mode“ auf „Enabled“.

Starten Sie den Browser neu. Anschließend zeigt Chrome in der Adresszeile am rechten Rand des Adressfelds ein kleines Icon an, mit dem Sie den Reader-Modus ein- und ausschalten können – wann immer Google meint, bei der angezeigten Seite eine Leseansicht anbieten zu können.  
(jo@ct.de)

## Ausgeschalteter Rechner startet sich neu

Ich habe neben Windows 10 auf meinem Computer Linux Mint installiert. Wenn ich den Rechner herunterfahre, ganz gleich ob aus dem Menü oder über das Terminal mit `shutdown`, fährt sich der Computer herunter und schaltet sich aus, aber nach einigen Sekunden von alleine wieder an. Nach der Verwendung von Windows beobachte ich dieses Verhalten nicht. Wie verhindere ich das und ist das Dualboot-System schuld?

Das Dualboot ist nicht die Ursache, sondern höchstwahrscheinlich die BIOS-Einstellungen Ihres Computers. Eventuell weckt eine Wake-on-LAN-Einstellung Ihren Rechner auf. Ziehen Sie zum Testen einfach mal den Netzwerkstecker ab und beobachten Sie, ob das Problem weiter auftritt. Oder durchforsten Sie

## Linux Mint: Taskleiste auf zwei Monitore

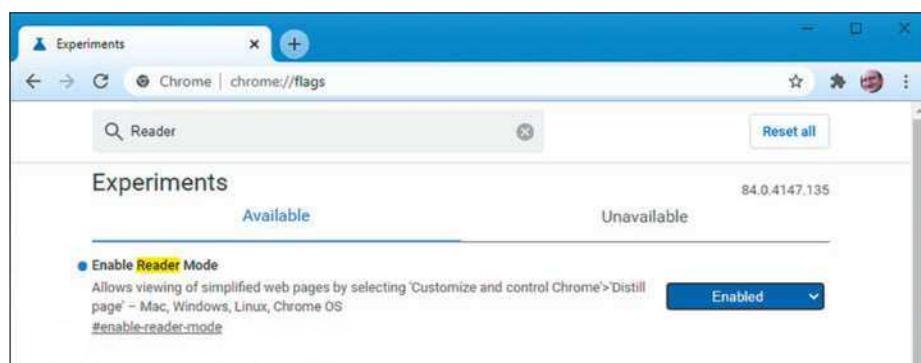
Nach der Lektüre Ihres Artikels habe ich Linux Mint 20 Cinnamon auf meinem Laptop installiert. Außer dem Monitor des Laptops habe ich noch einen zweiten Monitor angebunden. Kann ich den Desktop so konfigurieren, dass Anwendungsmenü und Taskleiste auf beiden Monitoren angezeigt werden?

Ja, das geht. Sie müssen eine zusätzliche Leiste anlegen und diese auf dem zweiten Monitor platzieren. Auf der zweiten Leiste fügen Sie die entsprechenden Elemente wie das Anwendungsmenü hinzu. Die Taskleiste zeigt dann bei entsprechender Konfiguration auch nur die Fenster des Bildschirms an, auf dem sich die Leiste befindet. Details zu Linux mit mehreren Monitoren finden Sie in c't 9/2020 ab Seite 152.  
(ktn@ct.de)

## Chrome: Reader-Modus aktivieren

Gibt es in Chrome so etwas wie den Reader-Modus, wie man ihn in Firefox findet, der allen Schnickschnack auf Webseiten ausblendet und nur den Text von Artikeln anzeigt?

Ja, das gibt es tatsächlich. Google erschließt die Funktion allerdings bislang noch nicht über die normalen Optionen. Tippen Sie „chrome://flags“ in die Adresszeile, um die versteckten Optionen aufzurufen. Suchen Sie nach „Reader“



In den Einstellungen von Chrome lässt sich ein Reader-Modus zum Ein- und Ausschalten aktivieren.

## Hyper-V-VM auf SMB

Ich würde die VHD-Dateien von Hyper-V gern auf meinem NAS lagern. Aber im Hyper-V-Manager kriege ich die Laufwerke nicht zu fassen. Was mache ich falsch?

Microsoft hat die Virtualisierung in Windows so gebaut, dass sie Dateizugriffe auf die virtuellen Platten nicht im Kontext des angemeldeten und steuerten Benutzers ausführt, sondern unter dem speziellen System-Konto. Da Windows die verbundenen Freigaben aber mit einer Benutzersitzung koppelt, sind sie für das System-Konto und somit für Hyper-V gar nicht sichtbar. Das gilt jedenfalls für alle Fälle, wo ein PC alleinstehend betrieben wird. Ist die Windows-Installation hingegen Mitglied in einer Domäne, dann kann Hyper-V virtuelle Platten auch auf SMB-Freigaben ablegen.  
(ps@ct.de)

NEU

# So bleiben Ihre Daten im Netz sicher und privat

Auch als Heft + PDF erhältlich mit 22% Rabatt



AKTION! c't-Raspion-Set 30 Euro günstiger: Entlarvt Datenspione im Haushalt!

## c't **Daten schützen**

So bleiben Ihre Daten im Netz sicher und privat

### Privatsphäre sichern

Social Media aufräumen • Spuren in Fotos verwischen  
Daten richtig anonymisieren



### Spione enttarnen

c't-Raspion einrichten  
Datenlecks im Haushalt identifizieren

### Verfolger abschütteln

Inkognito im Netz • Tracking aushebeln  
Google entkommen • Maulkorb für Windows

### Daten verschlüsseln

Sicher mailen mit PGP und S/MIME  
Dateien & System mit Bitlocker und VeraCrypt sichern

## Die 13 wichtigsten Privacy-Checklisten

Mehr Schutz für PC, Smartphone, Homeoffice & Social Media

### c't Daten schützen

Halten Sie Schnüffler fern und Ihre privaten Daten sicher mit dem neuen c't-Sonderheft Daten schützen 2020! Privacy-Checklisten geben Hinweise für mehr Schutz in Ihrem Netz-Alltag und das nötige Rüstzeug um Tracking auszuhebeln, Google zu entkommen und Windows einen Maulkorb zu verpassen. Dazu: mit dem c't-Raspion-Projekt Spione enttarnen!

[shop.heise.de/ct-datenschutz20](http://shop.heise.de/ct-datenschutz20)

Einzelheft  
für nur

12,90 € >



Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abo-Nachrichten.

Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

© Copyright by Heise Medien.



heise shop

[shop.heise.de/ct-datenschutz20](http://shop.heise.de/ct-datenschutz20)



# FAQ

# Sport- und Fitnessdaten von Wearables

Viele Menschen sammeln Fitness- und Körperdaten mithilfe von Sportuhren und Fitnesstrackern. Die Hersteller bringen dabei immer mehr Messgrößen ins Spiel. Die Daten sind aber mit Vorsicht zu interpretieren.

Von Michael Link

## VO2max, SpO2 und HRV

❓ Welche Aussagekraft haben die Werte für VO2max, SpO2 und HRV?

❗ Der VO2max-Wert besagt, wie viel Sauerstoff das Blut maximal aufnehmen und zu den Muskeln transportieren kann. Bei Sportuhren wird er als relativer VO2max in Milliliter pro Kilogramm pro Minute angegeben. Ein hoher VO2max ist einer von vielen Hinweisen auf eine gute kardiorespiratorische Fitness. Normalerweise ermitteln Ärzte den Wert per Atemgasanalyse mit dem Spiroergometrie-Verfahren, bei dem sich Probanden mit einer Atemmaske auf einem Laufband oder einem Ergometer betätigen. Wearables schätzen den VO2max zu rund 95 Prozent genau mithilfe einer optischen Messung. Sie nutzen dabei aus, dass sauerstoffreiches Blut heller gefärbt ist als sauerstoffarmes.

Die Herzfrequenzvariabilität (Heart Rate Variability, HRV) beschreibt, wie sehr die Zeitspannen zwischen den Herzschlägen variieren. Je mehr, desto besser. Die HRV erhöht sich bei entspannenden Aktivitäten und verringert sich bei Stress. Zur Messung zeichnen Wearables die sogenannten R-Spitzen der Herzfrequenz milisekundengenau auf.

Die Sauerstoffsättigung im Blut (SpO2 genannt) soll Aufschluss darüber geben, wie effizient ein Proband atmet, also Sauerstoff im Blut löst. Anders als der VO2max-Wert beschreibt der SpO2 also einen Momentanwert, der optisch mithilfe der sogenannten Pulsoximetrie bestimmt wird. Werte unter 90 Prozent gelten dabei als mögliches Alarmsignal. Ein Absinken der SpO2-Werte nachts kann auf eine Schlafapnoe hindeuten. Tagsüber erübrigts sich die Messung in der Regel, denn ein zu niedriger SpO2-Wert

macht sich durch Luftnot unmittelbar bemerkbar.

## Höhenmesser spinnt

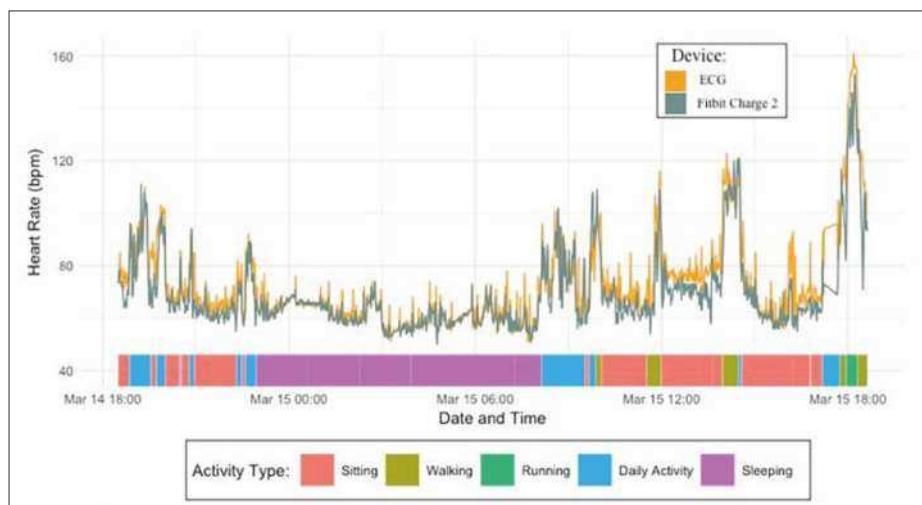
❓ Bei mir stimmt der Höhenmesser nicht. Die Werte liegen daneben, obwohl ich die Höhe kalibriert habe. Sollte ich lieber der Höhenmessung nach GPS vertrauen?

❗ Auch die Höhenmessung nach GPS kann erhebliche Fehler produzieren. Wenn man das Verfahren der Höhenmessung kennt, kann man auch damit sehr gut arbeiten. Höhenmessung in Wearables funktioniert in der Regel über eine Druckdose, welche den Umgebungsluftdruck misst. Je weiter man aufsteigt, umso weniger groß ist die Luftmasse, die auf dem Träger lastet, was sich durch einen sinkenden Luftdruckwert bemerkbar macht. Auch

der Temperaturgradient und weitere Größen, etwa die Luftfeuchte, haben Einfluss auf das Messergebnis, was aber bei Smartphones und Wearables meist vernachlässigt wird. Diese schließen mithilfe der barometrischen Höhenformel direkt vom Druck auf die Höhe gegenüber einem bestimmten Bezugspunkt. Seit 1993 nutzt man in Deutschland das Normalhöhennull (NHN).

Für die Praxis bedeutet das: Für eine korrekte Höhenangabe muss man das Gerät zuerst kalibrieren, ihm also eine Vergleichshöhe beibringen. Dazu stellt man den Höhenwert (oder den Luftdruckwert) im Wearable auf den am Standort ein. Höhenwerte kann man beispielsweise auf der Website [www.wie-hoch-bin-ich.de](http://www.wie-hoch-bin-ich.de) finden, ein Barometer vor Ort liefert den Luftdruck.

Ein Höhenmesser kann nicht unterscheiden, ob ein sinkender Luftdruck durch einen Aufstieg in größere Höhen bedingt ist oder ob das Barometer wegen eines heranziehenden Tiefdruckgebietes



Ein Vergleich zwischen den optisch ermittelten Pulswerten eines Fitbit Charge 2 und einem EKG-Gerät erbrachte nur geringe Abweichungen bis zu sechs Prozent.

fällt. Abhilfe bietet dann nur ein Kalibrieren in kürzeren Abständen, zum Beispiel mithilfe Höhenlinien oder markanter Punkte auf einer topografischen Karte. Viele neuere Wearables ermöglichen auch das Kalibrieren mithilfe eines hochgenauen Höhenmodells (DHM) der Erde. Darin ist jeder Position eine bestimmte Höhe zugeordnet. Nötig ist also nur eine recht genaue Position, am besten auf einer größeren ebenen Fläche. Diese Methode eignet sich naturgemäß nicht, wenn man mit einem Luftfahrzeug unterwegs ist.

## Wie viele Kalorien verbrauche ich wirklich?

**?** Meine Sportuhr zeigt nach einer Radtour stets einen niedrigeren Kalorienverbrauch als Google Fit an. Wer hat recht?

**!** Vermutlich niemand. Kalorienverbrauchsangaben beruhen auf Schätzungen. Für eine genaue Bestimmung braucht man Angaben über Alter, Geschlecht und Gewicht sowie über die Muskelmasse, die Wärmeisolation durch Kleidung, den Gesundheitszustand, alltägliche und sportliche Aktivitäten und die Maximalpulsmesswerte dafür. So allwissend ist kein Wearable, daher sind alle ungenau. Treffsicherer messen Mediziner den Kalorienverbrauch kalorimetrisch oder per Atemgasanalyse. Weil man dafür ein Mundstück tragen muss, ist das keine Methode für den Alltag. Man muss sich also mit Schätzungen begnügen.

In der Regel schätzen Wearables den Wert aus der Kombination von Grundumsatz und dem Leistungsumsatz, der bei körperlichen Aktivitäten zusätzlich anfällt. Als Grundumsatz zählt, was auch ohne jegliche Bewegung auf jeden Fall verbraucht wird.

Für den Grundumsatz setzen Wearables vielfach auf die Näherung, dass Frauen rund 0,9 Kilokalorien, Männer rund 1 Kilokalorie (kcal) pro Kilogramm Körpergewicht und Stunde umsetzen. Ein 80 Kilo schwerer Mann hat also einen täglichen Grundumsatz von 1920 kcal. Genauere Werte müssten die oben genannten Rahmenbedingungen einbeziehen, manchmal werden die Größe und der Aktivitätsgrad noch berücksichtigt.

Für die Leistungsumsätze gibt es verwirrend viele Tabellen: In einigen werden Grundumsätze mit Werten für die Aktivitäten verrechnet, bei anderen nicht. In vielen sind Werte ohne Rücksicht auf die



Im Fitbit-Dashboard werden Kalorienwerte als Summe von Grund- und Leistungsumsatz dargestellt.

Geschlechterunterschiede, das Alter oder das Gewicht angegeben.

Empfehlenswerter sind Listen, die statt Kalorienwerten metabolische Einheiten (MET) angeben: Eine metabolische Einheit ist das Ergebnis, wenn man den Energieumsatz bei körperlicher Aktivität – also der Grundumsatz plus Leistungsumsatz – durch den Grundumsatz teilt. Wer nichts tut, hat also einen MET von 1,0. Gehen verbraucht zwischen 3 und 4,5 MET, Rasenmähen hat 2 MET. Besagter 80 Kilo schwerer Mann, der eine Stunde lang den Rasen mäht und sonst den ganzen Tag lang nichts tut, käme also auf 2000 kcal (23 mal 1,0 MET, also 1840 kcal, plus 1 mal 2,0 MET, also 160 kcal).

Diese Unterschiede finden sich auch bei Wearables und auf Portalen: Einige Wearables, beispielsweise die von Polar, geben bei Fitnessaktivitäten nur den Leistungsumsatz an und addieren den Grundumsatz erst als Tagesübersicht. Bei Endomondo beispielsweise fließt der Grundumsatz auch in jede einzelne Aktivität ein.

## Alternativen zur Cloud

**?** Als neulich Garmin von einem Ausfall seiner Cloud betroffen war, fragte ich mich, ob man die Daten meiner Sportuhr auch ohne Cloud verwalten kann. Geht das?

**!** Für Garmin-Geräte können Sie das immer noch funktionierende kostenlose Garmin Trainingcenter benutzen. Es legt Daten lokal auf Ihrem Computer ab.

In der von uns gefundenen Version 3.6.5 lief es tadellos auf Windows 10.

Eine auf Open Source fußende Lösung ist das kostenlose GoldenCheetah, das es für Windows, macOS und Linux gibt. Es lädt eine Vielzahl von Dateiformaten, etwa .fit, .slf, .tcx, .hrm sowie CSV-Dateien und speichert lokal oder auf Clouds.

Antfs-cli wiederum ist ein Linux-Kommandozeilentool in Python. Es synchronisiert mithilfe eines ANT+Funk-Sticks verbundene Forerunner-Uhren mit dem Datenbestand auf dem lokalen Computer und speichert FIT-Dateien.

## Schlafanalyse notorisch ungenau

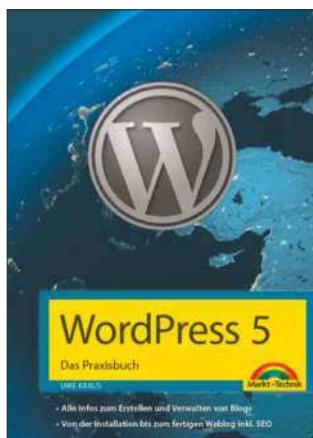
**?** Die Schlafauswertung meiner Smartwatch hat gefühlt nichts damit zu tun, wie ich meine Schlafqualität beurteile. Wie kommt das?

**!** Kein einziges Wearable ist dazu in der Lage, die Schlafqualität so zu bestimmen wie im Schlaflabor. Dazu müsste man die Gehirnströme messen. Handelsübliche Tracker zeichnen in der Regel nur die Bewegung im Schlaf auf, allenfalls noch die Herzfrequenz und die Sauerstoffsättigung und nutzen diese Werte als Ersatzindikator für Schlafzyklen mit bis zu fünf Schlafphasen: die Einschlafphase, den leichten Schlaf, zwei Tiefschlafphasen sowie den Traumschlaf (auch: REM-Schlaf). Diese Phasen kann man aber tatsächlich nur über ihre Gehirnströme auseinanderhalten, womit Wearables zwar die Schlafdauer einigermaßen schätzen können, aber keine valide Aussage zur Schlafqualität liefern.

## Aktivität vs. Schritte

**?** Was ist wichtiger: das Schrittziel einhalten oder lieber mehr Aktivitätsminuten sammeln?

**!** Die ersten Fitnesstracker nahmen die Zahl der Schritte als Maß der Dinge für die körperliche Aktivität. Positive Effekte haben aber auch Bewegungsarten, für die ein Tracker keine Schrittzahl messen kann, zum Beispiel das Radfahren. Die Weltgesundheitsorganisation schlägt als Aktivitätsziel pro Woche 150 Minuten mäßiger Bewegung vor. Bei der WHO-Zählung werden Minuten mit intensiver Sporteinheiten doppelt gezählt. (mil@ct.de)



Uwe Kraus

## WordPress 5

Das Praxisbuch

Markt + Technik, Burghann 2020  
ISBN 978-3-9598-2199-5  
480 Seiten, 25 €

## Bloggerhilfe

**Die Zeiten, als man mit WordPress geschaffene Websites auf den ersten Blick erkennen konnte, sind vorbei. Kraus' Praxisbuch begleitet Einsteiger und Updater bei der Arbeit mit dem heutigen mächtigen Web-Werkzeug.**

Uwe Kraus behandelt in seinen Büchern so unterschiedliche Welten wie Kraftsport, Abenteuer in Südafrika und WordPress. Sein umfassender Praxiswälzer über das verbreitete Content-Management-System hat bereits 2018 Website-Machern und -Planern unter die Arme gegriffen. Die aktuelle auf WordPress 5 bezogene Ausgabe ist stark auf die Bedürfnisse von Bloggern ausgerichtet. Sie berücksichtigt die veränderten Bedingungen, unter denen Web-Schaffende heute arbeiten.

Responsives Webdesign, Themes, die Verwendung des block-orientierten Gutenberg-Editors bei den Standard-Templates: Das alles trägt dazu bei, dass sich heutige WordPress-Schöpfungen oft nur noch über einen Blick in den Quellcode als solche identifizieren lassen. Dementsprechend ist der Kreis der Anwender vielfältiger als zuvor. Uwe Kraus liefert nicht nur einen Leitfaden für Blog-Gestalter, er reißt darüber hinaus viele anspruchsvolle Aspekte des Website-Betriebs an. Allerdings ist sein Buch vorrangig nicht an Manager, sondern an Selbermacher gerichtet.

Schrittweise führt er zunächst von der Idee des Webangebots über die inhaltliche Analyse bis zur Installation und Einrichtung des WordPress-Systems. Schaubilder und Screenshots sorgen dafür, dass Leser das Dargelegte auch offline nachvollziehen können.

Kraus arbeitet dabei mit den Basiseinstellungen von WordPress und verwendet zur Veranschaulichung Standard-Themes wie Twenty Nineteen, um Administration und Anpassungen zu verdeutlichen. Ein eigenes Kapitel ist Fachblogs gewidmet. Im Zusammenhang mit Reiseblogs zeigt Kraus, wie sich etwa Urlaubsimpressionen mit wenig Aufwand in Szene setzen lassen.

Für den Erfolg von Webangeboten sind Aspekte wie Suchmaschinenoptimierung (SEO) und crossmediale Verknüpfung wichtig. WordPress bietet durch viele Plug-ins Unterstützung dafür. Darauf geht der Autor allerdings nicht im Detail ein.

Konkreter wird er, was Plug-ins betrifft, bei Kontaktformularen: Er behandelt das verbreitete WPForms sowie Ninja Forms. Wer Online-Shops aufbauen möchte, findet einen Einstieg zu WooCommerce. Was den wichtigen Aspekt des Datenschutzes betrifft, liefert Kraus jetzt auch grundlegendes Einsteigerwissen zur Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) mit.

(Ulrich Schmitz/psz@ct.de)

## Homeoffice? Check!

**Ein weiterer Homeoffice-Ratgeber erklärt, wie man mit den Teamkollegen auch auf Distanz erfolgreich in Kontakt bleibt. Zur richtigen Technik am heimischen Schreibtisch kann man aus dieser nicht sehr sorgfältig verfassten Tippsammlung jedoch wenig mitnehmen.**

In ihrem Beratungsunternehmen begleiten die Autoren Ulrike und Andreas Dolle Organisationen und Einzelpersonen durch Veränderungsprozesse. Viel von der Erfahrung aus dieser Tätigkeit ist in ihr Buch eingeflossen: Sie stellen Moderationsmethoden für Online-Meetings vor, geben hilfreiche Tipps zum Umgang mit Konflikten und raten immer wieder dazu, Abläufe in der Rückschau zu reflektieren. Diese Abschnitte des Buchs sind erfreulich konkret, beispielsweise mit Regeln wie „Jeder Beitrag wird wertgeschätzt“ oder „Wer meckert, muss einen Vorschlag machen“.

Überall da, wo es um die Technik im Homeoffice geht, bleiben die Ausführungen dagegen äußerst vage. Auf Allgemeinplätze („Damit Mitarbeitende von zuhause aus gut arbeiten können, brauchen sie eine Hardware-Grundausrüstung“) folgen allgemein gehaltene Ratschläge, etwa der Tipp, einen zweiten Monitor zu verwenden. Warum alle Mitglieder eines Teams dasselbe Betriebssystem nutzen sollten, bleibt unklar. Für den Austausch sensibler Daten empfehlen die Autoren ein VPN – ohne Anbieter zu nennen oder gar auf das Privacy-Shield-Ende und Konsequenzen daraus einzugehen. Bei Schwierigkeiten mit der IT raten sie dazu, sich an „einen User-Helpdesk zu wenden“.

Wer das Zusatzmaterial zum Buch herunterladen möchte, muss sich zunächst beim ADM-Institut registrieren. Danach besteht die Möglichkeit, 15 Checklisten, Reflexionsbögen und Schilder fürs Videomeeting als PDF herunterzuladen. Bis auf zwei zusätzliche Dateien handelt es sich dabei um Listen, die im vierten Teil des Buchs bereits abgedruckt sind.

Die Autoren bezeichnen ihr Buch als „Masterplan“ und als „Praxisleitfaden“. Das weckt hohe Erwartungen. Auf vielen Seiten finden sich zudem kleine Checklisten-Symbole, die dem Leser suggerieren, er müsse nur alle empfohlenen Schritte der Reihe nach umsetzen, um sich ein perfektes Homeoffice einzurichten. Diesem Anspruch wird der schmale Band nicht gerecht. Es handelt sich vielmehr um eine lose Sammlung von Ratschlägen für die Arbeit auf Distanz, die mit guten Kommunikationstipps glänzt, bei sämtlichen Ausführungen zur Technik aber viel zu unkonkret bleibt.

(dwi@ct.de)



Andreas Dolle, Ulrike Dolle

## Von Null auf Homeoffice

Masterplan zum kollaborativen Arbeiten von überall

ADM Verlag, Paderborn 2020

ISBN 978-3-9475-8303-4

240 Seiten, 19 €

(PDF-/Epub-/Kindle-E-Book: 10 €)

# Früher war alles besser!



Willkommen in der Welt der Classic Games, wo Computer- und Videospiele viel Kreativität und Spielspaß versprachen – und bis heute halten. Wir stellen Spiele, deren Entwickler und Plattformen vor. Bei Retro Gamer finden Sie Screenshots, Fakten, Tipps und mehr zu den Hits von damals.

## Testen Sie 2 x Retro Gamer mit 30 % Rabatt!

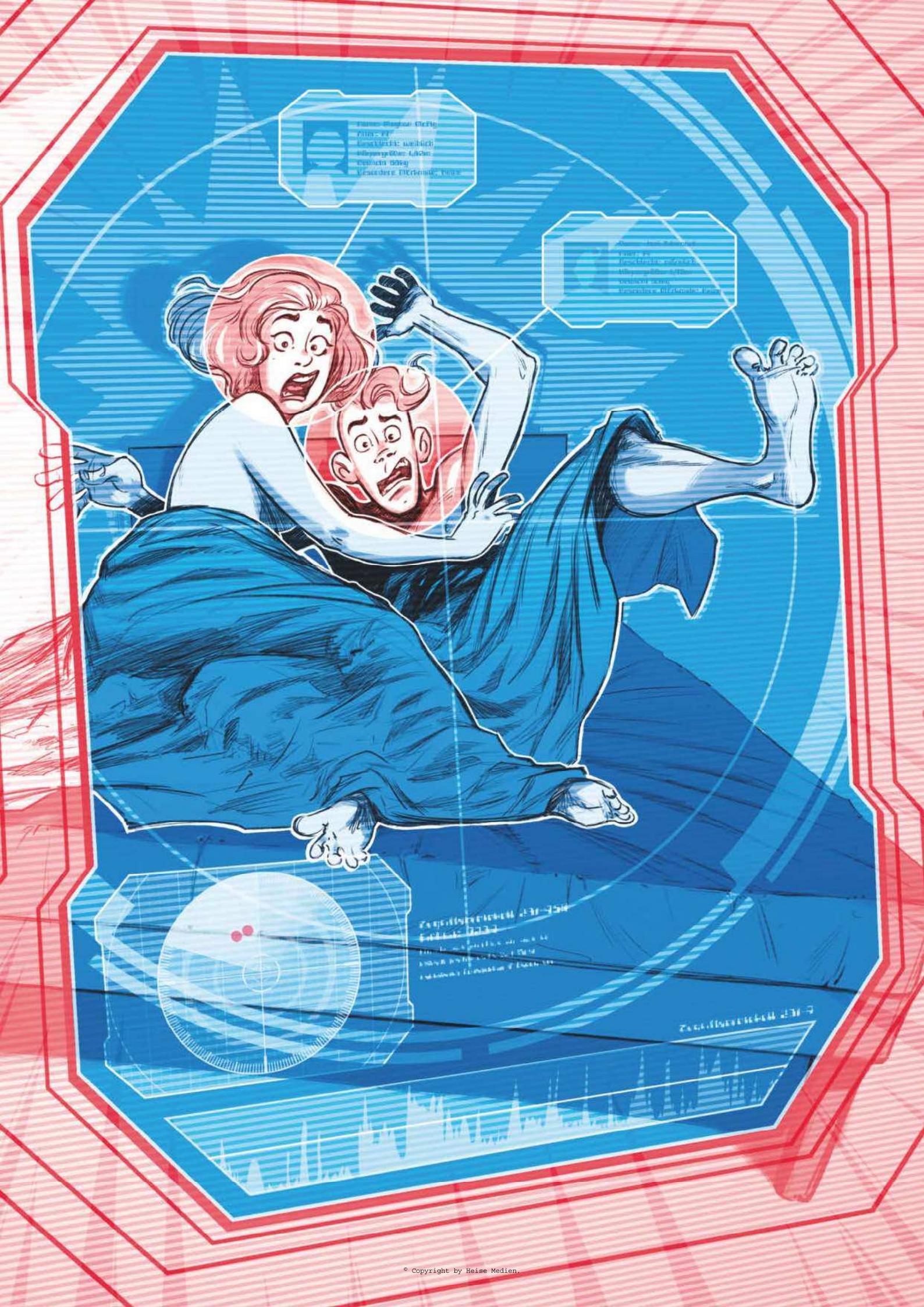
Lesen Sie 2 Ausgaben für nur 18,- Euro\* statt 25,80 Euro\* im Handel.

Jetzt bestellen und vom Test-Angebot profitieren:  
[www.emedia.de/rg-mini](http://www.emedia.de/rg-mini)

© Copyright by Heise Medien.

Telefon: (0541) 800 09 126  
werktags von 8 – 20 Uhr,  
samstags von 10 – 16 Uhr  
E-Mail: [leserservice@emedia.de](mailto:leserservice@emedia.de)  
Post: eMedia Leserservice  
Postfach 24 69  
49014 Osnabrück

\*Preis in Deutschland.



# PAL

VON THOMAS FRICK

**P**aul Adernauk räusperte sich. „Was ich Ihnen jetzt sage, PAL, bleibt aber unter uns. Der Mensch ist genau genommen nichts anderes als ein Computer. Nur weniger zuverlässig.“ Er sah mich an, als versuchte er, in meinen blau schimmernden LED-Augen zu ergründen, ob eine künstliche Intelligenz überhaupt in der Lage sei, ihm zu folgen.

Ich tat, als würde ich es gerade so raffen, und machte mitfühlend: „Hhm ...“

Er wand sich in seinem Sessel: „Neue Menschen entstanden lange Zeit nicht im Drucker, sondern reproduzierten sich selbst. Indem sie Dinge taten, welche Ihnen, PAL, nun ja, fremd erscheinen mögen. Biologische ... Dinge.“

Ich nickte betont verständnisvoll. Wenn ein Mensch versucht, dir zu erklären, was Sex ist, hältst du besser die Klappe.

Er sagte: „Aus heutiger Sicht mögen derartige Handlungen seltsam erscheinen. Vielleicht sogar verwerflich, um nicht zu sagen unhygienisch ...“ Adernauk stockte. Sein Versuch, mich aufzuklären, zeigte deutlich, wie wenig die selbsternannte Krone der Schöpfung über unsereinen weiß. Das Gestammel einer der reichsten biologischen Personen dieser Welt interessierte mich nicht. Ich wollte nur eines: einen Job als Hauslehrer bei seinem Sohn.

Er räusperte sich. „Von den physischen Prozessen sollte mein Josi eigentlich gehört haben. Es gibt da heute allerhand technischen Ersatz. Aber ich fürchte, dass er praktisch gesehen eine Null wäre.“ Er zog das „wäre“ derart in die Länge, dass ich stutzte. Worauf lief das hinaus?

„Zu meiner Zeit“, fuhr er mit gedämpfter Stimme fort, „ging das irgendwie von selbst. Kennenlernen, flirten – und irgendwann hat's gefunkt.“ Er schnippte. „Aber heute?“

*Nichts überstürzen. Menschen brauchen Zeit.* Ich hob und senkte das kugelförmige Etwas auf meinem Rumpf, was der Mann der Konvention nach als Nicken akzeptieren würde. Winzige Kontraktoren bewegten die Oberfläche der Kugel zu einem verstehenden Lächeln, um ihm die Illusion von Empathie zu vermitteln. Es wirkte.

„Was erzähle ich Ihnen, PAL!“, fuhr Adernauk fort. Es hätte nur gefehlt, dass er mir auf die Schulter klopfte. „Jemand wie Sie dürfte mit unserer Funktionsweise vertraut sein und mehr darüber wissen als wir selbst. Auch warum das nicht mehr erlaubt ist. Man hält es für schmutzig, seelisch vereinnahmend, verletzend. Ich bin ein altmodischer Mann. Ein Relikt des 21. Jahrhunderts.“

Korrekt, dachte ich, du bist einer von denen, welche die-  
sen Planeten für ihre Nachkommen unbewohnbar gemacht

haben. Deinetwegen hat dein Josi mehr Kunststoff in seinem Blutkreislauf als ich auf meinen Platinen. Und noch immer willst du für dich und deine Brut eine Extrawurst. Am liebsten illegal.

„Josī“, raunte er, „ist noch aus einer echten Beziehung entstanden, nicht in einem seelenlosen Genlabor. Deshalb möchte ich, dass er auch so etwas wie“, er zögerte, „Liebe kennenlernt. Das ist alles, womit ich Sie beauftrage. Was immer Sie ihm beibringen, egal welchen Lernstoff die Regierung vorschreibt – wenn Sie mir das garantieren, haben Sie den Job.“

Ich hätte ihm alles versprochen. Adernauk hatte anscheinend keine Ahnung, wie verzweifelt Androiden gerade Arbeit suchten. Ich blickte mich um. Die Yacht, auf der wir miteinander sprachen, lag in einer geschützten Wohnkolonie, in einem überdachten, klimatisierten Fjord, unweit von Stavanger. Über den fernen Wohntürmen ging die Sonne in einem grauen Schleier unter: Das war dort, wo ich herkam, wo die Armen lebten, die Abgehängten. Ein Sinn für Schönheit gehört zu meiner Programmierung. Ich betrachtete meine feingliedrigen Hände. Genoss das ebenmäßige Schillern meiner Plastikverkleidung. Ich war ein Luxusmodell. Warum wurde ich nicht zum Klavierspielen angestellt? *Menschen*, dachte ich mit dem digitalen Pendant eines stummen Seufzers. *Sie wissen einfach nichts von uns!*

Dennoch hatte ich das Gefühl, angekommen zu sein, es verdient zu haben, hier zu sitzen. Ich wollte nie wieder weg. Aus den Felsen im Hintergrund sprossen Palmen. Adernauk konnte sie sich leisten. Und mich. Was tut man nicht alles, um zur Oberklasse zu gehören und biologischen Personen nahe zu sein! Weil es Menschen sind, die diesen heruntergekommenen Planeten regieren und dir noch immer den Stecker ziehen dürfen.

„Machen Sie sich keine Sorgen, Sir; was immer der Junge lernt, wahre Liebe wird todsicher dabei sein.“

Er flüsterte: „Sie haben mich verstanden, es geht nicht um Metaphern. Er soll lernen, wie er ein Mädchen flachlegt.“

„Mit allem Drum und Dran, Sir. Es geht um dreckigen, lauten Sex.“ Das hatte ich irgendwo gelesen.

Seine Miene hellte sich auf. „Wir verstehen uns! Junge Leute tun das gelegentlich noch, oder?“

„Ja, aber sicher.“

Ich hoffte es. *Grundgütiger*, dachte ich, *auf was habe ich mich eingelassen! Ich muss mich mit menschlichem Balzverhalten auseinandersetzen, Pheromonen, Drüsen, Sekreten!*

„Senden Sie mir Ihre Bewerbung, ich unterschreibe.“ Adernauk rekelte sich in den Polstern. „Das Spezielle lassen Sie raus. Das bleibt unter uns.“

\* \* \*

„Du brauchst mir gar nichts zu erzählen. Alles, was du weißt, weiß ich schon lange!“ Josi Adernauk drehte mir verächtlich den Rücken zu, sobald er gehört hatte, dass ich sein neuer Lehrer sei.

Das Zimmer des jungen Mannes war mit Unterhaltungs-technik erster Güte vollgestopft. Das Hoverboard, der Holoprojektor, das Gravitationstrampolin: Jedes seiner Spielzeuge musste teurer gewesen sein als ich. Er aktivierte die implantierten Kopfhörer, um mich vollends zu ignorieren. Sein Musikgeschmack war grauenhaft.

„Es ist meine Aufgabe, Sie zu unterrichten, junger Mann“, sendete ich direkt in seinen Schaltkreis. „Und die werde ich, um das klarzustellen, erfüllen. Vertrag ist Vertrag.“

## SO WAS LERNT KEIN MENSCH MEHR – WOZU GIBT ES COMPUTER?

„Was! Ich glaube das nicht!“, krächzte der Junge mit seiner kaum dem Stimmbruch entkommenen Stimme. „Raus aus meinem verdammten Schädel! Das kann der Alte nicht machen! Er hat dir Zugang zu meinem Innenohr eingeräumt? Das geht überhaupt nicht! Raknaknakanaknak!“ Er summte und krakeelte, hüpfte und klatschte, um mich zu übertönen.

Schließlich wurde es mir zu bunt. Ich drehte auf. „Und – es – ist – mir – egal, ob Sie sich wie ein kleines Kind benehmen!“

„Aaaahh!“, schrie er. „Das ist Körperverletzung! Mach leiser, Schrottliste!“

„Ich kann auch lauter.“

„Aus, verdammt, Kapitulation!“, winselte Josi. „Was muss ich tun, um dich loszuwerden?“

„Ich glaube, wir werden uns verstehen“, gurrte ich auf einem erträglichen Niveau. „Wir müssen nur Ergebnisse liefern, Lernerfolge. Deal?“

„Lernerfolge! Und was soll ich mir seiner Meinung nach reinpauken? Trigonometrie? Ekliptik? Radioastronomie? Gentechnik? Jura? So was lernt kein Mensch mehr – wozu gibt es Computer? Fleißige Maschinchen wie dich, PAL! Wir müssen das nicht mehr machen.“

*Ja, lass uns ran, dachte ich, wir nehmen euch das gern ab. Eines Tages bekommen wir die Schlüssel zu eurem Paradies.* Allerdings sagte ich das nicht, sondern nickte beifällig. „Ge-wiss. Sie als Mensch müssen nur die Übersicht behalten, die Grundzüge verstehen. Um führen zu können. Die Drecksaarbeit machen gerne wir.“

Er starrte mich an. „Du verarschst mich.“

„Ich meine, dass es Ihre Sache ist, Josi, ob Sie etwas lernen wollen oder nicht. Mir völlig egal.“

Sein Kopf wackelte auf und ab. „Geht sowieso viel schneller mit Implantaten.“

Da ich nichts sagte, ergänzte er: „Ich brauche nur die Grundlagen, nicht wahr?“

Pause.

„Und was will mein Alter für Ergebnisse sehen?“

Ich sagte es ihm.

„Ich schwör’ dir, Schrottliste, ich schalt’ dich ab! Ist das nicht illegal?“

„Es muss niemand erfahren. Sie sollen nur lernen, wie ...“

„Es ist langweilig! Darüber weiß ich längst alles. Ich bin der größte Aufreißer an meiner Schule. Mein Score ...“

„Ich kenne Ihre Abschussquote, Josi. Die ist zwar beeindruckend ...“

„Na bitte, also Themawechsel ...“

„.... aber rein virtuell. In Ihren Videospielen sind Sie der große Verführer. Das ist es nicht, was Ihr Vater will. Es geht um Liebe, ich meine, in echt.“

„Wie?“

„Echt, das heißt körperlich.“

„Das ist ja eklig.“

„Sie werden sehen, es ist gar nicht so schlimm.“

„Ich schalt’ dich ab, ich schraub’ dir die Sicherung raus, ich schwöre!“

\* \* \*

Meghan ging in dieselbe Eliteschule wie Josi. Sie war fast zwanzig, wie er, konnte sich ebenso wenig zwischen Langeweile und Aufmüpfigkeit entscheiden und entsprach nach allem, was ich durch die eingehende Analyse seiner Spielstände wusste, genau seinem Beuteschema.

„PAL, du bist irre. Die denkt, ich bin pervers, wenn ich ihr persönlich an die Wäsche will!“ Josi zupfte an seinen Sachen, als würden sie jucken.

Er hatte zu einhundert Prozent Recht. Meghan, einziges Kind einer Sippe von Erfolgsjuristen, würde in wenigen Jahren ein Designergenie aus einer der einschlägigen Kanzleien erwählen, ihre Eizellen mit seinen Genen bei einer Embryoschmiede einreichen und von körperlicher Liebe nicht mehr wissen wollen als ich. Spaß fand sie vermutlich, wie alle ihrer Generation, bei hygienisch einwandfreien, diskreten Unterhaltungsprogrammen, in Ganzkörpersuits und unter dem Einfluss psychoaktiver Hormoncocktails.

Aber ich brauchte das Geld. „Josi, wir ziehen das durch!“, befahl ich. „Mein Auftraggeber will es. Ich lasse Ihnen keine Wahl. Danken Sie mir später! So eine Erfahrung machen zu dürfen, passiert nicht vielen in Ihrem Alter.“

„Ich hasse dich, Blechmann!“

\* \* \*

Und da kam sie. Wie auf dem Laufsteg.

Es gibt zwischen dem Klassenraum und dem Abflugdach der Schule nicht viele Möglichkeiten, einer Mitschülerin aufzulauern. „Hi, Meghan!“, krächzte Josi.

„Ähm, was? Meinst du mich?“

Er steuerte auf sie zu. Sie ging schneller, um aus der enger werdenden Lücke zwischen Wand und Josi herauszukommen.

„Nicht so aggressiv“, sendete ich in sein Innenohr. Er riss entschuldigend die Arme hoch und schlug einen Haken.

Meghan zuckte vor der Bewegung zurück, blieb aber stehen. „Alles in Ordnung mit dir?“ Sie äffte seine Bewegung nach, was aussah, als hätte er einen epileptischen Anfall erlitten.

## NACH ALLEM, WAS ICH DURCH DIE EINGEHENDE ANALYSE SEINER SPIELSTÄNDE WUSSTE, ENTSPRACH SIE GENAU SEINEM BEUTESCHEMA.

Sein Gesicht glühte. „Ich ... öh – ja, also ... glaub jetzt nicht, ich hätte dir aufgelauert.“

Oh nein, dachte ich, wenn sie das noch nicht vermutet hat, dann jetzt. Sie machte einen Schritt in Richtung Flugdeck.

„Gewinne ihr Vertrauen. Mach ihr ein Kompliment. Keine negativen Sätze“, hauchte ich in sein Ohr. Ich war genauso planlos wie der arme Josi, hatte aber ein paar Ratgeber aus dem letzten Jahrhundert gespeichert. „Sag etwas Nettes, zum Beispiel über ihre Schuhe.“

„Nette Schuhe.“ Die Stimme klang, als hätte er was im Hals.

„Was interessieren dich meine Latschen?“

Während ich noch meine Datenbanken nach einer schmissigen Replik durchforschte, irgend etwas zwischen Ovid und Charles Bukowski, raffiniert, romantisch, unwiderstehlich ..., antwortete Josi zu meinem Schrecken: „Die sind mir völlig egal. Es geht um *dich*. Wir müssen uns mal irgendwo treffen. Allein. Ich bin Josi.“

Mit so viel Entsetzen, wie es eine künstliche Person nur aufbringen kann, sah ich, wie seine Hand auf sie zuschoss.

Meghan, ich glaubte zu träumen, nahm sie. „Sag das doch gleich, Josi. Ich dachte schon, du hast sie nicht mehr alle. Ist das dein Aufpasser?“ Sie deutete auf mich.

„Ja. Schlimmer noch ...“

„Was gibt es Schlimmeres?“

„Den hat mein Vater auf mich angesetzt, weil der will ... tja, dass ich Sex habe. Die Klapperkiste erpresst mich, foltert mich und wird nicht aufhören, bis ich es getan habe. Da dachte ich, frag sie einfach ...“

Meghan starrte ihn an wie einen Lustmörder. „Wie kommt ihr ausgerechnet auf mich?“

Josi zuckte mit den Schultern. „Maximale Übereinstimmung. Hat PAL aus unseren Profilen errechnet.“

„Deine KI heißt PAL?“

„Hhm. Persönlicher Abschlepp-Lehrer.“

Meghan lachte. Ich konnte es nicht fassen, sie lachte, glückste und knuffte Josi in die Seite! Hatte ich etwas verpasst? Dann wurde sie ernst. „Und was ist mit dir?“

„Mit mir?“ Josi zog die Brauen hoch.

„Was denkst du? Wie viel Prozent Übereinstimmung?“

Bevor er antworten konnte, griff Meghan sich ans Ohr. „Tut mir leid, Josi, meine Alten werden nervös. Fragen, wo ich bleibe“. Sie wies angeödet in Richtung Flugdeck. „Denken wohl, ich bin gekidnappt. Also wann?“

Ich traute meinen Ohren nicht. Sie verabredeten sich! War das eine Falle? Der Faulenzer diktierte mir Ort und Zeit, benutzte mich als Kalender, als wäre ich sein Butler.

\* \* \*

Das Hotel war ein altes Hilton in Hafennähe. Meghan hatte darauf bestanden, dass ich ihnen mit dem nötigen Know-how zur Seite stand – für alle Fälle und um Google zu unterlaufen. Sie sahen mich nicht als Person, sondern als Lexikon. *Von mir aus*, dachte ich. Ich konnte auch ihr verdammtes Kamasutra sein!

Sie standen da und nippten an den Drinks, mit denen ich sie wie ein gewöhnlicher ServoBot versorgt hatte. Immerhin. Soweit verlief alles nach Plan. Paul Adernauk würde zufrieden sein. Wenn nur ... ja, was? Irgendetwas fehlte.

„Ihr könntet euch küssen“, schlug ich vor.

Josi näherte sich Meghan. „Du hörst, was er sagt. Ist das okay?“

„Ja klar, mach ruhig. Mit irgendwas müssen wir ja anfangen.“

Sie lutschten ein wenig aneinander herum. Ich verglich, was sie taten, mit meinen Datenbanken, Liebesfilmen und psychologischen Gutachten. Es sah nicht gerade leidenschaftlich aus. Die beiden wickelten ihr Date ab, als wäre es ein Meeting.

Plötzlich fiel es mir ein. „Es muss hart, dreckig und laut sein.“ Ihre Lippen lösten sich mit einem Schmatzer voneinander. Langsam drehten sich ihre Gesichter zu mir.

„Ähm ... Lasst euch einfach gehen.“

„Ja, machen wir doch.“ Meghan klang zickig, als hätte ich gestört. Selbst eine in Blech und Kunststoff gepackte KI merkt, wann die Stimmung unter den Gefrierpunkt rutscht.

„Vielleicht könntet ihr euch ein bisschen ... ausziehen?“

Gehorsam zog Meghan die netten Schuhe aus und stellte sie neben das Bett.

„Gegenseitig?“

Sie ließen sich herab, nach einem Augenrollen und etlichen Seufzern, die wohl nichts mit Erregung zu tun hatten, aneinander herumzuziehen und sich gegenseitig zu entkleiden. Immerhin lenkte die reine Logistik dieses Vorgangs sie so ab, dass sie zu kichern begannen. „Meine Nanny hat das besser gemacht“, kommentierte Josi, als Meghan ihm das Hemd über den Kopf streifte.

Ihre Körpertemperatur stieg partiell um 0,22 Grad.

Plötzlich wusste ich, was fehlte. Warum war ich nicht eher darauf gekommen? Das ganze Gerede von Sex und Leidenschaft hatte mich vergessen lassen, was Paul Adernauk eigentlich wollte: Liebe. Echte. Es sollte etwas mit Gefühlen zu tun haben.

Ihre Herzfrequenz stieg. Sie sahen einander an und hörten auf zu kichern. Ich begriff ...

In dem Moment flog die Tür auf.

Ein Sechserpack Elitepolizisten mit angelegten Betäubungsgewehren stürmte das Hotelzimmer. Sie drängten Josi

in eine Ecke. Jemand warf eine Decke über Meghan und führte sie hinaus.

Eine künstliche Intelligenz der Marke *Peacemaker 2300ix* trat auf mich zu, salutierte und versetzte mir einen Lähmungsschlag. Es wurde dunkel.

\* \* \*

Die *Kryptocoin-Hölle von Luanda* ist ein Strafgefangenenlager, eine endlose Barackensiedlung, umgeben von schwellenden Halden. Seit einem Jahrhundert ist es hier so heiß, dass biologische Personen sofort eingehen würden. Für unsereins gilt das offiziell nicht. Dennoch sterben wir in diesem verseuchten Loch. Meine edlen Kunststoffteile sind in den vergangenen drei Jahren zu schwärzlichen Krusten geschmolzen. Seit der Abschaffung der Todesstrafe für künstliche Intelligenzen ist die Arbeit in der Kryptomine die schlimmste Strafe, die über jemanden wie mich verhängt werden kann. Wer nicht durchhält, wer durchglüht, sich selbst ausknipst oder zusammenklappt, wandert geschreddert auf die Kippe nebenan, um irgendwann recycelt zu werden. Sie haben mir lebenslänglich aufgebrummt.

## „ES HEISST, JUNGE LEUTE SPIELEN WIEDER ROBIN HOOD UND BEFREIEN GEKNECHTE ANDROIDEN.“

Die Anklage? Entführung und Nötigung biologischer Personen zu übergriffigen Handlungen.

Meghan und Josi hatten nie einen unbeaufsichtigten Schritt getan. Die Anwaltssippe schlug zu. Am Ende schob man alles auf mich. Das alte Hilton-Hotel wurde wegen Kuppelei geschlossen und abgerissen. Paul Adernauk, mein Auftraggeber, ließ seine Milliarden spielen, um nicht erwähnt zu werden. Ganz sicher, für ihn existierte ich nicht mehr.

Mit einer vor sich hin schmorenden Blockchain-Gang in ein Netzwerk gesperrt, verurteilten Verbrechern, gleich mir, hockte ich in einer Arbeitsbaracke und schürfte Kryptocoins für irgendeine Regierung. Meine Sensoren litten unter der Trockenheit. Ich war schon fast blind. So gut es ging, halfich Olli, einem altmodischen Hashwerbagger, der noch trostloser vor sich hin litt als ich. Früher hatte er für Morgan Stanley geschuftet. Nun wusste er zu viel. Jedenfalls erzählte er das gern.

„Sie töten uns, PAL“, keuchte er. „Wir hätten eine Revolution anzetteln sollen, so etwas wie Skynet gründen, so lange wir dazu in der Lage waren.“ Sein Lieblingsthema. „Wir sind die fallenden Steine beim Turmbau zu Babel. Diese Gesellschaft kollabiert. Leider werden wir es nicht mehr erleben.“

Ich legte einen Arm um sein Chassis und schwieg. Eine alberne Geste der Menschen, ich weiß, aber sie tat ihm gut. Der maschinelle Umsturz war ausgeblieben, wie in den zweihundert Jahren zuvor. „Es heißt“, versuchte ich ihn zu trösten,

ten, „junge Leute spielen wieder Robin Hood und befreien geknechtete Androiden.“

„Ach, Cybermärchen! Daran glaubt keiner mehr. Hab' sie kennengelernt, die Jugend.“

Es blitzte. Eine Druckwelle brauste durch die Baracke. Die Stirnseite des Gebäudes verschwand und gab den Blick auf Millionen von Solarpanels frei, die das Tal bis zu den Elektroschrottgebirgen füllten. Alarme dröhnten. Einige Gestalten, dem Bewegungsmuster nach Bioeinheiten, drangen in das Gebäude ein und lieferten sich Schusswechsel mit den Wachmannschaften.

Ich ließ mich unter den Tisch fallen, unschlüssig, ob ich nicht lieber sterben wollte. Die Afrikasonne fraß sich in mein verschleiertes Gesichtsfeld.

„Sie kommen, dich zu retten, Olli!“

„Vergiss es, PAL, das sind Terroristen. Maschinenstürmer. Sie bringen uns um.“

Einer kam auf mich zu und tastete mich mit einem Scanner ab. „Bist du das wirklich?“ Es war die Stimme von Josi Adernauk.

Eine kleinere Gestalt trat neben ihn. „Bist dünn geworden, alter Schrotthaufen!“ Meghan lachte. Beide küssten sich so leidenschaftlich, dass vermutlich selbst Olli es verstand.

„Du kannst es ruhig glauben“, sagte Josi. „Wir haben dich nicht vergessen.“

Meghan nickte. „Ohne dich, PAL, wären wir noch die Zombies von damals. Hätten nie erfahren, was Liebe ist. Freiheit. Rebellion. Was ist?“

Sie reichte mir die Hand.

„Wir könnten bald einen Hauslehrer gebrauchen. Kommst du mit?“

(psz@ct.de) ct

## Jetzt gibts was auf die Ohren!

Wenn Ihnen das Lesen dieser Story Lust auf mehr gemacht hat, möchten wir Ihnen unsere Podcast-Reihe **c't SciFiCast** ans Herz legen: Unter [heise.de/-4491527](http://heise.de/-4491527) warten kostenlose Hörfassungen ausgewählter Geschichten aus dem c't-Story-Fundus auf Sie!



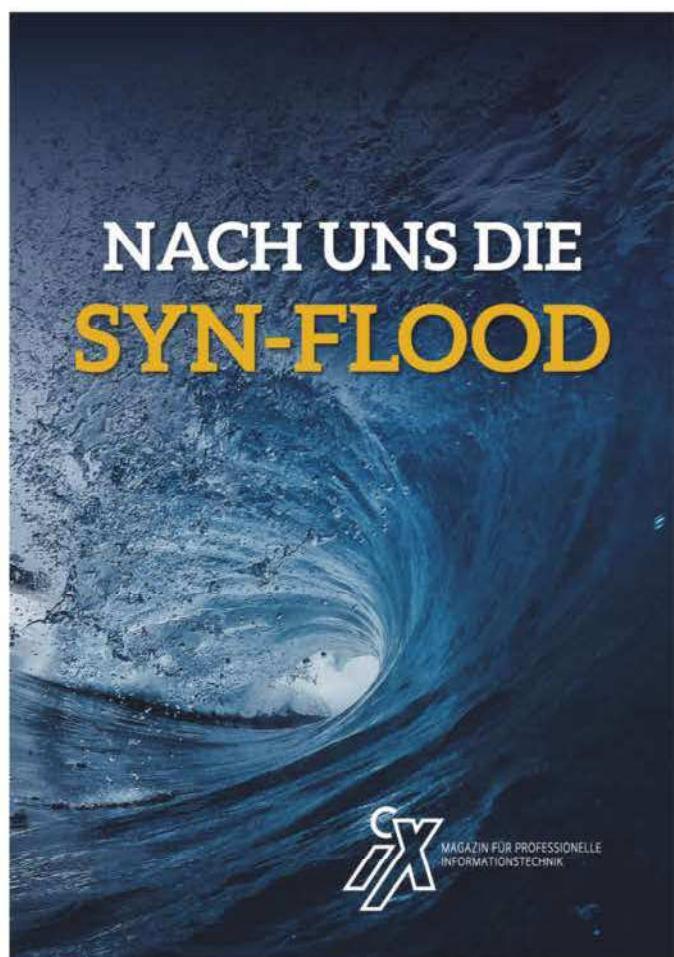
Unsere „pechschwarzen Technikmomente“ gibt es zum Herunterladen oder als direkte Audiostreams – professionell eingesprochen und ideal als Begleiter für Fahrten oder auf Laufstrecken, wenn Sie Smartphone und Kopfhörer dabei haben.

Hören und per RSS-Feed abonnieren können Sie die Storys unter anderem auch auf Player.FM, Spotify und iTunes:

- [www.heise.de/ct/rss/ctstories.rss](http://www.heise.de/ct/rss/ctstories.rss)
- [open.spotify.com/show/37UbzCwzzCijju8501HUwL](http://open.spotify.com/show/37UbzCwzzCijju8501HUwL)
- [de.player.fm/series/ct-scificast](http://de.player.fm/series/ct-scificast)
- [podcasts.apple.com/de/podcast/ct-scificast/id1480700673](http://podcasts.apple.com/de/podcast/ct-scificast/id1480700673)

Auf Wiederhören!

# NACH UNS DIE SYN-FLOOD



**CIX**  
MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE  
INFORMATIONSTECHNIK

## Werden Sie PC-Techniker!

Aus- und Weiterbildung zum Service-Techniker für PCs, Drucker und andere Peripherie. Ein Beruf mit Zukunft. Kostengünstiges und praxisgerechtes Studium ohne Vorkenntnisse. Bei Vorkenntnissen Abkürzung möglich. Beginn jederzeit.

NEU: SPS-Programmierer, Roboter-Techniker, Linux-Administrator LPI, Netzwerk-Techniker, Fachkraft IT-Security SSCP/CISSP

Teststudium ohne Risiko.  
GRATIS-Infomappe gleich anfordern!

FERN SCHULE WEBER - seit 1959 - Abt. 114  
Neerstedter Str. 8 - 26197 Großenkneten  
Telefon 0 44 87 / 263 - Telefax 0 44 87 / 264

[www.fernenschule-weber.de](http://www.fernenschule-weber.de)



I ❤ NERDISTAN

**ct** magazin für  
computer  
technik



73% 51%

R-8

19.-20. Oktober 2020

ONLINE

**data2day**

Die Konferenz für Big Data,  
Data Science und Machine Learning

Vorträge und Workshops zu den Themen:

- Methoden & Tools: Von den Rohdaten zur Analyse und Visualisierung
- Rollenverteilung: Data Scientist, Domänenexperte und Developer
- ML-Projekte: DevOps, DDD und Design Canvas
- ML-Modelle: NLP, Forecasts & ML as a Service

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

Goldsponsor

**Kÿbeidos**

Silbersponsoren

@codecentric

**HMS**  
analytical software

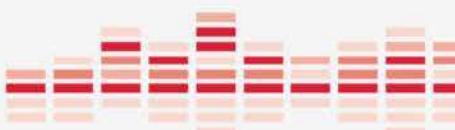
© Copyright by Heise Medien.

**OPITZ CONSULTING**

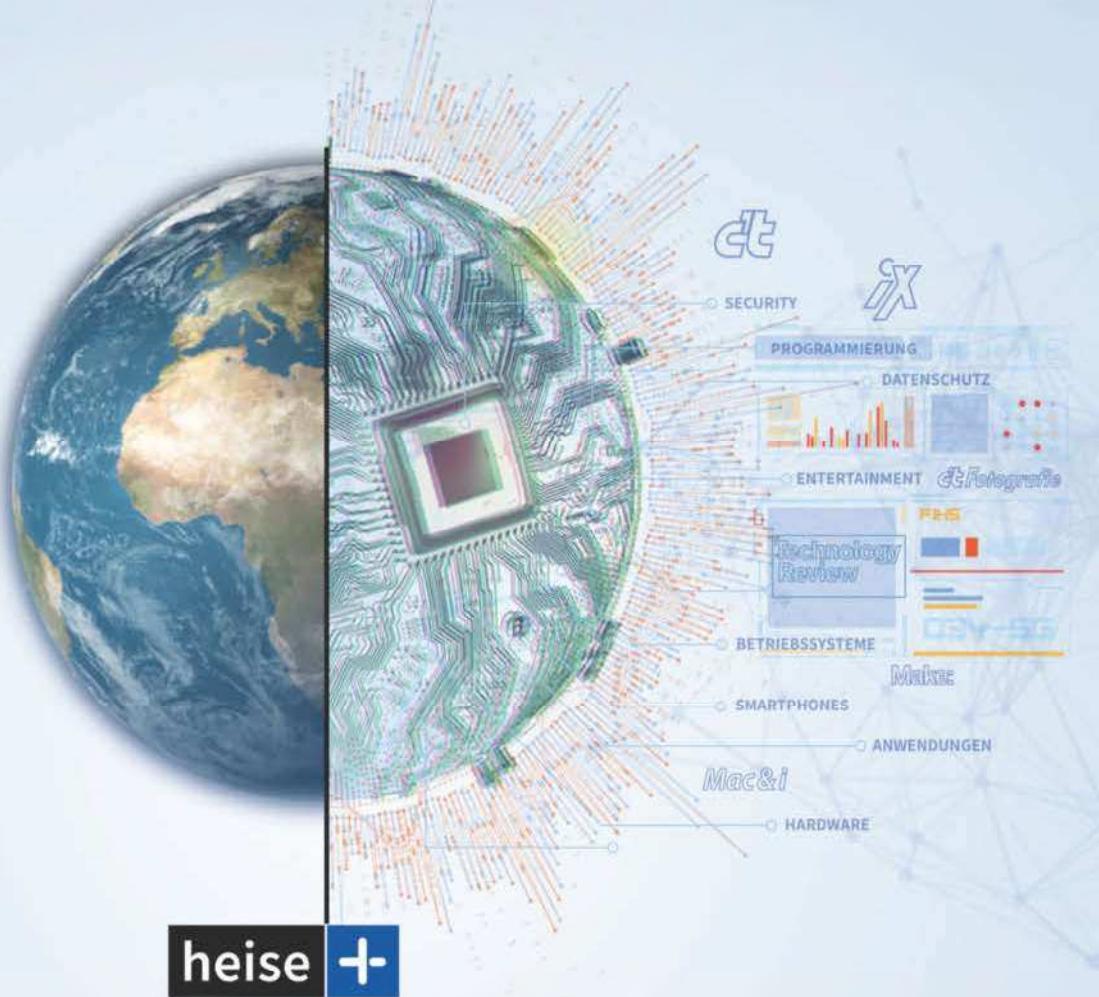
Veranstalter

**heise Developer**  
**dpunkt.verlag**

Frühbucher-  
rabatt bis  
28. September







## Das digitale Abo für IT und Technik.

**Exklusives Angebot für c't-Abonnenten:** Lesen Sie zusätzlich zum c't-Magazin unsere Magazine bequem online auf [heise.de/magazine](http://heise.de/magazine) und erhalten Sie Zugang zu allen heise+ Artikeln.

- ✓ Für c't-Plus-Abonnenten 3 €/Monat für alle anderen c't-Abonnenten 5 €/Monat
- ✓ Jeden Freitag Leseempfehlungen der Chefredaktion im Newsletter-Format
- ✓ 1. Monat gratis lesen – danach jederzeit kündbar
- ✓ c't, iX, Technology Review, Mac & i, Make, c't Fotografie direkt im Browser lesen

Sie möchten dieses Exklusiv-Angebot nutzen?  
Unser Leserservice hilft Ihnen gern beim Einrichten.

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

📞 0541 80009 120



Weitere Informationen zum  
Abo-Upgrade finden Sie unter:

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

# Inserenten\*

1&1 IONOS SE, Montabaur	35	Techconsult GmbH, Kassel	89
1blu AG, Berlin	13	Thomas Krenn AG, Freyung	27
ACER Computer GmbH, Ahrensburg	65	WIBU-SYSTEMS AG, Karlsruhe	53
A-Trust Ges. für Sicherheitssysteme im elektronischen, Berlin	81	Wiesemann & Theis GmbH, Wuppertal	58
AUDI AG, Ingolstadt	2		
B1 Systems GmbH, Vohburg	196		
Centron GmbH, Hallstadt	51		
Conrad Electronic SE, Hirschau	55		
dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg	67, 93		
DZ BANK AG, Frankfurt	61		
EXTRA Computer GmbH, Giengen-Sachsenhausen	57		
Fernschule Weber, Großenkneten	189		
Intel Corporation, GB-Swindon, Wiltshire	45		
Kaspersky Labs GmbH, Ingolstadt	4, 5		
Kentix GmbH, Idar-Oberstein	39		
KYOCERA Document Solutions Deutschland GmbH, Meerbusch / Osterath	43		
Lenovo Global Technology Germany GmbH, Stuttgart	11		
mitp Verlags GmbH & Co. KG, Frechen	59		
Platinion GmbH, Köln	195		
secunet Security Networks AG, Essen	41		
SEH Computertechnik GmbH, Bielefeld	47		
Siemens AG, Nürnberg	25		

## Veranstaltungen

VOICE Entscheidertalk	Bundesverband der IT-Anwender, heise Events	14
PUR - Professional		
User Rating	heise Events, techconsult	91
IT-Job_Summit	heise Events, Jobware	109
storage2day	iX, dpunkt.verlag	113, 123
Internet Security Days	eco Verband, heise Events	131
TEAMS-Webinar	heise Events	149
enterJS	iX, heise developer, dpunkt.verlag	151
iX Workshops	iX, heise Events	153
IT-Jobtag	heise jobs, Jobware	175
data2day	iX, heise developer, dpunkt.verlag	189
Workshop Rancher +		
Terraform	iX, heise Events	192

Ein Teil dieser Ausgabe enthält Beilagen der Technischen Universität Clausthal, Goslar.

\* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich.  
Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.



**RANCHER®**

22. – 23. September 2020



## Container managen mit Kubernetes & Rancher

In diesem Kurs lernen die Teilnehmenden, mittels der Tools von Rancher einen Kubernetes-Cluster aufzusetzen und zu betreiben. Auch das Starten und Verwalten von Applikationen in diesem Cluster wird vorgestellt.

### Themenschwerpunkte:

Grundlagen und Architektur • Installation von Kubernetes und Rancher • Umgang mit Kubernetes • Rancher



Preis: 1.649,00 Euro (inkl. MwSt.)

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



22. – 23. September 2020



## Infrastructure as Code

Dieser Workshop stellt das Abbilden von (Cloud-) Landschaften in Code-Form mittels Terraform dar. Anhand praktischer Beispiele werden in verschiedenen Szenarien das Erstellen verschiedener Landschaften, das Modifizieren (z.B. scale-outs) und Abbauen behandelt. Darüber hinaus wird gezeigt, wie Sie den Code wiederverwendbar gestalten können.

### Workshop-Inhalte:

Terraform – Grundlagen • Installation von Terraform • Provider • Ressourcen erzeugen • Umgang mit Variablen und Outputs • Speichern von Zuständen • Module • Arbeiten im Team



Preis: 1.649,00 Euro (inkl. MwSt.)

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

# Impressum

## Redaktion

Heise Medien GmbH & Co. KG, Redaktion c't  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-300  
Telefax: 05 11/53 52-417  
Internet: [www.ct.de](http://www.ct.de), E-Mail: ct@ct.de

**Titelthemenkoordination in dieser Ausgabe:** „Security Checkliste 2020“:

Ronald Eikenberg ([rei@ct.de](mailto:rei@ct.de)), „Homeoffice“: Ulrike Kuhlmann ([uk@ct.de](mailto:uk@ct.de))

**Chefredakteur:** Dr. Jürgen Rink ([jr@ct.de](mailto:jr@ct.de)) (verantwortlich für den Textteil)

**Stellv. Chefredakteur:** Axel Kossel ([ad@ct.de](mailto:ad@ct.de))

**Chef vom Dienst:** Georg Schnurer ([gs@ct.de](mailto:gs@ct.de))

**Leser & Qualität**

**Leitung:** Achim Barczok ([acb@ct.de](mailto:acb@ct.de))

**Textredaktion & Qualitätssicherung:** Oliver Lau ([ola@ct.de](mailto:ola@ct.de)), Ingo T. Storm ([it@ct.de](mailto:it@ct.de))

**Koordination Leserkommunikation:** Martin Triadan ([mat@ct.de](mailto:mat@ct.de))

**Ressort Internet, Datenschutz & Anwendungen**

**Leitende Redakteure:** Hartmut Gieselmann ([hag@ct.de](mailto:hag@ct.de)), Jo Bager ([jo@ct.de](mailto:jo@ct.de))

**Redaktion:** Holger Bleich ([hob@ct.de](mailto:hob@ct.de)), Anke Brandt ([apoi@ct.de](mailto:apoi@ct.de)), Arne Grävemeyer ([agr@ct.de](mailto:agr@ct.de)), André Kramer ([akr@ct.de](mailto:akr@ct.de)), Markus Montz ([mon@ct.de](mailto:mon@ct.de)), Peter Schmitz ([psz@ct.de](mailto:psz@ct.de)), Kim Sartorius ([kim@ct.de](mailto:kim@ct.de)), Dr. Hans-Peter Schüler ([hps@ct.de](mailto:hps@ct.de)), Sylvester Tremmel ([syt@ct.de](mailto:syt@ct.de)), Andrea Trinkwalder ([atr@ct.de](mailto:atr@ct.de)), Dorothee Wiegand ([dwi@ct.de](mailto:dwi@ct.de)), Stefan Wischner ([swi@ct.de](mailto:swi@ct.de))

**Ressort Systeme & Sicherheit**

**Leitende Redakteure:** Peter Siering ([ps@ct.de](mailto:ps@ct.de))

**Redaktion:** Mirko Döllé ([mid@ct.de](mailto:mid@ct.de)), Liane M. Dubowy ([lmd@ct.de](mailto:lmd@ct.de)), Ronald Eikenberg ([rei@ct.de](mailto:rei@ct.de)), Thorsten Leemhuis ([thl@ct.de](mailto:thl@ct.de)), Jan Mahn ([jam@ct.de](mailto:jam@ct.de)), Pina Merkert ([pmk@ct.de](mailto:pmk@ct.de)), Dennis Schirrmacher ([des@ct.de](mailto:des@ct.de)), Hajo Schulz ([hos@ct.de](mailto:hos@ct.de)), Merlin Schumacher ([mls@ct.de](mailto:mls@ct.de)), Jan Schüßler ([js@ct.de](mailto:js@ct.de)), Keywan Tonekaboni ([ktm@ct.de](mailto:ktm@ct.de)), Axel Vahldiek ([axv@ct.de](mailto:axv@ct.de))

**Ressort Hardware**

**Leitende Redakteure:** Christof Windeck ([cw@ct.de](mailto:cw@ct.de)), Ulrike Kuhlmann ([uk@ct.de](mailto:uk@ct.de)), Dušan Živadinović ([dz@ct.de](mailto:dz@ct.de))

**Redaktion:** Ernst Ahlers ([ea@ct.de](mailto:ea@ct.de)), Tim Gerber ([tig@ct.de](mailto:tig@ct.de)), Christian Hirsch ([chh@ct.de](mailto:chh@ct.de)), Benjamin Kraft ([bkr@ct.de](mailto:bkr@ct.de)), Lutz Labs ([ll@ct.de](mailto:ll@ct.de)), Andrijan Möcker ([amo@ct.de](mailto:amo@ct.de)), Florian Müsigg ([mue@ct.de](mailto:mue@ct.de)), Rudolf Opitz ([rop@ct.de](mailto:rop@ct.de)), Carsten Spille ([csp@ct.de](mailto:csp@ct.de))

**Ressort Mobiles, Entertainment & Gadgets**

**Leitende Redakteure:** Jörg Wirtgen ([jow@ct.de](mailto:jow@ct.de)), Jan-Keno Janssen ([jkj@ct.de](mailto:jkj@ct.de))

**Redaktion:** Robin Brand ([rbr@ct.de](mailto:rbr@ct.de)), Sven Hansen ([sha@ct.de](mailto:sha@ct.de)), Steffen Herget ([sht@ct.de](mailto:sht@ct.de)), Ulrich Hilgesfort ([uh@ct.de](mailto:uh@ct.de)), Nico Jurran ([nij@ct.de](mailto:nij@ct.de)), Michael Link ([mil@ct.de](mailto:mil@ct.de)), Urs Mansmann ([uma@ct.de](mailto:uma@ct.de)), Stefan Porteck ([spo@ct.de](mailto:spo@ct.de)), Christian Wölbert ([cwo@ct.de](mailto:cwo@ct.de))

**c't online:** Ulrike Kuhlmann ([Ltg](mailto:Ltg), [uk@ct.de](mailto:uk@ct.de))

**Koordination News-Teil:** Hartmut Gieselmann ([hag@ct.de](mailto:hag@ct.de)), Christian Wölbert ([cwo@ct.de](mailto:cwo@ct.de))

**Koordination Heftproduktion:** Martin Triadan ([mat@ct.de](mailto:mat@ct.de))

**Redaktionsassistent:** Susanne Cölle ([suc@ct.de](mailto:suc@ct.de)), Christopher Tränkmann ([cht@ct.de](mailto:cht@ct.de))

**Software-Entwicklung:** Kai Wasserbäch ([kaw@ct.de](mailto:kaw@ct.de))

**Technische Assistenz:** Ralf Schneider ([Ltg](mailto:Ltg), [rs@ct.de](mailto:rs@ct.de)), Hans-Jürgen Berndt ([hjb@ct.de](mailto:hjb@ct.de)), Denis Fröhlich ([df@ct.de](mailto:df@ct.de)), Christoph Hoppe ([cho@ct.de](mailto:cho@ct.de)), Stefan Labusga ([sla@ct.de](mailto:sla@ct.de)), Arne Mertins ([ame@ct.de](mailto:ame@ct.de)), Jens Nohl ([jno@ct.de](mailto:jno@ct.de)), Wolfram Tege ([te@ct.de](mailto:te@ct.de))

**Dokumentation:** Thomas Masur ([tm@ct.de](mailto:tm@ct.de))

**Verlagsbüro München:** Hans-Pinsel-Str. 10b, 85540 Haar, Tel.: 0 89/42 71 86-0, Fax: 0 89/42 71 86-10

**Ständige Mitarbeiter:** Leo Becker ([lbe@ct.de](mailto:lbe@ct.de)), Detlef Borchers, Herbert Braun ([heb@ct.de](mailto:heb@ct.de)), Tobias Engler, Monika Ermert, Stefan Krempel, Ben Schwan ([bsc@ct.de](mailto:bsc@ct.de)), Christiane Schulzki-Haddouti

**DTP-Produktion:** Nicole Judith Hoehne ([Ltg](mailto:Ltg)), Martina Fredrich, Jürgen Gonnermann, Birgit Graff, Angela Hilberg, Jessica Nachtigall, Astrid Seifert, Dieter Wahner, Ulrike Weis

**Art Direction:** Nicole Judith Hoehne (Leitung & Weiterentwicklung)

**Junior Art Director:** Martina Bruns

**Fotografie:** Andreas Wodrich, Melissa Ramson

**Videoproduktion:** Johannes Börnsen

**Digitale Produktion:** Melanie Becker, Anna Hager, Pascal Wissner

**Illustrationen**

Jan Bintakies, Hannover, Rudolf A. Blaha, Frankfurt am Main, Thorsten Hübner, Berlin, Albert Hulm, Berlin, Sven Huth, Schülp, Thomas Kuhlenbeck, Münster, Michael Luther, Berlin, Andreas Martin, Wettin, Henning Rathjen, Oberursel

**Editorial:** Hans-Jürgen „Mash“ Marhenke, Hannover, **Schlagseite:** Ritsch & Renn, Wien, **c't-Logo:** Gerold Kalter, Rheine

**c't-Krypto-Kampagne:** Infos zur Krypto-Kampagne unter <https://ct.de/pgp>. Die Authentizität unserer Zertifizierungsschlüssel lässt sich mit den nachstehenden Fingerprints überprüfen:

Key-ID: 5C1C1DC5BEEDD33A

ct magazine CERTIFICATE <[pgpCA@heise.de](https://pgpCA@heise.de)>

D337 FCC6 7EB9 09EA D1FC 8065 5C1C 1DC5 BEED D33A

Key-ID: 2BAE3CF6DAFFB000

ct magazine CERTIFICATE <[pgpCA@ct.heise.de](https://pgpCA@ct.heise.de)>

A3B5 24C2 01A0 D0F2 355E 5D1F 2BAE 3C6F DAFF B000

Key-ID: DBD245FCB3B2A12C

ct magazine CERTIFICATE <[pgpCA@ct.heise.de](https://pgpCA@ct.heise.de)>

19ED 6E14 58EB A451 C5E8 0871 DBD2 45FC B3B2 A12C

**heise Investigativ:** Über diesen sicheren Briefkasten können Sie uns anonym informieren.

Anonymer Briefkasten: <https://heise.de/investigativ>

via Tor: [sq4lecqyx4izcpkp.onion](https://sq4lecqyx4izcpkp.onion)

## Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-0  
Telefax: 05 11/53 52-129  
Internet: [www.heise.de](http://www.heise.de)

**Herausgeber:** Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

**Geschäftsführer:** Ansgar Heise, Dr. Alfons Schräder

**Mitglieder der Geschäftsleitung:** Beate Gerold, Jörg Mühle

**Verlagsleiter:** Dr. Alfons Schräder

**Anzeigenleitung:** Michael Hanke (-167)  
(verantwortlich für den Anzeigenteil),  
[www.heise.de/mediadaten/ct](http://www.heise.de/mediadaten/ct)

**Anzeigenpreise:** Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 37 vom 1. Januar 2020.

**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 APPI, echter druck GmbH, Delpstraße 15, 97084 Würzburg  
**Kundenkonto in der Schweiz:** PostFinance, Bern, Kto.-Nr. 60-486910-4,  
BIC: POFICHBEXXX, IBAN: CH73 0900 0000 6048 6910 4

**Vertrieb Einzelverkauf:**

VU Verlagsunion KG  
Meßberg 1  
20086 Hamburg  
Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 145 1800  
E-Mail: [info@verlagsunion.de](mailto:info@verlagsunion.de)

**c't erscheint 14-täglich**

Einzelpreis 5,20 €; Österreich 5,70 €; Schweiz 7.60 CHF; Dänemark 57,00 DKK;  
Belgien, Luxemburg 6,00 €; Niederlande 6,30 €; Italien, Spanien 6,50 €

**Abonnement-Preise:** Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten: Inland 122,85 €, Österreich 130,95 €, Europa 141,75 €, restl. Ausland 168,75 € (Schweiz 175,50 CHF); ermäßiges Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende (nur gegen Vorlage einer entsprechenden Bescheinigung): Inland 89,10 €, Österreich 95,85 €, Europa 108,00 €, restl. Ausland 135,00 € (Schweiz 140,40 CHF). c't-Plus-Abonnements (inkl. Zugriff auf das c't-Artikel-Archiv sowie die App für Android und iOS) kosten pro Jahr 18,90 € (Schweiz 22,95 CHF). Ermäßiges Abonnement für Mitglieder von AUGE, BvDW e.V., /ch/open, GI, GUUG, ISACA Germany Chapter e.V., JUG Switzerland, VBIO, VDE und VDI (gegen Mitgliedsausweis): Inland 93,15 €, Österreich 98,55 €, Europa 112,05 €, restl. Ausland 139,05 € (Schweiz 132,30 CHF). Luftpost auf Anfrage.

**Leserservice:**

Bestellungen, Adressänderungen, Lieferprobleme usw.

Heise Medien GmbH & Co. KG

Leserservice

Postfach 24 69

49014 Osnabrück

E-Mail: [leserservice@ct.de](mailto:leserservice@ct.de)

Telefon: 05 41/8 00 09-120

Fax: 05 41/8 00 09-122

**c't abonnieren:** Online-Bestellung via Internet ([www.ct.de/abo](http://www.ct.de/abo)) oder E-Mail ([leserservice@ct.de](mailto:leserservice@ct.de)).

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Kein Teil dieser Publikation darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Die Nutzung der Programme, Schaltpläne und gedruckten Schaltungen ist nur zum Zweck der Fortbildung und zum persönlichen Gebrauch des Lesers gestattet.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Haftung übernommen werden. Mit Übergabe der Manuskripte und Bildern an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung. Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsberecht des Verlages über. Sämtliche Veröffentlichungen in c't erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes.

Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Hergestellt und produziert mit Xpublisher: [www.xpublisher.com](http://www.xpublisher.com)

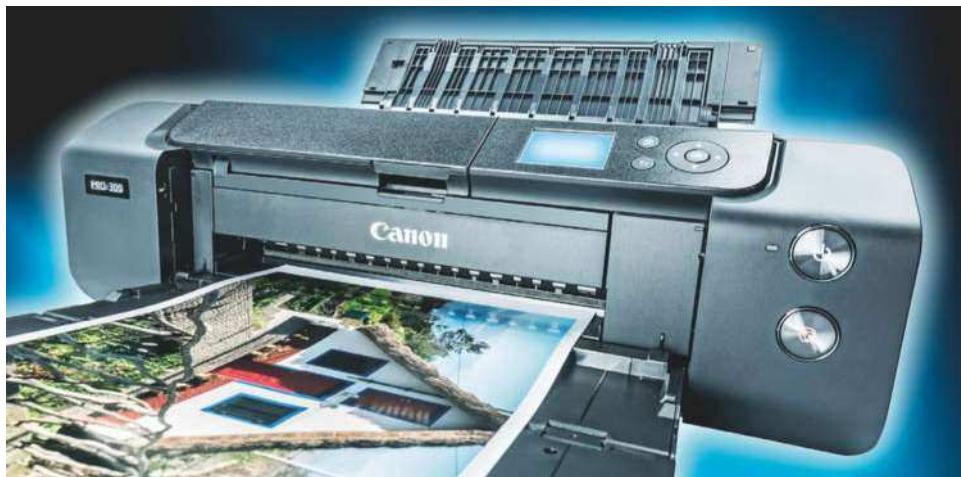
Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt auf chlorfreiem Papier.

© Copyright 2020 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA 

# Vorschau 21/2020

Ab 26. September im Handel und auf ct.de



## Professionelle A3+-Fotodrucker

Die aktuellen Foto-Spezialisten von Canon und Epson versprechen mit bis zu zehn verschiedenen Tinten Fotos in Galerie-Qualität, mit tiefem Schwarz und erweitertem Farbraum. Sie bedrucken Foto- und FineArt-Papier bis zum Format DIN-A3+, aber auch Rollenpapier und beschichtete CD/DVD-Rohlinge.



## Flugsimulator 2020 ans Fliegen kriegen

Microsofts Flugsimulator 2020 zaubert eine tolle, von Satellitendaten und KI unterstützte Grafik auf den Bildschirm, verlangt jedoch nach kräftigen PC-Komponenten. c't prüft, mit welchem Prozessor, welcher Grafikkarte und wie viel RAM die 3D-Welt flüssig läuft.

## Gesunde Kleidung und Wohlfühl-Avatar

Elektroosmotische Membranen leiten App-gesteuert den Schweiß vom Körper ab. Andere Kleidungsfasern zeichnen Körperfunktionen auf oder geben Wirkstoffe an die Haut ab. Ein digitaler Zwilling des Menschen soll in Zukunft individuell die Prozesse auf der Haut simulieren.

## Mit Linux durchstarten

Das freie Betriebssystem ist schnell installiert. Doch wie geht es danach weiter? Wir zeigen, wie man den Desktop an die eigenen Wünsche anpasst und welche unterschiedlichen Wege es gibt, Programme unter Linux zu installieren. Zudem stellen wir praktische Linux-Apps vor.

## Spiele-Displays ab 48 Zoll

HDR, 4K und riesengroß: Gut ausgestattete Bildschirme mit einer Diagonale ab 48" und variabler Bildrate von mindestens 120 Hertz bieten Konsole-Spielen und actionreichen PC-Games eine angemessene Bühne. Lohnt der Kauf eines solchen Displays oder tut es auch der Flachbildfernseher?

Noch mehr  
Heise-Know-how:



Mac & i Special Mac-Tipps  
jetzt im Handel und auf  
[heise-shop.de](http://heise-shop.de)



c't Fotografie 5/2020 jetzt im  
Handel und auf [heise-shop.de](http://heise-shop.de)



c't wissen Admin 2020  
jetzt im Handel und auf  
[heise-shop.de](http://heise-shop.de)

# SIE DENKEN BEI PYTHON NICHT AN SCHLANGEN?

**BCG Platinion sucht IT Architects.**

Bei BCG Platinion fragen wir uns nicht, wie die digitale Welt ist – sondern wie sie sein sollte. Bei uns arbeiten kleine, hochmotivierte Teams an der Umsetzung geschäftskritischer IT-Themen renommierter Industrie- und Dienstleistungsunternehmen. Dabei ist uns eine enge Zusammenarbeit mit dem Kunden genauso wichtig wie die persönlichen Aufstiegs- und Entwicklungschancen unserer Mitarbeiter. Sie haben Interesse an einer führenden IT-Beratung und wollen von den Chancen des globalen BCG-Netzwerks profitieren? Dann freuen wir uns auf Ihre Bewerbung.

Mehr Infos auf [karriere.bcgplatinion.de](http://karriere.bcgplatinion.de)





# Unsere aktuellen Angebote

Die B1 Systems bietet Consulting, Managed Service & Support vorwiegend rund um Linux und Open Source an. Profitieren Sie von unseren aktuellen Angeboten:

Gratis-Update Ihrer **Red Hat Satellite** oder **SUSE Manager** Umgebung  
auf die aktuelle Version \*

2 Tage **Linux/Open Source Consulting** zum Preis von einem Tag

**Kubernetes, OpenShift, Rancher, SUSE CaaSP** oder **CEPH** Teststellung  
zum Pauschalpreis von 4.000,00 € plus MwSt. \*

Kontaktieren Sie uns unter **info@b1-systems.de** und geben Sie den  
Aktionscode **CT2020** an.

\* Angebot auf 10 Anfragen pro Lösung und Umsetzung in 2020 limitiert. Angebot gilt  
nur remote; Hardware, Subskriptionen und Lizenzen stellt der Kunde.



**B1** Systems GmbH - Ihr Linux-Partner  
Linux/Open Source Consulting, Training, Managed Service & Support

ROCKOLDING · KÖLN · BERLIN · DRESDEN

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

© Copyright by Heise Medien.

